

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები
ტომი № 117

“ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური
პრობლემები”

საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის
მასალები

TRANSACTIONS OF THE INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY AT
THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
VOL.№117

“PRESSING PROBLEMS IN HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY”
Papers of the International Conference

ТРУДЫ ИНСТИТУТА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
ТОМ № 117

”АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И ЭКОЛОГИИ”

Материалы международной конференции

თბილისი – TBILISI – ТБИЛИСИ

2 0 1 1



საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია
“ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური
პრობლემები”

მიძღვნილი აკადემიკოს გივი სვანიძის დაბადებიდან
90-ე წლისთავისადმი

2011 წლის 27-29 სექტემბერი, თბილისი

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF GEORGIA
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY

INTERNATIONAL SCIENTIFIC-TECHNICAL CONFERENCE
“PRESSING PROBLEMS IN HYDROMETEOROLOGY AND ECOLOGY”

Dedicated to the 90th Anniversary of Academician Givi Svanidze

27-29 September, 2011, Tbilisi

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК ГРУЗИИ
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
”АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ”

посвященная 90-летию со дня рождения Академика Гиви Гедеоновича
Сванидзе

Тбилиси, 27-29 сентября 2011 года

მთავარი რედაქტორი
Editor in Chief

Главный редактор
სარედაქციო
კოლეგია

სარედაქციო საბჭო

Editorial Board

Editorial Council

**Редакционная
коллегия**

**Редакционный
совет**

ნოდარ ბეგალიშვილი
N.Begalishvili

Бегалишвили Н.А.

ბ.ბერიტაშვილი (რედაქტორის მოადგილე), გ.გაჩეჩილაძე, გ.გუნია, გ.გრიგოლია, ე.ელიზბარაშვილი, დ.კერესელიძე, გ.მელაძე, რ. სამუკაშვილი, ვ. ცომაია, თ.ცინცაძე (პასუხ. მდივანი)

ნ.ბუაჩიძე ი.გელაძე, ჯ.ვაჩნაძე, ლ.ინჭირველი, მ.მელაძე, ი.ჩოგოვაძე, გ.ხერხეულიძე.

B.Beritashvili (Deputy Ed.-in-Chief), G.Gachechiladze, G.Gunia, G.Grigolia, E.Elizbarashvili, D.Kereselidze, G.Meladze, R. Samukashvili, V.Tsomaia, T.Tsintsadze (Executive secretary)

N.Buachidze, J.Vachnadze, I.Geladze, L.Inckirveli, M.Meladze, I.Chogovadze, G.Kherkheulidze

Бериташвили Б.Ш. (зам.гл. редактора), Гачечиладзе Г.А., Григолия Г.Л., Гуния Г.С., Кереселидзе, Д.Н., Меладзе Г.Г., Самукашвили Р.А., Цомая В.Ш., Цинцадзе Т.Н. (отв. секретарь), Элизбарашвили Э.Ш.

Буачидзе Н.С., Вачнадзе Д.И., Геладзе И.М., Инцкирвели Л.И., Меладзе М.Г., Чоговадзе И.В., Херхеულიдзе Г.И.

ISSN 1512-0902

©	<p>საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი</p> <p>INSTITUTE OF HYDROMETEOROLOGY AT THE GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY</p> <p>ИНСТИТУТ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГРУЗИНСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА</p>	2011
---	---	------

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

წინამდებარე კრებულში შესულია აკადემიკოს გივი სვანიძის დაბადებიდან 90-ე წლისთავისადმი მიძღვნილ საერთაშორისო კონფერენციაზე “ჰიდრომეტეოროლოგიისა და ეკოლოგიის აქტუალური პრობლემები” მოსმენილი მოხსენებები. შესაბამისი სტატიები წარმოდგენილია შემდეგ სამეცნიერო მიმართულებათა მიხედვით: წყლის რესურსების პროგნოზები და მართვა, საინჟინრო ჰიდროლოგია; მეტეოროლოგია, კლიმატი და მისი ცვლილება, ამინდის მოდიფიკაცია; ბუნებრივი გარემოს დაბინძურება; ჰიდრომეტეოროლოგიური და ეკოლოგიური პროცესების მოდელირება.

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

The given volume includes papers presented at the international conference “Pressing Problems in Hydrometeorology and Ecology”, dedicated to the 90th anniversary of Academician Givi Svanidze. Papers are arranged in the following scientific directions: Forecasting and management of water resources, Engineering hydrology; Meteorology Climate and its changes; Weather modification; Environment pollution; Modeling of hydrometeorological and ecological processes.

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 международной конференции «Актуальные проблемы гидрометеорологии и экологии», посвященной 90-летию со дня рождения академика Гиви Гедеоновича Сванидзе. Соответствующие статьи представлены по следующим научным направлениям: прогнозы и управление водными ресурсами, инженерная гидрология; метеорология, климат и его изменения, модификация погоды; загрязнение природной среды; моделирование гидрометеорологических и экологических процессов.

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

26	სამუშაოში რ., დიანაშიძე ვ. ქარბუში შიდა ქართლის ტერიტორიაზე	87
27	ამირანაშვილი ა., ჩიხლაძე ვ., სააკაშვილი ნ., ტაბიძე მ., თარხან-მოურავი ი. რეკონსტრუქციის პროექტის მიხედვით მასხისიათბლემი - საქართველოს საკურორტო-ტურისტული პოტენციალის მნიშვნელოვანი შემადგენელი	89
28	პაიჭავჭავაძე მ. მსხმეთ-ჯანსუღის საკურორტო რესურსები	92
29	ამირანაშვილი ა., გლიჯოვი თ., ჩიხლაძე ვ., სააკაშვილი ნ., ხატიაშვილი ე., თარხან-მოურავი ი., სინარულიძე შ., ლანაშვილი ნ. საქართველოს მრეწველი ბოტანიკური ბაღი - ქალაქ თბილისის რეკონსტრუქციის განუყოფელი ნაწილი	94
30	ბ. გვირიანი. ატმოსფერული კატასტროფები და მათი გამოწვევები მიწისძვრის ამოხსნა ატმოსფერული ფარული ენერჯის არსებობის დასაბუთებით	96
31	კალცივი ხ., კალცივი რ. მეტეოროლოგიური პროცესები (მძლავრ კონვექციურ ღრუბლებზე) ატმოსფერული ჰიმოქიმიის შესახებ	100
32	მ. ვათიაშვილი. სეზონური პროცესები ატმოსფერული ჰიმოქიმიის განვითარებაში მეთოდის თაობაზე.	102
33	ხუნდაძე ბ., ტაყაიშვილი ა., ტყეშელაშვილი ნ. სეზონური პროცესები ატმოსფერული ჰიმოქიმიის ზოგიერთი შედეგის შესახებ	104
34	თ. სალუქვაძე, ე. ხელაია, მ. სალუქვაძე, ნ. კაკაბაძე. საქართველოს კახეთის რეგიონში თბილისი სეზონის ფორმალური კონვექციური ღრუბლების მასივობის რადიოლოგიური ამრეკვალოების კავშირი ატმოსფერული ნალექების საშუალო ინტენსივობასთან	108
35	მ. ვათიაშვილი. ატმოსფერული ნალექების ხელოვნური ზრდის მეთოდი 36 მსუბუქობის ვიანი თვითმფრინავის გამოყენებით	109
36	ხუნდაძე ბ., სტეფანოვა ხ., ხუნდაძე ა., კონაქტოვი ე. კრისტალოგიფიკაციის და თუთხის ოქსიდის ნაწილობრივი ყინულოვანი მონაცემების გამოკვლევა	112
ბუნებრივი ბარემის დაბინძურება		
37	ურუშაძე თ., ურუშაძე თ., ხომასურიძე დ. საქართველოს ნიადაგები და მათი დაცვის პრობლემები	114
38	შავლიაშვილი ლ., კორძაია ბ., ელიზბარაშვილი ე., კუჭავა ბ., ტულუში ნ. საქართველოს მიწის რესურსების დებრადაცია თანამედროვე კლიმატის ცვლილების ფონზე	115
39	ბუნია ბ., სვანიძე ზ. ბუნებრივი ბარემის ეკო-მეტეოროლოგიური მონიტორინგის მონაცემთა ბაზის საიმედიოების და მრეწველობის პირობებში საკითხების შესახებ	118
40	ბურბანოვი თ. ახერბაიჯანის ბუნებრივი ბარემის მდგრადობის და მათი განვითარების შესახებ	122
41	ბ. გვილაძე, ნ. ელიზბარაშვილი. დღეისავე მონაცემები რეგისტრაციის გლობალური ეკოლოგიური პრობლემების დეტალიზაციის	125
42	ლ. ინციკოვი, ნ. ბუაჩიძე, მ. არაბიძე, ბ. კუჭავა, ე. ბაქრაძე, ნ. გვალაშვილი, მ. ტაბაძე, მ. მ. მტკვრის აუზის ფეხების ხარისხის განსაზღვრა ინტეგრალური ჰიდროქიმიური მონაცემების გამოყენებით	128
43	ბ. კალანდიაძე, ვ. ტრაპიანიძე, ბ. ბრეგვაძე. მდინარე მდინარის სარწყავი ფეხების განვითარება ბოლნისის რაიონის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულში	131
44	მ. ელიზბარაშვილი, ლ. კვიციანი, ბ. ცოტაძე, ბ. კვიციანი, ნ. ვაჭავაძე, ნ. კვიციანი. მიწის მტაცების შემცველობა ურბანულ-სამრეწველო უბანში	133
45	ბაირამიძე შ., ლაღაშვილი ფ. ახერბაიჯანის ტერიტორიაზე მოსული წვიმების ეკოლოგიური შედეგების კვლევის შედეგები	136
46	ნ. ნაყინაშვილი, ნ. ვაჭავაძე, ლ. შავლაძე. თბილისის ატმოსფერულ ჰაერში ანთროპოგენური მასის გამოწვევების ემისია და მისი განვითარების მონაცემების შესახებ	138
47	ბებლარაშვილი ნ. მ. თბილისში სამრეწველო ტაქსების მხედველად ემიგრირებული სათბურის ბაზის რეკონსტრუქციის მონაცემები	140
ჰიდრომეტეოროლოგიური და ეკოლოგიური პროცესების მონაცემები		
48	მებრძოლი ლ., კუჭავა ნ., ჩიხლაძე ი., დეკანოზიშვილი ნ., ძიქოლიანი ხ. შემოსავლურად არის მტონე ამინდის რიცხვითი მონაცემების სივრცითი საქართველოში კავშირის ემისიის გამოწვევების მონაცემების	142
49	ხ. ხვედელიძე, თ. ლავიტაშვილი, ი. სამხარაძე. ატმოსფერული მძლავრი შეფერვალების განვითარების შესახებ მათემატიკური მონაცემები	145

50	ელიზბარაშვილი ე., ტატიშვილი მ., ელიზბარაშვილი შ., ელიზბარაშვილი მ., მესხია რ. საქართველოს ტერიტორიისათვის 1936-2008 წლების პერიოდისათვის ჰაერის ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების 25-კილომეტრიანი ბაღურ მონაცემთა მასივების შექმნის მეთოდოლოგია	148
51	აშაბოკოვი ბ., შავოვალოვი ვ. კონვექციურ ღრუბლთა მაკრო- და მიკროსტრუქტურული მახასიათებლების ფორმირების რეგულირება პროცესების ურთიერთქმედების ბათვალისწინებით	150
52	ხუნუნაევი ბ., ხუნუნაევი ა. სეტყვის ზრდის ლაბორატორიული მოდელირების ზოგიერთი შედეგი	153
53	ხუნუნაევი ს. სეტყვის წარმოქმნის იმპანიზმის გამოკვლევა ღრუბლის ნაწილაკების იზოტოპური შედეგ- ნიშნების რეგულირებით მოდელირების საფუძველზე	155
54	ს. მღვივანი, ა. სურმავა. მდ. მტკვარში ჩაღვრილი ნაპირების გაგრძელების რეგულირებით მოდელირება	158
55	ა.სურმავა, ლ. ივკირველი, ლ. შავლიაშვილი. ნიადაგში მართლიანობის ცვლილების რეგულირებით მოდელირება შეთანხმებული სურბენტის გავლენის ბათვალისწინებით	160
56	ღაწითაშვილი თ., სამხარაძე ი., გუბელიძე ბ. პირითად მიწსაღწევი ბაზის არარეგულური დინებების მათემატიკური მოდელირება	162

CONTENTS

WATER RESOURCES FORECAST, MANAGEMENT AND ENGINEERING HYDROLOGY		
1	KERESLIDZE D, TRAPADZE V, BREGVADZE G, GRIGOLIA G, DOKHNADZE G, ALAVERDASHVILI M. FORECASTING CATASTROPHIC FRESHETS	14
2	BASILASHVILI TS., TABATADZE J., JANELIDZE M. HIGH FLOOD FORECASTS FOR THE OCCUPIED REGIONS OF INNER KARTLI (SHIDA KARTLI). THE REASON - ENVIRONMENTAL SAFETY	16
3	MAMMADOV R.M., ISMATOVA KH.R INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT AS BASIS FOR FLOOD PREVENTION IN THE KURA RIVER BASIN	19
4	G. T. NIKOGOSIAN, G. A. MELKONIAN, K.A. AIRAPETIAN LONG-TERM FORECAST OF FREE RUNOFF OF LAKE SEVAN AND ASSESSMENT OF ITS VUL- NERABILITY TO THE CLIMATE CHANGE	24
5	L.KALDANI, M. SALUKVADZE AVALANCHES IN GEORGIA	27
6	MAHMUDOV R..N. INFLUENCE OF GLOBAL CLIMATE CHANGES ON HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS OF AZERBAIJAN	30
7	Z.S. ALLAKHVERDIYEV THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES ON TEMPERATURE REGIME OF AIR OF THE CAS- PIAN SEA IN THE AZERBAIJAN AQUATORY	33
8	M.MUSAYEVA THE ANALYSIS PHYSICS-GEOGRAPHICAL FACTORS WHICH INFLUENCE ON FORMATION OF RIVERS' FLOW IN THE SOUTH SCOPE OF THE GREAT CAUCASUS	35
9	GELADZE V., BOLASHVILI N., KARALASHVILI T., MACHAVARIANI N. INFLUENCE OF JVARI RESERVOIR ON SOME METEOROLOGICAL ELEMENTS	38
10	KHERKHEULIDZE G. EVALUATION OF THE MODEL PARAMETERS OF THE LIMIT SATURATION IN THE METHODS OF CALCULATING THE MAXIMUM DEBRIS FLOW RUNOFF	40
11	MAMEDOV J.H. CLASSIFICATION OF TORRENTS AND THEIR EVALUATION	43
12	N. N.BEGALISHVILI, T. TSINTSADZE, V. TSOMAIA, K. LASHAURI, N. BEGALISHVILI, N. TSINT- SADZE STUDY OF UNDERGROUND RUNOFF OF RIVERS IN GEORGIA AND ASSESSMENT OF GROUND WATERS' STORAGE	46
13	M. SALUKVADZE, N. KOBAKHIDZE, G. JINTCHARADZE AVALANCHE THREAT OF MESTIA DISTRICT	51
14	BASILASHVILI TS., TABATADZE J., JANELIDZE M. HIGH WATER AND FLOOD WATER DISASTERS ON THE RIVERS OF WEST GEORGIA	53
15	DIAKONIDZE R, MAMASAKHLISI ZH, TEVZADZE T, CHAKHAYA G. ACTIVITIES FOR SOLUTION OF ECOLOGICAL PROBLEM OF DRINKING WATER SUPPLY OF VILLAGE IKALTO	57

METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY		
16	KORDZAKHIA G., SHENGELIA L., TVAURI G., CHITANAVA R. APPLICATION OF THE SATELLITE DATA FOR THE CREATION OF OPERATIONAL NUMERICAL FORECASTING TECHNOLOGICAL LINE OF THE BLACK SEA CONDITIONS	59
17	BERITASHVILI B., KAPANADZE N FUATURES OF CLIMATE CHANGE IN THE SECOND HALF OF THE PAST CENTURY AT THE TERRITORY OF GEORGIA	61
18	KUTALADZE N., MEGRELIDZE L.,DEKANOZISHVILI N., ELIZBARASHVILI M. FUTURE SCENARIOS OF CLIMATE EXTREMES FOR GEORGIA'S CONDITIONS	64
19	F.A. KHORGUANI, M.B.AGZAGOVA CYCLIC DYNAMICS OF SOLAR ACTIVITY AND DANGEROUS METEOROLOGICAL PHENOMENA (DMF) IN THE NORTH CAUCASUS	66
20	N.A.BEGALISHVILI, T.TSINTSADZE, V.SHELIA, K.LASHAURI, N.N.BEGALISHVILI, N.TSINTSADZE DRAUGHTS DYNAMICS AGAINST THE BACKGROUND OF GLOBAL WARMING	68
21	A.A ADZHIEVA., F.A.KHORGUANI THUNDER-STORMS IN THE NORTH CAUCASUS AND SOLAR ACTIVITY	73
22	GALAEV A.U., KESHEVA L.A., STASENKO D.B. ANALYSIS OF PRECIPITATION REGIME VARIATION IN DIFFERENT CLIMATE ZONES OF THE CENTRAL PART OF THE NORTH CAUCASUS	76
23	MELADZE G., MELADZE M. SCENARIOS OF DISTRIBUTION OF ZONES AGRICULTURAL CROPS AND RECEPTION OF TWO YIELDS IN THE CONDITIONS OF GLOBAL WARMING (2020-2050, ON AN EXAMPLE OF DEDOP-LISTSKARO)	79
24	L. KARTVELISHVILI, N. SHAVISHVILIII OF NATURAL-CLIMATIC RESOURCES OF BLACK SEA COASTAL OF GEORGIA	81
25	SAMUKASHVILI R.D. A SNOV COVER ON THE TERRITORY OF INTERNAL KHARTLY	84
26	SAMUKASHVILI R.D. DIASAMIDZE TS. A SNOW-STORM ON TERRITORY OF INTERNAL KHARTLY	87
27	AMIRANASHVILI A.G., CHIKHLADZE V.A. SAAKASHVILI N.M., TABIDZE M.SH., TARKHAN-MOURAVI I.D. BIOCLIMATIC CHARACTERISTICS OF RECREATIONAL ZONES – IMPORTANT COMPONENT OF THE PASSPORT OF THE HEALTH RESORT- TOURIST POTENTIAL OFGEORGIA	89
28	KAISHAURI M. RESORTS RESOURCES OF MESKHET-JAVAKHETI	92
29	AMIRANASHVILI A.G., BLIADZE T.G., CHIKHLADZE V.A.,SAAKASHVILI N.M., TARKHAN-MOURAVI I.D.,SIKHARULIDZE SH.A., LACHASHVILI N.I. NATIONAL BOTANICAL GARDEN OF GEORGIA –RECREATIONAL- SANITATION OASIS OF TBI-LISI CITY	94
30	G.N.BERRIA ATMOSPHERIC CATASTROPHES AND EXPLANATION OF THE REASONS OF THEIR OCCURRENCE BY AN ASSUMPTION OF EXISTENCE OF THE LATENT ENERGY IN ATMOSPHERE	96
31	KALOV KH.M., KALOV R.KH THE ACTIVE INFLUENCE ON METEOROLOGICAL PROCESS (ON THUNDEROUS AND HAIL CLOUDS)	100
32	M.R. VATIASHVILI DEVELOPMENT OF AN IMPROVED METHOD OF ACTIVE AGENTS TO HAIL PROCESSES	102
33	B.M.KHUCHUNAEV, A.A.TASHILOVA, N.V.TEUNOVA SOME RESULTS OF ESTIMATE OF PHYSICAL EFFECTIVENESS OF CLOUD SEEDING ON THE HAILSTONE PROCESSES	104
34	SALUKVADZE T.,KHELAI A E.,SALUKVADZE M.,KAPANADZE N RELATIONSHIP BETWEEN A MAXIMAL RADAR REFLECTIVITY OF FRONTAL CONVECTIVE CLOUDS OF KAKHETI REGION OF GEORGIA FROM MEAN INTENSITY OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION	108
35	M.R. VATIASHVILI METHODS OF ARTIFICIAL INCREASE OF PRECIPITATION WITH THE USE OF LIGHT AIRPLANES	109
36	B.M.KHUCHUNAEV, S.I. STEPANOVA, A.B.KHUCHUNAEV, V.P.PONAETOV EXAMINATIONS OF ICE-FORM PROPERTIES OF CRYSTALLOHYDRATES AND NANOTUBES OXIDE ZINK	112

NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION		
37	URUSHADZE T, URUSHADZE T. T., KHOMASURIDZE D SOILS OF GEORGIA AND PROBLEMS OF THEIR PROTECTION	114
38	SHAVLIASHVILI L., KORDZAKHIA G., ELIZBARASHVILI E., KUCHAVA G., TUGUSHI N. DEGRADATION OF THE GEORGIAN LAND RESOURCES AGAINST THE BACKGROUND OF THE MODERN CLIMATE THE CHANGES	115
39	GUNIA G, SVANIDZE Z ABOUT THE BASIC QUESTIONS OF UNIFORMITY AND RELIABILITY OF DATABASES OF EKO-METEOROLOGIKAL MONITORING OF ENVIRONMENT	118
40	T.GURBANOV ON THE STATE AND IMPROVEMENT OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS IN AZERBAIJAN	122
41	GIA MELADZE, N.ELIZBARASHVILI POPULATION OF THE EARTH AS A DETERMINANT OF GLOBAL ENVIRONMENTAL PROBLEMS	125
42	INTSKIRVELI L., BUACHIDZE N., ARABIDZE M., KUTCHAVA G., BAKRADZE E., DVALISHVILI N., TABATADZE M DETERMINATION OF THE QUALITY OF RIV. KURA BASIN WATERS USING INTEGRAL HYDROCHEMICAL INDECIES	128
43	KALANDADZE B, TRAPADZE V, BREGVADZE G INFLUENCE OF THE IRRIGATION WATERS OF THE RIVER MASHAVERA ON THE AGRICULTURAL PLOTS OF BOLNISI REGION	131
44	M. ELIZBARASHVILI, D. KEKELIDZE, G. TSOTADZE, B. KVIRKVELIA, N. VASHAKMADZE, N. KEKELIDZE CONTENT OF HEAVY METALS IN SURFACE WATERS IN THE RESORT ZONE UREKISHEKVETILI	133
45	BAYRAMOV P. SH, DADASHOBA F.S ABOUT INVESTIGATION OF ECOSTRUCTURE OF FALLING RAINS ON THE TERRITORY OF AZERBAIJAN	136
46	N. NASKIDASHVILI, N. VASHAKMADZE, D. SHAVLADZE EMISSION OF HARMFUL EXHAUST GASES IN THE ATMOSPHERE OF TBILISI AND THEIR EFFECT ON POPULATION HEALTH	138
47	N. BEGLARASHVILI QUANTITATIVE MEASURE OF GHG EMISSIONS BY MINI-BUSES IN TBILISI	140
MODELING OF HYDROMETEOROLOGICAL AND ECOLOGICAL PROCESSES		
48	MEGRELIDZE L., KUTALADZE N., CHOGOVDZE I., DEKANOZISHVILI N., QOQOSADZE KH NWP LOCAL AREA MODELS' FAILURE IN SIMULATION OF EASTERN INVASION OF COLD AIR MASSES IN GEORGIA	142
49	Z.KHVEDELIDZE, T. DAVITASHVILI, I. SAMKHARADZE INVESTIGATION OF POWERFUL DISTURBANCES PROPAGATION IN THE ATMOSPHERE BY MATHEMATICAL MODELING	145
50	ELIZBARASHVILI E, TATISHVILI M., ELIZBARASHVILI SH., ELIZBARASHVILI M., MESKHIA R CREATION OF METHODOLOGY OF TEMPERATURE AND PRECIPITATION 25 KM GRIDDED DATA SET FOR GEORGIAN TERRITORY FOR 1936-2008 YEAR PERIOD	148
51	ASHABOKOV B.A., SHAPOVALOV V.A. RESULTS OF MATHEMATICAL MODELING OF THE FORMATION OF MACRO- AND MICROSTRUCTURE FEATURES OF CONVECTIVE CLOUDS CONSIDERING THE INTERACTION OF PROCESSES	150
52	B.M.KHUCHUNAEV, A.B.KHUCHUNAEV SOME RESULTS OF LABORATORY MODELING OF GROWTH OF HAILSTONES	153
53	S.B. KHUCHUNAEVA RESEARCHES OF THE MECHANISM OF FORMATION OF HAILSTONES ON THE BASIS OF NUMERICAL MODEL OF ISOTOPE STRUCTURE OF CLOUDY PARTICLES	155
54	S. MDIVANI, A. SYRMAVA NUMERICAL MODELLING OF AN OIL SPREADING IN THE MTKVARI RIVER	158

55	A.A.SURMAVA, L.INTSKIRVELI, L.SHAVLIASHVILI NUMERICAL MODELING OF CHANGE OF SOIL SALINITY IN CASE OF INFLUENCE OF APPLYING SORBENT	160
56	DAVITASHVILI T., SAMKHARADZE I., GUBELIDZE G. MATHEMATICAL MODELLING OF GAS NON-ORDINARY FLOW IN MAIN PIPELINES	162

СО Д Е Р Ж А Н И Е

ПРОГНОЗ И УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ		
1	КЕРЕСЕЛИДЗЕ Д., ТРАПАИДЗЕ В., БРЕГВАДЗЕ Г., ГРИГОЛИЯ Г., ДОХНАДЗЕ Г., АЛАВЕРДАШВИЛИ. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПАВОДКОВ.	14
2	БАСИЛАШВИЛИ Ц.З., ТАБАТАДЗЕ Д.Г., ДЖАНЕЛИДЗЕ М.Г. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОЛОВОДЬЯ НА НЕКОНТРОЛИРУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ ВНУТРЕННЕЙ КАРТЛИ В ЦЕЛЯХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СРЕДЫ.	16
3	МАМЕДОВ Р.М., ИСМАТОВА Х.Р. ИНТЕГРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ КАК ОСНОВА ПРЕВЕНЦИИ НАВОДНЕНИЙ В БАССЕЙНЕ Р. КУРА.	19
4	Г.Т. НИКОГОСЯН, Г.А. МЕЛКОНЯН, К.А. АЙРАПЕТЯН. ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ СВОБОДНОГО СТОКА ОЗЕРА СЕВАН И ОЦЕНКА ЕГО УЯЗВИМОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА.	24
5	Л. КАЛДАНИ, М.САЛУКВАДЗЕ. СНЕЖНЫЕ ЛАВИНЫ В ГРУЗИИ.	27
6	МАХМУДОВ Р.Н. ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА.	30
7	З.С.АЛЛАХВЕРДИЕВ. ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ВОЗДУХА НА АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ АКВАТОРИИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ	33
8	М.МУСАЕВА. АНАЛИЗ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТОКА РЕК НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ БОЛЬШОГО КAVKAZA	35
9	ГЕЛАДЗЕ В., БОЛАШВИЛИ Н., КАРАЛАШВИЛИ Т., МАЧАВАРИАНИ Н. ВЛИЯНИЕ ДЖВАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА НЕКОТОРЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ	38
10	ХЕРХЕУЛИДЗЕ Г.И. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ПРЕДЕЛЬНОГО НАСЫЩЕНИЯ В МЕТОДАХ РАСЧЕТА МАКСИМАЛЬНОГО СЕЛЕВОГО СТОКА	40
11	МАМЕДОВ ДЖ.Г. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКИ СЕЛЕЙ	43
12	Н.А.БЕГАЛИШВИЛИ, Т.Н.ЦИНЦАДЗЕ, В.Ш.ЦОМАЯ, К.Н.ЛАШАУРИ, Н.Н.БЕГАЛИШВИЛИ, Н.Т.ЦИНЦАДЗЕ. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО СТОКА РЕК И ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ГРУНТОВЫХ ВОД В ГРУЗИИ	46
13	М. САЛУКВАДЗЕ, Н. КОБАХИДЗЕ, Г. ДЖИНЧАРАДЗЕ. ЛАВИНООПАСНОСТЬ МЕСТИЙСКОГО РАЙОНА	51
14	БАСИЛАШВИЛИ Ц.З., ТАБАТАДЗЕ Д.Г., ДЖАНЕЛИДЗЕ М.Г. КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОЛОВОДИЙ И ПАВОДКОВ НА РЕКАХ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ	53
15	ДИАКОНИДЗЕ Р.В., МАМАСАХЛИСИ Ж.Г., ТЕВЗДЗЕ Т.В., ЧАХАЯ Г.Г. МЕРОПРИЯТИЯ ПО УРЕГУЛИРОВАНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ СНАБЖЕНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ СЕЛА ИКАЛТО	57
МЕТЕОРОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ		
16	КОРДЗАХИЯ Г.И., ШЕНГЕЛИЯ Л.Д., ТВАУРИ Г.А., ЧИТАНАВА Р. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ОПЕРАТИВНОГО ПРОГНОЗА СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОГО МОРЯ	59
17	Б.Ш. БЕРИТАШВИЛИ, Н.И. КАПАНАДЗЕ. ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ ПРОШЛОГО СТОЛЕТИЯ	61
18	КУТАЛАДЗЕ Н.Б., МЕГРЕЛИДЗЕ Л.Д., ДЕКАНОЗИШВИЛИ Н.И., ЭЛИЗБАРАШВИЛИ М.Е. БУДУЩИЕ СЦЕНАРИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЭКСТРЕМУМОВ В УСЛОВИЯХ ГРУЗИИ	64
19	Ф.А ХОРГУАНИ., М.Б. АГЗАГОВА. ЦИКЛИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ (ОМЯ) НА СЕВЕРНОМ КAVKAZE	66

20	Н.А.БЕГАЛИШВИЛИ, Т.ЦИНЦАДЗЕ, В.ШЕЛИЯ, К.ЛАШАУРИ, Н.Н.БЕГАЛИШВИЛИ, Н.ЦИНЦАДЗЕ. ДИНАМИКА ЗАСУХ В ГРУЗИИ НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ	68
21	А.А АДЖИЕВА., Ф.А ХОРГУАНИ. ГРОЗЫ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ И СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ	73
22	ГАЛАЕВА А.У.,КЕШЕВА Л.А.,СТАСЕНКО Д.В. АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА ОСАДКОВ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА	76
23	МЕЛАДЗЕ Г.Г., МЕЛАДЗЕ М.Г. СЦЕНАРИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЗОН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ПОЛУЧЕНИЯ ДВУХ УРОЖАЕВ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ (2020-2050 ГГ., НА ПРИМЕРЕ ДЕДОПЛИСЦКАРО)	79
24	Л. КАРТВЕЛИШВИЛИ, Н. ШАВИШВИЛИ. ОЦЕНКА ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ЧЕРНОМОРСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ГРУЗИИ	81
25	САМУКАШВИЛИ Р. Д. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВНУТРЕННЕЙ КАРТЛИ	84
26	САМУКАШВИЛИ Р. Д. ДИАСАМИДЗЕ Ц. МЕТЕЛИ НА ТЕРРИТОРИИ ВНУТРЕННЕЙ КАРТЛИ	87
27	АМИРАНАШВИЛИ А.Г.,ЧИХЛАДЗЕ В.А.,СААКАШВИЛИ Н. М., ТАБИДЗЕ М.Ш., ТАРХАН-МОУРАВИ И.Д. БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН – ВАЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПАСПОРТА КУРОРТНО-ТУРИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ГРУЗИИ	89
28	КАИШАУРИ М. КУРОРТНЫЕ РЕСУРСЫ МЕСХЕТ-ДЖАВАХЕТИ	92
29	АМИРАНАШВИЛИ А.Г., БЛИАДЗЕ Т.Г., ЧИХЛАДЗЕ В.А., СААКАШВИЛИ Н.М., ТАРХАН-МОУРАВИ И.Д.,СИХАРУЛИДЗЕ Ш.А., ЛАЧАШВИЛИ Н.И. НАЦИОНАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД ГРУЗИИ – РЕКРЕАЦИОННО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЙ ОАЗИС ГОРОДА ТБИЛИСИ	94
30	Г. Н. БЕРИЯ. АТМОСФЕРНЫЕ КАТАСТРОФЫ И ОБЪЯСНЕНИЕ ПРИЧИН ИХ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДОПУЩЕНИЕМ СУЩЕСТВОВАНИЯ СКРЫТОЙ ЭНЕРГИИ В АТМОСФЕРЕ	96
31	КАЛОВ Х.М., КАЛОВ Р.Х. АКТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ (НА ГРОЗО-ГРАДОВЫЕ ОБЛАКА)	100
32	М. Р. ВАТИАШВИЛИ. РАЗРАБОТКА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО МЕТОДА АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ГРАДОВЫЕ ПРОЦЕССЫ	102
33	Б.М. ХУЧУНАЕВ, А.А.ТАШИЛОВА, Н.В.ТЕУНОВА. НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ГРАДОВЫЕ ПРОЦЕССЫ	104
34	Т.Г.САЛУКВАДЗЕ, Е.И.ХЕЛАЯ, М.Т.САЛУКВАДЗЕ, Н.И.КАПАНАДЗЕ. СВЯЗЬ МАКСИМАЛЬНОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ОТРАЖАЕМОСТИ ФРОНТАЛЬНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ ОБЛАКОВ ТЕПЛОГО СЕЗОНА В 3 КАХЕТИНСКОМ РЕГИОНЕ ГРУЗИИ СО СРЕДНЕЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ	108
35	М. Р. ВАТИАШВИЛИ. МЕТОДИКА ИСКУССТВЕННОГО УВЕЛИЧЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЕГКОМОТОРНЫХ САМОЛЕТОВ	109
36	Б. М. ХУЧУНАЕВ, С.И СТЕПАНОВА, А.Б. ХУЧУНАЕВ, В.П. ПОНОЭТОВ. ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЬДОБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ КРИСТАЛЛОГИДРАТОВ И НАНОТРУБОК ОКСИДА ЦИНКА	112
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ		
37	УРУШАДЗЕ Т., УРУШАДЗЕ Т. Т., ХОМАСУРИДЗЕ Д. ПОЧВЫ ГРУЗИИ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ОХРАНЫ	114
38	ШАВЛИАШВИЛИ Л.У., КОРДЗАХИЯ Г.И., ЭЛИЗБАРАШВИЛИ Э.Ш., КУЧАВА Г.П., ТУГУШИ Н.К. ДЕГРАДАЦИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ ГРУЗИИ НА ФОНЕ СОВРЕМЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	115
39	ГУНИЯ Г.С., СВАНИДЗЕ З.С. ОБ ОСНОВНЫХ ВОПРОСАХ ОДНОРОДНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ БАЗ ДАННЫХ ЭКО-МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ	118
40	ГУРБАНОВ Т.Р. О ПОЛОЖЕНИИ И ОЗДОРОВЛЕНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ	122
41	МЕЛАДЗЕ Г., ЭЛИЗБАРАШВИЛИ Н. ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ ЗЕМЛИ КАК ДЕТЕРМИНАНТ ГЛОБАЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ	125
42	ИНЦКИРВЕЛИ Л., БУАЧИДЗЕ Н., АРАБИДЗЕ М., КУЧАВА Г., БАКРАДЗЕ Е., ДВАЛИШВИЛИ Н., ТАБАТАДЗЕ М. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОД БАССЕЙНА Р. КУРА С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	128

43	КАЛАНДАДЗЕ Б., ТРАПАИДЗЕ В., БРЕГВАДЗЕ Г. ВЛИЯНИЕ ОРОСИТЕЛЬНЫХ ВОД РЕКИ МАШАВЕРА НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ УГОДЬЯ БОЛНИССКОГО РАЙОНА	131
44	М.ЭЛИЗБАРАШВИЛИ, Д.КЕКЕЛИДЗЕ, Г.ЦОТАДЗЕ, Б.КВИРКВЕЛИЯ, Н.ВАШАКМАДЗЕ, Н.КЕКЕЛИДЗЕ. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ КУРОРТНОЙ ЗОНЫ УРЕКИ-ШЕКВЕТИЛИ	133
45	БАЙРАМОВ Ш.П., ДАДАШОВА Ф.С. ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ЭКОСОСТАВА ВЫПАДАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИЮ АЗЕРБАЙДЖАНА ДОЖДЕЙ	136
46	Н. НАСКИДАШВИЛИ, Н. ВАШАКМАДЗЕ, Д. ШАВЛАДЗЕ. ЭМИССИЯ ВРЕДНЫХ ВЫХОПНЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРУ Г. ТБИЛИСИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ	138
47	Н.БЕГЛАРАШВИЛИ. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ВЫБРАСЫВАЕМЫХ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ МАРШРУТНЫМИ ТАКСИ Г. ТБИЛИСИ	140
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ		
48	МЕГРЕЛИДЗЕ Л., КУТАЛАДЗЕ Н., ЧОГОВАДЗЕ И., ДЕКАНОЗИШВИЛИ Н., КОКОСАДЗЕ Х. ТРУДНОСТИ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ПОГОДЫ НА ОГРАНИЧЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВОСТОЧНЫХ ВТОРЖЕНИЙ ХОЛОДНЫХ ВОЗДУШНЫХ МАСС В ГРУЗИЮ	142
49	З.ХВЕДЕЛИДЗЕ, Т.ДАВИТАШВИЛИ, И.САМХАРАДЗЕ. ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ В АТМОСФЕРЕ МОЦНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	145
50	Э.Ш.ЭЛИЗБАРАШВИЛИ, М.Р.ТАТИШВИЛИ, Ш.Э.ЭЛИЗБАРАШВИЛИ, М.Э.ЭЛИЗБАРАШВИЛИ, Р.Ш.МЕСХИЯ. МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ МАССИВА 25 - КИЛОМЕТРОВЫХ СЕТОЧНЫХ ДАННЫХ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ ЗА ПЕРИОД 1936-2008 ГОДОВ	148
51	АШАБОКОВ Б.А., ШАПОВАЛОВ В.А. РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАКРО- И МИКРОСТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНВЕКТИВНЫХ ОБЛАКОВ С УЧЕТОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОЦЕССОВ	150
52	Б.М.ХУЧУНАЕВ, А.Б.ХУЧУНАЕВ. НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РОСТА ГРАДА	153
53	С.Б. ХУЧУНАЕВА. ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ ГРАДА НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ОБЛАЧНЫХ ЧАСТИЦ	155
54	С.Г.МДИВАНИ, А.А.СУРМАВА. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕФТИ В Р. КУРА	158
55	А...А. СУРМАВА, Л. ИНЦКИРВЕЛИ, Л. ШАВЛИАШВИЛИ. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОЛЁНОСТИ ПОЧВЫ ПРИ УЧЁТЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕСЕННОГО СОРБЕНТА	160
56	Т.ДАВИТАШВИЛИ, И.САМХАРАДЗЕ Г. ГУБЕЛИДЗЕ. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕОРДИНАРНОГО ТЕЧЕНИЯ ГАЗА В ГЛАВНОМ ГАЗОПРОВОДЕ	162



აკადემიკოსი გივი სვანიძე

წინამდებარე შრომათა კრებული ეძღვნება გამოჩენილი მეცნიერის, სტოქასტური ჰიდროლოგიის ერთ-ერთი ფუძემდებლისა და საქართველოში მისი დამაარსებლის, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის, რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპოდენტის, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორის, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის დირექტორის, მეცნიერების დამსახურებული მოღვაწის, ხალხთა მეგობრობის და ღირსების ორდენების კავალერის გივი სვანიძის სსოვნას.

ბატონმა გივიმ დაძაბული შრომითა და ბრწყინვალე გამარჯვებებით აღსავსე ცხოვრების გზა გაწვდილ. თავისი დიდი ნიჭის, სამაგალითო შრომისმოყვარეობისა და საოცარი ჰუმანურობის წყალობით ყველგან, სადაც კი უხდებოდა მოღვაწეობა, მან დატოვა დაუვიწყარი და ნათელი სახელი.

გივი სვანიძის სამეცნიერო მოღვაწეობა ძირითადად განისაზღვრებოდა ჰიდროლოგიის, ჰიდროენერგეტიკისა და ჰიდროტექნიკის პრობლემებით. გ.სვანიძე ავტორია 270 დაბეჭდილი სამეცნიერო შრომისა, მათ შორის 15 მონოგრაფიისა,

რომლებიც ეხება მდინარეული ჩამონადენის რეგულირების ამოცანებს.

გ.სვანიძის ხელმძღვანელობითა დაცულია 40-ზე მეტი საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაცია. იგი იყო საქართველოს გეოგრაფიული საზოგადოების პირველი ვიცე-პრეზიდენტი, აშშ-ს და პოლონეთის გეოფიზიკურ საზოგადოებათა წევრი.

დიდი მეცნიერის, სამაგალითო კოლეგისა და ბრწყინვალე ადამიანის – აკადემიკოს გივი სვანიძის სახელი სამუდამოდ დარჩება ქართული მეცნიერების ისტორიაში.

ACADEMICIAN GIVI SVANIDZE

The offered volume of Transactions is dedicated to the memory of outstanding scientist, one of the pioneers of Stochastic Hydrology and its founder in Georgia, Academician of the Georgian Academy of Sciences and Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor at the Tbilisi State University, Director of the Institute of Hydrometeorology of the Georgian Academy of Sciences, the Honored Scientist, holder of the orders of Peoples Friendship and Honor, the late Givi Svanidze.

Academician Givi Svanidze has passed the life full of hard work and magnificent victories. Due to his great talent, exemplary diligence and astonishing humanism he left unforgettable and bright memory everywhere, where he performed his activities.

The scientific activity of Givi Svanidze mainly was concentrated on the problems of Hydrology, Hydroenergetics and Hydraulic engineering. He is the author of 270 published scientific works, among them of 15 monographs, which deal with the problems of river run-off regulation.

Under the guidance of G.Svanidze more than 40 theses of Masters and Doctors of Science have been defended. He was the First Vice-President of the Georgian Geographic Society and the Member of Geophysical Societies of the USA and Poland.

The memory of Givi Svanidze – great scientist, exemplary colleague and eminent person will remain forever in the history of Georgian science.

АКАДЕМИК Г.Г. СВАНИДЗЕ

Предлагаемый сборник Трудов посвящен памяти выдающегося ученого, одного из основоположников стохастической гидрологии и ее основателя в Грузии, академика АН Грузии и члена-корреспондента Российской Академии наук, профессора Тбилисского государственного университета, директора Института гидрометеорологии АН Грузии, Заслуженного деятеля науки, кавалера орденов «Дружбы народов» и «Чести» Гиви Геденовича Сванидзе.

Г.Г.Сванидзе прошел жизненный путь, полный напряженного труда и блестящих побед. Благодаря своему огромному таланту, примерному трудолюбию и удивительному гуманизму, он оставил незабываемые и светлые воспоминания везде, где только ему приходилось работать.

Научная деятельность Г.Г.Сванидзе в основном определялась проблемами гидрологии, гидроэнергетики и гидротехники. Он является автором 270 опубликованных научных работ, в том числе 15 монографий, касающихся задач регулирования речного стока.

Под руководством Г.Г.Сванидзе защищено более 40 кандидатских и докторских диссертаций. Он был первым вице-президентом Географического Общества Грузии, членом Геофизических обществ США и Польши.

Имя академика Гиви Сванидзе – крупного ученого, примерного коллеги и блестящего человека навеки останется в истории грузинской науки.

**წყლის რესურსების პროგნოზები, მართვა და
საინჟინრო ჰიდროლოგია
WATER RESOURCES FORECAST, MANAGEMENT
AND ENGINEERING HYDROLOGY
ПРОГНОЗ, УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ
РЕСУРСАМИ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГИДРОЛОГИЯ**

Кереселидзе Д.¹, Трапаიძე В.¹, Брегვაძე Г.¹, Гриგოლია Г.², Дოხნაძე
Г.³, Алавердашвили М.¹

¹Тбилисский гос. университет им. И.Джавахишвили, Тбилиси.

²Институт Гидрометеорологии Грузинского
Технического Университета, Тбилиси.

³Институт водного хозяйства Грузинского
Технического Университета, Тбилиси.

УДК:: 551.482.215.3

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПАВОДКОВ

Анализ различных природных явлений показывает, что законы природы, которые считают детерминистическими, определяют поведение природы «в среднем». Во многих случаях такое «среднее поведение» достаточно близко к тому, что имеющиеся отклонения можно пренебречь. В таких случаях детерминистические законы особенно ценны. В других, не менее важных ситуациях случайные отклонения могут оказаться значительными. В этих случаях необходимо использовать вероятные методы, которые достаточно четко отражают физическую реальность и включают в себя детерминистические решение в качестве частного случая. В данной работе для разработки способа предсказания характеристик катастрофических расходов паводков, попытаемся использовать известные методы теории случайных процессов а именно теорию пересечения уровня (теории выбросов) [3,4]

Для прогнозирования характеристик катастрофических паводков наиболее интересно установление среднего числа появлений катастрофических максимальных расходов за определенное время, величины максимальных расходов, средней длительности этих расходов, средней длительности интервала между катастрофическими расходами. Решение перечисленных и связанных с ними задач является одной из актуальных задач гидрологии.

Среднее число превышения заранее заданного значения уровня расхода паводка возможно определить путем установления среднего числа выбросов и других характеристик приемами теории пересечения уровня. Решение задачи упрощается, если допустить, что процесс изменения спаводочного процесса стационарный, распределенный по нормальному закону обладающий свойствами эргодичности. Кроме этого необходимо, чтобы функциональное выражение расхода реки $Q(t)$ был непрерывным и дифференцируемым.

Стационарный случайный процесс будет дифференцируемым, если существует вторая частная производная от корреляционной функции. Она должна быть подобрана так, чтобы имела вторую производную в точке $t = 0$. Наиболее подходящей представляется такая функция корреляционной матрицы, которая является корреляционным моментом изучаемого случайного процесса.

Корреляционная функция имеет вид:

$$\tilde{K}_Q(t_k, t_j) = \left[\frac{\sum_{i=1}^n Q_i(t_k) Q_i(t_j)}{n} - \tilde{m}_Q(t_k) \tilde{m}_Q(t_j) \right] \left(\frac{n}{n-1} \right) \quad (1)$$

Для решения поставленной задачи особо важно знание тех расходов реки, которые выше толерантного значения Q_T . Толерантный это такое значение расхода, которая является терпимым с точки причиняемого как экологического, так и социального ущерба. Из теории выбросов [1,2,3] известно, что среднее число выбросов за толерантный уровень Q_T за время T и средняя длительность выброса собственно могут быть выражены следующими зависимостями

$$\nu_{Q_T} = T \int_0^{\infty} Q f(Q_T, Q) dQ \quad (2)$$

$$\tilde{\tau} = \frac{\int_0^{\infty} f(Q) dQ}{\int_0^{\infty} Q f(Q_T, Q) dQ} \quad (3)$$

Для стационарного процесса

$$\nu_{Q_T} = \frac{\nu_{Q_T}}{T} = \int_0^{\infty} Q f(Q_T, Q) dQ \quad (4)$$

Двухмерная плотность распределения вероятности $f(Q, X)$ в данном случае может быть представлена в виде произведения нормальных плотностей распределения Q и X

$$f_{(Q,v)} = \frac{1}{\delta_Q \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(Q_T - Q)^2}{2\delta_Q^2} \right] \frac{1}{\delta_v \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{v^2}{2\delta_v^2} \right] \quad (5)$$

После постановки (5) в (3) имеем:

$$\tilde{\tau} = \pi \frac{\delta_Q}{\delta_v} \exp \left[\frac{(Q_T - \bar{Q})^2}{2\delta_Q^2} \right] \left[1 - F \left(\frac{Q_T - \bar{Q}}{\delta_Q} \right) \right] \quad (6)$$

Где F – интегральная функция Лапласа

$$F(t) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-t^2/2} dt \quad (7)$$

При рассмотрении выбросов за нулевой уровень, т.е. при $Q_T = \bar{Q}$ формула (6) упрощается и принимает вид:

$$\tilde{\tau} = \pi \frac{\delta_Q}{\delta_v} \quad (8)$$

Часто с приемлой точностью для практических задач можно допустить, что

$$\frac{\delta_v}{\delta_Q} = 2\pi \bar{v}_0 \quad (9)$$

Где $\bar{v}_0 = N_0 / T_0$, N_0 - среднее число нулей случайного процесса за время $t=0$. Тогда

$$\bar{\nu}_{Q_T} = \bar{v}_0 \exp \left[\frac{(Q_T - \bar{Q})^2}{2\delta_Q^2} \right] \quad (10)$$

При наличии реализации случайного процесса среднее число \bar{v}_0 определяется статистическим путем. В этом случае, среднее число выбросов за любой уровень находится без знания корреляционной функции.

При наличии корреляционной функции, значение дисперсии может быть установлено, как ее вторая производная в начальный момент:

$$\delta_r^2 = \left. \frac{-d^2 K_Q(\tau)}{d\tau^2} \right|_{\tau=0} = -K_0'' \quad (11)$$

Где $K_Q(t)$ – корреляционная функция процесса. С учетом (12) выражение (11) запишется так:

$$\nu_{Q_r} = \frac{1}{2\pi} \left(-\frac{K_0''}{K_0} \right)^{1/2} \exp \left[-\frac{(Q_r - \bar{Q}_K)}{2\delta_{Q_K}^2} \right] \quad (12)$$

Если

$$K_Q(t) = \delta^2 r(t) \quad (13)$$

$$\nu_{Q_r} = \frac{\sqrt{-r_0''}}{2\pi} \exp \left[-\frac{(Q_r - \bar{Q}_K)}{2\delta_{Q_K}^2} \right] \quad (14)$$

Где $r(f)$ нормированная корреляционная функция

$$r_0'' = \left. \frac{d^2 r(\tau)}{d\tau^2} \right|_{\tau=0} \quad (15)$$

При наличии ряда наблюдений над катастрофическими расходами, зависимость для прогнозирования частоты катастрофических расходов, т.е. превышение за уровень толерантных значений расходов Q_t может быть записан в простом виде:

$$\nu_{Q_r} = \nu_0 \exp \left[-\frac{(Q_r - \bar{Q}_K)}{2\delta_{Q_K}^2} \right] \quad (16)$$

где \bar{Q}_K математическое ожидание атастрофических расходов.

Как видно для решения поставленной задачи, внешней проблемой является установление дисперсии скорости изменения ординаты случайной функции, которую можно установить помимо корреляционной формулы, что довольно сложно, с помощью Котельникова – Шенона.

Формулу Котельникова – Шенона можно написать в следующем виде:

$$\chi(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} \xi \left(\frac{K\pi}{\alpha} \right) \frac{\sin \alpha \left(t - \frac{K\pi}{\alpha} \right)}{\alpha \left(t - \frac{K\pi}{\alpha} \right)} \quad (17)$$

Допустим, что $\xi(t)$ функция описывает суточные изменения расходов воды, тогда скорость изменения ординаты случайной функции будет равна первой производной функции $\xi(t)$

После несложных преобразований, первая производная функции $\xi(t)$ будет иметь следующий вид:

$$\xi(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} (-1)^k \left(\frac{K\pi}{\alpha} \right) \frac{\alpha \left(t - \frac{K\pi}{\alpha} \right) \cos \alpha t - \sin \alpha t}{\alpha \left(t - \frac{K\pi}{\alpha} \right)^2} \quad (18)$$

Когда $t = \frac{K_0\pi}{\alpha}$, где K_0 – фиксированное целое число, формула (18) преобразуется в следующий вид:

$$\xi^1 \left(\frac{K_0\pi}{\alpha} \right) = \frac{\alpha}{\pi} \sum_{k=-\infty}^{\infty} (-1)^{K+K_0} \frac{\xi \left(\frac{K\pi}{\alpha} \right)}{K_0 - K} \quad (19)$$

С помощью формулы (19) получаем новые ряды, которые являются скоростями изменения случайной исходной функции. Далее находим среднеквадратическое отклонение этих рядов. Подставляя значение δ_v формулы (4, 6) решаем поставленную задачу.

Обе теории нами применены для расчёта катастрофических расходов воды некоторых рек западной Грузии. В таблице 1 представлены результаты вычислений, как по методу автокорреляционной функции, так и по методу Котельникова – Шенона, соответственно для рек Риони, Бзыбь и Натанеби.

Как видно из таблицы 1, расхождение между значениями, полученными с помощью этих методов, незначительное. Поэтому применение метода Котельникова – Шенона, для расчета среднего числа и продолжительности выбросов, целесообразнее, так как это намного проще.

Река	По методу автокорреляционной функции			По методу Котельникова – Шенона		
	ν_{Q_r}	$\bar{\tau}$	$\bar{\tau}_1$	ν_{Q_r}	$\bar{\tau}$	$\bar{\tau}_1$
Риони	0,098	2,883	5,661	0,094	2,660	5,305
Бзыбь	0,277	0,816	2,014	0,273	0,915	1,830
Натанеби	0,317	0,714	1,881	0,312	0,805	1,567

В заключении следует заметить, что оценка такого процесса как поводни, обусловленные множеством неопределенных факторов, не может быть совершенно точной. Однако проведение расчетов вселяет уверенность, что поставленные задачи могут быть решены с достаточным для практики приближением.

ლიტერატურა- REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Мирцхулава Ц.Е. Надежность системы осушения. М., Агропромиздат, 1985, 239 с
2. Мирцхулава Ц.Е. Основы физики и механики эрозий русел. Л., Гидрометеиздат, 1988, 304 с
3. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций. М., Наука, 1968, 512 с
4. Тихонов В. И. Выбросы случайных процессов. М., Наука, 1970, 468 с

შპს 551.482.215.3

კატასტროფული წყალმოვარდნების პროგნოზირება/დ. კერესელიძე, ვ.ტრაპაიძე, ვ.ბრეგვაძე, ვ.გრიგოლია, ვ.დოსნაძე,საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრო-მეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011. - ტ.117-გვ. 14-16- რუს.; რუხ. ქართ., ინგლ., რუს.

ჩვენი პლანეტის მრავალი რეგიონი კატასტროფული წყალმოვარდნების საფრთხეს განიცდს. მრავალრიცხოვანი კვლევების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ კატასტროფული წყალმოვარდნების პროგნოზირების სხვადასხვა დეტერმინისტული მეთოდების გამოყენება ვერ უზრუნველყოფს პროგნოზის სიზუსტეს, რადგანაც ისინი წყალმოვარდნის პროცესში მონაწილე სხვადასხვა მახასიათებლებს უგულვებლყოფენ. ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია ალბათური მეთოდების გამოყენება, რომლებიც საკმაო სიზუსტით გამოსახავენ წყალმოვარდნების ფიზიკურ არსს. ნაშრომში წყალმოვარდნათა კატასტროფული ხარჯების მახასიათებლების პროგნოზირებისათვის გამოყენებულია შემთხვევითი პროცესის თეორიის მეთოდები, კერძოდ დონეების გადაკვეთის თეორია (ამოვარდნათა თეორია) მისი საშუალებით დადგენილია მაქსიმალური ხარჯების ამოვარდნის საშუალო რიცხვი დროის გარკვეულ შუალედში, ხანგრძლივობა და დროის ინტერვალი

წყალდიდობის კატასტროფულ ხარჯებს შორის. ამ მახასიათებლების მისაღებად აუცილებელია შემთხვევითი ფუნქციის ორდინატის ცვლილების სინქარის დისპერსიის ცოდნა. იგი დადგენილია ორი მეთოდით: კორელაციური ფუნქციისა და კოტელნიკოვ-შენონის მეთოდით. მიღებული შედეგები გვიჩვენებს, რომ ორივე მეთოდით მიღებულ სიდიდეებს შორის განსხვავება უმნიშვნელოა, ამიტომ კატასტროფულ წყალმოვარდნათა ხარჯების ამოვარდნათა საშუალო რიცხვის და ხანგრძლივობის ანგარიში მიზანშეწონილია კოტელნიკოვ-შენონის უფრო მარტივი მეთოდით.

UDC: 551.482.215.3

Forecasting catastrophic freshets./ Kereselidze D, Trapaidze V, Bregvadze G, Grigolia G, Dokhnadze G./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 14-16. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Many regions of our planet face the hazard of catastrophic freshets. The analysis of numerous studies shows that the use of different deterministic methods to forecast catastrophic freshets fails to yield an accurate forecast, as they tend to ignore different features in the process of freshets. In such a case, it is necessary to use the probability methods, which describe the physical essence of freshets with a great accuracy. The work uses the methods of the theory of random processes to forecast the properties of the catastrophic discharge of freshets, in particular the level intersection theory (the falling-out theory) is used to fix the average number of falling-outs of peak discharges in the given time interval, duration and interval of time between the catastrophic discharges of freshets. In order to gain the mentioned indicators, it is necessary to know the value of dispersion of the speed of change of the casual function ordinate. It is fixed by using two methods: the method of correlation function and Kotelnikov-Shenon method. The gained results show that the difference between the values gained by using the two methods is insignificant. Therefore, the calculation of the average number and duration of the discharges of catastrophic freshets is reasonable by using a simpler, Kotelnikov-Shenon method.

УДК: 551.482.215.3

Прогнозирование катастрофических паводков/ Кереселидзе Д., Трапаидзе В., Брегвадзе Г., Григолия Г., Дохнадзе Г./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 14-16. – Рус.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Многие регионы нашей планеты испытывают угрозу катастрофических наводнений. Анализ многочисленных исследований показывает, что использование различных детерминистических методов прогнозирования наводнений не обеспечивает точность прогноза, так как они не учитывают различные характеристики, участвующие в процессе наводнения. В таком случае необходимо использование вероятностных методов, которые с достаточной точностью выражают физическую сущность наводнений. В труде для прогнозирования характеристик катастрофических расходов наводнений использованы методы теории случайного процесса, в частности, теория пересечения уровней (теория выпаданий). С её помощью установлены среднее число выпаданий максимальных расходов в определенном промежутке времени, продолжительность и интервал времени между катастрофическими расходами наводнения. Для получения этих показателей необходимо знать дисперсию скорости изменения ординаты случайной функции. Она установлена двумя методами: методом корреляционной функции и методом Котельникова-Шенона. Полученные результаты показывают, что между величинами, полученными обоими методами, разница незначительная, поэтому вычисление среднего числа и продолжительности выпаданий расходов наводнений целесообразно более простым методом Котельникова-Шенона.

ბასილაშვილი ც.ზ., ტაბატაძე ჯ.გ., ჯანელიძე მ.გ.
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

შპს 556.16.06

წყალდიდობის პროგნოზირებაში ზონალური ანალიზის გამოყენების შესახებ

კლიმატის გლობალურ ცვლილებასთან დაკავშირებით, ისევე როგორც მსოფლიოს სხვა ქვეყნებში, ასევე საქართველოშიც იმატა წყალდიდობებმა. აქ ბოლო ორი ათეული წლის განმავლობაში რამდენჯერმე განმეორდა მასშტაბური მაღალი წყალდიდობები, რომლებმაც ქვეყანას დიდი ზიანი მიაყენა და იყო მსხვერპლიც.

ვინაიდან საქართველოს მდინარეებზე ჩამონადენის აღრიცხვიანობა XX საუკუნის 90-იანი წლებიდან აღარ ხდება, ამიტომ მეტად მნიშვნელოვანია აქამდე არსებული დაკვირვებების მასალების საფუძველზე წყალდიდობების მაქსიმალური ხარჯების მახასიათებლების დაზუსტება. მაღალი წყალდიდობებისაგან თავდაცვის მიზნით განსაკუთრებით აუცილებელია მათი საპროგნოზო მეთოდების შემუშავება. მართალია პროგნოზების შემუშავებით სტიქია ვერ აღიკვეთება, მაგრამ მათი საშუალებით შესაძლებელია სტიქიის ნეგატიური ზეგავლენის შესუსტება. პროგნოზებით მოსალოდნელი საშიშროების დროული შეტყობინება, თუნდაც საორიენტაციოდ კონსულტაციის სახით, საშუალებას იძლევა დროულად ჩატარდეს ყველა პრევენციული ღონისძიება, რათა დაცულ იქნეს მოსახლეობა და ყველა მნიშვნელოვანი ობიექტი და არ მოხდეს გაუთვალისწინებელი ზარალი და მსხვერპლი.

სადღეისოდ, როცა საქართველო ვეღარ აკონტროლებს შიდა ქართლის ვრცელ ტერიტორიას, სადაც კავკასიონის სამხრეთი ფერდობებიდან ჩამოდინებიან მდინარეები, რომლებზეც წყალდიდობის დროს, მაღალ მთებში დაგროვილი დიდი თოვლის მასისა და მყინვარების დნობით, წარმოიქმებიან მაღალი წყლის ხარჯები და შეიძლება დიდი ეკოლოგიური კატასტროფა გამოიწვიონ მათ ქვემო წელში, სადაც ისინი საქართველოს ქალაქებისა და დასახლებების სიახლოვეში ჩაედინებიან მდ. მტკვარში. მაგ. მდ. დიდი ლიახვი უერთდება მას ქ. გორთან, მდ. ლეხურა ქ. კასპთან და მდ. ქსანი დაბა ქსანთან ქ. მცხეთის სიახლოვეში.

დასახული მიზნის მისაღწევად გამოყენებულ იქნა ჩვენს ხელთ არსებული მრავალწლიური დაკვირვების მასალები, რომელთაც 1991 წლამდე ახორციელებდა საქართველოს ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახური.

გაზაფხულზე წყლის დონეების მატება აღნიშნულ მდინარეებზე იწყება მარტის მეორე ნახევრიდან და მიმდინარეობს დიდი რყევადობით: მკვეთრი მატებებითა და შემცირებებით, რასაც იწვევს წვიმები და თოვლისა და მყინვარების დნობა. წყალდიდობა ივლისის ბოლომდე გრძელდება.

მდინარეთა წყლიანობაზე დაკვირვებათა რიგების სიგრძე 1990 წლის ჩათვლით 50 წელზე მეტს შეადგენს. მათი სტატისტიკური ანალიზის შედეგად 1 ცხრილში მოცემულია მდ. დიდი ლიახვის, პატარა ლიახვის და ქსნის მაქსიმალური წყლის ხარჯების

მახასიათებლები. მათი მრავალწლიური საშუალო მნიშვნელობა (ნორმა) შეადგენს მდ. დიდ ლიახვზე ს. კეხეთან 140 მ³/წმ, მდ. პატარა ლიახვზე ს. ვანათთან 51,1 მ³/წმ, ხოლო მდ. ქსანზე ს. კორინთასთან 64,3 მ³/წმ. მათი ცვალებადობა წლიდან წლამდე მდ. დიდ ლიახვზე შედარებით მცირეა ($C_v = 0,39$, $C_s = 0,98$), ვიდრე პატარა ლიახვზე ($C_v = 0,61$, $C_s = 2,31$) და ქსანზე ($C_v = 0,71$, $C_s = 1,89$). ეს განპირობებულია იმით, რომ მდ. დიდი ლიახვი ყოველწლიურად წყალდიდობის დროს საზრდოობს მდგრადი მარადი თოვლისა და მყინვარების ნაღობი წყლებით, რასაც მოკლებულია პატარა ლიახვი და ქსანი, სადაც მაქსიმალური ხარჯები ფორმირდება თავსხმა წვიმებით და სეზონური თოვლის დნობით. სწორედ ამით შეიძლება აიხსნას მათი არამდგრადობის კოეფიციენტის (Q_{max}/Q_{min}) დიდი მნიშვნელობა (მდ. პატარა ლიახვზე – 11,9 და ქსანზე – 15,5), დიდ ლიახვთან შედარებით, სადაც ის მცირეა და შეადგენს 7,82-ს.

ცხრილი 1. მდინარეთა წყალდიდობების მაქსიმალური ხარჯების სტატისტიკური მახასიათებლები

მახასიათებელი	დიდი ლიახვი ს. კეხე	პატარა ლიახვი ს. ვანათი	ქსანი – ს. კორინთა
საშუალო (ნორმა)	140	51,1	64,3
უდიდესი	330	191	262
უმცირესი	42,2	16,1	16,9
ამპლიტუდა	288	175	245
საშ. კვადრ. გადახრა	54,8	31,3	45,6
ვარიაცია (C_v)	0,39	0,61	0,71
ასიმეტრია (C_s)	0,98	2,31	1,89
არამდგრადობა (Q_{max}/Q_{min})	7,82	11,9	15,5

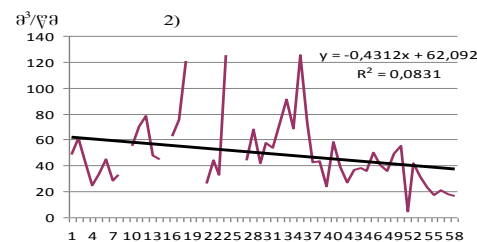
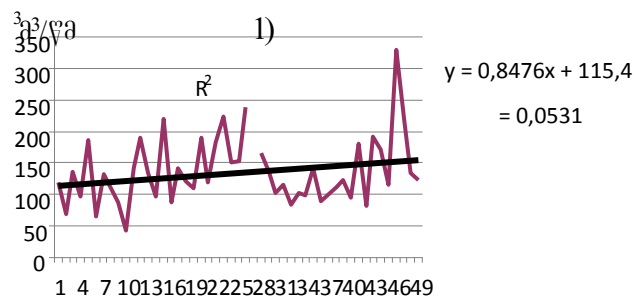
სამეურნეო ორგანიზაციებისათვის მეტად მნიშვნელოვანია მდინარეთა ჩამონადენის მოსალოდნელი ცვლილების გაანგარიშება ალბათობის თეორიაში ცნობილი ე.წ. უზრუნველყოფის მრუდებით, რომლებიც უშუალოდ პასუხობენ კითხვას: როგორია ნაგებობის ან სხვა რაიმე ღონისძიების უზრუნველყოფა მდინარის ჩამონადენის გარკვეული მნიშვნელობის დროს. ასეთი მრუდების ასაგებად და მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ალბათური მნიშვნელობების გასაანგარიშებლად, ჩვენს მიერ გამოყენებულ იქნა გრაფო – ანალიტიკური მეთოდი [1]. გაანგარიშების შედეგად 2 ცხრილში მოცემულია მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ალბათური მნიშვნელობები სხვადასხვა უზრუნველყოფისა (%) და განმეორებადობის (წლების) მიხედვით. როგორც ირკვევა, მდინარეებზე გავლილი უდიდესი მაქსიმალური ხარჯები მიახლოებულია 100 წლიანი განმეორებადობის ანუ 1%-იანი უზრუნველყოფის ხარჯებს, რაც მეტად საყურადღებოა.

თანამედროვე პირობებში მეტად აქტუალურია ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესების სიდიდეთა ცვალებადობის დინამიკის შესწავლა მათზე ანთროპოგენური ფაქტორებისა და კლიმატის გლობალური ცვლილების ზეგავლენის ფონზე. ამ მხრივ დიდ ინტერესს იწვევს სწორედ მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების მრავალწლიური ცვლილება. ნახ.

1 გამოსახულია მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების (მ³/წმ) მრავალწლიური ცვლილების დინამიკა მდ. დიდ ლიახვზე, რომლის აუზში კავკასიონზე [2]-ის თანახმად 22 მყინვარია 6,6 კმ² ფართობით და მის შენაკად პატარა ლიახვზე, რომლის აუზში არ არსებობს მყინვარები. ნახაზე მკვეთრად არის გამოხატული მდ. დიდ ლიახვზე მაქსიმალური ხარჯების ზრდის ტენდენცია, პატარა ლიახვზე კი პირიქით აღინიშნება მაქსიმალური ხარჯების შემცირება. ნახაზე ამ ცვლილებათა ამსახველი ტრენდები რაოდენობრივად შეფასებულია მათი შესაბამისი ანალიტიკური გამოსახულებებითა და დისპერსიებით.

ცხრილი 2. მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების ალბათური მნიშვნელობები

უზრუნველყოფა, %	0,01	0,1	1	5	10
წყალმოვარდნის მახასიათებელი	კატასტროფული		ძლიერი	მაკრო	საშუალო
განმეორებადობა, წელი	10 000	1000	100	20	10
დიდი ლიახვი – ს. კეხე	1800	1200	470	200	134
პატარა ლიახვი – ს. ვანათი	660	500	350	260	220
ქსანი – ს. კორინთა	960	560	290	165	124



ნახ. 1 მაქსიმალური ხარჯების დინამიკა 1) – დიდი ლიახვი, 2) – პატარა ლიახვი

ასეთი ურთიერთსაწინააღმდეგო ტენდენციები მდინარეთა წყლის მაქსიმალური ხარჯების ცვლილების გამოწვეულია იმით, რომ კლიმატის გლობალური დათბობის შედეგად ინტენსიურად დნება დიდი ლიახვის აუზში მდებარე მყინვარები და მუდმივი თოვლის საფარი, რის შედეგადაც იზრდება მდინარის ჩამონადენი. ასეთი პროცესი გამოირიცხულია პატარა ლიახვისა და მდ. ქსნის აუზებში, სადაც არ არის მყინვარები და მაღალი ტემპერატურების შედეგად აუზის ზედაპირიდან იზრდება აორთქლება და შესაბამისად მცირდება მდინარის წყლის ხარჯები.

სადღეისოდ, გრძელდება რა გლობალური დათბობა, მოსალოდნელია ჰაერის ტემპერატურის კვლავ მომატება. ეს კი გამოიწვევს მყინვარებისა და მარადი თოვლის საფარის დნობის გაძლიერებას და შესაბამისად ამ ზონის მდინარეთა წყალდიდობების გაძლიერებას, ხოლო იქ, სადაც არ არის მყინვარები, იქ გაიზრდება აორთქლება და შემცირდება წყალდიდობები. ამრიგად მდ. დიდ ლიახვზე მოსალოდნელია წყალდიდობებისა და მისი მაქსიმალური ხარჯების მატება, მანამ მის სათავეებში კავკასიონზე იარსებებს მყინვარები, ხოლო მდ. პატარა ლიახვზე და ქსანზე პირიქით, შემცირდება წყალდიდობები და მათი მაქსიმუმებიც.

როგორც ცნობილია, წყალდიდობების როგორც გაძლიერება, ისე მისი შემცირება ითვლება საშიშ ჰიდროლოგიურ მოვლენად. წყლის მოსალოდნელი სტიქიისაგან თავდაცვის მიზნით მეტად მნიშვნელოვანია მდინარეთა ჩამონადენის გრძელვადიანი საპროგნოზო მეთოდოების შემუშავება, რომელიც აუცილებელია აგრეთვე წყლის რესურსების რაციონალური გამოყენებისათვის. საპროგნოზო მეთოდოების შესამუშავებლად საჭიროა იმ დაკვირვებათა პუნქტების გამოყენება, რომლებიდანაც რეგულარულად მიიღება შესაბამისი ოპერატიული ინფორმაცია.

ვინაიდან განსახილველ ტერიტორიაზე აღარ მიიღება არავითარი ინფორმაცია, ამიტომ ჩვენს მიერ გამოყენებულ იქნა 1990 წლამდე ჩვენს ხელთ არსებული მდინარეთა წყლის ხარჯების (Q მ³/წმ) მონაცემები, ხოლო მეტეოროლოგიური მონაცემები

სათვის გამოვიყენეთ მეზობლად მდებარე მდ. არაგვის აუზში 1070 მ. სიმაღლეზე მოქმედი მეტეოსადგურ ფასანაურის დაკვირვებათა მონაცემები ჰაერის ტემპერატურასა (θ °C) და ატმოსფერულ ნ

ალექებზე (R მმ), რომლებიც მიახლოებით ასახავენ ლიახვის აუზის ბუნებრივ პირობებს. პარალელური დაკვირვების რიგები მდინარეთა წყლის ხარჯებზე და მეტეოლოგიკურებზე არსებობს 1941 – 1942 წლიდან და ამიტომ დაკვირვებათა რიგების სიგრძე 49-50 წელია. თოვლის საფარის აღწერისათვის გამოვიყენეთ მდ. არაგვის ხეობაში არსებული თოვლ – აგეგმვის მარშრუტების მონაცემები, რომელთა დაკვირვების რიგები არსებობს 1955 წლიდან და ამიტომ პარალელურ დაკვირვებათა რიგების სიგრძე 36-37 წელია.

აღსანიშნავია, რომ განსახილველ ტერიტორიაზე მდინარეთა აუზები მოიცავენ უფრო მაღალი სიმაღლითი ზონების ვრცელ ტერიტორიებს, ამიტომ შეზღუდული ინფორმაციის პირობებში ვერ ხერხდება იმ კანონზომიერებათა დადგენა, რომლებიც აუცილებელია თანამედროვე საპროგნოზო მოდულების გამოყენებისათვის. ამის გამო საპროგნოზოდ გამოყენებულ იქნა ჩვენს მიერ შემუშავებული მრავალფაქტორიანი საპროგნოზო მოდელი [3], რომელიც შეიცავს რეალურად არსებული ოპერატიული მონაცემების სათანადო ანალიზით შერჩეული პრედიქტორების ერთობლიობას. მონაცემთა მრავალმხრივი კვლევის შედეგად მიღებული საპროგნოზო დამოკიდებულებები მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯებისათვის მოცემული 3 ცხრილში.

ცხრილი 3. მდინარეთა მაქსიმალური ხარჯების (Q_{\max}) საპროგნოზო განტოლებები

საპროგნოზო განტოლებები	შეფასება		
	S/σ	P%	r
მდ. დიდ ლიახვი – ს. კეხვი, დასაშვები ცდომილება 37,8 მ ³ /წმ			
$Q_{\max} = 0,244 W_{1600-1700} + 92,5$	0,76	64	0,68
$Q_{\max} = 0,342 W_{1200-1300} + 101$	0,74	67	0,69
$Q_{\max} = 0,127 W_{II} + 0,232 W_{1200-1300} + 53,5$	0,65	71	0,77
მდ. პატარა ლიახვი – ს. ვანათი, დასაშვები ცდომილება 10,2 მ ³ /წმ			
$Q_{\max} = 0,12 R_{XII-II} + 1,20 \theta_{XII-II} + 0,07 R_{III} + 29,7$	0,90	59	0,51
$Q_{\max} = 0,14 R_{XII-II} + 1,37 \theta_{XII-II} + 0,04 R_{III} + 0,08 W_{1750} + 30,4$	0,89	59	0,56
მდ. ქსანი – ს. კორინთა, დასაშვები ცდომილება 30,7 მ ³ /წმ			
$Q_{\max} = 5,78 Q_{XI-I} + 7,19 \theta_{XII-II} + 12,2 \theta_{III} + 71,1$	0,76	68	0,65
$Q_{\max} = 7,65 \theta_{XII-II} + 0,07 W_{II} + 11,6 \theta_{III} + 57,5$	0,74	69	0,68
$Q_{\max} = 4,07 Q_{XI-I} + 7,54 \theta_{XII-II} + 0,06 W_{II} + 11,6 \theta_{III} + 48,2$	0,69	73	0,70

მიღებული საპროგნოზო განტოლებებით ოპერატიული პროგნოზების გაცემა შესაძლებელია ყოველი წლის მარტში, როცა ცნობილი ხდება ზამთრის პერიოდის ჰაერის ტემპერატურისა და ნალექების ოდენობის და მარტის თვეში თოვლის წყალშემცველობის (W მმ) მონაცემები. აღსანიშნავია, რომ განხილული სამი ჰიდროკეთიდან მდ. დიდ ლიახვზე და ქსანზე მიღებულია დადებითი შეფასების პროგნოზები, რომელთა მთავარი კრიტერიუმი $S/\sigma < 0,80$ (S = პროგნოზების საშუალო კვადრატული გადახრა, σ მაქსიმალური ხარჯების საშუალო კვადრატული გადახრა) კორელაციის კოეფიციენტი ფაქტიურსა და პროგნოზულ მნიშვნელობებს შორის $r > 0,60$ -ზე და პროგნოზების გამართლება $P > 60\%$. მხოლოდ მდ. პატარა ლიახვზე მიღებულ განტოლებათა შეფასება არ აკმაყოფილებს ამ კრიტერიუმებს, ამიტომ მათი საშუალებით შეიძლება გაიცეს პროგნოზები კონსულტაციის სახით.

მდ. ქსანზე საპროგნოზო განტოლებაში გამოყენებულია ზამთრის (მეუენის პერიოდის) წყლის ხარჯები, რომლის ცვალებადობა წლიდან წლამდე ძალიან მცირეა, ამიტომ მონაცემთა უქონლობის შემთხვევაში შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს მისი მრავალწლიური ნორმა $Q_{XI-I} = 4,19$.

ვინაიდან მაქსიმალური ხარჯები განხილულ მდინარეებზე აღირიცხება ძირითადად მაის – ივნისში, ამიტომ მიღებული პროგნოზების წინსწრება შეადგენს 2-3 თვეს, რაც საშუალებას იძლევა მოსალოდნელი საშიშროების თავიდან აცილებისათვის დროულად ჩატარდეს ყველა მოსამზადებელი სამუშაოები. კერძოდ, თუ მარტში შედგენილი პროგნოზებით მდინარეზე მოსალოდნელი მაქსიმალური ხარჯები აჭარბებს მათ საშუალო მრავალწლიურ სიდიდეს (ნორმას) და უახლოვდება მათ უდიდეს მნიშვნელობას, ეს ინფორმაცია უნდა გადაეცეს შესაბამის ორგანიზაციებს, რათა მოხდეს მოსახლეობის გაფრთხილება და საჭიროების შემთხვევაში ოპერატიულად ჩატარდეს მათი და მატერიალური ფასეულობების ევაკუაცია და აგრეთვე გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. ამ მიზნით მეტად მნიშვნელოვანია ის, რომ უნდა მოხდეს წყალსატევების დროული დაცლა შემდგომში წყლის დიდი ნაკადის მისაღებად.

მდ. დიდ ლიახვის მაქსიმალური ხარჯების პროგნოზები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ქ. გორისათვის, სადაც მოსალოდნელი მაღალი პიკის

შემთხვევაში დროულად უნდა მოხდეს მდ. მტკვრის შესართავთან კალაპოტის გაწმენდა – გაღრმავება და ჯებირების გამაგრება, რათა დაზღვეული იყოს მოსახლეობა და თვით ქალაქი დატბორვისაგან.

ლიტერატურა- REFERENCES ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Г.Л. Объективные методы выравнивания и нормализации корреляционных связей. Гидрометео-издат, Л., 1971, 363 с.
2. Водные ресурсы Закавказья. Гидрометеоиздат, Л., 1988, 263 с.
3. Basilashvili Ts. The Method of Working out Hydrological Prognosis in Conditions of Limited Information. Bulletin of the Georgian Academy of Science. Vol. 162, № 1, 2000, ppp.110-112.

შპს 556.16.06

წყალდიდობების პროგნოზირება შიდა ქართლის არაკონტროლირებად ტერიტორიაზე გარემოს ეკოლოგიური უსაფრთხოებისათვის. ბასილაშვილი ც., ტაბატაძე ჯ., ჯანელიძე მ.საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, 2011, ტ.117, გვ.16-19 ქართ. რეზ. ქართ. რუს. ინგ.

მოცემულია მდ. დიდი ლიახვის, პატარა ლიახვისა და ქსნის მაქსიმალური ხარჯების დაზუსტებული მახასიათებლები და ალბათური მნიშვნელობები. მიღებულია მათი მრავალწლიური დინამიკის ამსახველი ტრენდები. შედგენილია მათი გრძელვადიანი საპროგნოზო მეთოდოლოგია. მოსალოდნელია საშიშროების შემთხვევაში, წყლის სტიქიის შერბილების მიზნით, დასახულია გარკვეულ ღონისძიებათა რეკომენდაციები.

UDC: 556.16.06

High Flood forecasting of the uncontrolled territory of Shida Kartli for the environment ecological safety \Basilashvili Ts., Tabatadze J., Janelidze M.\. Transactions of the Institute of Hydrometeorology, 2011, Vol.117, pp.16-19.-Georg. Summ. Georg. Russ, Eng.

There have been determined maximum water expenditures and their probable values for the rivers: the Big Liakhvi, the Small Liakhvi and the Ksani. There have also been identified certain trends describing their dynamics over the years. A method for making long-term forecasts has been worked out. Certain recommendations have been put forward for carrying out emergency measures with the view of mitigating consequences of calamities.

УДК: 556.16.06

Прогнозирование половодья на неконтролируемой территории Внутренней Картли в целях экологической безопасности среды.\Басилашвили Ц.З., Табатадзе Д.Г., Джanelidze М.Г.\ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии. 2011, Т.117, с.16-19 Груз. Рез. Груз. Рус. Англ.

Для рек Большой Лиахви, Малой Лиахви и Ксани уточнены характеристики максимальных расходов и их вероятностные величины. Получены тренды, описывающие их многолетнюю динамику. Составлена методика их долгосрочного прогнозирования. В случае опасностей, в целях смягчения водной стихии, даны рекомендации определённых мероприятий.

¹Mammadov R.M., ² Ismatova Kh.R.

¹Institute of Geography Azerbaijan National Academy of Science

²National Aviation Academy of Azerbaijan

UDC: 551.58.001.57.550.3:504

INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT AS BASIS FOR FLOOD PREVENTION IN THE KURA RIVER BASIN

1. Introduction

a. Geographical location of the basin.

On some morphological and hydrological characteristics the river Kura shares on three parts: 1) From Kizil-Giadik in Turkey up to the city of Borzhomi in Georgia, 2) From Borzhomi up to Mingachevir in Azerbaijan, and 3) From Mingachevir up to Caspian sea in Azerbaijan. From the beginning up to the city of Borzhomi this river is mountain, after this point it is already rather flat river. After Borjomi Kura pass between Great and Smal Caucasus.

A Kura rivers main feeder is Aras. The Araz river also originates in eastern Turkey in Erzurum province. It flows along the Turkey-Armenia border, along the Iran-Armenia border, along the Iran-Azerbaijan border, before flowing into Azerbaijan where it joins the Kura near the Caspian. Feeders from Armenia flow south into the Araz. The Araz divides just before meeting the Kura, and one branch flows directly into the Caspian. The total length of the Kura river is 1515 km and the total area basin of the Kura-Araz basin 188 000 km², occupying the greater part of the South Caucasus. This area is distributed amongst the five countries as follows: Iran – 40 000 km²; Turkey – 28.900 km²; Azerbaijan 52.900 km²; Armenia – 29.800 km²; and Georgia – 36.400 km² (R.Mamedov, M.Mansimov, Kh Ismatova.R. [4]). Population in this largely mountainous area is approximately 7 million.

b. Types of floods, examples of recent flood events and vulnerability factors.

In territory Azerbaijan exists various types of flooding. The larger river systems of Azerbaijan include the Kura, Araz, Qanix, has rivers of the Kura-Araz Basin, and the main rivers of the Samur and Astara River Basins. Their floodplains can be categorized as having flat gradients and meandering, relatively stable, waterways. Their natural floodplains are extensive and flooding prior to flood protection works would be prolonged for periods of weeks and months. Many of the tributary rivers in Azerbaijan also have large catchments and extensive natural floodplains and these are characterized differently by their steeper floodplains that have a network of diverging waterways and relatively active alluvial processes. The headwaters of these tributaries rise in the mountain ranges and are termed mountain streams. Their floodplains are characterized by very steep slopes, diverging waterway networks, highly active and unstable waterways and incorporate the distinctive convex debris cones where the upper streams join their alluvial plains.

Features of a hydrological mode of the rivers of republic are in detail investigated by S.Rustamov [5]. Conditions of formation of the maximal charges of water of the rivers not only Azerbaijan, but also all Caucasus have been in details studied by M.Mamedov [2].

Peak flows of the large rivers and their larger tributaries are caused by combinations of snow melt and widespread rainfalls in the upper catchments and occur typically in late spring from April to June. Mountain stream and tributary floods which occur mostly in the period from April to October can coincide with Kura floods but this is not always the case.

The total catchment of the Kura-Araz basin is approximately 198,300 sq. km (USAID, 2006) and Azerbaijan, including occupied territories, occupies approximately 33.2 % of the area of this basin.



Fig. 1. Flooding village in mouth area (left, 12.05.2005) of Kura river and in district of Sabirabad (right, 11.05.2010)

According to stationary hydrometric measurements outstanding floods in river basin Araz took place in 1936, 1938, 1946, 1951, 1963, 1968 and 1969 years. In April, 1968 the catastrophic flooding caused intensive snow thawing and loss of showers was observed. For April, 16-18th in pool Araza 50-100 mm of deposits have dropped out. The peak of a high water has been fixed on April, 18th and 19. Low sites поймы by width up to two km as the channel was unable pass a plenty of water have been flooded.

In various REFERENCES it is underlined the flooding which are taking place in floodplain Araz in the last century. There are data on flooding 1858, 1868, 1879, 1896. During strong flooding the river Araz changed the channel. Such changes were observed during flooding in 1858 and 1896. The figure 2 shows situation in the end of 19 centuries Is New-Araz lake - river systems.

Flow frequency information for large rivers is shown in Table 1. The Kura River “flood of record” in recent memory was a flood in 1969 and is assessed by the above analyzes at close to the 1 in 100 year flood in both the Araz and Kura Rivers. Following some improvements in 2003, the Kura River dike system downstream of the Araz junction has a design capacity of 2000 m³/sec or between a 1 in 20 and a 1 in 50 year flood. However, this system has not been tested against such a large flood. The capacity of the Kura River dike systems upstream of Sabirabad is stated to be between 700 and 1,000 m³/sec (Source, AAIC) and the probability of occurrence of these flows is not available.

Last biggest flooding was in May, 2010 in the plat water-course the river Kura in territories Sabirabad and Hadjikabul of administrative areas. A damage from it flooding has been estimated 300 million AZN.

Additional information on the flood hydrology of the mainstream rivers is presented in Figure 3 and table 1. This figure shows the basic variability of the hydrology of the Kura River on a monthly basis and how tributary inflows, reservoir operation, extractions for irrigation, and Araz inflows combine to form the total flow at Salyan.

In Azerbaijan flooding are observed basically on the rivers the Kura and Araz. Figure 4 shows records of Kura and Araz Rivers for April and May 2010 during a period of significant flooding. The extended duration of large flows is highlighted and is claimed to be the cause of drainage difficulties and associated flooding during those months. It is indicated that for a considerable part of the time, the flow was below the peak value that occurred in early May 2010 and there was opportu-

nity to discharge external accumulated floodwaters or more tributary flows, had suitable works been in place. Examination of the data reveals:

Table 1: Available Flood Data and Analyzes for Large Rivers

Average Return Period (years)	Peak Flow (m ³ sec-1)						
	4	10	20	5	100	1000	
Annual Exceedance Probability, %	25	10	5	2	1	0.1	
Year	1969	2003					
Location	Catchment area (sq m ²)						
Kura River							
Qiragkesemen	37,000	na	1715				
Inflow to Mingechevir	a	na	na	1,900	2,200	2,400	
Before Mingechevir (1953)							
Kura R at Surra (before Mingechevir)				2,150	2,480	2,710	
Kura R at Salyan (before Mingechevir)				2,150	2,580	2,870	
Kura R at Surra		2680	1,648				
Kura R at Salyan	188,000	2,350	1,600	1,280	1,606	1,862	
Kura R at C.B. Bank		2,160					
Araz after Araz headworks							
Araz River at Karala (1)	46,000 pprox.	1,690	na		769	1,187	
Araz River, Araz headworks inflow				1,100	1,260	na	
Araz River at Giziwang (1)		2,230	na	na	1,298	1,577	
Araz River, Saatli	100,000	2,600/2,700	869	604	803	950	
						1,170	
						2,071	
						2,545	

na- information not available, (1) from Nespak, (2) approximate



Fig. 2. Situation in the end of 19 centuries in New-Araz lake - river systems

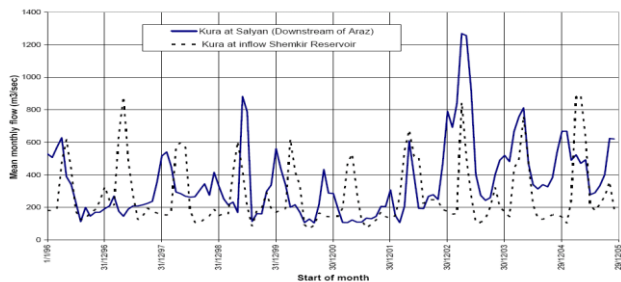


Fig. 3. Kura River Monthly Flows

- discrepancy between the Surra and Salyan flows late in May 2003 is noted (Salyan minimum flow is less than Surra minimum flow). Part of the difference may be irrigation abstractions but the more likely cause is a change in the rating curve during the flood event or errors in the rating curve for one or both locations for lower flows (Salyan too low or Surra too high);
- volumes recorded at Yevlakh in April and May of 1,900 km³ compared with 4,900 km³ crossing the Georgian border. The large difference highlights a significant data deficiency that will need to be addressed in flood forecasting. Data is not available for tributary inflows downstream of the border, the change in storage volume of reservoirs (Mingechevir has an active volume of 8,220 km³) and outflows through the irrigation system of the Shirvan and Garabakh canals (potentially 1,300 km³);
- tributary inflows between Yevlakh and Surra, excluding Araz River at Novruzlu, of some 1,800 km³, which must have originated from inflows from mountain streams, drainage return flows and possibly groundwater seepage. The need for inclusion of these inflows in analyzes and forecasting is indicated

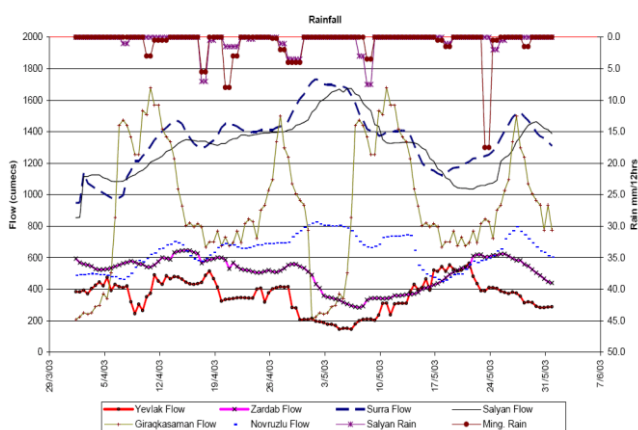


Fig. 4. Kura Flood Flows

However, not all from annually observable high waters lead to the destructive consequences, many of them do not cause flooding. Catastrophic character of a high water or a high water can be caused by excessive intensity snow thawing, aggravated by loss of the rains imposed on thawed snow, and also loss in the summer or autumn of short-term storm and intensive rains. In both cases in channels of the rivers the waters which have accumulated from all reservoirs which break through coast do not hold or are poured through them, flooding coastal spaces and bringing frequently a serious material damage to economy.

Major flooding of the Kura floodplains outside the dikes, as recently as 2010, is believed to have been caused by a combination of local rainfall runoff, seepage through the dikes, accumulated groundwater and possibly some surcharging of the abovementioned spillways that overload the normal drainage system. Based on an examination of flow data and advices received, it appears that there has not been any substantial collapse or overtopping of the main dikes during the 2003 or subsequent floods. Local floodplain drainage is impeded by high river levels in the Kura causing during non-flood conditions and these are caused by combinations of high Caspian Sea levels, channel siltation and regulated flows to supply irrigators in the Water Farms in the Lower Kura area. Persistent flooding causes damage to agricultural lands and urban areas.

The flood capacity and morphology of the mouth of the Kura River has recently been greatly impacted by a rise in Caspian Sea levels 2.5 meters during 1978-1995 years [3]. Surveys that can indicate the extent of recent situation are not available but situation caused by the sea level rises is likely to be located near to the mouth. Other situation may have occurred along the Kura River due to natural processes.

c. Institutional responsibilities and counterparts across borders. Ministries with the greatest responsibility for water resources management in Azerbaijan are:

- Ministry Ecology and Nature Resours
 - Azerbaijan Amelioration and Irrigation Company (AAIC)
- These organizations have administrative divisions as well as scientific-research institutes which carry out monitoring of water resources condition, execute scientific-research works and undertake other specified activities and investigations.
- Other agencies are involved in devising plans and programs related to water resources protection and use and these include:
1. Ministry of Industry and Energy (water use for power generation)
 2. AzerSu (drinking water supply company)
 3. Ministry of Health (drinking water quality – health and hygiene)
 4. Water User Associations (Irrigators and farmers).

The following organizations participate in implementation of scientific-research and other works related to water resources protection:

1. Geography Institute of Academy of Sciences;
2. Azerbaijan Hydraulic and Amelioration Science-Production Unit
3. Azerbaijan Science and Research Water Problems Institute
4. National Committee on International Hydrologic program UNESCO;
5. Environmental NGOs.

d. Role of water basins in reduction flood risk.

In spite of the fact that during Soviet time solid means for protection against high waters were allocated, still it is not possible to prevent a significant material damage from flooding. Construction of water basins, dams and embankments has improved protection against flooding and has reduced their scales, but other kinds of intervention of the person, such as alignment river floodplains and irrational land tenure have caused strengthening risks and probabilities of the undesirable phenomena. Building and settling in downstream, some of which are located in zones where high waters are frequent, also does many settlements vulnerable for flooding.

In territory of Azerbaijan on the rivers Kura and Araz five large water basins with the purpose of development of the electric power have been constructed (Table 2)

Table 2. Main Characteristics of Reservoirs on the rivers Kura and Araz in Azerbaijan

№	Names of Water Storage	Built	River Basin	Total capacity, mln.m ³	Surface Area SA (km ²)	Dam Height DH (m)	Location
1	Varvara	1952	Kura	62.00	21.40	12.00	Yevlakh region
2	Mingachevir	1953	Kura	15,730.00	605.00	80.00	Mingachevir city
3	Shamkir	1983	Kura	2,677.00	115.00	70.00	Shamkir region
4	Yenikand	2000	Kura	158.00	22.61	24.00	Shamkir region
5	Araz	1971	Araz	1,350.00	145.00	40.00	Nakhchivan AR

From time of construction Mingachevir of a water basin at Kura (in 1953) and Araz on the river Araz (in 1970) scales of flooding were considerably reduced. However intensive regulation of a drain does not rescue the population from danger of flooding. The increased frequency of flooding and strengthening of superficial erosion in pools of the rivers the Kura and Araz accelerate filling these water basins and reduces them again flooding effect. So, maximal depth Mingachevir of a water basin has decreased about 83 m. up to 63 m.

Because of absence of the necessary hydrometeorological information from other countries of pool of the Kura, large water basins are maintained inefficiently to what results of flooding in the bottom current of the Kura in 2003 testify

2. Joint flood risk management planning and implementation

a. Internal activity for reducing flood risk.

Lack of knowledge does not allow to make a full estimation and the universal analysis of influence and consequences of flooding. It is necessary to note especially mentioned below:

Insufficient amount of stations of hydrological monitoring and inefficient data exchange between the coastal countries;

Absence of the authentic and effective forecast of flooding. Existing approaches do not meet modern requirements. The out-of-date technologies and the equipment are used.

Absence of data about frequency and scale of the flooding which have happened for last twenty years in view of an inefficiency of systems of hydrological monitoring, i.e. it is impossible to estimate influence of global warming;

For warning of flooding and their reasons investments which should be directed first of all on rehabilitation existing systems are required. In addition to it is necessary to develop strategy on management of risks of flooding, and also national and regional plans on universal rehabilitation противопаводочных systems in all pool of the Kura.

In Azerbaijan, as well as in other countries of pool of the Kura, there is an experience of prevention of flooding by means of structural measures, i.e. engineering constructions (water basins, dams, coast constructions, etc.). Unfortunately, not enough attention is given not structural measures (an early warning system, forecasts of flooding, insurance upon flooding, etc.).

b. Regional cooperation and joint activity

The total available water resources from rivers in Azerbaijan averages 31.23 km³/year, whilst in a drought year (95% probability, or 1 year in 20), the available water is reduced to

about 20.3 km³. However, only about 10 km³ (30% of this water) originates within Azerbaijan, whilst the remainder is obtained from trans-boundary inflows.

Azerbaijan is concerned about its position relative to other countries sharing the Kura- Araz river basin. The Government has signed a number of international conventions covering international watercourses and water bodies (lakes), but has not developed specific agreements with neighboring countries on freshwater in recent years. An agreement, dating from the Soviet period applies to the Araz River between Azerbaijan and Iran, and a further agreement has been made between Azerbaijan and Russia for the Samur River.

Azerbaijan became a signatory to the UN ‘Convention on the Protection and Use of Trans-boundary Watercourses and International Lakes’ in March 1992, but neither Georgia nor Armenia are signatories because of the potential implications from the “Convention for Upstream Pollution”.

It is proposed that Azerbaijan seek to establish working agreements with all neighboring countries, using the WFD and RBD principles as the basis for dialogue and the mutual introduction for good governance of shared water resources. Appeals should be made through international water management organizations to help bridge the divide between countries, by stimulating technical discussion and cooperation, as a prelude to concluding eventual political and internationally recognized agreements for effective management of internationally shared water resources.

c. Conclusions and suggestions:

The following recommendations are made to progress the interests of Azerbaijan in relation to international watercourses. In the short term in relation to Georgia, initiate establishment of cooperation forum at political level with view to develop an agreement on water resources of the Kura River;

- establish forum with ministers as representatives,
- agree with Georgia on forum support arrangements,
- identify supporting unit in Azerbaijan,
- present issues of concern for further discussion,
- initiate data and information exchange arrangements

Title of project	Organization	Period
South Caucasus Regional Water Management Project	USAID	2000-2002
Synergy	USAID	began in 1998
Joint River Management Programme	TACIS	2001-2003
Regional Environment Center	EU-TACIS, USEPA	began in 1999
Kura-Araks Coalition NGO	Giorgi Dzumukasvili	began in 1997
Cooperative River Monitoring among Armenia, Azerbaijan, Georgia and the USA	NATO Science for Peace Programme	2001-2005
Reducing Transboundary Degradation of the Kura-Araks River Basin	GEF	2005-2007
Supporting River Basin and Flood Management Planning Project	Asian Development Bank, Republic of Azerbaijan	2007-2008

In the short term in relation to Armenia, investigate monitoring requirements and act to strengthen monitoring capacity for water quality in the lower Araz River and western tributaries of the Kura River.

In the longer term in relation to Georgia, continue cooperation arrangements as follows:

- establish coordinating arrangements at technical and operation level,
- develop real time warning systems as required,
- develop agreement on waters of the Kura River.

Table 3. List of Regional Projects Related to Water Management in Kura river basin

In the longer term in relation to Iran, if assessment of flood impacts shows potential for significant further flooding in Azerbaijan:

- propose cross-border flood study,
- agree study results to be used as benchmark for further action,
- agree principles for further flood protection schemes, based on minimization of impact by both parties.

ლიტერატურა- REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. ADP, Technical Assistance Consultant's, Report Republic of Azerbaijan: Supporting River Basin and Flood Management Planning Project, Project Number: 3508102 (TA 4301) January 2008, pp.75.
2. Mammadov M.A., Estimate of maximal discharge of the mountain rivers. Hydrometeoizdat, 1989, pp. 184.
3. Mammadov R.M., Hydrometeorology changeability and geographical problems of the Caspian Sea, 2007, Issue Elm, pp.474.
4. Mammadov R.M., Mansimov M.R., Ismatova Kh. Transboundary water problems in the Kura – Araks basin, NATO Advanced Research Workshop “Transboundary water resources: strategies for regional security and ecological stability, Novosibirsk, 2003, pp.93-108.
5. Rustamov S.G., Kashkay R.M. Water resources of Azerbaijan, Baki, «Elm», 1989, 182 pp.
6. USAID, South Caucasus Regional Water Management Project report, 2006.

უკ:551.58.001.57.550.3:504

წყლის რესურსების ინტეგრირებული მართვა როგორც წყალდიდობების პრევენციის საფუძველი მდ.მტკვრის აუზში/მამედოვი რ., ისმატოვი თ/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 19-23.- ინგლ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

სტატიაში განხილულია წყალდიდობების სისხირე და მიზეზები აზერბაიჯანის რესპუბლიკის სხვადასხვა რეგიონებში. წყალდიდობების მართვისათვის მდ. მტკვრის აუზში, კერძოდ, აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე, შემოთავაზებულია წყლის რესურსების მართვის ინტეგრირებული მეთოდი. ამასთან ერთად აღინიშნება იურიდიული და ორგანიზაციული ბაზის არარსებობა ამისათვის. წყალდიდობების მართვის ერთ-ერთი ძირითადი მომენტი არის დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრების მეშვეობით მიღებული მონაცემების გამოყენება. შემოთავაზებული მეთოდის წარმატება დამოკიდებულია სათანადო ხელშეკრულებების დადებაზე და ინფორმაციის გაცვლაზე.

სტატიის ბოლოს წარმოდგენილია მდ.მტკვარზე წყალდიდობების და დატბორვების მართვის საინფორმაციო მოდელი.

UDC: 551.58.001.57.550.3:504

INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT AS BASIS FOR FLOOD PREVENTION IN THE KURA RIVER BASIN./Mammadov R.M., Ismatova Kh.R./Transactions of the Insti-

tute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 19-23. - ; Eng .; Summ. Georg.; Eng.; Russ

This article is directed at review of floods in Azerbaijan and recommended by the authors suggestions on improved water(flood) management in Azerbaijan based on creation of IWRM (Integrated Water Resource Management) oriented legal and institutional frameworks and implementation of flood prevention programs and satellite information at national level and for the whole Kura –Araz River Basin. This may be used to establish an institutional, legal and technical framework in order to overcome national level and trans-boundary water issues in the Caucasus region.

After the collapse of the Soviet Union, the countries of the South Caucasus gained their independence. However, they faced with the problems associated with national and trans-boundary water management. Transboundary water management remains one of the key issues leading to conflict in the region today.

Though Azerbaijan is an extremely water-poor region (the water supply of the Azerbaijan Republic territory situated downstream of trans-boundary rivers makes up about 100,000 m³/ km²) there are often floods at mountain rivers that lead to huge damage to the economy of the country and human losses.

Rivers of the Big and Small Caucasus with average altitudes of the catchments area higher than 2500m main source of flood is melted snow (more than 70%). 80% of flood maximum is observed in June-July.

In the article results of studies on use of satellite information for flood management is also described.

УДК: 551.58.001.57.550.3:504

ИНТЕГРИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ КАК ОСНОВА ПРЕВЕНЦИИ НАВОДНЕНИЙ В БАСЕЙНЕ Р. КУРА./Мамедов Р.М., Исмацова Х.Р./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 19-23. – Англ.; Рез. Груз., Англ.,Рус

В статье дается обзор о частоте и причинах наводнений в различных регионах Азербайджанской Республики. Для управления наводнениями в бассейне р. Кура, в частности на территории Азербайджана, предлагается Интегрированный Метод Управления Водными Ресурсами. При этом отмечается отсутствие юридических и организационных баз для этого. Одним из основных моментов управления наводнениями является использование данных полученных с помощью искусственных спутников Земли. Успех предлагаемого метода зависит от заключения соответствующего соглашения и обмена информацией.

В конце статьи предлагается информационная модель для управления наводнениями и затоплениями в устье р. Кура.

Г.Т. Никогосян, Г.А. Мелконян, К.А. Айрапетян
 Аرمგոսհიდრომետ, Երևան

УДК 551

ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ СВОБОДНОГО СТОКА ОЗЕРА СЕВАН И ОЦЕНКА ЕГО УЯЗВИМОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Озеро Севан относится к числу крупных высокогорных водоемов мира. В связи с тем, что площадь зеркала Севана до начала спуска его уровня составляла более сорока процентов водосборной площади, то его свободный сток составлял менее 10 % от приходной части водного баланса озера. Отметим, что свободный сток озера является разностью приходной и расходной частей водного баланса при неизменном уровне.

Высотное и командное расположение озера Севан над орошаемыми массивами Араратской долины и предгорных территорий Армении, а также возможность получения дешевой электроэнергии предопределили проблему использования его вековых запасов. С целью уменьшения бесцельных потерь воды на испарение и, следовательно, для увеличения свободного стока озера, в начале 30-ых годов прошлого века был составлен проект, согласно которому уровень Севана должен был быть спущен на 50 метров, в результате чего площадь зеркала озера уменьшилась бы в 6 раз, объем – в 16-17 раз, а свободный сток должен был увеличиться в 6-7 раз [1]. Осуществление данного проекта началось с конца 30-ых годов.

Использование вековых запасов вод озера Севан имело огромное значение в деле развития сельского хозяйства, промышленности, энергетики и других отраслей народного хозяйства республики. Однако, понижение уровня озера Севан имело и отрицательные последствия для самого озера. Несмотря на то, что вместе с уменьшением площади зеркала уменьшились испарение и подземный сток из озера и увеличился свободный сток, однако вследствие уменьшения глубины и объема воды нарушилось экологическое равновесие озера, ухудшилось качество воды, в несколько раз уменьшилось содержание кислорода в воде. Создались крайне неблагоприятные условия для фауны озера, в частности для жизненных условий форели. Для предотвращения или уменьшения отмеченных и других отрицательных последствий, связанных со спуском уровня, в конце 70-ых годов, когда уровень озера уже был спущен на 18 метров по сравнению с естественным уровнем, Правительством Армении было принято постановление о приостановлении дальнейшего спуска уровня и сохранении его на отмеченном уровне, а в дальнейшем его повышении на 6-7 метров.

Как было отмечено, величина свободного стока зависит от уровня стояния озера и из года в год изменяется в больших пределах [2,3]. Так, для естественного уровня амплитуда колебания годового значения свободного стока почти в 9,5 раз превышает его среднее многолетнее значение, для уровня на 6 метров ниже естественного амплитуда колебания больше в 5,5 раз, для уровня на 12 метров ниже эта цифра составляет 4,5, а для уровня на 18 метров ниже – 3,8. В связи с этим долгосрочный прогноз годового свободного стока озера, необходимого планирующим организациям, приобретает актуальное значение. Вопросами гидрологических прогнозов занимались Г.П. Калинин [4], Е.Г. Попов [5, 6], А.Н. Важнов [7], Б.А. Аполлов, Г.П. Калинин, В.Д.

Комаров [8], Н.Ф. Бефани, Г.П. Калинин [9]. В деле разработки математических моделей с целью гидрологических расчетов и прогнозов важное значение имели работы Г.Г. Сванидзе [10-12]. Для условий Армении можно отметить работы О.А. Озерниковой [13], М.В. Шагинян [14], Г.Т. Никогосяна, Э.О. Оганесян [15].

Существует несколько методов прогнозирования стока, из которых основными являются: генетический, метод водного баланса и физико-статистический метод. Использование отмеченных двух первых методов связано с большими трудностями, т.к. оценка и расчет входящих в них нескольких параметров в настоящее время невозможно, поэтому целесообразно использовать физико-статистический метод прогноза стока, который дает возможность установить многофакторные корреляционные связи между стоком и обуславливающими климатическими факторами, которыми являются атмосферные осадки и температура воздуха.

Предпринята попытка прогнозировать годовую величину свободного стока озера Севан заблаговременностью в 6 месяцев. Для этой цели использованы данные об атмосферных осадках и температуре воздуха метеостанций Севан-ГМО, Гавар, Маргуни, Масрик и Шоржа, расположенных в бассейне озера, а также данные о годовых величинах свободного стока озера. Прогностические зависимости установлены для трех уровней – соответственно на 6, 12 и 18 метров ниже естественного уровня. Полученные прогностические уравнения представлены ниже.

$$W_{18} = 199 + 2,6 \tilde{Q}_{11} + 4,2 \tilde{Q}_{12} + 3,5 Q_1 + 0,6 Q_2 + 2,0 Q_3 + 2,9 Q_4 + 2,0 Q_5 + 1,9 Q_6 - 4,6 \tilde{T}_{10} - 28,6 \tilde{T}_{11} + 7,5 \tilde{T}_{12} + 6,2 T_1 - 11,6 T_2 - 20,1 T_3 - 37,8 T_4 - 3,4 T_5 - 29,6 T_6, \quad (1)$$

$$W_{12} = 150 + 2,6 \tilde{Q}_{11} + 4,3 \tilde{Q}_{12} + 3,6 Q_1 + 0,6 Q_2 + 2,1 Q_3 + 3,0 Q_4 + 2,1 Q_5 + 1,9 Q_6 - 3,8 \tilde{T}_{10} - 29,1 \tilde{T}_{11} + 7,6 \tilde{T}_{12} + 6,6 T_1 - 12,4 T_2 - 20,3 T_3 - 38,1 T_4 - 3,5 T_5 - 30,3 T_6, \quad (2)$$

$$W_6 = 100,8 + 2,6 \tilde{Q}_{11} + 4,3 \tilde{Q}_{12} + 3,6 Q_1 + 0,5 Q_2 + 2,2 Q_3 + 3,1 Q_4 + 2,1 Q_5 + 2,0 Q_6 - 2,9 \tilde{T}_{10} - 29,7 \tilde{T}_{11} + 7,8 \tilde{T}_{12} + 7,0 T_1 - 13,2 T_2 - 20,4 T_3 - 38,4 T_4 - 3,7 T_5 - 31,0 T_6, \quad (3)$$

где W – свободный сток в млн м³, а индексы при нем обозначают положение уровня стояния ниже естественного уровня, Q – атмосферные осадки, мм, T – температура воздуха, °C. Индексы при Q и T показывают данный месяц, а волнистые черточки сверху относятся к соответствующему месяцу предыдущего года. Статистические характеристики уравнений (1) – (3) приведены в таблице 1.

Таблица 1 Характеристики прогностических связей свободного стока оз. Севан для разных уровней

Уровень озера, м	Свободный сток, млн м ³	Среднеквадр. откл. σ, млн м ³	S/σ	Коефф. корреляции	Обеспеченность, %
На 6 м ниже	197	135	0,61	0,79	74

естественного уровня					
На 12 м ниже	233	132	0,61	0,79	74
На 18 м ниже	269	130	0,61	0,79	74

По Наставлению по службе прогнозов [16] методика считается приемлемой для оперативных прогнозов при следующих значениях отношения S/σ :

1. при $n \leq 15$, то $S/\sigma \leq 0,70$,
2. при $15 < n < 25$, то $S/\sigma \leq 0,75$,
3. при $n \geq 25$, то $S/\sigma \leq 0,80$.

Здесь n – длина ряда или число лет, S – среднее квадратическое отклонение прогнозируемой величины от среднего значения, σ – среднее квадратическое отклонение членов исходного ряда от его среднего значения

При разработке методики прогноза были использованы данные наблюдений за период 1927-2009 гг., т.е. $n = 83$, значит величина отношения S/σ удовлетворяет указанному выше условию, следовательно предлагаемую методику можно считать приемлемой для прогноза свободного стока оз. Севан. По уравнениям (1) – (3) составлены проверочные прогнозы свободного стока. На рис.1 представлены многолетние колебания фактических и расчетных величин свободного стока для уровня на 18 м ниже естественного, т.е. для современного уровня, откуда видно, что фактические и расчетные значения W как по величине, так и по знаку, в основном, достаточно близки.

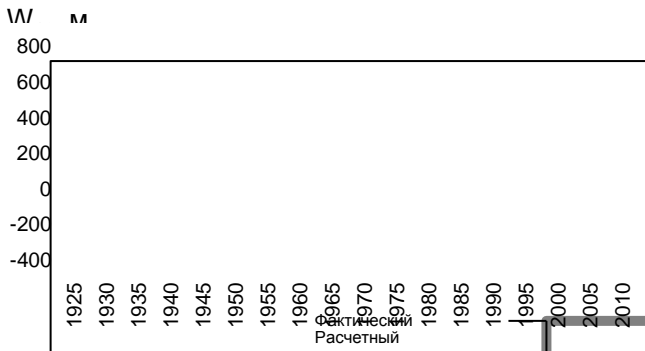


Рис. 1. Многолетние колебания фактических и расчетных величин свободного стока озера Севан для уровня 18 м ниже естественного

По кривым обеспеченности ошибок прогноза свободного стока следует, что разработанная методика в основном обеспечивает достаточную точность прогноза. В частности, для уровня на 18 м ниже естественного, в 90 % случаев ошибка прогноза меньше 200 млн.м³, а в 50 % случаев, в среднем ошибка прогноза свободного стока равна 60 млн.м³, что составляет около 23 % его среднего многолетнего значения.

Для оценки уязвимости свободного стока оз. Севан получены следующие уравнения связи:

$$W_{12} = 1114,2 + 0,4\tilde{Q}_{10} + 2,8\tilde{Q}_{11} + 1,49\tilde{Q}_{12} + 2,03\sum Q_{1-3} + 1,78\sum Q_{4-5} + 1,06\sum Q_{6-8} + 1,89\sum Q_{9-10} + 1,3\sum Q_{11-12} - 13,45\tilde{T}_{10} - 20,22\tilde{T}_{11} - 7,51\tilde{T}_{12} - 17,8\bar{T}_{1-3} - 45,39\bar{T}_{4-5} - 92,06\bar{T}_{6-8} + 1,32\bar{T}_{9-10} - 2,69\bar{T}_{11-12} \quad (4)$$

$$W_{18} = 1157,2 + 0,4\tilde{Q}_{10} + 2,8\tilde{Q}_{11} + 1,47\tilde{Q}_{12} + 1,99\sum Q_{1-3} + 1,73\sum Q_{4-5} + 1,02\sum Q_{6-8} + \dots \quad (5)$$

$$+ 1,84\sum Q_{9-10} + 1,22\sum Q_{11-12} - 13,79\tilde{T}_{10} - 19,99\tilde{T}_{11} - 7,4\tilde{T}_{12} - 17,19\bar{T}_{1-3} - 45,05\bar{T}_{4-5} - 90,76\bar{T}_{6-8} + 1,36\bar{T}_{9-10} - 3,16\bar{T}_{11-12}$$

Здесь символ Σ означает сумму, черточка сверху T означает среднее, остальные обозначения прежние.

Статистические характеристики уравнений (4) и (5) приведены в таблице 2.

Таблица 2 Статистические характеристики уравнений (4) и (5)

Свободный сток W , млн м ³	Коэффициент общей корреляции R	Среднее квадр. отклонение σ , млн м ³	S/σ	Обеспеченность, %
W_{12}	0,88	104,3	0,5	85
W_{18}	0,87	103,3	0,5	85

В порядке примера, по нескольким сценариям изменения температуры воздуха и атмосферных осадков, по уравнениям (4) и (5) произведены оценки уязвимости свободного стока, результаты которых приведены в табл. 3.

Таблица 3 Оценочные величины свободного стока оз.

Севан для уровней стояния на 12 и 18 м ниже естественного уровня в условиях разных сценариев изменения климата

12 м			
Сценарии	Сток, млн м ³	Изменение стока	
		млн м ³	%
Базис	233,22	0	0
T+1, Q	35,42	-197,80	-84,8
T+1, 1,1Q	119,43	-113,79	-48,8
T+2, 0,8Q	-330,41	-563,62	-241,7
T+2, Q	-162,39	-395,60	-169,6
T+2, 1,1Q	-78,37	-311,59	-133,6
T+2, 1,3Q	89,65	-143,57	-61,6
T+3, Q	-360,19	-593,40	-254,4
T+3, 1,1Q	-276,17	-509,39	-218,4
T+4, 0,9Q	-642,00	-875,21	-375,3
T+4, Q	-557,99	-791,20	-339,3
T+5, 0,8Q	-923,81	-1157,03	-496,1
T+5, Q	-755,79	-989,00	-424,1
T+5, 1,1Q	-671,78	-904,99	-388,0
18 м			
Сценарии	Сток, млн м ³	Изменение стока	
		млн м ³	%
Базис	269,32	0	0
T+1, Q	73,36	-195,97	-72,8
T+1, 1,1Q	154,93	-114,39	-42,5
T+2, 0,8Q	-285,76	-555,08	-206,1
T+2, Q	-122,61	-391,93	-145,5
T+2, 1,1Q	-41,03	-310,35	-115,2
T+2, 1,3Q	122,12	-147,20	-54,7
T+3, Q	-318,57	-587,89	-218,3
T+3, 1,1Q	-237,00	-506,32	-188,0
T+4, 0,9Q	-596,11	-865,44	-321,3
T+4, Q	-514,54	-783,86	-291,0
T+5, 0,8Q	-873,66	-1142,98	-424,4
T+5, Q	-710,50	-979,82	-363,8
T+5, 1,1Q	-628,92	-898,25	-333,5

Как показывают приведенные в таблице данные, при повышении температуры воздуха на 1 градус и при неизменных осадках, свободный сток озера на 18 м ниже естественного уровня может равняться 73 млн м³, т.е. средняя многолетняя его величина уменьшится 196 млн м³.

При повышении температуры воздуха на 2 градуса и при неизменных осадках для того же уровня, величина свободного стока составит около минус 120 млн м³. На первый взгляд кажется, что полученные оценки маловероятны, т.е. при изменении температуры на 1-2 градуса и при неизменных атмосферных осадках, величины свободного стока не могут меняться в отмеченных размерах.

Для проверки полученных оценок мы использовали данные наблюдений над свободным стоком за период 1927-2009 гг. Были выделены данные тех лет, когда наблюдались отрицательные значения свободного стока, и привлечены также данные температуры воздуха и атмосферных осадков бассейна озера за те же годы (табл. 4).

Согласно данным табл. 4, средние значения W для уровней 12 и 18 м соответственно равны минус 150 и 106 млн м³, $T - \bar{T} = 0,71 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $Q / \bar{Q} = 0,83$. Здесь \bar{T} и \bar{Q} - средние значения этих элементов за период 1927-2009 гг. Эти цифры достаточно близки к приведенным в табл. 3 расчетным данным. Отсюда можно сделать вывод о том, что полученные оценки близки к действительности.

Таблица 4 Наблюденные отрицательные величины свободного стока оз.Севан и величины температуры воздуха и атмосферных осадков

бассейна оз. Севан соответствующих лет $\bar{T} = 5,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\bar{Q} = 454 \text{ мм}$

Год	W млн м ³		T, °C	Q, мм	$\Delta T = T - \bar{T}$	$\Delta Q = Q - \bar{Q}$	Q / \bar{Q}
	12 м	18 м					
1930	-101	-57	6.0	436	0.7	-18	0.96
1934	-117	-74	4.7	324	-0.6	-130	0.71
1941	-151	-104	6.0	312	0.7	-142	0.69
1952	-51	-3	5.8	295	0.5	-159	0.65
1961	-272	-224	5.6	274	0.3	-180	0.60
1970	-28	17	6.2	406	0.9	-48	0.89
1998	-154	-113	6.8	407	1.5	-47	0.9
1999	-236	-194	6.4	473	1.1	19	1.04
2000	-148	-108	5.9	390	0.6	-64	0.86
2001	-242	-203	6.7	440	1.4	-14	0.97
Средние	-150	-106	6.01	376	0.71	78.3	0.83

ლიტერატურა- REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Давыдов В.К. Водный баланс оз. Севан. В кн. «Материалы по исследованию оз. Севан и его бассейна», ч. 6. Л.-М. Гидрометеиздат, 1938 г., 83 с.
2. Никогосян Г.Т. Оценка свободного стока озера Севан с учетом его уровня. Журнал «Водные ресурсы». М.,Изд-во Наука, №3, 1980, с. 37-46.
3. Никогосян Г.Т. Многолетнее колебание свободного стока озера Севан. Сборник работ ГМЦ Арм УГКС, 1986, вып. 2, с. 100-107.
4. Калинин Г.П. Основные методы краткосрочных прогнозов водного режима. Труды ЦИП, 28 (55). Л., Гидрометеиздат, 1952, 164 с.
5. Попов Е.Г. Гидрологические прогнозы. Л., Гидрометеиздат, 1979, 256 с.

6. Попов Е.Г. Современные методы гидрологических прогнозов. Журнал «Водные ресурсы», 1983, № 6, с. 51-56.
7. Важнов А.Н. Анализ и прогнозы стока рек Кавказа. М. Гидрометеиздат, 1956 г., 274 с.
8. Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. Л., Гидрометеиздат, 1974 г., 419 с.
9. Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам. Л., Гидрометеиздат, 1965 г., 435 с.
10. Сванидзе Г.Г. Методика статистического моделирования речного стока. Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда, т. 3, Л., Гидрометеиздат, 1975 г., с 119-127.
11. Сванидзе Г.Г., Пиранашвили З.А. О математических моделях речного стока и их использование для гидрологических расчетов и прогнозов. Труды САРНИГМИ, 1972, вып. 1 (82), с. 134-140.
12. Сванидзе Г.Г. Математическое моделирование гидрологических рядов. Л., Гидрометеиздат, 1977 г., 296 с.
13. Озерникова О.А. Метод прогноза годового притока вод в оз. Севан. Труды ЗакНИГМИ, 1970, вып. 37 (43), с. 134-140.
14. Шагинян М.В. Основные закономерности формирования элементов стока рек Армянской ССР и методика их прогнозирования. Л., Гидрометеиздат, 1981, 176 с.
15. Никогосян Г.Т., Оганесян Э.О. Методика прогноза притока воды в Арпиличское водохранилище. Сборник ГМО Арм УГКС, 1990, вып. 5, с. 21-32.
16. Наставление по службе прогнозов. Л., Гидрометеиздат, раздел 3, ч. 1, 1962, 193 с.

შპს 551

სევანის ტბის ბუნებრივი ჩამონადენის გრძელვადიანი პროგნოზი და მოწყვლადობის შეფასება კლიმატის ცვლილების გავლენის გათვალისწინებით/გ.ნიკოგოსიანი, გ.მელქონიანი, კ.აირაპეტიაანი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 24-27.- რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.
 ნაშრომში წარმოდგენილია სევანის ტბის თავისუფალი ჩამონადენის გრძელვადიანი პროგნოზის მეთოდიკა ფიზიკურ-სტატისტიკური მეთოდით ბუნებრივი დონიდან 12 და 18 მეტრით ქვემოთ მარკირებისთვის. 5 მოქმედი სევანის აუზის მეტეოროლოგიური სადგურის 1927-2009წწ. მასალების გამოყენებით დადგენილია მრავალფაქტორიანი კავშირები თავისუფალ ჩამონადენს, ტემპერატურას და ნალექებს შორის ამ დონეებისათვის. განხილულია პროგნოზის გამართლება მიღებული განტოლებების საშუალებით. კლიმატური სცენარებით შეფასებულია სევანის ტბის თავისუფალი ჩამონადენის მოწყვლადობა ტემპერატურის და ნალექების სხვადასხვა სცენარებით ბაზისის მიმართ.

UDC: 551

LONG-TERM FORECAST OF FREE RUNOFF OF LAKE SEVAN AND ASSESSMENT OF ITS VULNERABILITY TO THE CLIMATE CHANGE. /G. T. Nikogosian, G. A. Melkonian, K.A. Airapetian/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 24-27. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The work presents a methodology of long-term forecast of Lake Sevan free runoff using the physical-statistical method for the 12 and

18-meter marks below the former natural level. Based on the existing data at 5 meteorological stations for the years of 1927-2009 located in the Lake's basin, the multi-factorial links between the free runoff and temperature and precipitation for the given levels are determined. The degree of forecast justification is discussed using the obtained equations. According to climate scenarios have the vulnerability of Lake Sevan's free runoff is assessed of temperature and precipitation with respect to the base line.

УДК 551

ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ СВОБОДНОГО СТОКА ОЗЕРА СЕВАН И ОЦЕНКА ЕГО УЯЗВИМОСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА/ Г.Т. Никогосян, Г.А. Мелконян, К.А. Айрапетян./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. – 2011. – т.117. – с. 24-27. – Рус. ; Рез. Груз., Англ. Рус.

В работе представлена методика долгосрочного прогноза свободного стока озера Севан физико-статистическим методом для отметок 12 и 18 метров ниже естественного уровня. Используя данные действующих в бассейне озера 5-ти метеорологических станций за 1927-2009 гг., установлены многофакторные связи между свободным стоком и температурой и осадками для данных уровней. Рассмотрена оправдываемость прогноза и при помощи полученных уравнений. По климатическим сценариям оценена уязвимость свободного стока озера Севан по разным сценариям температуры и осадков относительно базиса.

ლ. ქალღანის, მ.სალუქვაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი
უა.კ. 551.578.46

თოვლის ზგავები საქართველოში

კატასტროფების მართვის სისტემების საერთაშორისო კონფერენციაზე, რომელიც 2011 წელს იაპონიაში ჩატარდა, აღინიშნა, რომ კატასტროფების რისკის შემცირება ყველა დონეზე უნდა წყდებოდეს, უნდა შეიცვალოს ადრეული გაფრთხილების სისტემა, შემცირდეს რისკ-ფაქტორები და გაძლიერდეს მზადყოფნა კატასტროფებისადმი. რადგან თოვლის ზგავი ბუნების ერთ-ერთ სტიქიურ მოვლენას წარმოადგენს, რომელსაც თან სდევს კატასტროფული შედეგი, ცხადია კიდევ უფრო აქტუალურია ის მონაცემები თოვლის ზგავების შესახებ, რომელიც მრავალწლიური დაკვირვებითა და კვლევითაა მოპოვებული. მიგვაჩნია, რომ მათი გათვალისწინება აუცილებელია.

საქართველოს მთიანი რაიონის მოსახლეობა უძველესი დროიდან იცნობდა თოვლის ზგავების ვერაგ ბუნებას და შეძლებისდაგვარად თავს არიდებდა ზვასაშიშ ზონაში ცხოვრებასა და საქმიანობას, მათი საცხოვრებელი სახლები არაზვავსაშიშ ქედების ციცაბო, თხემურ ნაწილში ან ქედების ძირშია განლაგებული და არა უფრო ხელსაყრელ, მაგრამ ზვავსაშიშ ფერდობებსა და მდინარეთა ტერასებზე. საქართველოს ტერიტორიის 56% ზვავსაშიშია. ტერიტორიის 20%-ზე ზგავები ყოველწლიურად ჩამოდის, ხოლო 36%-ზე ადგილი აქვს კატასტროფული ზგავების ჩამოსვლას, რომელიც შესაძლებელია 2-3 წელიწადში, ან რამოდენიმე ათეულ წელიწადში ერთხელ განმეორდეს, მაგრამ მათი მოულოდნელი ჩამოსვლა, დამანგრეველი ძალა, დიდი მატერიალური ზარალი და რაც მთავარია ადამიანთა მსხვერპლი მოითხოვს ამ პრობლემის გათ-

ვალისწინებას, რაც კიდევ ერთხელ დადასტურდა 2011 წლის 8-9 თებერვალს აჭარა-იმერეთის მთიანი სისტემის ტერიტორიაზე ჩამოსული ზგავების გამო.

აღმოსავლეთ საქართველოში კატასტროფული ზგავები გვხვდება 28%-ზე, სისტემატური - 18%-ზე და არაზვავსაშიშია 54% ტერიტორიისა. დასავლეთ საქართველოში როგორც სისტემატური, ისე კატასტროფული ზგავების გავრცელების რაიონი შეადგენს 22 და 46% შესაბამისად. დასავლეთ საქართველოში როგორც სისტემატური ისე კატასტროფული ზგავების სიჭარბე, აღმოსავლეთ საქართველოსთან შედარებით, განპირობებულია როგორც ზვავსაშიშროებისათვის აუცილებელი დახრილობის (> 15⁰) ფერდობების არსებობით, ასევე უხვი მოსვერული და მყარი ნალექების რაოდენობით.

ციცაბო, უტყეო ფერდობები და უხვი თოვლი ხელს უწყობს საქართველოს ტერიტორიაზე ზგავების ფართო გავრცელებას. ზგავების წარმოქმნა არ ხდება 15⁰-ზე ნაკლები დახრილობის, აგრეთვე ხშირი წიწვოვანი ან შერეული ტყით დაფარულ ნებისმიერი დახრილობის ფერდობებზე. ამავე დროს 15⁰-ზე ნაკლები დახრილობის ფერდობებს უკავია საქართველოს მთლიანი ფართობის 43%. უხვთოვლიან ზამთრებში დასავლეთ საქართველოს როგორც მაღალმთიან, ისე საშუალომთიან და აღმოსავლეთ საქართველოს მაღალმთიანი ზონის ზოგიერ რეგიონში თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე აღწევს 400-615 სმ-ს. მაგალითად მეტეოროლოგიური სადგურების მრავალწლიური დაკვირვების მონაცემებით თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე ცისკარაზე იყო 615 სმ, ბახმაროში - 580 სმ, მამისონის უღელტეხილზე - 535 სმ, ლახამულაში - 516 სმ, ლეხარდში - 480 სმ, ჯვრის უღელტეხილზე - 455 სმ, ხოლო თოვლის საფარის სიმაღლის ნამატი ერთი თოვისას 250-330 სმ, ხოლო დღე-ღამური ნამატი - 150 -170 სმ.

ზვავსაშიშ ტერიტორიის საზღვრების დადგენისას, დიდი მნიშვნელობა, სავსე პირობებში მოპოვებულ მასალებს ენიჭება. მრავალწლიანი ექსპედიციების დროს, რომელიც საქართველოს ყველა მაღალმთიან რეგიონში გვაქვს ჩატარებული, ზვავსაშიშ ტერიტორიის დასადგენად ხდებოდა ზგავების გავრცელების საზღვრების მსხვილმასშტაბიანი კარტირება ან გეოდეზიური აგეგმვა, მოსახლეობის გამოკითხვა, ასევე გეობოტანიკური და გეომორფოლოგიური ნიშნების გათვალისწინება.

ზვავსაშიშ ტერიტორიის ქვედა საზღვარი განსაკუთრებით დაბალ სიმაღლეზე (ზღვის დონიდან 40-410 მ) გადის დასავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე, ეს უხვთოვლიანობით და რელიეფის თავისებურებითაა განპირობებული. დასავლეთ საქართველოს ჩრდილოეთ და სამხრეთ რეგიონებში შავშეთის, მესხეთის, გაგრისა და ბზიფის ქედის ციცაბო ფერდობები, თითქმის, შავ ზღვამდე ეშვება. უხვთოვლიან ზამთარში ამ ფერდობების უმეტეს ნაწილზე ზგავები ჩამოდის და ამიტომ აქ არაზვავსაშიშ მხოლოდ ზღვისპირა ვიწრო ზოლია. მაგ. მდ. ჭოროხის, აჭარისწყლის, ყოეკვარას, ბზიფისა და გუმისთის ხეობებში, ზგავების გავრცელების ქვედა საზღვარი 40-50 მ-ზე გადის. დასავლეთ საქართველოს შიდა რაიონებში ეს საზღვარი მაღლა იწევს და 100-400 მ-ზე გადის. აღმოსავლეთ საქართ-

ველოში ზეგების გავრცელების ქვედა საზღვარი შედარებით დაბალ სიმაღლეებზე (550-700 მ) მდ. ალაზნის მარცხენა შენაკადების ხეობებშია, ხოლო სხვა რეგიონებში, ქვედა საზღვრის სიმაღლე, უფრო მაღლა იწევს და მდინარეების ქვაბლიანის, აბასთუმნის, დიდი და პატარა ლიახვის, იორის ხეობებში 1000-1200 მ-ს აღწევს. ამ საზღვრის ზემოთ მდებარე ზეგსაშიშ ზონაში, რომელიც შეადგენს საქართველოს მთლიანი ფართობის 56% გამოყოფილია განსაკუთრებით ძლიერი (3%), ძლიერი (8%), საშუალო (33%) და სუსტი (12%) ზეგსაშიშროების რაიონები (ნახ.1).



ნახ. 1. საქართველოს ზეგსაშიში რაიონები

თუკი სუსტი ზეგსაშიშროების რაიონში ზეგაქტიურობა (ზეგსაშიში ტერიტორია %-ში) ნაკლებია 20%-ზე, ზეგშემკრებების გავრცელების სისშირე (ზეგშემკრებების რაოდენობა 1 კმ²-ზე) - 5 ზეგშემკრებზე 1 კმ²-ზე, ზეგების ჩამოსვლის სისშირე (ერთი და იმავე ზეგის კერიდან ზეგების ჩამოსვლის რაოდენობა ერთ ზამთარში) - 5 შემთხვევაზე და ზეგსაშიში პერიოდის ხანგრძლივობა (ზეგსაშიში დღეთა რაოდენობა ერთ ზამთარში) - 50 დღეზე, განსაკუთრებით ძლიერი ზეგსაშიშროების რაიონში ზეგსაშიშროების იგივე მახასიათებლები მეტია 60%-ზე, 15 ზეგშემკრებზე 1 კმ²-ზე, 15 შემთხვევაზე და 150 დღეზე ერთ ზამთარში შესაბამისად.

მოსახლეობისათვის სისტემატური ზეგები, რომლებიც ყოველწლიურად ჩამოდის, ნაკლებად საშიშია, რადგან მათი ჩამოსვლის ადგილი კარგად არის ცნობილი. საფრთხეს სპორადული ზეგები წარმოადგენენ, რომლებიც ათეულ წელიწადში ერთხელ ჩამოდის. მაგალითისათვის, იშვიათი განმეორადობის ზეგს მიეკუთვნება მდ. აჭარისწყლის მარცხენა ფერდობზე მდებარე ზეგშემკრებიდან ჩამოსული ზეგი, რომელმაც მე-19 საუკუნის 80-იან წლებში გაანადგურა სოფ. ღურტას (ხულოს რაიონი) უმეტესი ნაწილი, მოსახლეობამ ამ ადგილს "ნაშვავი" უწოდა. დროთა განმავლობაში, რადგან აქ ზეგის ჩამოსვლა არ განმეორებულა, მოხდა ამ ადგილების ათვისება, აშენდა საცხოვრებელი სახლები, სხვადასხვა დანიშნულების დამხმარე ნაგებობები. 1971 წლის 11 თებერვალს, პირველი ზეგის ჩამოსვლიდან ასი წლის შემდეგ განმეორდა ზეგის ჩამოსვლა, დაინგრა ნაგებობები და 22 ადამიანი დაიღუპა, ხოლო, 40 წლის შემდეგ, 2011 წლის 8-9 თებერვალს აჭარის მთიან მხარეში კვლავ ადგილი ჰქონდა ზეგების მასიურ ჩამოსვლას.

ნგრევას და ადამიანთა მსხვერპლს, ზოგჯერ, სისტემატური ზეგების ჩამოსვლაც იწვევს. ეს მაშინ ხდება, როცა ზეგწარმომქმნელი ფაქტორების

ექსტრემალურობის გამო ზეგების გავრცელების არეალი სცილდება თავის ჩვეულ საზღვრებს. მაგალითად, სოფ. ჟამუშში (მესტიის რაიონი) 1987 წლის 30 იანვარს, როცა დაფიქსირდა 269 სმ თოვლის სიმაღლე (მანამდე აღრიცხული მაქსიმალური სიმაღლის 197%) ზეგმა ამ სოფლის მოსახლეობას დიდი უბედურება მოუტანა, დაანგრია საცხოვრებელი სახლები და 26 ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა. მსგავსი მრავალი მაგალითის მოყვანა არის შესაძლებელი [1].

ზეგშემკრებების მორფომეტრიული და ზეგების დინამიკური მახასიათებლების გამოთვლამ შესაძლებლობა მოგვცა, დაგვედგინა, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე ათი ათასამდე ზეგშემკრებია, მათგან 2550 ზეგშემკრები დასახლებული პუნქტებისა და სხვადასხვა ობიექტებისათვის წარმოადგენს საშიშროებას. ყველაზე დიდ სიმაღლეზე (ზღვის დონიდან 3700 მ) იწევს მდ. მულხურას ხეობაში მდებარე ზეგშემკრები, რომელიც მესტიის რაიონის სოფ. ლახირს ემუქრება, ხოლო ყველაზე დაბალ სიმაღლეზე (450მ) მდ. ჩაქვისწყლის ხეობაში მდებარე ზეგშემკრები, რომელმაც ქობულეთის რაიონის სოფ. ჩაქვისთავში 1957 და 1971 წლებში ნგრევა გამოიწვია (ცხრ.1)

ცხრილი 1. ზეგშემკრებების (ზეგების) განაწილება დასაწყისის აბსოლუტური სიმაღლის მიხედვით

№	სიმაღლე, მ	დასახლებული პუნქტებისათვის საშიში		სხვადასხვა ობიექტებისათვის საშიში		ჯ ა მ ი	
		რ-ბა	%	რ-ბა	%	რ-ბა	%
1	< 1000	59	10	283	15	342	13
2	1001 - 1500	157	26	315	16	472	19
3	1501-2000	200	33	419	21	619	24
4	2001-2500	138	23	489	25	627	25
5	2501-3000	14	2	165	9	179	7
ჯ ა მ ი		603	100	1947	100	2550	100

ყველაზე დიდ სიმაღლეზე (2300-2350 მ) საქართველოს სამხედრო გზის ჯვრის უღელტეხილის მიმდებარე ტერიტორიაზე მდებარე ზეგშემკრებები მთავრდება, ხოლო ყველაზე დაბალ სიმაღლეზე (50-100 მ) მდ. ბზიფისა და მდ. აჭარისწყლის ხეობაში მდებარე ზეგშემკრებები.

დასახლებული პუნქტებისათვის საშიში ზეგშემკრებების საერთო რაოდენობის 9% - დაბალმთიან ზონაში იწევს, ყველა მათგანი დასავლეთ საქართველოშია, მათგან უმეტესი ნაწილი (7%) - აჭარაში მდებარეობს. ყველაზე მოკლე (80 მ და 230 მ) მდ. თეთრი არაგვისა და მდ. აჭარისწყლის ხეობებში მდებარე ზეგშემკრებებია, ხოლო ყველაზე გრძელი (5750 მ და 5450 მ) მდ. ენგურისა და მდ. გვანდრას ხეობაში მდებარე ზეგშემკრებები.

ზეგის მოძრაობის მაქსიმალური სიჩქარე იცვლება 6 მ/წმ-დან (მდ. თეთრი არაგვის და მდ. ქვაბლიანის აუზები) 67 მ/წმ-მდე (მდ. ცხენისწყლის აუზი). შედარებით დაბალი მაქსიმალური სიჩქარეებით (<30 მ/წმ) ხასიათდება დასახლებული პუნქტებისათვის საშიში ზეგების 50%, ხოლო დიდი მაქსიმალური სიჩქარით (> 50მ/წმ) - 5%. ზეგის წინა-

ლობაზე დარტყმის ძალის სიდიდე დამოკიდებულია ზვავის მოძრაობის სიჩქარეზე. ზვავების დარტყმის მაქსიმალური ძალა იცვლება 2 ტ/მ²-დან (მდ. თეთრი არაგვის აუზი) 206 ტ/მ²-მდე (მდ. ცხენისწყლის აუზი). შედარებით მცირე მაქსიმალური (<50 ტ/მ²) დარტყმის ძალით ხასიათდება დასახლებული პუნქტებისათვის საშიში ზვავების საერთო რაოდენობის 61% და სხვა ობიექტებისათვის საშიში ზვავების 50%; შედარებით დიდი (>100ტ/მ²) დარტყმის ძალით – 8% და 15% შესაბამისად (ცხრ.2).

ცხრილი 2. ზვავების განაწილება მაქსიმალური დარტყმის ძალის მიხედვით

№	დარტყმის ძალა, ტ/მ ²	დასახლებული პუნქტები		სხვა-დასხვა ობიექტი		ორივე ერთად	
		რ-ბა	%	რ-ბა	%	რ-ბა	%
1	< 25	120	20	380	20	500	20
2	26 - 50	245	41	623	32	868	34
3	51 - 75	128	21	422	22	550	21
4	76 - 100	60	10	238	12	298	12
5	101 - 125	27	4	202	10	229	9
6	> 125	23	4	82	4	105	4

მრავალწლიური საველე სამუშაოების, ლიტერატურული წყაროების, საარქივო მასალების, საქართველოს ყველა რაიონის მაღალმთიანი დასახლებული ადგილის მოსახლეობის გამოკითხვის მასალების საფუძველზე დავადგინეთ, რომ საქართველოს ტერიტორიაზე ზვავსაშიშ ზონაში 338 დასახლებული პუნქტი მდებარეობს. ამ 338 დასახლებული პუნქტიდან 69 -ში (საერთო რაოდენობის 21%) ზვავების ჩამოსვლამ საცხოვრებელი სახლების, დამხმარე ნაგებობების ნგრევა და ადამიანის მსხვერპლი, 81-ში (24%) ნგრევა, 58-ში (17%) - დაზიანება გამოიწვია; 130 დასახლებული პუნქტი პოტენციურად ზვავსაშიშია. გამოთვლებმა და ზვავწარმოქმნელი მასალების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ საკმაოდ დიდია ამ პუნქტებში ზვავების ჩამოსვლის ალბათობა. ბევრი ზვავსაშიში დასახლებული პუნქტია მასტიის (61; საერთო რაოდენობის 18%), დუშეთის (45; 15%), ხულოს (45; 13%), ღვინჯის (34; 10%), ჯავის (25; 7%), შუახევის (21; 6%), ახალგორის (16; 5%), ქედის (14; 4%), სტეფანწმინდას (11; 3%) და გულრიფშის (11; 3%) რაიონებში.

ზვავსაშიში პუნქტების დიდი რაოდენობით გამოირჩევა აჭარისწყლის - 80 (24%), ენგურის - 61 (18%), რიონის - 45 (13%) და ლიახვის - 36 (11%) აუზები.

ახალი ზვავშემკრებების წარმოქმნის და ზვავსაშიში დასახლებული პუნქტების ზრდის ძირითადი მიზეზი ტყის საფარის გაჩეხვის შედეგად უტყეო და მეჩხერტყიანი ფართობების ზრდაა. ბოლო წლების განმავლობაში ტყეებში გაჩენილმა მოულოდნელმა ხანძრებმაც მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა ამ პროცესზე. დიდ ტერიტორიაზე ტყის საფარის განადგურებას ზვავები და მეწყერებიც იწვევენ [2].

ზვავების წინააღმდეგ ბრძოლის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ღონისძიებად, სხვა აქტიურ და პასიურ ღონისძიებებთან ერთად, მიგვაჩნია ზვავსაშიში ფერდობების გატყიანება [3]. ტყის არასწორი ექსპლუატაცია ახალი ზვავის კერების გაჩენას იწვევს, ამიტომ მიზანშეწონილად მიგვაჩნია გატყიანე-

ბა ადგილობრივი ჯიშის ხეებით, ხოლო თუ ბუნებრივი პირობები ხელს უწყობს, უმჯობესია წიწვოვანი ჯიშის ხეების განაშენიანება.

ლიტერატურა- REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. მ. სალუქვაძე, ნ. კობახიძე, გ. ჯინჯარაძე. ზვავების გავრცელება საქართველოში და მათ მიერ გამოწვეული კატასტროფები. გეოგრაფიის თანამედროვე პრობლემები. თბილისი, 2011, გვ. 187-191.
2. Калдани Л.А., Салуквадзе М.Е., Джинчарадзе Г.А. Противолавинные мероприятия. Кавказский географический журнал № 6,2006,с.120-122.
3. Калдани Л.А., Салуквадзе М.Е., Джинчарадзе Г.А. Лес и лавины. Кавказский географический журнал № 10,2009,с.110-112.

უკ.551.578.46

თოვლის ზვავები საქართველოში. /ლ. ქაღდანი, მ.სალუქვაძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 27-29.-ქართ.; რუხ. ქართ., ინგლ., რუს. მრავალწლიანი დაკვირვების მასალების ანალიზის საფუძველზე დადგინდა ზვავსაშიში ტერიტორიის საზღვრები. განხილულია 2550 ზვავშემკრები, რომლებიც დასახლებული პუნქტებისა და სხვადასხვა ობიექტისათვის წარმოადგენენ საშიშროებას. აღსანიშნავია, რომ საქართველოში 338 დასახლებული პუნქტი ზვავსაშიშ ზონაში მდებარეობს.

UDC. 551.578.46

Avalanches in Georgia./L.KIaldani, MSalukvadze/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhnickal University. - 2011. - ტ.117. – pp. 27-29. -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ. On the basis of analysis of material of multi-year observations the borders of avalanche-prone territories are determined.2550 avalanche catchment basins are discussed, which pose threat to residential areas and various objects. It is noteworthy that 338 residential areas are located within avalanche prone territories in Georgia.

УДК:551.578.46

Снежные лавины в Грузии./Л.Калдани, М.Салуквадзе/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 27-29. – Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус.

На основе материалов многолетних наблюдений установлена граница лавиноопасной территории. Рассмотрены 2550 лавиносборов, которые представляют опасность для населенных пунктов и других объектов. Следует отметить, что в лавиноопасной зоне в Грузии находятся 338 населенных пунктов.

Mahmudov R.N.

The Ministry for Ecology and Natural Resources of Azerbaijan Republic, Baku
 УДК: 551.58.001.57.550.3:504

INFLUENCE OF GLOBAL CLIMATE CHANGES ON HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS OF AZERBAIJAN

Nowadays the existence of global climate changes was proved both scientifically and by real facts. Scientists worldwide have started to speak about climate change in 60-70 years and in 90-95 for Azerbaijan.

From paleoclimatology we know that climate of the Earth has always changed. That why some of climatologists prefer to speak about “climate fluctuations” instead of “climate changes”.

If the earth’s average temperature has risen by 0.6°-1.0° Celsius, in high altitude regions even higher increase of temperature were observed. So in Arctic, Greenland and Antarctic Peninsula’s glaciers regions temperature increased an average of 2.5°-3.0° Celsius. These glaciers giant plays important role in world climate system formation. In general, during last 50 years decrease of glacier coverage in Northern hemisphere’s seas makes about 10-15%, duration of glacier coverage of rivers and lakes – 15 days, decrease of thickness of glacier cover of Arctic Ocean – about 40%. Nowadays both melting process of mountain glaciers in mainland and raise of snow level at high altitudes continue. One of the basic facts in proving of existence of climate changes is that during whole observation period, XX century was declared as the most warm century, the last 10 years of the XX century were declared as the most warm decade, 1995, 1998, 2000, 2003, 2006 years – the most warm years in history.

All above mentioned facts prove existence of climate change.

Rising in dynamics of natural disasters results from anomalous climate changes.

According to the information provided by World Meteorological Organization (WMO) 80-85% of natural disasters all over the world were caused by dangerous hydro meteorological processes. Such natural disasters impact on world economics, economics of the different countries and on populations. Today society faced problems related to climate changes and these problems occupy special place even in high level discussions and during international scientific events.

Causes of climate change

To understand climate change fully, the causes of climate change must be first identified. Scientists divide the causes into two categories: natural and human causes.

The Earth’s climate is influenced and changed through natural causes like physical processes in cosmic space and on the sun surface, volcanic eruptions, ocean current, the earth’s orbital changes and solar variations.

Among the human factors influencing on climate change the main is population growth (if in 1850 word population was about 1 billion persons, in present this number 6 time increased) which leads, according to the increased demands of population, to scientific and technological development, which in turn is related to the increase of greenhouse gas concentration in atmosphere.

Paleoclimatologists who affirm that natural causes plays main role in climate change have proved that even before human beings warming and glacial periods existed and annual average temperature was more or less than contemporary one. One of such research based on the analysis of little air bubbles of Antarctic mainland formed approximately 800-900 thousands years ago in ice layers at the depth of 3-4 km. These

researches prove that in those days concentration of GHG and corresponding temperature were higher than nowadays. But unlike to these historical periods today the human and natural causes coincide which make concern scientists worldwide.

World Ocean considered as a “climate forming kitchen” is the main indicator of climate changes. Nowadays at the bottom of World Ocean it could be often observed increase of temperature that cause changes of directions of the warm and cool streams forming mainland’s climate. According to the researchers’ opinion this factors are the main reason of recent change of direction of Gulf Stream which tempers climate in Europe. So it forecasts mainly cool, snowy and rainy weather within the next 20-25 at the territory of Europe. Nowadays one could observe some occurrences of this tendency there.

The average annual air temperature in Azerbaijan in comparison with 1961-1990, proposed to world countries for the calculation of multiyear norms of meteorological parameters by World Meteorological Organization consists of +0.8°C.

At the tables 1 and 2 there has been presented the change of the temperature and the precipitation in comparison with the multiyear norm of last years.

As we see at the table 1 the increase of the temperature of Azerbaijan differs both in the interval of different altitudes, the different regions. So, the most increase of the temperature happens at the heights more than >1000m.

In 2010 the increase of the temperature in comparison with 1961-1990 has been higher (1,1-1,2°C), on the heights more than >1000m it has been +1.9°C yet. It shows than 200 has been noted in the history as the warmest year of north hemisphere.

Table 1 The increase of temperatures by different altitudes in comparison with the increase of multiyear norm (1961-1990) in 2007, 2008, 2009 in the territory of Azerbaijan

Years	Altitudes					Over the republic
	0 VI	1-200	201 – 500	501 - 1000	>1000	
Difference, °C	14.6	14.3	13.3	11.9	7.8	12.3
Average annual, 2007	15.3	14.9	13.7	12.4	8.5	12.9
Difference, °C	+0.7	+0.6	+0.4	+0.5	+0.7	+0.6
Average annual, 2008	15.4	15.1	14.2	12.5	8.9	13.0
Difference, °C	0.8	+0.8	+0.9	+0.6	+1.1	+0.7
Average annual, 2009	15.2	14.9	14.1	12.3	8.8	12.9
Difference, °C	+0.6	+0.6	+0.8	+0.4	+1.0	+0.7
Average annual, 2010	15.7	15.5	14.4	13.1	9.7	13.6
Difference, °C	+1.1	+1.2	+1.1	+1.2	+1.9	+1.3

At the figures 1 and 2 there has been presented the comparative analysis of the distribution of the temperature and precipitations by the months in the Azerbaijan in 2010 in comparison with multiyear norms.

As we see by the figure 1 the distribution of temperatures by months shows that the temperature has been more than the norm ever the all of months, except of April and September. But the precipitation has been few than the norm in January, June, August, November and December and more in other months.

Table 2 The change of temperatures in comparison with multiyear norm (1961-1990) over the different regions of republic in 2007, 2008, 2009, 2010

Years	Absheron-Cobustan	Lenkoran-Astara	Major Caucasus	Minor Caucasus	Kur-Araz	Nakhchivan AR	Over the republic
The norm, 1961-1990	14.5	12.9	10.7	9.2	14.3	12.4	12.3
Average annual, 2007	15.4	14.0	12.2	9.7	15.1	12.4	13.1
The difference from norm	+0.9	+1.1	+1.5	+0.5	+0.8	0	0.8
2008	15.0	13.4	11.1	10.0	15.4	13.3	13.0
The difference from norm	+0.5	+0.5	+0.4	+0.8	+0.7	+0.9	+0.7
2009	14.6	13.4	10.8	10.0	15.1	13.0	12.8
The difference from norm	+0.1	+0.5	+0.1	+0.8	+0.8	+0.6	+0.48
2010	15.4	13.9	12.3	11.1	16.1	14.0	13.8
The difference from norm	+0.9	+1.0	+1.6	+1.9	+1.8	+1.4	+1.5

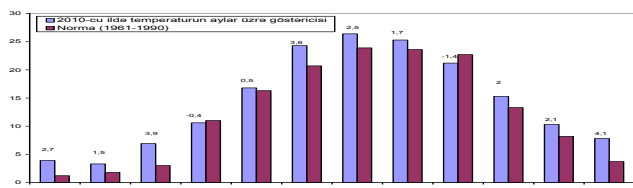


Figure 1. The distribution of temperatures by months in 2010 (in comparison with multiyear norm)

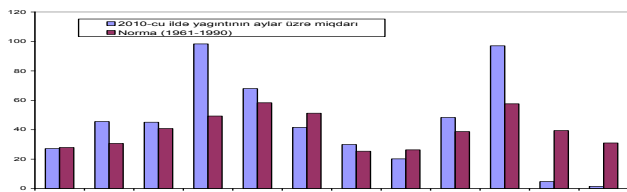


Figure 2. The distribution of precipitations by months (in comparison with multiyear norm) in 2010.

The change of temperature over 1991-2009 by the temperature's norm (12.3°C) of 1961-1990 over the republic has been presented at the following graphic (fig.3).

The influence of climate changes to the river's flow shows that over the winter low- water period the river flow increases merely and there happens the regime change in flow. According to different climate scenarios the application models show that it is possible to observe the 15-18% decrease in the annual flow of Azerbaijan's rivers.

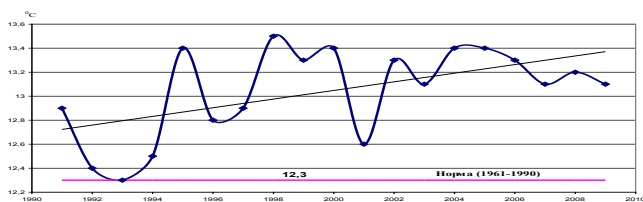


Figure 3. The change of the temperature over 1991-2010

Climate Changes and Caspian Sea

Caspian Sea is grand blind water drainage of the world. One of main characteristics that differs it from other impoundments is the systematic change, fluctuation of its level ever the some period. The drainage basin of Caspian Sea is 10 times bigger than its water table area. Therefore at the same time it is a indicator of climate-weather changes, which happens on the grand drainage basin.

In the Caspian Sea the water table area consists of 397 thousand.km², the meridional length-1200km, the width-200450km, the average depth-207m, maximal depth - 1025 m. The length of shore-line in the countries around this territory is 2320 km in Kazakhstan, 1200km-Turkmenistan, 900 km-Iran, 850 km - Azerbaijan, 70 0km-Russia. On the coastal zone of Caspian Sea in Azerbaijan there situated 13 administrative regions, for the official information 4 million but really approximately 5 million people have been populated here. The common area of this territory consists of 15 thousand. On the coastal zone of Caspian Sea there situated 4 economical-geographical areas (from north to south): Quba-Khachmaz, Absheron, Central-Aran and Lenkoran-Astara.

It is possible to note that only in 1978-1995, when the level of Caspian Sea has been increased to 2.5m, 50 settlements, 250 industrial enterprises, road with 60 km length, railway with 10km length 40 thousand ha winter pasture areas have been remained under the water.

One of greatest problems of Caspian Sea is the observation of sharp fluctuations. On remaining under the water the coastal territories expose -great economical, social and ecological problems. In 1837-1830 the average year level of Caspian Sea has been higher (-25.8). in 1930-1940 the level sharply decreased to -2 m. This decreasing lasted till 1977 and in Caspian Sea there observed the most minimal level over last400 years (-29m). The level has been increased on 2.5 m over the short period from 1977 since 1995 and has reached - 26.5 m. Nowadays the level of Caspian Sea with slow fluctuations is around -27 m. Such level fluctuation of Caspian Sea, first of all, is connected with the change of the climate-weather condition on its aquatic environment and the blind water drainage. Because, along this time the precipitation, the vapor and the run-off of rivers, flowing into the of Caspian Sea, which are consisting of main water balance elements of Caspian Sea, flowing into Caspian Sea, on increasing on 50-60 km³ have been consisted of 300-500km³. First of all, it is connected with the increasing of the precipitation in result of climate changes on the blind water drainage basin.

It is possible to note that observations, held on the level of Caspian Sea by the countries around Caspian Sea, show that on October 2010 the last 50 years. Researchers explain it with the highest temperature on the North hemisphere and the decreasing of runoff in Volga River.

In 2010 the level of Caspian Sea has been decreased in 9sm in comparison with 2009 and consisted of 27.5m.

For the predictions of Hydrometeorological Scientific-Research Center of Russia Federation about the level of Caspian Sea in 2011 it will be decreased in 20-23sm in comparison with 2010. The level prediction for 2016 shows that the sea level will be decreased in 10-12sm in comparison with 2010.

The populating of great part of Azerbaijan Republic's population along the coastal zone of Caspian Sea and mutual relations between Azerbaijan economy ana Caspian Sea make more important to detail research its level fluctuations. The

level fluctuation of Caspian Sea at the same time influences to the ecosystem of around territory, sea bioresources.

The increase of sea level has been influenced not only to the economy, but also to demographic and social processes. The worth condition has been observed on the coastal territories of Absheron peninsula. Here in result of the submergence of settlements, industrial enterprise and oil fields the sea has been polluted repeatedly. It has lead to the decrease of bioresources and the disappearance of different biosenzes. In the future the expecting level of sea level can strengthen these problems. The increase of sea level can sharply decrease places for fishes to caviar on the river sources and sea-coastal territories. The warming of the sea water in result of climate changes can lead to earlier beginning of caviar season of fishes.

But according to adaptation possibilities of fishes we can suppose that it will be no very dangerous.

Nowadays on the Caspian Sea by the aim to study the hydrometeorological condition of sea and complex monitoring measures there acts "The coordination Counsel for Caspian Sea's Hydrometeorology and it's Pollution's Monitoring" of Caspian Sea. By this Coordination Counsel there has been prepared CASPAS program embracing noted problems of Caspian Sea and its solution directions.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. On the territory of Azerbaijan the average annual temperature has been increased in $+0.8^{\circ}\text{C}$ in comparison with multiyear norm.
2. Over the all of instrumental observation period the most maximal temperature has been $+46^{\circ}\text{C}$ (01-02 august, 2000).
3. Except of the spring in the all of seasons of the year there observes the increase of the temperature. The most increase of the temperature is observed in winter.
4. The increase of the temperature by heights is different on the territory. So, on the heights $>1000\text{m}$ the increase of the temperature is often observed ($+1.1^{\circ}\text{C}$).
5. In 2010 the increase of the temperature in comparison with multiyear norm has been highest ($+1.3^{\circ}\text{C}$). On the heights $>1000\text{m}$ it consisted $+1.9^{\circ}\text{C}$.
6. Last times the dynamics of local processes and the number of natural disasters regarding on hydrometeorological processes last to increase. Including intensively, repetition of floods, hair, squall, submergence the events is increasing.

In the republic in spring months of 2010 the sustainable submergence event, happening on the low flow of Kura River, has caused 500 million dollars damage.

შპს: 551.58.001.57.550.3:504

კლიმატის გლობალური ცვლილების გავლენა აზერბაიჯანის ჰიდრომეტეოროლოგიურ პირობებზე /მაჰმუდოვი რ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 30-33.- ინგლ.; რუს. ქართ., ინგლ., რუს.

სტატიაში ნახვენებია კლიმატის ცვლილების ფაქტები დედამიწაზე და გამოკვლეულია კლიმატის ცვლილების შემქმნელი მიზეზები. გაანალიზებულია კლიმატის ცვლილების რეალური შედეგები აზერბაიჯანისათვის და დადგენილია საშუალო წლიური ტემპერატურის ზრდა 0.8°C მრავალწლიურ ნორმასთან შედარებით. ინსტრუმენტული დაკვირვების პერიოდში მაქსიმალური ტემპერატურა აღინი-

შნებოდა ჯულფაში და ორდუბადში $+46^{\circ}\text{C}$ (01-02 აგვისტო 2000წ.).

გაანალიზებულია ტემპერატურის მომატება სეზონების მიხედვით მრავალწლიურ ნორმასთან შედარებით (1961-1999 წწ.).

სტატიაში განხილულია ტემპერატურის ცვლილება მაღლობებზე და ნახვენებია ტემპერატურის ზრდა განსაკუთრებით 1000მ ზევით მაღლობებზე. აქ ტემპერატურის ზრდამ შეადგინა $+1.4^{\circ}\text{C}$. გაანალიზებულია კასპიის ზღვის დონის რყევადობა 1837-2010 წწ. პერიოდში. 2010 წელს კასპიის ზღვის დონემ დაიწია 9 სმ 2009 წელთან შედარებით და შეადგინა -27.5 მ. კლიმატური სცენარების მიხედვით 2016 წლისათვის ზღვის დონე დაიწვეს 10-12 სმ 2010 წელთან შედარებით.

2010 წელს იმატა ჰიდრომეტეოროლოგიურ პროცესებთან დაკავშირებული ლოკალური პროცესების და ბუნებრივი კატასტროფების დინამიკამ. მდ.მტკვრის ქვედა ნაწილში მუდმივმა დატბორვებმა მიაყენეს რესპუბლიკას 500 მლნ დოლარის ზარალი.

UDC: 551.58.001.57.550.3:504

INFLUENCE OF GLOBAL CLIMATE CHANGES ON HYDROMETEOROLOGICAL CONDITIONS OF AZERBAIJAN

/Mahmudov R.N./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhnicl University. -2011. - ტ.117. – pp. 30-33. - Eng; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

In the presented article were shown the global climate changes with facts in the Earth and investigate the causes creating the climate changes.

Also in Azerbaijan were analyzed the real results of climate changes and determined the $+0.8^{\circ}\text{C}$ of increasing mean annual temperature in comparison with perennial norm. In the period of instrumental observation the maximum temperature was observed in Julfa and Ordubad $+46^{\circ}\text{C}$ (On 1-2 August 2000).

There were analyzed the increase of temperature on the seasons and in comparison with multi-annual norm (1961-1999) except of spring in other seasons especially in winter was observed the temperature increase.

In the article were considered the climate change on the heights and shown the temperature increase especially on the heights above $>1000\text{m}$. So, on the heights above $>1000\text{m}$ the temperature was even $+1.4^{\circ}\text{C}$.

There was analyzed the hesitation of Caspian Sea level from 1837 to 2010 and from time to time was shown the sharp hesitation that is explained by climate and atmosphere changes. In 2010 in comparison with 2009 the level of Caspian Sea decreased on 9sm and composed -27.5 m.

According to climate scenarios, the forecast of level till 2016 shows that in comparison with 2010 the sea level will recession to 10-12 sm.

There were observed the increase of dynamics of local processes and natural disasters (mudflow, flood, hail, strong typhoon, the intensive flooding, and repeat) connected with hydrometeorological processes and in the spring of 2010 the permanent flooding happening in the low part of Kura damaged to economics of republic for 500 million dollars.

УДК: 551.482.215.3

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА

/Махмудов Р.Н./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 30-33. – Англ.; Рез. Груз., Англ., Рус.

В статье представлены факты глобальных климатических изменений на Земле и исследованы причины, создающие климатические изменения.

Для Азербайджана были проанализированы реальные результаты климатических изменений и определено на $+0.8^{\circ}\text{C}$ увеличение средней годовой температуры по сравнению с многолетней нормой. В период инструментального

наблюдения максимальная температура была отмечена в Джульфе и Ордубаде +46⁰C (01-02 августа 2000г.).

Было проанализировано увеличение температуры по сезонам по сравнению с многолетней нормой (1961-1999гг.). За исключением весеннего сезона в другие времена года, наблюдалось возрастание температуры, особенно в зимний период.

В статье рассмотрено изменение температуры на возвышенностях и показано возрастание температуры в основном на возвышенностях свыше > 1000 м., которое составило, +1.4⁰C. Было проанализировано колебание уровня Каспийского моря в 1837-2010гг. и выявлено периодическое резкое колебание, что было объяснено климатическими и погодными изменениями. В 2010 году уровень Каспийского моря по сравнению с 2009 годом снизился на 9 см и составил -27.5м.

Согласно климатическим сценариям прогноз уровня до 2016-года показывает, что по сравнению с 2010 годом уровень моря снизится на 10-12 см.

Увеличилась динамика локальных процессов и природных катастроф (сели, паводки, град, сильный тайфун, интенсивность наводнения), связанных с гидрометеорологическими процессами и в 2010 году. Во время весенних месяцев постоянные затопления, происходившие в нижней части Куры нанесла ущерб экономике республики на 500 млн. долларов.

Z.S. Allakhverdiyev

Azerbaijan Republic Ministry of Ecology and Natural Resources
National Hydrometeorology Department Scientific-Research Hydrometeorological Institute

UDC: 551.58

THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGES ON TEMPERATURE REGIME OF AIR OF THE CASPIAN SEA IN THE AZERBAIJAN AQUATORY

In studding of hydrometeorology regimes in the central part of the Caspian Sea there was a significant contribution of authors such as R.M. Mammadov [1], E.M. Shixlinski [2], N.A. Korestevan, B.A. Anapolskaya, B.A. Apollov, K.K. Gul, A.A. Kalinov, B.A. Buqayeva and A.A. Kerimov, S.K. Korelovich, PP.PP. Qoptereva, K.M. Sirotova, L.N. Ikonniko [3], A.A. Madatzadeh [4], A.N. Kosarev [5] and others.

Nevertheless, at the present time the complex investigation of influence of climate change on hydrometeorology condition in the Caspian Sea as the actual problem is in the attention center of the investigators.

So, since 1977 the intensive increasing of level of the Caspian Sea both on the open sea and coast zones, the influence of ocean's water on governmental and different objects or their flood and it damaged to infrastructure territories and still continues. The long-team and reliable different hydrological equipments used in achievement of oil and gas on the open sea and from the view of reducing of damage in the Caspian Sea make it necessary to stuffy the characteristic of influence of climate change on hydrometeorological condition and it at the same time it has the scientific-practical meaning.

In order to estimate the distribution of temperature regime of air in the aquatory of Caspian Sea in the background of climate change there were used the observation indicators of temperature of air of the hydrometeorological stations 1961-2008 and at the same time was analyzed the temperatures norms (1961-1990) in comparison with temperatures indicators in 1991-2008 by the World Meteorological Organization.

In Lenkaran, the temperature norm was 3.4-24.9⁰C, multi-annual hesitated among 12.4-15.2⁰ but perennial temperature norm -14.1⁰C.

But in 1991-2008 the monthly temperature hesitated from 3.9-25.7⁰ and multi-annual mean temperature was 14.7⁰. This period according to the seasons mean temperature indicators was 5.0 in the winter, in the spring 12.9, in the summer 24.6 in the autumn 16.5⁰C. These temperature indicators are higher on 0.4-1.0⁰C than temperature norms characteristic for these territories. Such temperature growth showed itself in the annual mean temperature and it was higher the norm on 0.6⁰. And this is one of the facts showing the temperature growth. In the territory after 1962 the most maximum mean annual temperature 15.4⁰C was observed in 2007.

In the territory of Neftchala, according to the seasons, temperature norms hesitated among 3.8-26.0⁰C. In this time the mean annual temperatures hesitated among 13.6-16.4⁰ and temperature norms was equal to 14.7⁰C.

In 1991-2008 the mean monthly temperatures hesitated in the interval of 4.1-26.6⁰C and mean annual temperature was 15.4⁰C. And this was higher the annual temperature norm on 0.7⁰C. The maximum annual temperature in 1998 was 16.2⁰C, but the minimum annual temperature in 1993 was equal to 13.4⁰C.

The temperature indicators for these territories in the winter were 4.9, in the spring 13.8, in the summer 25.9 and in the autumn 16.7. These temperature indicators in comparison with temperature norms ob the seasons show that the temperature norm in the winter was in the limit but in other seasons there was temperature growth and this was equal to 0.3, 1.3, and 0.4⁰C. The temperature growth was mostly observed after 1993 and this growth showed itself in the summer and winter.

The monthly temperature norms in the territories of Baku stations hesitated among 5.0-26.3⁰C and annual temperature norm was equal to 14.7⁰C. The indicators of temperature norms on seasons in the winter was 5.4⁰, in the spring 12.3⁰, in the summer 25.0 and in the autumn 16.3⁰C.

The temperature norm in the autumn in comparison with spring was higher on 4⁰C. During these years mean annual temperatures hesitated among 13.3-16.2⁰C and difference of temperature was equal to 2.9⁰C.

The comparison of analysis of indicators in 1991-2008 shows that the mean monthly temperature indicators are closer to the norm and mean annual temperature norm was in the limit. And this shows that multi annual mean temperature is in the norm in background of climate change in the territories of Baku station.

In the territories of Pirallahi station the temperature norm of atmosphere on the months hesitated among 4.2-25.2⁰C and annual temperature norms were 14.2⁰C. The distribution of temperature norms on seasons are following: in the winter 5.2, in the spring 11.2, in the summer 23.8, in the autumn 16.5⁰C.

As it is seen the temperature norm in the autumn comparatively higher than in the spring and this difference is equal to 5.3⁰C. During these years mean annual temperatures hesitated among 13.1-15.8⁰C. In general, since 1995 the mean annual temperature of atmosphere in the territory of Pirallahi was higher the norm. This showed itself in the distribution of the temperature on the seasons. In 1991-2008 the distribution of temperature on the seasons was following: in the winter 6.1, in the spring 11.9, in the summer 24.8, in the autumn 17.5⁰C. This time the multi-annual mean temperature in the autumn was higher on 5.6⁰C than in the spring.

The annual temperature norm in the territory of Sumgayit was equal to 14.1⁰, minimum mean annual temperature 12.4⁰ and maximum mean annual temperature 15.8⁰C. The temper-

ature norms on seasons in the winter were 4.4⁰, in the spring 11.8⁰, in the summer 24.4⁰ and in the autumn 15.9⁰C.

The temperature indicators in the autumn were higher on 4.1⁰C in comparison with spring. These years mean monthly temperature norms changed in 3.6-25.70C diapason.

In 1991-2008 mean annual temperature indicators in comparison with annual temperature norms shows that in this time the temperature was higher the norm on 0.7⁰C.

In the territory of Chilov station the monthly temperature norms hesitated among 4.4-25.2⁰C and annual temperature norm was equal to 14.3⁰C.

The distribution of temperature norms were following: in the winter 5.7, in the spring 11.0, in the summer 23.7 and in the autumn 16.8⁰C. The temperature norm in the autumn was the temperature norm in the autumn was higher on 5.8⁰C than in the spring. During these years mean annual temperatures changed to 13.3-15.9⁰C and temperature difference was equal to 2.6⁰C.

In 1991-2008 in the territories of the station mean monthly temperature indicators hesitated among 5.2-26.3⁰C and mean annual temperature was higher the norm on 0.4⁰C. This the fact of temperature growth in the background of climate changes in the territory of Chilov station.

The mean monthly temperature norms of atmosphere in the stations of Neft Dashlari hesitated among 6.1-25.2⁰C and annual norm was equal to 14.9⁰C.

The temperature norms of atmosphere on the seasons are following:

in the winter 7.9, in the spring 9.7, in the summer 23.1, in the autumn 18.4⁰C. The temperature norm of atmosphere in the autumn was higher on 8.7⁰C than in the spring.

In 1991-2008 the mean monthly temperatures of atmosphere hesitated among 6.2-26.1⁰C and mean annual temperature was equal to 15.4⁰C. This time the positive trends observed in the mean monthly temperatures became the reason for growth of mean annual temperature and this was higher the temperature norm on 0.5⁰C.

The mean temperature of atmosphere on the seasons in the winter was 7.9 in the spring 10.4, in the summer 23.7, in the autumn 19.2⁰C. The temperature of atmosphere in the autumn was higher on 11.3⁰C in comparison with spring. During these years minimum annual temperature in 1987 was 13.8⁰c, but the maximum annual temperature in 2005-16.1⁰C. In general, since 1997 excepting from 2003, the mean annual temperature of atmosphere was always higher the norm.

The monthly temperature norms in the territory of Khachmaz hesitated among 1.6-22.7⁰C and annual temperature norm was equal to 12.5⁰C. The temperature norms indicators on the seasons are following: in the winter 2.6, in the spring 11.0, in the summer 22.8, in the autumn 13.8. This time the minimum mean annual temperature was observed 11.4⁰C but maximum mean annual temperature 13.7⁰C. Autumn in the territory of Khachmaz as in the other territories was warmer in comparison with spring.

1991-2008 plays the significant role in the studding of temperature regimes. This time the mean monthly temperature indicators of the territory hesitated among 2.5- 24.7⁰C and perennial temperature was equal to 12.8⁰C. As it is seen the temperature indicators of the territory is higher on 0.3⁰C than the annual temperature norm is. Such temperature growth was usually observed in the winter, spring, summer and autumn. But the temperature indicators in the autumn (11.9⁰) were lowers the norm on 1.9⁰C. This time the minimum mean an-

nual temperature was equal to 11.5⁰C (1993), maximum mean annual temperature 13.9⁰C (2005).

After analysis of mean annual perennial temperature indicators shows that last years in the territories there was observed the weak temperature growth of atmosphere.

There are temperature indicators of the existing hydro-meteorology air observed in the each of the existing hydro-meteorology stations of the Caspian Sea total need about perennial temperature regime of the aquatory carry out of the their statistical analysis in Azerbaijan aquatory generalizing these information for the expressing opinion on statistical after analyzing separately. Temperature norms have counted Azerbaijani aquatory of the Caspian Sea from this cause accept as a unique place. So, the monthly temperature norms hesitated from 4.3-25.0⁰C and annual temperature norm was equal to 14.2⁰C. The temperature norm on the seasons in the winter was 5.5, in the spring 11.3, in the summer 23.7, in the autumn 15.9⁰C.

In 1991-2009 in the aquatory the mean monthly temperature hesitated from 4.8-25.4⁰C and multi-annual mean temperature was equal to 14.7⁰C and it was higher the norm on 0.5⁰C. This time only in April and December the mean monthly temperature was lower the norm but in other months was higher.

During the distribution of temperature on seasons it is seen that only in the winter the temperature (5.5⁰C) was in the norm. But in other seasons, the norm was 11.5 in the spring, 24.5 in the summer, 17.2⁰C in the autumn and was higher the temperature norms which is characteristic for its territory. It shows that the temperature growth in the aquatory mostly observed in the spring, summer and autumn. The visual description of temperature changeability in 1991-2008 was given in the fig.1. The temperature growth of last years is shown in a clear way.

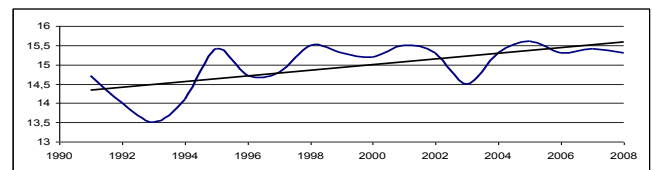


Fig.1 The process of air temperature of the Caspian Sea in the aquatory of Azerbaijan Republic.

Along with a statistical analysis there is a drawn graphic of perennial temperature in the aquatory and presented in the fig.2. There we can clearly see the growth of air temperature since 1995.

So, there were investigated received results of observation information in the

atmosphere in the hydrometeorolglical stations both separately and generalized form in the aquatory of the Caspian Sea:

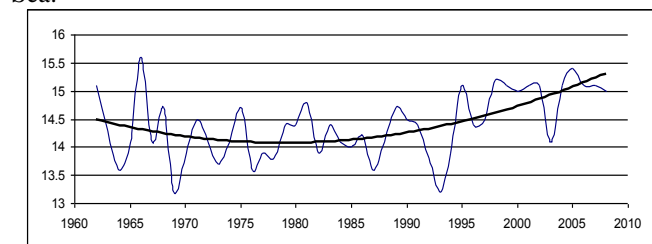


Fig.2. The process of perennial temperature of air of the Caspian Sea in the Azerbaijan aquatory.

- The multi-annual mean temperature was 14.7°C, and higher on 0.5°C of characteristic norm (14.2°C) in the Caspian Sea of the Azerbaijan aquatory during the years (1991-2008) of climate changes.
- The temperature growth in the Azerbaijan qauatory of the Caspian Sea is mostly observed in the spring, summer and autumn.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Панин Г.Н, Мамедов Р.М, Митрофанов И.В. Современное состояние Каспийского моря. М.: Наука, 2005, 356с.
2. Климат Азербайджана. Под. ред., Мадат-заде А.А и Э.М. Шихлинского из Академии Наук Азерб-йджанской ССР. Баку.1968, 340с.
3. Монографический справочник. Каспийское море (Под. Ред. Ф.С. Терзиева, А.Н. Косарева, А.А. Керимова). Санкт- Петербург. Гидрометеиздат, 1992.
4. Мадат-заде А.А. Синоптико - климатическое районирование Каспийского моря. Тр. Ин-та географии. А.Н. Азерб. ССР, Т. ЫВ, Баку 1954, с.11-20.
5. Косарев А.Н. Гидрология Каспийского и Аральского морей. Из. Московского университета, 1975, 272с.

შპპ: 551.58

კასპიის ზღვის აზერბაიჯანის აკვატორიაში ჰაერის ტემპერატურის რეჟიმზე კლიმატის ცვლილების გავლენა/ზ.ალახვერდიევი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 33-35.- ინგლ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

სტატიაში განხილულია კასპიის ზღვის აზერბაიჯანის აკვატორიაში ჰაერის ტემპერატურის რეჟიმზე კლიმატის ცვლილების გავლენა.

გამოკვლევების ჩასატარებლად გამოყენებული იქნა 1961-2008 წლების ჰაერის ტემპერატურაზე დაკვირვებათა მონაცემები. აღნიშნული მონაცემები გაანალიზებულია ტემპერატურების ნორმებთან შედარებით, რომლებიც განსაზღვრულია 1961-1990 წლებში. ამ გამოკვლევების შედეგად შეიძლება დავასკვნათ:

1. კლიმატის ცვლილების ხანგრძლივობის მანძილზე, რომელიც დაიკვირვება 1991-2008 წლებში კასპიის ზღვის აზერბაიჯანის აკვატორიაში ჰაერის მრავალწლიური საშუალო ტემპერატურა 0.5 -ით აღემატება ტერიტორიისათვის დამახასიათებელ ტემპერატურას.
2. აზერბაიჯანის აკვატორიის ჰაერის ტემპერატურის მატება ძირითადად დაიკვირვება გაზაფხულის, ზაფხულის და შემოდგომის სეზონებში.

UDC: 551.58

THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON THE AIR TEMPERATURE REGIME OF THE CASPIAN SEA AZERBAIJAN AQUATORY. /Z.S. Allakhverdiyev/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. - 2011. - ტ.117. - pp. 33-35. - ; Eng. ; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The influence of climate change on the air temperature regime of the Caspian Sea Azerbaijan aquatory has been discussed in the presented article. To conduct investigations 1961-2008 year air temperature observation data have been used. The data were analyzed in comparison with temperature norms identified in 1961-1990 years. Based on the carried investigations it may be concluded:

1. During climate change observed on 1991-2008 years the air multiyear mean temperature top the territory character temperature by 0.5° of the Caspian Sea Azerbaijan aquatory.
2. The temperature increasing of Azerbaijan aquatory has been observed mainly in spring, summer and fall seasons.

УДК 551.58

Влияние изменения климата на температурный режим воздуха на Азербайджанской акватории Каспийского моря./ З.С. Аллахвердиев/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011 –т.117– с.33-35. –Анг.;Рез.Груз., Анг.,Рус

Статья посвящается исследованию влияния изменения климата на температурный режим воздуха на Азербайджанской акватории Каспийского моря.

Для проведения исследований были использованы данные наблюдения по температуре воздуха за 1961-2008 годы. Эти данные проанализированы со сравнением с температурными нормами, определенные 1961-1990 годах. В результате этих исследований можно сделать следующие выводы:

1. За время наблюдений за изменением климата в 1991—2008 годах, многолетняя средняя температура воздуха Азербайджанской акватории Каспийского моря превышает температуру, характерную для территории, на 0,5°C.
2. Повышение температуры воздуха над Азербайджанской акваторией наблюдается в основном в весеннем, летнем и осеннем сезонах.

М.Мусаева

Министерство Экологии и Природных Ресурсов Азербайджанской Республики, Национальный Гидрометеорологический Департамент, Баку

УДК: 551.501;551.508

АНАЛИЗ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТОКА РЕК НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ БОЛЬШОГО КAVKAZA

В формировании стока в этих территориальных реках большую роль играют атмосферные осадки. Неравномерное распределение температуры и осадков зависит от разновидности условия. В случае положительного влияния атмосферных осадков на формирование стока, то испарение наоборот оказывает обратное действие. На долю речных бассейнов Ширванской зоны попадает огромное количество испарения. Наряду с испарением с водных бассейнов, растительного покрова, земной поверхности использование огромного количества воды с водных объектов способствуют уменьшению речного стока. В качестве одного из факторов, влияющих на водный режим рек Ширвана и Южного склона надо показать климат.

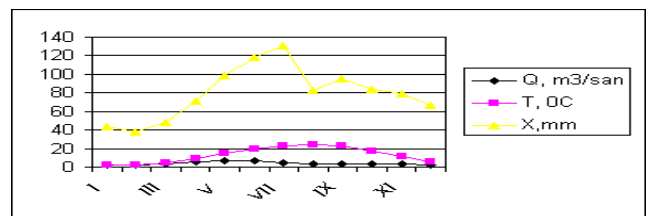
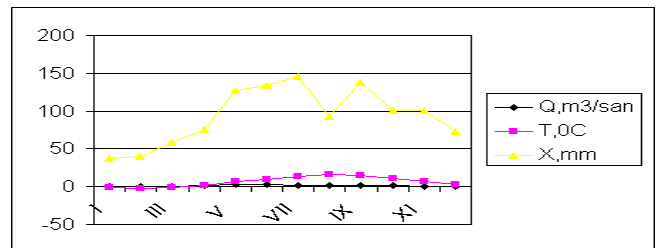


Рис. 1. Ход хронологического графика стока, осадков, температуры воздуха в бассейнах Хамамчай и Талачай.

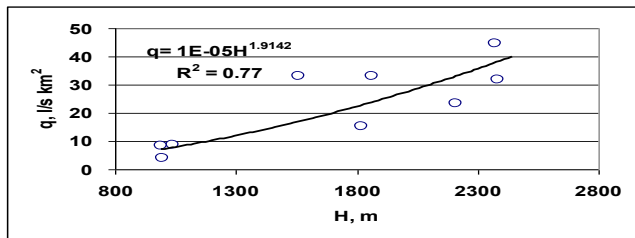


Рис.2. Связь между средним годовым модулем стока южных рек Большого Кавказа с высотой

Климат на территории Большого Кавказа весной изменяется в соответствии с центром высокого давления в южной и юго-восточной частях Европы России. Такого рода атмосферные циркуляции характерны периодическими спадами температуры и осадками. Весной на климат Большого Кавказа также влияют центры высокого давления находящиеся на юге Кавказа и на Каспийском море [3]. На этих территории часто наблюдаются осадки в качестве снега, а это в свою очередь связано с отрицательной температурой погоды. В зависимости от высоты гор, направления гор история появления снега разнообразна. В случае появления снежного покрова 21-го октября на высоте 2000м (Алибек) на южном склоне гор Большого Кавказа, появляется снежный покров 16-го октября (Кырыз) на высоте 2000м [2,4]. Согласно исследованиям высота устойчивая снеговая линия на южном склоне запада 1100-1300, в центре 1400-1600, а на северо-восточном склоне ограничивается между 1000-1500м. Также в устойчивости снежного покрова высота и зависимость от направления играют роль. Если на северо-восточном склоне устойчивость снежного покрова при высоте 1000м -70, 1600м-95, 2000-110, 2600-150, 3200-230 дней, то в соответствии с этим на южном склоне 60, 110, 140, 190 и 240 дней [2]. Осадки (снег, дождь) попадающие под влияния сформировавшихся синоптических процессов на территории речных бассейнов, во время температуры воздуха распределяется неравномерно по местам, а это находит свое отражение в характеристике распределения стока реки течение года. Свидетельство этому являются дополнительные графики показывающие изменение стока в зависимости от осадков и температуры воздуха (Рис.1.2).

Влияние рельефа. Возрастанию давления в горных местах в основном способствуют осадки, а с другой стороны с повышением высоты спад температуры воздуха дает возможность появлению осадков в виде снега. Из-за преграждения воздушной массы высоких гор и направления горных оврагов в зависимости от солнечной радиации играет важную роль в появлении синоптических процессов, также изменяется процесс формирования речного стока в бассейнах [4,9].

В этом склоне также как и в других территориях Большого Кавказа, модульный коэффициент увеличивается во всех высотных интервалах. График связи годового стока со средней высотой речных бассейнов показан на рисунке 3. Корреляция этой зависимости высокая, но как видно из рисунка иногда в средних высотах ошибки бывают чуть больше, из-за этого некоторые точки отклоняются от кривой.

В этом регионе в изменении коэффициента вариации с высотой нет никакой закономерности. Во всех постах в разных высотах годовой коэффициент вариации изменяется в пределах 0,22-0,43.

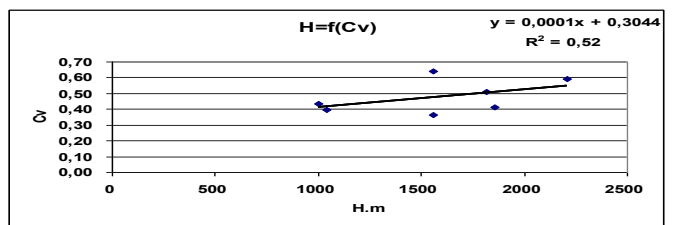


Рис.3. Связь между средним годовым коэффициентом вариации южных рек Большого Кавказа со средней высотой бассейна

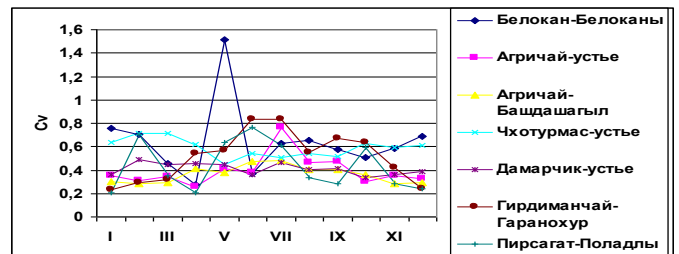


Рис.4 Изменение годового коэффициента вариации южных рек Большого Кавказа по месяцам.

Также наблюдается увеличение модуля стока по величине для остальных месяцев, и разница есть только в градиентах возрастания. Самый резкий градиент возрастания наблюдался в мае месяце, а самый слабый в декабре.

В декабре согласно величине модуля стока связи изменения достаточно сжатая и коэффициент корреляции составляет 0,76. Оценка модуля стоков не очень высокая и колеблется между 8-25 л/км²*с. Для этого месяца самый низкий модуль стока наблюдался в реке Пирсагат-Поладлы (1,92) л/км²*с из-за того что эта точка расходится от кривой не был включен в график. Это можно объяснить тем, что река Пирсагат по гидрометеорологическим условиям по сравнению с другими реками обладает более сухим бассейном. В мае месяце на юге Большого Кавказа наблюдаются более высокие оценки модуля стока. Самая высокая оценка модуля стока наблюдается на станции Кунахайсу-Сарыбаш и составил 74 л/км²/с. На этой территории самая низкая оценка модуля стока составляла высотой 1040м и составляет 11,4 л/км²/с (Агричай - исток).

Земляное покрытие и влияние геологического строения. Земляное покрытие вместе с геологическим строением оказывает очень важное влияние на процесс формирования речного стока. На процесс формирования стока также оказывают влияния образования речных бассейнов из водопроницаемых и малопроницаемых пород. В случае с водопроницаемыми породами выпавшие осадочные воды впитываются в глубокие слои, и создает условия для увеличения подземных вод и ее испарения. Малопроницаемые породы формирует поверхностный сток осадочных вод, происходит малое впитывание подземных рек, а испарение с водной поверхности большое.

Изменение земляной поверхности на территории Азербайджана было всесторонне изучено почвоведом. Согласно исследователям [5] в части Большого Кавказа (южный склон, включая и Ширван) земляной покров был распределен согласно территориальному закону. Исследования Х.М.Мусаева (1967) основываясь на фактические наблюдения, показывают, что на южных склонах Большого Кавказа пастьба скота в речных бассейнах оказывает отрицательное влияние на оползни. Если способность

водопроницаемости почвы, где пасется скот 0,92-0,95мм, то на почве, которая в течение 3 лет не подавалась орошению, способность естественного впитывания водопроницаемость возросла до 1,70-1,81мм. В результате впитывания вод в аллювиальные осадки в долине Ганых-Хафтаран, реки исчезают. С выходом вод на земляной покров в северной части пастбища так называемой степи третьего периода формируется новая сеть.

Влияние растительного покрова. Одним из физико-географических факторов влияющих на гидрологический режим рек является растительный покров. Связь между стоками рек [7,8] бассейна южного склона хребта Большого Кавказа и лесом Р.М.Кашкай оценивает как результат шагулинской зональности и показывает, что эта связь вместе с физико-географическими факторами, в том числе связана с закономерностью между возвышенностями над уровнем моря и лесом.

Влияние лесного покрова на сток может характеризоваться положительными и отрицательными направлениями. Положительное влияние лесного покрова наряду с задержкой нижних слоев влажных ветров создает условия для появления осадков. Уменьшает нагревание земляной поверхности и испарения с почвы (испарение влажности голой земли в широколистных лесах 50-55%, а испарение в крупнолистных лесах 30-40%), создает условия для впитывания подземных вод, может увеличивать питание рек подземными водами, и в тоже время уменьшить поверхностный сток, характеризуется задержанием таяния снега за 20-30 дней. Отрицательное влияние лесного покрова путем транспирации небольшого количества влажности в атмосферу, что уменьшает влажность в почве, задерживает осадки на листьях, при этом не допускает их попадания на землю и характеризуется ее испарением в атмосферу. Как показали исследования Х.М.Мустафаева [5] на южном склоне Большого Кавказа, территория который 75% покрыта растительностью, коэффициент стока равен 0,37 и 50%, коэффициент равняется 0,55, а на территории где нет растительности, коэффициент увеличился до 0,86. Согласно этим исследованиям способность впитывать воду из горнолесной сероземных земель находящихся в горнолесной территории достигает до 11,3мм. Как показывает исследователь [5], на южном склоне способность лесного покрова впитывать воду достигает в минуту 85-99мм, а на территории где вырублен лес 0,3мм. Полностью вырубленных фисташковых лесов способность впитывания почвы в минуту равняется 1,2мм, а в почвах вырубленных лесах достигает до 105,5мм.

ლიტერატურა- REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Рустамов. С. Н. Реки Азербайджанской ССР и их гидрологический характеристики. Баку: 1960.194 с.
2. Агаев. Ш. М. Снежный Покров Азербайджана и его роль в стоке рек Автореферат диссертации на соискание ученой кандидата географических наук. Баку 1969. 37 с
3. Климат Азербайджана. Под ред. Мадатзаде. А. А. и Шыхлинского. Э. М. Баку 1968 343.186-199с.
4. Эйюбов. А. Д и Агаев. Ш. М. Снежный покров.
5. Мустафаев. Х. М Развитие эрозионных процессов на южном склоне Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской ССР) и основы борьбы с ними. Автореферат док, диссертации. Баку 1967, 40 с

- A. А. Мадатзаде. Материалы по гидрографии ССР,1956г 7-9,10-25с.
6. М. Е. Мамедов. Ионный сток рек Малого Кавказа Азерб. ССР. Баку 1990 81-87с.
7. Салаев. М. Е Карта земли. Физ. гео. Азербайджанской ССР под редакцией Г. К. Гюль. Баку 1959.258-259с.
8. Огиевский. А. В Гидрология суши. М:1951 515 с
9. Рустамов. С.Г. Кашкай. Р.М. Водный баланс Азербайджанской ССР.Баку 1978 110 с.
10. Кашкай Р. М.Водный баланс Большого Кавказа. Баку.1973.84 с.

შპს 551.501;551.508

ფიზიკურ-გეოგრაფიული ფაქტორების ანალიზი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობების მდინარეთა ჩამონადენის ფორმირებაზე /მუსაევა მ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117-გვ. 35-37-რუს.; რუბ. ქართ., ინგლ., რუს. სტატიაში გაანალიზებულია ფაქტორები, რომელიც ახდენს გავლენას მდინარეების ჩამონადენის ფორმირებაზე კავკასიონის სამხრეთ ფერდობზე. როგორც იყო აღნიშნული, 1961-2009 წწ. პერიოდში ჩამონადენის მოდულის ცვლილება სიმაღლიდან გამომდინარე გვიხვენებს ზრდას სიმაღლის ყველა ინტერვალისათვის. ამ რეგიონში არ არსებობს ვარიაციის კოეფიციენტის ცვლილების კანონზომიერება სიმაღლესთან შედარებით.

UDC: 551.501;551.508

THE ANALYSIS PHYSICS-GEOGRAPHICAL FACTORS WHICH INFLUENCE ON FORMATION OF RIVERS' FLOW IN THE SOUTH SCOPE OF THE GREAT CAUCASUS \M.Musayeva\Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhncial University. -2011. - т.117. – pp. 35-37. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

In the article there were analyzed factors which influence on formation of rivers' flow in the south scope of the Great Caucasus. As it was determined during 1961-2009 years the change of yield water depending on elevation shows the increase for all elevation intervals. In this region there is no legality in the change of coefficient of variations according to elevation.

УДК: 551.501;551.508

АНАЛИЗ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМИРОВАНИЕ СТОКА РЕК НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ БОЛЬШОГО КАВКАЗА \М.Мусаева\Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2011. – т.117. – с. 35-37. – Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус.

В статье проанализированы факторы, влияющие на формирование стока рек на южном склоне Большого Кавказа. Как было отмечено, в период с 1961 по 2009 гг. изменение модуля стока в зависимости от высоты показывает возрастание для всех интервалов высоты. В этом регионе нет никакой закономерности в изменении коэффициента вариации относительно высоты.

ვ. გელაძე, ნ. ბოლაშვილი, თ. ყარაღაშვილი,
ნ. მაჭავარიანი

ივანე ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტის ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის
ინსტიტუტი, თბილისი

№ 556

**ჯვრის წყალსაცავის გავლენა ზომიერ მდინარე-
როლებში ელემენტზე**

მოსახლეობის, სოფლის მეურნეობისა და მრე-
წველობის წყლითა და ელექტროენერგიით მომა-
რებების საკითხი სულ უფრო აქტუალური ხდება.
კლიმატის გლობალური დათბობისა და გაუდა-
ბნობის პროგრესირებადი პროცესის პირობებში
მოსალოდნელია პრობლემის კიდევ უფრო
გამწვავება. პრობლემის ნაწილობრივი მოგვარება
შესაძლებელია წყალსაცავების მშენებლობით, რომ-
ლებიც მდინარის ჩამონადენს გადაანაწილებენ
დროსა და სივრცეში.

წყალსაცავების საშუალებით მსოფლიოს მდგ-
რადი ჩამონადენი საშუალოდ 15 %-ით გაიზარდა.
მაღალია აგრეთვე ცალკეული კონტინენტების წყა-
ლსაცავებით დარეგულირებული წყლის რაოდენობაც
(აზია – 16 %, ევროპა – 18 %, ჩრდილო ამერიკა –
26 %, აფრიკა – 27 %). საქართველოში წყალსა-
ცავების მშენებლობისათვის საუკეთესო პირობებია.
მიუხედავად ამისა, დღეისათვის აქ დარეგული-
რებულია მდინარეული ჩამონადენის მხოლოდ 4 %, ხოლო
ჯამური მდგრადი ჩამონადენი 11 %-ითაა
გაზრდილი.

ამგვარად, საქართველოში ჯამური მდგრადი ჩა-
მონადენის გაზრდისა და, აქედან გამომდინარე, მო-
სახლეობისა და ტერიტორიის წყალუზრუნველყო-
ფის მნიშვნელოვანი რეზერვებია. საქართველოში
ახალი წყალსაცავების მშენებლობა გამართლებულ-
ია იმ გარემოებითაც, რომ აქ ყოველი მდინარის
ჩამონადენი მნიშვნელოვნად აღემატება წყალმომარ-
ბებს. გარდა ამისა, წყალსაცავი წყალდიდობებისა
და წყალმოვარდნების უარყოფითი შედეგების შემა-
რბილებელი საუკეთესო საშუალება და მნიშვნელო-
ვანი რეკრეაციული ობიექტია. აქვე უნდა აღინიშ-
ნოს, რომ წყალსაცავის შექმნა და მის მიერ მდი-
ნარის ჩამონადენის დარეგულირება მნიშვნელოვნად
გარდაქმნის მდინარის აუზის ჰიდრომეტეოროლოგი-
ურ რეჟიმს, რაც იწვევს სხვა მრავალი ბუნებრივი
პროცესის ცვლილებას. გარემომცველი ბუნების
ცვლილების რაოდენობრივ მხარესა და მის მიმართ-
ულებასზე გავლენას ახდენს წყალსაცავის ზომა და
კონფიგურაცია, ფსკერისა და ფერდობების ამგები
ქანების შედგენლობა, მისი მიკროკლიმატური პირო-
ბები და სხვ.

წყალსაცავის დაპროექტების დროს კარგად უნ-
და იქნას გააზრებული და შეფასებული ყველა ის
დადებითი და უარყოფითი მხარე, რასაც მოცემულ
ბუნებრივ პირობებში გამოიწვევს წყალსაცავის
შექმნა.

წარმოდგენილ ნაშრომში შეფასებულია ჯვრის
წყალსაცავის გავლენა ტემპერატურაზე, ჰაერის ტე-
ნიანობასა და ატმოსფერულ ნალექებზე. მეტეორო-
ლოგიური ელემენტების მნიშვნელობებზე წყალსა-
ცავის ზეგავლენის გამოვლენის მიზნით გამოყენე-
ბულია შემთხვევითი სიდიდეთა რიგების სტატის-
ტიკური ერთგვაროვნების (არაერთგვაროვნების) შე-

ფასების პარამეტრული (სტიუდენტი, ფიშერი) და
არაპარამეტრული (ვილკოქსონის) კრიტერიუმები.

ხეობის ტიპის რკალისებური მოხაზულობის ჯვ-
რის წყალსაცავი შეივსო 1978 წლის აპრილის ბო-
ლოს. ბეტონის თაღოვანი, 270 მ სიმაღლის კაშხა-
ლი, რომლითაც გადაკეტილია მდ.ენგურის ღრმა ხე-
ობა, მდებარეობს ქ. ჯვარიდან 7კმ ხეობით. წყალსა-
ცავის სიგრძე 30 კმ-ია და თითქმის ს. ხაიშამდე
აღწევს.

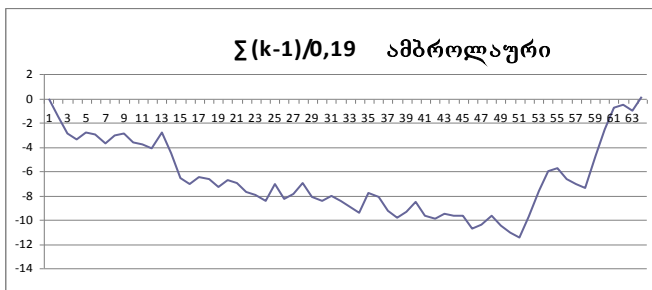
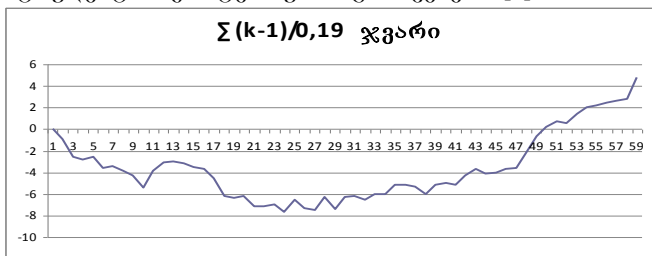
წყალსაცავის მახასიათებლები ასეთია: სრული
მოცულობა – 1093 მლნ მ³, სასარგებლო მოცულობა
– 662 მლნ მ³, სარკის ფართობი ნორმალური
დაწვევის დონისათვის – 13,5 კმ², სარკის ფართობი
მკედარი მოცულობისათვის – 13,5 კმ², საშუალო
სიღრმე – 81,5 მ, უდიდესი სიღრმე – 226 მ, საანაპი-
რო ხაზის სიგრძე ნორმალური დაწვევის დონისა-
თვის – 96,6 კმ, საშუალო სიგანე ნორმალური და-
წვევის დონისათვის – 0,5 კმ, უდიდესი სიგანე ნო-
რმალური დაწვევის დონისათვის – 1,5 კმ, წყალ-
საცავის დანიშნულება – ენერგეტიკა, მკვებავი მდი-
ნარე – ენგური, წყალსაცავში წყლის მარაგის სრუ-
ლი განახლება ხდება 125 დღე-ღამის განმავლობაში
[1]. ქვემო და შუა ზონებში წყალსაცავის გვერდები
აგებულია თიხა-ფიქლებითა და კირქვებით, რომ-
ლებიც დაფარულია სუსტად განვითარებული ტყის
ნიადაგებით. წყალსაცავის ქვაბულში მძლავრი
ვოკალუზების გამოსავლები არ აღინიშნება. ხშირად
გვხვდება პატარა ნაკადულები და წყაროები.

ჯვრის წყალსაცავის მიკროკლიმატზე გავლენის
შესაფასებლად გაიმიჯნა გლობალური ცირკულა-
ციური პროცესებით გამოწვეული ის ცვლილებები,
რომლებიც დამახასიათებელია მოცემული კლიმა-
ტური ზონისათვის. ასეთი განცალკევება მხოლოდ
ერთი სადგურით შეუძლებელია, რადგან ხშირად
ხდება გლობალური და ლოკალური პროცესებით
გამოწვეული გავლენის ზედდება. გლობალური
ფაქტორის კლიმატის ცვლილებაზე გავლენის შეფა-
სების საშუალებას იძლევა მსგავს კლიმატურ პი-
რობებში მყოფი სხვა სადგურების მონაცემების შე-
დარება განსახილველ სადგურებთან [2]. ამიტომ,
საკონტროლოდ შეირჩა მდ. ენგურის აუზის მიმდებ-
არე – მდ. რიონის აუზი.

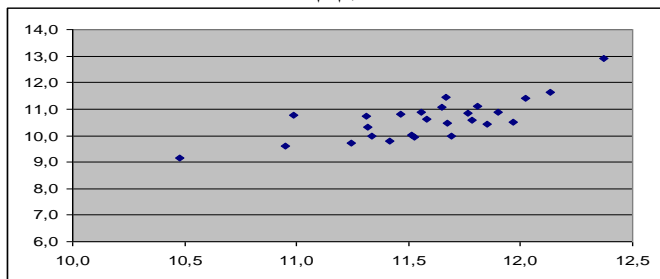
საკვლევ და საკონტროლო აუზებში შეირჩა
ექვსი მეტეოროლოგიური სადგური: 4 – მდ. ენგურ-
ის აუზში, 2 – მდ. რიონის აუზში; შეგროვდა მეტე-
ოროლოგიური ელემენტების (ჰაერის ტემპერატურა,
ჰაერის სინოტივე, ატმოსფერული ნალექები) ყო-
ველთვიური და ყოველწლიური მონაცემები. შეივსო
დაკვირვების რიგებში არსებული უმნიშვნელო
ხარვეზები; პროგრამა Matlab-ის ბაზაზე შექმნილი
სპეციალური მოდულის (EnviStat) საშუალებით შეს-
რულდა მონაცემების დამუშავება, შეფასება და
პირველადი ანალიზი; დამუშავდა სადგურების ყო-
ველთვიური და ყოველწლიური მეტეოროლოგიური
მონაცემები ცალ-ცალკე, წყალსაცავის შექმნამდე
(1978 წლის მაისის დასაწყისი) და მისი შემდგომი
პერიოდისათვის; აიგო ნორმირებული ინტეგრალური
მრუდები (ნახ.1) და დადგინდა საანგარიშო პერიოდი
(1930-1992 წ.წ.); შექმნა მონაცემთა ბაზების ელექ-
ტრონული ვერსია; დაკვირვების ყოველი რიგისა-
თვის გაანგარიშებული იქნა სტანდარტული სტატი-

სტიქური მახასიათებლები. შერჩეული სადგურები ახდენენ მდინარეთა აუზების მეტეოროლოგიური პირობების თითქმის სრულ ზონდირებას. აღსანიშნავია, რომ წყალსაცავის შექმნამდე ორივე აუზის მეტეოროლოგიურ ელემენტებს შორის არსებობდა საკმაოდ მჭიდრო კავშირები (ნახ. 2, 3).

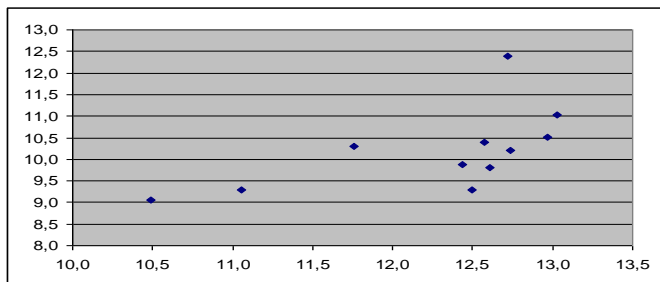
საწყის ეტაპზე შემოწმდა მეტეოროლოგიური მონაცემების ყოველთვიური და წლიური რიგების (წყალსაცავის შექმნამდე და შექმნის შემდგომი პერიოდებისათვის) დისპერსიების ერთგვაროვნება ფიშერის – კრიტერიუმის საშუალებით. შედეგად, დადგინდა მონაცემთა ის რიგები, რომელთა ერთგვაროვნების შესაფასებლად შესაძლებელია სტიუდენტის კრიტერიუმის გამოყენება [3].



ნახ. 1. ატმოსფერული ნალექების წლიური ჯამების ნორმირებული ინტეგრალური მრუდები (1930-1992 წ.წ.)



ნახ. 2. ჯვარისა და ხაიშის საშუალო წლიური ტემპერატურა წყალსაცავის შექმნამდე.



ნახ. 3. ჯვარისა და ხაიშის საშუალო წლიური ტემპერატურა წყალსაცავის შექმნის შემდეგ.

შემდგომ ეტაპზე სტიუდენტისა და უილკოქსონის კრიტერიუმების გამოყენებით შემოწმდა

ჯვარის წყალსაცავის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე, ჰაერის ტენიანობაზე და ატმოსფერულ ნალექებზე ზუგდიდის, ჯვარის, ხაიშისა და მესტიის მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემებზე. საიმედოობის ნდობის დონეებზე, როგორც იყო აღნიშნული, მიღებული იქნა 5 და 1 %-იანი ალბათობები. გაანგარიშებების საბოლოო შედეგები ასეთია:

წყალსაცავის გავლენა ზუგდიდის სადგურის მეტეოროლოგიური ელემენტების თვიურ ან წლიურ მნიშვნელობებზე არ ვლინდება; ჯვარის, ხაიშისა და მესტიის სადგურებზე წყალსაცავის გავლენა ჰაერის ტემპერატურის თვიურ და წლიურ მნიშვნელობებზე არ დასტურდება;

სადგურ ჯვარის მონაცემების მიხედვით სინოტივეზე წყალსაცავის გავლენა აღინიშნება თებერვალში, მარტში, ნოემბერში, დეკემბერსა და წლიურ მნიშვნელობებზე, ხოლო იანვარსა და ოქტომბერში იგი საეჭვოა. ხაიშისა და მესტიის სადგურებისათვის საეჭვო ტიპის გავლენა ჰაერის ტენიანობაზე გამოხატულია მარტში. ჯვარის მეტეოროლოგიურ სადგურზე წყალსაცავის გავლენა ატმოსფერულ ნალექებზე აღინიშნება ივლისში, ხოლო აგვისტოში, ნოემბერში და წლიურ მონაცემებზე გავლენა საეჭვოა.

მეტი დამაჯერებლობისათვის, შემოწმდა საკონტროლო აუზის (მდ. რიონი) მეტეოროლოგიური მონაცემების ერთგვაროვნება წყალსაცავის შექმნამდე და შექმნის შემდგომი პერიოდებისათვის. როგორც იყო მოსალოდნელი, ყოველი რიგი აღმოჩნდა ერთგვაროვანი.

მიღებული შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ წყალსაცავის აუზში აღინიშნება თითქმის ყოველი მეტეოროლოგიური ელემენტის რიგის ერთგვაროვნების დარღვევა. სინოტივისა და ნალექების რიგების არაერთგვაროვნების სიხშირე და მნიშვნელობა მეტია ტემპერატურასთან შედარებით. ამასთან, როგორც წესი, ერთგვაროვნების დარღვევის შემთხვევაში სინოტივე და ნალექები იზრდება, ტემპერატურა კი – მცირდება.

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. Метревели Г.С. Водохранилища Закавказья. Л., 1983.
2. ბოლაშვილი ნ., გელაძე ვ., ზაქარაშვილი ნ. და სხვ. სიონის წყალსაცავის გავლენა მეტეოროლოგიურ ელემენტებზე. ვახუშტი ბაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული, ახალი სერია 1(80), თბ., 2006.
3. Митрополский А.К. Техника статистических вычислений. М., «Наука», 1971.

შპს 556

ჯვარის წყალსაცავის გავლენა ზოგიერთ მეტეოროლოგიურ ელემენტზე. გელაძე ნ. ბოლაშვილი, თყარალაშვილი, ნიჭავარიანი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 38-40.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. წარმოდგენილ ნაშრომში შეფასებულია ჯვარის წყალსაცავის გავლენა ჰაერის ტემპერატურაზე, ტენიანობასა და ატმოსფერულ ნალექებზე. მეტეოროლოგიური ელემენტების მნიშვნელობებზე წყალსაცავის ზეგავლენის გამოვლენის მიზნით გამოყენებულია შემთხვევით სიდიდეთა რიგების სტატისტიკური ერთგვაროვნების (არაერთგვაროვნების) შეფასების პარამეტრული (სტიუდენტი, ფიშერი)

და არაპარამეტრული (უილკოქსონის) კრიტერიუმები.

UDC: 556

Influence of Jvari Reservoir on Some Meteorological Elements \Geladze V., Bolashvili N., Karalashvili T., Machavariani N. /Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 38-40. - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The paper assesses the influence of the Jvari reservoir on the air temperature, moisture and precipitations. The parametrical (Student, Fisher) and non-parametrical (Wilkokson) criterias of the random values are used to determine the influence of reservoir on meteorological elements.

УДК: 556

Влияние Джварского Водохранилища на Некоторые Метеорологические Элементы. Геладзе В., Болашвили Н., Каралашвили Т., Мачавариани Н. /Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 38-40. – . Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус.

В представленной работе дана оценка влияния Джварского водохранилища на температуру воздуха, влажность и атмосферные осадки. С целью выявления воздействия водохранилища на метеорологические показатели использованы критерии параметрической (Студент, Фишер) и непараметрической (Уилькоксон) оценки статистической однородности (неоднородности) рядов случайных величин.

Херхеулидзе Г. И

Институт Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета, Тбилиси

УДК: 556.123+627.4(048)

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ПРЕДЕЛЬНОГО НАСЫЩЕНИЯ В МЕТОДАХ РАСЧЕТА МАКСИМАЛЬНОГО СЕЛЕВОГО СТОКА

Селевой поток - это перемещение по руслу высококонцентрированной смеси жидкой и твердой компоненты. Источниками твердого материала для образования селевых потоков служат: продукты денудационных процессов - рыхлообломочные материалы, накапливающиеся на склонах и поступающие в русло неорганизованные отвалы отработанной горной породы, беспорядочно сваливаемой на прирусловые склоны и берега горных рек. (Твердая компонента может включать воду в виде снега и льда, а также любые твердые материалы захваченные потоком, и даже целиком состоящие из этих материалов). Повышенная опасность трансформации твердых материалов в селевой сток возникает в зонах оползней, обвалов, особенно если они полностью перекрывают русло, образуя плотины, а также в зонах расположения земляных плотин, в случае их прорыва.

Источником жидкой составляющей селевых потоков являются: дождевые осадки, (преобладающий генезис), объём и интенсивность которых достаточны для приведения в движение рыхлообломочных материалов в виде селевого стока; заполненные водой (или любыми другими жидкостями) емкости, искусственных и естественных озер и любых водохранилищ образованных плотинами различного генезиса (гляциального, тектонического, обвального, оползневого, техногенного и т.п.); водяные смерчи, обрушивающиеся в горных ущельях.

Для оценки селевой опасности и выработки защитных мероприятий необходимы данные, характеризующие условия образования селей, и параметры селевого стока (расход, плотность, скорости течения и уровни затопления, объёмы наносов жидкого и твердого материалов). Расчет этих параметров основывается на определенных концепциях и моделях формирования и трансформации селевого потока в процессе движения по руслу. Развитие различных подходов к описанию этих сложных многофакторных процессов можно проследить по работам, опубликованным в трудах селевых конференций

Процесс существования селевого потока условно делится на три стадии формирование, транзитное движение и остановка. Механизм взаимодействия составляющих селевую массу воды и рыхлообломочных материалов в зависимости от их гранулометрического и минералогического состава может быть различным на всех трех стадиях, также как может быть различной и направленность процессов изменения концентрации твердого материала (содержание грунта в потоке). Так, селевые потоки могут возникать в результате переувлажнения и быстрой потери устойчивости рыхлообломочных масс скопившихся в селевых очагах с крутыми уклонами склонов и русла, с последующим переходом в течение в виде руслового потока, а могут образовываться в результате насыщения грунтом мощного паводкового или прорывного водного потока. В первом случае плотность селевой массы близка к предельной уже в момент начала движения, и на всех трех стадиях, как правило, меняется незначительно, если не происходит ее разжижение в результате обильной боковой приточности на устойчивых к размыву участках речной долины. Во втором случае водный сток трансформируется в селевой в результате набора рыхлообломочного материала в процессе движения потока за счет вбирания руслового и склонового рыхлообломочного материала, причем колебания плотности могут быть значительными за счёт отложения части твердого материала на пологих участках русла и образования прибрежных валов, либо нового набора его на участках с более крутым уклоном.

Формирование и движение селевого потока - сложный, многофакторный процесс, описание которого возможно путем выделения основных факторов, с последующей настройкой модели на максимальное соответствие фактическим данным.

К числу моделей и основанных на них методов расчета характеристик селевых потоков различного генезиса, имеющих практическую реализацию, наряду с известными моделями КазНИИ, ГГИ, ГрузНИИГиМ, относится модель интегрального селевого стока (т.н. «методика ЗакНИИ»), построенная на концепции предельного насыщения (автор концепции и модели И. И. Херхеулидзе). Апробированная в ведомственных нормах ВСН 03-76 [1], она в дальнейшем совершенствовалась рядом разработчиков (самим автором, а также Г.И.Херхеулидзе), и имеет широкое применение в проектной практике, в особенности в сфере транспортного строительства, прокладки коммуникаций через селевые водотоки.

В основе построения методики расчета характеристик селевого стока (Инструкция ВСН 03-76, [1]) лежит концепция предельного насыщения селеформирующего водного стока [2], которая получила развитие в [3,4] и

დრ. Уравнение баланса объемов компонентов, слагающих селевую массу (V_C), прошедшую через расчетный створ в заданный промежуток времени $T = t_2 - t_1$, записывается в следующем виде:

$$V_C = V_T + V_{\Pi} + V_B = V_T + (V_{\text{ВП}} + V_{\text{ВЗД}}) + V_B, \quad (1)$$

включая поступивший с грунтом воздух, и

$$V_C = V_T + V_{\Pi} + (V_B - V_{\text{ВЗД}}), \quad (2)$$

если воздух замещен частью поступившей воды.

V_T , $V_{\text{ВП}}$, V_B , $V_{\text{ВЗД}}$ - соответственно объемы твердой компоненты в плотном теле (грунта без учета объема пор), воды, заполнявшей поры грунта, воды внешних источников (ливневого, поверхностного стока, прорывного стока и т.п.), воздуха заполнявшего поры грунта. Расход селя, осредненный за расчетный промежуток времени Δt , при этом равен $Q_{\text{CP}} = V_{\text{CAL}} / \Delta t$. Приведенные соотношения могут рассматриваться в дифференциальной форме. Селевая смесь (масса) характеризуется соотношениями: $V_T / V_C = S_0$ - объемная концентрация; $V_{\Pi} + V_B / V_T = \varepsilon_C$ - коэффициент пористости селевой массы; $\delta = V_{\Pi} / (V_{\Pi} + V_B)$ - коэффициент, характеризующий соотношение объемов пор селеформирующего грунта и селевой массы (или раздвижку пор селеформирующего грунта при смешении с водой внешних источников). В качестве одного из основных факторов учета физико-механических свойств селевой массы в методике ЗакНИИ (И.И. Херхеулидзе) введены переменный предел текучести и связанная с ним объемная концентрация на пределе текучести $S_{\text{пт}} = f(\rho_T, l)$, а также коэффициент текучести селевой массы.

$$W_{\text{от}} = 1 - S_{\text{оп}} / S_{\text{пт}}, \quad (3)$$

где $S_{\text{оп}} = f(S_{\text{пт}}, \lambda_{\text{sp}}, \mu, l)$ - фактическая объемная концентрация твердого материала в потоке. Характеризуя степень раздвижки наиболее плотной упаковки частиц, коэффициент текучести при надлежащем учете является весьма удобным параметром для определения меры текучести селевой массы. Заметим, что позже аналогичные характеристики использованы Ю.Б.Виноградовым, а также Т. Г. Войнич-Сяноженцким в теоретических построениях.

ρ_T, l - плотность скелета грунта и предел текучести тонкоглинистых фракций по Аттербергу; λ_p, μ, l - коэффициент перехода от обеспеченности 1% к другим обеспеченностям, коэффициент селевой активности бассейна водотока, средний уклон главного тальвега бассейна. Заметим, что позже аналогичные характеристики использованы Ю. Б.Виноградовым, а также Т. Г. Войнич-Сяноженцким в теоретических построениях.

$$\mu = \sum_{i=1}^n (F_i z_i), \quad (4)$$

F_i , - площади отдельных участков бассейна (площадью F), характеризующиеся коэффициентами селевой активности z_i .

Параметры стока и русловые характеристики селя в методике [3] определяются на основе базовой формулы селевого расхода p -й обеспеченности

$$Q_{\text{CP}} = q_{1\%} m_a \lambda_p (1/W_{\text{от}})^{1.08} F. \quad (5)$$

$q_{1\%}$ и λ_p - модуль максимального 1%-ного дождевого стока и коэффициент перехода от обеспеченности 1% к другим обеспеченностям; $m_a = H_{1\%} / K$ - коэффициент гидрологического района, где $H_{1\%}$ - максимальный суточный слой осадков ($p=1\%$).

В процессе практической апробации методики [3], с оценками основных параметров, в неё был внесён ряд

изменений и усовершенствований. Формула (5) нами преобразована к виду

$$Q_{\text{CP}} = Q_{\text{В1\%}} \lambda_p (1/W_{\text{от}}) = Q_{\text{ВР}} \lambda_p k_w. \quad (6)$$

$Q_{\text{В1\%}}$ - водный расход 1%-й обеспеченности; $k_w = 1/W_{\text{от}} = S_{\text{пт}} / (S_{\text{пт}} - S_{\text{оп}})$ - коэффициент трансформации водного расхода в селевой. Показатель степени при k_w нами снят, т.к. его влияние на результат не выходит за рамки погрешности расчётов. По одному из последних предложений И.И. Херхеулидзе, при развитии в селевых очагах рыхлообломочных грунтов с числом Лохтина $L = d_{\text{cp}} / l_{90} = 0.5 \div 0.6$, в величину $S_{\text{оп}}$, определяемую по формуле (3) инструкции [1] следует ввести поправку $\xi = [1.5 / (L+1)]^x$, где $x_3 = 10 / (l_{90} + 100)$. Однако, информация об возможных уклонах русла и диаметре селевых очагов на практике обычно отсутствует или недостоверна. Поэтому, на данном этапе данную поправку вводить не обязательно. Структура формулы (5) позволяет реализовать другое, весьма ценное указание И.И. Херхеулидзе [5] о возможности (и целесообразности) определения водного расхода $Q_{\text{ВР}}$, наряду с рекомендованным в инструкции ВСН 03-76, другим - наиболее репрезентативным (детализированным) для данных условий методом (например по рекомендациям технических указаний [8] для Кавказа). В случае определения водного расхода по [1] или по другим методом на основе слоя осадков $H_{1\%}$, для определения этого параметра нами рекомендуется использовать данные ЗакНИИ и КазНИИ, нанесенные на карты селевой опасности (в частности [7,8]).

В связи со справедливой критикой заложенного в ВСН 03-76 ограничения концентрации твердой компоненты на пределе текучести величиной $S_{\text{пт}} \leq 0,705$ и соответственно плотности $\rho_C \leq 2,05$ нами осуществлен анализ этого параметра. В частности, на примере n -кратного последовательного заполнения пор рыхлообломочного материала более мелкими фракциями показано, что в пределе концентрация стремится к 1, т.е. ясно, что теоретического предела плотности заполнения нет и предельная плотность, как это подтверждается рядом данных измерений (Г.М.Беручашвили, Ю. Б. Виноградова, В. С. Степанова и др.) может значительно превышать плотности упаковки равновеликих сфер. Что касается наличия фактического предела, то оно обусловлено физико-механическими характеристиками грунтов заполняющих поры. Для практических натуральных селевых смесей этот предел принят на основании данных измерений КазНИИ равным 0.85 (чему примерно соответствует $\rho_C = 2,50$).

При использовании таблицы 1 ВСН 03-76, с удельными коэффициентами селеактивности для характерных участков бассейна большие неудобства представлял слишком широкий диапазон значений z_i для каждого из характерных участков, в связи с чем нами предложено её модифицированное представление (таблицы 1,2). Разумеется, приведенная схема определения селевой активности подлежит уточнению на основе апробации, с дополнительным учетом региональных геологических особенностей селеформирования, и с переходом, по возможности, к количественным показателям, характеризующим возможный вклад различных селевых очагов в формирование селевых потоков.

При производстве расчетов на предварительной стадии проектирования, до проведения полевых обследований селевых бассейнов, по нашей рекомендации, допускается определять коэффициент селеактивности μ по формуле

$$\mu = K_{\mu} I^{X_4}, \quad (7)$$

где I - средний уклон лога в ‰. Значения K_{μ} и X_4 принимают по таблице 3.

Категории селеопасности принимают по картам селеопасных территорий, имеющимся в территориальных управлениях гидрометслужбы. Степень эрозийной пораженности оценивают по крупномасштабным топографическим картам и материалам дешифрирования аэрофотоснимков с использованием удельных коэффициентов селеактивности z_i по таблицам 1 и 2. Рекомендованное в инструкции [1] значение $\mu \geq 0.063I^{0.40}$ даёт концентрации $S_{ор}$ близкие к предельным.

Таблица 1 Удельные коэффициенты селеактивности z_i
(I - селевые очаги примыкающие к селевым руслам,
II - селевые очаги не связанные непосредственно с
русловой сетью)

Категория	Характеристики (категории) участков характер и степень развития эрозийных процессов	Индекс порц	z_i	
			I	II
1	Зоны накопления рыхло-обломочного материала в мощных эрозийных врезках, у границ ледников и снежников. Конусы выноса селевых притоков и лавинных лотков. Русла и террасы главного тальвега и основных притоков, выполненные мощными отложениями рыхлых материалов, с неустойчивыми склонами, подрезанными при проходе высоких вод	K1	1,0	0,80
		K2	0,90	0,85
		K3	0,85	0,80
		K4	0,80	0,75
		K5	0,75	0,70
		K6	0,70	0,65
2	Обнаженные крутопадающие склоны, подверженные интенсивному выветриванию, зоны развития обвалов, камнепадов, оползней и осыпей (сформировавшиеся селевые очаги)	K1	0,80	0,70
		K2	0,70	0,60
		K3	0,65	0,55
		K4	0,55	0,45
		K5	0,50	0,40
		K6	0,45	0,35
3	Зоны под пахотой или изреженным лесом и кустарником с выбитой подстилкой, с повреждением почвенного покрова и обнажением коренных пород (селевые очаги в начальной стадии формирования)	K1	0,40	0,30
		K2	0,35	0,25
		K3	0,30	0,20
		K4	0,15	0,15
		K5	0,10	0,10
		K6	0,10	0,10
4	Зоны под сомкнутым лесом с нормальной подстилкой, но при плохо организованном лесном хозяйстве, с возможным образованием карчехода и заломов	-	0,10	0,05
5	Зоны под альпийскими лугами с полноценным дерновым покровом и нормально организованным выпасом скота	-	0,06	0,04
6	Зоны под сомкнутым лесом с полноценной подстилкой и правильно организованным лесным хозяйством	-	0,03	0,01

Примечание: Индексы комплексов селеформирующих пород даны в таблице 2

Параметрический анализ модели предельного насыщения, позволяет сделать вывод о том, что по числу и составу предикторов, она, достаточно полноценна и не уступает другим современным моделям, что дает основания для ее дальнейшего совершенствования путем уточнения и усовершенствования способа учета входящих

параметров. Теоретически рассматриваемая модель может быть использована для любых типов селей, однако ее практическая реализация в настоящее время осуществлена лишь с использованием сведений о селевых потоках ливневого генезиса, для которых разработаны рекомендуемые на сегодняшний день методы (типа модифицированной методики ВСН (03-76) [1]. Механизм формирования высокоплотных селей в области $S_0 \rightarrow S_{III}$ весьма сложен и подлежит специальным исследованиям.

Таблица 2 Характерные комплексы селеформирующих пород

Индекс	Состав комплекса
K1	Скальные и полускальные породы, легко размываемые аспидные и глинистые сланцы, песчаники, мергели, мергелистые известняки, аргилиты.
K2	Связные глинисто-песчаные породы верхней юры и олигоцен - миоцена, глины, аргилиты, песчаники с прослоями мергелей и конгломератов.
K3	Грубообломочные молассовые отложения со связными и песчаными породами миоплиоцена, конгломераты с прослоями и линзами глин, суглинков и рыхлых песчаников.
K4	Скальные породы вулканогенно-осадочной формации бассейна и среднего эоцена, роговообманковые и альбитовые порфириты из туфа, туфо-песчаники, туфобрекчии, лавовые брекчии.
K5	Высокопрочные породы, кристаллические сланцы, филлиты, Анизотропные гнейсы, гранитоиды.
K6	Высокопрочные скальные породы карбонатной формации мела и верхней юры, брекчированные и долматизированные известняки, доломиты, песчаные и мергелистые известняки.

Таблица 3 Параметры коэффициента селеактивности μ_i

Степень пораженности эрозией	Категория селеопасности	Параметры	Высота расположения очагов					
			более 3000	2800	2600	2400	2200	2000 и менее
Высокая (наличие крупных очагов 1-ой категории)	I	K_{μ}	0,080	0,075	0,070	0,065	0,060	0,065
		x_4	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35
Средняя (наличие крупных очагов 2-й категории)	II	K_{μ}	0,055	0,050	0,045	0,040	0,035	0,030
		x_4	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40
Низкая (наличие значительного количества очагов 3-й категории)	III	K_{μ}	0,040	0,040	0,035	0,035	0,020	0,020
		x_4	0,40	0,40	0,35	0,35	0,30	0,30

ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES-ლიტერატურა

1. Инструкция по определению расчетных характеристик дождевых селей. ВСН 03-76. - М.Ж Гидрометеиздат, 1976.
2. Херхеулидзе И.И. К вопросу о предельном насыщении селевых потоков твердыми материалами / Движение наносов в открытых руслах. - М.: «Наука», 1970, с. 135-140.

3. Херхеулидзе И.И. Определение параметров максимального селевого стока по элементам селеформирующего водного стока. Тр. ЗакНИИ Госко-мгидромета, 1984, вып. 83(90), с. 47-60.
4. Херхеулидзе Г.И. О концепции предельного насыщения и методах расчета основных характеристик селевых потоков //XVI Всесоюзная научно-техническая конференция по методам расчета и прогноза селевых потоков. Тезисы докладов. - М. - Гидрометеоздат. - с. 44-53.
5. Херхеулидзе И.И. Определение параметров максимального селевого стока по элементам селеформирующего водного стока. – Тр. ЗакНИИ Госкомгидромета, 1984, вып. 83(90), с. 47-60.
6. Технические указания по расчёту максимального стока рек в условиях Кавказа (Г.Д. Ростомов). Тбилиси: ЗакНИИ Госкомгидромет СССР, 1980;
7. Карта селевой опасности Закавказья и Дагестана (М 1:1 млн. под ред. Г.И. Херхеулидзе) - М.: ГУГК СССР, 1989.
8. Карта обеспеченности селеопасных районов Грузинской ССР гидрометеорологической информацией (М 1:1 млн., по ред. Г.И. Херхеулидзе) 1968. - М.: ГУГК СССР, 1989.

შპს 556.123+627.4(048)

ზღვრული გაჯერების მოდელის პარამეტრების შეფასება მაქსიმალური ღვარცოფული ჩამონადენის გაანგარიშების მეთოდებში. /ხერხეულიძე გ. ი./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 40-43.- რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

განიხილება ღვარცოფული ნაკადის მყარი შემდგენითი ზღვრული გაჯერების კონცეფციის საფუძვლები რომლის დროს ჯერ კიდევ შესაძლებელია მისი მოძრაობა; მოცემულია ზღვრული გაჯერების მოდელის პარამეტრები, რომლებიც გამოიყენება ღვარცოფის მახასიათებლების გაანგარიშებაში, და მათი სრულყოფის რეკომენდაციები.

UDC: 556.123+627.4(048)

Evaluation of the model parameters of the limit saturation in the methods of calculating the maximum debris flow runoff. Kherkheulidze/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 40-43. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The basics of the concept of debris flow limiting saturation by solid component, in which it is still possible to move, are considered; estimates of the basic parameters of the model used in the methods calculating the characteristics of mudflow and suggestions for their improvement are given.

556.123+627.4(048)

Оценка параметров модели предельного насыщения в методах расчета максимального селевого стока. /Херхеулидзе Г.И./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 40-43. – . Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Рассматриваются основы концепции предельного насыщения селевого потока твёрдой компонентой, при котором ещё возможно его движение; даются оценки основных параметров модели предельного насыщения, используемых в методике расчета характеристик селя и предложения по их совершенствованию.

Мамедов Дж.Г.

Институт Географии им. акад. Г.А.Алиева НАНА, Баку
УДК 551.48.212(479.24)

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКИ СЕЛЕЙ

По особенностям разрушительных действий сели в большинстве случаев аналогичны другим стихийным бедствиям ,а в некоторых случаях даже доминируют. Так например, известно, что из-за паводка р. Хуанхе в 1987 году погибло 900000 человек ,а во время землетрясения в Токио в 1923 году - 100000 человек. По мнению исследователей [Мамедов, Иманов, 2003] 40% происходящих спонтанных событий в мире является результатом максимальных расходов воды. Поэтому большое внимание уделяется вопросам ущерба, причиненного селями. По расчетам исследователя [Захашвили, 1969] в течение 1896-1965 годов в 50 селевых реках Кавказских рек наблюдалось 114 событий селей. Согласно другому исследователю, [Набиев, 1985] за 1964-1993 годы в селевых реках Азербайджана наблюдалось 139 селевых событий ,из них 62 случая относится к рекам южного склона Большого Кавказа. По мнению исследователя в 1890-1987 годах в реках территории Азербайджана наблюдалось 338 селевых событий (в среднем в год 3.5 случаев сели) , в том числе в реках на Большом Кавказе 160 случаев сели (в среднем в год 1.6 случаев). Только в бассейне Кишчай за указанный период наблюдалось 22 крупнейших случая прохождения сели. Анализ показывает ,что измерения по следам прошедших селевых потоков проводились не по единой методике расчета, что создает трудность сравнения результатов исследований объема сели. Кроме того, сведения о количестве селей исследователей [Захашвили, 1969; Набиев, 1985] за отдельные периоды и годы вызывают сомнения близости к истине. Также, согласно данным автором не ясно повторение сели относится в одному речному бассейну или охватывающей территории всех рек Далее, по исследованиям [Набиев, 1985] прохождение сели на Большом Кавказе приходится между месяцами апрель-октябрь из-них на май-август месяцы приходится 91,8%, а максимальное количество селей (19 селей или 30.6%) наблюдается в мае месяце. На наш взгляд начальные и конечные месяцы интервала прохождения селей (апрель и октябрь месяцы) несколько удалены .Как известно, для формирования сели необходимо засуха территории в летний период и затем выпадение обильных дождей (2-3 мм/мин).В этом отношении вышеуказанное количество селей вызывает сомнения. Однако в 70-80 годах такие условия были и возможны в летний период. В этот период в апреле и сентябре на реках сели проходили в виде паводка. В последнее время в связи с глобальным потеплением климата сели формируются в раннее и позднее лето. Ряд исследователей [Рустамов, 1959;Виноградов, 1980;Эюбов и др. 1998;] на основании обобщений составили классификацию селей, которая в свое время имела большое значение , однако из-за глобального потепления климата требуется ее новая версия.

Следует отметить, что в 30-е годы прошлого столетия в связи с уничтожением массовых лесов из-за целины, создания плотин из лесных материалов ,а также строительного материала и топлива в реках проходили катастрофические сели. В этом отношении уместно было бы сопоставить северо- восточный склон с южным

склоном Большого Кавказа. Характерно, что из-за обеспечения населенных пунктов и промышленных районов газом по сравнению с южным склоном на северо-восточном склоне Большого Кавказа повторение сели уменьшилось [Эюбов, 1962]. По мнению исследователя на южном склоне Большого Кавказа на высоте 1700-3600 м в июнь-сентябрь месяца средняя интенсивность атмосферных осадков в сутки колеблется в пределах 6-13 мм. Это значение по сравнению с другими горными районами республики в 1.2-1.5 раза завышено.

Как известно при формировании сели суточные максимумы осадков имеют особую роль. По данным исследователя, в пункте Закаталы суточные максимальные атмосферные осадки составляли в 1943 и 1944 годах соответственно 112 и 171 мм, 118 мм в Шеки, в Шемаха в 1930, 1935, 1943 г.г. соответственно 56; 82 и 125 мм, в Кюрдамире 97 мм (Шихлинский, 1968). Подобные осадки наблюдаются и в настоящее время. Максимальные значения суточных осадков не исключены и в других пунктах. По мнению исследователя значения ливневых дождей с большой интенсивностью колеблются в пределах 1-3 мм/мин. Автор также подчеркивает выпадение ливневых дождей с большой интенсивностью продолжается от низкогогорья до высокогорья. Учитывая результаты исследователя, определено выпадение атмосферных осадков во времени. Результаты показывают, что в площади бассейна реки в 1 км² при выпадении осадков с интенсивностью 1; 2 и 3 мм/мин. соответственно образуется 1000; 2000 и 3000 м³ воды. Учитывая вышеизложенное, бассейны рек Большого Кавказа разделены на три равные части как модель для оценки интегрирования стока воды [Таблица]. Анализ таблиц показывает, что в бассейнах рек на площади 30 км² при продолжительности ливня в 30 минут с интенсивностью в 1 мм/мин. образуется 1 млн. м³ воды.

Следует отметить, что хотя в верховье бассейна реки образуется 1/3 часть общего объема дождевой воды, но его интегральные величины достигают до нижней границы высокогорья, а 2/3 часть воды нижней границы среднегорья, а интегральный объем – конуса выноса. Указанные величины характеризуют потенциальные возможности бассейна рек. Однако за 30 минут в площади бассейна выше 40 км² при интенсивности 1 мм/мин. образуется выше 1 млн. м³ воды. При одинаковом времени в площади бассейна 517 км² образующие воды составят 15 510 000 м³, а в площади 952 км² – 28 560 000 м³ и в площади 1500 км² – 45 000 000 м³. Еще выше подобные изменения воды наблюдаются при продолжительности 60; 90; 120 и 180 минут. Это дает возможность определить какой силы существующий в реках паводок или сели. Как известно, сели кратким прохождением сильно отличаются от паводка. В связи с усилением влияния хозяйственной деятельности человека в начале XXI века, а также глобального изменения климата на Земном шаре и их регионах нарушение экогеографического равновесия вызывает частое повторение сели. Об этом в прежних статьях автора дается более подробная информация.

В настоящее время на исследуемой территории увеличилось опустынивание, а это усилило экогеографическое напряжение. Для решения этой проблемы классификация сели имеет важное значение. Группирование сели по прохождению, его повторяемости, активизации и по причиненному ущербу народному

хозяйству в настоящее время имеет особенное значение. Правильное составление классификации сели поможет для защиты населенных пунктов от селей, а также для выделения средств государственного бюджета на это явление. Исследования показывают, что целесообразно сначала оценить гидрологические особенности и ущерб от сели, а затем их группировать. Учитывая вышеизложенное, считаем целесообразным анализировать гидрологические особенности отдельных характерных рек. И так 6 июля 1910 г. на средней высоте водосбора 1800-2200 м в р. Шин в 3 часа ночи начался с ливнем сель. В связи с этим в селении разрушились свыше 130 домов, погибло 400 человек и в таком же количестве животных с. Баш Гюнука. Уровень воды в реках поднялся на 2-3 м. В этих же реках сель с ливнем повторился 14-15 августа 1955 года. Подобный пик селя повторился 8 раз. Ниже 3 км от с Шин у конуса выноса скопление селевых отложений достигло 1-5 м. В этот раз селю унесло 42 дома у с. Ашагы Шабалыд, а также были покрыты селевыми наносами садовые и посевные поля. Был нанесен ущерб Баш Гюнукуской ГЭС.

По данным Рустамова объем селевых выносов на реках южного склона Большого Кавказа достигает 10 млн. м³ [Рустамов, 1962]. Автор также отмечает, что на этих реках при скорости 3 м/с сель может достигнуть конуса выноса за 1-3 час. Как известно, скорость катастрофической сели бывает еще выше, которую измерить трудно из-за отсутствия современных приборов. Такой сель достигает конуса выноса меньше чем за 1 час времени. Нанесение ущерба уже ясно. Такие сели в 1962 и 1963 годах проходили на р. Талачай и р. Мухахчай. В последний период из-за глобального изменения климата сели на реках часто повторяются. Так в 1994 году на реках исследуемой территории прошло выше 20 селей. Наибольшие сели также проходили на реках Дамирапаранчай, Катехчай и Тиканлычай. Следует отметить, что в 1994 году проходящий сель из Дамирапаранчая в Габалинском районе смыл 150 млн. м² асфальтовой поверхности дорог. Однако, на других реках не обошлось без человеческих жертв. Так проходящий сель на р. Кишчай унес жизнь в г. Шеки 1 человека, а на р. Агричай в Исмайыллах 3 человек. Наряду с этим, 13 августа 1999 года проходящий сель на р. Дамирапаранчай покрыл улицы г. Габала грязью толщиной 30-40 см. В это же время проходящий грязевой сель от Дамирапаранчая и Тиканлычай залил водой около 70 домов. Расход воды этих рек соответственно составил 770 и 455 м³/с. [Махмудов, 2008]. Далее в мае-июле 2002 года на реках южного склона Большого Кавказа проходили мощные сели и паводки и нанесли серьезный ущерб народному хозяйству. Так в июне, июле месяцах 2003 года, июле, сентябре месяцах 2004 года проходящие сели на реках Балакенчай, Талачай, Мухахчай, Курмукчай, Дамирапаранчай покрыли грязью сельскохозяйственные распаханые участки. Наряду с этим на реках северо-восточного склона Большого Кавказа в том числе Гусарчай, Велвеличай и Девечичай проходили сели и оползни. В 2005 году на реках южного склона Большого Кавказа, в том числе Мазымчай, Балакенчай, Катехчай, Талачай, Мухахчай, Курмукчай, Шинчай и Дашагылчай проходили сели. Однако 31-го мая этого же года сели на р. Агричай Огузского района и 4-го июня на р. Шинчай Шекинского района нанесли огромный ущерб, в том числе

территория с Ашагы Шабалыд была залита водой. Со стекающих рек с северо-восточного склона Большого Кавказа, в том числе 8-го июня 2008 года Гусарчае, 29 июня 2008 года Чагаджукчае, осенью Гусарчае, Велвеличае проходили сели, а на реках Дамирапаранчай, а также Гусарчай и Велвеличай произошли оползни. С 24-го февраля по 3-е марта и 10 марта 2009 года на реке Гусарчай произошли оползни. Интересными моментами прохождения сели являются их повторяемость и активизация в зависимости от глобального изменения климату и если на р. Балакенчае в сентябре 1932 года объем селевых выносов составлял 372 000 м³, то в июле 2003 году он был равен 1 780 000 м³. В Талачае 28 июля 1936 года объем селя составлял 2 175 000 м³, то 2003 году увеличиваясь достиг 3 686 000 м³. На Курмуқчае 25 июля 1963 года объем проходящего селя составил 1 600 000 м³, а в июле 2003 года его объем составил 2 540 000 м³. В Кишчае 15 августа 1955 года объем селя составил 3 000 000 м³ а 10 июля 1992 года он уменьшился на 358 000 м³. Нами это объясняется газификацией г. Шеки. В этом же году на р.Шин объем селя составил 609 000 м³, а 26 июля 2004 году - 5 000 000 м³. Сравнению также подлежат другие реки исследуемой территории.

Следует отметить, что с 2000 года проходимые на реках сели были более катастрофичными. Полученные выводы от нанесенного селями ущерба дают возможность правильного выделения государственных средств. В соответствии с этим гг.Белакан, Загатала, Гах, Шеки, Гейчай и Гаджигабул, а также сс.Мухах, Чобанкол, Заям, Гезбарах, Шин и др.населенным пунктам и народнохозяйственным отраслям в отдельные годы были выделены денежные средства. В 1939 году во время бывшего СССР было выделено 10000 рублей для постройки 600 м забора в связи с прошедшим селем на р.Кишчай. В дальнейшем выделение денежных средств государством для этого мероприятия возросло. В последние годы для противоселевых мероприятий широко используются конструктивные железобетонные плотины. Это связано с частым повторением селей и их активизацией. Указанное дает основание для правильного составления классификации селей.

Учитывая вышеизложенные гидрологические особенности селей нами составлена их классификация.

1.Наблюдавшие слабые сели, сопровождавшие с выпадением ливневых дождей, охватывающих только равнинные и предгорные части. Хотя здесь интенсивность ливневых дождей достигает до 3 мм/мин., однако малая площадь территории (приблизительно 1/3 часть речного бассейна) и падение создают условия для формирования слабых селей.

2.В реках проходившие сели сопровождавшие ливневыми дождями охватывающими в направлении равнина - низкогорье. Эти сели по сравнению с первой группой более мощные. Хотя здесь тоже интенсивность ливня достигает 3 мм/мин., мощные сели не наблюдаются. Это объясняется тем, что выпавшие ливневые дожди за короткий срок и на малой территории в реках транспортируются.

3. Выпадение ливневых дождей, охватывающих территории от равнины по среднегорью. Эти сели, в отличие от прежних групп сравнительно мощные, характеризуются большими интегральными величинами выпа-

вших ливневых дождей. Указанные сели с нанесением большого ущерба отличаются от прежних групп.

4. Выпадение ливневых дождей на территории в направлении от равнины по высокогорью. Эта группа селей от предпоследней отличается сравнительной мощностью.

5.Выпадение ливневых дождей начинается с высокогорной части речного бассейна. Эта группа от предыдущей отличается выносом большого количества наносов. При этом площадь территории речного бассейна от высокогорья до седнегорья полностью смывается. При таких селях, если интенсивность ливневых дождей составит 3 мм/мин., то в бассейнах рек объем воды будет транспортироваться ниже. В этом случае на реках будет транспортироваться ниже-привиденный объем воды: р.Мазымчай - 5 760 000 м³, р.Балакенчай - 8 820 000 м³, р.Талачай - 8 154 000 м³, р.Мухахчай - 22 410 000 м³, р.Курмуқчай - 9 954 000 м³, Агричай - близ устье - 108 594 000 м³, р.Дамирапаранчай - 7 560 000 м³, р.Геогчай - 88 794 000 м³, р.Гирдиманчай - 21 114 000 м³. При одинаковой продолжительности и интенсивности из других рек будут транспортировать разные объемы воды (Таблица).

6.Сели, создающиеся ливневыми дождями от высокогорья до низкогорья. Мощность и разрушение таких селей выше, чем пятая группа. Территория характеризуется большой эрозивной способностью из-за интегральных объемов селей. Такие сели имеют большую потенциальную энергию. В этой группе, если интенсивность ливня 3 мм/мин., а продолжительность, до 2 часов, то тогда транспортировка сели в разных реках будет нижеследующая: р. Мазымчай - 11 520 000 м³, р.Курмуқчай - 19 908 000 м³, р.Агричай - 217 188 000 м³, р.Тиканлычай р. 14 400 000 м³, р.Дамирапаранчай - 15 120 000 м³, р.Гейчай - 177 588 000 м³ и р. Гирдиманчай - 33 372 000 м³ (Таблица).

Таблица Объемы воды при разных интенсивностях выпадения атмосферных осадков на реках южного склона Большого Кавказа

#	Общая площадь бассейна и его элементарные части, F, f, f ₃ , км ²	Ливневые дожди с интенсивностью 1,2,3 мм/мин									
		объем, тыс. м ³			объем за 30 минут, тыс.м ³			объем за 60 минут, тыс.м ³			
		1 мм/мин.	2 мм/мин.	3 мм/мин.	1 мм/мин.	2 мм/мин.	3 мм/мин.	1 мм/мин.	2 мм/мин.	3 мм/мин.	
1	Мазымчай-Мазым										
	F 96	96	192	288	2880	5760	8640	5260	11520	17280	
	f ₁ 32	32	64	96	960	1920	2880	1920	3840	5760	
	f ₃ 64	64	128	192	1920	3840	5760	3840	7680	11520	
2	Балакенчай-Балакен										
	F 146	146	292	438	4380	8760	13140	8760	17520	26280	
	f ₁ 48,7	49	98	147	1460	2940	4410	2940	5880	8820	
	f ₃ 97,4	97	194	291	2922	5820	8730	5820	11640	17460	
3	Катехчай-Габиздара										
	F 236	236	472	708	7080	14160	21240	14160	28320	42480	
	f ₁ 78,7	79	158	237	2367	4740	7110	4740	9480	14220	
	f ₃ 157,4	157	314	471	4722	9420	14130	9420	18840	28260	
4	Талачай-Загатала										
	F 136	136	272	408	4080	8160	12240	8160	16320	24480	
	f ₁ 45,3	45	91	136	1359	2718	4077	2718	5436	8154	
	f ₃ 90,6	91	181	273	2718	5436	8154	5436	10872	16308	
5	Мухахчай-Мухах										
	F 373,4	373	746	1119	11202	22404	33606	22404	44808	67212	
	f ₁ 124,5	124	248	372	3735	7440	11205	7470	14940	22410	
	f ₃ 249	249	498	747	7470	14940	22410	14940	29880	44820	
6	Курмуқчай-Илису										
	F 166	166	322	498	4980	9960	14940	9960	19920	29880	
	f ₁ 55,3	55	111	166	1659	3318	4977	3318	6636	9954	
	f ₃ 110,6	111	221	332	3318	6636	9954	6636	13272	19908	
7	Курмуқчай-Сарыбаш										
	F 67,5	67,5	135	202	2025	4050	6075	4050	8100	12150	
	f ₁ 22,5	22	45	68	675	1350	2025	1350	2700	4050	
	f ₃ 45,0	45	90	135	1350	2700	4050	2700	5400	8100	

7.Создающие сели ливневые дожди от высокогорья до равнины. Эти сели сильно отличаются от всех вышеуказанных катастрофическими особенностями. При этих селях с интенсивностью ливня 3 мм/мин. и продолжительностью 2 часа на характерных реках должны проходить нижеследующие селевые объемы р. Мазымчай - 17 200 000 м³, р.Балакенчай - 26 280 000 м³, р.Талачай - 24 480 000 м³, р.Мухахчай - 67 212 000 м³, р.Курмуқчай - 29 880 000 м³, р.Агричай - 325 800 000 м³, р.Дамирапаранчай - 22 680 000 м³, р. Гейчай - 266 400 000 м³.

Анализ классификации показывает, что при одинаковых интенсивности и продолжительности ливневых дождей в разных частях рек, а также разных реках проходят неодинаковые селевые объемы

ლიტერატურა- REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов Б.Б.Этюды о селевых потоках.Л.,Гидрометеиздат,1980.
2. Захашвили М.А.Некоторые вопросы формирования селей на селеактивных реках Закавказья.Тр. Зак. НИГМИ,1969.
3. Мамедов М.А.,Иманов Ф.А.Общая Гидрология .Изд.БГУ, Баку, 2003 ,230 с.
4. Махмудов Р.Н.Региональные аспекты изменения климата и опасные гидрометеорологические явления в Азербайджане .Межд.конф. по проблемам гидрометеорологической безопасности. Москва, 2008 ,с.43-47.
5. Рустамов С.Г.Классификация и районирование селевых потоков на примере Азербайджана.В кн.: Материалы IV Всесоюзной конференции по селевым потокам.Алма-Ата,1959.
6. Набиев Г.Л.Сели в Азерб.ССР и условия их формирования. Изв. АН Азерб. ССР ,сер. Наук о Земле ,1985,№6.
7. Шихлинский Э.М.Атмосферные осадки .В кн.: Климат Азербайджана. Изд-во АН Азерб. ССР ,Баку , 1968 ,с.152-185.
8. Эюбов А.Д.Климатические факторы формирования селей в горах Азербайджана. В кн.:Материалы V Всесоюзного совещания по изучению селевых потоков и мер борьбы с ними.Баку,1962.
9. Эюбов А.Д.,Гулузаде В.А.,Набиев Н.Л.,Мамедов Дж.Г.Сели бассейнов рек Киш и Шин .Баку,Изд.«ЕЛМ»,1998 , 216 с.

УДК 551.48.212(479.24)

ღვარცოფის კლასიფიკაცია და შეფასება/ჯ.მამედოვი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117-გვ. 43-46.- რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

გამოკვლევა გვიჩვენებს, რომ ერთნაირი ინტენსიური, ძლიერი წვიმების შედეგად სხვადასხვა სიდიდის მდინარეების აუზებში წარმოიქმნება სხვადასხვა მოცულობის ღვარცოფი.

დადგენილია, რომ ძლიერი წვიმების შემთხვევაში მდინარეებზე მაღალმთიან რაიონებში გამოტანის კონუსამდე მიმართულებით, უკანასკნელში შეიქმნება კატასტროფული ღვარცოფი.

UDC: 551.48.212(479.24)

CLASSIFICATION OF TORRENTS AND THEIR EVALUATION/Mamedov J.H./Transactions of the Institute of Hydro-meteorology, Georgian Tekhnical University. -2011. - т.117. - pp. 43-46. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The analysis show that though the downpours fall in equal intensity in the same time the capacity of torrents formed in different river basins are not equal.

It was defined that the torrents caused by downpours that happened from high mountainous towards in front mountainous and plain territory surrounding the whole basin are catastrophic

УДК: 551.48.212(479.24)

КЛАССИФИКАЦИЯ И ОЦЕНКИ СЕЛЕЙ/Мамедов Дж.Г./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2011. - т.117. - с. 43-46. - . Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус

Исследования показывают, что при одинаковых выпадениях интенсивных ливневых дождей в разных величинах речных бассейнов образуются различные селевые объемы.

Определено, что при выпадении ливневых дождей на реках в направлении от высокогорья до конуса выноса в последнем образуются катастрофические сели.

Н.А.Бегалишвили,Т.Н.Цинцадзе, В.Ш.Цомая,

К.А.Лашаури, Н.Н.Бегалишвили, Н.Т.Цинцадзе

Институт Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета

УДК 551.49

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО СТОКА РЕК И ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ГРУНТОВЫХ ВОД В ГРУЗИИ

Введение

Исследование поверхностного и подземного стока рек, их взаимосвязи и взаимодействия является весьма актуальным и имеет важное значение для решения ряда теоретических и прикладных задач в области гидрологии, гидрогеологии, геологии, геофизики и геохимии. В частности, от успешного изучения подземного питания рек, условий формирования подземного стока, его динамики и режима, внутригодового распределения, зависит дальнейшее развитие методов мониторинга и прогноза речного стока, оценки прогноза водных ресурсов всех видов. Решение указанных исследовательских и научно-технических задач может обеспечить устойчивое развитие социально-экономической сферы страны: способствовать комплексному использованию и охране водных ресурсов; управлению поверхностным и подземным стоком; гидроэнергетическому проектированию; сельскохозяйственному орошению; водоснабжению населения, и в целом водообеспечению различных отраслей экономики.

Грузия богата ресурсами поверхностных и подземных вод. Практически все хозяйственно-питьевое водоснабжение республики основано на использовании подземных вод.

Как известно, все виды подземных вод условно разделяют на возобновляемые (динамические) и вековые (статические). Динамические подземные воды существуют в зоне активного водообмена, появляются на земной поверхности в виде временно или постоянно действующих родников, дренируются в бассейнах рек, и в конечном итоге, представляют собой устойчивую часть стока рек. На их формирование оказывают влияние климат, рельеф, структурные геологические и гидрогеологические факторы. В условиях глобального потепления, когда могут иметь место неоднородные по территории изменения климатических характеристик радиационных потоков, температур воздуха и почвы, осадков, ветра, влияющих на процессы испарения, инфильтрации, эвапотранспирации, следует ожидать воздействие изменения климата на поверхностный и подземный сток рек и, следовательно, на водные ресурсы в целом.

В настоящей статье предметом исследования являются почво-грунтовые воды в зоне активного водообмена, формирование подземного стока рек, оценка ресурсов

подземных вод, подверженных воздействию климата и его изменений.

Оснiвы расчета подземного стока, оценки запасов почво-грунтовых вод

Подземные воды являются одним из источников питания рек, озер, болот, запас которых, как правило, определяется расчленением гидрографа реки [1-9]. При этом получены разные оценки этого запаса [1,8]. Однако суммарная его величина для всех континентов не превышает 35% от общего объема стока рек [7]. В дальнейшем обзор оценок условий формирования подземного питания рек на территории Грузии дается с привлечением коэффициента подземного питания, равного

$$K = \frac{Q_n}{Q_p} 100\%, \quad (1)$$

где Q_n - подземный, а Q_p - общий речной сток. Коэффициент указывает на долю участия подземного стока в общем стоке рек и характеризует степень взаимосвязи поверхностных и подземных вод. Он рассчитывается для тех бассейнов и районов, где подземный сток формируется дренированием водоносных горизонтов реками.

В условиях Грузии благоприятными условиями формирования подземного питания отличаются бассейны рек Западного и Центрального Кавказа. Согласно [2,3], в этих регионах K в основном изменяется в пределах 20-40% и более, что во многих случаях указывает на высокую степень влияния карста на сток рек. В бассейне р.Курь наибольшее подземное питание имеют левобережные притоки - Ксани, Арагви, Иори. Доля их подземного питания достигает 30%, а в верховьях р.Белая Арагви, в условиях трещиноватых лав в геологической структуре бассейна, $K=50\%$. Огромная доля подземного стока (более, чем 60%) отмечается в среднем течении бассейна р.Алазани, что вызвано обильным питанием левобережных притоков подземными водами. В пределах восточной части Большого Кавказа подземное питание составляет 20-40% речного стока. Необходимо отметить исключительно благоприятные гидрогеологические условия Джавахетского нагорья, где наличие водонепроницаемых вулканических пород обуславливает большую долю подземного стока в общем речном - максимальное значение коэффициента составляет 40-50%. В западной части нагорья, в бассейнах причерноморских рек доля подземного питания относительно низкая - $K=25-30\%$.

Все эти оценки объемов подземного стока по речным бассейнам или районам получены с помощью соответствующих зональных связей, средних относительных значений подземного стока и данных о водных ресурсах отдельных речных бассейнов, в основу которых положены результаты воднобалансовых расчетов, а также расчленение гидрографов рек.

Как известно, применение метода расчленения гидрографа сопряжено с определенными условностями при проведении кривых, отделяющих объемы снегового, дождевого, ледникового и подземного питания. Субъективность расчленения приводит к погрешности, достигающей 15-20% [1]. К этой погрешности могут добавиться и другие, например, связанные с выбором гидрографа среднего года. Этот отбор проводят путем сравнения норм стока реки. При этом может возникнуть погрешность, превышающая 5-7%. В конечном итоге

суммарная погрешность может составить величину 25-30%. Поэтому, чтобы устранить указанные недостатки анализа и избежать этих погрешностей, примем, что естественные ресурсы подземного стока соответствуют значению минимального среднемесячного стока зимнего периода. Как правило, это месяцы декабрь, январь, февраль. В некоторых случаях минимальный сток может быть отмечен в марте, например, для высокогорных бассейнов, а также в ноябре - в бассейнах рек низких зон. Малый сток летней межени может быть вызван интенсивным забором воды на орошение. Таким образом, в данной работе подземный сток выделен по расходам зимних месяцев - это, как правило, декабрь или январь, в отдельных случаях - февраль. При таком подходе минимальный сток, как характеристика подземного питания, во всех вариантах должен быть меньше величины, полученной при расчленении гидрографа. В табл.1 дается сравнение величин подземного стока, рассчитанных указанными методами для девяти зон, определенных районированием территории Грузии [9].

Таблица 1. Результаты оценок запасов подземного (грунтового) стока $Q_{гр}$ м³/с, рассчитанных расчленением гидрографа и по минимальному среднемесячному стоку зимнего периода

Название метода	Номера зон, определенных районированием территории Грузии [9]								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Расчленение гидрографа [2]	27,8	28,3	36,8	46,7	34,2	41,1	34,8	50,8	32,2
По минимальному стоку зимних месяцев	38,8	37,2	30,2	32,3	26,8	46,9	39,7	50,5	37,2
Разность	-11,0	-8,9	6,6	14,4	7,4	-5,8	-4,9	0,3	-5,0
%	-39,6	-31,4	17,9	30,8	21,6	-14,1	-14,1	0,6	-15,5

Как видно из сравнения результатов расчетов, в некоторых случаях величина подземного стока, полученная при расчленении гидрографа, действительно превышает значение минимального стока, причем на 20-30%. Однако, в большинстве случаев требуемое условие нарушено (для шести зон - №№1,2,6-9). Например, для зоны №1 (южный склон западной части Большого Кавказа) величина подземного стока меньше значения минимального стока зимнего периода почти на 40%. Однако, усредняя результаты оценок для всей территории Грузии, приходим примерно к одинаковым значениям - разность составляет 2%.

Особенности территориального распределения подземных вод

В отличие от работ [2,4], в табл.2 даны результаты нового районирования территории Грузии по 15-ти зонам привлекая к этому: значения многолетнего минимального среднемесячного стока рек зимнего периода (запас грунтовых вод $Q_{гр}$); многолетнего среднего значения годового стока рек; величину коэффициента подземного питания K , усредненного по всем створам рек, попадающих в данную зону. Естественно, отбор зон

осуществлен принимая во внимание примерно одинаковые физико-географические условия, а также схожие условия формирования стока и питания рек. Поэтому, значения коэффициента подземного питания рек в каждой зоне довольно близки к друг другу.

Как видно из данных табл.2, наиболее высокие значения, коэффициента подземного питания характеризуют бассейны рек Паравани (район Самцхе-Джавахети) и Кция-Храми. Здесь запасы подземных вод составляют от 52 до 67%, что объясняется весьма благоприятными гидрогеологическими условиями Джавахетского нагорья. Большими запасами подземных вод характеризуются Колхидская низменность, причерноморские районы Абхазии и Аджарии (нижняя часть бассейнов рек Супса-Чаквисцкали) – $K=58-64\%$. Такое положение здесь вызвано высоким стоянием грунтовых вод, наличием системы болот Колхиды, огромным влиянием озера Палеостоми. Обращает внимание также большой подземный сток рек Дзирула-Квирила ($K=54\%$). Сравнительно низкие показатели запасов грунтовых вод характеризуют Верхнюю Сванетию – $K=23\%$ и северные склоны Центрального Большого Кавказа (Казбег, Тушети, Хевсурети) – $K=32\%$.

Таблица 2. Зонирование территории Грузии по запасам грунтовых вод

№№ зон	Название зоны	Высоты нижней и верхней границ зон (м)	Значение коэффициента подземного питания К%
1	Верхняя часть бассейнов рек Бзыбь и Кодори	1690-2260	34,5
2	Верхняя Сванетия	2030-2790	23,1
3	Верхняя часть бассейнов рек Цхенисцкали и Риони	1670-2660	35,3
4	Мтиულети	1780-2620	42,3
5	Казбег, Пирикита Хевсурети, горная Тушети	2000-2800	31,5
6	Предгорья Черноморского побережья Абхазии	950-1700	57,9
7	Колхидская низменность и прилегающие к ней предгорья	860-1800	60,3
8	Квирила-Дзирульский массив	960-1320	58,7
9	Карталинская равнина и прилегающие предгорья	1120-1800	45,2
10	Кахети (бассейны рек Иори-Алазани)	900-2200	48,8
11	Черноморское побережье, нижняя часть бассейнов рек Супса-Чаквисцкали	880-1600	63,7
12	Бассейн реки Аджарисцкали	1470-1700	43,8
13	Верхняя часть бассейна р. Кура - Ахалцихе-Боржомское ущелье	1520-2040	37,5
14	Самцхе-Джавахетское плоскогорье	2100-2470	67,3
15	Бассейн реки Кция-Храми	1070-2050	52,2

Эти данные несколько отличаются от оценок приведённых в обзоре, уточняя их. Согласно табл.2 для всей территории Грузии доля подземных вод в годовом стоке всех рек составляет 46,8%.

Особенности изменения подземного стока с высотой местности

Данные табл.2 позволяют выполнить построение зависимостей коэффициента подземного питания от высоты нижней границы зон территориального распределения запасов грунтовых вод. На рис. 1(а) эта зависимость для всей территории Грузии

$$K = -0,017H + 70,85$$

представлена в виде прямой, где H – высота нижней границы зоны в метрах. Коэффициент корреляции $r=0,83$. Экстраполяция графика для больших высот приводят к нулевому значению запасов грунтовых вод на высоте нижней границы криосферы в условиях Большого Кавказа порядка 4000м. Максимальное значение коэффиц

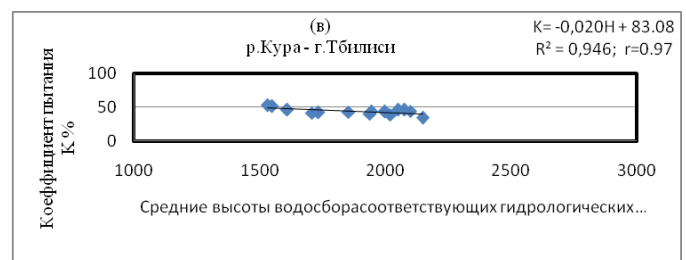
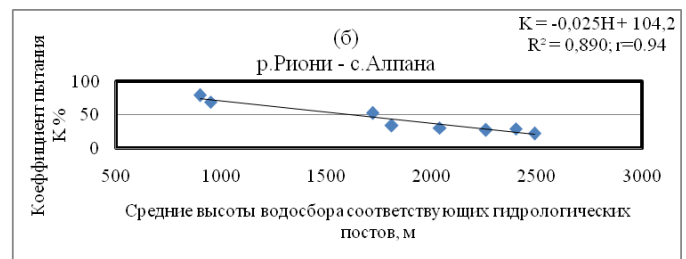
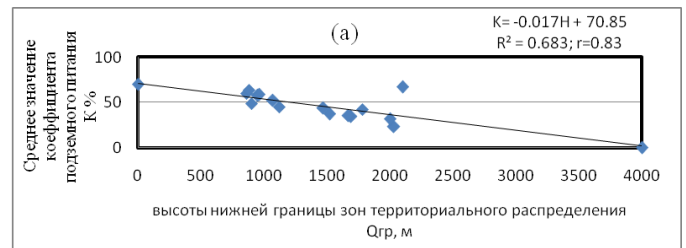


Рис.1.(а) Зависимость среднего значения коэффициента подземного питания от высоты нижней границы зон территориального распределения запасов грунтовых вод; (б) и (в) – графики зависимости коэффициента подземного питания от средней высоты водосбора гидрологических постов, соответственно в бассейнах рек Риони-с.Алпана и Кура – г.Тбилиси.

Отдельно для основных рек Западной и Восточной Грузии – р.Риони - с.Алпана и р.Кура - г.Тбилиси выполнено построение графиков зависимости коэффициента подземного питания К% от средней высоты водосбора соответствующих гидрологических постов (замыкающих створов). На рис. 1(б) и(в) даны эти графики, которые также представлены линейной зависимостью:

$$\begin{aligned} \text{р.Риони – с.Алпана } K &= -0,025H + 104,2 \quad (r=0,94), \\ \text{р.Кура – г.Тбилиси } K &= -0,020H + 83,08 \quad (r=0,97). \end{aligned}$$

Подводя итоги результатов исследования территориального распределения грунтовых вод и зависимости подземного стока от высоты местности, можно уточнить общие запасы грунтовых вод для всей территории Грузии:

$$Q_{cp} = \bar{K}Q = 0.468 \cdot 65.5 \text{ км}^2 = 30,65 \text{ км}^2,$$

где $Q=65,5 \text{ км}^3$ представляют собой ресурсы поверхностных вод страны [3].

Таким образом, запасы грунтовых вод в Грузии занимают второе место после ресурсов поверхностных вод и они сопоставимы с запасами ледниковых вод ($30,13 \text{ км}^3$).

Динамика подземного стока рек Грузии

На основе данных гидрологических справочников рассчитаны и систематизированы величины среднегодовых значений стока рек $Q \text{ м}^3/\text{с}$, а также среднегодовых характеристик подземного стока – запасов грунтовых вод $Q_{гр} \text{ м}^3/\text{с}$ для 21 реки и 26 гидрологических постов за различные периоды наблюдений, начиная с 1935 года по 1960, 1970, 1975 и 1980 годы. Эти параметры внесены в табл.3. По ним можно судить о динамике поверхностного и подземного стока рек Грузии. Усреднение за 30-45 летние периоды времени сглаживают колебания климатических норм указанных характеристик, которые практически не меняются. Разность между ними примерно на 20-30% меньше средних квадратических отклонений соответствующих рядов наблюдений. Например, для р.Кодори – с.Лата сток за указанные периоды времени равен 87,8, 87,2, 87,6, $90,1 \text{ м}^3/\text{с}$, при среднем квадратическом отклонении, равном 11,7%, поверхностный сток фактически не изменен – максимальная погрешность составляет всего лишь 2%. Подземный сток в эти же временные интервалы равен 30,3, 31,1, 30,2 и $30,7 \text{ м}^3/\text{с}$, максимальное отклонение не превышает 1% от усредненной нормы. Аналогичная ситуация отмечена для всех рек и створов. Такое же положение наблюдается для суммарных характеристик. Для 10 рек Западной Грузии суммарный поверхностный сток равен $590-600 \text{ м}^3/\text{с}$, запас грунтовых вод – $210-220 \text{ м}^3/\text{с}$. Для рек Восточной Грузии аналогичные параметры равны $315-320 \text{ м}^3/\text{с}$ и $135-140 \text{ м}^3/\text{с}$ соответственно. Объединенные показатели для всей территории Грузии равны: поверхностный сток – $900-920 \text{ м}^3/\text{с}$ и запасы грунтовых вод – $345-360 \text{ м}^3/\text{с}$

Связь годового стока рек с запасами грунтовых вод

Зависимость характеристик поверхностного и подземного стока, которая может быть использована и в прогностических целях, исследована для рек Белая Арагви – с.Пасанаури, Черная Арагви – у устья и Пшавская Арагви – с.Магароскари. питающих Жинвальское водохранилище (Восточная Грузия). Оно комплексного назначения – воды водохранилища используются для выработки электроэнергии, водоснабжения населения и водообеспечения ряда отраслей экономики, орошения сельскохозяйственных угодий.

На рис.2 представлена эмпирико-статистическая связь годового притока воды в водохранилище (суммарный годовой сток) с общими запасами грунтовых вод указанных трех рек. Уравнение регрессии получено на основе ежегодных данных с 1939 по 1990 годы. Оно имеет вид

$$Q = 3,616Q_{гр} - 0,574,$$

при нормах $\bar{Q} = 41,1$ и $\bar{Q}_{гр} = 11,5 \text{ м}^3/\text{с}$, среднеквадратических отклонениях рядов $\sigma_Q = 18,1$ и $\sigma_{Q_{гр}} = 3,7 \text{ м}^3/\text{с}$,

коэффициенте корреляции $r = 0,74$ и погрешности уравнения $\sigma = \pm 12,2 \text{ м}^3/\text{с}$ (около 30%). Аналогичная связь для ежегодных данных периода 1919-1990 годы р. Риони – с.Алпана (Западная Грузия) представлена на рис.3 Она имеет вид $Q = 0,727Q_{гр} + 77,89$ при нормах $\bar{Q} = 101,0$ и $\bar{Q}_{гр} = 31,3 \text{ м}^3/\text{с}$, среднеквадратических отклонений рядов $\sigma_Q = 10,9$ и $\sigma_{Q_{гр}} = 8,6 \text{ м}^3/\text{с}$, коэффициенте корреляции $r = 0,57$ и погрешности уравнения $\sigma = \pm 9,0 \text{ м}^3/\text{с}$ (около 10%).

Таблица 3. Динамика годового стока рек Грузии в различные периоды наблюдений

Порядковый номер	Река – гидрологический пост	Водосбор бассейна		Период наблюдений			
		площадь, км ²	средняя высота, м	1935-1960	1935-1970	1935-1975	1935-1980
Среднегодовые расходы воды $Q \text{ м}^3/\text{с}$, средние годовые запасы грунтовых вод – подземный сток, $Q_{гр} \text{ м}^3/\text{с}$							
1	Бзыль – с.Джирхва	1410	1690	96.6 39.0	96.8 41.3	95.8 40.3	96.2 40.9
2	Кодори – с.Лата	1420	1920	87.8 30.3	87.2 31.1	87.6 30.2	90.1 30.7
3	Чхалта – с.Чхалта	465	2080	40.7 11.4	39.5 11.4	38.8 11.1	38.8 11.2
4	Ингури – с.Хаиши	2790	2320	107 23.8	108 24.2	108 25.0	111 25.6
5	Риони – г.Они	1060	2260	42.2 12.3	43.7 12.3	43.6 12.1	43.7 12.0
6	Риони – с.Хидикари	2010	2040	72.8 22.7	74.5 23.5	73.6 22.8	73.6 22.4
7	Риони – с.Алпана	2830	1810	102 32.4	102 34.4	101 34.4	101 34.6
8	Джеджора с.Пишилети	408	1930	12.5 4.51	13.0 5.00	12.6 4.72	12.8 4.61
9	Квирила г.Зестафони	2490	960	61.0 22.9	60.7 23.8	60.0 23.5	59.4 23.4
10	Дзирულა – с.Цева	1190	880	27.0 9.08	25.1 8.72	25.7 8.89	26.0 8.93
11	Цхенисцкали с.Луджи	506	2240	23.3 6.61	22.8 6.68	22.7 6.80	23.4 6.98
12	Техури с.Накалакеви	558	1160	30.4 19.6	31.2 19.7	31.4 19.3	32.4 20.2
13	Натанеби с.Натанеби	408	880	24.3 14.5	24.1 15.8	23.9 15.7	24.0 16.3
14	Аджарисцкали с.Кеда	1360	1470	45.2 17.8	44.9 17.7	44.3 17.4	44.1 17.4
15	Кура – с.Хертвиси	4980	2150	32.6 12.2	32.5 11.7	31.9 11.2	32.4 11.2
16	Кура – с.Минадзе	8010	2050	55.6 26.1	57.3 26.6	57.1 26.7	57.2 26.6
17	Кура – с.Ликани	10500	2000	84.1 36.6	83.6 37.1	83.2 36.9	83.6 36.5
18	Кура – г.Тбилиси	21100	1710	205 82.3	203 81.8	202 81.6	204 83.2
19	Паравани с.Хертвиси	23.5	2120	18.5 12.1	18.9 12.2	19.7 12.0	18.7 12.1
20	Поцхови с.Схвилиси	1730	1870	21.8 6.9	21.4 6.93	21.4 7.06	21.3 7.09
21	Абастумани-с.Абастумани	99.0	1830	1.20 0.31	1.20 0.35	1.21 0.36	1.22 0.39
22	Борджомка г.Борджоми	165	1310	2.41 0.62	2.41 0.68	2.39 0.68	2.48 0.69
23	Арагви с.Пасанаури	335	2110	12.0 6.05	12.0 6.10	12.0 6.12	12.0 6.18

24	Кциа-Храми-Красный мост	8260	1510	51.1 23.7	52.8 25.9	51.9 24.9	51.7 24.4
25	Алазани с.Шакриани	2190	1760	43.3 19.5	43.4 19.5	43.3 19.1	43.1 18.9
26	Алазани-с. Чнаура	4530	980	60.2 30.8	62.6 30.3	61.7 29.7	62.1 30.1
Σ	Западная Грузия 1+2+4+Σ7,9+Σ11,1 4	14180		591.3 211.4	591.2 219.7	587.0 217.3	599.6 220.9
Σ	Восточная Грузия 18+24+26	33890		316.3 136.8	318.4 137.7	315.6 136.23	317.8 137.7
Σ	Грузия	48070		907,6 348.2	909.6 357.4	902.6 353.5	917.4 358.6

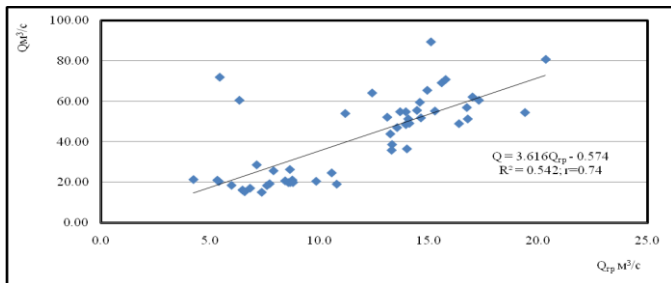


Рис.2. Зависимость общего стока воды в Жинвальское водохранилище от суммарного запаса грунтовых вод трех рек (см.текст).

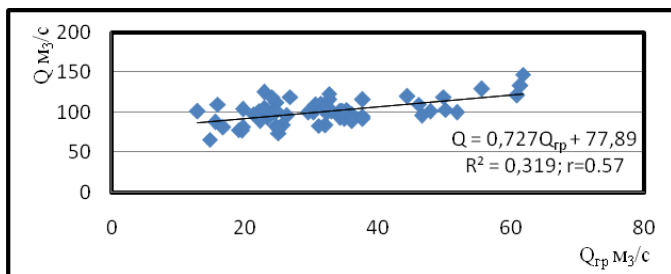


Рис.3. Зависимость годового стока р.Риони – с.Алпана от запасов грунтовых вод

Заклучение

Выполненные исследования позволяют заключить, что предложенная схема оценки запасов грунтовых вод, основанная на применении наблюдаемых значений минимального месячного стока холодного периода, при сравнении с методом расчленения гидрографа отличается в первую очередь оперативностью расчетов, сопоставимостью, объективностью и надежностью полученных результатов. С помощью этой схемы изучены особенности динамики, территориального распределения, зависимости от высоты местности запасов грунтовых вод, взаимосвязи поверхностного и подземного стока рек Грузии.

Схема может быть применена для дальнейших исследований формирования подземного стока, оценок запасов грунтовых вод и влияния на них климатических изменений, решения прогнозных задач, разработки практических рекомендаций, их технико-экономических обоснований и др.

ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES-ლიტერატურა

1. Аполов Б.А., Калинина Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. Л., Гидрометеиздат, 1974.
2. Владимиров В.Л., Гигинеишвили Г.Н. и др. Водный баланс Кавказа и его географические закономерности. Тбилиси, « Мецниереба », 1991.

3. Водные ресурсы Закавказья. Под редакцией Г.Г. Сванидзе, В.Ш. Цома. Л., Гидрометеиздат. 1988.
4. Лурье П.М. Водные ресурсы и водный баланс Кавказа. Гидрометеиздат, Санкт-Петербург, 2002.
5. Мировой водный баланс и водные ресурсы. Л., Гидрометеиздат, 1974.
6. Методы изучения и расчета водного баланса. Л., Гидрометеиздат., 1981.
7. Особенности и закономерности формирования вод суши. Поверхностные и подземные воды. Институт Водных Проблем АН СССР, М., 1986.
8. Особенности и перспективы водопользования присамурья. Махачкала, 2008.
9. Природные ресурсы Грузии и проблемы их рационального использования. Тбилиси, «Мецниереба», 1991.
10. Попов О.В. Подземное питание рек. Л., Гидрометеиздат, 1968.
11. Роуе А.А. Вопросы водного режима почв. Л., Гидрометеиздат, 1978.
12. Соломенцев Н.А., Львов А.М., Смирнов С.А., Кекмо-рев В.А. Гидрология суш. Л., Гидрометеиздат, 1961.

შპს 551.49

საქართველოში მდინარეთა მიწისქვეშა ჩამონადენის გამოკვლევა და გრუნტის წყლების მარაგის შეფასება

/ნ.ა.ბეგალიშვილი, თ.ცინცაძე, ვ.ცომაია, კ.ლაშაური, ნ.ნ.ბეგალიშვილი, ნ.ცინცაძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117-გვ. 46-50- რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

განხილულია მდინარეთა მიწისქვეშა ჩამონადენისა და გრუნტის წყლების მარაგის შეფასების სქემა, რომელიც დაფუძნებულია ცივი პერიოდის მინიმალური საშუალო თვის ჩამონადენის დაკვირვებულ მონაცემთა გამოყენებაზე. შედარებულია ამ სქემით და ჰიდროგრაფის დანაწევრებით მიღებული შეფასებები. აღნიშნულია მათი მისაღები თანხვედრა, გათვლების ოპერატიულობა, შედეგების ობიექტურობა და საიმედოობა. გამოკვლეულია ჩამონადენის კავშირი მიწისქვეშა საზრდოობასთან, გრუნტის წყლების დინამიკის, ტერიტორიული განაწილების, ადგილმდებარეობის სიმაღლეზე დამოკიდებულების თავისებურებანი საქართველოს მდინარეებისთვის.

UDC: 551.49

Study of underground runoff of rivers and assessment of ground waters' storage in Georgia./ N. Begalishvili, T. Tsintsadze, V. Tsomaia, K. Lashauri, N. Begalishvili, N. Tsintsadze/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhnickal University. -2011. - т.117. – ppp. 46-50. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The scheme for the assessment of underground runoff of rivers and ground waters' storage is discussed, which is based on the application of observation data regarding minimal average monthly runoff in the cold period. The results obtained using this scheme and the assessment as a result of breakdown of hydrograph area compared. Their acceptable coincidence efficiency calculations and objectivity of results are demonstrated.

The interconnection between the surface and underground runoff is investigated, along with the peculiarities of dynamics, territorial and interannual distribution dependence on the elevation of the terrain, stockpiles of underground waters in Georgia's conditions

УДК 551.49

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОДЗЕМНОГО СТОКА РЕК И ОЦЕНКА ЗАПАСОВ ГРУНТОВЫХ ВОД В ГРУЗИИ / Н.А.Бегалишвили, Т.Н.Цинцაძე, В.Ш.Цома, К.А.Лашаური, Н.Н.Бегалишвили, Н.Т.Цинцაძე/Сб. Трудов Института

Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета. – 2011. – т.117. – с. 46-50. – Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус
 Предложена схема оценки подземного стока рек и запасов грунтовых вод, основанная на использовании наблюдаемых данных о минимальном месячном стоке холодного периода. Проведено сравнение результатов расчетов по указанной схеме и по методу расчленения гидрографа. Показана сопоставимость оценок, оперативность и надежность расчетов. Выполнены исследования взаимосвязи поверхностного и подземного стока, особенностей динамики, территориального распределения, зависимости от высоты местности запасов грунтовых вод в условиях Грузии.

მ.სალუქვაძე, ნ. კობახიძე, გ. ჯინჭარაძე
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
 ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

შპა: 551.578.46

მესტიის რაიონის ზვავსაშიშროება

მესტიის რაიონი გამოირჩევა ბუნებრივი რესურსების სიუხვით, რომელთა ნაწილი ჯერ კიდევ აუთვისებელია, მაგალითად აცისა და ბახის მთებში აღმოჩენილი ოქროს საბადო, სოფ ხაღდეს აზბესტის საბადო, მსოფლიოში ცნობილი სვანეთის მარმარილო, რომლითაც თავის დროზე, მოპირკეთდა ვარშავის, მოსკოვის, ბერლინის მეტროპოლიტენის სადგურები. რაიონი მდიდარია ბარბის, უმაღლესი თიხის საბადოებით. ხელსაყრელი გეოგრაფიული პირობების გამო სვანეთს არ განუცდია უცხოელთა ბატონობა და ძნელბედობის უამს, ხშირად, მატერიალურ-კულტურული ფასეულობათა დასაცავად და შესანახად გამოიყენებოდა. სვანეთში უნიკალური ანტიკური და შუა საუკუნეების მატერიალური და სულიერი კულტურული უნიკალური ძეგლები, ტაძრები და მათ შორის არქიტექტურის შედევრი - ციხე-კოშკებია შემონახული. დაცულია უძვირფასესი განძეულობა, ხატი და ფრესკა, ჭედური ხელოვნების მრავალი ნიმუში. ყოველივე ეს ტურისტული ინდუსტრიის განვითარებისათვის ამ მხარეს, მსგავსად საქართველოს სხვა კუთხეებისა, კიდევ უფრო მიმზიდველს ხდის.

განსაკუთრებით გამოირჩევა რაიონი ხე-ტყის ათვისებით. ჯერ კიდევ გასული საუკუნის ოციან წლებში დაიწყო ტყის ექსპლუატაცია, ყველაზე ტყიანი მდინარეების ნენსკრას, ხაიშურას, ხუმფრიერისა და ნაკრას ხეობები იყო. აქ მოპოვებული ხის მორები დამრეც ფერდობებზე მოწყობილი ხის ღარებით ეშვებოდა აღნიშნულ მდინარეებში, ხოლო მდ. ენგურში მოხვედრის შემდეგ ზუგდიდის ენგურ-კომბინატში გადააქონდათ. ხშირად ირდევოდა სვანეთის ხე-ტყის ექსპლუატაციის პირობები, ხის ჭრაც არარაციონალურად ხორციელდებოდა, რაც განაპირობებდა ფერდობების მოშიშვლებას და ხელსაყრელ პირობებს ქმნიდა ზვავების, მეწყერების წარმოქმნისათვის და რაიონის ეკოლოგიური საფრთხის გაზრდისათვის.

ზვავსაშიშროების თვალსაზრისითაც გამოირჩევა მესტიის რაიონი [6]. საქართველოს ტერიტორიაზე გამოვლენილი 338 ზვავსაშიშროების დასახლებული პუნქტიდან 107 სვანეთზე, და მათ შორის მესტიის რაიონზე - 61 მოდის (ცხრ.1.)

მთიანი რაიონების ზვავსაშიშროება, ძირითადად, დამოკიდებულია გეოგრაფიულ პირობებზე, განსაკუთრებით რელიეფზე (ოროგრაფია, პიფსომეტრია, ფერდობების დახრილობა), კლიმატზე (ჰაერის ტემპერატურა, ნალექები, თოვლის საფარი) და მცენარეულ საფარზე (ტყის სახეობა). სწორედ ამ ფაქტორების ძირითადი ელემენტების ანალიზი და შეფასება იძლევა საშუალებას დავადგინოთ ზვავების წარმოშობის, რეჟიმისა და გავრცელების თავისებურებანი, აგრეთვე შევავსოთ მთიანი რეგიონის ზვავსაშიშროების ხარისხი.

ცხრილი 1. მესტიის რაიონის ზვავსაშიშროებები

№	თემი	სოფელი	ზვავსაშიშროებები
1	ბენო	11	4
2	ეკერი	14	2
3	იფარი	6	2
4	კალა	8	4
5	ლატალი	11	1
6	ლახაშულა	8	2
7	ლენჯერი	7	1
8	მულახი	11	8
9	ნაკი	6	2
10	უშგული	4	3
11	ფარი	12	4
12	ცხუმარი	6	5
13	ჭუბერი	10	9
14	ხაიში	20	11
15	მესტია (დაბა)	1	3
	სულ	135	61

ზემო სვანეთის ტერიტორია გამოირჩევა არა მარტო დიდი აბსოლუტური სიმაღლეებით, არამედ დიდი შეფარდებითი სიმაღლეებითაც. ფერდობების დახრილობა კი დიდ ფარგლებში იცვლება. 15⁰-ზე ნაკლები დახრილობით ხასიათდება ტერიტორიის მხოლოდ 5 % (ცხრ.2).

ცხრილი 2. მესტიის რაიონის პიფსომეტრია და ფერდობების დახრილობა

№	პიფსომეტრია, მ	% საერთო რაოდენობიდან	ფერდობების დახრილობა, გრად.	% საერთო რაოდენობიდან
1	<1000	12	< 15	5
2	1000 – 2000	30	15 – 25	33
3	2000 – 3000	40	25 – 30	49
4	>3000	18	> 30	13

რელიეფის მხრივ, მესტიის რაიონის 95% შეიძლება ზვავსაშიშროებად მივიჩნიოთ, რადგან იმ ფერდობებზე, რომელთა დახრილობა აღემატება 15⁰-ს, განსაკუთრებით უხვთოვლიან ზამთარში, შესაძლებელია ზვავების ჩამოსვლა.

ზამთრის პერიოდში მესტიის რაიონის დასავლეთ ნაწილში წლიური ნალექების რაოდენობის 40-50% მოდის, ხოლო აღმოსავლეთ ნაწილში 35-40%. აქედან თოვლის სახით – დაბალმთიან რაიონში ნალექ-

ქების წლიური რაოდენობის 25%-ზე ნაკლები, საშუალომთიან რაიონში – 25-50% და მაღალმთიან რაიონში კი 50%-ზე მეტი. წლის ცივი პერიოდის ნალექების რაოდენობა დროში ძალიან ცვალებადია. მაგ. 1971 წლის იანვარში მესტიაში 3 მმ ნალექი მოვიდა, (რაც იანვრის თვის საშუალო მრავალწლიური ნორმის 1,7%-ია), ხოლო 1987 წლის იანვარში – 247 მმ (360%).

განსაკუთრებით უხვთოვლიან ზამთრებში მთელ ტერიტორიაზე თოვლის საფარის სიმაღლე მეტია 150 სმ-ზე, 150-200 სმ თოვლის სიმაღლე დამახასიათებელია ტერიტორიის 2%-თვის და ეს მდ. ენგურის ხეობის ქვედა ნაწილის ის ფერდობებია, რომელთა სიმაღლე ზღვის დონიდან 400-650 მ-ია და იმავე ტერიტორიის აღმოსავლეთ ნაწილში 1200-1750 მ-ის სიმაღლის ფერდობებზე თოვლის საფარის სიმაღლე 200-300 სმ-ია, ეს რაიონი ვრცელდება ტერიტორიის 8%-ზე. ფართო გავრცელებით ხასიათდება 300-400 სმ სიმაღლის თოვლის საფარიანი რაიონი და მას ტერიტორიის 19% უკავია. 400-500 სმ-ის მაქსიმალური სიმაღლის რაიონს უკავია ტერიტორიის 21%. მთლიანი ტერიტორიის ნახევარზე მეტი უკავია რაიონს, სადაც თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლე აღემატება 500 სმ-ს [3].

საშუალოთოვლიან ზამთრებში მთელ ტერიტორიაზე თოვლის საფარის სიმაღლე აღემატება 40 სმ-ს. 100 სმ-ზე ნაკლები თოვლის საფარის საშუალო სიმაღლე მხოლოდ ენგურის ხეობის დაბალმთიან ფერდობებზეა, რომლებიც ტერიტორიის 10%-ს შეადგენს. ყველაზე დიდი ტერიტორია (მთელი ფართობის 32%) უკავია რაიონს, სადაც თოვლის საფარის სიმაღლე აღემატება 300 სმ-ს და მოიცავს კოდორის ქედის აღმოსავლეთ, კავკასიონის მთავარი ქედის სამხრეთ და სვანეთის ქედის ჩრდილოეთ მაღალმთიან ფერდობებს.

მცირეთოვლიან ზამთრებში კი მესტიის რაიონის მთელი ტერიტორიის 3%-ზე თოვლი არ მოდის. ტერიტორიის 37%-ზე თოვლის სიმაღლე ნაკლებია 100 სმ-ზე, მთელი ფართობის 38% უკავია რაიონს, სადაც თოვლის საფარის მინიმალური სიმაღლე 100-200 სმ-ია. ზემო სვანეთის ანუ მესტიის რაიონის ტერიტორიის 22%-ზე (მდ. ჭუბრულას, ნაკრას, ხუმფრიერისა და ხაიშურას აუზების მაღალმთიან ფერდობებზე) ყოველწლიურად თოვლის სიმაღლე აღემატება 100 სმ-ს.

მესტიის რაიონში თოვლის ზვავების ჩამოსვლის შესახებ მასალები მოპოვებულია 1875 წლიდან საარქივო მონაცემების, ლიტერატურული წყაროების და განსაკუთრებით მრავალწლიური საველე სამუშაოების ჩატარების დროს. ამ რაიონში ზვავების ჩამოსვლის შედეგად დანგრეულია 99 საცხოვრებელი სახლი და 113 დამხმარე ნაგებობა, ასეულობით ჰექტარზეა განადგურებული ტყე, ხოლო ზვავების ჩამოსვლია შედეგად 173 ადამიანი დაიღუპა. კატასტროფული ზვავების ჩამოსვლით და დიდი ზარალით განსაკუთრებით გამოირჩევა 1976 და 1987 წლები. მაგალითად, 1976 წლის 14-18 იანვარს რაიონის სოფლებში (იღლიანი, ლახამი, ლეწფერი, დევრა, ზედა და ქვედა მარლი, ლარილარი) 35 ადამიანი აღმოჩნდა ზვავის ქვეშ. 1987 წლის 9 იანვარს სოფ. უამუშში მდინარის მეორე ფერდობიდან ჩამოსულმა ზვავამ დაანგრია მოპირდაპირე ფერდობზე

განლაგებული საცხოვრებელი სახლები, 26 ადამიანის სიცოცხლე შეიწირა და მხოლოდ სვანური კოშკი გადაურჩა სტიქიურ მოვლენას [6].

დასახლებულ პუნქტებს რაიონში 120 ზვავშემკრებში წარმოქმნილი ზვავი ემუქრება. საშიში ზვავშემკრებების 72% ტყის ბუნებრივი ზედა საზღვრის ზემოთ იწეება. ტყე რომ არ გაჩეხილიყო დასახლებული პუნქტების 87 ზვავშემკრებში ზვავი არ წარმოიქმნებოდა [8].

ზემო სვანეთის (მესტიის რაიონის) დარაიონებას ზვავსაშიშროების ხარისხის მიხედვით საფუძვლად დაედო ლ.ქალდანის მიერ შემუშავებული ზვავსაშიშროების რაოდენობრივი მახასიათებლების განსაზღვრის მეთოდია, რომელიც ეყარება ზვავსაშიშროების კოეფიციენტის, ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირის, ზვავების ჩამოსვლის სიხშირის და ზვავსაშიში პერიოდის განსაზღვრას [1,2,4]. ამ მეთოდით გამოიყო სუსტი, საშუალო და ძლიერი ზვავსაშიშროების რაიონები.

სუსტი ზვავსაშიშროების რაიონს მიეკუთვნება ტერიტორია, სადაც ზვავების რაოდენობრივი მახასიათებლები არ აღემატება შემდეგ სიდიდეებს: ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი 20%-ს, გავრცელების სიხშირე -5 ზვავშემკრებს 1 კმ²-ზე, ზვავების ჩამოსვლის სიხშირე - 5 შემთხვევას ერთ ზამთარში და ზვავსაშიში პერიოდის ხანგრძლივობა - 50 დღეს. ამ რაიონს უკავია მცირე ფართობი და მოიცავს შედარებით დაბალმთიან, უმეტესად, ტყით დაფარულ ფერდობებს.

საშუალო ზვავსაშიშროების რაიონს მიეკუთვნება ტერიტორია, სადაც თუნდაც ერთი მახასიათებელი აღემატება შემდეგ სიდიდეებს: ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი - 20%-ს, გავრცელების სიხშირე - 5/1კმ²-ზე, ჩამოსვლის სიხშირე - 5 შემთხვევას, ზვავსაშიში პერიოდის ხანგრძლივობა - 50 დღეს. ეს რაიონი მოიცავს საშუალომთიან, ტყით დაფარულ ფერდობებს. ტყის გაჩეხვის შემთხვევაში საშუალო ზვავსაშიშროების რაიონის უმეტესი ნაწილი გადაიქცევა ძლიერი ზვავსაშიშროების რაიონად, რაც კიდევ ერთხელ ადასტურებს ბუნებრივი ტყის საფარის შენარჩუნების აუცილებლობას.

ძლიერი ზვავსაშიშროების რაიონში ზვავსაშიშროების კოეფიციენტი მეტია 40%-ზე, ზვავშემკრებების გავრცელების სიხშირე - მეტია 10/კმ²-ზე, ზვავების ჩამოსვლის სიხშირე - 10 შემთხვევაზე მეტია და ზვავსაშიში პერიოდის ხანგრძლივობა სჭარბობს 100 დღეს. ეს რაიონი, ძირითადად, მოიცავს სვანეთის ქედის მაღალმთიან, უტყეო ციცაბო ფერდობებს [5].

მესტიის რაიონის 41% მთლიანად ზვავსაშიშია. არსებული ტყის საფარის განადგურების შემთხვევაში ზვავების გავრცელების ტერიტორია 33%-ით მოიმატებს და მთლიანი ფართობის 74% მოექცევა ზვავების მოქმედების არეში.

დეტალურად შევისწავლეთ ჯვარი-მესტიის საავტომობილო გზის სკორმეთი-ჯორკვალის მონაკვეთის 46 ზვავშემკრების მორფომეტრიული და ზვავების დინამიკური მახასიათებლები. ასევე ჩოლური-მესტიის მონაკვეთის ზვავსაშიშროება, სადაც 107 ზვავის კერაა და მდ. ნენსკრას (ჭუბრულას) ხეობის ზვავსაშიშროება, რადგან ჭუბერის თემის 10 სოფ-

ლიდან 9-ს ზევაი ემუქრება ამ ხეობაში 76 ზეავის კერაა.

მიზანშეწონილად მივიჩნიეთ იმ ზეავსაწინააღმდეგო ღონისძიებებზე მითითება, რომელიც უნდა ჩატარდეს მესტიის რაიონში. ტერიტორიაზე ჩამოსული ზეავების უმეტესობა სპორადულია და მათი ჩამოსვლა ხდება მხოლოდ უხვთოვლიან ზამთარში, ხოლო ექსტრემალურ ზამთარში, ზოგიერთი ზეავის კერიდან, შესაძლებელია ზეავების რამოდენიმეჯერ ჩამოსვლა, მაგალითად სოფ. ლარილარში 1976 წლის 14 იანვარს, ერთი და იგივე ზეავის კერიდან, 10 საათის განმავლობაში სამჯერ ჩამოვიდა ზეავი. გზების დასაცავად გვირაბები გამოყენებულია, მაგრამ დაცული მონაკვეთების გარდა არის ადგილები, რომელთა დაცვა გზებზე უსაფრთხო მოძრაობისათვის საჭიროდ მიგვაჩნია [7]. ობიექტის დასაცავად ზეავის ზემოდან გამშვები საინჟინრო ნაგებობები საავტომობილო გზების დასაცავად არის განკუთვნილი, ამიტომ ჯვარი-მესტიის სკორმეთი-ჯორჯვალის მონაკვეთზე 7-8 ასეთი ზეავის კერაა, რომელთაგან ჩამოსული ზეავეები ჩვენს მიერ ჩატარებული გამოთვლებით არ ხასიათდება დიდი სიმძლავრით, ისინი ჩამოდიან რელიეფში კარგად გამოსახულ ვიწრო დარტაფებში. ჯამური სიგრძე ასაშენებელი ზეავსაწინააღმდეგო გალერეებისა არ აღემატება 350-400 მ-ს. გასათვალისწინებელია, რომ ესტაკადები და ხიდები ისეთი გაანგარიშებით და კონსტრუქციით უნდა აშენდეს, რომ ზეავმა მათ ქვემოთ გაგლისას, არაფერი დააზიანოს. ჯვარი-ხაიშის საავტომობილო გზის ერთ-ერთ ხეგზე, რომელიც იმავდროულად ზეავსადენსაც წარმოადგენს, შედარებით ახალი ხიდი ისეა გადებული, რომ ხიდის სიმაღლე სჭარბობს მოძრავი ზეავის სიმაღლეს და ზეავი ხიდის ქვეშ ისე გადის, რომ როგორც ხიდს, ისე მასზე მოძრავ ტრანსპორტს ხელს არ უშლის. საავტომობილო გზის ამ მონაკვეთზე, ზეავებისაგან დასაცავად, ასევე აუცილებელია ზეავის კერების ადგილობრივი ტყის ჯიშებით განაშენიანება.

ელექტროხაზის ანძების ზეავებისაგან დასაცავად, რომლებიც ჩოლური-მესტიის ტრასის გასწვრივ მდებარეობენ, სასურველია ზეავის მიმართულების შემცველი (ძირითადად რკინაბეტონის კედელი) ან გამყოფი (ზეავისმჭრელი) საინჟინრო ნაგებობის გამოყენება. გარდა საინჟინრო ნაგებობებისა მნიშვნელოვანია რევიონის ფერდობების ადგილობრივი წიწვოვანი ჯიშის ტყის გაშენება და არსებული ტყის საფარის შენარჩუნება, რაც ზეავებისაგან დაცვის საიმედო საშუალებაა [8].

ლიტერატურა-ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES

1. ლ. ქალდანი. საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება ზეავსაწინააღმდეგო ღონისძიების მიხედვით. წგნ.; აგარაული მეცნიერების პრობლემები. თბილისი-ბაქო, 2000, გვ.307-313.
2. ლ. ქალდანი. საქართველოს ტერიტორიის ზეავაქტიურობა. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები. ტომი 106, 2001, გვ 194-203.
3. ლ. ქალდანი, მ.სალუქვაძე. საქართველოს ტერიტორიის დარაიონება თოვლიანობის მიხედვით. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.106, 2001, გვ. 204-219.

4. ლ. ქალდანი, მ.სალუქვაძე, ნ.კობახიძე. ზეავსაწინააღმდეგო ღონისძიებების სიხშირე საქართველოს ტერიტორიაზე. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.106, 2001, გვ. 131-137.
5. ლ. ქალდანი, მ.სალუქვაძე. თოვლის ზეავეები. საქართველოს ჰავა, 3. სამეგრელო-ზემო სვანეთი. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ.113, 2010, გვ. 71-80.
6. მ. სალუქვაძე, ნ. კობახიძე, გ. ჯინჭარაძე. ზეავეების გავრცელება საქართველოში და მათ მიერ გამოწვეული კატასტროფები. გეოგრაფიის თანამედროვე პრობლემები. თბილისი, 2011, გვ. 187-191.
7. Калдани Л.А., Салуквадзе М.Е., Джинчарадзе Г.А. Противолавинные мероприятия. Кавказский географический журнал № 6,2006,с.120-122.
8. Калдани Л.А., Салуквадзе М.Е., Джинчарадзе Г.А. Лес и лавины. Кавказский географический журнал № 10,2009,с.110-112.

უაკ 551.578.46

მესტიის რაიონის ზეავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები. /მ. სალუქვაძე, ნ.კობახიძე, გ.ჯინჭარაძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2011-ტ.117-გვ. 51-53.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. შესწავლილია მესტიის რაიონის ზეავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები 61 სოფელი რომელსაც ზეავი ემუქრება. ტერიტორიაზე ზეავსაწინააღმდეგო ღონისძიების მიხედვით გამოიყო სუსტი, საშუალო და ძლიერი ზეავსაწინააღმდეგო ღონისძიებები.

UDK 551.578.46

Avalanche threat of Mestia district. /M. Salukvadze, N. Kobakhidze, G. Jintcharadze./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 51-53. - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ. Avalanches in Mestia district are studied. 61 villages under avalanche threat are revealed. Weak medium and strong avalanche prone sections are distinguished by avalanche threat within the territory. Passive and active anti-avalanche measures are presented.

УДК: 551.578.46

Лавиноопасность Местийского района. / М. Салуквадзе, Н. Кобахидзе, Г. Джинчарадзе./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2011. – т.117. – с. 51-53. – Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус. Изучена лавиноопасность Местийского района. Выявлено 61 селений, которым угрожает лавина. По степени лавиноопасности на территории выделены слабый, средний и сильный лавиноопасные участки. Представлены пассивные и активные противолавинные мероприятия.

ბასილაშვილი ც.ხ., ტაბატაძე ჯ.გ., ჯანელიძე მ.გ. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

უაკ 556.16

წყალდიდობა – წყალმოვარდნების კატასტროფული გამოვლინებები დასავლეთ საქართველოს მდინარეებზე

საქართველოში გაზაფხულზე წყალდიდობის დროს მთის მდინარეები და სავსე “მშრალი ხეები” მძლავრ ნაკადებად მიედინებიან დაბლობებისკენ.

გარდა ამისა, აქ წლის ყველა დროს აღინიშნება მაღალი წყალმოვარდნებიც, რომლებიც ინტენსიური თავსხმა წვიმების დროს ხშირად კატასტროფულ ხასიათს ატარებენ. განსაკუთრებით ბოლო 20 წლის განმავლობაში რამდენჯერმე განმეორდა მასშტაბური კატასტროფები, რომლებმაც ეკონომიკას დიდი ზარალი მიაყენა. კერძოდ დაზიანდა ხიდები, ბოგი-რები, საავტომობილო და სარკინიგზო გზები, კომუნიკაციები, არხები, ნათესები, დაიღუპა მრავალი პირუტყვი და ადამიანებიც.

უსაფრთხოებისა და ზარალის შემცირების მიზნით საჭიროა პირველ რიგში უკვე გავლილი წყალდიდობა-წყალმოვარდნების შესწავლა, მაგრამ XX საუკუნის 90-იანი წლებიდან საქართველოში აღარ ფუნქციონირებს ადრე მომქმედი ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელი. დღეისათვის ნაცვლად 210 მეტეოროლოგიური, 153 ჰიდროლოგიური და 22 გლაციოლოგიური სადამკვირვებლო პუნქტებიდან ამჟამად მოქმედებს მხოლოდ 15 მეტეოროლოგიური სადგური, 26 მეტეო და 20 ჰიდროლოგიური სა-გუშაგო. ამის გამო შეუძლებელი გახდა ყველა გავლილი წყალდიდობისა და წყალმოვარდნის აღ-რიცხვა.

იმისათვის, რომ შემუშავდეს მათი საშიშროების თავიდან აცილების ან შერბილების ადაპტაციური რეკომენდაციები, შევისწავლეთ როგორც ისტორიული, ინფორმაციული და ლიტერატურული წყაროები, ასევე ადრე ათეული წლების მანძილზე მიმდინარე სტაციონალური დაკვირვებებისა და ექსპედიციური სამუშაოების მასალები, როგორც თვით მოვლენების, ასევე მათ მიერ გამოწვეული ზარალის შესახებ. აქ აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ საბჭოთა პერიოდში კომუნისტური პროპაგანდის მიხედვით ადამიანი მართავდა ბუნებას და ამიტომ სტიქიის დროს ადამიანთა მსხვერპლის შესახებ ინფორმაცია არ ქვეყნდებოდა. აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ საქართველოში ყველაზე ადრეული ინფორმაცია წყალდიდობაზე VIII საუკუნეში სწორედ დაღუპულთა რაოდენობითაა დაფიქსირებული. ისტორიაში ცნობილია, რომ ეს მოხდა 735 წელს, როცა მდ.ცხენისწყლის წყალდიდობამ იმსხვერპლა საქართველოში შემოსული მტრის მურვან ყრუს 3500 მეომარი. აღნიშნულია, რომ ის გამოწვეული იყო დასავლეთ საქართველოში ხანგრძლივი თავსხმა წვიმებით, რასაც მოჰყვა წყალდიდობები ამ რეგიონის სხვა მდინარეებზეც, მათ შორის მდ. ჭოროხზეც.

უფრო ძლიერმა წყალდიდობამ გაიარა დასავლეთ საქართველოში 1895 წლის 25 ოქტომბერს, როცა მდ. რიონის ადიდებას გამოიწვია ქ. ფოთის დატბორვა 5-6 მ. სიღრმის წყლით. მნიშვნელოვანი ზარალი მიაყენა მდ. რიონის წყალდიდობამ 1902 წლის 2 იანვარს, როცა ქ. ფოთის მისადგომებთან მდინარეული ყინულებით და ნახვავი თოვლით დაიტბორა საავტომობილო და სარკინიგზო გზები, რომლებიც მთებიდან ჩამოიტანა მდ. ტეხურამ.

მდ. რიონზე კოლხეთის დაბლობის ფარგლებში, სადაც ხშირად აღინიშნება დიდი ინტენსივობის ნალექები, კატასტროფულ წყალმოვარდნებს აღვილი ჰქონდა აგრეთვე 735, 1444, 1895, 1902, 1910, 1920, 1982, 1987, 1996 წლებში. ცნობილია, რომ 1911 წლის იანვარში დაბალი ტემპერატურების პირობებში მო-

ვიდა დიდი თოვლის საფარი, რომლის სიმაღლე ზოგან 4 მ. იყო, მდინარეები კი დაიფარა ყინულით, მაგრამ 4 თებერვალს დაიწყო დათბობა და უხვი წვიმები მოვიდა, მდინარეთა კალაპოტები აივსო წვიმისა და თოვლის ნადნობი წყლებით, გადმოვიდა ნაპირებიდან და 2-3 მ. სიმაღლის წყლით დაიტბორა მიმდებარე ტერიტორიები ქ.ფოთის, ჭა-ლადიდისა და სენაის მიდამოებში. მდინარეთა წყლის სიჩქარე 4 მ/წმ-ს შეადგენდა. მოსახლეობა სახლის სახურავებსა და ხეებზე აფარებდა თავს, მრავალი პირუტყვი კი დაიღუპა, შეწყდა სარკინიგ-ზო მოძრაობა გზების დაზიანების გამო [1].

მდ. რიონზე უდიდესმა კატასტროფულმა წყალ-მოვარდნამ გაიარა 1922 წ. 25 ოქტომბერს, რომლის მაქსიმალური ხარჯი 1470 მ³/წმ. მის ზემო წელში სალპანასთან, დღემდე ითვლება უდიდეს მაქსიმუ-მად. ქვემო წელში ს.საქონაკიძესთან მაქსიმუმმა 5468 მ³/წმ შეადგინა. უფრო დიდი წყალდიდობა იყო მდ. რიონზე 1982წ. 2 აპრილს, სადაც მის ქვემო წელში გ. სვანიძის [2] შეფასებით მაქსიმალურმა ხარჯმა 6000 მ³/წმ-ს მიაღწია, ხოლო მდ. ყვირილაზე ქ.ხესტაფონთან 1200 მ³/წმ იყო. მანამდე კი, დაკვირვებათა მონაცემების მიხედვით მაქსიმალური ხარჯები შეადგენდა მდ. რიონზე 4650 მ³/წმ და მდ. ყვირილაზე 883 მ³/წმ. ამ წყალმოვარდნის დროს მდ. რიონმა ქვემო წელში გაარღვია ნაპირსამაგრი დამ-ბა, დატბორა დიდი ფართობის საძოვრები მდ. ფი-ჩორის აუზში და პალიასტომის ტბის დონე 70 სმ-ით აიწია.

1987 წ. 1 თებერვლის წყალმოვარდნის დროს მდ. რიონის მაქსიმალური ხარჯმა 5000 მ³/წმ შეადგინა, მას დაემატა ვარციხის წყალსაცავის ერთდროული დაცლის შედეგად 1600 მ³/წმ წყალი, რის გამოც გაირღვა მარჯვენა სანაპიროს დამბა და დატბორა მიმდებარე ტერიტორიები (ნახ.1), დაიღუპა მრავალი პირუტყვი და ადამიანებიც. ზარალმა მაშინ 500-550 მლნ. ლარი შეადგინა [3]. მაღალი წყალმოვარდნა მდ. რიონზე იყო აგრეთვე 1996 წლის 30 დეკემბერს, როცა დამბის გარღვევის შედეგად წყლით დაიტ-ბორა ტერიტორიები აბაშის მხარეზე (ს. სუჯუნა, ეწერი).

ნახ.1-ზე ფოტო აღებულია პროფ. ვ. ცომაიას ფოტოალბომიდან. აღსანიშნავია, რომ გავლილი წყალმოვარდნების ფოტოსურათები წარმოადგენენ მეცნიერულ ბაზას მოსალოდნელი კატასტროფული მოვლენების თავიდან აცილების ღონისძიებათა და-საბუთებისათვის.

კატასტროფული წყალმოვარდნები განსაკუთრე-ბით ხშირია შავიზღვისპირა მდინარეებზე, სადაც ხშირია მაღალი ინტენსივობის ნალექები. მაგ. ორ-დლიანი ნალექების ჯამმა შეადგინა 1942 წ. 14-15 სექტემბერს 264 მმ (მ/ს შრომა), 1962 წლის 11-12 სექტემბერს 342 მმ (მ/ს ჩარნალი). ასეთი დიდი ნა-ლექები იწვევენ მდინარეთა უეცარ ადიდებას და ნგრევას. 1924 წ. 8 მაისს მდ. ჭოროხზე ს. ერგესთან 3840 მ³/წმ მაქსიმალურმა ხარჯმა გაიარა. 1927 წ. აჭარაში ხანგრძლივი ინტენსიური წვიმების შედე-გად მდინარეთა დონეები აიწია 4 მ-მდე მდ. ქორუ-ლის წყალზე და 5 მ-მდე მდ. ნატანებზე ს. ნატანებ-თან. წყლის ნაკადის სიჩქარემ 4-4,7 მ/წმ შეადგინა რკინიგზის ხიდთან, რომელიც მნიშვნელოვნად დააზიანა და დაანგრია 8 საავტომობილო ტრასის

ხიდი. 1979 წლის 31 აგვისტოს დამით წყალმოვარდნამ დაანგრია რამდენიმე საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი შენობები, აგრეთვე რამდენიმე ხიდი, გზები, დაზიანდა წყალსადენის სათავე ნაგებობები, კავშირგაბმულობის და ელექტროგადამცემი ხაზები, ბალები, მრავალწლიანი ნარგავები [4].

ბოლო წლების წყალმოვარდნების შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ისინი არ ცხრებიან და პირიქით ძლიერდებიან. განსაკუთრებით რთული სიტუაცია იყო 1996 წლის დეკემბერში, როცა 1400-2000 მეტრზე მაღლა მდებარე რაიონებში იდგა -8-10°C ყინვები, ხშირად თოვდა და მისმა სისქემ 3 მეტრს მიაღწია. 400-1800 მეტრის სიმაღლის ზონაში მდებარე ტერიტორიაზე ადგილი ჰქონდა თბილი და ცივი დღეების, წვიმებისა და თოვის ხშირ მორიგეობას. 400 მეტრზე დაბლა იდგა თბილი დღეები, სუსტი და ძლიერი თავსხმა წვიმების ხშირი მორიგეობით.



1996 წლის 24-25 და 29-30 დეკემბერს თოვლწვიმის წყალმოვარდნებს მდ.მდ. ფრონეზე, ჩხერიმელაზე, ძირულაზე, ყვირილაზე, რიონზე, აჭარისწყალზე და მათ შენაკადებზე, მოჰყვა დიდი ნგრევა და ზარალი, დატბორა სოფლები, გაირღვა დაბებები, დაზიანდა ხიდები, გზები, რამდენიმე ოჯახი წაიღო ნიაღვარმა, წყალმა წააღწია 173 ჰა სასოფლო დანიშნულების ფართობი. 1996 წელს მარტო აჭარაში წყალმოვარდნების შედეგად ზარალი 5 მლნ. ლარს გადააჭარბა. ასეთი მოვლენები გაგრძელდა 1997 წლის იანვარ-თებერვალში, მარტში, აპრილში და მაის-ივნისში.

საქართველოში ყველაზე დიდი მასშტაბურობით გამოირჩეოდა 2005 წლის წყალდიდობა, რომლის დროსაც კატასტროფულმა წყალმოვარდნებმა მოიცვა ქვეყნის მრავალი რეგიონი. დიდი წყალდიდობა განპირობებული იყო ზამთარში დავროვილი დიდი თოვლის საფარით. გაზაფხულზე აპრილიდან ივნისის ჩათვლით უხვი თოვლის საფარის დნობისა და მრავალჯერადი ინტენსიური ხასიათის წვიმების თანხვედრის შედეგად წაიღებოდა გზები, მრავალი საცხოვრებელი სახლი, ნათესი ფართობები, შინაური პირუტყვი და ფრინველი. მრავალ ოჯახს წყალმა წაუღო როგორც სახლი, ისე ყველაფერი და დარჩა სრულიად ხელცარიელი. ასეთ მდგომარეობაში დაახლოებით 500 ოჯახს შეექმნა ბინის პრობლემა. იყო რამდენიმე ადამიანის მსხვერპლიც. მთლიანად წყალდიდობით მიყენებულმა ზარალი საქართველოს ფარგლებში დაახლოებით 300-500

მლნ. ლარი შეადგინა. დასავლეთ საქართველოში უკვე აპრილის თვეში მდინარეთა ადიდებამ გამოიწვია დიდი ზარალი (ცხრილი № 1).

საქართველოში კატასტროფული წყალმოვარდნები იყო აგრეთვე 2008 წლის სექტემბერ-ოქტომბერში ბათუმის, ხელვაჩაურის, ქობულეთის, ფოთის, დაიბორა ქ.ფოთი, რასაც ადგილი არ ჰქონდა 1895 წლის შემდეგ. დღე-ღამური მაქსიმალური ნალექების რაოდენობა ზოგჯერ 160-180 მმ-ს აღემატებოდა. რაიონის ცენტრს მოწყვეტილი იყო 7 სოფელი, დაიბორა 6 სოფელი, ასობით პექტარი ნათესები, 100 სახლი, დაზიანდა 50 და დაინგრა 11 სახლი. დაიღუპა 8 ადამიანი, დაინგრა 3 ხიდი, წყლით დაიფარა ტერიტორიები, სადაც განლაგებული იყო ელექტროსადგურები, დაზიანდა ელექტროგადამცემი ხაზები და 39 ათას აბონენტს შეუწყდა ელექტროენერჯის მიწოდება. მატერიალურმა ზარალმა შეადგინა 3-4 მლნ. ლარი [3].

წყალმოვარდნებმა გაიარეს 2009 და 2010 წლებშიც. 2011 წელს პირველი წყალმოვარდნა აღინიშნა თებერვლის თვეში, როცა წყალტუბოს რაიონში დაიბორა სახნავ – სათესი მიწები, გზები და მოსახლეობის საკარმიდამოები.

შემზარავი კატასტროფა მოხდა 2011 წლის 15 ივნისს რიკოთის უღელტეხილზე, სადაც ძლიერი წვიმების გამო მდინარეთა წყალმოვარდნებმა დაზიანა საავტომობილო გზა, დაანგრია კვების ობიექტები, დაზიანდა დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოს დამაკავშირებელ გვირაბთან მიმავალი გზები და რამდენიმე დღით მოძრაობა შეჩერდა. კატასტროფას 5 ადამიანის სიცოცხლე ემსხვერპლა. 18 ივნისს მდ. ჭანისწყლის ადიდებამ დაზიანდა საგზაო მაგისტრალები და მოსახლეობის საკარმიდამოები, წაღწეხისაში კი მდინარემ დაზიანდა გზები და ხიდები.

კატასტროფული წყალმოვარდნები შეიძლება გამოიწვიოს არა მარტო თავსხმა წვიმებმა და თოვლის დნობამ, არამედ აგრეთვე თოვლის ზვავებმაც, რომლებიც ჩახერგავენ მდინარის ხეობას და მის ზემოთ დაგუბებული წყალი გაარღვევს თოვლის კაშხალს და გამოიწვევს წყალმოვარდნას. ასე მოხდა მაგ. 1902 წელს მდ.რიონზე, როცა ის 30 მ სისქის ნაზავი თოვლის კაშხლით ჩახერგა და გზა ერთი თვით გადაიკეტა. ასეთივე მოვლენები აღინიშნა 2000 წ. მდ. ცხენისწყალზეც [3].

მყინვარული ნაზღველვი წყალმოვარდნების მსგავსად დიდი სიძლიერით გამოირჩევიან წყალდიდობები და წყალმოვარდნები, რომლებიც დაკავშირებული არიან მდინარეთა ხეობების კლდე-ზვავებით და მეწყერებით ჩახერგვასთან. მათ რიცხვს ეკუთვნის 250-300 წლის წინათ წარმოშობილი დიდი და პატარა რიწის ტბები. 1991 წელს წარმოშობილი ამტყელისა და ქვედრულას ტბები. თავისი კატასტროფული შედეგებით გამოირჩევიან 1989 წ. სხალთისა და 1991 წ. ხახიეთის ტბები, რომელთა წარმოშობის პერიოდში კლდე-ზვავებმა და მეწყერებმა ჩამარხეს სოფლები წაბლანა და ხახიეთი. რამდენიმე საათის შემდეგ შეგუბებულმა წყალმა გაარღვია ახლომდებარე ხიდზე სავალი გზა და ახალი კალაპოტით დაეშვა მდ. ხანისწყლის ქვემო დინებისაკენ, რასაც მოჰყვა სატრანსპორტო გზის დაზიანება. ამ დროს წყლის მაქსიმალურმა დონემ 5 მ-

ს მიაღწია, წყლის ხარჯი კი 781 მ³/წ იყო, რაც 2-ჯერ აღემატება მდ. ხანისწყლის 1%-იანი უზრუნველყოფის მაქსიმალურ ხარჯს (374 მ³/წმ) [3]. 2010 წლის 7 მაისს ს. ბენოსთან მეწყერმა ჩახერგა მდ. დოღრა და დატბორვის საშიშროება შეექმნა სვანეთის სამ სოფელს.

ნაშრომი შესრულებულია საქართველოს შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით № GNSF/ST08/5-444 გრანტის ფარგლებში და წარმოადგენს მის ერთ-ერთ ეტაპს.

ცხრილი 1 2005 წლის წყალდიდობის კატასტროფული გამოვლინებები დასავლეთ საქართველოს მდინარეებზე

მდინარის აუზი	მიყენებული ზარალი
ყვირილა	ქ.ზესტაფონთან ყვირილამ გაარღვია სანაპირო ჯებირები და დატბორა მიმდებარე სასოფლო-სამეურნეო მიწები.
რიონი	ქ.ქუთაისში რამდენიმე ადგილას რიონმა გაარღვია ნაპირდამცავი ჯებირები, დატბორა სახლები, დააზიანა გზები. წყალტუბოს რაიონში დაზარალდა 66 ოჯახი.
	ვანის რაიონში რიონი გადავარდა სჭყვიში და დატბორა საცხოვრებელი სახლები და ნათესები, წყალმა წაიღო პირუტყვი და ფრინველი. ნათესები დაიტბორა ქ.სამტრედიასა და სჭალადიდშიც.
	ონის რაიონში დაიტბორა 100 სახლი, დაინგრა 8 ხიდი და საავტომობილო გზები, 18 სოფელი მოწყდა რაიონულ ცენტრს. მოიშალა წყალმომარაგების სათავე ნაგებობები და წყლის მიწოდება შეუწყდა ქ.ონს.
ცხენისწყალი	რაჭა-ლეჩხუმში ცხენისწყალმა დაანგრია ჯებირები და ხიდები, დატბორა სასოფლო-სამეურნეო სავარგულები, დაზიანდა წყლის სათავე ნაგებობები და კომუნიკაციები.
ენგური	მესტიის რაიონში წარმოიქმნა ღვარცოფული ნაკადები, დაზიანდა მრავალი საცხოვრებელი სახლი, დაინგრა ხიდები, გზები და 8 სოფელი მოწყდა რაიონულ ცენტრს.
	ჯვრის წყალსაცავში ჭარბი წყლის (≈500 მ ³) გაშვების შედეგად ქვემო ბიუფში ენგურის წყლის დონემ აიწია და დატბორა ზუგდიდის რაიონის სოფლების სავარგულები.
აჭარის წყალი	აჭარაში დაინგრა ხიდები და 17 სოფელი მოწყდა რაიონულ ცენტრს. ს.თხინვანში და ს.ღურტასთან ჩამოწვა მეწყერები და დაზიანდა გზები.

ეროზიულ-ღვარცოფული მოვლენები და ზოგიერთი მომიჯნავე პრობლემები. საერთაშორისო კონფერენციის სამეცნიერო შრომათა კრებული. თბილისი, 2001, გვ. 224-228.

2. Водные Ресурсы Закавказья. Под редакцией Сванидзе Г.Г., Цома В.Ш., Гидрометеиздат, Л., 1988, 264 с.

3. გაჩეხილაძე გ., ცომაია ვ., ქიტიაშვილი ლ., გორგიჯანიძე ს., ბეგალიშვილი ნ.ნ. კატასტროფული წყალმოვარდნების წყლის მაქსიმალური ხარჯების გაანგარიშებისა და პროგნოზირების შესაძლებლობა ტენზომეტრების პარამეტრების გამოყენების საფუძველზე დაკვირვების პუნქტების დახურვის პირობებში. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. 115, თბილისი 2008, გვ. 417-425.

4. Цома В.Ш. Исследование условий формирования и статистический анализ ливневых паводков рек черноморского побережья Аджарии. Тр. ЗакНИГМИ, вып. 85 (92), М. Гидрометеиздат, 1986, стр. 31-46.

შპპ 556.16
წყალდიდობა-წყალმოვარდნების კატასტროფული გამოვლინებები დასავლეთ საქართველოს მდინარეებზე. /ბასილაშვილი ც., ტაბატაძე ჯ., ჯანელიძე მ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.- გვ. 53-56.- ქართ., რუს. ქართ., ინგლ., რუს.
 ნაშრომში განხილულია დასავლეთ საქართველოს მდინარეებზე გავლილი წყალდიდობა-წყალმოვარდნები ისტორიული, ინფორმაციული და ლიტერატურული წყაროებისა და აგრეთვე ათეული წლების მანძილზე მიმდინარე სტაციონალური დაკვირვებებისა და ექსპედიციური სამუშაოების ანალიზის საფუძველზე. აღწერილია როგორც თვით მოვლენები, ასევე მათ მიერ გამოწვეული ზარალი.

УДК 556.16
КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ПОЛОВОДИЙ И ПАВОДКОВ НА РЕКАХ ЗАПАДНОЙ ГРУЗИИ. /Басиладшвили Ц.З., Табатадзе Д.Г., Джanelidze М.Г./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2011. - т.117. - с. 53-56. - Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус.
 Рассмотрены прошедшие катастрофические паводки на реках Западной Грузии на основе исторических, информационных и литературных источников, а также по анализу стационарных наблюдений в течение нескольких лет и экспедиционных работ. Описаны как сами явления, так и ущерб причиняемые ими.

UDC 556.16
HIGH WATER AND FLOOD WATER DISASTERS ON THE RIVERS OF WEST GEORGIA. /Basilashvili Ts., Tabatadze J., Janelidze M/Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhnikal University. -2011. - т.117. - pp. 53-56. - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.
 Past disastrous high water and flood water occurrences on the rivers of Georgia have been investigated on the basis of informational and scientific sources as well as by studying and analyzing stationary observations made during a few years of expeditionary work. Not only the disasters have been described but also the harm caused by them.

ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES-ლიტერატურა

1. ვ. ცომაია კატასტროფული წყალმოვარდნების მაქსიმალური ხარჯი მდინარე რიონზე, წგნ-ში

დიაკონიძე რ.ვ.*, მამასახლისი უ.გ.**, თევზაძე თ.ვ.*, ჩახაია გ.გ.*

*საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტი.

**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი.

უაკ. 551.535.6.574.

სოფელ იყალთოს სასმელი წყლით მომარაგების ეკოლოგიური პრობლემის მოგვარების ღონისძიებები

ქალაქ თელავის მუნიციპალიტეტის მომართვის საფუძველზე, რომელიც ეხებოდა სოფელ იყალთოს სასმელი წყლის მომარაგების საკითხს, ჩვენ მიერ განხორციელებულ იქნა შესაბამისი კვლევითი სამუშაოები.

როგორც ცნობილი გახდა, თელავის რაიონის სოფელ იყალთოს სასმელი წყლით მომარაგების ეკოლოგიურ პრობლემას წარმოადგენდა ის, რომ წვიმების დროს სასმელი წყალი იმღვრევა და სასმელად მისი გამოყენება შეუძლებელია.

ზემოაღნიშნულის გამო ადგილობრივი სამთავრობო სტრუქტურების წინაშე დდის წესრიგში დადგა სასმელი წყლის ალტერნატიული მარაგის მოძიების საკითხი. სწორედ ამ საკითხის შესასწავლად და შესაბამისი პროექტის განსახორციელებლად ჩვენ მიერ ჩატარებულ იქნა გარკვეული კვლევითი და საველე სამუშაოები.

სოფელ იყალთოს სასმელი წყლით მომარაგება ხორციელდება მდინარე იყალთოს ხევიდან. მდინარე ეროზიულ-დვარცოფული ხასიათისაა და სწორედ მის ხეობაშია (უფრო სწორად კალაპოტში) მოწყობილი სასმელი წყლის წყალმიღები სადრენაჟე მოწყობილობა (ნახ.2). მდინარის ეროზიულ-დვარცოფული ხასიათის გამო ის ამჟამად მწყობრიდანაა გამოსული. სწორედ ამიტომ წყალი წვიმების დროს იმღვრევა და მისი სასმელად გამოყენება მოსახლეობისთვის დაუშვებელია.

მდინარე იყალთო სათავეს იღებს ცივკომბორის ქედის ჩრდილო-აღმოსავლეთის ფერდობიდან. შესაბამისი მეტოლოგიის [1,2,7] გამოყენებით, ჩვენ მიერ დადგინდა იქნა მდ. იყალთოს ზოგიერთი ჰიდროლოგიური მახასიათებელი, კერძოდ, წყლისა და დვარცოფის მაქსიმალური ხარჯების 1%-იანი უზრუნველყოფის პროგნოზული სიდიდეები, რომლებიც შესაბამისად შეადგენს: წყლის ხარჯი $Q_{წყ.1\%} = 80.4 \text{ მ}^3/\text{წმ}$, დვარცოფული ხარჯი $Q_{დვ.1\%} = 90.0 \text{ მ}^3/\text{წმ}$. კვლევის შედეგებმა დაადასტურა ის მოსაზრება, რომ წვიმების შედეგად გამოწვეული წყალდიდობის დროს, მითუმეტეს, თუ მას თან

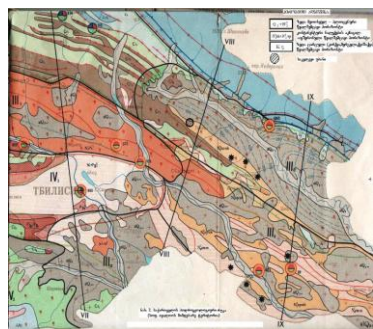
ერთვის სხვადასხვა სიძლიერის დვარცოფული ნაკადის ფორმირება, წყლის ჩამონადენი მნიშვნელოვნადაა გაჯერებული მყარი ნატანით და იმის გამო, რომ სადრენაჟო მოწყობილობა მწყობრიდანაა გამოსული და წყალი არ იწმინდება, მისი გამოყენება სასმელად შეუძლებელია.

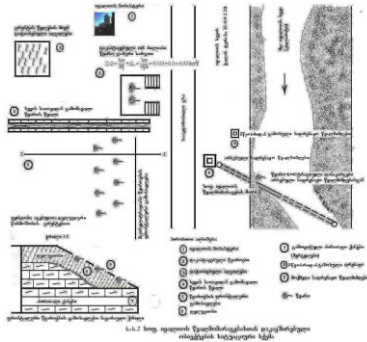
ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენ შევეცადეთ საკვლევ რეგიონში მოგვეძია სასმელი წყლის დამატებითი, ალტერნატიული მარაგი, რისთვისაც განვახორციელეთ საველე და კამერალურ-ლაბორატორიული ჰიდროლოგიური, ჰიდროგეოლოგიური და გეოლოგიური კვლევები. შესწავლილ იქნა და ანალიზი გაუკეთდა საკითხის ირგვლივ არსებულ მეცნიერულ შრომებს [3,4]. გამოყენებულ იქნა, აგრეთვე, საქართველოს საინჟინრო-გეოლოგიურ და ჰიდროგეოლოგიური რუკები [5,6].

საკვლევი უბანი (რეგიონი) მდებარეობს საქართველოს ბელტის აღმოსავლეთ დაძირვის ზონაში, მისი ინდექსია VI_2^8 და განეკუთვნება ფხვიერი და პლასტიკური მეოთხეული ალუვიურ-პროალუვიური ნალექების ალაზნის ველის ქვერაიონს. აქ გავრცელებულია მსხვილი ღორღი, ხვინჭა, ქვიშა, ნარიყალი (კენჭნარი) შეკვებული ქვიშნარით (პროლუვიონი). მისი ინდექსია Q. ამ ნალექების სიმძლავრეა 0,5-3,0 მ.

აღნიშნულ გრუნტებს საფუძვლად უდევს VI_1 ნალექები, განეკუთვნება ნეოგენის ნახევრადკლდოვანი და პლასტიკური, ზღვიური და კონტინენტური მოლასური ნალექების რაიონს, ნაცრისფერ-მორუსო, ქვიშაქვების განფენებიანი ზღვიური ნალექების ქვერაიონს, ინდექსი $N_2^3ak + N_2^3ap$. მათი გამოუფიტავი ნაწილის

შინაგანი ხახუნის კუთხეა $\phi = 11^\circ - 14^\circ$, ხოლო შეჭიდულობა $C=0,35-0,5$ კგ/სმ². გამოფიტული ნაწილის გრუნტებს კი შესაბამისად $\phi = 7^\circ - 9^\circ$, $C=0,1-0,01$ კგ/სმ². აქ გამოფიტვის ხასიათი ღორღნარ-ხვინჭნაროვანია. აქ განვითარებული პროცესებიდან აღინიშნება მცირე დვარცოფული კერები, ნაყარი, მიწაყრილი [5].





საქართველოს ჰიდროლოგიური რუკის მიხედვით [6] ნახ.1, საკვლევ რაიონში გამოიყოფა სამი წყალშემცველი ჰორიზონტი:

- მეოთხეულ-ზედაპლიოცენური ლავების წყალშემცავი ჰორიზონტი ($Q_4 + N_c^3$), კლდოვანი ქანები წარმოდგენილია დოლერიტებით, ბაზალიტებით, ანდეზიტებით ქვიშნარისა და თიხნარის განფენებით.
- აფშერონ-აქაგილური კონტინენტური ნალექების წყალშემცავი კომპლექსის ($N_2^{ap} + ak$), ძირითადი ქანები წარმოდგენილია კონგლომერატებით, ქვიშაქვებითა და თიხებით.
- ზედაცარცული კარბონატული ფლიშის წყალშემცავი ჰორიზონტი წარმოდგენილი კირქვებით, მერგელებითა და ქვიშაქვებით.

სამივე წყალშემცავი ჰორიზონტი მიოცენურ-ზედაპლიოცენური, აფშერონ-აქაგილური (ზედა ნეოგენი N_2^3) და ზედაცარცული (K_{r2}) სხვადასხვა ტიპის გაშიშვლებებში ხასიათდება წყაროების როგორც ცალკეული, ასევე ფრონტალური გამოსავლებით.

სოფელ იყალთოს წყალმომარაგებასთან დაკავშირებული ობიექტების სიტუაციური სქემა წარმოდგენილია ნახ №2.

დასკვნები

1. არსებული სადრენაჟო წყალმიმღები, ასევე, წყალმიწოდების მიღები ამორტიზირებულია.
2. საჭიროა განხორციელდეს ამორტიზირებული სადრენაჟო წყალმიმღების რეაბილიტაცია ისე, რომ აღმოიფხვრას წყლის დაბინძურება და დანაკარგები;
3. უნდა გამოიცვალოს სოფელ იყალთოს წყალმომარაგების მიღები (წყალშემკრებ აუზამდე) ისე, რომ გამოირიცხოს მათი დეფორმაცია იყალთოს ხევის წყალდიდობის პერიოდში.
4. საკვლევ უბანზე არსებული წყლის გამოსავლები, რომლებიც თანამედროვე დელუვიური გენეზისის გრუნტებთანაა დაკავშირებული, შუა მეოთხეულ-ზედა პლიოცენური ($Q_3 + N_2^3$) კლდოვანი ქანების (დოლერიტი, ბაზალიტი, ანდეზიტი, ქვიშნარი თიხის განფენებით) და აფშერონ-აქაგილური კონგლომერატების, ქვიშაქვებისა და თიხების ($N_2^{ap} + ak$) წყალშემცავი ჰორიზონტების განტვირთვის ზონაში იმყოფება.
5. საქართველოს ჰიდროგეოლოგიური რუკის მონაცემებით საკვლევ ტერიტორიაზე გამოყოფილი წყალშემცველი ქანებიდან (შუა მეოთხეული-ზედა პლიოცენური და აფშერონ-აქაგილური) განტვირთული წყლები წყაროების სახით გამოედინება, რომლის მინერალიზაცია 0.5-1.0 გ/ლ შეადგენს.

6. წყლის დამატებითი (ალტერნატიული) მარაგის მოძიება შესაძლებელია №3, №4 და №5 ზონებში ნახ.2. ამ მიზნისათვის სამივე მათგანი პერსპექტიულია.
7. იმის გამო, რომ №3 ზონაში წყაროების დაკავტაჟებამ შესაძლებელია უარყოფითი ზეგავლენა მოახდინოს №2 წყაროებზე, აქ რაიმე საკაპტაჟო სამუშაოების განხორციელება დედესდებობით დაუშვებლად მიგვაჩნია.
8. სასმელი წყლის საერთო ხარჯის განსაზღვრის მიზნით უფრო პერსპექტიულად მიგვაჩნია ფრონტალური გამოსავლების დეტალური დაძიება დელუვიონის ქვეშ ნახ.2, ჭრილი I-I.
9. სპეციალურ ლიტერატურაში არსებული მასალების მოძიებამ და სავსელ სამუშაოების განხორციელებამ გვიჩვენა, რომ ზემოხსენებული წყაროების გამოყენება სოფელ იყალთოს სასმელი წყლით მომარაგებისთვის, გამომდინარე მისი ქიმიური შემადგენლობიდან, სავსებით შესაძლებელია, თუმცა, მიუხედავად ამისა, პროექტის საბოლოოდ გადასაწყვეტად მიზანშეწონილად მიგვაჩნია მათი ბიოლოგიური და ბაქტერიოლოგიური გამოკვლევა. დადებითი შედეგების მიღების შემთხვევაში შესაძლებელი იქნება აღნიშნული პროექტის საბოლოო განხორციელება.

ЛИТЕРАТУРА-REFERENCES-ლიტერატურა

1. დიაკონიძე რ.- ღვარცოფული ხასიათის წყალსადინარებზე წყლის ნაკადისა და ტურბულენტური ღვარცოფის ხარჯების ანგარიში. წყალთა მეურნეობისა და საინჟინრო გეოლოგიის სამეცნიერო შრომათა კრებული, თბილისი, 1999, გვ. 33-35.
2. დიაკონიძე რ. -გარემოს გეოლოგიური პრობლემები (ღვარცოფული მოვლენები და მათი პროგნოზირება. წყალთა მეურნეობისა და საინჟინრო გეოლოგიის სამეცნიერო შრომათა კრებული, თბილისი, 2005, გვ. 24-31.
3. მამასახლისი ჟ. - ზოგადი გეოლოგია და ჰიდროგეოლოგია, გამომცემლობა „დანი“, თბილისი, 2009, 110 გვ.
4. მამასახლისი ჟ.- ჰიდროლოგია და ჰიდროგეოლოგია, გამომცემლობა „დანი“, თბილისი, 2009, 119 გვ.
5. საქართველოს საინჟინრო-გეოლოგიური რუკა.
6. საქართველოს ჰიდროგეოლოგიური რუკა.
7. Diakonidze Robert, Kiknadze Khatuna, Khubulava Irina. Empirical dependences for calculation of the maximum discharges of water. Tbilisi, 2009, pp. 99-105.

შპს 551.535.6.574.

სოფელ იყალთოს სასმელი წყლით მომარაგების გეოლოგიური პრობლემის მოგვარების ღონის/ დიაკონიძე რ.გ., მამასახლისი ჟ.გ., თევზაძე თ.გ., ჩახაია გ.გ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117-გვ. 19-26.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს სტატიაში განხილულია კახეთის რეგიონის სოფელ იყალთოს სასმელი წყლით მომარაგების გეოლოგიური პრობლემის საკითხი და დასკვნების სახით წარმოდგენილია აღნიშნული პრობლემის დარეგულირების ღონისძიებები. შემოთავაზებულია სასმელი წყლის მარაგის დამატებითი, არსებულის ალტერნატიული ვარიანტები.

UDC 551.535.6.574.

Activities for Solution of Ecological Problem of Drinking Water Supply of Village Ikalto / Diakonidze R, Mamasakhli Zh, Tevzadze T, Chakhaya G/ Transactions of the Institute of

Hydrometeorology, Georgian Tekhnical University. -2011. - т.117. – pp. 19-26. -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The issue of regulation of the ecological problem of drinking water supply of the village Ikalto of Kakheti region is considered and the activities for solution of this problem are described in kind of conclusion.

The variants of search for additional alternative sources of drinking water supply have been proposed.

УДК 551.535.6.574.

Мероприятия по урегулированию экологической проблемы снабжения питьевой водой села Икалто/ Диаконидзе Р.В., Мамасახлиси Ж.Г., Тевзадзе Т.В., Чახая Г.Г./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 19-26. – Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус.**УДК**

В статье рассмотрен вопрос экологической проблемы снабжения питьевой водой села Икалто Кахетинского региона и в виде заключения представлены мероприятия по урегулированию указанной проблемы.

Предложены варианты поиска дополнительного, альтернативного существующему, запаса питьевой воды.

მეტეოროლოგია და კლიმატოლოგია
METEOROLOGY AND CLIMATOLOGY
МЕТЕОРОЛОГИЯ И КЛИМАТОЛОГИЯ

=====

Kordzakhia G., *, Shengelia L., Tvaurei G., Chitanava R. ***
 * Institute of Hydrometeorology, Tbilisi Technical University,
 ** M. Nodia Institute of Geophysics, Tbilisi State University,
 *** The National Environmental Agency, Tbilisi.

UDC 551.46(262.5)+551.501.771

**APPLICATION OF THE SATELLITE DATA FOR THE
 CREATION OF OPERATIONAL NUMERICAL
 FORECASTING TECHNOLOGICAL LINE OF THE BLACK
 SEA CONDITIONS**

The determination of the ocean/sea surface temperature (SST) is important for solving various applied issues. One of the most important problems is the installation of the marine conditions numerical prediction technological operational line and disaster risk reduction (DRR) based on the SST satellite data.

The identification of SST is a complicated problem as the observational network creation like the ground based monitoring stations is very expensive. Invention of the Earth observational satellites solved the problem. The application of remote sensing appears to be the most effective tool for the detection of SST [1]. The necessary infrastructure is created, namely monitoring is carried out by the USA and European satellites. In Georgia the satellite receiving system was installed with the support of the EUMETSAT in the beginning of 2011.

The satellites provide acquisition of the observational data from oceanographic tide-gauges, separate platforms and drifters and hence allow their wide location in oceans and seas (Fig.1). These observational facilities including coast oceanographic stations and ships of opportunity supply accurate SST values. They have considerable spatial interruption. Therefore this does not allow restoring SST accurate fields for the marine basin.

EUMETCast

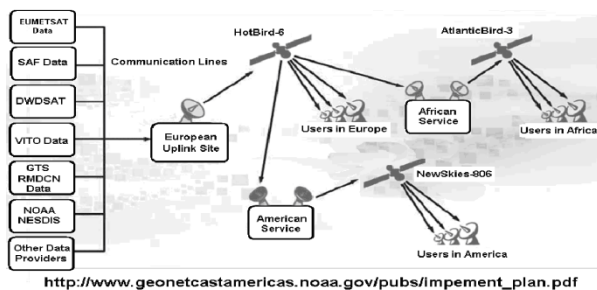


Fig. 1. EUMETSAT’s Broadcast System for Environmental Data Dissemination System Based on Standard Digital Video Broadcast (DVB) Technology

Remote sensing provides the data quantitatively. Due to the fact that the nearest satellites are at the distance of several hundred kms from the Earth the problem of inadequate quality of this information remains. The latter requires the assessment of corresponding errors and certain corrections to control SST data in nearly real time. Inaccuracy of the remote sensing data can be connected with: i. Quality of the satellite information and/or ii. Errors of the SST calculation algorithms. The above-mentioned inaccuracy of the satellite data are excluded or minimized by the quality assessment

and quality control (QA/QC) procedures based on the traditional means of SST observation [2]. Thus the real SST fields can be obtained only using all relevant SST observational facilities.

It is very important to be assured in the capabilities of the usage of the SST real data values based on remote sensing and assessment of the received results quality. For this objective the special numerical experiments are carried out based on the basin scale marine model [3]. This model experiments have methodological nature and the developed marine conditions predictions are not the real operational forecasts of the Black Sea, as in these experiments the meteorological real data on upper boundary are not accessible. In spite of this, based on these experiments it can be concluded about perspectives of creation of technological operational line of the marine conditions numerical forecasting.

Calculation of the marine forecasts needs the knowledge of the initial sea conditions (three dimensional fields of hydrodynamic flow, sea temperature, salinity). If such initial fields are not accessible then zero initial conditions and at the sea surface available climatic data are used. In carried out additional numerical experiments SST real data values received from remote sensing are used as data on the sea upper boundary.

The model equations are solved by the two cycle splitting method that is in good adequacy with corresponding physical processes [4].

The time range of the equations integration can be divided: i. Obtaining of climatic hydrophysical fields; ii. Adaptation phase; iii. Forecasting phase.

At the first stage the integration of the equations is carried out until attainment of quasi stationary regime. The outputs of these calculations (hydrodynamic flow, sea temperature, salinity) are used as the initial conditions for adaptation phase.

From that moment the integration of the equations at adaptation phase is carried out with model climate conditions instead of zero initial conditions. In adaptation phase the impact of initial conditions are weakened and the output is determined by exposure to the atmosphere. Evidently the marine initial conditions are close to real initial hydrological regime and these fields (hydrodynamic flow, sea temperature, salinity) are used as initial for forecasting range.

Additional numerical experiments are carried out for 10 days periods (integration periods: i. 23 August – 2 September 2010, ii. 29 June – 9 July 2010, iii. 22 July – 1 August 2010). The calculations are made with the use of the real SST data from remote sensing. These values are used as data on sea upper boundary for adaptation phase. For short, the results of the experiment for the first period are presented as the outputs of other two are similar.

The commencement of adaptation phase is taken at 12:00 hr August 26, 2010. If the meteorological real data on upper boundary are inaccessible then wind tangential stress and sea surface salinity climatic data are taken for the summer season. The Black Sea SST was defined on the basis of remote sensing.

The integration of model equation is carried for 10 days till September 02, 2010. Observed the Black Sea SST fields used in the model were determined for the period from the moment of model running till August 28, 2010. Therefore, from this time the Black Sea SST was not

changed and remained the same until the end of the model experiment (20:00 h September 02, 2010). The time domain from the 20:00 h of August 28, 2010 till 20:00 h September 02, 2010 can be accepted for the forecasted range.

The commencement of adaptation phase is taken at 2:00 hr August 26, 2010. The meteorological real data on upper boundary are inaccessible; therefore wind tangential stress and sea surface salinity climatic data are taken for the summer season. The Black Sea SST was defined on the basis of remote sensing. In Fig. 2 the Black Sea SST fields determined from remote sensing for various time moments are presented. These values are used as the sea upper boundary data for adaptation phase.

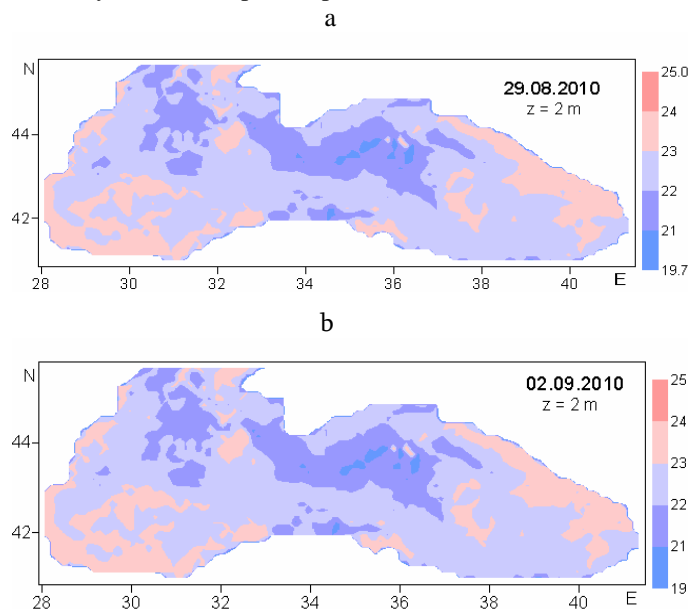


Fig. 2. The forecasted marine temperature fields: a. August 29, 2010 and b. September 2, 2010.

The integration of model equation is carried out for 10 days till 20:00 h September 02, 2010. Observed BS SST fields used in the model were determined for the period from the moment of model running till 20:00 h August 28, 2010 (Fig. 2.b). Therefore from this time the Black Sea SST was not changed and remained the same until the end of the model experiment (20:00 h September 02, 2010). The time domain from the 20:00 h August 28, 2010 till 20:00 h September 02, 2010 can be accepted for the forecasted range.

As an example, in Fig. 2 the forecasted marine temperature fields of the Black Sea are presented on 2 m depths (the nearest calculation level from the sea surface) in August 29, 2010 and September 2, 2010. The forecast outputs when the real SST is used from the satellite data by conditional consent will be called forecasted marine temperature fields. In case the experiment is run when the so-called model climate data is used by conditional consent the model forecast outputs would be called climate temperature field. For the comparison of forecasted marine temperature fields with the Black Sea SST real values the interpolation of the output data to the sea surface is needed. For the Black Sea the average vertical gradient of temperature field space distribution is 1°C/1m. For matching SST data with forecasting temperature values the levels equaling due value - 2°C would be added to the latter.

In Fig. 3 the temperature climate field for the Black Sea calculated from the model on the depth 2 m that is used as

an initial condition for adaptation phase if the real values of SST are not available is shown. Comparing the pictures represented in Fig. 2 and Fig. 3 it can be concluded that the use of the real SST satellite data instead of the climatic data significantly changes the forecasted marine temperature values and substantially differs from the climate forecasted fields. That definitely indicates that the real satellite SST data must be taken into account during the diagnosis and forecast of the dynamics of the Black Sea basin.

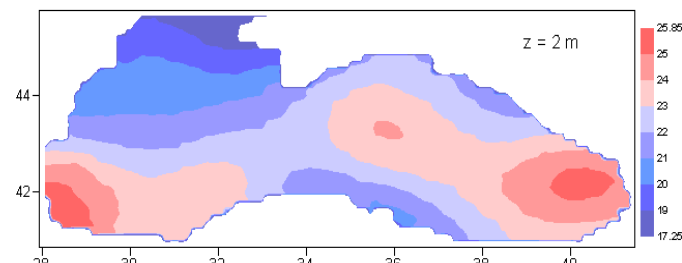


Fig.3. The climate temperature field of the Black Sea (summer season) on the depth of 2 m.

For the forecasted outputs validation, the sea surface temperature values calculated in three experiments were compared with the observed SST fields received on the basis of remote sensing on the same day. The comparison is made for the knots of the regular net where the temperature values can be determined from the satellite data i.e. for the knots free of clouds. The quantity of knots on the Black Sea is equal to 15874.

For the validation of the experiments outputs, forecasted marine temperature fields calculated for September 2, 2010 were compared with the same day observed sea surface temperature field received on the basis remote sensing data. The comparison is made for the knots of the regular net where the temperature values can be determined from the satellite information, i.e. these knots were not covered by clouds. For short the validation results are presented for only first experiment as the other two are very similar. The quantity of such knots on the Black Sea is equal to 6504. The territory free from clouds over the Black Sea is 41% for the first experiment. For the quantitative validation of the carried out experiment outputs, the statistical characteristics used in operational practice are applied, namely, mean square deviation (δ), maximal and minimal errors (ϵ_{max} , ϵ_{min}) for both forecasted marine temperature and climate temperature fields are determined.

Calculations carried out for the forecasted marine temperature fields (first experiment) show that these values are as follows: $\delta_1 = 1.4055^{\circ}\text{C}$, $\epsilon_{max1} = 4.11^{\circ}\text{C}$, $\epsilon_{min1} = 0.0010^{\circ}\text{C}$. The same computations run for the climate temperature field give: $\delta_1^* = 1.9336^{\circ}\text{C}$, $\epsilon_{max1}^* = 7.053^{\circ}\text{C}$, $\epsilon_{min1}^* = 0.021^{\circ}\text{C}$.

Based on the analysis of the above-mentioned statistical characteristics for all experiments can be deduced:

- The mean square deviation of forecasted marine temperature fields is significantly less (minimum at 30 %) than the corresponding values of the climate temperature field;
- The maximal absolute error of forecasted marine temperature fields is less than the corresponding values of the climate temperature field;
- The minimal absolute error of forecasted marine temperature fields is significantly less than the corresponding values of the climate temperature field.

On the basis of carried researches it could be concluded: i. Developed methodology is effective for determination of the Black Sea surface temperature real values; ii. The Black Sea SST determined real data application for forecasting of the Black Sea conditions is effective; iii. Implementation of the works for the creation of the technological line of the operational prediction of Black Sea marine conditions and disasters risk reduction is necessary and timely measure.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

- Shengelia Larisa, George Kordzakhia, Genadi Tvauri, Marika Tatishvili, Irine Mkurnalidze, 2009: Peculiarities of the Use of Satellite Information for Early Warning of Natural Meteorological and Hydrological Disasters in Georgia. Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences, vol. 3, #1, 79-83. <http://www.science.org.ge/>.
- Kordzakhia George, Larisa Shengelia, Genadi Tvauri, Irine Mkurnalidze, 2010: Receiving and Processing of the Black Sea Surface Temperature Satellite Data for Georgian Water Area. Bulletin of Georgian National Academy of Sciences, vol. 4, №3, 54-57. <http://www.science.org.ge/>.
- Kordzadze A., Demetrashvili D., 2003: Numerical Modeling of Intra-annual Variability of the Hydrological Regime of the Black Sea with Taking into Account Alternation of Different Types of the Wind above its Surface. Proceed. of Intern. Conference: "A Year after Johannesburg - Ocean Governance and Sustainable Development: Ocean and Coasts - a Glimpse into the Future". Kiev /Ukraine, Oct. 27-30.
- Marchuk G. I, 1974: The Numerical Solution of the Problems of Atmosphere and Ocean Dynamics. L. (St. Petersburg): "Gidrometeoizdat", pp.303 (In Russian language).

უკ 551.46(262.5)+551.501.771

თანამგზავრული მონაცემების გამოყენება შავი ზღვის ოპერატიული რიცხვითი პროგნოზების ტექნოლოგიური ხაზის შესაქმნელად კორძახია გ., შენგელია ლ., თვაური გ., ჭიანავა რ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2011-ტ.117-გვ.59-61. ინგ.: რეზ. ქართ., ინგ., რუს.

განხილულია თანამგზავრული ინფორმაციის საფუძველზე განსაზღვრული შავი ზღვის ზედაპირის ტემპერატურული მონაცემების გამოყენების საკითხები შავი ზღვის მდგომარეობის ოპერატიული რიცხვითი პროგნოზების ტექნოლოგიური ხაზის შექმნისათვის.

UDC 551.46(262.5)+551.501.771

Application of the Satellite Data for the Creation of Operational Numerical Forecasting Tecnological Line of the Black Sea Conditions. /Kordzakhia G., Shengelia L., Tvauri G., Chitanava R./Transactions of the Institute of Hydrometeorology of Georgian Technical University. 2011.v117. – pp. 59-61. - Eng.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Use of the satellite information of the Black Sea surface temperature for the purpose of creation of a technological line of the operational forecast of the state of the Black Sea are considered.

УДК 551.46(262.5)+551.501.771

Использование спутниковой информации для создания технологической линии оперативного прогноза состояния Черного моря. Кордзахия Г.И., Шенгелия Л.Д., Тваური Г.А., Читанавა Рю/ Сб. Трудов. Институт Гидрометеорологии, Технический Университет Грузии – 2011 – т.116, с.59-61.– Англ.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Рассмотрены вопросы использования спутниковой информации о температуре поверхности Черного моря для создания технологической линии оперативного прогноза состояния Черного моря.

ბ. ბერიტაშვილი, ნ. კაპანაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრო-
მეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უკაპ 551.583

ბასული საუკუნის მეორე ნახევარში კლიმატის ცვლილების თანამგზავრული საქართველოს ტერიტორიაზე

საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატის ინსტიტუტულ შესწავლას საუკუნუნახევრის ისტორია გააჩნია. პირველი წიგნი თბილისის კლიმატზე გამოქვეყნდა ჯერ კიდევ 1848 წელს. შემდგომში გამოქვეყნებული შრომებიდან აღსანიშნავია ა. ვოეიკოვის [1], ა. ფიგუროვსკის [2], მ. კორძახიას [3] მონოგრაფიები და ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის კოლექტიური ნაშრომი [4]. ამ ჩამონათვალს ცალკე უნდა დაემატოს დ. მუმლაძის მონოგრაფია [5], რომელშიც შეჯამებულია 1990 წლისთვის საქართველოში კლიმატსა და მის ცვლილებაზე ჩატარებულ გამოკვლევათა შედეგები.

გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციასთან 1994 წელს მიერთების შემდეგ საქართველოს წინაშე დასმული იქნა ამოცანა შეეფასებინა XX საუკუნეში მის ტერიტორიაზე კლიმატის ცვლილების ტრენდები. ამასთან დაკავშირებით პირველი ეროვნული შეტყობინების [6] მომზადების ფარგლებში გაანალიზდა 1905-1995 წლებში ქვეყნის 90 მეტეოსადგურზე ჩატარებულ დაკვირვებათა შედეგები, რის შედეგადაც დადგინდა იქნა გასულ საუკუნეში დასავლეთ საქართველოს კლიმატური ოლქის ტერიტორიის უმეტეს ნაწილზე მცირე აგრილების (0.1-0.3°C ფარგლებში), ხოლო აღმოსავლეთ საქართველოს ტერიტორიაზე საგრძნობი დათბობის (0.7°C- მდე) ტენდენცია. რაც შეეხება სამხრეთ საქართველოს ქვეოლქს, სამცხე-ჯავახეთის უმეტეს ნაწილზედაც აგრილებას ჰქონდა ადგილი, თუმცა დმანისის პლატოზე ეს ტრენდი შეიცვალა მცირე დათბობით.

ნაღვეთა ცვლილება საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე უფრო ერთგვაროვანი აღმოჩნდა, ძირითადად კლების ტენდენციით 5-10% ფარგლებში. მისი მატება დაფიქსირდა მხოლოდ კოლხეთის დაბლობზე და დედოფლისწყაროს რაიონში.

2006 წელს, მეორე ეროვნულ შეტყობინებაზე მუშაობის დაწყებასთან დაკავშირებით, კლიმატის ცვლილების სამთავრობათაშორისო საბჭოს (IPCC) რეკომენდაციის თანახმად საჭირო გახდა 1990-2005 წწ. პერიოდისთვის ხელახალი შეფასება. იმის გამო, რომ 1990-იანი წლების დასაწყისიდან საქართველოს მეტეოსადგურების უმრავლესობამ შეწყვიტა ფუნქციონირება, ან აწარმოებდა დაკვირვებებს წყვეტილ რეჟიმში, პირველი შეტყობინების ანალოგიური სრულფასოვანი ანალიზის ჩატარება შეუძლებელი გახდა. ამიტომ დასმული ამოცანის პირველ მიახლოებაში გადასაწყვეტად, საქართველოს 3 სხვადასხვა რეგიონში შერჩეულ იქნა აღნიშნულ წლებში მოქმედი 3 მეტეოროლოგიური სადგური (ფოთი, ლენტეხი და დედოფლისწყარო), რომლებისთვისაც მიღებულ იქნა აღნიშნულ პერიოდში კლიმატური ელემენტების საშუალო მნიშვნელობები. გასული საუკუნის მეორე

ნახევარში ამ სადგურებზე კლიმატის ცვლილების შესაფასებლად აღებულ იქნა საკვლევი პერიოდის დასაწყისში ანალოგიური ხანგრძლივობის დროის მონაცემები (1955-1970), რომლის საშუალოებსაც შედარდა ბოლო პერიოდის საშუალოები. სადგურების შერჩევა განპირობებული იყო იმით, რომ საწყისი პირობების თანახმად, მეორე შეტყობინებაში დეტალურად უნდა განხილულიყო წინასწარ შერჩეული რეგიონების კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწვევადობა და ადაპტაციის შესაძლებლობა და ამ თვალსაზრისით, მოსამზადებელ ეტაპზე ჩატარებული გამოკვლევის თანახმად, შავი ზღვის სანაპირო ზონა, ქვემო სვანეთი და დედოფლისწყაროს რაიონი ყველაზე მოწვევადანი აღმოჩნდნენ კლიმატის უკვე დაფიქსირებული ცვლილების მიმართ. გარდა ამისა, ლენტეხსა და დედოფლისწყაროში მეტეოროლოგიური დაკვირვებები დაიწყო 1950-იანი წლების დასაწყისში და 1955 წლიდან ამ სადგურებისთვის უკვე არსებობდა დაკვირვებათა სრულფასოვანი რიგები.

ჩატარებული შეფასებების თანახმად, დროის აღნიშნულ ორ პერიოდს შორის ფოთში ტემპერატურამ მოიმატა 0,2, ლენტეხში 0,4 და დედოფლისწყაროში 0,6°C-ით. ასევე მოიმატა ნალექებმაც შესაბამისად 13, 8 და 6%-ით [7].

ცხადია, რომ ამ სამი სადგურისთვის მიღებული შედეგები მხოლოდ ფრაგმენტულად ასახავს გასული საუკუნის მეორე ნახევარში საქართველოს ტერიტორიაზე კლიმატის ცვლილების სურათს. ამ ნაკლის შესავსებად, მეორე ეროვნული შეტყობინების მომზადების შემდეგ, პიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტში ჩატარდა გავლილი საუკუნის მანძილზე კლიმატის ცვლილების გამოკვლევა კიდევ სამი საბაზისო სადგურისთვის (თბილისი, ქუთაისი და ახალქალაქი), რომლებიც გარკვეულ მიახლოებაში საქართველოს 3 ძირითადი კლიმატური რეგიონისთვის რეპრეზენტატულ სადგურებად შეიძლება ჩაითვალოს [8]. ამ შრომაში განხილული დროის მთლიანი მონაცემებიდან (1905-2006), მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში მოყვანილ მონაცემთა შესავსებად გამოყოფილ იქნა იგივე პერიოდი (1955-2005), რამაც საშუალება მოგვცა საქართველოს ტერიტორიაზე გასული საუკუნის მეორე ნახევარში კლიმატის ცვლილება დაგვეხასიათებინა უკვე 6 სადგურის დაკვირვების ფაქტობრივი მასალით. ამასთან ერთად, იმის გათვალისწინებით, რომ აღმოსავლეთ საქართველოში მდებარე ორი სადგურისთვის (თბილისი და დედოფლისწყარო) ტემპერატურის ნახევარსაუკუნოვანი ნაზრდი მეტად განსხვავებული აღმოჩნდა (0,2 და 0,6°C შესაბამისად), განხილვაში ჩართული იქნა აღმოსავლეთ საქართველოს კიდევ ორი სადგური (გორი და თელავი). მიღებული შედეგები, რომელიც ასახავს კლიმატური ელემენტების ცვლილების ტრენდს ქვეყნის ყველაზე მჭიდროდ დასახლებულ ტერიტორიებზე წარმოდგენილია ცხრილში 1.

ამ ცხრილში მეტეოსადგურები გაერთიანებულია 3 კლიმატური რეგიონის მიხედვით. მოყვანილი მონაცემებიდან ჩანს, რომ ბოლო პერიოდში მიმდინარე გლობალური დათბობის ინტენსიფიკაციის ზეგავლენით საქართველოს სამივე კლიმა-

ტურ ოლქში აღინიშნა დათბობა, თუმცა მისი მას-ასიათებლები საკმაოდ განსხვავებული აღმოჩნდა სადგურებს შორის: საშუალო ტემპერატურა არ შეცვლილა გორში, მისი მინიმალური ნაზრდი დაფიქსირდა ფოთში, თბილისსა და ახალქალაქში, ხოლო მაქსიმალური ნაზრდი დედოფლისწყაროში.

ცხრილი 1. საქართველოს 3 კლიმატურ რეგიონში ჰაერის ტემპერატურისა და ნალექთა ჯამების საშუალო წლიური მნიშვნელობების ცვლილება 1955-2005 წწ. პერიოდში

№	მეტეოსადგური	ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის მიხედვით, °C			ნალექთა წლიური ჯამების საშუალოები პერიოდების მიხედვით, მმ		სხვაობა (II-I)	
		I	II	II-I	I	II	მმ	%
დასავლეთ საქართველო								
1	ფოთი	14.4	14.6	0.2	189	2078	241	13
2	ქუთაისი	14.7	15.1	0.4	1412	1497	85	6
3	ლენტეხი	9.6	10.0	0.4	1256	1360	104	8
საშუალო				0.3				9
აღმოსავლეთ საქართველო								
4	გორი	11.1	11.1	0.0	524	494	-30	-6
5	თბილისი	13.3	13.5	0.2	465	496	31	7
6	თელავი	12.1	12.5	0.4	746	677	-69	-9
7	დედოფლისწყარო	10.6	11.2	0.6	586	622	36	6
საშუალო				0.3				0.0
სამხრეთ საქართველო								
8	ახალქალაქი	5.2	5.4	0.2	537	520	-17	-3

შენიშვნა. პერიოდების აღნიშვნები: (I-1955-1970); II-(1990-2005)

ტემპერატურის ცვლილების ესოდენ ჭრელი სურათი გარკვეულ თანხმობაშია საქართველოს მეორე ეროვნულ შეტყობინებაში მიღებულ შედეგთან, რომლის თანახმად ფოთი, გორი და ახალქალაქი გასული საუკუნის 90-იან წლებამდე აგრილების ზონაში იმყოფებოდა და ამრიგად, 2005 წლამდე აქ მკვეთრი დათბობა არც უნდა ყოფილიყო მოსალოდნელი. რაც შეეხება თბილისს, ტემპერატურის ცვლილების რეჟიმი ამ სადგურზე გასული საუკუნის მანძილზე საყურადღებო თავისებურებით ხასიათდებოდა. კერძოდ, თანახმად ნაშრომში [8] მიღებული შედეგებისა, გასული საუკუნის სამ, დაახლოებით 30-წლიან პერიოდად დაყოფისას, ბოლო 2 პერიოდის საშუალოებს შორის სხვაობამ შეადგინა მხოლოდ 0,2°C, მაშინ, როდესაც პირველ ორ პერიოდს შორის იგი ტოლი იყო 0,6°C (ცხრილი 2). ამ ცხრილიდან აშკარად ვლინდება ბოლო პერიოდში ტემპერატურის ზრდის შენელება თბილისში, იმ დროს, როცა დედოფლისწყაროში, პირიქით, ადგილი ჰქონდა მის სწრაფ ზრდას.

იმის გათვალისწინებით, რომ ტემპერატურის ზრდის მიღებული სიჩქარეები შეესაბამება დროის ნახევარსაუკუნოვან პერიოდს, საუკუნეზე გადაანგარიშებით დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოში ტემპერატურის საშუალო ნაზრდი შეიძ-

ლება შეფასდეს 0.6°C, ხოლო სამხრეთ საქართველოში 0.4°C ტოლად.

ცხრილი 2. თბილისში ჰაერის ტემპერატურის საშუალო წლიური მნიშვნელობების ცვლილება გასული საუკუნის 3 კლიმატურ პერიოდს შორის

კლიმატური პერიოდები	პერიოდის საშუალო ტემპერატურა, °C	სხვაობა, °C
1904-1933 (I)	12.6	
1934-1973 (II)	13.2	(II-I)=0.6
1974-2006 (III)	13.4	(III-II)=0.2

როგორც ცნობილია, ჰაერის ტემპერატურასთან შედარებით ატმოსფერულ ნალექთა სივრცული განაწილება დიდი მონაცემებით ხასიათდება, რის გამოც რეგიონში მათი ცვლილების ტრენდის გასაშუალოება მხოლოდ პირველ მიახლოებად შეიძლება ჩაითვალოს. რეგიონის თითოეულ მეტეოსადგურზე დასაშვებია ნალექთა ჯამების არსებითი გადახრები რეგიონის საერთო საშუალოდან. მიუხედავად ამისა, ცხრილში მოყვანილი შედეგებიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ გასული ნახევარი საუკუნის მანძილზე დასავლეთ საქართველოში აღვიდა ატმოსფერულ ნალექთა მატებს დაახლოებით 10%-ის ფარგლებში, აღმოსავლეთ საქართველოს სხვადასხვა რაიონებში დაიკვირვებოდა მათი ზრდა და შემცირება იგივე სიდიდით, რამაც რეგიონის ფარგლებში საშუალოდ უცვლელი სურათი მოგვცა, ხოლო სამხრეთ საქართველოში აღინიშნა ნალექთა უმნიშვნელო შემცირება დაახლოებით 3%-ით, რაც შეფასების ცდომილების ფარგლებში შეიძლება ჩაითვალოს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Воейков А.И. Климат Восточного побережья Черного моря. СПб., 1898.
2. Фигуровский А.В. Опыт исследования климатов Грузии. Изд. НИФО, 1912.
3. კორძასია მ. საქართველოს ჰავა. საქ.სსრ მეცნ. აკად. გამომცემლობა, თბილისი, 1961.
4. Климат и климатические ресурсы Грузии. Тр. За-кНИГМИ, вып. 44(50), 1971
5. მუშლაძე დ. საქართველოს ჰავის თანამედროვე ცვლილება. „მეცნიერება“, თბილისი, 1991.
6. საქართველოს პირველი ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციაზე. კლიმატის კვლევის ეროვნული ცენტრი, თბილისი, 1999.
7. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება გაეროს კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისთვის. თბილისი, 2009.
8. ბერიტაშვილი ბ., კაპანაძე ნ., ჩოგოვაძე ი. გლობალურ დათბობაზე საქართველოში კლიმატის რეაგირების შეფასება. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი, 2010. <http://www.ecohyd-met.ge/>.

შპპ 551.583

ბასული საუკუნის მეორე ნახევარში კლიმატის ცვლილების თავისებურებანი საქართველოს ტერიტორიაზე/ბ.ბერიტაშვილი, ნ.კაპანაძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინ-

სტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 61-63.-ქართ.; რუხ. ქართ., ინგლ., რუს.

განხილულია ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურისა და ნალექთა წლიური ჯამების ცვლილება 1955-2005 წწ. პერიოდში საქართველოს ყველაზე მჭიდროდ დასახლებული ტერიტორიაზე მდებარე 8 მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემებით. ცვლილების შესაფასებლად შედარებულია 1955-1970 და 1990-2005 წწ. ქვეპერიოდების საშუალოები. მიღებულია, რომ დასავლეთ საქართველოს კლიმატურ ოლქში გავლილი ნახევარი საუკუნის მანძილზე ჰაერის საშუალო ტემპერატურა გაიზარდა 0.2-0.4°C ფარგლებში და ნაზრდმა საშუალოდ შეადგინა 0.3°C. იგივე საშუალო ნაზრდი გამოვლენილი იქნა აღმოსავლეთ საქართველოს კლიმატურ ოლქშიც, თუმცა ცალკეულ სადგურებზე მისი მნიშვნელობა იცვლებოდა 0.0-დან 0.6°C- მდე. სამხრეთ საქართველოს კლიმატურ ქვეოლქში ნაზრდმა შეადგინა 0.2°C. იმავე პერიოდებს შორის ნალექთა წლიური ჯამები დასავლეთ საქართველოში გაიზარდა საშუალოდ 9%-ით, აღმოსავლეთ საქართველოში კი საშუალოდ არ შეცვლილა, მაშინ, როდესაც სამხრეთ საქართველოში აღინიშნა მათი უმნიშვნელო დაკლება 3%-ით.

UDC 551.583

Fuatures of climate change in the second half of the past century at the territory of Georgia /Beritashvili B., Kapanadze N/Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhncial University. -2011. - т.117. – pp. 61-63. -Georg .; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The change of mean annual air temperature and precipitation sums in the period of 1955-2005 at 8 meteorological stations in Georgia’s most populated areas is discussed. The change is assessed by comparing average values for two subperiods: 1955-1970 and 1990-2005. It has been derived that for the last half –a-century in the climate region of West Georgia the mean air temperature has increased by 0.2–0.4°C, making on the average 0.3°C. The same mean increment has been obtained for East Georgian climate region, varying at different stations in the range of 0.0 – 0.6°C. In South Georgian climate subregion the increment was found to be 0.2 °C. The annual sums of precipitation between the same time periods have increased on the average by 9% in West Georgia, remained on the average the same in East Georgia, while in South Georgia they have slightly decreased by 3%.

УДК 551.583

Особенности изменения климата на территории Грузии во второй половине прошлого столетия. /Б.Ш. Бериташвили, Н.И. Капанадзе/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.–2011.– т.117.–с.61-63.–Груз.;Рез.Груз.,Анг., Рус.

Рассмотрено изменение средней годовой температуры и годовых сумм осадков за период 1955-2005 гг. на 8 метеорологических станциях, расположенных на наиболее густонаселенных территориях Грузии. Изменение оценено путем сравнения осредненных значений за два равных промежутка времени: 1955-1970 и 1990-2005 гг. Получено, что за прошедшие полвека в климатической области Западной Грузии среднегодовая температура воздуха возросла на 0.2-0.4°C, составляя в среднем 0.3°C. Аналогичное приращение температуры установлено и для климатической области Восточной Грузии, изменяющееся на отдельных станциях от 0.0 до 0.6°C. В климатической подобласти Южной Грузии прирост температуры оказался равным 0.2°C. Средние годовые суммы осадков между этими же промежутками времени возросли в среднем на 9% в Западной Грузии, остались в среднем без изменения в Восточной Грузии и уменьшились на 3% в Южной Грузии.

კუტალაძე ნ.ბ.* მეგრელიძე ლ.დ.*
 დეკანოზიშვილი ნ.ი.* ელიზბარაშვილი მ.ე.**
 *გარემოს ეროვნული სააგენტო
 ** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,
 ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უა.კ. 551.58.583

მეტეოროლოგიური კლიმატური მოვლენების ცვლილების სამომავლო სცენარები საქართველოს პირობებისათვის

უკანასკნელმა ათწლეულმა ცხადყო, რომ გლობალური კლიმატის დათბობის პროცესი გამძაფრდა და უახლოეს მომავალშიც მოსალოდნელია ამ ტენდენციის გაგრძელება.

საქართველოს კლიმატის ცვლილების მიმართ გააჩნია ძალზე დიდი მგრძობელობა. აქ აღინიშნება მნიშვნელოვანი ცვლილებები: ტემპერატურის მომატება, ნალექების გადანაწილების ცვლილება, მყინვარების შემცირება, ზღვის დონის მომატება, მდინარის ჩამონადენის ცვლილება. საქართველოსათვის მიმდინარე კლიმატის ცვლილებების ფონზე, განსაკუთრებით გახშირებულია ექსტრემალური მოვლენები: გვალვები, ძლიერი ქარი, თავსხმა ნალექები, წყალდიდობები, ასევე ექსტრემალური ტემპერატურები და სხვა, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს საქართველოს სოფლის მეურნეობაზე, ეკონომიკაზე, მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე და ქვეყნის უსაფრთხოებაზეც კი. გარემოზე, ეკონომიკასა და საზოგადოებაზე კლიმატის ცვლილებით გამოწვეული ზემოქმედების მინიმუმამდე შემცირებისათვის და გრძელვადიანი დაგეგმარებისა და მდგრადი განვითარებისას იმ ეფექტების გათვალისწინებისათვის, რომელთა თავიდან აცილებაც შეუძლებელია, აუცილებელია “მომავალი სცენარების” ცოდნა.

მეთოდოლოგია და მონაცემები:

რეგიონული მასშტაბის კლიმატის ცვლილების სცენარების ასაგებად გამოყენებული იქნა გლობალური წყვილური კლიმატური მოდელის ECHAM4 ამონახსნები 2020-50 პერიოდისათვის, საზოგადოების სოციალ-ეკონომიკური განვითარების B2 სცენარის მიხედვით, როგორც ცნობილია გლობალური მოდელის ამონახსნის მეტად უხეშია, მათი გარჩევისუნარიანობა დაახლოებით 300 კმ-ის ტოლია, რაც რეგიონული მასშტაბის კლიმატური მოვლენების საწინაწარმეტყველოდ მეტ დეტალიზაციას მოითხოვს. რეგიონალიზაციის მიზნით გამოყენებულ იქნა რეგიონული კლიმატური მოდელი (RCM -PRECIS), რომელიც წარმოადგენს დამასშტაბების დინამიკურ საშუალებას, რომელიც გლობალური ცირკულაციური მოდელის (GCM) ფართო-მასშტაბიან პროექციებს ამატებს მცირე-მასშტაბიან (მაღალი ამოხსნის) ინფორმაციას, რეგიონული მოდელის ბიჯი 25X25 კმ²-ია [1].

განაღიზებული იქნა მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურისა და ნალექების ყოველდღიური მონაცემები, გლობალური და რეგიონული მოდელის გამოთვლილი იქნა 1961-90 წლების კლიმატური პარამეტრები საქართველოს ტერიტორიისათვის. მოხდა ამ შედეგების ვალიდაცია/ვერი-

ფიკაცია საქართველოს მეტეოროლოგიური ქსელის 20 სადგურის (ცხრ.1) მონაცემთა მიმართ.

ცხრილი 1 კლიმატური ექსტრემუმების (CDD, SU25, TR 20) ცვლილების წრფივი ტრენდი 1950-2005 პერიოდისათვის

	მეტეოროლოგიური სადგურები	დაკვირვების პერიოდი (1950-005)		
		CDD	SU25	TR 20
1	ახასთუმანი	-0.2	17.2	0.0
2	ახალციხე	-0.2	26.5	0.1
3	ამბროლაური	-0.2	21.9	-2.1
4	ბათუმი	-1.4	-6.9	7.5
5	დედოფლისწყარო	2.8	28.2	1.9
6	გოდერზი	-3.7	0.7	0.0
7	გორი	3.6	9.9	1.8
8	ქუთაისი	-3.1	0.7	26.9
9	ყვარელი	5.9	17.3	4.2
10	ლენტეხი	-2.2	8.6	0.0
11	მთა-საბუეთი	-1.4	10.6	0.0
12	ფასანაური	4.4	26.5	0.0
13	ფოთი	-2.9	32.4	22.9
14	სანხურე	-3.8	1.9	3.3
15	სამტრედია	-2.5	1.8	6.8
16	საქარა	-0.4	6.2	14.9
17	თბილისი	-0.3	7.4	15.9
18	თელავი	7.4	24.5	10.9
19	წალკა	-7.5	15.2	0.0
20	ხულო	-5.6	21.0	0.0

კლიმატის ფაქტიური ცვლილების რეგიონული ასპექტების შესაფასებლად ქვეყნიდან შერჩეული იქნა ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის ის სადგურები, რომლებიც ახორციელებენ დაკვირვებებს უკანასკნელი პერიოდის (10 წელი) ჩათვლით და რეგიონს სრულყოფილად ახასიათებენ კლიმატურად. საქართველოში შერჩეული იქნა ასეთი 22 სადგური, რომელთა დაკვირვების რიგი უწყვეტი და ერთგვაროვანია, მათ საფუძველზე მომზადდა 1950-2005 პერიოდის ტემპერატურის მაქსიმალური და მინიმალური და ნალექების ჯამის ყოველდღიური მონაცემები. აღნიშნულ მონაცემებზე დაყრდნობით გამოთვლილი იქნა გამოთვლილი იქნა ექსტრემალური კლიმატური ინდექსები: 1.) SU25 დღეთა რიცხვი წელიწადში, როდესაც დღის მაქსიმალური ტემპერატურა 25 გრადუსზე მეტია; 2.) TR20 დღეთა რიცხვი წელიწადში, როდესაც დღის მინიმალური ტემპერატურა 20 გრადუსზე ნაკლებია; 3.)CDD დღეთა რიცხვი წელიწადში, როდესაც დღიური ნალექი უწყვეტად ნაკლებია 1მმ-ზე; 2020-50 პერიოდში რეგიონული მოდელის მიერ გამოთვლილი კლიმატური პარამეტრების მნიშვნელობების დასაკალიბრებლად აგებული იქნა სტატისტიკური მოდელი: Principal Components Regression, რომლის საშუალებითაც მოხდა განაწილების ფუნქციის ექსტრემალური მნიშვნელობების დაკალიბრება [2]. აღნიშნული მეთოდით აგებული იქნა თვითოეული სადგურის ყოველდღიური მაქსიმალური და მინიმალური ტემპერატურისა და ნალექების ჯამის მომავლის დროითი რიგები. კლიმატური ექსტრემუმები გამოთვლილი იქნა ორივე 30 წელიანი პერიოდისათვის მოხდა ცვლილების ტენდენციების შეფასება.

კლიმატური ინდექსები 22 მეტეოროლოგიური სადგურისათვის გამოთვლილი იქნა 1950-2005 პერიოდისათვის, გაანალიზდა ცვლილების ტრენდები და შეფასდა მათი საიმედოობა. ინდექსების ცვლილების გამოვლენილი ტრენდები შედარებული იქნა მიმდინარე (1950-2005) და სამომავლო (2020-50) პერიოდებს შორის.

შედეგები და ანალიზი: როგორც ცხრ. 1-დან ჩანს 25 °C-ზე მეტი მაქსიმალურ ტემპერატურიან დღეთა რიცხვი 1959-2006 პერიოდში საგრძნობლად გაზრდილია მთელი ქვეყნის მასშტაბით, გამოწვევის წარმოადგენს ბათუმის შემოგარენი, სადაც ეს ინდექსი აღნიშნული პერიოდისათვის საშუალოდ 7 დღითაა შემცირებული, 25 დღეზე მეტით გაზრდილია ფოთის მიმდებარე სანაპირო ზოლზე, აგრეთვე აღმოსავლეთის მთიანეთში, მნიშვნელოვანია ამ ინდექსის მატება ქვეყნის უკიდურეს აღმოსავლეთსა და სამხრეთში [3]. მეორე ინდექსი 20 °C-ზე მეტი მინიმალურ ტემპერატურიან დღეთა რიცხვიც მნიშვნელოვან ცვლილებებს აჩვენებს. (იხ. ცხრ. 2), საშუალოს მთელი ქვეყნის ტერიტორიაზე მისი მატება 0-5 დღის ფარგლებშია, თუმცა 10-20 დღის ფარგლებში იგი იმატებს ფოთი-ქუთაისისა და თბილისი-რუსთავი-თელავის ტერიტორიაზე.

ცხრილი 2 კლიმატური ექსტრემუმების (CDD, SU25, TR 20) მომავლის სცენარი ტრენდი 2020-50 პერიოდისათვის

	მეტეოროლოგიური სადგურები	დაკვირვების პერიოდი (2020-50)		
		CDD	SU25	TR 20
1	აბასთუმანი	1.5	28.3	0.3
2	ახალციხე	20.4	12.0	0.6
3	ამბროლაური	24.4	5.2	8
4	ბათუმი	24	36	-57
5	დედოფლისწყარო	2.8	31.4	15.2
6	გოდერზი	2.0	8.8	11.4
7	გორი	18.6	22.6	-4
8	ქუთაისი	17.4	25.8	10
9	ყვარელი	3.2	29.6	15.7
10	ლენტეხი	17.1	0.2	14
11	მთა-საბუეთი	0.4	15.5	12.3
12	ფასანაური	0.7	0.0	50
13	ფოთი	1.8	44.1	-3
14	სანხურე	24.4	5.2	70
15	სამტრედია	7.5	22.6	25.5
16	საქარა	1.4	28.4	20.7
17	თბილისი	17.6	33.4	-5
18	თელავი	25.3	26.7	4
19	წალკა	26.2	3.5	4
20	ხულო	0.3	26.3	19.70

უნაღესო პერიოდის ხანგრძლივობა მთელს ტერიტორიაზე შემცირებულია 0-5 დღით, გარდა კახეთისა და ფასანაურისა, სადაც ეს პერიოდი 5-10 დღითაა გაზრდილი;

რაც შეეხება 25 °C-ზე მეტი მაქსიმალურ ტემპერატურიან დღეთა რიცხვის ცვლილებას 2020-2050 პერიოდში მისი მატების დიაპაზონი მთელი ქვეყნის ტერიტორიაზე 10-დან 40 დღემდე დიაპაზონში მერყეობს და ყველაზე მცირედ სანაპირო ზოლზე იცვლება. მიმდინარე პერიოდში გამოვლენილი ტენდენცია ბათუმში ამ მხრივ თანხვედრა-

შია, მაგრამ მაქსიმალური მატება ფოთში მომავლის წინასწარმეტყველებით საკმაოდ რბილდება;

20 °C-ზე მეტი მინიმალური ტემპერატურის მქონე დღეთა რიცხვის ცვლილება მომავალში უფრო მძაფრდება ფოთი-ქუთაისის ტერიტორიაზე და ამ სიდიდის მაქსიმალური ზრდა მომავალში პროგნოზირებულია ბათუმში, რაც დაკვირვებული ტენდენციის საპირისპიროა

დასკვნა: ტემპერატურისა და ნალექების ექსტრემუმების სამომავლო ცვლილებასთან დაკავშირებით, შეიძლება ითქვას, რომ მომავალში ტემპერატურის ყოველდღიურ მნიშვნელობებში 25 °C-ზე მეტი მაქსიმუმებისა და 20 °C-ზე მეტი მინიმუმების რიცხვი სავარაუდოდ 15-25%-ით გაიზრდება, რაც ცხადია სერიოზულ გავლენას მოახდენს ადამიანსა და მის სოციალურ და ეკონომიკურ გარემოზე.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

- Zhang, Y., Xu, Y., Dong, W., Cao, L. and Sparrow, M. (2006) A future climate scenario of regional changes in extreme climate events, over China using the PRECIS climate model. *Geophysical Research Letters*, 33, (24), L24702. ([doi:10.1029/2006GL027229](https://doi.org/10.1029/2006GL027229));
- Haylock M, Goodess C. 2004. Interannual variability of European extreme winter rainfall and links with mean large-scale circulation. *International Journal of Climatology* 24: 759–776.
- Schmidli, J., and Frei, C., 2005: 'Trends of heavy precipitation and wet and dry spells in Switzerland during the 20th century', *International Journal of Climatology*, 25, 753-771

შპს 551.58.583

ექსტრემალური კლიმატური მოვლენების ცვლილების სამომავლო სცენარები საქართველოს პირობებისათვის/ კუტალაძე ნ., მეგრელიძე ლ., დეკანოზიშვილი ნ., ელიოზბარაშვილი მ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პირობებისათვის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 64-66.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ნაშრომის მიზანია ექსტრემალურ მოვლენებთან დაკავშირებული ტემპერატურისა და ნალექების გრძელვადიანი პროგნოზირება საქართველოს ტერიტორიისათვის რეგიონული კლიმატური მოვლენის სიმულაციების საფუძველზე ექსტრემალურ მოვლენათა განმეორებადობის მომავალი პოტენციური ცვლილების შეფასებებზე დაყრდნობით.

მიზნის მისაღწევად ჩატარებული იქნა გლობალური კლიმატური მოვლენები/რეგიონული კლიმატური მოვლენების შედეგების დეტალური და სისტემატური ურთიერთშედარება და ვარგისიანობის შემოწმება, დაკვირვებებთან შედარებით, განსაკუთრებული მზიანობით ექსტრემალურ მოვლენებზე, და მასშტაბების მეთოდების (სტატისტიკური, დინამიკური) საფუძველზე, რომლებიც გამოიყენება ექსტრემალური მოვლენების სცენარების ასაგებად იმ დროით და სივრცული მასშტაბებით, რომლებიც ყველაზე საჭიროა 2021-2050 წ.წ. პერიოდისათვის.

ტემპერატურისა და ნალექების დღეღამურ დროით რიგებში განისაზღვრა ექსტრემალური მნიშვნელობები ფიქსირებულ ხელრბლთან მიმართებაში; (როგორიცაა ნალექების რაოდენობა >25, 50, 90 მმ-ზე, SU25, TR20, FD0, ID0);

UDC 551.58.583

Future Scenarios of Climate Extremes For Georgia's Conditions. Kutaladze N., Megrelidze L., Dekanozishvili N., Elizbarashvili M./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 64-66. -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Goal of this research is: Long term prediction of temperature and precipitation related extremes for Georgia's territory by the evaluation of climate model performance and an assessment of the potential future changes in the occurrence of extremes.

The aim was achieved by a rigorous and systematic inter-comparison and cross validation GSM/RSM outputs, with the particular emphasis on extremes against reanalyzes data and observations using downscaling methods (statistical, dynamical) that are used to construct scenarios of extremes at the time and space scales where they are most needed for the 2021-2050 timeframe. Future changes in climate extremes have been estimated using a range of statistical techniques including Extreme Value Theory. Extremes in temperature and rainfall daily time series in terms of fixed thresholds have been defined quantitatively. (Such as daily amount of precipitation > 25, 50, 90 mm, SU25, TR20, FD0, ID0);

УДК 551.58.583

Будущие сценарии изменения климатических экстремумов в условиях Грузии. Куталадзе Н.Б., Мегрелидзе Л.Д., Деканоцишвили Н.И., Елиزابаршвили М.Е./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2011. -т.117. -с.64-66. -Груз.; Рез. Груз.; Англ., Рус.

Цель этого исследования долгосрочное предсказание климатических экстремумов температуры и осадков для территории Грузии с помощью глобальных климатических моделей для оценки потенциальных будущих изменений экстремальных явлений.

Цель была достигнута на основе строгого и систематического сравнения и оценки GSM/RSM, с наблюдениями (с особым акцентом на экстремальные явления) используя методы регионализации (статистический, динамический), чтобы построить экстремальные сценарии в нужном пространственно-временном масштабе для 2021-2050 периода. Будущие изменения в климатических экстремумах были оценены, используя статистические методы, включая Теорию Экстремумальных Величин.

Экстремумы во временных рядах температуры и осадков с точки зрения фиксированных порогов были определены количественно. (Такие как ежедневное количество осадков > 25, 50, 90 мм, SU25, TR20, FD0, ID0)

Хоргуани Ф.А., Агзагова М.Б

Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик

УДК 550.385:523.9

ЦИКЛИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ (ОМЯ) НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ

В последние годы перед учеными встала задача разработки полной теории, позволяющей понять динамический ритм солнечных и земных связей, всей солнечной системы как единого целого. Необходимо рассматривать взаимодействие Солнца, Атмосферы, Земли как единое целое, единую систему. В своем изменении во времени солнечная активность, особо опасные геофизические процессы имеют ритмические,

пульсационные компоненты. Ритмические вариации – это важнейшее свойство природных процессов. Поэтому исследование солнечно-земных и космо-земных связей, стало еще актуальней. Возникает необходимость проведения корреляционного анализа между опасными метеорологическими явлениями (ОМЯ) и солнечной активностью. С этой целью была поставлена задача: провести предварительный анализ наличия или отсутствия циклической динамики и корреляционной связи среднегодового, сезонного временного распределения опасных метеорологических явлений и сопоставить с вариациями солнечной активности за аналогичный период.

Несомненно, что главным возбудителем жизнедеятельности Земли является излучение солнца, весь его спектр, начиная от коротко-невидимых ультрафиолетовых волн и кончая длинными красными, а также все его электронные, ионные потоки. Они служат «передатчиками состояний» и заставляют каждый атом поверхности оболочки Земли резонировать созвучно тем вибрациям, которые возникли на центральном теле нашей системы. Солнечные излучения и космические явления – главнейшие источники энергии, оживляющие поверхностные слои земного шара. Вся эта жизнь имеет свой пульс, свои периоды и ритмы [2,3]. Наблюдения за деятельностью Солнца, учет числа пятен на поверхности ведутся с 1610г. [4].

Под солнечной активностью понимается комплекс сильно нестационарных явлений в солнечной атмосфере. Количественной характеристикой солнечной активности принято считать число Вольфа, которое учитывает не просто количество солнечных пятен, но и количество групп пятен. Это число W определяется по формуле: $W = k(f+10g)$, где: g - число областей, содержащих как группы пятен, так и отдельные изолированные пятна; f -общее число пятен на Солнце; k -коэффициент пропорциональности, зависящий от разрешающей способности телескопа. Подавляющее большинство пятен появляется в полосе широт между 5° и 30° . Чем больше на Солнце пятен, тем более активным оно считается [5]. Время между двумя ближайшими максимумами чисел Вольфа в среднем равно 11,1 года. Отдельные периоды имеют продолжительность 7, а некоторые 17 лет. Числа Вольфа одних максимумов больше, чем в других, и колеблются в больших пределах (рис.1).

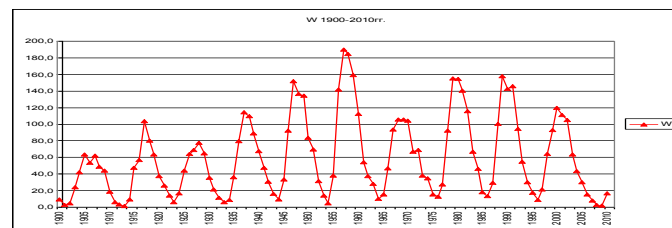


Рис.1. Циклы солнечной активности с 1900 - 2010 гг.

Для проведения сравнительного анализа векового и сезонного хода солнечной активности с 1900 по 2010 гг. и ОМЯ использованы данные среднегодовые, среднемесячные за период с 1987 по 2007 гг. На рис.1 представлены циклические вариации солнечной активности W с 1900-2010гг. Изменения максимумов в них наблюда-

ются в широких пределах, но подчиняются определенным продолжительным циклам. Сами максимумы имеют некий сегмент продолжительности около 3-4 лет. Кроме того, скорость скачка от минимума к максимуму на подъеме и спуске, как видим из графика (рис.1), различна, а иногда носит скачкообразный характер [1]. Несомненно, что необходимо обратить внимание на то, как это отражается на атмосферных и геофизических процессах.

При анализе изменений ОМЯ в соответствующий год и месяц удобно провести аналогию с поведением солнечной активности и далее проанализировать наличие корреляционных связей. В работе сделана попытка систематизировать собранный нами материал по опасным метеорологическим явлениям на территории Северного Кавказа за период 1987-2007гг. Очевидно, что ОМЯ зависят от факторов планетарной циркуляции атмосферы, в связи с чем, представляет интерес проследить наличие или отсутствие корреляций между ритмическими вариациями наиболее интенсивных, опасных метеорологических явлений и параметрами солнечной активности.

Под опасными метеорологическими явлениями понимаются такие явления, которые по своей интенсивности, времени возникновения, продолжительности или площади распределения могут нанести значительный ущерб народному хозяйству.

Рассмотрим годовую и сезонную повторяемость ОМЯ с 1987-2007 гг. (средне месячные за весь период в %; отношение числа случаев ОМЯ за данный год к общему их числу в %). В результате анализа данных оказалось, что в целом для Северного Кавказа наибольшая повторяемость приходится на сильные ливневые осадки, сопровождающиеся наводнением, что составляет 38 % всех ОМЯ. Затем высокая повторяемость приходится на шквальные ветры и пыльные бури (11%) и на ураганные ветры (10%), (рис.2).

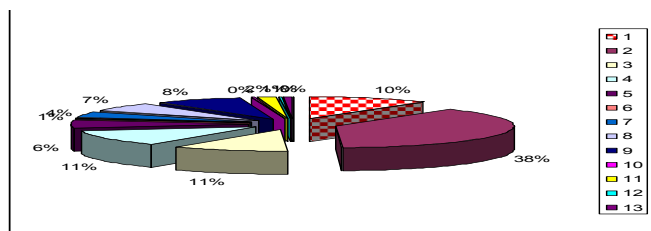


Рис.2. Доля числа случаев (по видам опасных явлений) за 1987-2010гг. 1. Ураган, пыльные бури, смерчи >29м/с (10%) (далее ОМЯ-по часовой стрелке); 2. Сильный дождь, ливень (38%); 3. Крупный град; 4. Шторм, ветер, шквал <29м/с; 5. Повышенная температура, засуха; 6. Метели; 7. Пониженная температура, заморозки. 8. Гололедно-изморозные явления; 9. Сильные зимние явления; 10. Фен; 11. Паводок; 12. Лавины; 13. Грозы.

Статистические данные об ОМЯ показывают, что на территории Северного Кавказа опасные метеорологические процессы не редкое явление [3,4]. В период с 1987-2007гг. особенно это проявилось в 1999г. и 2000-2001гг, когда было зарегистрировано 105 и 130 опасных явлений соответственно. Ежегодный прирост количества ОМЯ составляет около 5,2%. Эта тенденция почти сохраняется.

Поскольку важно найти физические механизмы связи переменной солнечной активности с возможными метеорологическими проявлениями, то наличие или отсутствие корреляции может дать важный ключ к пониманию, определению реально существующей связи между погодой и переменной солнечной активностью Солнца. Результаты проведенных исследований наводят на мысль о возможности существования связи между опасными метеорологическими явлениями и солнечной активностью [2,3]. Рассмотрим распределение ОМЯ на исследуемой территории и солнечную активность за аналогичные периоды и постараемся определить наличие или отсутствие корреляционной связи между ними.

На рис.3,4 представлены среднегодовые и сезонные циклические вариации солнечной активности и вариации ОМЯ за период 1987-2007 гг. на территории Северного Кавказа. Идентичность хода кривых говорит о тесной связи между солнечной и геофизической активностью. Динамика их вариаций имеет характер цикличности. Подъему солнечной активности во времени соответствует подъем активности опасных метеорологических явлений, их спад также происходит синхронно. Корреляционный анализ данных, приведенных на рис.3 и 4 показывает, что между ОМЯ и солнечной активностью существует взаимосвязь. Коэффициент корреляции в среднегодовой динамике составил 0,82, а сезонная корреляция 0,77, что указывает на высокую степень зависимости между показателями солнечной активности W и среднегодовым и сезонным распределением N количества ОМЯ

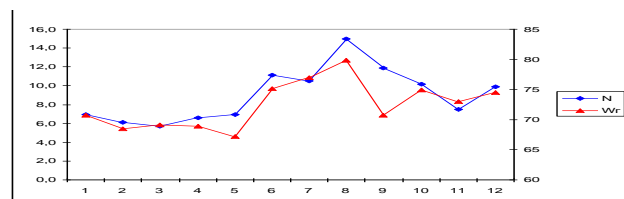


Рис.3 Среднегодовое распределение ОМЯ

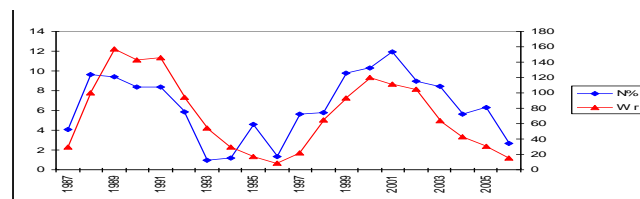


Рис.4 Сезонное распределение ОМЯ и солнечной активности за 1987-2007 гг. и солнечной активности за 1987-2007 гг.

Наибольшая корреляция 0,82 имеет место для среднегодовой активности ОМЯ. Таким образом, для территории Северного Кавказа отчетливо прослеживается реагирование опасных метеорологических явлений на проявления солнечной активности. Следует отметить, что солнечная активность является одним из многих параметров, влияющих на активизацию ОМЯ. При этом между солнечной активностью и активностью опасных геофизических процессов, существует высокая

корреляционная связь. Представляется весьма важным: выявить дополнительные факты высокой степени гелиочувствительности Северного Кавказа.

ლიტერატურა-REFERENCES –ЛИТЕРАТУРА

1. Робертс В.О. В кн.: Солнечно-земные связи, погода и климат /Под ред. Б.Мак-Нормана, Т.Селиги. - М.: Мир, 1982.
2. Кунаева (Хоргуани) Ф.А. Внетропические ураганы на территории Нижнего Дона, Северного Кавказа и Поволжья.-М.:Гидрометиздат,1977.-№38.
3. Нахушев А.М., Борисов В.Н., Бураев А.В. О некоторых базовых элементах математических моделей системы мониторинга экологии горной и предгорной территории //Доклады Адыгской (Черкесской) Международной АН. - 2004.-Т.7, №1.
4. Витинский Ю.И. Солнечная активность. - М.: Наука, 1993.
5. Пудовкин М.И. Влияние солнечной активности на состояние нижней атмосферы и погоду//Соросовский образовательный журнал.-1996.-№10.
6. Аджиева А.А., Хоргуани Ф.А. Взаимосвязь солнечной и грозовой активности на Северном Кавказе. //Известия КБНЦ РАН. -2010. - №4(36).
7. Markson R. Considerations regarding solar and lunar modulation of geophysical parameters, atmospheric electricity, and thunderstorms.// Pure and Appl. Geophys. - 1971.- V. 84.

УДК 550.385:523.9

მზის აქტივობისა და სახიფათო მეტეოროლოგიურ მოვლენათა (სმმ) ციკლური დინამიკა ჩრდილოეთ კავკასიაში. /გ. ა. ხორგუანი, მ.ბ. აგზაგოვა/. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 66-68.-რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს

ნაშრომში განხილულია ურთიერთკავშირი სახიფათო გეოფიზიკურ მოვლენებსა და მზის აქტივობას შორის. საშუალო წლიურ, სეზონურ და დროის მიხედვით განაწილებულ სახიფათო მეტეოროლოგიურ მოვლენათა ციკლურ დინამიკასა და დროის შესაბამის პერიოდებში მზის აქტივობის ცვლილებებთან. კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ: მზის აქტივობის დროითი W-ს საშუალო თვიური განაწილება საკმაოდ სინქრონულია სმმ განაწილებასთან და კორელაციის კოეფიციენტი 0,82-ია, საშუალოდ კი 0,77- ის ტოლია; სახიფათო მეტეოროლოგიური მოვლენებით გაჯერებული წლები მზის მაქსიმალური აქტივობით ხასიათდება და პირიქით, მზის დამცხრალი აქტივობის წლებში ამ მოვლენათა ინტენსივობა დაქვეითებულია.

UDC 550.385:523.9

CYCLIC DYNAMICS OF SOLAR ACTIVITY AND DANGEROUS METEOROLOGICAL PHENOMENA (DMF) IN THE NORTH CAUCASUS. /F.A. Khorguani, M.B.Agzagova/Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 66-68. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

In present paper the interconnection of dangerous meteorological phenomena and solar activity is considered. Cyclic dynamics and correlated relationship of average annual, seasonal and temporal distribution of dangerous meteorological phenomena with variation of solar activity during corresponding periods is parsed. As a result of this research we concluded that temporary move of solar activity W average monthly distribution is quite synchronous to DMF distribution and the correlation coefficient equals to 0,77. As for aver-

age annual distribution coefficient, it equals to 0,82. The years full with dangerous meteorological phenomena are characterized with maximal solar activity and, vice versa, during the years of low solar activity intensity of these phenomena are reduced.

УДК 550.385:523.9

ЦИКЛИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ (ОМЯ) НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ. /Ф.А. Хоргуани., М.Б. Агзагова/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2011.-т.117.-с. 66-68. – Рус.; Рез. Груз., Англ., Рус.

В данной работе рассматривается взаимосвязь между опасными геофизическими процессами и солнечной активностью. Проведен анализ циклической динамики и корреляционной связи среднегодового, сезонного, временного распределения опасных метеорологических явлений с вариациями солнечной активности за аналогичные периоды времени. Результаты исследования показали следующее: временной ход солнечной активности W в среднемесечном распределении достаточно синхронен с распределением ОМЯ и коэффициент корреляции в среднем равен 0,77, а среднегодового распределения равен 0,82; Годы с максимумом ОМЯ характеризуются мак

Н.А.Бегалишвили, Т.Цинцадзе, В.Шелия, К.Лашаური, Н.Н.Бегалишвили, Н.Цинцадзе
Институт Гидрометеорологии Грузинского
Технического Университета

УДК 551

ДИНАМИКА ЗАСУХ В ГРУЗИИ НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Введение

Согласно данным научных отчетов, подготовленных экспертами межправительственной комиссии по исследованию изменения климата (IPCC), в последние десятилетия в различных регионах земного шара заметно возросла повторяемость крупных климатических аномалий, связанных с глобальным потеплением [1,2]. В частности, аридизация климата, увеличение повторяемости и интенсивности засух, интенсификация процессов опустынивания наблюдались во многих районах Азии, Африки, Америки и Австралии. Эти и другие природные катастрофы вызывают большую тревогу, так как могут привести к крупным экономическим и социальным потрясениям вследствие их быстрого воздействия на сельскохозяйственное производство.

Проблема засухливости, широкая распространенность и частая повторяемость засух весьма актуальна для значительной части Восточной Грузии. Анализ показывает, что нет четкой периодичности в наступлениях засух. Это существенно осложняет возможность предсказания этого явления. Наиболее ощутимый ущерб экономике Грузии наносят сильные и очень сильные засухи.

Институтом Гидрометеорологии были проведены в 2002 году республиканская конференция по проблемам засухи, а в 2008 году - международная конференция по

стихийным явлениям. В ряде публикаций в сборниках трудов указанных конференций, а также в I и II Национальных Сообщениях по Изменению Климата в Грузии, была отмечена активизация засух в 80-е и 90-е годы прошлого столетия, а также проявление засух 2000, 2001, 2004 и 2006 годов, по всей вероятности связанных с заметным повышением температур воздуха и почвы, а также с определенным уменьшением осадков в условиях Восточной Грузии за последние 30-50 лет [3-6]. При неутешительном климатическом прогнозе следствий глобального потепления, когда к концу текущего столетия в этом регионе ожидается повышение годовой температуры на 3-4⁰С и уменьшение годовых сумм осадков на 10-20%, представляется весьма вероятным увеличение частоты и интенсивности засух, возникновение опасности локального опустынивания в некоторых областях Кахетии и Нижней Картли. Огромный ущерб, наносимый этими процессами и явлениями природной среде и экономике страны, в особенности сельскому хозяйству и социальной сфере, определяет актуальность исследования возникновения и развития засух, их повторяемости и территориального распределения, оценки интенсивности и многолетней динамики на фоне глобального потепления.

Методика исследований

В ряде научных публикаций российских ученых были предложен новый метод определения интенсивности засух, который был положен в основу оперативной системы оценки развития этого явления на территории РФ [7]. Метод предусматривает классификацию засух по пяти категориям интенсивности: очень сильная (класс 1); сильная (класс 2); средняя (класс 3); слабая (класс 4) и отсутствие засух (класс 5). Классификация интенсивности производится комплексно по обобщенному значению оценок, выполненных по отдельным показателям. Этими показателями или параметрами являются: (1) гидротермический коэффициент Селянинова; (2) показатель влагообеспеченности Шашко; (3) число дней с относительной влажностью воздуха 30% и менее; (4) запасы продуктивной влаги в слоях почвы 0-20см; (5) а также на глубинах 0-50 см или 0-100 см –под корневой системой сельскохозяйственных культур. Таким образом, комплексный показатель учитывает 3 метеорологических (атмосферных) и 2 агрометеорологических (почвенных) параметров. Это означает, что комплексная оценка интенсивности засух учитывает ее как атмосферное, так и почвенное проявление в отличие от существующих других методов определения интенсивности.

Комплексность оценки обеспечивается с помощью алгоритмов процедуры распознавания образов – путем определения мер близости фактического значения каждого показателя за каждый временной интервал (например, декада, месяц) с граничными значениями этих же показателей в каждом классе. Засуха относится к тому классу интенсивности, в которой ее средняя характеристика – мера близости будет максимальна.

Для условий Восточной Грузии методика комплексной оценки интенсивности засух была опробована для трех декад августа 1979 года по данным метеостанций Сагареджо [8]. В дальнейшем испытание методики были продолжены для вегетационных месяцев с использова-

нием временных рядов наблюдений 15 станций Западной и Восточной Грузии в период 1961-1986 годов [9]. Наконец в работе [10], выполненной на основе гранта Грузинского Национального Научного Фонда (проект №GNSF/ST/07/5-201), было проведено районирование территории Грузии с применением методики комплексной оценки интенсивности засух для временных рядов ранее существующих и ныне действующих 49 станций в период 1951-2007 годов. Отсутствующие элементы в рядах, а также приведение всех рядов к указанному периоду с восстановлением их фрагментов было выполнено на основе метода разложения случайной функции в многомерном пространстве на составляющие ортогональные вектора. В результате районирования были получены 12 новых карт территориального распределения по классам интенсивности как для атмосферной и почвенной засух в отдельности, так и в случае ее комплексной оценки для всех месяцев вегетационного периода (март-август). Карты являются примером климатического районирования, так как все характеристики комплексной оценки усреднялись для всего периода наблюдений 1951-2007гг. Однако, полученные в результате расчетов ежегодные значения характеристик в вегетационных месяцах, позволяют изучить динамику засух на территории Грузии на основе комплексной оценки ее интенсивности. Период наблюдений включает и временной интервал, когда довольно отчетливо было зафиксировано начало, а затем развитие глобального потепления: с начала 90-тых годов по нынешнее время. Поэтому, сравнивая скорости изменения до и после наступления потепления построением трендов или рассматривая усредненные характеристики в двух временных периодах, можно оценить возможное влияние глобального потепления на динамику засух.

Результаты исследований

Оценки интенсивности и результаты районирования засух в работах [9,10] позволили выбрать станции, данные наблюдений которых наиболее часто отмечали средние, сильные и очень сильные засухи. Таковыми оказались: в Западной Грузии - Амбролаури; в Восточной Грузии - Ахмета, Сагареджо, Дедоплисцаро, Шираки (Кахети), Тбилиси, Марнеули, Гардабани, Болниси (Нижняя Картли). Следующим шагом был отбор станций, по данным которых сильная и очень сильная засуха отмечалась подряд в течении трех вегетационных месяцев и более. На рис. 1-5 представлена динамика засух в период 1951-2007 годов по данным станций Восточной Грузии – Тбилиси, Гардабани, Сагареджо, Шираки, Дедоплисцаро. На рисунках нанесены, также, тренды изменения категорий (классов) комплексной оценки интенсивности засух, а также указан частота (вероятность) явления P в вегетационные месяцы (риск наступления засухи).

Наибольшая категория явления по данным всех станций – это класс 2 или сильная засуха. Согласно комплексной оценке очень сильная засуха (класс 1) не наблюдалась ни в одном случае. Риск явления возрастает от мая к сентябрю и достигает максимума в период июля-августа (Тбилиси, $p=0.30$) или в августе-сентябре (Гардабани - $p=0.46$; Сагареджо – $p=0.21$; Шираки и Дедоплисцаро – $p=0.16$). Однако, если оценку проводить только для атмосферной засухи, то по

данным станции Тбилиси в июне-августе отмечена и очень сильная засуха (класс 1). Почти во всех случаях тренды изменения категорий не фиксируют возрастание интенсивности засух. В большинстве случаев интенсивность не меняется или даже наблюдается ее уменьшение – например, для станции Тбилиси.

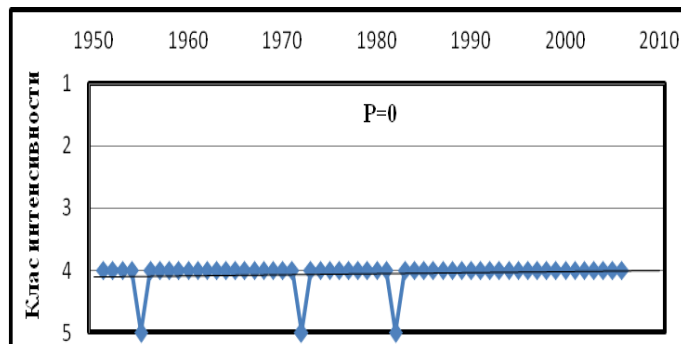
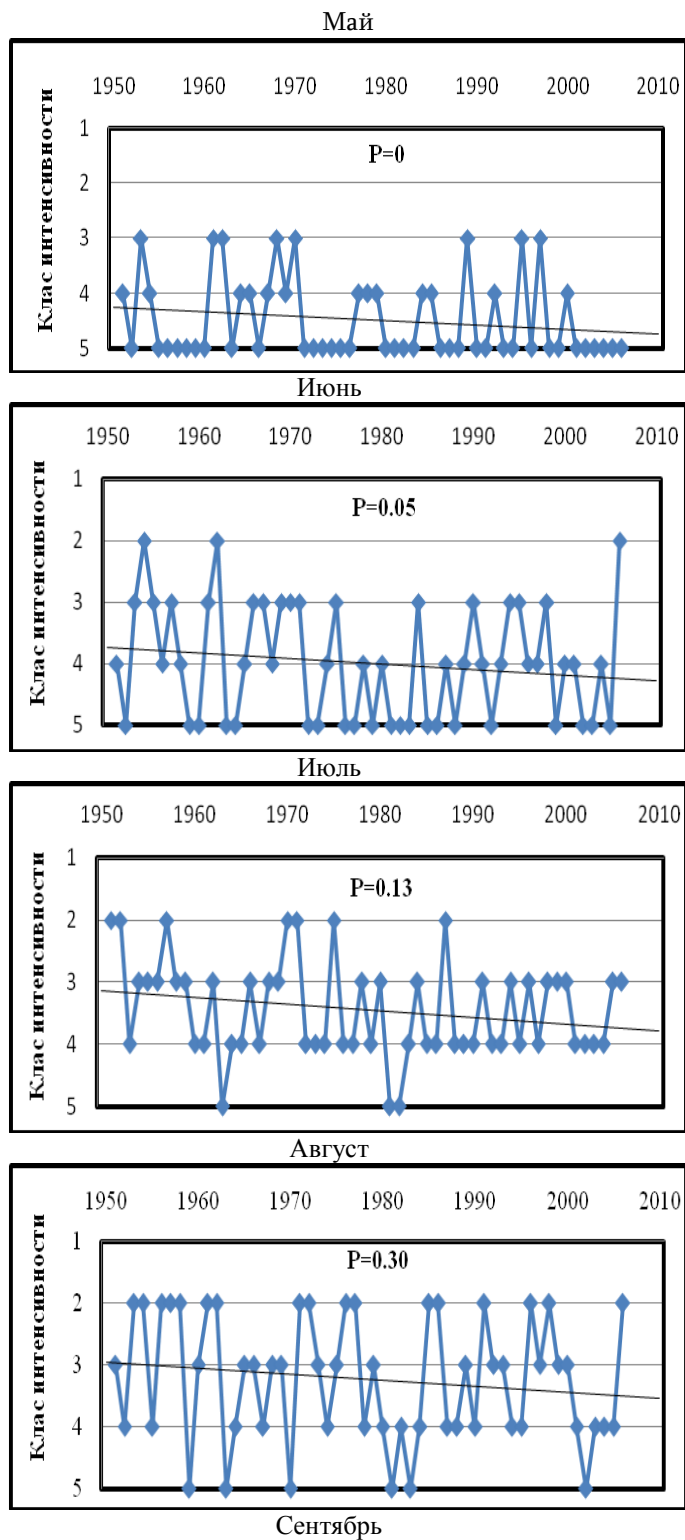
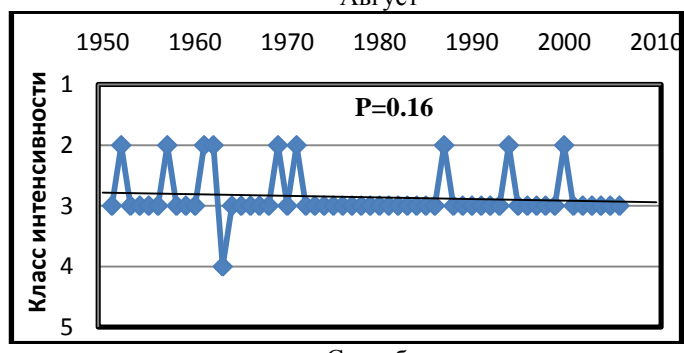
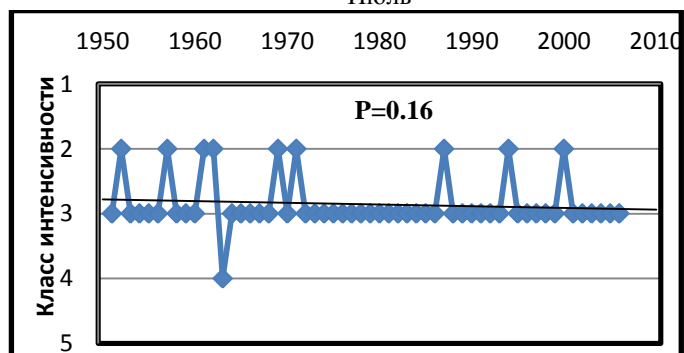
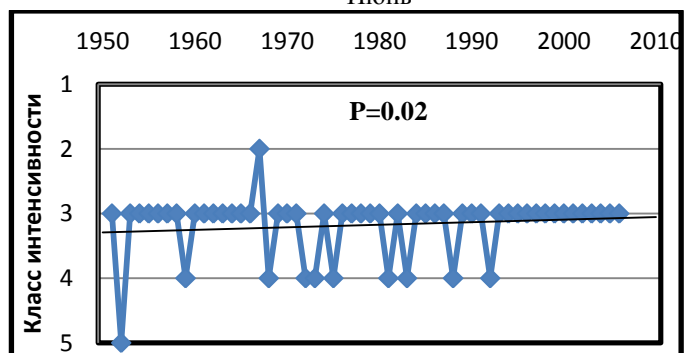
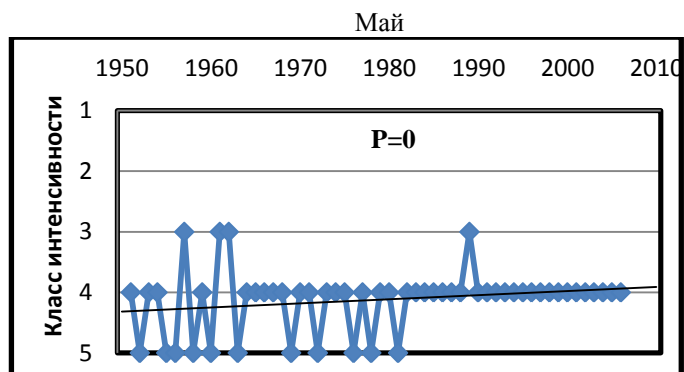


Рис.1. Динамика засух по данным станции Тбилиси



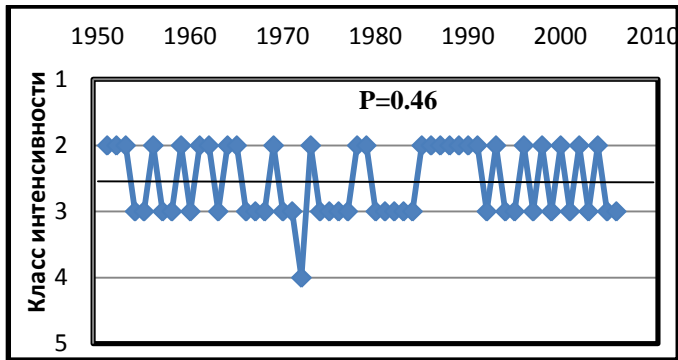


Рис.2. Динамика засух по данным станции Гардабани

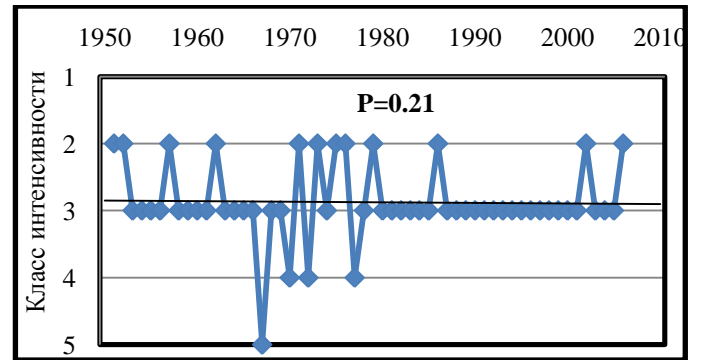
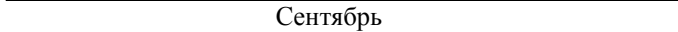
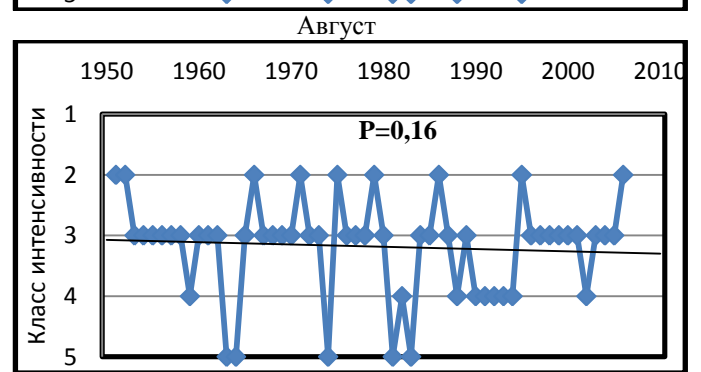
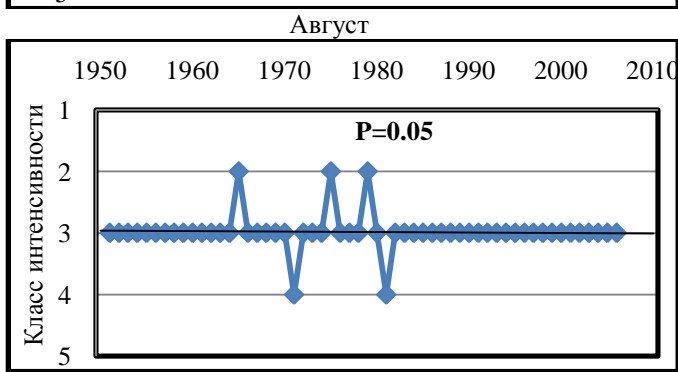
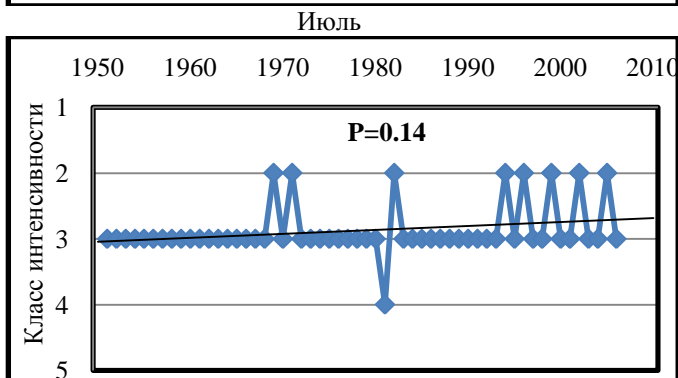
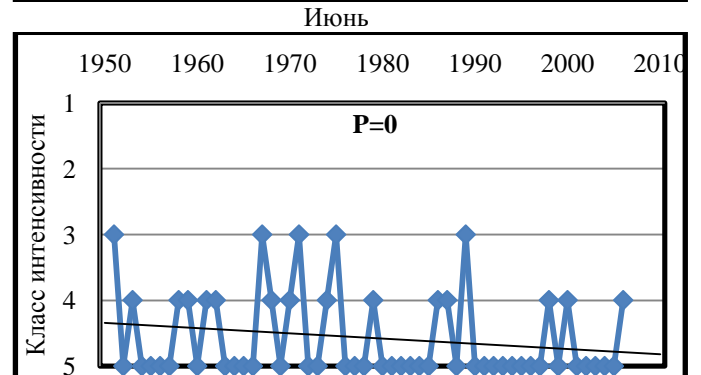
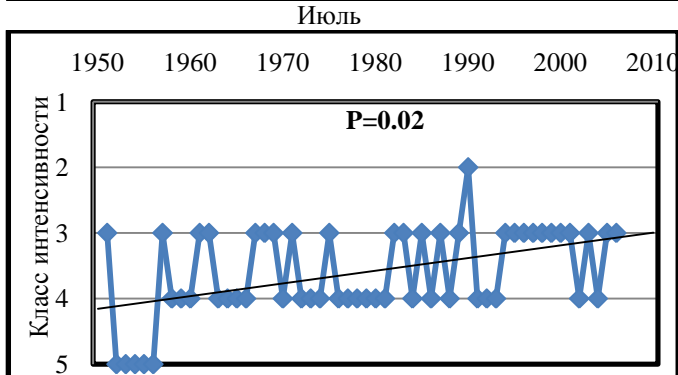
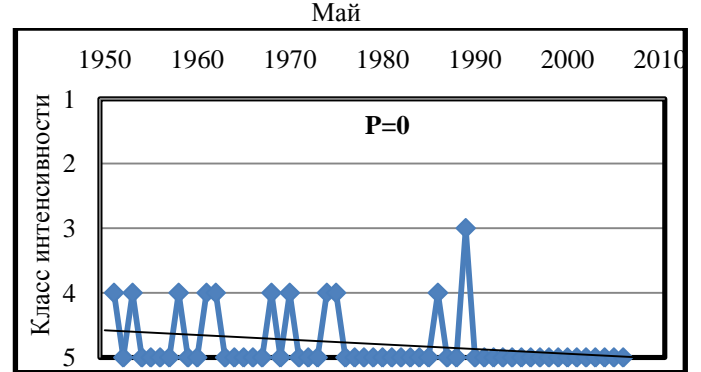
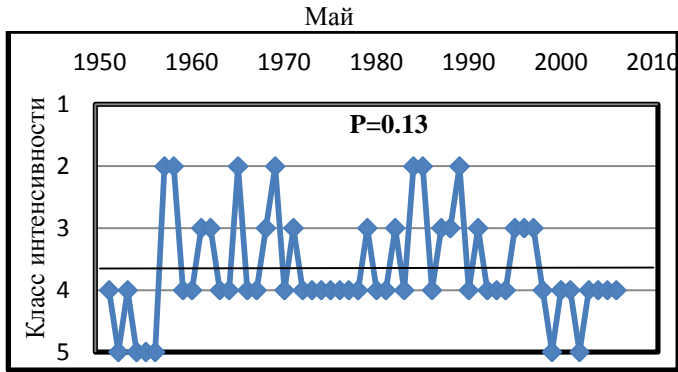


Рис.3. Динамика засух по данным станции Сагареджо



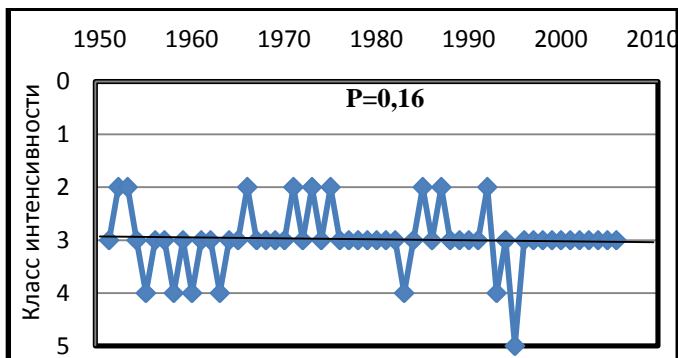


Рис.4 Динамика засух по данным станции Шираки

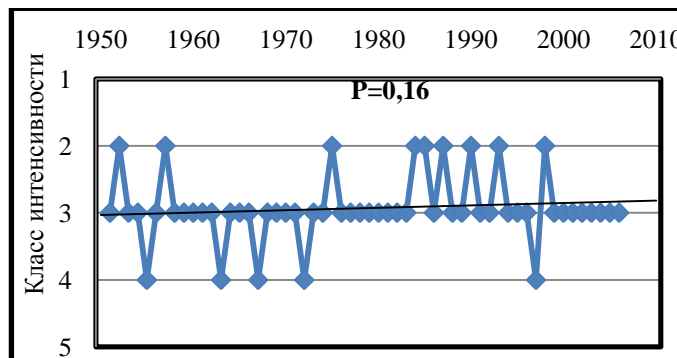
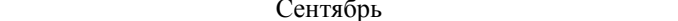
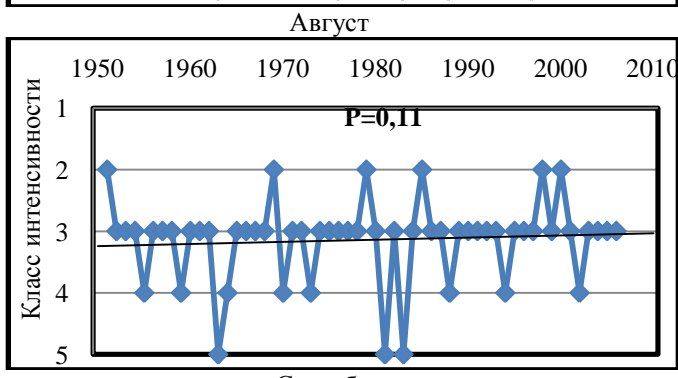
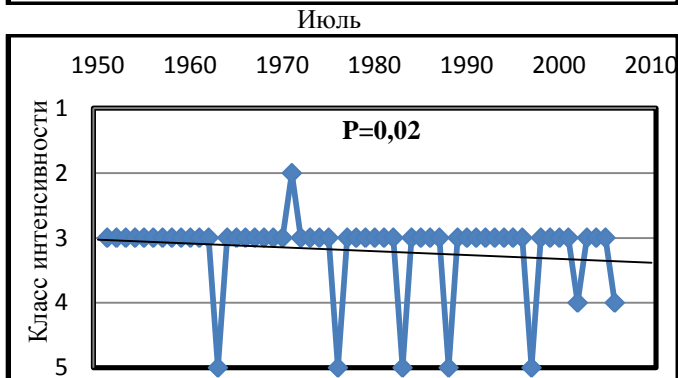
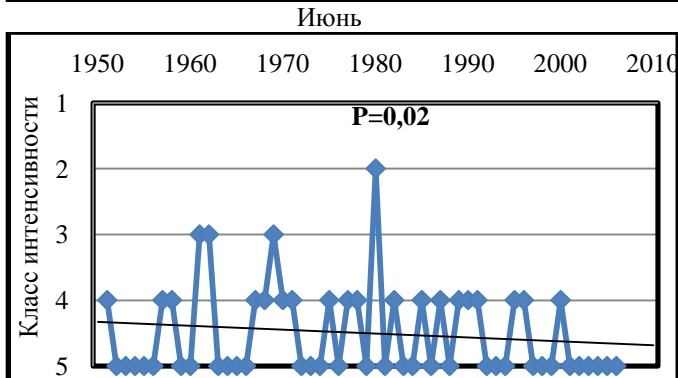
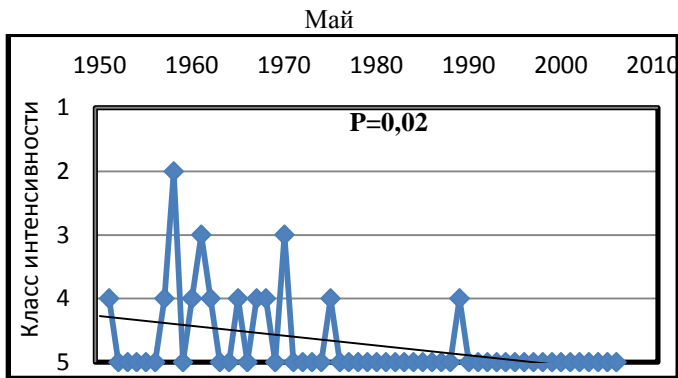


Рис.5 Динамика засух по данным станции Дедоплискарго



Заклучение

Таким образом, согласно комплексной оценке интенсивности засухи, наиболее засушливыми оказались 5 из 49 станций на территории Грузии. Это станции в Нижней Картли – Тбилиси и Гардабани, а также в Кахети – Сагареджо, Шираки и Дедоплискарго, расположенные в регионах Восточной Грузии. Максимальная вероятность в классе 2 – сильная засуха, зафиксирована по данным станций с вероятностью: Гардабани – $p=0.46$, Тбилиси – $p=0.30$ и Сагареджо – $p=0.21$. Она наблюдается в августе (Тбилиси) или в сентябре (Гардабани, Сагареджо). Влияние глобального потепления на динамику засух в Восточной Грузии не выявлено. Почти во всех случаях интенсивность засух не меняется или наблюдается ее уменьшение.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Climate Change 2001. Synthesis report. IPCC, 2001.
2. Climate Change 2007. The Physical Science Basis. IPCC, 2007.
3. Первое Национальное Сообщение Грузии на Рамочную Конвенцию ООН по Изменению Климата. Тбилиси, 1999, (на груз. яз.).
4. Второе Национальное Сообщение Грузии на Рамочную Конвенцию ООН по Изменению Климата. Тбилиси, 2009, (на груз. яз.).
5. Проблемы засухи и борьбы с ней. Материалы конференции. Труды Института Гидрометеорологии АН Грузии, том 107, Тбилиси, 2002, (на груз. яз.).
6. Материалы Международной конференции «Международный год планеты земля. Климат, природные ресурсы, стихийные катастрофы на Южном Кавказе». Труды Института Гидрометеорологии Грузии, том 115, Тбилиси, 2008, (на груз. яз.).
7. Зоидзе Е.К., Хомякова Т.В. Основы оперативной системы оценки развития засух и ее опыт экспериментальной эксплуатации. Труды ВНИИСХМ, вып.34, С.-П., Гидрометеоиздат, 2002.
8. Арвеладзе Г.А. К комплексной оценке развития засух. Труды Института Гидрометеорологии АН Грузии «Проблемы засухи и борьбы с ней», том 107, Тбилиси, 2002, (на груз. яз.).
9. Бегалишвили Н.А., Цинцадзе Т.Н. и др. Районирование территории Грузии на основе комплексной оценки интенсивности засух. Труды Института Гидрометеорологии Грузии, том 115, Тбилиси, 2008, (на груз. яз.).
10. Бегалишвили Н.А., Цинцадзе Т.Н., Шелия В. и др. Комплексное районирование территории Грузии и стохастический прогноз полива винограда. Научный

отчет, выполненный по гранту Грузинского Национального Научного фонда, проект №GNSF/ST/07/5-201, Тбилиси, 2009.

შპპ: 551

გვაღვინობის დინამიკა საქართველოში გლობალური დათბობის ფონზე/ნ.ა.ბეგალიშვილი, თ.ცინცაძე, ვ.შელია, კ.ლაშაური, ნ.ნ.ბეგალიშვილი, ნ.ცინცაძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117-გვ. 68-73-რუს.; რეზ.ქართ., ინგლ., რუს.

მოცემულია საქართველოში გვაღვის დინამიკის კვლევის შედეგები 1951-2007 წლებში ადრე არსებული და ამჟამად მოქმედი 49 მეტეოსადგურის მონაცემთა საფუძველზე სავეგეტაციო ყველა თვეების მიხედვით (მაისი-სექტემბერი). გვაღვის ინტენსივობის განსაზღვრა შესრულებულია რუსეთის სასოფლო-სამეურნეო მეტეოროლოგიის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში დამუშავებული მეთოდის დახმარებით. იგი კომპლექსურად იყენებს 3 მეტეოროლოგიურ (ატმოსფერულ) და 2 აგრომეტეოროლოგიურ (ნიადაგის) მაჩვენებლებს. გამოყოფილია ყველაზე გვაღვიანი სადგურები აღმოსავლეთ საქართველოს რეგიონებში: თბილისი, გარდაბანი – ქვემო ქართლში; საგარეჯო, შირაკი და დედოფლისწყარო – კახეთში. ამ სადგურების მონაცემთა მიხედვით ძლიერი და ძალიან ძლიერი გვაღვა ფიქსირდება ზედიზედ არანაკლებ სამ ვეგეტაციურ თვეებში. ძლიერი გვაღვის (კლასი 2) განვითარების მაქსიმალური ალბათობებია: გარდაბანი – 0.46, თბილისი – 0.30, საგარეჯო – 0.21, შირაკი და დედოფლისწყარო – 0.16. ყველა ისინი ფიქსირდება აგვისტოში და სექტემბერში.

გვაღვის ინტენსივობის დროითი ცვლილების ამსახველი ტრენდების ანალიზი არ უჩვენებს გლობალური დათბობის გავლენას.

UDC: 551

Draughts dynamics against the background of global warming/N.A.Begalishvili, T.Tsintsadze, V.Shelia, K.Lashauri, N.N.Begalishvili, N.Tsintsadze /Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. - pp. 68-73. - .Russ. ; Summ. Georg.; Eng.; Russ

The investigation results of draughts dynamics over Georgian territory for 1951-2007 year period based on the 49 existed and functioning meteostations for all months of vegetation period (March - September) are presented. The draught intensity assessment is carried out using methodology elaborated at the Agricultural Meteorological Scientific-Research Institute of Russia. This method is based on the integrated application of 3 meteorological (atmospheric) and 2 agrometeorological (soil) indices. The driest stations in Eastern Georgian regions have been ascertained. Those are stations in Kvemo Kartli – Tbilisi and Gardabani; In Kakheti-Sagarejo, Shiraki and Dedoplistskaro. According to the data of those stations severe and extremely severe draughts were detected repeatedly no less than in 3 vegetation months. The maximal probability in class 2- strong draught was fixed by Gardabani station data - $p=0.46$, Tbilisi- $p=0.30$ and Sagarejo – $p=0.21$, Shiraki and Dedoplistskaro- $p=0.16$. All of them were registered in August and September. The analysis of variation of draught intensity relevant trends doesn't indicate the influence of global warming on the draught dynamics.

УДК 551

Динамика засух в Грузии на фоне глобального потепления/Н.А.Бегалишвили, Т.Цинцадзе, В.Шелия, К.Лашаури, Н.Н.Бегалишвили, Н.Цинцадзе./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2011-т.117-с.68-73.-Рус.;Рез. Груз., Англ.,Рус

Приведены результаты исследования динамики засух на территории Грузии в период 1951-2007 годов по данным 49 ранее существующих и ныне действующих метеостанций для всех месяцев вегетационного периода (март-сентябрь). Оценка интенсивности засухи выполнена с помощью методики,

разработанной в ВНИИСХМ (Россия). Она основана на комплексном использовании 3-х метеорологических (атмосферных) и 2-х агрометеорологических (почвенных) показателей. Выделены наиболее засушливые станции в регионах Восточной Грузии. Это станции в Нижней Картли – Тбилиси и Гардабани, а также в Кახети – Сагареджо, Шираки и Дедоплискаро, по данным которых фиксируется сильная и очень сильная засуха подряд не менее, чем в 3-х вегетационных месяцах. Максимальная вероятность в классе 2 – сильная засуха, зафиксирована по данным станций Гардабани – $p=0.46$, Тбилиси – $p=0.30$ и Сагареджо – $p=0.21$, Шираки и Дедоплискаро – $p=0.16$. Все они отмечены в августе или в сентябре. Анализ соответствующих трендов изменения интенсивности засух указывает на отсутствие влияния глобального потепления на динамику засух.

А.А. Аджиева., Ф.А Хоргуани.

Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик

УДК 517.958:[550.3+551.5]

ГРОЗЫ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ И СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ.

Имеется довольно большое количество исследований подтверждающих наличие солнечно-земных взаимосвязей, проявляющихся в виде цикличности ряда геофизических процессов. Так, в 1880-х годах Г. Вильд [1] исследовал связь между солнечной активностью и температурой воздуха в России. Позднее, В. Робертс [2] показал существование 22-летней повторяемости засух в западных областях США. К. Шуурманс и А. Оорт [3] обнаружили регулярные изменения высоты уровней постоянного давления в тропосфере, связанные с интенсивными солнечными вспышками; Б. Тинсли и др. [4] выявили отчетливые вариации высотного профиля температуры в тропосфере во время понижений интенсивности потока галактических космических лучей. Несмотря на это многими геофизиками решительно отвергается идея о влиянии солнечной активности на процессы в нижней атмосфере. А.С.Монин [5] считает, что идея солнечно-земных взаимосвязей совершенно неприемлема, так как мощность атмосферных процессов на несколько порядков превышает поток энергии, вносимой в околоземное космическое пространство (магнитосферу Земли) солнечным ветром. В связи с этим представляется крайне маловероятным, чтобы солнечная активность могла существенно воздействовать на состояние нижней атмосферы. Как показано в обзоре [6], исследования, выполненные за последние годы, позволили найти ключ к преодолению этого противоречия и тем самым к решению проблемы солнечно-земных связей. М.И.Пудовкину [6] на основе анализа исследований в России (ГГО) и за рубежом удалось проследить основные физические процессы, определяющие воздействие солнечной активности на состояние нижней атмосферы и погоду. Основное возражение против возможности эффективного воздействия солнечной активности на состояние нижней атмосферы и погоду, основанное на недостаточной мощности солнечного ветра, оказывается вполне преодолимым.

В предлагаемой работе обсуждается одно из самых актуальных проявлений солнечно-земных связей - выявление регионального реагирования грозоактивности на

Северном Кавказе. На рис. 1-2 представлены вариации числа дней с грозой за год и продолжительности гроз в часах в течение года по данным метеостанций Сочи, Адлер, Красная Поляна за период 1989-2002 гг. [7].

Имеют место следующие характерные особенности в ходе грозовой активности за указанный период: согласно полученным результатам [7] временные изменения среднего по территории числа дней с грозой за год N и средней продолжительности гроз T хорошо коррелируют между собой.

Для ГМС «Сочи»: $T=2,95 \cdot N^{1,04}$ с коэффициентом корреляции 0,75; «Адлер»: $T=1,5 \cdot N^{1,2}$ с коэффициентом корреляции 0,73; «Красная поляна»: $T=0,74 \cdot N^{1,3}$ с коэффициентом корреляции 0,88.

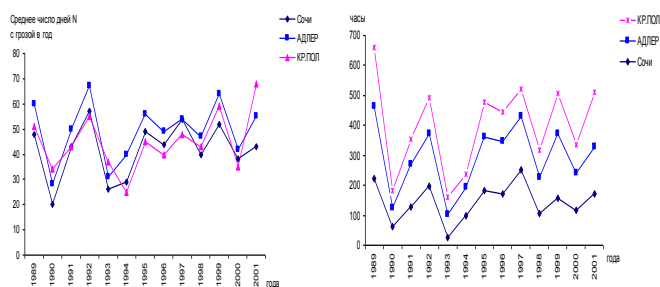


Рис.1. Вариации числа дней N с грозой

Рис.2. Вариации продолжительности гроз T по данным метеостанций Сочи, Адлер, Красная Поляна за период 1989-2002 гг

В качестве меры степени солнечной активности в данной работе использованы условные числа Вольфа: $W=k(f+10g)$, где k - коэффициент пропорциональности; f - общее число пятен на Солнце; g - число групп пятен; W - число Вольфа. Коэффициент пропорциональности k зависит от мощности применяемого инструмента. Обычно числа Вольфа усредняют (по месяцам или годам) и строят график зависимости солнечной активности от времени.

На рис.3 дана кривая вариации солнечной активности за 300 летний период, из которой видно, что максимумы и минимумы чередуются в среднем через каждые 11,1 лет и называются циклом, хотя промежутки времени между отдельными последовательными максимумами могут колебаться в пределах от 7 до 17 лет.

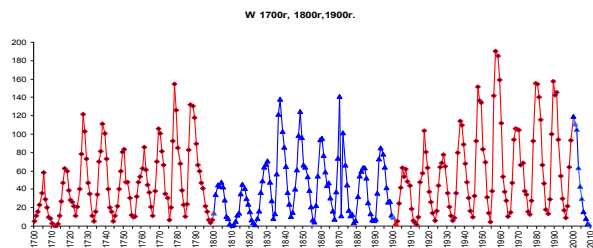


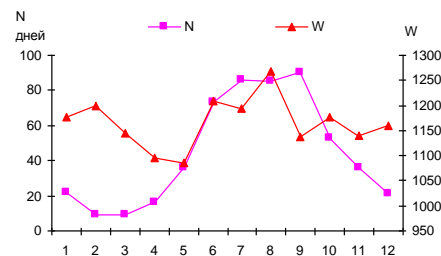
Рис. 3. Кривая вариации солнечной активности за 300-летний период

В исследуемом периоде с 1700 по 2004 гг. их 28. Значения среднегодовых максимумов солнечной активности меняются в этом интервале от 45,8 в 1816 году до 190,2 в 1957 г.

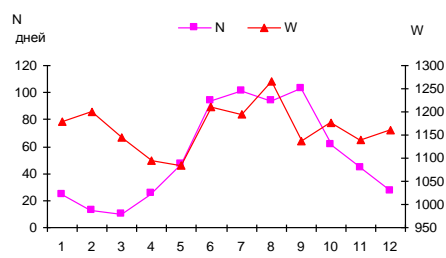
Следует отметить, что значения максимумов солнечной активности имеют тенденцию к возрастанию

ближе к нашему столетию, а значения чисел Вольфа колеблются в больших пределах.

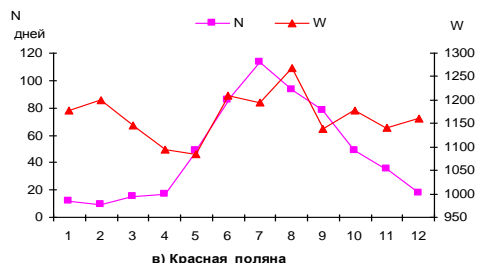
Для проведения сравнительного анализа векового и сезонного хода солнечной активности 1900-2004 гг. и опасных геофизических процессов (например, гроз) использованы по метеостанциям «Сочи», «Адлер». Красная поляна) среднегодовые и среднемесячные данные за различные периоды 1900-2004 гг. (рис.4,5).



а) Сочи



б) Адлер



в) Красная поляна

Рис.4. Сезонное среднегодовое

С помощью метода корреляции найдена количественная оценка (коэффициент корреляции r) связи солнечной активности и экстремальных ситуаций по известной формуле[7]:

$$r = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left[\sum_i (x_i - \bar{x})^2 (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2}} \quad (1)$$

где x_i - показатели солнечной активности, т.е. числа Вольфа; \bar{x} - среднее арифметическое показателей солнечной активности; x_i, y_i - показатели грозовой активности за год; \bar{y} - среднее арифметическое количество грозовой активности, где i - целое соответствует годам $1989 \leq i \leq 2002$. Используя формулу (1) нами получено, что коэффициент корреляции между солнечной активностью и грозовыми характеристиками составляет $r=0,7$. При этом между солнечной и грозовой активностью существует высокая корреляционная связь с коэффициентами корреляции 0,7 для числа дней с грозой и 0,78 для продолжительности гроз в течение года

Полученный коэффициент указывает на высокую степень зависимости между показателями солнечной активности x_i и грозовой активности природного характера y_i . Наибольшая корреляция 0,78 имеет место

для взаимосвязи между среднегодовой продолжительностью гроз в часах и солнечной активностью.

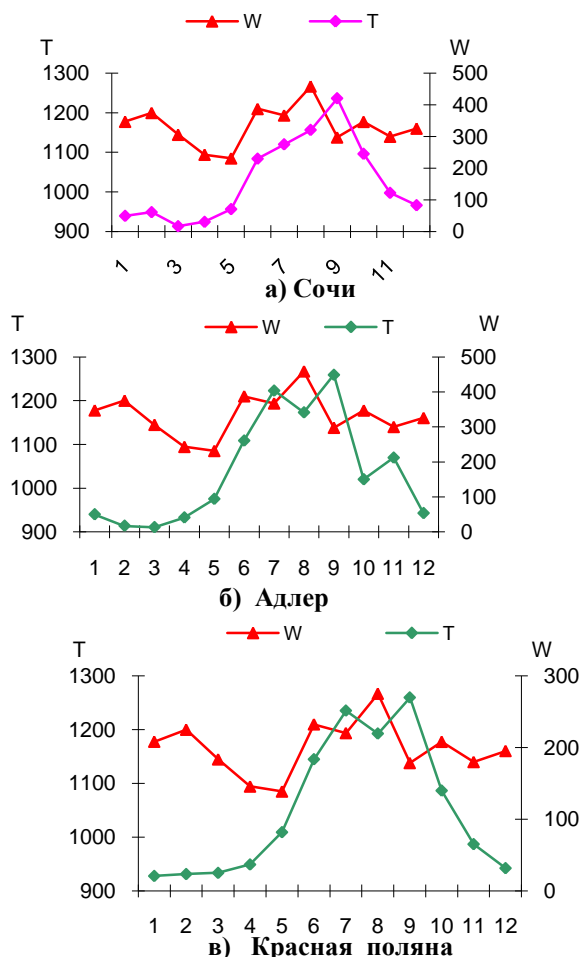


Рис. 5. Сезонная среднегодовая количества дней с грозой N продолжительность гроз T в часах и солнечной активности W за 1989-2002гг.

Наиболее характерным проявлением периодизации солнечной активности является наличие пятнообразовательных солнечных минимумов и максимумов, которые разграничивают циклы и устанавливают точки перегиба кривой активности данного цикла. Особенно точно грозовые минимумы и максимумы ложатся на максимумы солнечной активности. Надо подчеркнуть, что грозоактивность частично опережает солнечные максимумы, т.е. на этапе подхода к максимуму на Солнце активизируются грозоэффективные процессы. Таким образом, выявленный волновой процесс затухания и возрастания грозовой активности на Северном Кавказе по-видимому, подчинен солнечной активности и является звеном в солнечно-земных взаимосвязях.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Вильд Г. О температуре воздуха в Российской империи.-СПб. 1882. Ч.
2. Робертс В. О. В кн.: Солнечно-земные связи, погода и климат / Под ред. Б. Мак-Нормана, Т. Селиги.- М.: Мир. 1982.- 44 с.
3. Schuurmans C.J.E., Oort A.H. // Pure and Appl. Geophys.-1969.-V. 75.-PP. 233.
4. Tinsley B.A., Brown G.M., Scherrer P.P.H. // J. Geophys. Res.-1989.-V. 94, № D12.-PP. 14783.

5. Монин А.С. Прогноз погоды как задача физики.-М.: Наука, 1969.
6. Пудовкин М.И. Влияние солнечной активности на состояние нижней атмосферы и погоду // Соросовский образовательный журнал.-1996.-№10.-С.106-113.
7. Аджиев А.Х., Аджиева А.А. Пространственные и временные вариации грозовой активности над Северным Кавказом // Метеорология и гидрология.-2009.-№12.-С.25-31.

შპს 517.958:[550.3+551.5]

ჭექა-ქუხილი ჩრდილოეთ კავკასიაში და მზის აქტივობა. /ა.ა. აჯიევა, ფ.ა. ხორგუანი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117-გვ. 73-75.-რუს.;რეზ.ქართ.,ინგლ., რუს.

წარმოდგენილ მიმოხილვაში საუბარია თანამედროვე გეოფიზიკის ყველაზე აქტუალურ პრობლემათაგან ერთ-ერთზე, რომელიც ცხარე კამათის მიზეზადაც კი იქცა – მზის აქტივობის ზემოქმედებაზე ატმოსფეროს ქვედა ფენების მდგომარეობასა და ამინდზე. განხილულია ჭექა-ქუხილისა და მზის აქტივობათა ურთიერთდამოკიდებულების კანონზომიერებები ჩრდილოეთ კავკასიის ტერიტორიაზე 1989–2002 წლებში. დადგენილია კორელაციური და-მოკიდებულებები ჭექა-ქუხილისა და მზის აქტივობათა შორის, რაც ხელმისაწვდომსა ხდის დროის განმავლობაში ჭექა-ქუხილის სიხშირის კანონზომიერებათა ზუსტ პროგნოზს. 5 ილუსტრაცია, ბიბლიოგრაფია – 7 დასახელება.

UDC 517.958:[550.3+551.5]

THUNDER-STORMS IN THE NORTH CAUCASUS AND SOLAR ACTIVITY. /A.A Adzhieva., F.A.Khorguani/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 73-75. - Russ .; Summ. Georg.; Eng.; Russ

In the offered review one of the most actual and at the same time a problem of modern geophysics causing the most fierce disputes is discussed – influence of solar activity on a condition of the lower atmosphere and weather. The regularity of interrelation of storm and solar activity in territory of North Caucasus from 1989 to 2002 are considered. The correlation dependences of storm and solar activity allowing with high accuracy to predict regularity of frequency of thunderstorms in time are received.

УДК 517.958:[550.3+551.5]

ГРОЗЫ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ И СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ. /А.А Аджиева., Ф.А Хоргуани/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011.–т.117.–с.73-75.–Рус Рез. Груз., Англ.,Рус.

В предлагаемом обзоре обсуждается одна из самых актуальных и в то же время вызывающая самые ожесточенные споры проблема современной геофизики – воздействие солнечной активности на состояние нижней атмосферы и погоду. Рассмотрены закономерности взаимосвязи грозовой и солнечной активности на территории Северного Кавказа с 1989 по 2002гг. Получены корреляционные зависимости грозовой и солнечной активности, позволяющие с высокой точностью прогнозировать закономерности частоты гроз во времени.

Галаева А.У., Кешева Л.А., Стасенко Д.В.
ФГБУ Высокогорный геофизический институт,
Нальчик

УДК 551.582.2

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА ОСАДКОВ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

Для исследования изменений режима атмосферных осадков в степной и предгорной зонах использовались данные метеостанций, расположенных в гг. Прохладный, Терек, Нальчик и Баксан. Использовались данные о количестве осадков, числе дней с осадками 5 мм и более и суточном максимуме осадков в различные сезоны года на отрезке 1955-2006 гг. Предварительно был проведен анализ содержания во временных рядах метеопараметров аномальных элементов, а также наличия у них линейных трендов. Не останавливаясь на результатах расчетов, отметим, что временные ряды месячного количества осадков содержат достаточно много аномальных элементов. Особенно это относится к количеству осадков в такие месяцы как апрель, август и сентябрь, что можно объяснить более резкими изменениями параметров атмосферы, обусловленными сезонными процессами перестройки ее состояния.

Анализ динамики метеопараметров проводился путем сравнительного анализа статистических характеристик частичных рядов, в виде которых были представлены временные ряды метеопараметров на указанном отрезке времени [1]. Использовались следующие характеристики: среднее значение, среднеквадратическое отклонение, коэффициенты асимметрии и эксцесса, максимальное и минимальное значения и разброс между ними. Для повышения достоверности результатов анализа были использованы два варианта представления временных рядов метеопараметров в виде частичных, которые соответствовали различным временным интервалам. В первом варианте они соответствовали временным отрезкам 1955-1971гг, 1972-1988гг, 1989-2005гг., а во втором варианте 1955-1980гг и 1981-2005гг. Полученные таким образом результаты анализа динамики метеопараметров дополнялись результатами анализа временных рядов и их линейных трендов.

Остановимся на результатах анализа динамики количества осадков в различные сезоны года. В табл. 1 приведены характеристики частичных рядов количества осадков в различные сезоны года и за год, полученные по данным метеостанции г. Прохладный (степная зона). Можно заметить, что имеет место увеличение во времени практически всех характеристик частичных временных рядов количества зимних осадков за исключением коэффициента эксцесса. Это может свидетельствовать о наличии тенденции увеличения метеопараметра на рассматриваемом отрезке времени. Что касается количества осадков в весенние сезоны, то также наблюдается увеличение с течением времени таких характеристик как среднее значение, среднеквадратическое отклонение, минимальное значение. Но поведение остальных характеристик может свидетельствовать о том, что в динамике данного метеопараметра намечалась тенденция к уменьшению.

Более сложный характер носит изменение характеристик частичных временных рядов количества осадков в летние сезоны. Имеет место, как можно заметить, уве-

личение с течением времени среднего значения и среднеквадратического отклонения метеопараметра. В то же время достаточно быстрыми темпами уменьшаются значения остальных характеристик, что может свидетельствовать о появлении во временном ряду тенденции уменьшения количества осадков в летние сезоны.

Таблица 1- Статистические характеристики частичных временных рядов количества осадков в различные сезоны года и за год (г. Прохладный)

Интервалы временного ряда (гг.)	Среднее знач. (мм)	Среднее квadrat. откл.	Кoэфф. асимм.	Кoэфф. эксцесса	Миним. знач. (мм)	Максим. знач (мм)	Разброс (мм)
Зимние							
1955-1971	64,0	14,6	5,1	41,6	39,0	95,0	56,0
1972-1988	62,9	9,5	4,4	41,3	44,8	79,8	35,0
1989-2006	72,7	22,6	7,7	36,6	41,0	117,2	76,2
1955-1980	64,4	12,9	7,0	71,7	39,0	95,0	56,0
1981-2006	68,9	20,3	20,5	70,7	41,0	117,2	76,2
Весенние							
1955-1971	131,1	44,5	13,9	60,8	60,0	246,5	186,5
1972-1988	126,2	41,3	1,5	43,5	55,4	216,2	160,8
1989-2006	147,3	47,2	-3,7	36,9	64,0	232,0	168,0
1955-1980	129,3	46,1	13,8	78,8	55,4	246,5	191,1
1981-2006	141,0	43,8	-0,2	57,6	64,0	232,0	168,0
Летние							
1955-1971	175,0	55,2	14,8	76,4	71,7	329,0	257,3
1972-1988	187,1	55,7	-4,3	28,8	88,0	260,7	172,7
1989-2006	167,0	61,1	-0,8	49,5	32,0	273,0	241,0
1955-1980	171,3	53,7	18,5	104,5	71,7	329,0	257,3
1981-2006	181,1	61,7	-8,4	62,9	32,0	273,0	241,0
Осенние							
1955-1971	73,8	24,7	13,5	59,0	38,0	138,2	100,2
1972-1988	92,7	24,9	1,7	50,4	44,0	150,0	106,0
1989-2006	114,0	43,0	17,2	59,7	60,0	225,0	165,0
1955-1980	79,8	26,6	20,5	90,1	38,0	150,0	112,0
1981-2006	107,9	39,2	27,8	112,5	44,0	225,0	181,0
Годовые							
1955-1971	444,8	96,2	-0,7	39,1	251,5	606,0	354,5
1972-1988	467,3	84,4	-5,7	44,8	286,0	618,1	332,1
1989-2006	502,1	92,8	-9,5	43,6	301,0	654,0	353,0
1955-1980	444,8	90,0	3,8	67,1	251,5	618,1	366,6
1981-2006	499,3	90,6	-20,4	78,4	286,0	654,0	368,0

Другая тенденция наблюдается в динамике количества осадков в осенние сезоны. Из таблицы можно заметить, что имеет место достаточно быстрое увеличение с течением времени практически всех характеристик частичных временных рядов данного метеопараметра. Например, среднее значение метеопараметра на последнем отрезке времени по сравнению с его значением на первом увеличилось примерно на 40 мм (или более чем на 50%). Таким же образом увеличилось и максимальное значение метеопараметра - на 87мм (более чем на 60%). Сравнение двух последних строк таблицы показывает, что и в случае двух частичных временных рядов наблюдается рост характеристик частичных временных рядов. Среднее значение количества осенних осадков во второй половине рассматриваемого периода, например, увеличилось более чем на 35%: с 79,8мм до 107,9мм. Таким образом, можно заключить, что на рассматриваемом отрезке времени происходит увеличение количества осадков в осенние сезоны.

С учетом полученных результатов представляет интерес анализ динамики годового количества осадков. Можно заметить, что среднее значение метеопараметра на отрезке 1981-2006 гг. увеличилось на 57,3 мм (или на 13%) по сравнению с его значением на отрезке 1955-1971гг. А по сравнению с его значением в первой половине рассматриваемого периода увеличение во второй половине составляет 54,5мм или 12,3%. Наблюдается также рост примерно одинаковыми темпами минимального и максимального значений метеопараметра (на 35 и 36мм соответственно. Таким образом, на рассматриваемом отрезке времени имеет место увеличение годового количества осадков, связанное преимущественно с увеличением количества осадков в осенние сезоны. Но уменьшение коэффициента асимметрии с течением времени может свидетельствовать о появлении тенденции уменьшения значений метеопараметра.

Полученные выводы подтверждаются и результатами сравнительного анализа сглаженных и осредненных на рассматриваемом отрезке времени значений метеопараметра в различные сезоны года и за год.

Такие же расчеты проводились и с использованием данных метеостанции г. Терек, также расположенной в степной зоне. В результате были получены примерно такие же тенденции изменения количества осадков в различные сезоны года.

Рассмотрим далее результаты таких же расчетов, полученные по данным метеостанции г. Нальчик, расположенной в предгорной зоне региона (табл. 2).

Таблица 2- Статистические характеристики частичных временных рядов количества осадков в различные сезоны года и за год (г.Нальчик)

Интервалы временного ряда (гг.)	Среднее знач. (мм)	Среднее кв.дрог. откл.	Козфф. асимм.	Козфф. экссесса	Миним. знач. (мм)	Максим. знач (мм)	Разброс (мм)
Зимние							
1955-1971	70,6	16,3	-4,5	54,1	31,0	100,0	69,0
1972-1988	68,8	13,5	10,3	39,2	48,0	95,0	47,0
1989-2006	75,8	20,7	13,1	39,4	53,0	115,0	62,0
1955-1980	72,5	15,8	-7,8	77,0	31,0	100,0	69,0
1981-2006	71,1	18,9	30,6	84,7	48,0	115,0	67,0
Весенние							
1955-1971	181,2	68,2	8,7	53,4	63,3	348,0	284,7
1972-1988	199,5	52,6	-3,8	41,9	88,1	294,7	206,6
1989-2006	183,2	39,6	-1,7	65,3	90,0	271,0	181,0
1955-1980	187,9	65,9	7,3	73,7	63,3	348,0	284,7
1981-2006	187,8	41,6	-3,9	71,5	90,0	271,0	181,0
Летние							
1955-1971	220,1	72,3	1,2	32,7	107,0	340,0	233,0
1972-1988	240,1	60,4	-6,5	41,1	124,8	337,4	212,6
1989-2006	238,0	73,5	-1,2	41,5	97,0	373,0	276,0
1955-1980	218,9	67,0	-1,1	53,4	107,0	340,0	233,0
1981-2006	246,7	69,6	-6,2	61,7	97,0	373,0	276,0
Осенние							
1955-1971	111,6	32,2	11,6	42,8	71,0	184,0	113,0
1972-1988	137,8	41,3	10,4	52,6	63,0	235,0	172,0
1989-2006	153,0	59,5	20,8	81,4	62,0	325,0	263,0
1955-1980	123,5	38,4	23,3	97,9	71,0	235,0	164,0
1981-2006	145,5	55,8	30,5	128,0	62,0	325,0	263,0
Годовые							
1955-1971	584,8	99,0	4,8	29,5	442,0	753,0	311,0
1972-1988	644,2	99,5	-19,2	62,4	404,0	777,1	373,1
1989-2006	651,2	112,0	5,1	46,7	468,9	893,3	424,4
1955-1980	602,8	98,6	-4,7	46,0	428,8	753,0	324,2

1981-2006	651,6	111,5	-3,6	74,3	404,0	893,3	489,3
-----------	-------	-------	------	------	-------	-------	-------

Как можно заметить из таблицы, в случае трех частичных рядов среднее количество зимних осадков сначала уменьшается, затем происходит быстрое его увеличение, а в случае двух частичных рядов наблюдается некоторое его уменьшение. Например, в 1955-1971 гг. его значение равнялось 70,6 мм, в 1972-1988 гг. – 68,8 мм, в 1989-2006 гг. – 75,8 мм. В целом за весь период с 1955 по 2006гг. оно увеличилось примерно на 7,3 %. Что касается остальных характеристик, то, как можно заметить, наблюдается некоторое уменьшение во времени коэффициента эксцесса и разброса между максимальным и минимальным значениями, а значения остальных характеристик увеличиваются (иногда даже значительно).

Средние значения количества осадков в весенние сезоны, соответствующие трем отмеченным выше интервалам, соответственно равны 181,2; 199,5 и 183,2мм, т.е. они примерно в 2,5 раза превышают соответствующие значения для зимних осадков. Имеет также место небольшое колебание среднего значения количества осадков в весенние сезоны. Значение данной характеристики максимально на интервале 1972-1988гг., хотя в случае двух временных интервалов оно практически не изменилось. Остальные характеристики частичных рядов кроме коэффициента эксцесса и минимального значения уменьшаются с течением времени. Минимальное значение метеопараметра, как можно заметить, увеличивается, а коэффициент эксцесса сначала резко падает, затем таким же образом увеличивается, а в случае двух частичных временных рядов имеет место некоторое его уменьшение.

Количество осадков в летние сезоны меняется таким же образом, как и в весенние сезоны, но, как можно заметить, более быстрыми темпами. А что касается количества осенних осадков, то, все характеристики кроме минимального значения увеличиваются во времени. Так как максимальное значение увеличивается более быстрыми темпами, а минимальное значение, наоборот, уменьшается, то и разброс между ними увеличивается.

Остановимся далее на результатах анализа динамики годового количества осадков. Можно заметить, что среднее значение годового количества осадков достаточно быстрыми темпами увеличивается во времени. Например, по сравнению с его значением на интервале 1955-1971гг., на 1989-2006гг. оно стало больше на 11,4%. Сравнение его значений для последних двух частичных рядов также указывает на наличие роста в динамике данного параметра на 8,1%. Происходит уменьшение минимального значения метеопараметра, а максимальное значение, наоборот, увеличивается, причем более быстрыми темпами. Очевидно, что это приводит к увеличению с течением времени разброса между этими характеристиками. Например, по сравнению с его значением на первом интервале на третьем оно увеличилось на 36,5%. В случае двух частичных временных рядов увеличение данной характеристики составило почти 51%. Этот факт и поведение остальных характеристик указывают на то, что имеет место интенсификация с течением времени процесса осадкообразования в рассматриваемой климатической зоне республики.

Такие же расчеты проводились и для других метеопараметров, характеризующих режим атмосфер-

ных осадков в степной и предгорной зоне региона. В качестве примера в табл. 3 приведены результаты расчетов статистических характеристик частичных временных рядов суточного максимума осадков по данным метеостанции в г. Прохладный.

Таблица 3 - Статистические характеристики частичных временных рядов суточного максимума осадков (г. Прохладный)

Интервалы временного ряда	Средние знач (мм)	Среднеквадрат. откл. (мм)	Коэфф. асимм.	Коэфф. экцесса	Миним. знач (мм)	Максим. знач (мм)	Разброс (мм)
Зима							
1955-1970	6,61	1,36	5,59	50,46	3,0	11,3	8,3
1971-1986	6,42	1,65	-0,39	24,73	4,0	9,0	5,0
1987-2002	7,10	2,88	4,72	28,27	3,0	11,6	8,6
1955-1978	6,62	1,82	4,57	77,29	3,0	11,3	8,3
1979-2002	6,82	2,64	10,86	47,18	3,0	11,6	8,6
Весна							
1955-1970	15,57	4,43	0,34	34,44	9,0	23,3	14,3
1971-1986	16,13	5,06	7,07	34,91	9,0	26,6	17,6
1987-2002	17,42	8,47	12,44	39,45	7,0	34,6	27,6
1955-1978	15,44	4,58	12,91	69,22	9,0	26,6	17,6
1979-2002	17,36	7,60	16,63	63,96	7,0	34,6	27,6
Лето							
1955-1970	22,15	6,21	3,75	40,66	11,0	35,6	24,6
1971-1986	24,17	6,92	4,03	44,22	12,0	40,0	28,0
1987-2002	23,26	7,43	9,21	56,74	9,0	41,6	32,6
1955-1978	22,63	6,34	-0,50	52,15	11,0	35,6	24,6
1979-2002	23,77	7,44	14,58	79,35	9,0	41,6	32,6
Осень							
1955-1970	22,15	6,21	3,75	40,66	11,0	35,6	24,6
1971-1986	24,17	6,92	4,03	44,22	12,0	40,0	28,0
1987-2002	23,26	7,43	9,21	56,74	9,0	41,6	32,6
1955-1978	22,63	6,34	-0,50	52,15	11,0	35,6	24,6
1979-2002	23,77	7,44	14,58	79,35	9,0	41,6	32,6

Как показывают результаты расчетов, среднее значение суточного максимума осадков, хотя и небольшими темпами, но во все сезоны года с течением времени. На появление такой тенденции в динамике данной характеристики указывает характер изменения таких характеристик как среднее квадратическое отклонение, разброс между максимальным и минимальным значениями метеопараметра, коэффициент асимметрии. Числовые значения этих характеристик, хотя и медленно, но увеличиваются с течением времени.

Таким образом, с учетом данных таблицы 1 можно отметить, что зимние осадки по данным этой метеостанции, хотя и незначительно, но увеличиваются и одновременно они становятся более интенсивными. Такая тенденция в режиме осадков в степной зоне КБР может оказать благоприятное влияние на производство растениеводческой продукции. Что касается суточного максимума осадков, то изменение во времени характеристик частичных рядов данного метеопараметра является более существенным, включая и среднее значение, которое увеличилось почти на 2мм. Имеет также место увеличение значений практически всех остальных характеристик за исключением минимального значения суточного максимума весенних осадков. С учетом полученных ранее результатов можно отметить, что количество весенних осадков и их интенсивность в

степной зоне увеличиваются, что может отразиться благоприятным образом на производстве растениеводческой продукции в регионе.

Остановимся далее на результатах анализа суточного максимума летних осадков по данным этой же метеостанции. Как можно заметить из таблицы, среднее значение данного метеопараметра незначительно изменилось на рассматриваемом отрезке времени. Более заметное изменение претерпело максимальное значение данного метеопараметра. По сравнению с его значением на интервале 1956-1970 гг. на последнем оно увеличилось на 14%. В то же время, как можно заметить, минимальное значение суточного максимума, хотя и не очень существенно, но уменьшилось. Соответственно такое поведение максимального и минимального значений данного метеопараметра привело к значительному увеличению разброса между ними. По результатам расчетов имеет место увеличение от интервала к интервалу и значений коэффициентов асимметрии и эксцесса, а также среднее квадратическое отклонение.

Таким образом, на основе проведенных расчетов можно заключить, что имеет место, как увеличение интенсивности летних осадков. Что касается суточного максимума осенних осадков, то, как можно заметить из таблицы, четко выраженные тенденции возрастания или убывания в его динамике отсутствуют.

Обобщая результаты расчетов, можно сделать следующие выводы:

1. Количество зимних осадков в степной зоне Северного Кавказа различных районах ведет себя по-разному. Увеличение значений данного метеопараметра в отдельных районах (преимущественно в северных районах) связано не с увеличением количества дней с осадками, а с интенсификацией отдельных осадков. Таким же образом ведет себя количество осадков в весенние и летние сезоны. В некоторых районах оно увеличивается, причем, более существенно, чем количество зимних осадков. Такое поведение этих метеопараметров в большей степени связано с увеличением характеристик отдельных осадков. По результатам анализа данных, уменьшение количества зимних осадков имеет место в южных районах степной зоны (например, в Терском районе КБР). При этом наблюдается некоторое увеличение суточного максимума зимних осадков, а количество дней с осадками 5 мм и более изменилось незначительно.

Во всех районах степной зоны региона наблюдается тенденция увеличения суммарного количества осенних осадков, обусловленная увеличением количества дней с осадками. В этих же районах данной климатической зоны, видимо, имеет место уменьшение количества осадков в весенние и летние сезоны. Одновременно наблюдается и уменьшение суточного максимума осадков и количества дней с осадками 5 мм и более.

2. В предгорной зоне наступил период увеличения суммарного количества зимних осадков. В большей степени оно обусловлено увеличением числа дней с осадками, а не увеличением характеристик отдельных осадков. Имеет место уменьшение суммарного количества весенних осадков, связанное с уменьшением количества дней с относительно интенсивными осадками. А суточный максимум весенних осадков мало

подвержен климатическим изменениям, хотя имеет место некоторое увеличение среднего значения. Наблюдается увеличение количества летних осадков, обусловленное увеличением числа дней с осадками. Суточный максимум летних осадков на рассматриваемом интервале времени незначительно уменьшился. Количество осадков в осенние сезоны на рассматриваемом отрезке времени увеличилось. Такая тенденция преимущественно обусловлена увеличением числа осенних дней с относительно интенсивными осадками.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Ашабоков Б.А., Деркач Д.В., Калов Х.М. Об изменении температурного режима воздуха в приморской зоне Краснодарского края / Материалы 5 Международной научно-практической конференции «Исследование, разработка и применение высоких технологий в промышленности», С.-Петербург, 28-30 апреля, 2008.

შპს 551.582.2

ჩრდილოეთ კავკასიის ცენტრალური ნაწილის სხვადასხვა კლიმატურ ზონებში ნალექების რეჟიმის ცვლილების ანალიზი/გალაევა ა., კეშევა ლ., სტასენკო დ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 76-79.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.
მოცემულია ატმოსფერული ნალექების რეჟიმის ცვლილების ანალიზის შედეგები სამხრეთ კავკასიის ცენტრალური ნაწილის მთის წინეთის და ცტეპების ზონებში. ანალიზის ჩასატარებლად გამოყენებულია ოთხი მეტეოროლოგიური სადგურის მონაცემები: ატმოსფერულ ნალექთა რაოდენობაზე, დღეთა რიცხვი 5 მმ და მეტი ნალექიანობის; დღის მაქსიმალური ნალექი წლის სხვადასხვა სეზონში. Обсуждаются полученные результаты.

UDK 551.582.2

ANALYSIS OF PRECIPITATION REGIME VARIATION IN DIFFERENT CLIMATE ZONES OF THE CENTRAL PART OF THE NORTH CAUCASUS./Galaev A.U., Kesheva L.A., Stasenko D.V./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 76-79. -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The results of the analysis of regime changes in precipitation in the steppe and foothill areas of the central part of the North Caucasus are presented. For the analysis are used data from four weather stations on rainfall, number of days with precipitation of 5 mm or more and the maximum daily precipitation in different seasons. We discuss the results.

УДК 551.582.2

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА ОСАДКОВ В РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА/Галаева А.У.,Кешева Л.А.,Стасенко Д.В./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2011.-т.117.-с.76-79.-Рус.; Рез.Груз.,Анг., Рус.

Приводятся результаты анализа изменений режима атмосферных осадков в степной и предгорной зонах центральной части Северного Кавказа. Для проведения анализа используются данные четырех метеостанций о количестве осадков, числе дней с осадками 5 мм и более и суточном максимуме осадков в различные сезоны года. Обсуждаются полученные результаты.

მელაძე გ.გ., მელაძე მ.გ.

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრო-მეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

უკ 630:551.58

გლობალური დათბობის პირობებში აბრკოულ-ტურბის ბავრცელის ზონების და ორი მოსავლის მიღების სცენარები (2020-2050 წწ., დედოფლისწყაროს მაგალითზე)

გლობალური დათბობა მსოფლიოს ქვეყნების საყურადღებო პრობლემაა, რომელიც საერთო ძალისხმევით უნდა იქნას დაძლეული. წინააღმდეგ შემთხვევაში, მომავლისათვის თუ კიდევ უფრო მეტად საგრძნობი გახდა დათბობის პროცესი, შესაძლოა მან ძლიერ ნეგატიურად იმოქმედოს საუკუნეების განმავლობაში ჩამოყალიბებული ეკოლოგიური წონასწორობის შენარჩუნებაზე, რასაც მოყვება გამოუსწორებელი შედეგები.

გლობალური მასშტაბით ჩატარებული გამოკვლევების საფუძველზე (WMO), დადასტურებულია კლიმატის გლობალური დათბობა, რომელმაც საქართველოს ტერიტორიაც მოიცვა. ჰაერის ტემპერატურის მატება დაფიქსირდა საშუალოდ 0.2-0.4°C [1, 2]. ტემპერატურის ასეთი მატება საუკუნისხმო ფაქტია, რადგან 2030-2050 წლებისათვის არ არის გამორიცხული გამოიწვიოს საშუალო მრავალწლიური ტემპერატურის მომატება 1-2°C-ით. აქედან გამომდინარე, შესაძლოა მან უარყოფითად იმოქმედოს ქვეყნის ეკონომიკაზე, განსაკუთრებით სოფლის მეურნეობაზე - აგროკულტურების განვითარებაზე, აგროტექნიკური ღონისძიებების ცვლილებაზე და ა.შ. აღნიშნულთან დაკავშირებით შემუშავებულია დედოფლისწყაროს რაიონისათვის აგროკულტურების გავრცელების ზონების და ორი მოსავლის მიღების მომავლის სცენარები (2020-2050 წწ). რისთვისაც გამოყენებულია და დამუშავებულია დედოფლისწყაროს რაიონის საბაზისო (მიმდინარე) მეტეოროლოგიურ დაკვირვებათა და (1956-2005 წწ) საპროგნოზო მომავლის სცენარის მონაცემები (2020-2050 წწ). ამ უკანასკნელის კლიმატური პარამეტრები გამოთვლილია ECHAM4-ის მოდელით და A2 სცენარის მიხედვით. რაც შესრულებული იქნა კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინებაში მოცემული მასალებიდან გამომდინარე.

საბაზისოს მეტეოროლოგიური დაკვირვებათა მონაცემების (1956-2005 წწ) და A2 სცენარით (2020-2050წწ) შემუშავებული ტემპერატურის 2°C-ით მატების მიხედვით, დადგინდა იქნა ჰაერის დღეღამური საშუალო ტემპერატურის 10°C-ის ზევით (გაზაფხულზე) და ქვევით (შემოდგომაზე) მდგრადი გადასვლის თარიღები. ამ თარიღებს შორის აქტიურ ტემპერატურათა დაჯამებიდან გაირკვა, რომ იგი საბაზისოს მიხედვით, დედოფლისწყაროს რაიონის ტერიტორიაზე შეადგენს საშუალოდ 3360°C, ხოლო მომავლის სცენარის მიხედვით ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას 3930°C. მაშასადამე, ეს უკანასკნელი 570°C-ით მეტია საბაზისოსთან შედარებით, რაც დედოფლისწყაროს რაიონში სრულიად უზრუნველყოფს თითქმის ყველა სახის

აგროკულტურის ზრდა-განვითარებას და მაღალ პროდუქტიულობას, გარდა ამისა ქმნის ხელსაყრელ პირობებს გარანტირებული მეორე მოსავლის (სანაწვერალო კულტურები) მიღებისათვის, თუ სათანადო ღონეზე ჩატარდება აგროტექნიკური ღონისძიებები.

გაზაფხულზე, საბაზისო (მიმდინარე) ტემპერატურის 10°C-ის ზევით გადასვლის მდგრადი თარიღის დადგომა აღინიშნება საშუალოდ 17 აპრილიდან, მომავლის სცენარის მიხედვით 8 აპრილიდან. ე.ი. 10°C-ის ზევით გადასვლის თარიღი სცენარის მიხედვით იწეება საშუალოდ 9 დღით ადრე, საბაზისო სავეგეტაციო პერიოდთან შედარებით.

შემოდგომაზე 10°C-ის ქვევით გადასვლის დადგომის თარიღია 24 ოქტომბერი. მომავლის სცენარით, ტემპერატურის 2°C-ის მატებისას 4 ნოემბერი. ე.ი. შემოდგომაზე 10°C-ის ქვევით გადასვლის დადგომის თარიღი წყდება საშუალოდ 11 დღით გვიან. აქედან გამომდინარე ტემპერატურის 10°C-ის ზევით სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა იზრდება საშუალოდ 20 დღით. მაშასადამე, აღნიშნულ ტერიტორიაზე სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს საშუალოდ 190 დღეს (საბაზისო), ხოლო მომავლის სცენარით 210 დღეს.

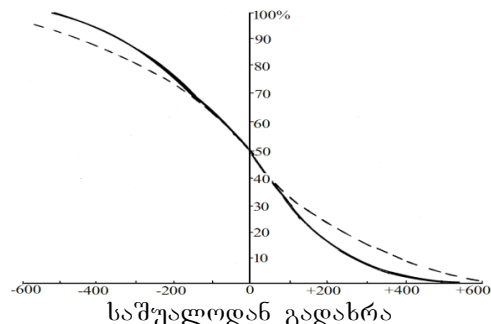
სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობის გაზრდა საშუალებას მისცემს სოფლის მეურნეობის მუშაკებს, ფერმერებს და კერძო სექტორის მეურნეებს (მიწათმოქმედებს), გაზაფხულზე საშუალოდ 9 დღით ადრე ჩაატარონ ნიადაგის მოხვნა და მასში სასუქების შეტანა, მარცვლეული და ბოსტნეული კულტურების თესვა, ჩითილების გადარგვა და სხვა. რაც შეეხება შემოდგომაზე სავეგეტაციო პერიოდის 11 დღით გახანგრძლივებას, ამ შემთხვევაში შესაძლებელი იქნება ნიადაგში ოპტიმალურ ვადებში ჩაითესოს საშემოდგომო კულტურები (ხორბალი და სხვა), რომლებიც ერთდროულად აღმოცენდებიან, კარგად გამოიწროთობიან და ნორმალურად გამოიზამთრებენ, ასევე სრულიად მომწიფდება ვაზის საგვიანო ჯიშის ნაყოფის მარცვლებიც.

შედგენილია საბაზისო (მიმდინარე) და მომავლის სცენარის ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, ტემპერატურათა ჯამების უზრუნველყოფის ნომოგრამები (ნახ. 1).

მოცემული ნომოგრამების მიხედვით, შეიძლება განისაზღვროს აგროკულტურების სითბოთი უზრუნველყოფა (თუ რამდენჯერ იქნება იგი უზრუნველყოფილი ყოველ ათ წელში) [3]. ნომოგრამის მიხედვით, ტემპერატურის 2°-ით მატებისას მაგალითად, საგვიანო ვაზის ჯიშების (რქაწითელი, საფერავი და სხვა) ნაყოფების სრული სიმწიფე ტემპერატურის ჯამით უზრუნველყოფილი იქნება ყოველწლიურად, ხოლო საბაზისოს 4-ჯერ ყოველ ათ წელში.

ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას ნახაზზე (1) შეიძლება განისაზღვროს სავეგეტაციო პერიოდში გარანტირებული ორი მოსავლის (სანაწვერალო კულტურები - საგაზაფხულო ხორბალი, ქერი, შვრია, საადრეო ან სასილოსე სიმინდი და სხვა) მიღებისათვის აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები, რომლებიც მოითხოვენ ტემპერატურათა ჯამს სა-

შუალოდ 1300°C. დედოფლისწყაროს რაიონის ტერიტორიაზე შეიძლება გამოყენებული იქნას ისეთი სავარგულები, სადაც აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი არ იქნება 3400°C-ზე ნაკლები. სცენარით აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი შეადგენს 3930°C, საბაზისოს 3360°C. გამოირკვა, რომ სცენარით ორი მოსავლის მიღება შესაძლებელი იქნება ყოველ წელს, ხოლო საბაზისოს 4-ჯერ ყოველ ათ წელში.



ნახ.1 ჰაერის აქტიურ ტემპერატურათა (>10°C) ჯამების უზრუნველყოფათა ნომოგრამები

სავეგეტაციო პერიოდში მომავლის სცენარით და საბაზისოს მიხედვით, ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა არ იცვლება და თითქმის თანაბარია (440 მმ). ამავე პერიოდში აღნიშნული მანველებლები აგროკულტურების ნორმალურ პროდუქტიულობას ვერ უზრუნველყოფს. ამიტომ, აუცილებელია ნიადაგის მორწყვა (ივნისში 2-ჯერ, ივლის-აგვისტოში 3-4-ჯერ, სექტემბერში ერთხელ). ინტენსიური გვაღვიანობისას უნდა გაიზარდოს მორწყვის ჯერადობა 2-ჯერ.

ცხრილი 1. რეგრესიის განტოლებები ჰაერის ტემპერატურის 10°-ის ზევით თარიღის დადგომის და აქტიურ ტემპერატურათა ჯამების განსაზღვრისათვის

განსაზღვრა	საბაზისო (მიმდინარე)	სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას
10°-ის ზევით თარიღის	$n=0.028h+57$	$n=0.036h+38$
აქტიურ ტემპერატურათა ჯამის	$T=-29.294n-0.788h+6081$	$T=-44.254n-0.150h+6742$

გლობალური დათბობის პირობებში გათვალისწინებულია და შეფასებულია მომავლის სცენარით 2020-2050 წწ, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას, თუ როგორ შეიცვლება აქტიურ ტემპერატურათა ჯამები და აგროკულტურების გავრცელების ზონები. ამასთან დაკავშირებით [4, 5], მოცემული განტოლებების (ცხრ. 1) გამოყენებით გამოყოფილი იქნა საბაზისო და მომავლის სცენარის მიხედვით აგროკლიმატური ზონები და მოვახდინეთ მათი შედარება (ცხრ. 2).

განტოლებებში n - ჰაერის ტემპერატურის 10°C-ის ზევით დადგომის თარიღია 1 - თებერვლიდან (დღეთა რიცხვი 1 - თებერვლიდან ტემპერატურის 10°C-ის ზევით დადგომის თარიღამდე), h - სიმაღლე ზღვის დონიდან (მ), T - აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი 10°C-ის ზევით.

ცხრილი 2. აგროკულტურების გავრცელების ზონები

აგროკლიმატური ზონა, სიმაღლე (მ) ზღ. დონიდან	ჰაერის ტემპერატურათა ჯამი (>10°C)	
	საბაზისო (მიმდინარე)	სცენარი, ტემპერატურის 2°C-ით მატებისას
I - 200	4090	4710
II - 600	3450	4020
III -1000	2800	3320

I - ზონა მშრალი სუბტროპიკული კლიმატით ხასიათდება, რომელიც ხელსაყრელია ეთერზეთოვანი და ზეთოვანი კულტურების, ვაზის, სუბტროპიკული ხურმის, ხეხილოვანი კულტურების ფართოდ გავრცელებისათვის, ასევე შესაძლებელია მარცვლეული და სხვა კულტურების წარმოება. ზონა ტენით ნაკლებად არის უზრუნველყოფილი, მიუხედავად ამისა შეიძლება ორი მოსავლის (სანაწვერალ კულტურები) მიღება ყოველწლიურად, თუ ნიადაგში ტენის რაოდენობა იქნება საკმარისი.

II - ზონაში ასევე შეიძლება თითქმის იგივე კულტურების განვითარება და ორი მოსავლის მიღება მორწყვის ფონზე.

III - ზონაში შესაძლებელია მარცვლეულის (საშემოდგომო და საგაზაფხულო ხორბალი, სამარცვლე სიმინი და სხვა), ტექნიკური ეთერზეთოვანი (გერანი, ვეკნოლის, რეჰანი, ქასმინი), ზეთოვანი (მზესუმზირა), ბოსტნეული და ხეხილოვანი კულტურების ფართოდ წარმოება.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. კთავართქილაძე, 2008. ჰავის ცვლილების თავისებურებანი საქართველოში. ვაგრატიონის გეოგრაფიის ინსტიტუტის შრომები, №2(81)
2. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის, 2009. თბილისი
3. გამელაძე, 1971. სუბტროპიკული ტექნიკური კულტურების აგროკლიმატური პირობები და პროგნოზები. თბილისი
4. გამელაძე, მთუთარაშვილი, მამელაძე, 2008. კლიმატის გლობალური დათბობის გავლენა აგროკლიმატური ზონების ცვლილებაზე. „კლიმატი, ბუნებრივი რესურსები, სტიქიური კატასტროფები სამხრეთ კავკასიაში“. საერთაშორისო კონფერენციის მასალები. ჰმი-ის შრომები, ტ. №115
5. გამელაძე, მამელაძე, 2010. საქართველოს აღმოსავლეთ რეგიონების აგროკლიმატური რესურსები. გამომც. „უნივერსალი“.

უკ 630:551.58

გლობალური დათბობის პირობებში აგროკულტურების გავრცელების ზონების და ორი მოსავლის მიღების სცენარები (2020-2050) წყ.დედოფლისწყაროს მაგალითზე /გამელაძე,მამელაძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2011.-ტ.117.-გვ.79-81.-ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

შემუშავებულია დედოფლისწყაროს რაიონისათვის აგროკულტურების გავრცელების ზონებისა და ორი მოსავლის მიღების სცენარები (2020-2050 წწ) გლობალური დათბობის გათვალისწინებით. დადგენილია, რომ აქტიურ ტემპერატურათა ჯამი საბაზისოს მიხედვით შეად-

გენს 3360°, ხოლო მომავლის სცენარით, 2°-ით მატებისას 3930°. აღნიშნული ტემპერატურათა ჯამი უზრუნველყოფს აგროკულტურების ზრდა-განვითარებას, მაღალ პროდუქტიულობას და მეორე მოსავლის მიღებას. სავეგეტაციო პერიოდის ხანგრძლივობა შეადგენს საშუალოდ 190 დღეს, მომავლის სცენარით 210 დღეს. საბაზისო და მომავლის სცენარის მიხედვით გამოყოფილია აგროკლიმატური ზონები.

UDK 630:551.58

Scenarios of Distribution of Zones Agricultural Crops and Reception of Two Yields in the Conditions of Global Warming (2020-2050, on an example of Dedoplistskaro)/Meladze G., Meladze M./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhncial University. -2011. - ტ.117. – pp. 79-81. - ; Georg. ; Summ. Georg.; Eng.; Russ

Scenarios of (2020-2050) distributions of zones agricultural crops and reception of two yields with the account of global warming for district Dedoplistskaro are developed. It is established that the sum of active temperatures on the current makes 3360°, and under the future scenario at increase in temperature on 2° makes 3930°. Noted the temperature sum provides growth-development, high productivity of agricultural crops and reception of two yields. Duration of the vegetative period averages - 190 days, under the scenario of the future - 210 days. Agroclimatic zones under the scenario current and the future are allocated.

УДК 630:551.58

Сценарии распространения зон сельскохозяйственных культур и получения двух урожаев в условиях глобального потепления (2020-2050 гг., на примере Дедоплисткаро) /Меладзе Г.Г., Меладзе М.Г./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2011. – т.117. – с. 79-81. – Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус

Разработаны сценарии (2020-2050) распространения зон сельскохозяйственных культур и получения двух урожаев с учётом глобального потепления для района Дедоплисткаро. Установлено, что сумма активных температур по текущему составляет 3360°, а по сценарию будущего при увеличении температуры на 2° составляет 3930°. Отмеченная сумма температуры обеспечивает рост-развитие, высокую продуктивность с.х. культур и получение двух урожаев. Продолжительность вегетационного периода составляет в среднем 190 дней, по сценарию будущего - 210 дней. По сценарию текущего и будущего выделены агроклиматические зоны.

ლ. ქართველიშვილი*, ნ.შავიშვილი**
 *გარემოს ეროვნული სააგენტო,
 ჰიდრომეტეოროლოგიის დეპარტამენტი
 **საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
 ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
 უკ 551.582

საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზონის ბუნებრივ-კლიმატური რისკების შეფასება

დღევანდელ პირობებში, როგორც ეკოლოგიური, ისე მატერიალური თვალსაზრისით, კლიმატის მოსალოდნელმა ცვლილებამ შესაძლოა სერიოზული გავლენა იქონიოს, როგორც გარემოზე, ასევე ეკონომიკის მთელი რიგი დარგების განვითარებაზე. ამ გავლენის შესარბილებლად აუცილებელია წინასწარ შეფასდეს კლიმატური ელემენტების შესაძლო ცვლილება, ამ ცვლილების

მოსალოდნელი გავლენა სხვადასხვა სისტემებზე და დაიგეგმოს პრევენციული ღონისძიებები, რომელიც თავიდან აგვაცილებს, ან შეასუსტებს კლიმატის ცვლილების ნეგატიურ გავლენას.

როგორც გამოკვლევებმა ცხადყო, კლიმატის გლობალური ცვლილების ფონზე თავი იჩინა რეგიონულმა კლიმატურმა ვარიაციებმა. რა თქმა უნდა ამ მხრივ გამონაკლისს, არც ჩვენი ქვეყანა წარმოადგენს. საქართველოს კლიმატი ხასიათდება განსაკუთრებული მრავალფეროვნებით, რაც განპირობებულია მისი გეოგრაფიული მდებარეობით, დიდი ჰიფსომეტრიული განვითარების მქონე რელიეფით და სხვა კლიმატწარმოქმნელი ფაქტორების ერთობლიობით. ამ ფაქტორთა რთული ურთიერთკავშირის შედეგად საქართველოს ტერიტორიაზე თითქმის ყველა კლიმატი, გარდა ეკვატორულისა და ტროპიკულისა. აქედან გამომდინარე ჩვენს ქვეყანაში კლიმატური ცვლილებები უფრო მტკივნეულად მიმდინარეობს ვიდრე ისეთ ქვეყნებში, სადაც ერთგვაროვანი კლიმატია. ამდენად, აუცილებელია განისაზღვროს ქვეყნის რომელ რეგიონში და რა სიძლიერით მიმდინარეობს კლიმატური ვარიაციები, რათა მიღებული იქნეს შესაბამისი ზომები ნეგატიური ზემოქმედების უგულველსაყოფად. ამისათვის საჭიროა ამ ცვლილებათა კანონზომიერების დადგენა ცალკეული რეგიონების მიხედვით. ეკონომიკის მთელი რიგი დარგების დაპროექტებისა და მენეჯმენტისთვის აუცილებელია შეფასდეს თითოეული რეგიონის ბუნებრივ-კლიმატური რესურსები.

რეგიონების ბუნებრივ-კლიმატური პირობების შესწავლა აუცილებელია მათი აღორძინების მიზნით - ტურიზმის, სოფლის მეურნეობის, მშენებლობის, ენერჯეტიკის, საკურორტო მეურნეობის და ეკონომიკის სხვა დარგების მდგრადი განვითარებისათვის. საქართველოს რეგიონალური მართვის პირობებში, თითოეულ რეგიონს უნდა გააჩნდეს თანამედროვე მეცნიერულ დონეზე შეფასებული ბუნებრივი პირობების და რესურსების, მათ შორის კლიმატისა და კლიმატური რესურსების სრული კადასტრი. ამდენად ძალიან დროულად მიგვაჩნია საკვლევი რეგიონის - შავი ზღვის სანაპირო ზოლის კლიმატური და საკურორტო-რეკრეაციული რესურსების საფუძვლიანი შესწავლა. ასეთი სამუშაოს შესრულება, აუცილებელი პირობაა რეგიონის აღორძინებისათვის და ეკონომიკის დარგების მდგრადი განვითარებისათვის.

ნაშრომში მოცემულია რეგიონის ბუნებრივი პირობების დახასიათება გეოინფორმაციული რუკების საფუძველზე და კომპლექსური გამოკვლევა, მათი ეფექტური და რაციონალური გამოყენების მიზნით. ბუნებრივი რესურსები, მათი ტრანსფორმაცია და პოტენციალი მჭიდრო კავშირშია უპირველეს ყოვლისა კლიმატურ პირობებთან. ამდენად კომპლექსური ამოცანის დასმა რეგიონის ბუნებრივ-კლიმატური და მასთან დაკავშირებული რესურსების შეფასების შესახებ საფუძვლიანი ლოგიკურია და თანამედროვე მოთხოვნებს სრულიად შეესაბამება.

როგორც ცნობილია კლიმატის ამჟამინდელ ცვლილებაზე დიდ გავლენას ახდენს ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა, განსაკუთრებით კი სხვა-

დსხვა სახის სათბობის წვით გამოწვეული ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის გაზრდა ატმოსფეროში, რაც გლობალურად იწვევს საშუალო წლიური ტემპერატურის მატებას. გლობალური დათბობა კი თანამედროვეობის უმნიშვნელოვანესი პრობლემაა, მას შეუძლია შეცვალოს დედამიწაზე ჩამოყალიბებული წონასწორობა, ცირკულაციური მექანიზმები, დინებათა სისტემები, ბუნებრივი ზონები, ეკოსისტემები, რითაც ართულებს და ზღუდავს ადამიანის არსებობის პირობებს. გაერთიანებული ერების ორგანიზაციამ სათანადო ყურადღება მიაქცია ამ პრობლემას და მიიღო კლიმატის ცვლილების სპეციალური კონვენცია. მსოფლიო მეტეოროლოგიური ორგანიზაციის ეგიდით ჩატარებულმა მთელმა რიგმა გამოკვლევებმა დაადასტურა კლიმატის გლობალური დათბობის ტენდენცია. ამასთან დადგინდა, რომ დედამიწის სხვადასხვა რეგიონებში სხვადასხვა ინტენსივობით მიმდინარეობს ეს პროცესი.

საქართველო მდებარეობს სამხრეთ კავკასიის რეგიონში და მოიცავს შავი ზღვის აღმოსავლეთ სანაპირო ზონას, რომლის სიგრძე საქართველოს ფარგლებში 326 კილომეტრია. როგორც ცნობილია, საქართველოს, (განსაკუთრებით კი დასავლეთ საქართველოს) კლიმატზე გავლენას ახდენს შავი ზღვა, ამდენად მნიშვნელოვანია შავი ზღვის, როგორც დონის, ასევე მისი ტემპერატურის საუკუნობრივი ცვლილების შესწავლა. ამ მიმართულებით ჩატარებული მთელი რიგი კვლევების საფუძველზე დადგინდა, რომ შავი ზღვის საშუალო წლიური დონე ფოთთან განუწყვეტლივ მერყეობს და ამ რყევას გააჩნია მატების ტენდენცია. ზღვის დონეზე დაკვირვების მონაცემთა (1873-2006წწ.) ანალიზი გვიჩვენებს, რომ შავი ზღვის დონის უწყვეტი ზრდა დაიწყო 1923-1925 წლებიდან და მიმდინარეობს 2,5 მმ/წ საშუალო სიჩქარით, რამაც მიმდინარე ათწლეულში შეადგინა 0,2 მ აბსოლუტური ნაზრდი. დაძირვის პროცესში მყოფი სანაპიროს სიმაღლის მიმართ ზღვის დონის შეფარდებითი სიმაღლე დელტის ტერიტორიაზე აღემატება 0,5 მ-ს.

ქართველი მეცნიერების ბოლო პერიოდის გამოკვლევებმა კოლხეთის სანაპიროზე [12] ერთხელ კიდევ დაადასტურა, რომ შავი ზღვა წინ მოიწვევს კოლხეთის ცენტრალურ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ ნაწილში. ეს ტრანსგრესია კი განსაკუთრებით ინტენსიურია ქვითის რაიონში, სადაც ზღვამ უკვე წააღწია სანაპირო ზოლი რამოდენიმე ასეული მეტრის მანძილზე [ნახ.1]. ყურადღების ღირსია ის ფაქტი, რომ ამ რაიონში ხმელეთი იძირება ყოველწლიურად 5,57 მმ-ით [1].



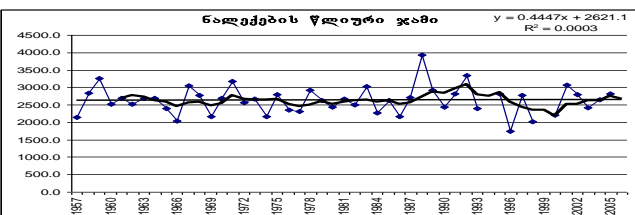
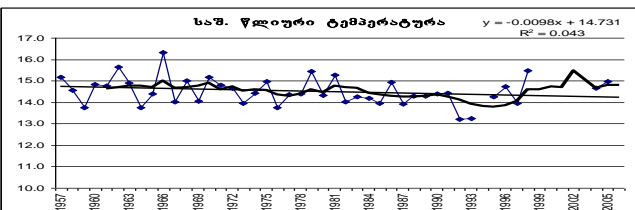
ნახ.1

შავი ზღვის სანაპირო ზონაში კლიმატის ცვლილების მიმართ საადაპტაციო პროექტების მოსამზადებლად, აუცილებელია შესწავლილი იქნას ამ ტერიტორიაზე კლიმატის უკვე გამოვლენილი ფაქტობრივი ცვლილებები.

კლიმატის თანამედროვე ცვლილების სრულფასოვანი შესწავლა ხდება მაშინ, როცა დაკვირვების რიგი ერთგვაროვანია. ჩვენს მიერ შერჩეულია შედარებით გრძელი რიგის მეტეოსადგურები: კლიმატოლოგიაში აპრობირებული და მიღებული წრფივი ტრენდის საშუალებით შეფასებული იქნა კლიმატის ცვლილების ზოგადი ტენდენცია გასული საუკუნის განმავლობაში და მიმდინარე საუკუნის დასაწყისში..

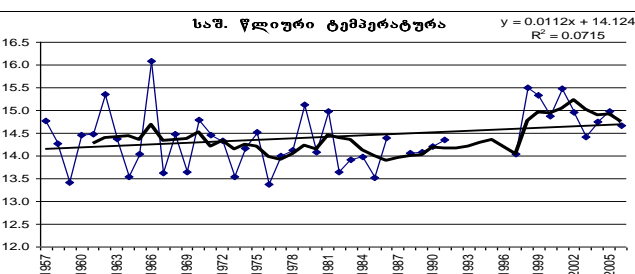
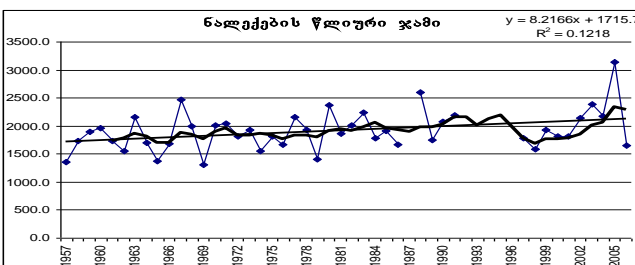
ნახ.2. და ნახ.3. წარმოდგენილია ჰაერის ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების ცვლილების დიაგრამები მთლიანი პერიოდისათვის (1906-2006წწ.) და შესაბამისი წრფივი ტრენდები ფოთისა და ბათუმისათვის. ამავე დიაგრამაზე მოცემულია კორელაციის კოეფიციენტები და წრფივი ტრენდის რეგრესიის ფუნქცია. დიაგრამები ნათლად გვიჩვენებს კლიმატის ამ ელემენტების ცვლილების ტენდენციებს მთელი პერიოდისთვის (3).

ბათუმი



ნახ.2

ფოთი



ნახ. 3.

ტემპერატურის და ნალექების ცვლილების სინქარე სხვადასხვა პერიოდისათვის მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან. მთელი პერიოდის მონაცემების ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ კლიმატის ცვლილება მომავალში წარმართება იმ საშუალო ტენდენციების მიხედვით, რაც დაიკვირდებოდა მთელი გასული საუკუნის მანძილზე და მიმდინარე საუკუნის დასაწყისში. ყოველწლიურად. აგრძელების ტენდენცია შეიცვალა დათბობით. განსაკუთრებით ინტენსიური დათბობა აღინიშნება ბოლო 20 წლის განმავლობაში. ამ პერიოდში საშუალო წლიური ტემპერატურის ზრდის სინქარემ შავი ზღვის სანაპიროზე მიაღწია 0,08⁰-ს, 1985 წლიდან კი ნალექების წლიური ჯამი შესამჩნევად გაიზარდა.

როგორც ცნობილია შავი ზღვის სანაპიროზე ძირითადად სახელმწიფო, დონორი ორგანიზაციებისა და კერძო სექტორის საქმიანობა მიმართულია ეკონომიკისა და ტურიზმის განვითარებისაკენ. თუმცა სამწუხაროდ დღემდე კლიმატის ცვლილების შესაძლო შედეგებს არ ითვალისწინებენ ეკონომიკის სხვადასხვა დარგების დაპროექტებისას კლიმატის ცვლილების მიმართ ასეთ მოწყვლად ეკოსისტემაში. იმისათვის, რომ ჩატარდეს საადაპტაციო ღონისძიებები, რათა შენარჩუნებული იქნეს ეკოსისტემის ფუნქციონალური მთლიანობა და დაცული იქნეს ამ არეალში არსებული მნიშვნელოვანი ეკონომიკური ინფრასტრუქტურა (მდიდარი ბიომრავალფეროვნება) საჭიროა გათვალისწინებული იქნეს კლიმატის ცვლილების ტენდენციები შავი ზღვის სანაპირო ზონაში

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Метревели Г.О., Плотнокова И.Г., 1985. Особенности расчета скоростей вековых колебаний уровня моря и поверхности суши по уровненным рядам. – Метеорол.и Гидрол.,№ 2.
2. Джанелидзе Ч.П. 1980. Палеогеография Грузии в голоцене. – Тб., Мецниереба.
3. ლ.ქართველიშვილი, ნ.შავიშვილი, კლიმატური პარამეტრების გათვალისწინება ეკონომიკაში. 2010, სტუ, საერთაშორისო კონფერენციის მასალები.

უაკ. 551.524

საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზონის ბუნებრივ-კლიმატური რესურსების შეფასება/ლ. ქართველიშვილი, ნ.შავიშვილი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117-გვ. 81-84.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს რევიონების ბუნებრივ-კლიმატური პირობების შესწავლა აუცილებელია მათი აღორძინების მიზნით - ეკონომიკის სხვა დარგების მდგრადი განვითარებისათვის. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მათი განსაზღვრა ეკონომიკის ისეთი დარგებისათვის, რომელიც მოწვევლია კლიმატის ცვლილების მიმართ. ნაშრომში განხილულია შავი ზღვის სანაპირო ზონის ძირითადი კლიმატური პარამეტრების ცვლილებათა კანონზომიერებანი დროსა და სივრცეში.

UDC: 551.524

Of natural-climatic resources of black sea coastal of Georgia/L. Kartvelishvili, N. Shavishvili/Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhnickal University. -2011.-т.117. – pp. 81-84. - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

For right projecting of some economical fields it is necessary foresee climatologically factors of regions. Especially it is important in active study of climatic factors, for such sectors which are sensible to climate changes. For such sectors treats ecology and tourism. In work reduces basic climate factors, atmospheric temperature and atmospheric precipitates in coastal zone of Georgia.

УДК. 551.524

Оценка природно-климатических ресурсов черноморского побережья Грузии/ Л. Картвелишвили, Н. Шавишвили/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2011.-т.117.-с. 81-84. – Рус.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Для правильного проектирования некоторых секторов экономики необходимо учитывать климатические условия местности. Особенно важно детальное изучение климатических факторов для таких секторов, которые чувствительны к изменению климата. В работе приводятся изменения основных климатических факторов черноморского побережья Грузии.

რ სამუკაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უკ 551.582

თოვლის საფარი შიდა ქართლის ტერიტორიაზე

თოვლის საფარის რეჟიმული მახასიათებლების თავისებურებების გათვალისწინებით (არსებობის ხანგრძლივობა, წარმოქმნის და გაქრობის თარიღები, საფარის სიმაღლე) მთაგორიანი ტერიტორიებისათვის გამოყოფენ სამ ზონას: მუდმივი თოვლის საფარის, სეზონური მდგრადი თოვლის საფარის და არამდგრადი თოვლის საფარის ზონებს. შიდა ქართლის ტერიტორიაზე არამდგრადი თოვლის ზონას უკავია მისი დაბლობი ნაწილი მთისწინეთის ჩათვლით 700მ სიმაღლეზე. დგრადი თოვლის საფარის ზონა ვრცელდება 700მ სიმაღლიდან კლიმატური თოვლის ხაზის სიმაღლემდე. მუდმივი თოვლის ზონა განლაგებულია კლიმატური თოვლის ხაზის ზემოთ. ეს ზონა აღინიშნება შიდა ქართლის ფარგლებში მოქცეული კავკასიონის სამხრეთი ფერდობის იმ მწვერვალებზე, რომლების აბსოლუტური სიმაღლე უახლოვდება 4000 მეტრს (მწვერვალები ზეკარი 3828მ, ხალაწა 3938მ და სხვა). რაც შეეხება თრიალეთისა და ლიხის ქედებს აქ მუდმივი თოვლის ზონა არ არსებობს ვინაიდან აქ არსებული მაქსიმალური ნიშნულების სიმაღლე გაცილებით ნაკლებია კლიმატური თოვლის ხაზის სიმაღლეზე ე.ი. საზღვარზე, სადაც წელიწადის განმავლობაში მოსული თოვლის რაოდენობა მეტია იმ რაოდენობაზე, რომელიც შეიძლება გადნეს ან აორთქლდეს. კავკასიონის მთავარ ქედზე კლიმატური თოვლის ხაზის სიმაღლე მერყეობს 2,7-2,9კმ-დან (დასავლეთი კავკასიონი) 3,5-3,7კმ-მდე (აღმოსავლეთი კავკასიონი, დაღესტანი). ს.ვ. კალენსიკი განსაზღვრავს თოვლის ხაზს, როგორც მუდმივი თოვლის საფარის ქვედა საზღვრის გადაკვეთის ხაზს დედა-

მიწის ზედაპირთან. [С.В. Калесник, Основы общего земледения, 1947]

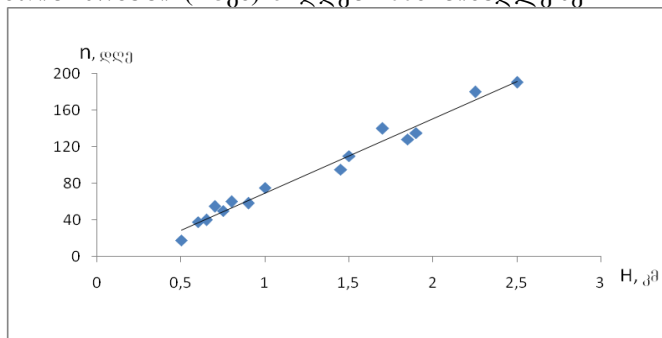
შიდა ქართლის ტერიტორიის შემომზღუდავი ქედები და მთათა სისტემები (კავკასიონის და ლიხის ქედები, თრიალეთის ქედი-სამხრეთ საქართველოს მთიანეთი), რომლებიც ხასიათდებიან რთული ოროგრაფიით, აბსოლუტური სიმაღლეების ფართო დიაპაზონით და მთის რელიეფის ელემენტების ატმოსფეროს ცირკულაციური პროცესების მიმართ განსხვავებული ორიენტაციით, განაპირობებენ თოვლის საფარის განაწილების კანონზომიერებებს. შიდა ქართლის ტერიტორიაზე თოვლიანობის რეჟიმული მახასიათებლები დაკვირვებების მრავალწლიური მონაცემებით (20-25წელი) მოცემულია ცხრილ 1-ში. ცხრილში მოცემულია წელიწადში დღეების საშუალო რაოდენობა თოვლის საფარით- n , თოვლის საფარის გაჩენის- t_1 და გაქრობის- t_2 , მდგრადი თოვლის საფარის წარმოქმნის- t_3 და რღვევის- t_4 საშუალო თარიღები და ზამთრების რაოდენობა(%) თოვლის საფარის- P_1 და მდგრადი თოვლის საფარის არ არსებობით- P_2 [Справочник по климату СССР, вып. 14,1970, საქართველოს სამეცნიერო გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი 2004].

ცხრილი 1 დღეების რაოდენობა თოვლის საფა n (დღე), თოვლის საფარის გაჩენის t_1 და გაქრობის t_2 , მდგრადი თოვლის საფარის წარმოქმნის (t_3) და რღვევის (t_4) თარიღები. ზამთრების % თოვლის საფარის არ არსებობით (P_1) ზამთრების % (P_2) მდგრადი თოვლის საფარის არ არსებობით.

პუნქტი	H, მ	n, დღე	T ₁			T ₃			
			საშუალო	მეზობლი	მეზობლი	საშუალო	მეზობლი	მეზობლი	
სურამი	743	66	5/XII	23/X	12/II	24/XII	21/XI		
წიფა	673	75	4/XII	6/X	22/I	30/XII	16/XI		
საშური	690	56	9/XII	26/X	12/II	•	22/XI		
სკრა	607	36	19/XII	26/X	12/XII	•	-		
გორი	588	34	17/XII	26/X	-	•	21/XI		
ბაკურიანი	1665	143	30/X	13/IX	10/XII	5/XII	31/X	12/II	
ცხრაწარო	2466	191	18/X			12/XI			
როქა	1795	149	3/XI			13/XI	1/XI	26/XII	
ქვესელთა	1750	142	27/X	25/IX	2/XII	30/XI	1/XI	26/XII	
წარგალი	1350	109	14/XI			20/XII			
ედისი	1970	128	8/XI			8/XII			
ერმანი	2240	176	21/X			16/XI			
ჯავა	1100	94	20/XI	6/X	24/XII	21/XII	20/XI		
პაელიანი	1320	102	21/XI			12/XII			
ცხინვალი	862	58	3/XII	26/X	30/XII	•	24/XI		
ახალგორი	760	48							
კასპი	522	17	26/XII			•			
			T ₄		T ₂		P ₁ , %	P ₂ , %	
სურამი			1/III	24/IV	31/III	1/III	25/IV	57	
წიფა			11/III	12/IV	29/III	25/II	1/V	30	
საშური			•	21/III	23/III	18/II	19/IV	59	
სკრა			•		14/III	19/I	18/IV	70	
გორი					14/III		20/IV	72	
ბაკურიანი			14/IV	17/III	7/V	27/IV	25/III	6/VI	
ცხრაწარო			10/V			29/V			
როქა			18/IV			29/V			
ქვესელთა			17/IV	20/III	20/V	25/IV	2/III	21/V	
წარგალი			29/III			7/IV		5	
ედისი			15/IV			20/V			
ერმანი			1/V			7/V			
ჯავა			11/III		16/IV	8/IV	4/III	30/IV	9
პაელიანი			21/III			15/IV		13	
ცხინვალი			*	2/IV	28/III	20/II	1/V	58	
ახალგორი			*	26/III	19/III	22/II	11/IV	5	58
კასპი					14/III			5	98

ცხრილში მოცემული მონაცემების გამოყენებით დადგენილი იქნა წელიწადში თოვლიან დღეთა საშუალო რაოდენობის n , თოვლის საფარის გაჩენის t_1 და გაქრობის- t_2 , მდგრადი თოვლის საფარის წარმოქმნის- t_3 და რღვევის- t_4 თარიღების ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H დამოკიდებულების გრაფიკული და ანალიზური სახეები.

ნახ.1-ზე წარმოდგენილია წელიწადში თოვლის საფარით დღეების რაოდენობის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულება. როგორც ნახაზიდან ჩანს შიდა ქართლის რეგიონში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდის სინქრონულად აღინიშნება თოვლის საფარით დღეების რაოდენობის n ზრდა. არამდგრადი თოვლის საფარის ზონაში (დაბალი რაიონი მთის წინეთით 700მ. სიმაღლემდე) წელიწადში საშუალოდ 15-40 დღეა თოვლის საფარით. დაბალი მთის ზონაში (1-2კმ) მატულობს საშუალოდ 80-დან 160 დღემდე. მაღალი მთის (2-2,5კმ) ზონაში კი 160 დღიდან 190 დღემდე-3კმ სიმაღლეზე იგი შეადგენს 220 დღეს. საინტერესოა ის გარემოება, რომ თოვლის საფარიან დღეთა რიცხვი აბსაზეთში ამავე სიმაღლეზე შეადგენს შესაბამისად 80-ს (0,7კმ), 108-ს (1კმ), 187-ს (2კმ), 216-ს (2,5კმ). აბსაზეთში შესაბამის სიმაღლეებზე თოვლის საფარიან დღეთა რიცხვი გაცილებით მეტია შიდა ქართლის რაიონთან შედარებით. თოვლის საფარიან დღეთა რაოდენობის ვერტიკალური გრადიენტი შიდა ქართლის ტერიტორიაზე შეადგენს დაბალი მთის ზონაში (0-1კმ) 6 დღეს 100 მეტრზე, შუა მთის ზონაში (1-2კმ) 8 დღეს 100მ სიმაღლეზე, მაღალი მთის ზონაში (2-3კმ) 5 დღეს 100მ სიმაღლეზე.

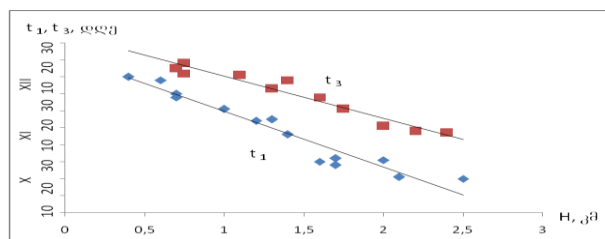


ნახ.1. თოვლის საფარის დღეთა დამოკიდებულება ადგილის სიმაღლეზე
 თოვლის საფარის გაჩენის საშუალო თარიღის t_1 და მდგრადი თოვლის საფარის წარმოქმნის საშუალო თარიღის t_3 ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულების $t_1=f(H)$ და $t_3=f(H)$ გრაფიკები წარმოდგენილია ნახ.2 და 3-ზე. თოვლის საფარის გაჩენა და მდგრადი თოვლის საფარის წარმოქმნა შიდა ქართლის ტერიტორიაზე ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით ხდება ოქტომბრის დასაწყისიდან დეკემბრის ბოლომდე (დაახლოებით 90 დღის განმავლობაში). თოვლის საფარის გაჩენის საშუალო თარიღების t_1 დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე (H კმ) $t_1=f(H)$ ანალიზურად წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

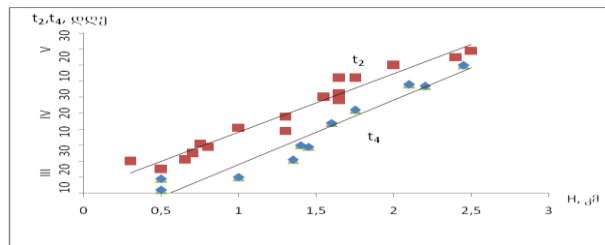
$$t_1 = -38H + 98 \quad (1)$$

სადაც H მოცემულია კილომეტრებში, t_1 კი დღეებში შესაბამისი თარიღით. ამ გამოსახულების თანახმად დაბალი მთის ზედა საზღვარზე ($H=1$ კმ) $t_1=60$ დღეს, შუა მთის ზედა საზღვარზე $t_1=22$ დღეს, 2,5კმ სიმაღლეზე კი $t_1=3$ დღეს. ამ დღეების შესაბამისი თარიღებია (გრაფიკი 1) 30 ნოემბერი, 22 ოქტომბერი და 3 ოქტომბერი. ე. ი. აღნიშნულ სიმაღლეებზე თოვლის საფარის გაჩენის თარიღები ადგილის სიმაღლის მატებისას გადაადგილდებიან დეკემბრიდან (დამლობი, წინა მთა) ოქტომბრის მიმართულებით (მაღალი მთა). მდგრადი თოვლის საფარის წარმოქმნის საშუალო თარიღების t_3 ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულება $t_3=f(H)$ ასევე წარმოიდგინება წრფივი ფუნქციის სახით:

$$t_3 = -30H + 113 \quad (2)$$



ნახ. 2 დამოკიდებულებები $t_1=f(H)$ და $t_3=f(H)$



ნახ. 3 დამოკიდებულებები $t_2=f(H)$ და $t_4=f(H)$

თარიღების ათვლა ორდინატთა ღერძზე ასევე იწყება პირველი ოქტომბრიდან დეკემბრის ბოლომდე. ამ გამოსახულების თანახმად დაბალი მთის ზედა საზღვარზე ($H=1$ კმ) $t_3=80$ დღეს, შუა მთის ზედა საზღვარზე ($H=2$ კმ) $t_3=53$ დღეს, 2,5 კმ სიმაღლეზე კი $t_3=38$ დღეს. ამ დღეების რაოდენობების შესაბამისი თარიღებია (გრაფიკი 2) 23 დეკემბერი, 23 ნოემბერი და 8 ნოემბერი. მდგრადი თოვლის საფარის რღვევის საშუალო თარიღების t_4 დამოკიდებულებას ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე H (კმ) აქვს წრფივი ფუნქციის სახე:

$$t_4 = 42H - 27 \quad (3)$$

მდგრადი თოვლის საფარის რღვევას ადგილი აქვს (ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით) გაზაფხულზე (III,IV,V) ნახ.3-ზე ორდინატთა ღერძზე მოცემულია ამ თვეების შესაბამისი დღეების რაოდენობა. როგორც (3) გამოსახულებიდან ჩანს, დაბალი მთის ზონის ზედა საზღვარზე ($H=1$ კმ) $t_4=15$ დღეს, შუა მთის ზონის ზედა საზღვარზე ($H=2$ კმ) $t_4=57$ დღეს, 2,5კმ სიმაღლეზე- $t_4=78$ დღეს. დღეების ამ რაოდენობების შესაბამისი თარიღებია (ნახ.3) 15 მარტი, 27 აპრილი და 20 მაისი. თოვლის საფარის

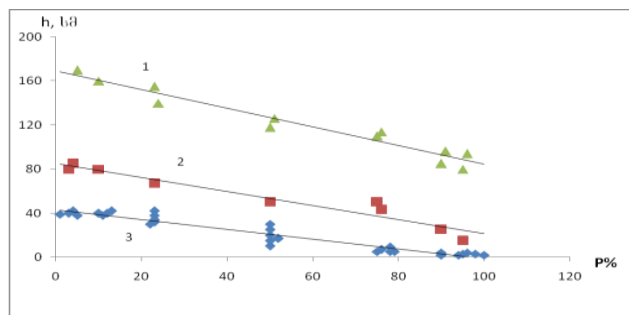
გაქრობის საშუალო თარიღების t_2 ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებას $t_2=f(H)$ აქვს ასევე წრფივი ფუნქციის სახე:

$$t_2=43H-11 \quad (4)$$

ამ გამოსახულების თანახმად დაბალი მთის ზედა საზღვარზე ($H=1კმ$) $t_2=32$ დღეს, შუა მთის ზედა საზღვარზე ($H=2კმ$) $t_2=75$ დღეს, 2,5 კმ სიმაღლეზე $t_2=96$ დღეს. ე.ი. 1კმ სიმაღლეზე თოვლის საფარის გაქრობის საშუალო თარიღია 2 აპრილი, 2კმ სიმაღლეზე—15 მაისი, 2,5 კმ სიმაღლეზე—6 ივნისი. ზემოთ მოყვანილი გრაფიკებისა და ანალიზური გამოსახულებებით შესაძლოა საკმაო სიზუსტით და ოპერატიულად რეგიონის ნებისმიერი აბსოლუტური სიმაღლისათვის განისაზღვროს დღეების რაოდენობა თოვლის საფარით წელიწადში, თოვლის საფარის გაჩენის და გაქრობის, აგრეთვე მდგრადი თოვლის საფარის წარმოქმნის და რღვევის საშუალო თარიღები.

მთიან რაიონებში მრავალი პრაქტიკული ამოცანის გადაწყვეტის პროცესში (ზვავსაწინააღმდეგო საინჟინრო ნაგებობები, სამთო-სათხილამურო ტრასებისა და საბავრო გზებისათვის ტერიტორიების შერჩევა და სხვა). დიდ ინტერესს წარმოადგენს ზამთრის განმავლობაში თოვლის საფარის მაქსიმალური სიმაღლეებისა და მათი უზრუნველყოფის დადგენა.

სამთო-სათხილამურო კურორტების მშენებლობისას გათვალისწინებული უნდა იქნეს ისეთი ბუნებრივი ფაქტორები, როგორცაა თოვლის საფარის სამ თვეზე მეტი არსებობის ხანგრძლივობა წელიწადში, თოვლის საფარის სიმაღლე არანაკლები 50-60 სანტიმეტრისა და ფერდობების არაუმეტეს 17-20⁰-ით დახრილობა. ქედან გამომდინარე შიდა ქართლის მთიანი რაიონისათვის აუცილებელია



ნახ. 4 დამოკიდებულება $P=f(H)$ 1-როქა, ერმანი, 2-ჯავა, 3-ახალგორი, ცხინვალი, ხაშური, სკრა, გორი.

თოვლის საფარის მაქსიმალური დეკადური სიმაღლეების და მათი უზრუნველყოფის ცოდნა. ამ რაიონისათვის მრავალწლიური ინფორმაციის ანალიზის საფუძველზე დადგენილი იქნა თოვლის საფარის მაქსიმალურ დეკადურ სიმაღლეებსა h (სმ) და მათ უზრუნველყოფის p (%) შორის დამოკიდებულების სახეები (ნახ. 4), რომლებიც წარმოდგენილი იქნა წრფივი ფუნქციებით: დაბლობი და მთისწინეთი რაიონი (პუნქტები: ახალგორი, ცხინვალი, ხაშური, სკრა, გორი)

$$p=-2,5h+100 \quad (5)$$

შუამთის ზონის ქვედა საზღვარი (ჯავა)

$$p=-1,03h+106 \quad (6)$$

შუამთის ზონის ზედა საზღვარი (როქა, ერმანი)

$$p=-0,92h+163,6 \quad (7)$$

თოვლის საფარის სიმკვრივეს d (გრ/სმ³) დიდი მნიშვნელობა აქვს მშენებლობაში (ზვავსაწინააღმდეგო საინჟინრო ნაგებობები, საცხოვრებელი და სხვა დანიშნულების შენობები) გარდა ამისა, სიმკვრივე შედის თოვლის საფარში წყლის მარაგის გამოსათვლელ ფორმულაში. თოვლის საფარში არსებული წყლის მარაგი დიდ როლს თამაშობს მთის მდინარეების ჯამური ჩამონადენის ფორმირებაში გაზაფხულის პერიოდში. იგი მნიშვნელოვან წილად უზრუნველყოფს ნიადაგის ტენიანობის ზრდას. შიდა ქართლის ტერიტორიაზე თოვლის საფარის საშუალო სიმკვრივე თოვლის საფარის მაქსიმალური დეკადური სიმაღლისას შეადგენს როქაში 0,25, ჯავაში 0,20 (გრ/სმ³)-ს, ხოლო წყლის მარაგი შესაბამისად როქაში 382, ჯავაში 114, ბორჯომი 54, ცხინვალში 61, ხაშურში 48მმ-ს.

ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. საქართველოს სამეცნიერო-გამოყენებითი კლიმატური ცნობარი. ნაწილი I. თბილისი. 2004.
2. Калесник С.В. Основы общего землеведения. М.-Л., 1947.
3. Справочник по климату СССР, вып.14, ч. I-V, Гидрометеиздат. Л., 1970.

უკ551.582

თოვლის საფარი შიდა ქართლის ტერიტორიაზე /სამუკაშვილი რ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 84-86.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

განალიზებულია თოვლის საფარის რეჟიმული მახასიათებლების ტერიტორიული განაწილების კანონზომიერებები.

UDC 551.582

A SNOV COVER ON THE TERRITORY OF INTERNAL KHARTLI/Samukashvili R.D./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - ტ.117. - pp. 84-86. -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ
Regularity of territorial distribution of regime characteristic of snow cover in the Internal Khartli is analysed.

УДК 551.582

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ НА ТЕРРИТОРИИ ВНУТРЕННЕЙ КАРТЛИ /Самукашвили Р. Д./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2011.-т.117.-с.84-86.-Груз.;Рез.Груз.,Анг., Рус.
Проанализированы закономерности территориального распределения режимных характеристик снежного покрова.

რ სამუკაშვილი, ც. დიასამიძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უაკ 551.582

ქარბუქი შიდა ქართლის ტერიტორიაზე

ქარბუქი წარმოადგენს საკმაოდ ძლიერი ქარის (v≥5მ/წმ) მიერ თოვლის გადატანას თოვლის საფარის ზედაპირზე ან თივლის ზედაპირის მიმდებარე ჰაერის ფენაში. განასხვავებენ ქარახვეტს, მიწისპირა ქარბუქს და საერთო ქარბუქს (თოვასთან ერთად). ქარის მიერ თოვლის გადატანას, უშუალოდ თოვლის საფარის ზედაპირზე, ეწოდება ქარახვეტი. საერთო ქარბუქის დროს ადგილი აქვს როგორც თოვას, ასევე თოვლის გადატანას ქარის მიერ თოვლის საფარის ზედაპირიდან ჰაერში. საერთო ქარბუქის სინონიმია ქარბუქი, თოვლის მოსვლასთან ერთად [Хромов С.П., Мамонтова Л.И. 1955].

ქარბუქის ინტენსივობაზე გაგენას ახდენს მიწის ზედაპირზე არსებული თოვლის რაოდენობა და მისი ფიზიკური თვისებები, თოვის ინტენსივობა, თოვლის ტენიანობა, ქარის სიჩქარე, ადგილის რელიეფი, რომელიც მოქმედებს ქარის სიჩქარეზე და მიმართულებაზე. თოვის პროცესში თოვლის ტენიანობის ხარისხი დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე.

შიდა ქართლის ტერიტორიაზე ქარბუქის დახასიათებისა და მისი კანონზომიერებების დადგენისას გამოყენებული იქნა იქ არსებულ მეტეოროლოგიურ ქსელზე (მეტეოსადგური, საგუშაგო) ქარბუქის მახასიათებლებზე (თვეში და წელიწადში ქარბუქიან დღეთა საშუალო რაოდენობა, ქარბუქიან დღეთა უდიდესი რიცხვი, ქარბუქების საშუალო ხანგრძლივობა, ქარბუქების ხანგრძლივობა დღე-ღამის სხვადასხვა დროის მონაკვეთში, ქარბუქების დროის ქარის სხვადასხვა სიჩქარის და მიმართულების განმეორადობა, ქარბუქის პროცესში ჰაერის ტემპერატურის განმეორადობა გრადაციების მიხედვით, აგრეთვე გრადაციების მიხედვით წელიწადში ქარბუქიანი დღეების განმეორადობა) არსებული დაკვირვებების ინფორმაცია 1936-1990 წლების პერიოდისათვის.

ქარბუქის შემთხვევათა უმეტესობა დაკავშირებულია პოლარულ ან არქტიკულ ფრონტებზე განვითარებულ ციკლონებთან, გარდა ამისა, ქარბუქზე განსაზღვრულ გავლენას ახდენენ ნაკლებად განვითარებული ადგილობრივი ციკლონები. აღსანიშნავია, რომ ზომიერი განედების ციკლონების განმეორადობა, წელიწადის ციკ პერიოდში, გაცილებით მეტია თბილ პერიოდთან შედარებით. აქ ციკლონების საშუალო სიჩქარე შეადგენს დაახლოებით 8მ/წმ, თუმცა ახალგაზრდა ციკლონების გადაადგილების სიჩქარემ შეიძლება მიაღწიოს 22-28მ/წმ-ს.

ქარბუქი განსაკუთრებით დამახასიათებელია იმ რაიონებისათვის, სადაც ადგილი აქვს მდგრადი თოვლის საფარის არსებობას წელიწადის ციკ პერიოდში. დადგენილია, რომ საქართველოს მთაგორიან ტერიტორიაზე (შიდა ქართლის ჩათვლით) ქარბუქი განსაკუთრებით ინტენსიურია მაღალმთიან ზონაში განლაგებული ქედების თხემებზე [Кли-

мат и климатические ресурсы Грузии 1971]. ქარბუქი მიეკუთვნება საშიშ მეტეოროლოგიურ მოვლენათა რიცხვს. იგი დიდ დაბრკოლებებს უქმნის (მინამქრული თოვლით, ნამქერით) სახმელეთო ტრანსპორტის ყველა სახეობას. გარდა ამისა, ქარბუქის შედეგად წარმოქმნილი თოვლის ნამქერი, თვითმფრინავის ასაფრენ ბილიკზე, ასევე აფერხებს ავიაციის ნორმალურ ფუნქციონირებას. მთაგორიან რაიონებში განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით გროვდება მინამქრული თოვლი ქარპირა ფერდობებზე ნამქერებისა და ლავვარდინების სახით, რომლებსაც ფერდობებზე არსებული თოვლის საფარი გამოჰყავთ მდგრადი წონასწორობიდან და ამგვარად წარმოადგენენ პოტენციურ ხელშემწყობ ფაქტორს ზვავების წარმოქმნის

პროცესში, რასაც ხშირ შემთხვევებში მოსდევს დიდი მატერიალური ზარალი და ადამიანების მსხვერპლიც. საქართველოს რკინიგზის მაგისტრალის შიდა ქართლის ვაკეზე განლაგებული მონაკვეთი გამოირჩევა ქარბუქის საშიშროების დიდი ინტენსივობით (ხაშური-გომის და ხაშური-ახალდაბის კვანძები), სადაც მიუხედავად პროფილაქტიკური ღონისძიებებისა, შესაძლებელია მოძრაობის შეწყვეტა რამდენიმე საათით. საშუალო ინტენსივობის ქარბუქები აღინიშნება აგრეთვე ბაკურიანის რკინიგზის განშტოებაზე - ცემის პლატოზე. გზების ქარბუქსაშიშ მონაკვეთებზე იქმნება თოვლგამწმენდი მანქანების პარკები და ქარდამცავი ტყის ნარგავები, ტარდება თოვლაგებები.

შიდა ქართლის ტერიტორიაზე თვეში და წელიწადში ქარბუქიანი დღეების საშუალო და მაქსიმალური რაოდენობა მოცემულია ცხრილში 1.

შიდა ქართლის ტერიტორიაზე წელიწადში ქარბუქიანი დღეების საშუალო რაოდენობის მიხედვით შეიძლება გამოიყოს შემდეგი ზონები: პირველი ზონა, რომელშიც შედის რეგიონის დაბლობი ნაწილი, სადაც ეს მაჩვენებელი მერყეობს 2-დან 5 დღემდე. ამავე ზონას შეიძლება მიეკუთვნოს თრიალეთის ქედის მთისწინეთი და ბორჯომის რაიონი (ტაშისკარის ხეობიდან აწყურამდე), რომელიც ასევე გამოირჩევა ქარბუქიანი დღეების მცირე რაოდენობით.

მეორე ზონაში შედიან ტერიტორიის ის ნაწილები (კავკასიონის და ლიხის ქედის საშუალო მთის ფერდობები), სადაც წელიწადის განმავლობაში ქარბუქიანი დღეების რიცხვი მერყეობს 5-10-ის ზღვრებში.

მესამე ზონას ეკუთვნის კავკასიონის ქედის მაღალმთიანი და ლიხის ქედის შემადგენელი ნაწილები, სადაც ქარბუქიანი დღეების რიცხვი წელიწადში მერყეობს 10-დან 40 დღემდე ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებით.

მეოთხე ზონა მოიცავს კავკასიონის ქედის თხემურ ნაწილს, რომელშიც წელიწადში ქარბუქიან დღეთა რიცხვი აღემატება 40-ს. მაგალითად, მამისონის უღელტეხილზე წელიწადში დაიკვირვება საშუალოდ 85 ქარბუქიანი დღე, მათი მაქსიმალური რაოდენობა აღემატება 130-ს.

შიდა ქართლის ტერიტორიის ქარბუქსაშიშროების კუთხით დახასიათებისას, სრული წარმოდგენის მიზნით აუცილებელია აგრეთვე წელიწადში

ქარახვეტიანი დღეების რაოდენობის გათვალისწინება.

ცხრილი 1 ქარბუქიანი დღეების საშუალო და მაქსიმალური რაოდენობა (საშუალო ზედა, მაქსიმალური ქვედა ხაზი).

პუნქტი	თ ვ კ						
	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I
მამისონის უღელტეხილი	0.04	0.04	1	6	9	11	13
ხაშური	1	1	6	13	24	25	23
სკრა				0.07	0.07	0.1	2
გორი				2	2	1	8
ბორჯომი					0.04	0.3	2
ბაკურიანი						2	12
ცხრაწყარო							0.7
ერმანი							5
ვანელი						0.4	0.03
ჯავა						2	1
ვანათი				0.03	0.4	0.6	2
ცხინვალი				1	3	3	12
				2	7	12	13
				0.2	0.2	4	6
							0.6
					0.05		0.05
					1		1
					0.09	0.08	0.08
					0.1	0.3	1
					2	3	5

პუნქტი	თ ვ კ						წელი
	II	III	IV	V	VI	VI	
მამისონის უღელტეხილი	14	15	9	4	0.7	83	
ხაშური	24	25	21	14	4	134	
სკრა	1	0.5				4	
გორი	7	2				11	
ბორჯომი	2	0.5	0.04			5	
ბაკურიანი	8	3	1			21	
ცხრაწყარო	0.7	0.05				2	
ერმანი	8	1				8	
ვანელი	0.07	0.03				0.2	
ჯავა	2	1				2	
ვანათი	2	1	0.07			6	
ცხინვალი	9	5	2			20	
	12	14	7	0.7	0.1	68	
	5	5	1			21	
	0.3	0.2	0.08			1	
	0.1	1	0.1			1	
	1	2	1			2	
	0.3	0.3				0.9	
	1	0.5	0.03			3	
	4	5	1			10	

როგორც დაკვირვების ინფორმაციიდან ჩანს [Справочник по климату СССР, 14, 1970], წელიწადში ქარახვეტიანი დღეების საშუალო რიცხვი, შიდა ქართლის დაბლობ რაიონში, მერყეობს 0.4-2 დღის ფარგლებში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატებისას ქარახვეტიან დღეთა რიცხვი წელიწადში მატულობს ბაკურიანში 6-მდე, მამისონის უღელტეხილზე კი 10-მდე.

ქარახვეტიან დღეთა საშუალო რიცხვი წელიწადში ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის ზრდისას 0.5-2.5 კმ-ის ფარგლებში უმნიშვნელოდ მატულობს 1-2 დღიდან 10 დღემდე. ქარბუქიანი დღეების საშუალო და მაქსიმალური რიცხვი სიმაღლეების ამ დიაპაზონში შესაბამისად, მატულობს 1-85 და 1-135 დღის ფარგლებში. ამ მახასიათებლების მკვეთრი ზრდა აღინიშნება 1700 მეტრის ნიშნულიდან.

დამოკიდებულება $n=f(H)$, სადაც n არის წელიწადში ქარახვეტიან დღეთა საშუალო

რიცხვი, H – ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე, წარმოდგინება წრფივი ფუნქციის სახით: $n=6.0H-3.0$, ხოლო ქარბუქიანი დღეების საშუალო n_1 და მაქსიმალური n_2 რაოდენობის ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე დამოკიდებულებები – კვადრატული ფუნქციის სახით:

$$n_1=-4.58+8.21H^2, n_2=-1.77+13.52H^2,$$

სადაც H არის ადგილის აბსოლუტური სიმაღლე კმ-ში. აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ ქარბუქიან და ქარახვეტიან დღეთა რიცხვის მაქსიმუმი დაბლობ რაიონებში, როგორც წესი, მოდის ზამთრის თვეებზე, ხოლო მაღალმთიან ზონაში მათი მაქსიმუმი აღინიშნება ნოემბერში, მარტში და აპრილშიც. მაგალითად, მამისონის უღელტეხილზე ქარბუქი შესაძლოა აღინიშნოს სექტემბრიდან მაისის ჩათვლით. ქარბუქიან დღეთა რაოდენობა წლიდან წლამდე იცვლება საკმაოდ დიდ ფარგლებში, რაც განპირობებულია ცირკულაციური პროცესების განვითარების და თოვლის საფარის ფორმირების თავისებურებებზე.

ქარბუქის საშუალო ხანგრძლივობა დღე-ღამეში, თვეში და წელიწადში მოცემულია ცხრილში 2.

ცხრილი 2 ქარბუქის საშუალო ხანგრძლივობა (საათი).

VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	წელი	საშუალო დღეში
მამისონის უღელტეხილი													
0.4	0.05	6.9	72.8	117.6	121.5	159.9	165.4	162.4	78.4	31.0	2.6	319.0	11.1
ხაშური													
			0.4	0.8	0.4	109	6.5	2.6				21.6	5.4
სკრა													
				0.3	2.2	10.5	10.1	1.5	0.01			24.6	4.9
ბორჯომი													
					0.2	0.03	0.3	0.02				6.6	3.0
ბაკურიანი													
			0.06	2.5	3.3	11.6	13.8	7.1	0.3			38.7	6.4
ცხინვალი													
				1.0	1.6	8.1	6.1	2.2	0.04			19.0	6.3

ადგილის აბსოლუტური სიმაღლის მატებისას ქარბუქის საშუალო წამური ხანგრძლივობა წელიწადში იზრდება. როგორც ცხრილიდან ჩანს, ამ მაჩვენებლის მინიმუმი აღინიშნება ბორჯომში 6.6 საათი, მაქსიმუმი - მამისონის უღელტეხილზე 919 საათი. ბაკურიანში იგი შეადგენს 38.7 საათს.

ქარბუქის წამური ხანგრძლივობა დღე-ღამის ოთხი სხვადასხვა დროის გრადაციებისათვის (6 საათის ინტერვალით) წელიწადში მამისონის უღელტეხილზე მაქსიმალურია 12-18 საათის გრადაციისათვის (ზამთარი, ნოემბერი, მარტი) და მერ-

ყეობს 31 საათიდან (XII) 46.6 საათამდე (II). აღნიშნულ გრადაციასე ქარბუქების ხანგრძლივობა წელიწადში შეადგენს 249.4 საათს. დანარჩენი სამი გრადაციისათვის ქარბუქების ჯამური ხანგრძლივობა წელიწადში მერყეობს 201.9 საათიდან (8-12სთ) 241.7 საათამდე (18-24 სთ). შიდა ქართლის ვაკეზე ქარბუქების ჯამური ხანგრძლივობა ყველა გრადაციისათვის მაქსიმალურია ზამთრის თვეებში და მერყეობს 1.0-3.4 საათის ზღვრებში. ბაკურიანში კი ხანგრძლივობა ყველა გრადაციისათვის მერყეობს 2.0-4.7 საათის ზღვრებში.

ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Климат и климатические ресурсы Грузии., Труды ЗаНИГМИ вып. 44(50). Л. Гидромете-оиздат. 1971;
2. Справочник по климату СССР, вып.14, ч. I-V, Гидрометеоиздат. Л., 1967-1971;
3. Хромов С. П., Мамонтова Л. И. Метеорологический словарь. Гидрометеоиздат, Л., 1955.

უკ551.582

ქარბუქი შიდა ქართლის ტერიტორიაზე/სამუკაშვილი რ., დიასამიძე ც./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის შიდა რეგიონოლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 87-89.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

გამოკვლეულია ქარბუქის რეჟიმული მახასიათებლები და მათი დამოკიდებულება ადგილის აბსოლუტურ სიმაღლეზე.

UDC 551.582

A SNOW-STORM ON TERRITORY OF INTERNAL KHARTLY./Samukashvili R.D. Diasamidze Ts./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. - 2011. - т.117. - pp. 87-89. -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ
Regime characteristics of the Snow-Storm and its dependence from absolute sltitude is investigate.

УДК 551.582

МЕТЕЛИ НА ТЕРРИТОРИИ ВНУТРЕННЕЙ КАРТЛИ . /Самукашвили Р. Д. Диасамидзе Ц. О. /Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2011.-т.117.-с.87-89.-Груз.;Рез.Груз.;Анг., Рус.
Исследованы режимные характеристики метелей и их зависи

*Amiranashvili A.G., *Chikhladze V.A. **Saakashvili N.M., **Tabidze M.Sh., ** Tarkhan-Mouravi I.D.

*Mikheil Nodia Institute of Geophysics of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

**Tbilisi Balneological Health Resort - Practical-Scientific Center of Physiotherapy, Rehabilitation and Medical Tourism of Georgia

UDC 551.58:613.1

BIOCLIMATIC CHARACTERISTICS OF RECREATIONAL ZONES - IMPORTANT COMPONENT OF THE PASSPORT OF THE HEALTH RESORT- TOURIST POTENTIAL OF GEORGIA

For the complex characteristic of the health resort-tourist resources of localities in recent years is accepted conducting their certification [1-4]. In Georgia similar systematized works it was not carried out, although there are many works on the description of the fundamental characteristics of health resort-tourist resources, [1, 5-11].

The passport of health resort-tourist resources, in the correspondence with the contemporary requirements, must include description and estimation in the marks of the following basic parameters.

Landscape of locality. Relief. Soils. Water resources. Plant cover. Territories of the regulated access. Hydro-mineral resources. Therapeutic contamination. Functional fitness for organizing climatotherapy. Esthetical characteristics. Health and hygiene evaluations. Anthropogenic stability. Radiation background of territory (gamma-radiation). Level of the electromagnetic radiation of territory. Air pollution. Data about the risks of natural catastrophes. Chemical composition and the bacteriological state of surface water. Services of safety, rescuing and medical aid. Sanatorium-health resort-tourist organizations. Sanatorium-sanitation and tourist services. Diagnostic and treating base. Organization of treatment. Medical personnel. Infrastructure (road, transport, communication, internet, electricity, gas, water pipe, etc.). Buildings and the adjacent to them territories. Hotel rooms fund. Interiors. Technical equipment. Equipment with furniture and with inventory. Inventory and the objects of the health and hygiene equipment of hotel rooms. Sanitary objects of general use. Public compartments. Compartments for the assignment of the services of nourishment. General services. Services of nourishment. Requirements for the personnel and its preparation. Etc. [1-4].

Bioclimatic resources occupy special position.

General information

- Insolation regime: the number of days of sunshine for the year, the number of days without the sun for the year, the number of days of sunshine for June, number of days without the sun for June, number of days without the sun for January, security with ultraviolet radiation.
- Atmosphere circulation: the intensity of cyclonic circulation (cyclone frequency in %); the changeability of the weather regime (repetition in % the contrasting changes of weather for the year, the repetition in % the mean interdiurnal variability of atmospheric pressure of more than 5 mb in the year); the degree of the wind load (repetition in % wind speed of less than 3m/sec in the year).
- Thermal regime: the duration of frost-free period (days, security with heat); the changeability of the temperature of air (repetition in % the mean interdiurnal variability of the temperature of air of more than 6°C in the year); favorable period for the summer recess; the severity of the weather of winter period (repetition in % the severity of weather of more than 2 number, favorable period for the winter recess).
- Regime of humidity and precipitations: (repetition in % the relative humidity of less than 30% in the year); the degree of the formation of heat (repetition in % stuffy weathers during the warm period); the duration of the bedding of snow cover in the days; the regime of precipitations.
- Complex bioclimatic indices: the repetition of comfortable Equivalent- Effective Temperatures 17-22°; the repetition of meteorological complexes for conducting arotherapy in the warm period in % (in the open sections, in calm belts, the duration of bathing season, the number of days with the temperature of water more than 17°C); the Tourism Climate Index (complex index, determined by the joint action of air temperature and humidity, wind

speed, precipitation, and sunshine duration); the heat-sensation of people, determined by the joint action of air temperature and humidity, wind speed and solar radiation.

- Conditions for aeroionization: the content of radon, the concentration of light ions
- Parameters of the terrestrial magnetic field, radiation background.

Current information, forecast, warning

- Weather conditions: general hydrometeorological information (temperature and humidity of air, atmospheric pressure, wind, precipitations, temperature of soil, temperature of water, etc.); bioclimatic information (thermal comfort and discomfort, the regime of ultraviolet radiation, the oxygen content in air, the changeability of weather, heat, magnetic storms, air pollution, etc.)
- Dangerous hydrometeorological phenomena and processes (hurricanes, prolonged fog, significant precipitations, floods, thunderstorms, hail, avalanches, mud-flows, landslides, etc.).

Some examples of the use of bioclimatic information are given lower (table 1-3, fig. 1-2).

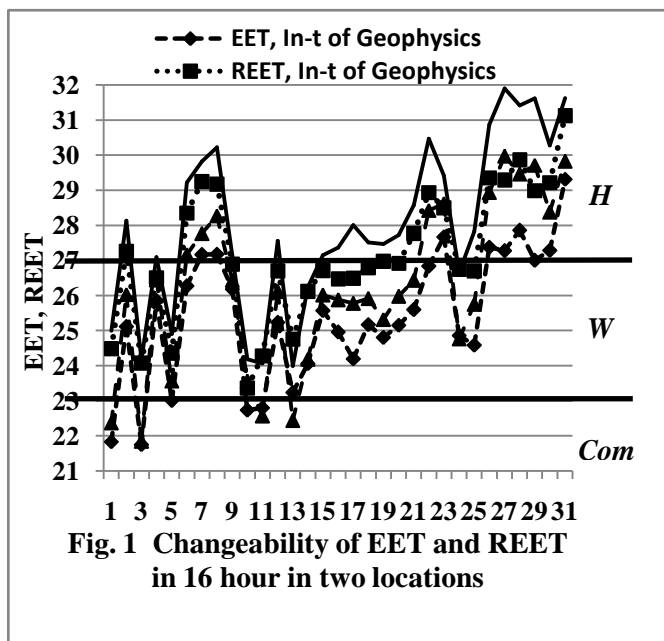


Fig. 1 Changeability of EET and REET in 16 hour in two locations

Table 1. Connection Between Air Equivalent - Effective Temperature (EET) in 15 Hours and Mortality from the Cardiovascular Diseases in Tbilisi (1980-1992)

Temperature Range	EET	Average Daily Mortality to 1 Million Inhabitants
<1 °	Sharply coldly	12.1
1-8 °	Coldly	11.6
9-16 °	Moderately coldly	10.8
17-22 °	Comfortably	9.6
23-27 °	Warmly	9.1
>27 °	Hotly	11.1

Example of the influence of air Equivalent-Effective Temperature on the health of people in table 1 is given (gen-

eral information) [9]. Example to the current information and warning about the thermal comfort (Air Equivalent-Effective Temperature and Air Radiationally Equivalent-Effective Temperature, EET and REET) for the people fig. 1 depicts.

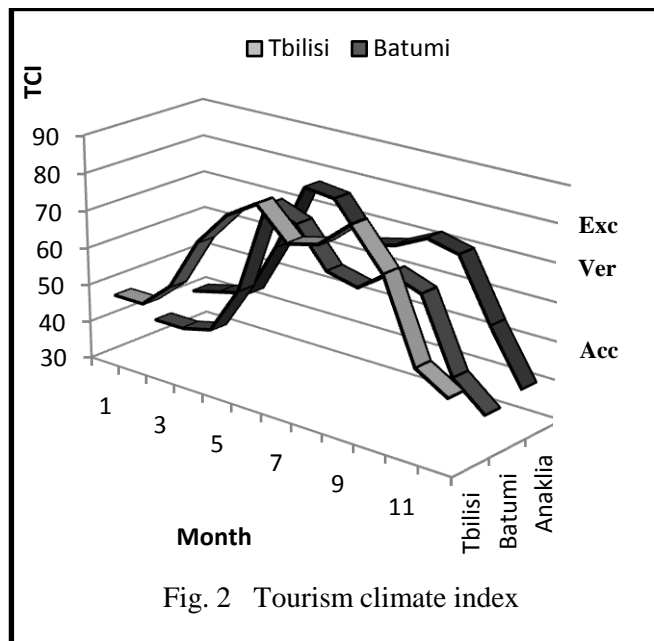


Fig. 2 Tourism climate index

As follows from fig. 1 depending on meteorological conditions their complex action on the people in different parts of the Tbilisi city it can be different (in one parts of the city - comfortable conditions, in another - uncomfortable, etc.). Let us note that the values of air temperature and humidity, and intensity of solar radiation on the territory of the Institute of Geophysics and Tortoise Lake differ little from each other. Then wind speed in the Lake is considerably higher than on the territory of Institute. Therefore in a number of cases of value EET and REET in these two territories essentially are distinguished. Thus, besides the current general meteorological information is necessary information, also, about the bioclimatic situation (EET, REET, etc.).

Example of the general information about Tourism Climate Index in Tbilisi, Batumi and Anaklia in fig. 2 is given [10,11]. In table 2 the Tourism Climate Index category is given. As follows from fig. 2 the condition for the tourism for the 3 indicated cities are practically entire year.

Table 2. TCI Category

TCI	Category
90 ÷ 100	Ideal
80 ÷ 89	Excellent
70 ÷ 79	Very good
60 ÷ 69	Good
50 ÷ 59	Acceptable
40 ÷ 49	Marginal
30 ÷ 39	Unfavourable
20 ÷ 29	Very Unfavourable
10 ÷ 19	Extremely Unfavourable
- 30 ÷ 9	Impossible

It is necessarily to develop the long-term State Program on the certification of the health resort and tourist resources of Georgia, as it is widely known earlier, so also it is small known and promising. Within the framework of this program it is expedient to create the State Commission with the attraction of the wide circle of specialists for developing the methodology of the certification of the health resort and tourist resources of Georgia taking into account of foreign experiment and local specific character.

ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Saakashvili N.M., Tabidze M.Sh., Tarkhan-Mouravi I.D., Amiranashvili A.G., Melikadze G.I., Chikhladze V.A. – To a Question About the Certification of the Health Resort and Tourist Resources of Georgia, Modern Problems of Using of Health Resort Resources, Collection of Scientific Works of International Conference, Sairme, Georgia, June 10-13, 2010, ISBN 978-9941-0-2529-7, Tbilisi, 2010, ppp. 175-180, (in Russian).
2. Романов А.И. – Биоклиматический паспорт – перспектива развития центра реабилитации, М., 2001.
3. СТО 70444833.01-2006
4. <http://www.referats.5-ka.ru/85/19161/1.html>
5. Svanidze G.G., Papinashvili L.K. (editors) – Climate of Tbilisi, St.-Petersburg, Gidrometeoizdat, 1992, 231 pp., (in Russian).
6. Вадачкория М.К., Ушверидзе Г.А., Джалишвили В.Г., Курорты Грузии, Тбилиси, изд. “Сабчота Сакартвело”, 1987, 382 с.
7. Amiranashvili A., Kartvelishvili L. – Long – Term Variations of Air Effective Temperature in Tbilisi, Papers of the Int. Conference International Year of the Planet Earth “Climate, Natural Resources, Disasters in the South Caucasus”, Trans. of the Institute of Hydrometeorology, vol. No 115, ISSN 1512-0902, Tbilisi, 18 – 19 November, 2008, ppp. 214 – 219 (in Russian).
8. Amiranashvili A.G., Kartvelishvili L.G., Saakashvili N.M., Chikhladze V.A. – Long-Term Variations of Air Effective Temperature in Kutaisi, Modern Problems of Using of Health Resort Resources, Collection of Scientific Works of International Conference, Sairme, Georgia, June 10-13, 2010, ISBN 978-9941-0-2529-7, Tbilisi, 2010, ppp. 152-157, (in Russian).
9. Amiranashvili A., Danelia R., Mirianashvili K., Nodia Kh., Khazaradze K., Khurodze T., Chikhladze V. – On the Applicability of the Scale of Air Equivalent- Effective Temperature in the Conditions of Tbilisi City, Transactions of Mikheil Nodia Institute of Geophysics, vol. LXII, ISSN 1512-1135, Tbilisi, 2010, ppp. 216-220, (in Russian).
10. Amiranashvili A., Matzarakis A., Kartvelishvili L. – Tourism Climate Index in Tbilisi, Papers of the Int. Conference International Year of the Planet Earth “Climate, Natural Resources, Disasters in the South Caucasus”, Trans. of the Institute of Hydrometeorology, vol. No 115, ISSN 1512-0902, Tbilisi, 18 – 19 November, 2008, ppp. 27 - 30.
11. Amiranashvili A., Matzarakis A., Kartvelishvili L. – Tourism Climate Index in Batumi, Modern Problems of Using of Health Resort Resources, Collection of Scientific Works of International Conference, Sairme, Georgia, June 10-13, 2010, ISBN 978-9941-0-2529-7, Tbilisi, 2010, ppp. 116-121.

უკ 551.58:613.1

რეკრეაციული ზონების ბიოკლიმატური მახასიათებლები – საქართველოს საკურორტო-ტურისტული პოტენციალის მნიშვნელოვანი შემადგენელი/ამირანაშვილი ა., ჩიხლაძე ვ., სააკაშვილი ნ., ტაბიძე მ., თარხან-მოურავი ი./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 89-91.- ინგ.; რუს. ქართ., ინგლ., რუს.

მოყვანილია საკურორტო-ტურისტული პოტენციალის პასპორტის ძირითადი მაჩვენებლების აღწერილობა. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ბიოკლიმატურ პარამეტრებს. მოყვანილია პრაქტიკული მაგალითები აღნიშნული პარამეტრების გამოყენებისა საქართველოს ზოგიერთი საკურორტო-ტურისტული რაიონების ბიოკლიმატური პირობების შესაფასებლად (პაერის ექვივალენტური ევექტური და რადიაციული ექვივალენტური ევექტური ტემპერატურა თბილისისათვის; ტურიზმის კლიმატური ინდექსი თბილისში, ბათუმში და ანაკლიაში). შეთავაზებულია შემუშავდეს საქართველოს საკურორტო-ტურისტული რესურსების (როგორც ადრე კარგათ ცნობილი, აგრეთვე ნაკლებად ცნობილი და პერსპექტიული) პასპორტიზაციის გრძელვადიანი სახელმწიფო პროგრამა. ამ პროგრამის ფარგლებში მიზანშეწონილია შეიქმნას სახელმწიფო კომისია სპეციალისტების ფართო წრის მოზიდვით საქართველოს საკურორტო-ტურისტული რესურსების პასპორტიზაციის მეთოდოლოგიის შესაქმნელად უცხოური გამოცდილების და ადგილობრივი სპეციფიკის გათვალისწინებით.

UDC 551.58:613.1

BIOCLIMATIC CHARACTERISTICS OF RECREATIONAL ZONES – IMPORTANT COMPONENT OF THE PASSPORT OF THE HEALTH RESORT- TOURIST POTENTIAL OF GEORGIA./Amiranashvili A.G., Chikhladze V.A. Saakashvili N.M., Tabidze M.Sh., Tarkhan-Mouravi I.D./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 89-91. -Eng.; Summ. Georg.; Eng.; Russ

The description of the basic indices of the passport of health resort-tourist potential is given. Special attention is paid to the bioclimatic parameters. Examples of the practical application of these parameters for evaluating the bioclimatic conditions of some health resort-tourist regions of Georgia are given (Equivalent- Effective Temperature and Radiationally Equivalent-Effective Temperature of air in Tbilisi; Tourism Climate Index in Tbilisi, Batumi and Anaklia). It is proposed to develop the long-term State Program on the certification of the health resort and tourist resources of Georgia, as it is widely known earlier, so also it is small known and promising. Within the framework of this program it is expedient to create the State Commission with the attraction of the wide circle of specialists for developing the methodology of the certification of the health resort and tourist resources of Georgia taking into account of foreign experiment and local specific character.

УДК 551.58:613.1

БИОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН – ВАЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПАСПОРТА КУРОРТНО-ТУРИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ГРУЗИИ./Амиранашвили А.Г., Чихладзе В.А. Саакашвили Н. М., Табидзе М.Ш., Тархан-Моурави И.Д.//Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.–2011.–т.117.–с.89-91.– Рус.;Рез.Груз., Англ., Рус.

Приводится описание основных показателей паспорта курортно-туристического потенциала. Особое внимание уделяется биоклиматическим параметрам. Приводятся примеры практического применения этих параметров для оценки биоклиматических условий некоторых курортно-туристических районов Грузии (Эквивалентно-Эффективная

Температура и Радиационно Эквивалентно-Эффективная Температура воздуха в Тбилиси; климатический индекс туризма в Тбилиси, Батуми и Анаклия). Предлагается разработать долгосрочную Государственную Программу по паспортизации курортных и туристических ресурсов Грузии, как широко известных ранее, так и мало известных и перспективных. В рамках этой Программы целесообразно создать Государственную Комиссию с привлечением широкого круга специалистов для разработки методологии паспортизации курортных и туристических ресурсов Грузии с учетом зарубежного опыта и местной специфики.

კაიშაური მ.

თელავის იაკობ გოგებაშვილის სახელობის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი, თელავი

უაკ. 551.58

მესხეთ-ჯავახეთის საკურორტო რეზურსები

საქართველოს კურორტებმა დიდი ხანია მოიპოვეს ფართო აღიარება. მათი მიმზიდველი ბუნება, სახელგანთქმული კავკასიონის მთებისა და შავი ზღვისპირეთის განუყოფელი პანორამა, ამასთანავე, მრავალნაირი ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორები არის საქართველოს ზღვისპირა, ბალნეოლოგიურ და მთის კურორტებზე მკურნალობისა და დასვენების მსურველთა რიცხვის ზრდის მიზეზი.

საქართველოში საკურორტო საქმის გეგმაზომიერი განვითარება დაიწყო 1921 წლიდან, და ჩაყვარა საფუძველი საკურორტო მშენებლობას. შესწავლილი და სისტემატიზებულ იქნა საქართველო საკურორტო რესურსები.

საქართველოს კურორტოლოგიის და ფიზიოთერაპიის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში ჩატარებული კვლევების საფუძველზე მოხერხდა საქართველოს საკურორტო-რეკრეაციული რესურსების განზოგადოება [1,2 და სხვ.]. მიუხედავად ამისა, ჩატარებული კვლევები ვეღარ აკმაყოფილებს მეცნიერების და პრაქტიკის თანამედროვე მოთხოვნებს. დღეს, საქართველოს რეგიონალური მართვის პირობებში, აუცილებელია, რომ თითოეულ რეგიონს გააჩნდეს თანამედროვე მეცნიერულ დონეზე შეფასებული ბუნებრივი პირობების და რესურსების, მათ შორის საკურორტო რესურსების, სრული კადასტრი. ასეთ პირობებში დროულად მიგვაჩნია ჩვენი საკვლევი რეგიონის – მესხეთ-ჯავახეთის საკურორტო რესურსების საფუძვლიანი შეფასება. ასეთი შეფასების არსებობა აუცილებელი პირობაა რეგიონის აღორძინებისათვის, მისი მდგრადი განვითარებისათვის. აქედან გამომდინარე მესხეთ-ჯავახეთის საკურორტო რესურსების შესწავლა თანამედროვე და აქტუალურია.

საქართველოში გამოყოფილი 11 საკურორტო-რეკრეაციული რაიონიდან ერთ-ერთი

მესხეთ-ჯავახეთია [1]. ჩვენი მიზანი იყო ამ რაიონის კურორტების და საკურორტო ადგილების ძირითადი კლიმატური მახვენებლების განსაზღვრა, და საკურორტო რესურსების დეტალური შეფასე-

ბა, რისთვისაც გამოვიყენეთ სხვადასხვა ლიტერატურული წყაროების მასალა[1-8]. ცხრ.1-ში წარმოდგენილია რაიონის კურორტების და საკურორტო ადგილების ნუსხა, მათი ზღვის დონიდან სიმაღლე, პროფილი და ჩვენს მიერ გამოანგარიშებული ძირითადი კლიმატური მაჩვენებლები.

კურორტების და საკურორტო ადგილების კლიმატური მაჩვენებლების გამოსაანგარიშებლად გამოვიყენეთ მესხეთ-ჯავახეთის ტერიტორიაზე არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების მონაცემები, აგრეთვე იზოთერმების, იზოჰიეტების და ქარის სინქარის რუკები [3]. კლიმატური მაჩვენებლების გამოანგარიშებისას ვიყენებდით კორელაციური ანალიზის მეთოდებს.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, მესხეთ-ჯავახეთის კურორტები და საკურორტო ადგილები განლაგებულია 970-დან 2000მ-მდე სიმაღლის ფარგლებში. ისინი მიეკუთვნება დაბალი მთის (500-1000მ), საშუალო მთის ქვედა სარტყლის (1000-1500მ) და საშუალო მთის ზედა სარტყლის (1500-2000მ) საკურორტო ზონებს.

ცხრილი 1. მესხეთ-ჯავახეთის კურორტების და საკურორტო ადგილების მახასიათებლები

კურორტი*, საკურორტო ადგილი	სიმაღლე, მ	პროფილი	ანგრის საშუალო ტემპერატურა	ივლისის საშუალო ტემპერატურა	ნალექების წლიური ჯამი	ქარის საშუალო სიჩქარე მ/წმ
აბასთუმანი*	1250	კლიმატო-ბალეოლო-გიური	-5.4	17.2	688	0.6
ასპინდა*	1050	ბალნეო კლიმატური	-2.2	20.1	520	2.0
ახალციხე*	985	ბალნეო კლიმატური	-3.8	20.4	554	1.6
ვარძია*	1100	ბალნეო-ლოგიური	-2.8	19.0	500	2.1
ურაველი*	1020	ბალნეო კლიმატური	-2.2	20.0	620	3.0
ზარზმა	1340	კლიმატური	-6.0	16.7	690	1.0
ტისელი	1320	კლიმატური	-5.3	19.0	600	2.0
გარტა	1800	კლიმატური	-6.0	16.0	600	2.2
ოტა	1460	კლიმატური	-4.2	18.0	550	2.0
წყალთბილა	1120	კლიმატო-ბალეოლო-გიური	-4.5	19.0	600	2.0
გურკელი	970	ბალნეო კლიმატური	-3.5	20.5	550	2.0
ნობარეთი	1950	კლიმატური	-6.7	15.5	600	2.5

დაბალი მთის საკურორტო ზონაში განლაგებულია ახალციხე და გურკელი. ზონისათვის დამახასიათებელია ზომიერად მშრალი ჰავა, რბილი მცირეთოვლიანი ზამთრით და ზომიერად მშრალი ზაფხულით. ამინდების კომპლექსური კლასიფიკაციის თანახმად, წლის თბილი პერიოდის განმავლობაში ჭარბობს მზიანი, ზომიერად ნოტიო ამინდები, ხოლო წლის ცივი პერიოდის განმავლობა-

ში-სუსტად ყინვიანი ამინდები. კლიმატოტერაპიული მნიშვნელობა აქვს იმ ადგილებს, სადაც მდიდარი ფოთლოვანი და წიწვოვანი მცენარეულობაა.

საშუალო მთის ქვედა სარტყლის საკურორტო ზონას მიეკუთვნება დანარჩენი კურორტები – აბასთუმანი, ასპინძა, ვარძია, ურაველი და საკურორტო ადგილების უმრავლესობა – ზარზმა, ტისელი, ოტა, წყალთბილა. ზონისათვის დამახასიათებელია ზომიერად რბილი თოვლიანი ზამთარი და ზომიერად თბილი, ზომიერად მშრალი ზაფხული. წლის თბილი პერიოდის განმავლობაში გაბატონებულია მზიანი, ზომიერად ნოტიო ამინდები, ხოლო ცივი პერიოდის განმავლობაში – ზომიერად ყინვიანი ამინდები. საკურორტო ზონის ჰავა ხასიათდება მაღალი თერაპიული თვისებებით და მისი გამოყენება პერსპექტიულია, ძირითადად, სასუნთქი ორგანოებით დაავადებულთა სამკურნალოდ.

საშუალო მთის ზედა სარტყელს მიეკუთვნება საკურორტო ადგილები გარტა და ჩობარეთი. ზონისათვის დამახასიათებელია ზომიერად რბილი ზამთარი მდგრადი თოვლის საფარი და ზომიერად გრილი, ზომიერად მშრალი ზაფხული. წლის თბილი პერიოდის განმავლობაში ჭარბობს მზიანი, ზომიერად ნოტიო და წვიმიანი ამინდები, ხოლო წლის ცივი პერიოდის განმავლობაში – სუსტად ყინვიანი ამინდები. საკურორტო ზონის ჰავა ნაწვევებია, აგრეთვე, სასუნთქი ორგანოებით დაავადებულთა სამკურნალოდ, მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ არ არის გამოკვეთილი სისხლის მიმოქცევის უკმარისობა.

განვიხილოთ მესხეთ-ჯავახეთის ცალკეული კურორტების ძირითადი გეოგრაფიული თავისებურებები, საკურორტო ფაქტორები და სამკურნალო თვისებები:

აბასთუმანი სოფელია ადიგენის რაიონში, მესხეთის ქედის სამხრეთ კალთაზე, მდინარე ოცხის ხეობაში, სამთო-კლიმატური კურორტი; ადიგენიდან 25კმ, ხოლო ქახალციხიდან 28კმ დაშორებით მდებარეობს.

აქ ატმოსფეროს მაღალი გამჭირვალობა და სტაბილურობა ახასიათებს. ამიტომაც ჯერ კიდევ 1932 წელს დაარსდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია.

მზიანი დღეების საშუალო წლიური რაოდენობა, დაახლოებით, 250 -ს აღწევს.

კურორტი ცნობილია თავისი საუკეთესო კლიმატური პირობებით, როგორც საუკეთესო საშუალება ტუბერკულოზით დაავადებულთა სამკურნალოდ. აქ წიწვიანი ტყეებია.

სახელგანთქმულ კურორტ აბასთუმნის, რომელიც ფუნქციონირებს XIX საუკუნის შუა წლებიდან, მთის რბილი ჰავა ძირითადი ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორია. მაგრამ, ამის გარდა, კურორტზე მოიპოვება თერმული (+41 – 48°C) მინერალური წყლების მნიშვნელოვანი მარაგი, რომელიც ქიმიური შემადგენლობით მიეკუთვნება კაჟიან, სულფატურ-ქლორიდულ, კალციუმ-ნატრიუმთან წყლებს დაბალი მინერალიზაციით (0,6გ/ლ). სამი წყაროს დღე-ღამის დებიტი 1 მილიონ ლიტრს აღემატება.

აბასთუმანი, ძირითადად, განკუთვნილია ფილტვების ტუბერკულოზით დაავადებულთა სამკურნალოდ, მინერალური წყლების აბაზანები ენიშნებათ

საყრდენ-სამოდრო აპარატის, პერიფერიული ნერვული სისტემისა და გინეკოლოგიური პროფილის თანმხლებ დაავადებათა დროს.

ასპინძა, ადმინისტრაციული რაიონის ცენტრი, დაბა, მდებარეობს მესხეთში, მდ.მტკვრის მარჯვენა ნაპირზე, უახლოესი რკინიგზის სადგურია ახალციხე, რომელთა შორის მანძილია 34კმ.

მდ.მტკვრის მარცხენა სანაპიროზე მდებარეობს კურორტი ასპინძა.

წამყვანი ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორია თერმული (ტემპერატურა +41-42°C) მინერალური წყლები მიღებული ბურღილებით, რომელთა საერთო დებიტი 0,5 მილიონ ლიტრამდე აღწევს დღე-ღამეში. ქიმიური შემადგენლობით ეს წყლები მიეკუთვნება სუსტად სულფიდურ, სულფატურ-ქლორიდულ ნატრიუმ-კალციუმთან წყლებს, შეიცავს 40-45მგ/ლ კაჟის მუჟავს და 3,5-4,0მგ/ლ სულფიდებს, 0,8-1,0გ/ლ საერთო მინერალიზაციით.

აღნიშნულ წყლებს იყენებენ აბაზანების სახით საყრდენ-სამოდრო აპარატის ქრონიკული, პერიფერიული ნერვული სისტემისა და კანის დაავადებების სამკურნალოდ.

ახალციხე – ადმინისტრაციული რაიონის ცენტრი, ქალაქი, მდებარეობს მესხეთში, მდ.ქვაბლიანის ორივე ნაპირზე.

კურორტის ტერიტორია, თითქმის, იზოლირებულია შავი ზღვიდან მომავალი ჰაერის თბილი მასების გავლენისაგან, რაც განაპირობებს ჰაერის, შედარებით, დაბალტენიანობასა და ნალექების მცირე რაოდენობას.

კურორტის ძირითადი ბუნებრივი სამკურნალო ფაქტორია თერმული (ტემპერატურა +38°C) მინერალური წყლები, რომელთა დღე-ღამის დებიტი 500 ათას ლიტრს შეადგენს. ისინი მიეკუთვნება ნახშირმუჟავა, ჰიდროკარბონატულ, მაგნიუმ-ნატრიუმთან წყლებს, მიახლოებით, 9გ/ლ-მდე მინერალიზაციით.

ახალციხის მინერალური წყლები გამოიყენება სააბაზანო პროცედურების სახით, საყრდენ-სამოდრო აპარატის, პერიფერიული ნერვული სისტემისა და გინეკოლოგიური პროფილის დაავადებების დროს. იხმარება, აგრეთვე, სასმელად კუჭ-ნაწლავის ქრონიკულ დაავადებათა სამკურნალოდ.

ვარძია – ცნობილი გამოქვაბული, სამონასტრო ქალაქი, მდებარეობს ახალციხე-ახალქალაქის გზატკეცილის მახლობლად, სოფელ ხერთვისიდან 18კმ დაშორებით, მდ.მტკვრის მარცხენა ნაპირზე. ვარძიის გამოქვაბული რამდენიმე სართულისაგან შედგება. გამოკვეთილია (მიკრობრექჩიული აგებულების) ვულკანური ფერფლის ტუფებში.

ჰაერი სუფთაა და გამჭირვალე, გაჟღენთილია წიწვის არომატით. დამახასიათებელია მზიანი დღეების მნიშვნელოვანი რაოდენობა.

ვარძიის საკურორტო რესურსების საფუძველია თერმული მინერალური წყლები. პირველი წყაროს (ბურღილის) დღე-ღამის დებიტი 50 ათას ლიტრამდე აღწევს (ტემპერატურა +46°C), ქიმიური შემადგენლობით ეს წყლები მიეკუთვნება ნახშირმუჟავა ქლორიდულ-ჰიდროკარბონატულ-ნატრიუმთან წყლებს 12გ/ლ საერთო მინერალიზაციით. მათ შემადგენლობაშია ბიოლოგიურად აქტიური კომპონენტები: კაჟის მუჟავა (62მგ/ლ), ფტორი (1,8მგ/ლ-მდე), ბრომი (5მგ/ლ-მდე) და სხვ. 2კმ-ზე პირველი წყაროდან, მდ.მტკვრის მ-

რცხენა ნაპირზე, ასევე ბურღილით მიღებულია შემადგენლობით ანალოგიური წყლები 13გ/ლ საერთო მინერალიზაციით და ტემპერატურით +55°C, რომელთა დღე-ღამური დებიტი 30 ათას ლიტრს შადგენს.

ორივე წყაროს მინერალური წყლები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც სასმელად, ასევე სააბაზანო პროცედურებისათვის.

ურაველი განლაგებულია ახალციხის რაიონში, 16კმ-ზე რაიონული ცენტრის სამხრეთ-აღმოსავლეთით, მდ.ურაველის წყლის (მდ.მტკვრის შენაკადი) ხეობაში, თრიალეთის ქედის (მცირე კავკასიონი) ფერდობზე.

კურორტზე არის მინერალური წყაროები, რომელთა დღე-ღამის დებიტი 70 ათას ლიტრამდე აღწევს. ქიმიური შემადგენლობით ეს მინერალური წყლები მიეკუთვნება ნახშირმჟავა, ჰიდროკარბონატულ, ნატრიუმ-კალციუმ-მაგნიუმიან წყლებს, რომლებიც შეიცავენ ნახშირმჟავა გაზს (1,2გ/ლ-ზე მეტს) და ბიოლოგიურად აქტიურ კომპონენტებს (90მგ/ლ მეტ კაუსის მჟავასა და 10მგ/ლ მეტ ორვალენტიან რკინას). საერთო მინერალიზაცია აღწევს 3გ/ლ. მინერალური წყლები გამოიყენება როგორც სააბაზანო პროცედურებისათვის (საყრდენ-სამოძრაო აპარატისა და პერიფერიული ნერვული სისტემის დაავადებათა დროს), ასევე სასმელად – კუჭ-ნაწლავის სნეულებათა სამკურნალოდ.

ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. საქართველოს კურორტები და საკურორტო რესურსები. ატლასი. მოსკოვი, 1989.
2. Элизбарашвили Э.Ш., Гонгладзе Н.Ш. Климатография курортов Грузии. Тб., 1980.247 с.
3. ე. ელიზბარაშვილი.საქართველოს კლიმატური რესურსები. თბილისი, 2007, 328 გვ.
4. მკორძახია. საქართველოს ჰავა. თბილისი, 1961, 147გვ.
5. საქართველოს სსრ კურორტები. თბილისი, 1987. 20გვ.
6. კაკოვიშვილი. საქართველოს კურორტების კლიმატური რესურსები. თბილისი, 1966, 18გვ.
7. მნოდია. საქართველოს კურორტები და საკურორტო რესურსები. თბილისი, 1976, 127გვ.
8. ინტერნეტი. ვიკიპედია.

უპკ 551.58

მესხეთ-ჯავახეთის საკურორტო რესურსები/კაიშაური მ/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2011.-ტ.117.-გვ.92-94-ქართ.,რეზ.ქართ.,ნგლ.რუს

ნაშრომში განსაზღვრულია მესხეთ-ჯავახეთის საკურორტო-რეკრეაციული რაიონის კურორტების და საკურორტო ადგილების ძირითადი კლიმატური მაჩვენებლები, განხილულია რაიონის საკურორტო ფაქტორები, შეფასებულია საკურორტო რესურსები და განსაზღვრულია მათი სამკურნალო ფაქტორები.

UDC 551.58

RESORTS RESOURCES OF MESKHET-JAVAKHETI

./KAISHAURI M/ Transactions of the Institute of Hydro-meteorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 92-94. - .Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ

In the work the main climatic showings of health resorts of Meskhet-Javakheti health resort recreate region are determined, there are considered health resort factors of the re-

gion, health resort resources are estimated and their treatment factors are determined

УДК 551.58

КУРОРТНЫЕ РЕСУРСЫ МЕСХЕТ-ДЖАВАХЕТИ.

./КАЙШАУРИ М/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с.92-94. –Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус

В работе определены основные климатические показатели курортов и курортных мест курортно-рекреационного района Месхет-Джавახети, рассмотрены курортные факторы района, оценены курортные ресурсы и определены их лечебные факторы.

*Amiranashvili A.G., *Bliadze T.G., *Chikhladze V.A.,
**Saakashvili N.M., **Tarkhan-Mouravi I.D.,
***Sikharulidze Sh.A., ***Lachashvili N.I.
*Mikheil Nodia Institute of Geophysics of
Ivane Javakhishvili Tbilisi State University
**Tbilisi Balneological Health Resort - Practical-
Scientific Center of Physiotherapy,
Rehabilitation and Medical Tourism of Georgia
***Institute of Botanic of Ilia University

UDC 615.834:613.1

NATIONAL BOTANICAL GARDEN OF GEORGIA – RECREATIONAL - SANITATION OASIS OF TBILISI CITY

1. INTRODUCTION

The climate of Tbilisi can be classified as moderately humid subtropical. The city's climate is influenced both by dry (Central Asian/Siberian) air masses from the east and humid subtropical (Atlantic/Black Sea) air masses from the west. Tbilisi experiences relatively cold winters and hot summers. Because the city is bounded on most sides by mountain ranges, the close proximity to large bodies of water (Black and Caspian Seas) and the fact that the Greater Caucasus Mountain Range (further to the north) blocks the intrusion of cold air masses from Russia, Tbilisi has a relatively mild micro-climate compared to other cities that possess a similar continental climate along the same latitudes. Vakhushthi Bagrationi wrote that the climate of Tbilisi is excellent and is pleasant. Summer occurs hot, but not no tolerated. Autumn and spring are excellent and cheerful [1, 2].

Together with this Tbilisi is industrial city with the appropriate negative influence on the climate. Urban structures, road communications and coatings, transport, etc. introduce essential influence on the background climate of city (islands of heat, air pollution, the disturbance of the wind regime, etc.). Therefore very important is the study of the microclimatic special features of the existing and promising recreational zones both inside the city and in its environments. These zones must be easily attainable for the majority of the population of Tbilisi city and its guests, and

also possess properties for leisure, tourism, rehabilitation of health, and at best - for the treatment.

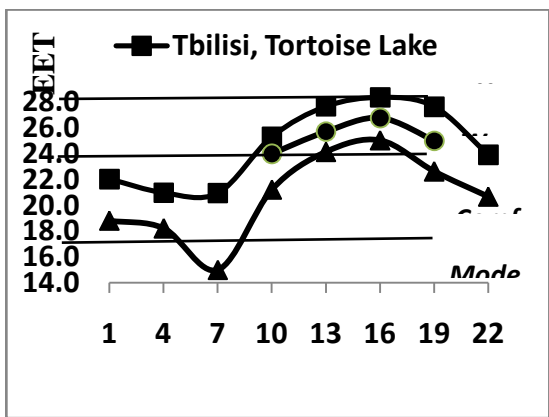
On the basis of that indicated above we have decided to conduct the preliminary analyses of the air equivalent-effective temperature (EET) on the territory of National Botanical Garden of Georgia (or Tbilisi Botanical Garden). Tbilisi botanical garden exists almost 400 years and this is one of the most dear places for the inhabitants of city and the guests of the Georgian Capital [3]. EET is the important bioclimatic characteristic, connected with the health of people [4].

2. METHOD AND DATA DESCRIPTION

Work gives the results of two day measurements for Tbilisi Botanical Garden. The measurements of temperature, relative humidity of air and wind speed were conducted with the use of a portable meteorological station. Calculation of EET was matched with the procedure, described in [5]. 30.07.2011 the measurements of the meteorological parameters at 25 points in territory 90 hectare (1125x802 m) of Botanical Garden were carried out. 2.08.2011 these measurements at 33 points in territory 1152 m² (72x16 m) near the main waterfall were carried out. The comparison of data of EET for the Botanical Garden with analogous data for the territory of the Institute of Geophysics, Tortoise Lake and Pasaunauri were carried out.

3. RESULTS

The results in fig. 1-4 are given. Distribution of EET in Tbilisi Botanical Garden 30.07.2011 in fig. 1 is given. As follows from fig. 1 the values of max EET varied from 24.3° to 26.8° (gradation - "Warmly", favorably for human health [4]). The smallest values of EET near the main waterfall and under the bridge of Tamara were observed (24.3° and 24.5° respectively).



The data of different of EET in Botanic Garden and territory of Cloud Chamber of Institute of Geophysics in fig. 2 is given. The value of this difference changes from -3.1° to 0°. Let us note that for the usual temperature of air this difference changes from -5.5°C to 1.5°C.

Distribution of EET near the main waterfall of Tbilisi Botanical Garden 30.07.2011 in fig. 3 is given. As follows from this figure the values of EET varied from 24.1° to 28.4°. Thus, at the small distance near the waterfall (60 m) the value of EET cover two gradations: "Warmly" and "Hotly". High values of EET above the heated stones were observed.

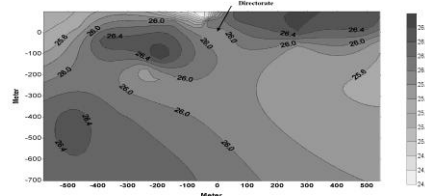


Fig. 1. Distribution of maximum air Equivalent Effective Temperature in Tbilisi Botanic Garden 30.07.2011

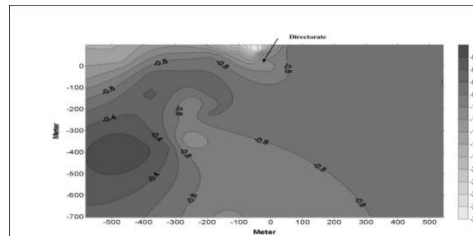


Fig. 2. Difference of air Equivalent Effective Temperature in Tbilisi Botanic Garden and territory of cloud chamber of Institute of Geophysics 30.07.2011

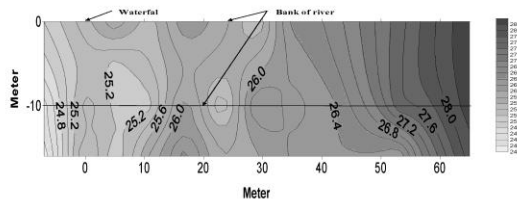


Fig. 3. Distribution of air Equivalent Effective Temperature near the waterfall in Tbilisi Botanic Garden 2.08.2011

Fig.4 Changeability of air equivalent-effective temperature (EET) in Pasaunauri and two locations of Tbilisi on 30 July 2011 in different hours

Changeability of EET in Botanic Garden, Tortoise Lake and Pasaunauri in fig. 4 are presented. As follows from this figure, in the day time value of EET in Botanical Garden is more than in Pasaunauri, and it is less than in the Tortoise Lake. From 13 to 19 hour value of EET in the territory of Botanical Garden correspond to gradation "Warmly", and Tortoise Lake - "Hotly".

Thus in the hot weather the territory of Botanic Garden is unique oasis with acceptable for the health Equivalent- Effective Temperature of air. In the future the more detailed mapping of EET values is expedient. This will make it possible to determine special zones for leisure, rehabilitations and treatment of people in combination with other useful properties of garden (ion therapy, phyto therapy, arotherapy, etc.).

4. CONCLUSIONS

The maps of distribution of Equivalent-Effective Temperature (EET) on the territory of National Botanical Garden of Georgia and main waterfall are made. In the day time value of EET in Botanical Garden is more than in Pasaunauri, and it is less than in the territory of Institute of Geophysics and Tortoise Lake. In the hot weather the territory of Botanic Garden is unique oasis with acceptable for the health values of EET.

ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Vakhushti Bagrationi – Description of the Realm of Georgia, Georgian Prose, vol. 5, Tbilisi, 1983, ppp. 381-454, (in Russian)
2. Svanidze G.G., Papinashvili L.K. (editors) – Climate of Tbilisi, St.-Petersburg, Gidrometeoizdat, 1992, 231 pp., (in Russian).
3. Kekelidze J., Loria M., Elbakidze M. – Tbilisi Botanic Garden 365, ISBN 99928-899-4-2, Tbilisi, “Dedaena”, 2001, 190 pp. (in Georgian).
4. Amiranashvili A., Danelia R., Mirianashvili K., Nodia Kh., Khazaradze K., Khurodze T., Chikhladze V. – On the Applicability of the Scale of Air Equivalent- Effective Temperature in the Conditions of Tbilisi City, Transactions of Mikheil Nodia Institute of Geophysics, vol. LXII, ISSN 1512-1135, Tbilisi, 2010, ppp. 216-220, (in Russian).
5. Sheleikhovski G.V. - Microclimate of Southern Cities, M., 1948, 118 pp., (in Russian).

უკ 615.834:613.1

საქართველოს ეროვნული ბოტანიკური ბაღი – ქალაქ თბილისის რეკრეაციულ-გამაჯანსაღებელი ოაზისი.

/ამირანაშვილი ა., ბლიაძე თ., ჩიხლაძე ვ., სააკაშვილი ნ., ხაჩიაშვილი ე., თარხან-მოურავი ი., სიხარულიძე შ., ლაჩაშვილი ნ./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პირობებში ეროვნული ბოტანიკური ბაღის მონიტორინგის შრომათა კრებული - 2011-ტ.117-გვ. 94-96- ინგლ.; რუს. ქართ., ინგლ., რუს.

პაერის ექვივალენტური ეფექტური ტემპერატურა (ეეტ) წარმოადგენს მნიშვნელოვან ბიოკლიმატურ მახასიათებელს, რომელიც კავშირშია ადამიანების ჯანმრთელობასთან. მოგვიანდელი წინასწარი კვლევების მონაცემები ეეტ-ის შესახებ საქართველოს ეროვნული ბოტანიკური ბაღის ტერიტორიაზე (2011 წლის ივლისი-აგვისტო).

ბოტანიკური ბაღის და მთავარი ჩანჩქერის ტერიტორიისათვის აგებული ეეტ-ის განაწილების რუკები. ეეტ-ის განაწილება არაერთგვაროვანია და იცვლება 24.3°-დან 26.8°-დე (გრადაცია “თბილა”, ადამიანის ჯანმრთელობისათვის ხელსაყრელი პირობა). ქალაქის სხვა უბნებში (გეოფიზიკის ინსტიტუტი და კუს ტბის ტერიტორია) ეეტ-ის მნიშვნელობა აღემატებოდა 27° (გრადაცია “ცხელა”, ადამიანის ჯანმრთელობისათვის არახელსაყრელი პირობა). განსაკუთრებით ხელსაყრელი თერმული პირობები შეინიშნება მთავარი ჩანჩქერის მახლობლად და თამარის ხიდის ქვემოთ მდინარე წავკისის მიდამოებში.

შემდგომში მიზანშეწონილია ჩატარდეს ეეტ-ის უფრო დეტალური კარტირებისა და ეს საშუალებას მოგვცემს დასვენებისათვის, რეაბილიტაციისათვის და ადამიანების მკურნალობისათვის განისაზღვროს სპეციალური ზონები ბაღის სხვა სასარგებლო თვისებებთან ერთობლიობაში (იონოთერაპია, ფიტოტერაპია, აეროტერაპია და სხვა).

UDC 615.834:613.1

NATIONAL BOTANICAL GARDEN OF GEORGIA –RECREATIONAL- SANITATION OASIS OF TBILISI CITY /Amiranashvili A.G., Bliadze T.G., Chikhladze V.A., Saakashvili N.M., Tarkhan-Mouravi I.D., Sikharulidze Sh.A., Lachashvili N.I./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2011.-т.117.- pp. 94-96. -Eng .; Summ.Georg.; Eng.; Russ

The air equivalent-effective temperature (EET) is the important bioclimatic characteristic, connected with the health of people. The data of preliminary studies of EET on the territory of National Botanical Garden Georgia (July-August of 2011 years) are represented.

The maps of distribution of EET on the territory of garden and main waterfall are made. Distribution of EET has uneven nature and changes from 24.3° to 26.8° (gradation - "Warmly", favorably for human health). In other parts of the city (territory of the Institute of Geophysics and Tortoise Lake) the value of EET exceeded 27° (gradation "Hotly", unfavorable for human health). Especially favorable thermal conditions near the main waterfall and under the bridge of Tamara near Tsavkisi river are observed.

In the future the more detailed mapping of EET values is expedient. This will make it possible to determine special zones for leisure, rehabilitations and treatment of people in combination with other useful properties of garden (ionotherapy, phytotherapy, arotherapy, etc.).

УДК 615.834:613.1

НАЦИОНАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД ГРУЗИИ – РЕКРЕАЦИОННО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЙ ОАЗИС ГОРОДА ТБИЛИСИ. /Амиранашвили А.Г., Блиадзе Т.Г., Чихладзе В.А., Саакашвили Н.М., Тархан-Моурави И.Д., Сихарулидзе Ш.А., Лачашвили Н.И./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.– 2011.–т.117.–с.94-96.– Рус.; Рез.Груз., Англ., Рус.

Эквивалентно-эффективная температура воздуха (EET), является важной биоклиматической характеристикой, связанной со здоровьем людей. Представлены данные предварительных исследований EET на территории национального ботанического сада Грузии (июль-август 2011 года).

Построены карты распределения EET на территории сада и главного водопада. Распределение EET имеет неравномерный характер и меняется от 24.3° до 26.8° (градация “Тепло”, благоприятно для здоровья человека). В других частях города (территория Института геофизики и Черепашье озеро) значение EET превышало 27° (градация “Жарко”, неблагоприятно для здоровья человека). Особенно благоприятные термические условия наблюдаются вблизи главного водопада и под мостом Тамары около реки Цавкиси. В будущем целесообразно более детальное картирование значений EET. Это позволит определить специальные зоны для отдыха, реабилитации и лечения людей в сочетании с другими полезными свойствами сада (ионотерапия, фитотерапия, аэротерапия и др.).

გ. ბერია

ივანე ჯავახიშვილის სახ. საქართველოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი, მნოდის გეოფიზიკის ინსტიტუტი, საქართველოს საინჟინრო აკადემია

უკ 552

ატმოსფერული კატასტროფები და მათი გამომწვევი მიზეზების ამოხსნა ატმოსფეროში შარული ენერჯის არსებობის დაშვებით

მეტეოროლოგიური კატასტროფები თავისი დამანგრეველი ძალით ბევრად წინ უსწრებს ნებისმიერ სხვა სტიქიურ უბედურებებს. ყოველწლიური ზარალი ტროპიკული ციკლონებისა, ქარიშხლებისა და წყალდიდობებისაგან აღწევს ასეულობით მილიარდი დოლარის ღირებულებას; მათგან უკვე დაიღუპა რამდენიმე მილიონი ადამიანი. ისტორიის მატანეში ინახება მრავალრიცხოვანი ტრაგიკული და დრამატული ეპიზოდები იმ კატასტროფებისა, რაც მოქონდა სტიქიის შემოტევებს დასახლებულ რეგიონებსა და ფლოტილებზე. მაგრამ კატასტროფების ეპოქა ჯერ კიდევ არ ჩაბარებია ისტორიას. მიუხედავად გრანდიოზული სამეცნიერო-

ტექნიკური პროგრესისა თანამედროვე ცივილიზაცია ძველებურად უძღურია სტიქიის წინაშე. კატასტროფები გრძელდება [1]. ამის დასადასტურებლად საკმარისია თუნდაც ერთი მაგალითი:

2005 წელი შეერთებულ შტატებში ტროპიკულმა ციკლონმა “ქეთრინმა” წყალში ჩაძირა ქალაქი ახალი ორლეანი. 10 ათასამდე ადამიანი დაიღუპა, ნახევარმა მილიონმა უშველა თავს საკუთარი სახლებიდან გაქცევით. ზარალმა გადააჭარბა 100 მილიარდ დოლარს! ალბათ ბევრს ახსოვს კიდევაც ამ ტრაგედიის დრამატული გაგრძელება: “ქეთრინის” შემდეგ ამერიკის ნაპირებთან გამოჩნდა მეორე ციკლონი, სახელად “რიტა”. შეერთებული შტატების პრეზიდენტი გამოვიდა ტელევიზიით და ასე მიმართა ამერიკელ ხალხს: მე ეკლესიაში ვიყავი და ღმერთს შევევედრეო, ღმერთო არ გამოუშვა ჩვენსკენ “რიტა”. მსოფლიოს უძლიერესი ქვეყანაც კი უძღური აღმოჩნდა ატმოსფერული სტიქიის წინაშე.

კატასტროფები მეორდება სისტემატურად. მათი შეტევები მომავალში კიდევ უფრო გაძლიერდება გლობალურ დატბობასთან დაკავშირებით. არ არის გამორიცხული, რომ მათ შორის აღმოჩნდეს ისეთი კატასტროფაც, რომელიც საფრთხეს შეუქმნის თვით ცივილიზაციის არსებობასაც კი. მთავარი მიზეზი ამგვარი საგანგაშო მდგომარეობისა არის ენერჯისა და ინფორმაციის დეფიციტი. ჩვენს ცივილიზაციას არ გააჩნია ენერგეტიკა სტიქიის შემოტევის შესაჩერებლად. მეცნიერებამ ჯერ კიდევ ვერ ამოხსნა ამოცანა კატასტროფების გამომწვევ მიზეზებზე. მრავალრიცხოვანი თეორიები და პროგრამები ძირითადად წარმოადგენს საინჟინრო-ტექნოლოგიური მიმართულებების ვარიაციებს ცნობილი ფუნდამენტური კანონების დიაპაზონში (მაგალითად, პროგრამა შტორმფურე) [1]. ისინი გამორიცხავენ ჯერ კიდევ უცნობი კანონების არსებობის შესაძლებლობას. ამ მეთოდოლოგიამ გადამწვევტი შედეგები ვერ მოგვცა. ეს კი საფუძველს გვაძლევს ეჭვი ავიდეთ, რომ ცოდნის იმ დიაპაზონში, რომელსაც ფლობს თანამედროვე მეცნიერება, ამოცანის ამოხსნა საერთოდ არ არსებობს. საჭიროა კლასიკური კანონების ჩარჩოებიდან გამოსვლა და ახალი ფუნდამენტალურ-კონცეპტუალური კანონების ძებნა.

კოსმოლოგებმა უკვე მოგვცეს ამგვარი ოპერაციის სანიშნო მაგალითი. როგორც კი დიდი აფეთქების კონცეფცია აღმოჩნდა მწვავე წინააღმდეგობაში რეალობასთან, დაუყონებლივ შეიქმნა ახალი, ნამდვილად რევოლუციური, ალტერნატიული ბნელი ენერჯის კონცეფცია. მან გადაარჩინა კოსმოლოგია ჩიხში მოქცევის. ატმოსფეროს ფიზიკა დიდი ხანია, რაც ბნელ ჩიხში იმყოფება და სინათლე გვირახის ბოლოს არ ჩანს.

ეს სტატია აყალიბებს ახალი კონცეფციის საფუძველებს ელექტროდინამიკის ძირითადი კანონების – მაქსველის განტოლებების ფიზიკური შინაარსის ინტერპრეტაციის შეცვლის გზით. კლასიკური ელექტროდინამიკის ტადლური განტოლებებისა და კვანტური მექანიკის ძირითადი მუდმივის ერთობლივი ანალიზი ამტკიცებს, რომ მატერიის პირველადი უნივერსალური ელემენტები არის ელექტრული და მაგნიტური დისკრეტული ნაკადე-

ბი. ანტენის მიერ გამოსხივებული ნებისმიერი ელექტრომაგნიტური ველი წარმოადგენს ამ ელემენტების პარალელურად დალაგებულ და მიმდევრობით ჩართულ ერთობლიობის პაკეტს. ელექტრული და მაგნიტური ელემენტები ურთიერთმომედებენ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დაცულია მაქსველის განტოლებებში წარმოდგენილი ენერგეტიკული, ექვტორული, გეომეტრიული და სასაზღვრო პირობები. ამ პირობების დარღვევის შემთხვევაში სტრუქტურა იშლება კომპონენტებად. ფარული ენერჯია არის სწორედ ეს დაშლილი კომპონენტები. ელექტრული კომპონენტა შეიძლება აღმოჩნდეს ჩაკეტილი ატმოსფეროს ელექტროსტატიკური ველის პოტენციალურ “ტომარაში” და სტაციონალურად იარსებოს იქ განუსაზღვრელი ვადით. ჩვენ მას ვუწოდებთ **დროის საცობი** (ინგლისურად თიმე’ს შტოპპერ) [2]. შემდგომში ამ ობიექტის სახელი მოკლედ იქნება **სტოპერი**. ამგვარი სახელწოდების აზრი შემდეგია: სტრუქტურის საათი გაჩერებულია, მასში დრო არ მიედინება. ის ინახავს წარსულის ინფორმაციას. გარკვეულ პირობების შესრულების შემთხვევაში დრო ჩაერთვება და სტოპერი იწყებს ურთიერთმომედებას ჰაერის მოლეკულებთან. მისი უნიკალური თვისება არის ჰაერის სითბური ენერჯის აკუმულირება და გარდაქმნა სფერული ელვის, ელჭექის, ციკლონისა და ტორნადოს ენერჯიებად. ამ მოვლენებიდან თუ რომელი განვითარდება დამოკიდებულია სტოპერის მასშტაბებსა და სტრუქტურაზე.

სფერული ელვა, არის ატმოსფეროში ფარული ენერჯის არსებობის ძირითადი არგუმენტი. ეს იშვიათი და შედარებით დაბალენერგეტიკული მოვლენა გამოირჩევა სხვა ატმოსფერული მოვლენებისაგან თავისი იდუმალებით. მიუხედავად იმისა, რომ მისი თვისებები დეტალურად დადგენილია, ის მაინც რჩება აბსოლუტურად ამოუცნობ ობიექტად. ის წარმოადგენს უნიკალურ ობიექტს მკვლევარისათვის. ციკლონი, ტორნადო, ელჭექი შეიძლება მივაკუთვნოთ ნაწილობრივ ამოცნობილ ობიექტებს იმ იმედით, რომ ადრე თუ გვიან ისინი ამოცნობილ იქნებიან ბოლომდის თანამედროვე მეცნიერების კანონების ფარგლებში. სფერული ელვა იმით განსხვავდება ამ მოვლენებისაგან, რომ მან ყველა იმედები ამოუწურა მკვლევარებს. უკვე შექმნილია ორასამდე ჰიპოთეზა მეცნიერებათა მთელ რიგ დარგებში, მაგრამ ამაოდ, ამოცანა მაინც ამოუხსნელი რჩება. ამგვარი მდგომარეობა ვერ ჯდება სახეთა ამოცნობის ვერავითარ თეორიაში. საკმარისი არის უცნობი ობიექტის სამი, ან, უკიდურეს შემთხვევაში, ოთხი სპეციფიკური ნიშან-თვისების დადგენა, რომ ეს ობიექტი ამოცნობილი იქნება. მაგრამ, როდესაც ცნობილია ასეულლობით მახასიათებელი, ობიექტის ბუნება კი მაინც კითხვის ნიშნის ქვეშ დგას, მაშინ უნდა აღიარებულ იქნას, რომ საქმე გვაქვს ღრმა კრიზისთან მეცნიერებაში. ძირითადი მიზეზი ამგვარი კრიზისისა არის მეცნიერული კვლევის პრინციპულად არასწორი მეთოდოლოგია. როგორც წესი, მეცნიერებაში დომინირებს ორთოდოქსალური პრინციპი: ნებისმიერი უცნობი მოვლენა უნდა ჩაჯდეს ცნობილი და აღიარებული კანონების

ჩარჩოვში. აღსანიშნავია, რომ ყველა ჰიპოთეზები, რომლებიც გვაძლევს მოვლენათა ბუნების ნაწილობრივ ამოხსნას, სწორედ ამ პრინციპზეა დაფუძნებული. შედეგად ხდება სამეცნიერო კანონების დოგმატად გადაქცევა და უნაყოფო ჰიპოთეზების წარმოქმნა.

ამ სტატიის ავტორმა გამოიყენა გარკვეული რისკის შემცველი პარადოქსული მეთოდოლოგია: მოვლენა კი არ უნდა ჩაჯდეს ცნობილი კანონების ჩარჩოვში, არამედ სამეცნიერო კანონი უნდა მოერგოს ბუნების მოვლენის მახასიათებლებს. მოვლენა უნდა დომინირებდეს კანონზე, და არა კანონი – მოვლენაზე. ეს მეთოდი ავტორმა გამოიყენა 40 წლის უკან, 1970-იან წლებში და მიიღო სფერული ელვის ბუნების ამომწურავი ამოხსნა [3, 4], მაგრამ წააწყდა ორთოდოქსალთა სასტიკ წინააღმდეგობას. მათთვის სრულიად მიუღებელი იყო ავტორისეული მეთოდოლოგია. 40 წლიანმა გამოცდილებამ დაადასტურა ახალი მეთოდის სიცოცხლისუნარიანობა. ფიზიკა მნიშვნელოვნად შეიცვალა დროის ამ მონაკვეთში. სიმები, ბნელი ენერგია, არალოკალური ურთიერთმოქმედება და სხვა უცნაურობები, რომლებიც 70-იანი წლების ფიზიკისათვის სრულიად უცხო ხილი იყო, თეორეტიკოსთა არსენალის ძირითადი იარაღი გახდა. კოსმოლოგებმა სრულიად მოულოდნელად ცივი წყალი გადაასხეს 70-იანი წლების ორთოდოქსალთა თვითდაჯერებულ თავებს: მათ აღმოაჩინეს, რომ რაც ვიცით ამ სამყაროს შესახებ, არის მხოლოდ 4% იმისა, რაც რეალურად არსებობს. არა და გვეგონა, რომ ყველაფერი პირიქით იყო: ვიცოდით 96% და დაგვრჩა გასაგები სულ რაღაც 4% ნარჩენების სახით. რა არის 4%? ჩიტი ბღღუნად არ ღირს! ასეთი იყო იმ დროის საერთო განწყობა.

ახალი კონცეფცია არ შემოიფარგლება მხოლოდ სფერული ელვის ბუნების არაორდინალური ამოხსნით. მისი ზეგავლენის არეალი ვრცელდება მეცნიერების მთელ რიგ მიმართულებებში. კერძოდ, შესაძლებელია ელექტრის, ტორნადოს, ციკლონის (ტაიფუნის), სეცყვის პრობლემური მახასიათებლების ახლებურად ამოხსნა. როგორც უკვე აღინიშნა, ყველა ამ მოვლენების ბუნებას უკვე აქვს თავისი ნაწილობრივი ამოხსნები ჰიპოთეზების სახით. ნაწილობრივი ამოხსნა ორღესული მახვილივითაა: ერთი მხრივ ის შეიძლება მიანიშნებდეს გზას, რომელიც მიგვიყვანს პრობლემის სრულ ამოხსნამდე, მაგრამ არის საშიშროებაც, რომ საქმე გვაქვს მაცდუნებელ მიმიკრიასთან, ჰიპოთეზური მოდელის მიმსგავსებასთან რეალურ ობიექტთან. შეიძლება დარწმუნებულად ითქვას, რომ სფერული ელვის ჰიპოთეზების აბსოლუტური უმრავლესობა წარმოადგენს მიმიკრიას, მათ არაფერი აქვთ საერთო ამ მოვლენასთან, თუმცა გარეგნულად ემსგავსება მას.

ციკლონი (ტაიფუნი) არის სტოპერის მიერ სკალარული ქაოსიდან გამოჩეკილი ვექტორული, ორგანიზებული სტრუქტურა, რომელიც ალტურვილია უნარით ატმოსფეროს სითბო ინტენსიურად გარდაქმნას მუშაობად. თერმოდინამიკის მეორე ფუნდამენტური საწყისის თანახმად ამგვარი რამ შე-

საძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ დატული იქნება პირობები:

$$S_c = S_1 + S_2, ; S_1 \gg S_2;$$

$$\Delta S_c = \Delta S_1 + \Delta S_2 \geq 0 \quad (1)$$

აქ S_c, S_1, S_2 – ერთ მოცულობაში ორი დამოუკიდებელი სისტემის საერთო და ცალკეულ ენტროპიათა მნიშვნელობებია. თუ ამ სისტემებს შორის დამყარდა კავშირი, მაშინ მათ შორის დაიწყება ენტროპიების გათანაბრება, რაც გამოსახულია (1)-ს მესამე განტოლებაში. ამ განტოლებების ფიზიკური შინაარსი მარტივია: ორი სისტემიდან ერთერთი მათგანი უნდა იყოს ღუმელი, ხოლო მეორე – მაცივარი. აქედან ღუმელი ცნობილია: ეს არის ატმოსფერო. მისი ტემპერატურა $T_f \approx 300^\circ K$. რაც შეეხება მაცივარს, ის არის სწორედ სტოპერი, ფარული ენერგია, რომელიც შემოყვანილ იქნა სფერული ელვის ბუნების ასახსნელად. მისი ტემპერატურა $T_r = 0^\circ K$. ამგვარად, ერთი და იმავე მოცულობაში, ერთდროულად შეიძლება არსებობდეს “ღუმელი” და “მაცივარი” ნებისმიერი ტემპერატურული სხვაობით. შეიძლება ითქვას, რომ ისინი ურთიერთ დემატერიალიზებული ობიექტებია. ამგვარი მდგომარეობა შეესაბამება ბოზე-აინშტაინის სტატისტიკის ძირითად პრინციპს სტაციონარული სისტემებისათვის და აიხსნება იმ გარემოებით, რომ ეს სისტემები იმყოფება სხვადასხვა ენერგეტიკულ დონეებზე. მუხტი არის მესამე ობიექტი, რომელსაც შეუძლია შექმნას დამაკავშირებელი არხი. ერთი მხრივ ის მონაწილეობს ჰაერის მოლეკულების (ღუმელის) თერმოდინამიკურ პროცესში და, იმავე დროს თავისი ელექტროსტატიკური ველით ჩართულია სტოპერის (მაცივარის) სტრუქტურაში. შედეგად ჩვენ ვღებულობთ ორმაგ, თერმოდინამიკურ არასტაციონალურ პროცესს: ჰაერის სითბური ენერგია გადაედინება სტოპერში და გროვდება იქ ელექტროენერგიის სახით. ეს პროცესი ექვივალენტურია კონდესატორის დამუხტვისა დენის წყაროს მიერ. აქ დენის წყარო არის იონების ქაოსური მოძრაობა, ხოლო კონდესატორები – სტოპერის ელემენტები. პროცესი ცალმხრივია, სტოპერი მიღებულ ენერგიას უკან არ აბრუნებს. შედეგად აკუმულირებული ენერგიის ზღვრულმა მნიშვნელობამ შესაძლებელია რამდენიმეჯერ გადააჭარბოს ჰაერის საშუალო სითბურ ენერგიას. როგორც წესი, აკუმულირებული ენერგიის მაქსიმალური მნიშვნელობის ზღვარი განპირობებულია ჰაერის მოლეკულების იონიზაციის პოტენციალით. როდესაც სტოპერის ელემენტში პოტენციალი მიაღწევს იონიზაციის დონეს, წარმოიქმნება სხვადასხვა ნიშნის წყვილი იონი. მათ შორის მოქმედებს ერთი შეხედვით პარადოქსული განზიდულობის ძალა:

$$F_c - F_s = 0 \pm F_d \quad (2)$$

აქ F_c – მუხტებს შორის მოქმედი კულონის ძალაა; F_s – სტოპერის მიერ შექმნილი განზიდულობის ძალა; F_d – ძალთა სხვაობა, რომელსაც ექნება ნულოვანი, დადებითი, ან უარყოფითი ნიშანი. როგორც წესი საწყისის ფაზაში დომინირებს სტოპე-

რის პოტენციალი და ამიტომაც სხვადასხვა ნიშნა მუხტები ერთმანეთისგან განიზიდებიან. ახლად წარმოქმნილი იონები ჰქნის ახალ კავშირებს ღუმელსა და მაცივარს შორის. პროცესი ღებულობს ექსპონენციალურად მზარდ ხასიათს. ენერჯის მაქსიმალური სისწრაფით გადაცემას ადგილი ექნება მაშინ, როდესაც მოლეკულების თავისუფალი გარბენის მანძილი გაუტოლდება სტოპერის ელემენტების კვთის დიამეტრს. ელემენტარული გათვლა გვიჩვენებს, რომ სტანდარტულ პირობებში იონი განიცდის რამდენიმე მილიარდ დაჯახებას ყოველ წამში მოლეკულების მხრიდან. ამ დროს ის მიიღებს მოლეკულებისაგან და გადასცემს სტოპერს საშუალოდ 10^{-12} ჯოულ ენერჯიას, რაც საკმარისია 10^6 წვეილი ახალი მუხტის წარმოსაქმნელად. ენერჯის გადადენის სინქარე ჰაერიდან სტოპერში იზრდება გეომეტრიული პროგრესიის სისწრაფით:

$$S_n = \frac{a_1(q^n - 1)}{q - 1} \approx 4 \cdot 10^6 \quad (3)$$

S_n -მუხტების ჯამური რაოდენობა დროის ერთეულში; $a_1=2$ - პროგრესიის პირველი წევრი; $n=10^6$ w^{-1} -პირველი მუხტის მიერ შექმნილი მუხტების რაოდენობა დროის ერთეულში; $q=2$ - პროგრესიის მნიშვნელი.

პროცესი აფეთქების ტოლფასი დარტყმითი ხასიათისაა. სწრაფად კლებულობს ატმოსფეროს ენტროპია, ეცემა ჰაერის ტემპერატურა და წნევა, იზრდება წყლის ორთქლის კონდენსაცია. მოლეკულების ქაოსური, სკალარული მოძრაობა გარდაიქმნება ვექტორულ, დალაგებულ მოძრაობად, რაც იწვევს შკვალს, ციკლონს, ტორნადოს, სეტყვას. სტოპერში აკუმულირებული ენერჯია გამოიყოფა ინტენსიური ელექტრების სახით. ციკლონის თვალი არის სტოპერის სტრუქტურის თავისებურების შედეგი.

ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Е. А. Шарков. Атмосферные катастрофы: эволюция научных взглядов и роль дистанционного зондирования. Институт космических исследований РАН. Интернет. 2004.
2. G. Berria. Ball Lightning and New Axiom. XIV International Conference of Atmospheric Electricity. Brazil, Rio De Janeiro, 2011.
3. g. beria. ra aris sferuli elva? "mecniereba da teqnika", #12, 1976.
4. G. Berria. On the Problem of Ball Lightning origin. Part 1. An Electric String Model. Part 2. The Explanation of the Specific Properties of Ball Lightning. Proceedings 6th International Symposium on Ball Lightning (ISBL99), Antwerp, Belgium, 1999.

უკ552

ატმოსფერული კატასტროფები და მათი გამომწვევი მიზეზების ამოსხნა ატმოსფეროში ფარული ენერჯის არსებობის დაშვებით/გ.ბერია/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 96-100.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ციკლონი, ტორნადო, ელქეტი, სეტყვა, წყალდიდობა ატმოსფეროს სტიქიონის წარმონაქმნები ყოველწლიურად გადმოდიან შეტევაზე და ანადგურებენ ქალაქებს, ფლოტილებს, მოსავალს. ზარალი იზომება ასეულობით მილიარდ დოლარებში, დაღუპულთა რაოდენობა მილიონობით ადამიანს აღწევს. თანამედროვე ცივილიზაცია ამჟამადაც ისევე უძღვრება მათ წინაშე, როგორი უმწეო ის იყო წარსულ საუკუნეებში. ამგვარი მდგომარეობის ორი მიზეზი არსებობს: პირველი – ენერგეტიკული სისუსტე და მეორე – ინფორმაციის დეფიციტი. მიუხედავად შთამბეჭდავი პროგრესისა თანამედროვე ცივილიზაციას არ ჰყოფნის ენერჯია, რომ გაუმკლავდეს სტიქიის შემოტევას. თანამედროვე მეცნიერებამ ჯერ კიდევ ვერ ამოხსნა სტიქიური კატასტროფების გამომწვევი მექანიზმების შინაგანი ბუნება.

ამ სტატიის მიზანია სწორედ სტიქიონის საიდუმლოებას ფარდა ახალოს, გახსნას მისი იდუმალი მექანიზმების ბუნება და ამით მისცეს ადამიანს შესაძლებლობა ღირსეული წინააღმდეგობა გაუწიოს სტიქიის შემოტევას. იდეის არსი შემდეგია: ატმოსფეროში არსებობს ფარული ენერჯია, რომელიც გარკვეულ პირობებში იწვევს ურთიერთმოქმედებას გარემოსთან, სიბოლს ქაოსური ენერჯია გადაჰყავს ორგანიზებულ ძალად და შედეგად იწვევა კატასტროფები. ფარული ენერჯის ბუნება სახსებით შეცნობადია. დაბრკოლებას ჰქმნის მხოლოდ წარსული საუკუნიდან მექანიკურებით მიღებული მცდარი, დოგმად გადაქცეული ზოგიერთი პოსტულატი.

UDC 552

Atmospheric Catastrophes and Explanation of the Reasons of their Occurrence by an Assumption of Existence of the Latent Energy in Atmosphere./G.N.Berria/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. -

t.117. – pp. 96-100. -Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ

The cyclone, tornado, thunder-storm, hails, flooding, these creations of atmospheric instability annually attack cities, flotillas, a cropp. The damage is measured in hundreds billion dollars, the death-roll of people is estimated in millions. The modern civilization also is powerless before them, how they were helpless in last centuries. Two reasons explain such position: the first is power weakness. The second is deficiency of the information. The modern civilization has not energy to resist catastrophes. The modern science has not managed to penetrate in foundation of the reasons of instability.

The purpose of given article is attempt to open the secret of the mechanism leading to catastrophes and to give the chance to the peoples to resist adequately them. Essence of ideas in the following: the latent energy is in earth atmosphere which can start to interact with environment. It will transform the thermal energy of air in the organized force and, as consequence, catastrophes begin. The nature of the latent energy quite gives in to an explanation in classics limits. A problem is created by some erroneous postulates inherited from the last century in the form of firm dogmas.

УДК 552

Атмосферные катастрофы и объяснение причин их возникновения допущением существования скрытой энергии в атмосфере.Г. Н. Берия/Сб. Трудов Института

Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.-2011.-т.117.-с.96-100.-Груз.;Рез.Груз.,Анг., Рус.

Циклон, торнадо, гроза, град, наводнение, эти порождения атмосферной стихий ежегодно атакуют города, флотилии, ур-ожай. Ущерб измеряется в сотни миллиардах долларов, число погибших людей исчисляется миллионами. Современная цивилизация также бессильна перед ними, какой беспомощной она была в прошлых столетиях. Две причины объясняют такое положение: первое это энергетическая слабость. вторая – дефицит информации. У современной цивилизации не хватает энергии, чтобы противостоять стихий. Современная наука не

сумела проникнуть в сущность природы порождающей катастрофы.

Цель данной статьи как раз и является попытка раскрыть тайну механизма катастроф и дать человеку возможность достойно противостоять им. Сущность идей в следующем: в атмосфере земли существует первичная скрытая энергия, которая начинает взаимодействовать с окружающей средой. тепловую энергию воздуха преобразует в организованную силу и, как следствие, начинаются катастрофы. Природа скрытой энергии вполне поддается объяснению в пределах классики. Проблема создаются некоторыми ошибочными постулатами, полученными по наследству из прошлого века в виде незыблемых догм.

Калов Х. М., Калов Р. Х.

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»
РОСГИДРОМЕТА, г.Нальчик

УДК 551.509.6

АКТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ (НА ГРОЗО-ГРАДОВЫЕ ОБЛАКА)

В 25 странах мира, согласно регистру Всемирной Метеорологической Организации 1992 г., осуществлялось не менее 50 оперативных программ по предотвращению града. В подавляющем большинстве проектов в качестве реагента для засева грозо-градовых облаков используется йодистое серебро AgI , и только в некоторых странах, например в США, наряду с AgI используется углекислота CO_2 , а в Болгарии – йодистый свинец PbI_2 [1].

Эффективность активных воздействий на грозо-градовые облака кристаллизующим реагентом AgI с целью предотвращения градобитий зависит от многих факторов, в частности от точности определения места внесения реагента, количества реагента на единицу обрабатываемого объема облака (дозировки) и времени внесения в него реагента. В свою очередь, эти факторы зависят от термодинамических и микрофизических параметров грозо-градовых облаков. Определение динамических параметров (скорости и направления воздушных потоков, турбулентных движений) грозо-градовых облаков производится дистанционным, в частности радиолокационным, методом с использованием различных радиолокационных отражателей, запускаемых в исследуемый объем облака. Прямые измерения не получили практического применения как из-за сложности, а зачастую и невозможности, так и опасности проведения таких экспериментов. Микрофизические параметры (водность, размеры гидрометеоров и др.) оцениваются по радиолокационной отражаемости η_{10} , $\eta_{3.2}$, измеренной с помощью радиолокатора МРЛ-5. Место и время внесения кристаллизующего реагента определяются с помощью радиолокационных исследований с учетом температурных уровней и вектора скорости воздушных потоков в обрабатываемом объеме облака. Для обеспечения достаточной концентрации реагента во всем обрабатываемом объеме необходимо знать коэффициент турбулентности в зоне воздействия (наряду с водностью и концентрацией гидрометеоров), поскольку основным механизмом,

разносящим кристаллизующий реагент в зоне воздействия, является турбулентная диффузия.

В настоящей работе приводятся результаты натуральных экспериментов по определению вектора скорости воздушных потоков в грозо-градовых облаках и их окрестностях с целью выработки рекомендаций по уточнению схемы засева кристаллизующим реагентом – йодистым серебром.

Методика и аппаратура экспериментальных исследований воздушных потоков

Экспериментальный аппаратный комплекс состоит из:

- метеорологического радиолокатора МРЛ-5;
- поляриметра (поляризационной решетки);
- блока многоконтурного изохэа БОМО (блока отображения метеорологической обстановки);
- вычислительного комплекса 15 ВУМС-28-025;
- метеорологической ракетной пусковой установки;
- метеорологической ракеты „Облако” со специально разработанной разделяющейся головкой для выброса ПРО;
- средств связи.

Измерения начинаются с момента обнаружения облаков в зоне действия ракетной пусковой установки радиусом 15 – 20 км.

В дальнейшем операции проводятся в следующем порядке:

- определяются координаты места внесения ПРО в облачное или околооблачное пространство;
- по таблицам стрельб вырабатываются команды для запуска ракет „Облако” со специальной разделяющейся головкой;
- непосредственно перед запуском ракеты в азимуте стрельбы производится фоторегистрация вертикального разреза структуры метеорадиоэха;
- при сканировании исследуемого объема антенной МРЛ-5 по углу места в пределах заданного азимута выделяются характерные для ПРО неоднородности на фоне метеорадиоэха;
- измерения координат ПРО производятся через каждые 1 - 3 мин, строится траектория движения отражателей и находятся их скорости;
- определяются площади горизонтальных и вертикальных сечений радиоэха от ПРО для последующего вычисления коэффициента турбулентности.

Результаты радиолокационных измерений вектора скорости воздушных потоков

Изучение воздушных потоков в кучево-дождевых облаках, особенно в грозо-градовых, связано со значительными практическими трудностями, поэтому экспериментальный материал сравнительно скуден и еще много нерешенных задач, несмотря на то, что такие работы ведутся вот уже четвертое десятилетие во многих странах мира.

Самолетные исследования структуры воздушных потоков проводила группа сотрудников отдела атмосферных исследований Университета в штате Вайоминг (США) под руководством Марвица [2], в результате чего получено поле потоков в суперячейковых облаках.

В случае суперячейковых процессов непосредственные измерения с залетом в облако становятся опасными и исследования проводятся дистанционными ме-

тодами с использованием радиолокационных средств [3,4].

В последние десятилетия для измерения скорости и направления воздушных потоков радиолокационным методом нами используются специальные пассивные радиолокационные отражатели типа «Углен» [4]. В экспериментах применялись также искусственные отражатели в виде металлизированных лент или полуволновых диполей.

Ниже приводятся результаты натурных экспериментов (всего 21 эксперимент) по исследованию воздушных потоков в облаках и околооблачном пространстве. Из них 4 запуска ракет с ПРО осуществлено в область максимума отражаемости метеорадиоэха, 8 - в навес и впереди навеса на удалении 2-4 км, 1 - на границу навеса и околооблачной среды, 1 - в верхнюю часть слоисто-кучевого облака, 7 - в околооблачное пространство (2 из них - в чистую безоблачную атмосферу).

Натурные эксперименты с использованием пассивных радиолокационных отражателей для исследования направления и скорости воздушных потоков в облаках и их окрестностях показали, что в области максимума отражаемости метеорадиоэха, в навесе и впереди навеса радиоэха нет затока воздуха в облако. ПРО, внесенные в указанные части облака, перемещаются по направлению ведущего потока от центра облака к навесу радиоэха, одновременно опускаясь вниз с гравитационной скоростью. Такая же картина наблюдается при внесении ПРО в вершинную часть облака. В зависимости от места внесения отражателей, мощности и стадии развития облака скорости перемещения ПРО меняются в широких пределах - от нескольких метров в секунду до $17-30 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Собственная гравитационная скорость падения ПРО «Углен» составляет $0,6-0,7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, ПРО «Фольга» - $0,7-0,8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$.

Вне суперячейкового облака, за изолинией отражаемости $\eta_{10}=10^{-12} \text{ см}^{-1}$ во фронтальной части (под навесом радиоэха) до удалений от облака 4 - 6 км, наблюдаются восходящие потоки со скоростями $1 - 10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ до температурных уровней $-1...-10^{\circ}\text{C}$ и ниже. Внутри облака, во фронтальной части за изолинией отражаемости $\eta_{10}=10^{-12} \text{ см}^{-1}$, ограниченной по горизонтали зоной выпадения града и по вертикали изолиниями температуры $-12...-18^{\circ}\text{C}$, наблюдаются нисходящие потоки со скоростями $1-10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. В этой части облака значение влажности составляет $q=0,04...3,54 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$, концентрация гидрометеоров $N=150...5000 \text{ м}^{-3}$ (при критическом диаметре частиц осадков $d_{\text{кр}}=1000 \text{ мкм}$), вертикальные скорости воздушных потоков незначительны. Такие условия являются оптимальными для активного воздействия на градовые процессы кристаллизующим реагентом - йодистым серебром. Отсутствие сильных воздушных потоков благоприятствует тому, что реагент не выносится из зоны воздействия, не успев проявить себя как льдообразующее средство. Температура $-12...-18^{\circ}\text{C}$ наиболее благоприятна для замораживания водяных капель йодистым серебром. Наличие в облаке переохлажденной жидкокапельной части приводит к росту твердых ледяных частиц за счет капель и водяного пара. Наиболее интенсивно процесс перегонки водяного пара с жидких переохлажденных капель на ледяные частицы протекает при температуре -12°C , при

которой разность давлений насыщенного водяного пара надо льдом и над водой достигает максимального значения [5].

Исходя из вышеизложенного, рекомендуется вносить кристаллизующий реагент в суперячейковые градовые облака на температурный уровень $-11...-20^{\circ}\text{C}$ во фронтальную часть градового облака, ограниченную по горизонтали изолиниями радиолокационной отражаемости $\eta_{10}=10^{-9}...10^{-11} \text{ см}^{-1}$ (в зону роста и зону формирования условий зарождения и роста града). Время внесения кристаллизующего реагента определяется моментом формирования крупнокапельной ($d_{\text{кр}}=10^3 \text{ мкм}$) переохлажденной зоны с концентрациями $N = (1,5...50)\cdot 10^2 \text{ м}^{-3}$, влажностью $q=0,04...3,5 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$, что соответствует радиолокационной отражаемости $\eta_{10} = 10^{-9}... 10^{-11} \text{ см}^{-1}$.

Дозировка реагента зависит от концентрации крупных капель в зоне воздействия. При влажности $q=1...3 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$ концентрация 1000 мкм частиц составляет $N = (19...57)\cdot 10^2 \text{ м}^{-3}$ или 10^9 N в 1 км^3 . Если принять, что выход кристаллов в естественных условиях равен 10^{13} , коэффициент эффективности K , под которым понимается число кристаллов реагента, необходимое для получения одной замерзшей крупной капли, являющейся зародышем градины, составляет $1:500$, то на 1 км^3 обрабатываемой облачной зоны потребуется израсходовать $m=95...285 \text{ г}$ реагента.

ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Program on physics and chemistry of clouds and weather modification research // WMO Report N 26. Secretariat of the WMO. Geneva, Switzerland, 1996. - 40 pp.
2. Marwitz J.D. The structure and motion of severe hailstorm. Part III. Severely sheared storms // J. Appl. Met. - 1992. - Vol. 11, No 1.- PP. 189-201.
3. Бибилашвили Н.Ш. Некоторые вопросы методики и результаты исследования характера воздушных потоков в конвективных облаках и в их окрестностях // Тр. ВГИ. - 1977. - Вып. 21. - С. 104 - 109.
4. Богомолов О.С., Калов Х.М., Пашкевич М.Ю. Исследование распространения пассивных радиолокационных отражателей в облаке и околооблачном пространстве // Тр. ВГИ.- 1989.- Вып. 76. - С. 82-87.
5. Сулаквелидзе Г.К. Ливневые осадки и град. - Л.: Гидрометеиздат, 1967. - 412 с.

უაკ 551.509.6

მეტეოროლოგიურ პროცესებზე (მძლავრ კონვექციურ ღრუბლებზე) აქტიური ზემოქმედების შესახებ/კალოვი ხ. მ., კალოვი რ.ხ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 100-102.-რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

გამოკვლეულია იოდოვანი ვერცხლის ტიპის მაკრისტალიზებელი რეაგენტით ჭექა-ქუხილისა და სეტყვის ღრუბლებზე აქტიური ზემოქმედების მეთოდი. წარმოდგენილია სეტყვის ღრუბლებისა და მათ მიდამოთა პარამეტრების განსაზღვრის ნატურული ექსპერიმენტების შედეგები, რაც რადიოლოკაციური მეთოდითაა განხორციელებული პასიური რადიოლოკაციური ამრეკლავებითა და პოლარიზაციული ბადის (პოლარიმეტრის) საშუალებით. შემუშავებულია რეკომენდაციები ჭექა-ქუხილისა და სეტყვის ზეუჯრედოვან ღრუბლებში მაკრისტალი-

ზებელი რეაგენტის შეტანის ადგილისა და რეაგენტის დოზირების დაზუსტებასთან დაკავშირებით. ბიბლიოგრაფია – 5 დასახელება.

UDC 551.509.6

The active influence on meteorological process (on thunderous and hail clouds)/Kalov Kh.M., Kalov R.Kh./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. - 2011. - т.117. - pp. 100-102. -Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ
The method of active influence on thunderous and hail clouds by means of iodine-silver-type crystallizable reactant is considered. Outcomes of full-scale experiments for determination of dynamic parameters of thunderous clouds and their neighborhoods are presented. Experiments executed by means of radiolocating modus using passive radiolocating reflectors and polarization grating (polarimeter). Recommendations for defining the introduction point of crystallizable reactant into ultra-nuclear thunderous-hail clouds and dosage of the reactant are given. Bibliography 5 titles

УДК 551.509.6

АКТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ (НА ГРОЗО-ГРАДОВЫЕ ОБЛАКА). /Калов Х.М., Калов Р.Х./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. –т.117. –с.100-102. – Рус.; Рез. Груз., Англ., Рус. Исследован метод активного воздействия на грозо-градовые облака с использованием кристаллизирующего реагента типа йодистого серебра.

Приводятся результаты натурных экспериментов по определению динамических параметров градовых облаков и их окрестностей радиолокационным способом с использованием пассивных радиолокационных отражателей и поляризационной решетки (поляриметра).

Разработаны рекомендации по уточнению места внесения кристаллизирующего реагента в суперячейковое грозо-градовое облако и дозировке реагента. Библ. 5.

М. Р. Ватиашвили

Министерство природных ресурсов и экологии РФ.
Росгидромет. ГУ «Ставропольская Военизированная служба по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы».

УДК: РД 52.37.731

РАЗРАБОТКА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО МЕТОДА АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ГРАДОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

Целью представленной работы является разработка усовершенствованного метода активного воздействия на градовые процессы. [2–9,12] Он отличается от действующей инструкции [1] тем, что в нем учтены те недостатки, которые ранее при воздействии не применялись и приводили к отрицательным результатам – пропуску града с ущербом сельскохозяйственных культур.

Первым недостатком действующей инструкции является то, что в критерии засева ОВ 2-й категории [8,12], характеризующийся параметрами $35 < Z_m < 55$ dBZ и $\Delta H_{35} > 2,5$ км, не учитывалось превышение высоты максимальной радиолокационной отражаемости (Z_m) над уровнем изотермы 0°C (H_0), однозначно

характеризующий их фазовую структуру ($\Delta H_{35} = H_{35} - H_0$) [8,12,13]. В неравенстве ΔH_{35} – превышение над уровнем нулевой изотермы (H_0) высоты верхней границы радиоэха с $Z=35$ dBZ. Если в ОВ 2-й категории Z_m расположена в теплой части ($\Delta H_{Z_m} < 0$), то они являются дождевыми, а в переохлажденной части ($\Delta H_{Z_m} > 0$) – потенциально градоопасными и подлежат немедленному воздействию так, как вероятность их перехода в ОВ 3–4-й категории достаточно высокая. С учетом ΔH_{Z_m} уточненный критерий засева ОВ 2-й категории имеет вид $35 < Z_m < 55$ dBz, $\Delta H_{35} > 2,5$ км и $\Delta H_{Z_m} \geq 0$. Параметр ΔH_{Z_m} дополнительно уточнялся в зависимости от высоты расположения изотермы 0°C . Воздействию подвергались объекты 2-й категории, имеющие при $H_0 < 2,5$ км значения $\Delta H_{Z_m} > 0$ км, при $H_0 = 2,5 \div 3,5$ км значения $\Delta H_{Z_m} > 1$ км, при $H_0 > 3,5$ км значения $\Delta H_{Z_m} > 2$ км.

В 2006-2007г.г. уточненный критерий засева ОВ 2-й категории на ЗТ Ставропольской ВС, прошел экспериментальную проверку [8]. Результаты представлены в табл.1, из которой следует, что, статистические характеристики радиолокационных параметров (Z_m и ΔH_{35}) ОВ 2-й категории, развивающиеся в естественных условиях и подвергшиеся воздействию, существенно отличаются друг от друга так, как на уровне значимости $\alpha=0,05$ табличные значения (D_T и Z_T) меньше экспериментальных значений (D_0 и Z_0). Воздействию подвергались 258 ОВ 2-й категории, удовлетворяющие новым критериям засева [8, 12] и не подвергались воздействию 869 ОВ 2-й категории, соответствующие старым критериям засева [1]. Если учесть, что при обработке одного ОВ 2-й категории в Ставропольской ВС в среднем расходовалось 8 противорадовых изделий (ПГИ) типа «Алазань», каждая стоимостью по 8 тыс. руб., то в этом случае в 2006 г. было сэкономлено 21,7 млн. руб., а в 2007 - 33,9 млн. руб. Экономическая эффективность ПГЗ соответственно была увеличена еще на 6 и 9,4 %, по сравнению со средней экономической эффективностью ПГЗ, достигающей в Ставропольском крае 360,1 млн. руб [8].

Вторым недостатком действующей инструкции является, то, что при воздействии на ОВ 1-4-ой категории не учитывались: а) продолжительности воздействия (Δt_0) и процесса градообразования (Δt_1) в пространственно-фиксированном объеме градового очага, которое изменяется от 4 до 24 мин., составляя в среднем 10-12 мин. [7,8]; б) время проявления эффекта воздействия (Δt_2) [4]. Согласно уравнения, приведенного в [1] Δt_0 связана в неявном виде с кратностью засева. Она в ОВ 1-й категории при однократном засеве может достичь 9 мин, ОВ 2-й категории при двукратном засеве – 15 мин, ОВ 3-й категории при трехкратном засеве – 34 мин, ОВ 4-й категории при четырехкратном засеве – 43 мин [7,8,12]. Перечисленные значения Δt_0 существенно превышают Δt_1 и Δt_2 . Значения Δt_2 для различных технологий засева, в ОВ 1-й категории изменяется от 3 до 5 мин, ОВ 2-й категории - от 6 до 9 мин, ОВ 3-й категории - от 13 до 19 мин и ОВ 4-й категории - от 20 до 25 мин. [4]. Такие расхождения между значениями Δt_0 , Δt_1 и Δt_2 , приводят к несвоевременному и недостаточному засеву объемов ЗФУЗРГ ОВ 1 – 4-й, категории, а, следовательно, выпадению града на ЗТ с ущербом сельскохозяй-

твенных культур. С целью устранения выше указанных недостатков, нами разработана методика оценки оптимальных норм расхода ПГИ типа «Алазань» ($N=0.3\Delta V_{45}$) и интенсивности стрельбы ($v=0,04\Delta V_{45}\Delta t$) в объемах ЗФГУЗГ[2,3,7,12], в зависимости от объема радиоэха V_{45} с $Z=45$ dBZ и времени воздействия. Она отличается от существующей инструкции тем, что засев проводится не через обзор, а в каждом цикле радиолокационного обзора, не однократно, а двукратно в ОВ 2-й категории, трехкратно и более в ОВ 3-4-ой категории. Из табл.2 следует, что с увеличением значений параметров $N/\Delta V_{45}$ и $N/\Delta V_{45}\Delta t$ увеличивается вероятность появления случаев с положительным эффектом воздействия (ПЭВ), а следовательно, уменьшается ущерб сельскохозяйственных культур от града.

Таблица 1. Статистические характеристики радиолокационных параметров ОВ 2-й категории, развивающихся в естественных условиях (Без АВ) и подвергшихся воздействию (АВ) на ЗТ Ставропольского края за период май-сентябрь 2006-2007 гг. [5].

Параметр	Повторяемость, %(n)							Всего %n	D _r /D ₃
	1	2	3	4	5	6	7		
Z _m dBZ		<36	36-40	41-45	46-50	51-55	>55	Всего	D _r /D ₃
Без АВ АВ		0,6(5) 2(6)	13,4 (117) 4(11)	20(173) 21(55)	33(290) 30(77)	26(222) 33(84)	7(62) 10(25)	100(869) 100(258)	0,09 0,2
ΔH ₃₅ , км		<3,0	3,1-3,5	3,6-4,0	4,1-4,5	4,6-5,0	>5,0	Всего % n	D _r /D ₃
Без АВ АВ		45(397) 12(31)	24(205) 16(40)	13(113) 15(38)	8(66) 17(45)	4(36) 10(25)	6(52) 30(79)	100(869) 100(258)	0,09 0,41
Параметр	Статистические характеристики								
Z _{max} dBZ	Z _{мин.}	Z _{макс}	Z _{ср.}	σ	V	Z _m /Z ₃			
10	11	12	13	14	15	16			
Без АВ АВ	34 34	62 61	47,6 48,8	5,6 5,4	0,12 0,11	1,96 29,0			
ΔH ₃₅ , км	ΔH _{мин}	ΔH _{макс}	ΔH _{ср.}	σ	V	Z _m /Z ₃			
Без АВ АВ	0 0,4	8,8 8,3	3,4 4,5	0,95 1,35	0,3 0,3	1,96 25,5			

Примечание: * -; Z_{мин.} и ΔH_{35мин.}, Z_{макс} и ΔH_{35 макс.}, Z_{ср} и ΔH_{35ср} -соответственно экстремальные и средние значения радиолокационных параметров;); σ и V- их среднеквадратические отклонения и коэффициенты вариации; %(n),-повторяемости (число случаев); D_r/D₃ и Z_m/Z₃ - теоретические и экспериментальные значения критерий Колмогорова-Смирнова и критерий серии Вальда-Вольфовица.

Третьим недостатком действующей инструкции является то, что в ней не рассматривается возможность прерывания града предварительным засевом (ППЗ) ООС на ЗТ со стороны вторжения [6]. Повторяемость ОВ 3 - 4 – ой категории, вторгшихся на ЗТ со стороны прилегающих территорий достигает 31%. Однако их вклад в общий ущерб существенный. Физический смысл ППЗ ООС со стороны вторжения ОВ 3 - 4 – ой категории состоит в следующем [6].. В неустойчивой атмосфере отдельные импульсы нисходящего потока, создаваемые в ООС искусственно вызванными осадками, могут значительно усилиться, приводя к ослаблению скоростей восходящих потоков, питающих ОВ 3 - 4 – ой категории по пути предполагаемой траектории их перемещения в сторону ЗТ.

Экспериментальная проверка методики ППЗ ООС со стороны вторжения на ЗТ ОВ 3 – 4 –ой категории, проводимая в

Таблица 2 Вероятность (%) появления опытов с ПЭВ и ОЭВ в ОВ 3-4-ой категории при различных значениях радиолокационных параметров, параметров воздействия, комплексных параметров и их статистические характеристики за период май-сентябрь 2004-2007 гг. (в скобках– число случаев).

Параметр	Вероятность в % (n) появления опытов с ПЭВ и ОЭВ			Оценка	Статистические характеристики				Оценка	
	<0,4	0,4-0,6	>0,6		Мин	Мак	Ср	σ		
N/ΔV ₄₅ , ИЗЛ.КМ ³				Всего	D _r /D ₃	Мин	Мак	Ср	σ	Z _m /Z ₃
ПЭВ ОЭВ	85,3(180) 14,7(31)	82,1(46) 17,9(10)	80,6(50) 19,4(12)	100(329)	0,19 0,23	0,01 0,03	10,0 3,6	0,190 1,4	0,400 1,9	1,96-5,6
Всего	100(211)	100(56)	100(62)	100(329)	-	-	-	-	-	-
v=N/ΔV ₄₅ Δt, ИЗЛ/КМ ³ МИН				Всего	D _r /D ₃	Мин	Мак	Ср	σ	Z _m /Z ₃
ПЭВ ОЭВ	63,3(62) 36,7(36)	84,2(48) 15,8(9)	95,4(166) 4,6(8)	100(329)	0,19 0,46	0,003 0,001	1,250 3,0	0,030 0,1	0,050 0,1	1,96-12,3
Всего	100(98)	100(57)	100(174)	100(329)	-	-	-	-	-	-

Ставропольской ВС, показала возможность прерывания предварительным засевом интенсивных градовых процессов на подступах ЗТ.

Разработан усовершенствованный метод активных воздействий на градовые процессы. Экспериментальная проверка показала возможность прерывания града на ЗТ из ОВ 3 – 4 категории и уменьшения ущерба от града за счет: уточненного критерия засева; увеличения интенсивности стрельбы в зоне формирования осадков ОВ 1– 4 категории; предварительного засева облачной атмосферы на ЗТ со стороны вторжения ОВ 3 – 4 категории. Средняя годовая физическая и экономическая эффективности соответственно составили 93,5% и 360,1 млн. рублей, а рентабельность - 1:12.

ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Абшаев М.Т. Активные воздействие на градовые процессы. - // Руководящий документ. РД.52.37.596-98.М: 1998. – 32 с.
2. Ватьян М.Р., Березкин В.В. К вопросу нормирования реагента при воздействии на градовые процессы. – Труды ГГО, 1983, вып.469, с. 49 – 57.
3. Ватишвили М.Р., Березкин В.В., Бахсолиани М.Г. Исследование норм расхода реагента в градовых облаках различной интенсивности. // Всесоюзная конференция по активным воздействиям на

- гидрометеорологические процессы. (Киев, 17 – 21 ноября, 1987 г.) с. 177 – 181.
4. Березкин В.В., Ватишвили М.Р., Макитов В.С., Федченко Л.М. Оценка времени достижения эффекта воздействия на градовые процессы. – Труды ВГИ. 1991. вып. 80, с. 149 – 156.
 5. Ватишвили М.Р. Исследование градовых ячеек, развивающихся в естественных условиях и при проведении противорадовой защиты. // Вестник Ставропольского государственного университета. СГУ 1999, вып. 20, с.150-158.
 6. Ватишвили М.Р. Прерывание града предварительным засеваем облаков и облачных систем со стороны вторжения ОВ 3-4-й категории. // Циклы природы и общества. Материалы XVI Международной научной конференции 27-28 ноября 2008 года. – Ставрополь, 2008, с. 281-290.
 7. Ватишвили М.Р. Совершенствование методики расчета оптимальных норм расхода противорадовых ракет и интенсивности стрельбы при воздействии на градовые облака. // Циклы природы и общества. Материалы XVI Международной научной конференции 27-28 ноября 2008 года. – Ставрополь, 2008, с. 290-300.
 8. Ватишвили М.Р. Уточненный критерий засева объектов воздействия 2-й категории. // Циклы природы и общества. Материалы XVI Международной научной конференции 27-28 ноября 2008 года. – Ставрополь, 2008, с с. 300-307.
 9. Облака и облачная атмосфера. Справочник. / Под ред. И.П. Мазина и А.Х. Хргиана. – Л., Гидрометеоздат, 1989. 647 с.
 10. Радиолокационные исследования процесса градообразования в кучево-дождевых облаках. / Абшаев М.Т., Макитов В.С. и др. – Труды ВГИ, 1978, вып. 39, с. 3 – 31.
 11. Рунион Р. Справочник по непараметрической статистике: Современный подход / перевод с английского языка Демиденко Е.З. – М.: Финансы и кредит, 1982. – 198 с. 10. Способ активных воздействий на градовые процессы. Патент РФ №2321871, заявка № 2006 121792, А 01 G 15/10/2007
 12. Способ активных воздействий на градовые процессы. Патент РФ №2321871, заявка № 2006 121792, А 01 G 15/10/2007
 13. Сулаквелидзе Г.К. Ливневые осадки и град. – Л.: Гидрометеоздат, 1967, - 421 с. 5.

უკ52.37.731

სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების გაუმჯობესებელი მეთოდის თაობაზე. მ. პ. ვატიშვილი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 102-104.- ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

შემუშავებულია სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების გაუმჯობესებელი მეთოდი. შემოთავაზებული მეთოდის შესამოწმებლად სტავროპოლის მხარეში დაცული ტერიტორიის დამოუკიდებელ მასალაზე 2006–7 წლებში ჩატარებული ექსპერიმენტით დადგინდა, რომ შესაძლებელია:

ა) ზემოქმედების მეორე კატეგორიის განთესვადი ობიექტების რიცხოვნობის შემცირება განთესვის დაზუსტებული კრიტერიუმის საფუძველზე;

ბ) ზემოქმედების მესამე და მეოთხე კატეგორიის ობიექტებიდან სეტყვის აღკვეთა ნალექების ფორმირების ზონაში სროლის ინტენსივობის გადიდებით;

გ) ზემოქმედების მესამე და მეოთხე კატეგორიის ობიექტებიდან სეტყვის აღკვეთა უდრუბლო და დრუბლიან ატმოსფეროში რეაგენტების წინასწარი განთესვით ტერიტორიაზე მათი შემოჭრის მხრიდან.

სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების გაუმჯობესებული მეთოდი დანერგულია სტავროპოლის მხარის გასამხედროებულ სამსახურში. ამ მეთოდიკით სეტყვასწინააღმდეგო დაცვის საშუალო წლიური ფიზიკური და ეკონომიკური ეფექტურობა შესაბამისად 93,5% და 668 მილიონ მანეთს შეადგენს, ხოლო რენტაბელობაა 1:12 მილიონობრავა - 13.

UDC PD 52.37.731

DEVELOPMENT OF AN IMPROVED METHOD OF ACTIVE AGENTS TO HAIL PROCESSES. M.R. Vatiashvili/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 102-104. -Georg. ; Summ. Georg.; Eng.; Russ

The method of active influence on hail processes was developed and improved. Experimental verification of the proposed method was carried out on the protected territory of the Stavropol Territory. Validation results showed the possibility of reducing the damage from the hail by: refine seed, increasing the intensity of fire in the area of sediment formation of OE 1 - 4 categories, pre-seeding of the cloudy atmosphere on the part of the invasion in protected area of OE 3 - 4 categories. Average annual physical and economic efficiency, respectively, were 93.5% and 360.1 million rubles, and profitability is 1:12. OE – 13 Objects of Exposure

УДК: РД 52.37.731

РАЗРАБОТКА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО МЕТОДА АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ГРАДОВЫЕ ПРОЦЕССЫ. М. Р. Ватишвили/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011.–т.117.–с.102-104.–Груз.;Рез.Груз.,Анг., Рус.

Разработан усовершенствованный метод активных воздействий на градовые процессы. Экспериментальная проверка предложенного метода, проводилась на защищаемой территории Ставропольского края. Результаты проверки, показали возможность уменьшения ущерба от града за счет: уточненного критерия засева; увеличения интенсивности стрельбы в зоне формирования осадков ОВ 1– 4 категории; предварительного засева облачной атмосферы на ЗТ со стороны вторжения ОВ 3 – 4 категории. Средняя годовая физическая и экономическая эффективности соответственно составили 93,5% и 360,1 млн. рублей, а рентабельность - 1:12. Библ. 13.

Б.М. Хучунаев, А.А. Ташилова, Н.В. Теунова

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Высокогорный геофизический институт»
Россия, г.Нальчик

УДК 551.578.7

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ГРАДОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

При решении задач, связанных с оценкой результатов активных воздействий на градовые процессы (АВ), приходится решать проблему определения значения показателя эффективности без АВ ($ПЭ_{без\ АВ}$) и его сравнение с показателем эффективности с АВ ($ПЭ_{с\ АВ}$).

В качестве показателя эффективности обычно используют урожайность сельскохозяйственных культур, характеристики осадков на земле, радиолокационные данные об облаке.

Для более точного определения результатов АВ необходимо сравнивать значения $ПЭ_{без\ АВ}$ и $ПЭ_{с\ АВ}$ для одних и тех же градовых процессов. Но значения $ПЭ_{без\ АВ}$ для процессов, на которые проводились активные воздействия не известны (не доступны для прямого измерения). Поэтому для определения $ПЭ_{без\ АВ}$ используют косвенные методы. В мировой практике для этих целей наиболее часто применяют метод контрольных территорий и методы, которые основаны на данных страховых агентств о потере урожая. В случае метода контрольных территорий значения показателей эффективности на контрольной территории $ПЭ_{кт}$ используют в качестве $ПЭ_{без\ АВ}$. Но специфика градовых процессов такова, что $ПЭ_{кт}$ не равен $ПЭ_{без\ АВ}$. Поэтому замена $ПЭ_{без\ АВ}$ на $ПЭ_{без\ АВ}$ может привести к существенным ошибкам при определении АВ на градовые процессы.

Оценка эффективности АВ по данным страховых агентств содержит много субъективных моментов и среди специалистов вызывает обоснованное сомнение и недоверие.

В настоящей работе приведены результаты сравнительного анализа характеристик градобитий на защищаемой и контрольной территориях и оценки эффективности АВ на градовые процессы на основе регрессионных методов.

Оценка результатов АВ на градовые процессы проводилась на территории работ Куба-Табинского противорадового отряда Северо-Кавказской Военизированной службы в период с 1983 по 1997 гг. Характеристики града измерялись на градомерной сети Высокогорного геофизического института (ВГИ).

Градомерная сеть была расставлена на северном склоне Главного Кавказского хребта между г. Нальчиком и г. Кисловодском на площади $3,5 \cdot 10^3$ км². Протяженность сети 117км, ширина юго - восточной части сети – 24 км, северо-западной части – 45 км. На градомерной сети ВГИ было установлено 60 пассивных индикаторов града (ПИГ), 12 автоматических градосборников и 36 плювиографов. Плотность ПИГ на площади $2,5 \cdot 10^3$ км² составляла один прибор на 10 км², на площади $9 \cdot 10^3$ км² – один прибор на 2,5км².

На основе данных градомерной сети за указанный период были измерены характеристики 105 градовых процессов, из них 50 – АВ и 55 без АВ.

Сравнение характеристик градобитий на контрольной и защищаемой территориях не выявило их различия. Для более детального анализа выборки были разбиты на классы. Разделение на классы проводилось иерархическим методом классификации по 45 основным параметрам атмосферы в градовые дни. По этим параметрам выборка была разбита на 4 класса. В 4 класс вошли процессы только с активным воздействием.

Для оценки разброса средних и общих значений характеристик градобитий с АВ и без АВ был использован t - критерий. Статистика t - критерия имеет вид [1]:

$$t(n_1 + n_2 - 2) = \frac{\bar{x}_1(n_1) - \bar{x}_2(n_2)}{\tilde{S}_i \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

где $\bar{x}_1(n_1)$ и $\bar{x}_2(n_2)$ - средние значения выборок с АВ и без АВ, \tilde{S}^2 - оценка дисперсии, составленная из оценок дисперсии для каждой группы данных, n_1, n_2 - количество измерений в выборках

$$\tilde{S}_i^2 = \frac{1}{n_1 + n_2 - 2} [(n_1 - 1)\bar{S}_1^2(n_1) + (n_2 - 1)\bar{S}_2^2(n_2)]$$

где

$$\bar{S}_j^2 = \frac{1}{h_j - 1} \sum [(x_i - x_j)(n)]^2$$

Если гипотеза "среднее в двух группах равно" – верна, то статистика $\tilde{t}(n_1 + n_2 - 2)$ имеет распределение Стьюдента с $(n_1 + n_2 - 2)$ степенями свободы [2]. Большие по абсолютной величине значения статистики $\tilde{t}(n_1 + n_2 - 2)$ свидетельствуют против гипотезы о равенстве средних значений.

Значения среднеарифметического диаметра градин (D_c) и общей кинетической энергии градин ($E_{об}$) в первом классе процессов находятся в пределах ошибок измерений. Среднее значение поверхностной плотности кинетической энергии (E_c) уменьшается на 28%, а концентрация градин (N_c) на 22%. Во втором классе процессов в результате АВ значительно изменяются следующие величины: среднеарифметический диаметр градин увеличивается на 27%, концентрация градин уменьшается на 32%. В третьем классе процессов значительно уменьшается среднее значение поверхностной плотности кинетической энергии на 39 %, концентрация градин на 53 % и общая кинетическая энергия на 45 %. Некоторый интерес представляет сравнение площадей с различными кинетическими энергиями в процессах с АВ и без АВ. Доля площадей с поверхностной плотностью кинетической энергии менее 200 Дж /м² в процессах с АВ меньше, чем в процессах без АВ. Это, по-видимому, связано с тем, что активные воздействия приводят к значительным изменениям характеристик града в тех частях облака, где образуются и растут мелкие градины (с $E_c \leq 200$ Дж/м²).

Приведенный выше анализ показывает, что на основании прямого сравнения 15-летних данных о характеристиках града на контрольной и защищаемой территориях не возможно определить эффективность противорадовых работ, что, по-видимому, связано с малым периодом наблюдений. Поэтому для оценки $ПЭ_{без\ АВ}$ нами был использован регрессионный метод. Процедура составления регрессионных уравнений включает: разбиение выборки на классы; составление уравнений регрессии; проверка существования значимой связи между характеристиками града на земле и параметрами атмосферы в градовые дни; определение ошибок уравнений регрессии. Разбиение на классы проводилось методом медианной классификации. По 45 параметрам атмосферы выборка была разбита на 3 класса.

В таблице 1 приведены средние характеристики града в процессах, вошедших в эти классы.

Как видно из таблицы 1, в первый класс вошли наиболее мощные градовые процессы с общей кинетической энергией 219,6-108 Дж, во второй - 143,2 . 108 Дж и в третий - 74,9 . 108 Дж. Значительное различие средних характеристик града в классах указывает, что параметры для разбиения выбраны верно.

Таблица 1 Характеристики града в I - III классах

Класс	D _c мм	E _c Дж/м ²	N _c м ²	E _{об} 10 ⁸ Дж	N _{об} 10 ¹⁰ м ⁻²
I	6	116,2	4495	219,6	39438
II	5,1	59	5747	143,2	29203
III	5,5	132,5	10515	74,9	6689

Для определения значения Π_{без АВ} для градовых процессов с активным воздействием были составлены регрессионные уравнения связи параметров атмосферы в градовые дни с характеристиками града на земле для 3-х классов.

I класс

$$N_c = N_0 - N_1 \Theta'_p(Z_m) + N_2 \Delta t_2, \quad (1)$$

где $\Theta'_p(Z_m)$ - псевдопотенциальная температура смоченного термометра на уровне z_m максимальной разности температуры облака и окружающего воздуха ; Δt_2 - вертикальный градиент температуры в слое $H_k + 2\text{км} + 2\text{км}$; H_k - высота уровня конденсации; $N_0 = 381482$; $N_1 = 1351\text{ (K}^{-1}\text{)}$; $N_2 = 203521\text{ (100м/с)}$

$$D_c = D_0 + D_1 H_p - D_2 \Delta t'_2, \quad (2)$$

где H_p - высота слоя потенциальной неустойчивости; $D_0 = 18,7\text{ (мм)}$; $D_1 = 1,1\text{ (мм/км)}$; $D_2 = 26,8\text{ (мм*100м}^0\text{/C)}$; $\Delta t'_2$ - вертикальный градиент температуры в слое $H_k + 2,5\text{км} + 2\text{км}$;

$$E_c = E_0 - E_1 T_K + E_2 \sum_0^{500} q, \quad (3)$$

где T_K - температура на уровне конденсации; $\sum_0^{500} q$ - суммарная удельная влажность в слое земля-500 Па; $E_0 = 10180\text{ (Дж/м}^2\text{)}$; $E_1 = 36,5\text{ (Дж/м}^2\text{)}$; $E_2 = 13,1\text{ (кг/г)}$;

$$E_{об} = -E_0 - E_1 H_p + E_2 TT, \quad (4)$$

где TT - индекс интегральных сумм Миллера; $E_0 = 648$; $E_1 = 150$; $E_2 = 29,6$

II класс

$$N_c = N'_0 - N'_1 T_{\max} + N'_2 TT + N'_3 P_{\max}, \quad (5)$$

где T_{\max} - температура на уровне максимальной разности температур в облаке и окружающей атмосфере; P_{\max} - давление на уровне максимальной разности температур в облаке и окружающей атмосфере; $N'_0 = 153020$; $N'_1 = 757$; $N'_2 = 368$; $N'_3 = 57$

$$D_c = -D'_0 + D'_1 \Delta h + D'_1 T_{\max} - D'_2 P_0, \quad (6)$$

где Δh - слой конвекции, расположенный в области отрицательных температур; P_0 - давление на высоте изотермы 0⁰C; $D'_0 = 34$; $D'_1 = 0,49$; $D'_2 = 0,21$; $D'_3 = 0,03$

$$E_c = -E'_0 - E'_1 H_0 + E'_2 \Delta t - E'_3 \Theta'_{p1}, \quad (7)$$

где H_0 - на высоте изотермы 0⁰C; Δt - максимальная разность температур в облаке и в окружающем воздухе; Θ'_{p1} - минимальная псевдопотенциальная температура смоченного термометра на уровне слоя потенциальной неустойчивости; $E'_0 = 385$; $E'_1 = 106$; $E'_2 = 16,3$; $E'_3 = 11,1$

$$E_{об} = E'_0 + E'_1 P_{\max} - E'_2 \Delta t_2 + E'_3 P_0, \quad (8)$$

где $E'_0 = 4480$; $E'_1 = 8,5$; $E'_2 = 3175,3$; $E'_3 = 9,45$

III класс

$$N_c = N''_0 - N''_1 T_{\max} + N''_2 \sum_0^{500} q, \quad (9)$$

где $N''_0 = 282494$; $N''_1 = 1046$; $N''_2 = 325$

$$D_c = -D''_0 + D''_1 \Delta \Theta' + D''_2 T_{\max}, \quad (10)$$

где $\Delta \Theta'$ - разность псевдопотенциальных температур соответствующих уровням z_0, z_m ; $D''_0 = 37,4$; $D''_1 = 1,28$; $D''_2 = 0,55$

$$E_c = -E''_0 + E''_1 \Delta \Theta + E''_2 T_{\max}, \quad (11)$$

где $E''_0 = 37,4$; $E''_1 = 1,3$; $E''_2 = 0,14$

$$E_{об} = -E''_0 - E''_1 \Theta'_{p1} + E''_2 \sum_0^{500} q, \quad (12)$$

где $E''_0 = 61,7$; $E''_1 = 0,18$; $E''_2 = 8,3$

Для проверки утверждения имеется ли значимая зависимость между характеристиками града на земле и характеристиками воздушной массы, необходимо проверить гипотезу

$$C_0 = C_1 = C_2 = C_q = 0 \quad (13)$$

Если R- выборочное значение множественного коэффициента корреляции, то отношение $t = \frac{n-k}{k-1} \times \frac{R^2}{1-R^2}$, где R^2 - эмпирический коэффициент множественной детерминации, имеет F- распределения с $C(m_1, m_q) = (k-1), (n-k)$ степенями свободы.

Правило проверки гипотезы: гипотеза H отвергается, если $t > F_{m_1, m_2}$ при уровне значимости $1-\alpha$. Значение F_{m_1, m_2} определяется по таблице [2].

Для всех выше приведенных зависимостей $t > F_{m_1, m_2}$ при уровне значимости 0,80, что указывает на значимость полученных выражений.

Для оценки точности регрессионной модели использовалась кросс-проверка. Ошибки определялись как отношение разницы между прогностическими и измеренными средними значениями к измеренным значениям в процентах. Для концентрации градин эти

ошибки составляют 17,3 % , для кинетической энергии 18,9 % , для общей кинетической энергии 20 % , для среднего диаметра градин 18,7 %. Ошибки отдельных расчетов могут составить более 60 % , хотя суммарная ошибка меньше 20 %. Поэтому для оценки влияния АВ на характеристики града использовались суммарные значения рассчитанных характеристик. Изменение показателей эффективности в результате воздействия определялось по формуле:

$$\Delta ПЭ = \left(1 - \frac{\overline{ПЭ}_{с АВ}}{\overline{ПЭ}_{без АВ}}\right) \times 100\% \quad (14)$$

где $\overline{ПЭ}_{с АВ} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$ - среднеарифметические значения

показателя эффективности, определяются по данным градомерной сети.

$$\overline{ПЭ}_{без АВ} = \frac{\sum X_{c1}}{n_1} + \frac{\sum X_{c2}}{n_2} + \frac{\sum X_{c3}}{n_3}$$

показателя эффективности без АВ, определяются по формулам (1-12), где n_1, n_2, n_3 – количество градовых процессов в классах.

Результаты исследования приведены в таблице 2.

Таблица 2 Отношение характеристик града в при активных воздействиях

$\left(1 - \frac{\overline{D}_{с АВ}}{\overline{D}_{без АВ}}\right) \times 100\%$	$\left(1 - \frac{\overline{N}_{с АВ}}{\overline{N}_{без АВ}}\right) \times 100\%$	$\left(1 - \frac{\overline{E}_{с АВ}}{\overline{E}_{без АВ}}\right) \times 100\%$	$\left(1 - \frac{\overline{E}_{об АВ}}{\overline{E}_{об без АВ}}\right) \times 100\%$
-30%	64%	-60%	36%

Как видно из таблицы 2, при проведении активных воздействий происходит увеличение среднеарифметического диаметра градин на 30%; среднего значения поверхностной плотности кинетической энергии на 60%; уменьшение общей кинетической энергии на 36% и концентрации градин на 64%. Данная комбинация изменений характеристик града на земле может происходить в том случае, когда в результате АВ уменьшается концентрация мелких градин .

Полученные выше результаты относятся к случаям, когда АВ не приводят к полному предотвращению выпадения града. Они позволяют ответить на вопрос о количественном изменении различных характеристик градобитий при АВ. Несколько иной оказывается полная физическая эффективность противоградовых работ, полученных при учете количества градовых процессов с полным предотвращением выпадения града. Выражение для оценки эффективности противоградовых работ можно записать в виде:

$$\Theta = \frac{(\Delta ПЭ)N_1 + N_2}{N_1 + N_2} \times 100\% , \quad (15)$$

где N_1, N_2 – количество градовых процессов с полным и неполным предотвращением града соответственно.

На основе вышеприведенного анализа изменений характеристик градобитий, в качестве показателя эффективности целесообразно выбрать общую кинетическую энергию.

Оценку N_2 можно провести двумя способами: первый на основе данных о количестве облаков, на которые производилось воздействие; второй на основе выпадения града на контрольной территории.

Привлекательной стороной первого способа оценки является то, что искомые градовые процессы образовались на защищаемой территории, где, собственно, производится оценка эффективности. Однако, этот способ обладает принципиальным недостатком, состоящим в том, что по известным причинам количество процессов, на которые производились АВ, значительно больше, чем процессы, с которых выпал бы град, если бы не было АВ. Предпочтительно, поэтому, для оценки АВ использовать данные о выпадении града на контрольной территории. В наших экспериментах количество градовых процессов с 1986 по 1997 год на защищаемой территории составило 44, на контрольной территории – 55. Подставляя эти данные в формулу (15), получим $\Theta = 49\%$. С учетом ошибок эффективность активных воздействий на градовые процессы находится в пределах от 39 до 59%.

В результате проведенных нами исследований получены следующие результаты:

1. При проведении АВ происходит уменьшение общей кинетической энергии для процессов с градом на земле на 36% , при этом значительно уменьшается количество мелких градин.
2. Физическая эффективность противоградовых работ находится в пределах 39-59% .

ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Айвазян С.А., Еников И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика - М.: Финансы и статистика.-1985, 87 с.
2. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики - М.: Наука.- 1983, 416 с.

უკ 551.578.7

სეტყვის პროცესებზე აქტიური ზემოქმედების ზოგიერთი შედეგის შეფასება/სუნუნაევი ბ., ტაშილოვა ა., ტეუნოვა ნ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებულში -2011-ტ.117-გვ. 104-107.- რუს.,რებ.ქართ.,ინგლ., რუს.

ნაშრომში მოცემულია სეტყვის საწინააღმდეგო სამუშაოების ფიზიკური ეფექტურობის განსაზღვრის შედეგები, რომლებიც გამოთვლილია რეგრესიის განტოლების საფუძველზე - სეტყვის მახასიათებლის ატმოსფეროს პარამეტრებთან კავშირით სეტყვიან დღეებში, სეტყვიანობის სიხშირის გათვალისწინებით დაცულ და საკონტროლო ტერიტორიებზე. მოყვანილია რეგრესიის განტოლებების ცთომილებები, რომლებიც შეფასებულია ურთიერთშეადარების მეთოდით.

UDC 551.578.7

SOME RESULTS OF ESTIMATE OF PHYSICAL EFFECTIVENESS OF CLOUD SEEDING ON THE HAILSTONE PROCESSES./B.M.Khuchunaev, A.A.Tashilova, N.V.Teunova/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. - pp. 104-107. -Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ

In the article the results of definition of physical effectiveness against-hailstones operations, calculated on the foundation of regressive of coupling equations of performances of the hailstones with parameters of an atmosphere in hailstones days and according to frequency of shedding of a hailstones in defended and control territories are reduced. The errors of the equations of a regression are reduced which are appreciated by a method of cross-checkout.

УДК 551.578.7

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ГРАДОВЫЕ ПРОЦЕССЫ./Б.М. Хучунаев, А.А.Ташилова, Н.В.Теунова/Сб. Трудов Института

Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.—2011.—т.117.—с.104-107.—Груз.;Рез.Груз.,Анг., Рус.

В работе приводятся результаты определения физической эффективности противорадовых работ, вычисленные на основе регрессионных уравнений связи характеристик града с параметрами атмосферы в градовые дни и с учетом частоты выпадения града на защищаемой и контрольной территориях. Приведены ошибки уравнений регрессии, которые оценены методом кросс-проверки.

¹Salukvadze T.,¹Khelaia E.,¹Salukvadze,Kapanadze N.

1. M. Nodia Institute of Geophysics of Iv. Javakishvili Tbilisi State University, Tbilisi,

2. Institute of Hydrometeorology of the GTU, Tbilisi,

UDC 551.501

RELATIONSHIP BETWEEN A MAXIMAL RADAR REFLECTIVITY OF FRONTAL CONVECTIVE CLOUDS OF KAKHETI REGION OF GEORGIA FROM MEAN INTENSITY OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION

Fresh water a most valuable mineral on the Earth. An alone source of replenishment of its reserves is the atmospheric precipitation. By means of clouds above ground there is reallocating this valuable mineral. Therefore registration of its amount and reserves is the major task of a modernity.

At the modern level achievements of science the radar is one of instruments permitting in a real time, in great territories and with sufficient for practical fidelity purposes to measure intensity and total value of atmospheric precipitation.

Comparison of data of radar measuring of a reflectivity of clouds (Z) and the intensities of atmospheric precipitation (I), dropped out above ground, different explorers have enabled to place correlation link between them [1,2,3,4,5,6,7,8]. The analytical link between Z and I was theoretically retrieved, which one looks like [1]:

$$Z=A I^b,$$

Where A and b constant coefficients depending on an aspect of a distribution function of cloudy fragments on sizes in settlings. In practice these constant coefficients are determined by an experimental way.

In practice these constant coefficients are determine by an experimental way. On the values A and b are influence many the factors, such as: the magnitude of the measured intensity (is intensity gentle or strong), appearance of atmospheric precipitation (snow or rain), climatic conditions of region, where is carried on overseeing by clouds, synoptic conditions of formation and progressing of clouds etc.

In the represent paper the attempt is undertaken to learn influencing on values of these coefficients of synoptic conditions of origin and progressing of a cloud.

To analysis the dates of long-term radar overseeing on convective clouds held in Kakheti region of east Georgia have undergone. Observed clouds, the number compounds which one 460, were developed and produced settlings at passing cold atmospheric front

The observations clouds were carried by four radars (X band radar) such as MPJ-5 (Soviet commodity). The radars in region were posed approximately uniformly. From radar observations of cases such selected, which one in place and

time has coincided with measuring of intensity and total values of atmospheric precipitation.

The information about the dropped out atmospheric precipitation were fixed by six meteorological stations.

The choice of frontal clouds is conditioned by that in the indicated region with them are bound a specially the intensive precipitation.

In a fig. 1 the trend of relationship of a logarithms maximums of a radar reflectivity (Z) of precipitation from of a meaning of a logarithms of their intensity (I) is presented.

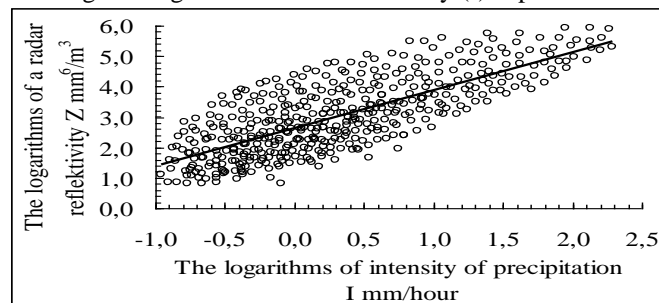


Fig. 1. Trend of relationship of a logarithms maximums of a radar reflectivity (Z) of precipitation from of a meaning of a logarithms of their intensity (I)

Based on the comparison of radar reflectivity factor measurements for a range of 40 km and rainfall rates measured at the ground, 5 summers, the best Z-I relationship for Kakheti region of Georgia storms was found to be:

$$Z = 436 I^{1.25},$$

where Z is in mm^6/m^3 and I is in mm/h .

The index of reliability of this relationship is equaled 0,59, at confidence probability 0,93 %.

According to our reckoning the Z-I relationship is the one that should be used for hydrological applications of radar data.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Urs Germann, Gianmario Galli, Marco Boscacci, Martin Bolliger Radar precipitation measurement in a mountainous region . Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 2007. Vol. 132 Issue 618, ppp. 1669 – 1692
2. Olivier PP. Prat and Ana PP. Barros. Exploring the Transient Behavior of Z–R Relationships: Implications for Radar Rainfall Estimation Journal of Applied Meteorology and Climatology 2009; 48: 2127-2143
3. L. Bourela, H. Sauvageotb, J.J. Vidalc, D. Darusa, J.PP. Dupouyetc. Radar measurement of precipitation in cold mountainous areas: the Garonne basin. Hydrological Sciences Journal, 1994, Volume 39, Issue 4, ppp. 369 – 389
4. Gui Delrieu, Brice Boundevillain, John Nicol, Benoit CXhapon and Pierre-Emmanuel Kirstetter. Bollene-2002 Experiment. Radar quantities precipitation Estimation in the Cevennes-Vivarais Region, France. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 2009; 48- ppp. 1422-1447.
5. Punpim Puttaraksa Mapiam and Nutchant Sriwongsitanton. Effects of Rain Gauge Temporal Resolution on the Specification of a Z-R Relationshippp. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology. 2009; 26; ppp.1302-1314.
6. W.G. Richards and C.L. Crozier. Precipitation Measurement With a C-Band Weather radar in Southern

Ontario. - Atmosphere-Ocean, 1983, v. 21(z).ppp. 125-137.

შპპ 551.501

კახეთის საქართველოს კახეთის რეგიონის თბილი სეზონის ფრონტალური კონვექციური ღრუბლების მაქსიმალურ რადიოლოკაციურ ამრეკვლადობასა და მათგან მოსული ატმოსფერული ნალექების საშუალო ინტენსივობას შორის/თ. სალუკვაძე, ე. ხელაია, მ. სალუკვაძე, ნ. კაპანაძე/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 108-109.-ინგლ.;რეზ.ქართ.,ინგლ., რუს გაანალიზებულია საქართველოს კახეთის რეგიონის თბილი სეზონის ფრონტალური კონვექციური ღრუბლების მაქსიმალური რადიოლოკაციური ამრეკვლადობის (Z) და ამ ღრუბლებიდან მოსული ნალექების საშუალო ინტენსივობის (I) შესახებ მონაცემები. სტატისტიკური ამონაკრების მოცულობამ შეადგინა 460 შემთხვევა. ნაპოვნია Z - I დამოკიდებულების ემპირიული განტოლება. აპროქსიმაციის საიმედოების მაჩვენებელი 0.59-ის ტოლია, ხოლო ნდობის ალბათობა 0.93-ს უდრის. მიგვაჩნია, რომ მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებული იქნას მოცემულ რეგიონში პიდრომეტეოროლოგიური პროცესების მონიტორინგისთვის.

UDC 551.501

RELATIONSHIP BETWEEN A MAXIMAL RADAR REFLECTIVITY OF FRONTAL CONVECTIVE CLOUDS OF KAKHETI REGION OF GEORGIA FROM MEAN INTENSITY OF ATMOSPHERIC PRECIPITATION /Salukvadze T.,Khe-laia E.,Salukvadze M.,Kapanadze N. Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. - pp. 108-109. - ; Eng. ; Summ. Georg.; Eng.; Russ
The dates of radar observations by convective clouds of a warm season are parsed. They were carried out in Kakheti region of Georgia at passing cold atmospheric fronts. The values of radar reflectivity (Z) of these clouds was compared to intensity of the dropped out atmospheric precipitation The empirical relationship between these meanings was retrieved. The reliability coefficient of the retrieved relationship is equaled 0,59 at confidence probability 0,93.

УДК 551.501

СВЯЗЬ МАКСИМАЛЬНОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ОТРАЖАЕМОСТЬЮ ФРОНТАЛЬНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ ОБЛАКОВ ТЕПЛОГО СЕЗОНА ГРУЗИИ В КАХЕТИНСКОГО РЕГИОНА СО СРЕДНЕЙ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ/Т. Г. Салуквадзе, Е. И. Хелая, М. Т. Салуквадзе, Н. И. Капанадзе/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2011.- т.117. -с.108-109. - Англ.; Рез.Груз., Англ.,Рус
Проанализированы экспериментальные данные одновременных измерений максимальной радиолокационной отражаемости (Z) конвективных облаков теплого сезона года, образование и развитие, которых происходили при прохождении холодного атмосферного фронта в Кахетинском регионе Грузии со средней интенсивностью, выпавших из этих облаков осадков (I). Объем выборки составил 460 случаев. Найдено эмпирическое уравнение связи между Z и I. Показатель надежности аппроксимации равняется 0,59 при уровне доверительной вероятности 0,93. Считаем, что полученные результаты могут быть использованы для мониторинга гидрометеорологических процессов в данном регионе.

ვათიშვილი მ.რ.

Министерство природных ресурсов и экологии РФ.
Росгидромет. ГУ «Ставропольская Военизированная служба по активному воздействию на метеорологические и другие геофизические процессы».

УДК: РД 52.37.731

МЕТОДИКА ИСКУССТВЕННОГО УВЕЛИЧЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЕГКОМОТОРНЫХ САМОЛЕТОВ

Предлагается методика искусственного увеличения осадков (ИУО) из облаков и облачных системы (ООС) с применением легкомоторных самолетов типа «Ан – 2» [5 - 8]. Самолеты «Ан – 2» имеют рядом преимуществ перед тяжелыми самолетами [10]: они доступны любому сельхозпредприятию, не требуют специальных взлетных и посадочных полос и на много дешевле [6,7]. Он оснащен навесным оборудованием, снабженным насосным агрегатом с распылителями для диспергирования в ООС жидких и сыпучих частиц гигроскопического реагента (ЧГР) NaCl. В период проведения работ по ИУО для диспергирования в ООС частиц льдообразующих реагентов (ЧЛР) на борту «Ан – 2» устанавливаются: а). цилиндрическая решетчатая металлическая корзина (шаг клетки 2 x 2 см) с диаметром 70 см, высотой - 50 см, в которой забрасываются гранулы сухого льда (CO₂) и пиропатроны «ПВ – 26» и «ПВ – 50» с AgI; б) генератор искусственных ледяных кристаллов (ГИЛК) жидкого азота N₂, являющимся источником льдообразующих ядер [5].

Засев ЧЛР и ЧГР восходящих потоков осуществляется в переохлажденных и теплых частях ООС и их подоблачных слоях (СПТЧПС) [1,2,4 - 10].

В основу предложенной методики положены гипотезы динамического и микрофизического засева ООС частицами льдообразующих и гигроскопического реагента (ЧЛР и ЧГР) [1 -110]. К ЧЛР относятся йодистое серебро (AgI), сухой лед (CO₂) и жидкий азот (N₂), а ГР - поваренная соль (NaCl) [7]. Микрофизический засев способствует освоению нереализованной в естественных условиях облачной влаги [1 -3] за счет увеличения в ЗФО ООС концентрации ЧЛР и ЧГР от 10³ до 10⁴ м⁻³, что приводит к увеличению размеров облачных частиц и частиц осадков, абсолютной влажности, а на поверхности земли – количества осадков и их интенсивности. Динамический засев за счет увеличения в ЗФО ООС концентрации ЧЛР и ЧГР от 10⁴ до 10⁶ м⁻³ способствует выделению скрытой теплоты фазовых переходов и дополнительному увеличению скорости восходящих потоков, абсолютной влажности, высоты верхней границы и мощности ООС, а на поверхности земли – количества осадков и их интенсивности. При микрофизических и динамических засевах зародыши жидких и твердых осадков с диаметром 100 – 200 мкм могут формироваться в ЗФО в течение 5–10 мин. [1,2, 7,8,9,11,12]. Укрупнение происходит за счет столкновения крупных капель с ЧЛР и ЧГР, кристаллизации, сублимации и обзёрнения ледяных кристаллов. Отличительной особенностью этих гипотез является более раннее образование капель и льда на ЧЛР и ЧГР и на более низких уровнях, чем это отмечается в естественных условиях.

Методика искусственного увеличения осадков, с применением «Ан – 2», предусматривает:

- измерение и расчет с помощью автоматизированных МРЛ и самолетов макро - и микроструктурных параметров ООС (H_n , H_v и ΔH_n – соответственно высоты нижней и верхней границы, и мощность переохлажденной части ООС; Z_m и q_m - множитель максимальной радиолокационной отражаемости по диаметру рассеивающихся частиц и абсолютная водность в переохлажденной части ООС; K и коэффициенты турбулентной диффузии и поверхностного натяжения; d – средние размеры частиц в ООС; N – средние концентрации частиц в ООС; W и V - вертикальные скорости восходящих потоков и падающих частиц) [6,9 - 13];
- выявление с помощью этих параметров структуры различных классов ООС (мощно - кучевые (Си – Cong); кучево-дождевые (Cb); слоисто - кучево-дождевые (Ns - As - Cb); слоисто - дождевые в сочетании с облачностью среднего яруса (Ns - As - Ac); слоисто - дождевые (Ns - As) [4,6,13];
- оценку пригодности ООС для АВ (Си – Cong - Z_m , = > 15 dBZ и $\Delta H_n > 2,5$ км;
- Cb - Z_m , = > 15 dBZ и $\Delta H_n > 2$ км; Cb - Z_m , = > 15 dBZ и $\Delta H_n > 2,5$ км; Ns-As-Cb - Z_m , = > 15 dBZ и $\Delta H_n > 1$ км; Ns-As-Ac - Z_m , = > 15 dBZ и $\Delta H_n > 3,5$ км; Ns-As - Z_m , = > 15 dBZ и $\Delta H_n > 2$ км) [];
- оценку условий вызывания осадков из ООС (капли и кристаллы, образованные на ЧЛР и ЧГР: остаются в ЗФО, если $d_i = d_{икр}$ $V_i = W_{im}$ и $n_i = N_{икр}$; выпадают из ЗФО, если $d_i > d_{икр}$, $V_i > W_{im}$ и $n_i < N_{икр}$; выносятся из ЗФО, если $d_i < d_{икр}$, $V_i < W_{im}$ и $n_i > N_{икр}$; здесь $d_{икр}$ (мкм) - критические размеры капель и кристаллов; $N_{икр}(m^{-3})$ - критические концентрации капель и кристаллов, рассчитанные при заданном $d_{икр}$; V_i (м/с)
- скорости падения замерзших капель, образованных на ЧЛР; W_i (м/с) - скорости восходящих потоков, наблюдаемые под ЗФО ООС различных классов).
расчет абсолютной водности (q_m) различных ООС с помощью уравнений:

$$q_{im} = 1.32 \cdot \Delta H_i \quad (1)$$

$$q_{im} = 4.1 \cdot 10^{(0.0549 Z_{dmmv}^{-3})} \quad (2);$$

- расчет с помощью уравнения критических концентраций ЧЛР ($n_{икр}$) в ЗФО различных ООС, с целью выбора стратегии засева (при $N = 10^3 - 10^4 m^{-3}$ выбирается стратегия микрофизического засева, а при $N. > 10^4 m^{-3}$ - стратегия динамического засева):

$$n_i = 1.91 \cdot 10^{12} \cdot \frac{q_{im}}{\rho_2 \cdot d_i^3} \quad (3);$$

- расчет с помощью уравнения радиуса L_D (км) и времени t (мин) распространения ЧЛР в ЗФО различных ООС, включающую в себя соответствующие для этой облачности значения коэффициентов турбулентной диффузии $K(m^2/c^2)$, начальной Q (m^{-1}) и конечной C_R (m^{-3}) их концентрации:

$$L_D = 2\sqrt{K \tau \ln(Q/4\pi K \tau C_R)}, \quad (4),$$

где $\pi = 3,14$;

- расчет направления dd (град) и скорости перемещения V (км/мин или км/час) различных ООС, с целью выбора площадок засева;
- выбор площадей засева ЗФО различных ООС (рис.1):

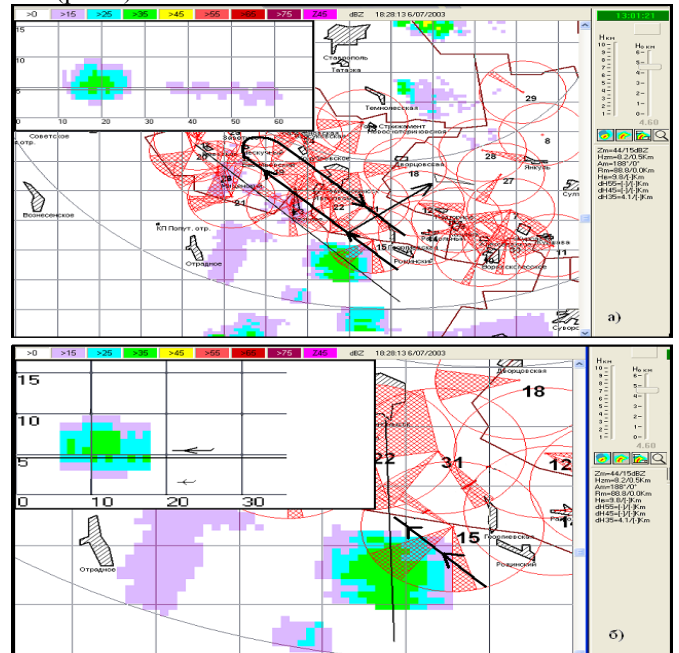


Рисунок 1 Авиационный способ засева ЗФО Cu – Cong: а) общий вид горизонтального и вертикального разрезов радиоэха Cu – Cong; б) определение зоны засева Cu – Cong (условные обозначения: ——— - линия вертикального разреза радиоэха Cu – Cong через Z_m ; \rightarrow - направление перемещения Cu – Cong; \rightarrow - направление перемещения «Ан – 2»).

- расчет с помощью уравнения количества n расходуемых «ПВ – 26» и «ПВ – 50» с AgI (шт) и реагентов: CO_2 , N_2 и $NaCl$ в кг (Р) в различных ООС:

$$n = \sum_{k=1}^n \frac{L_1}{L_2 + L_D} n_{ki} \quad (5)$$

$$P = \sum (L_2 + L_D) p_i \quad (6)$$

здесь L_1 (км) - длина ЗФО ООС, в соответствии с которой выбирается длина трассы ее засева; L_2 (км) – длины трасс ЧЛР, создаваемые отдельными пиропатронами, генераторами жидкого азота или сухого льда; L_D (км) - радиус распространения зоны ЧЛР при их начальной Q (m^{-1}) и конечной N (m^{-3}) концентраций; p_i (кг/км) - количество жидкого азота или сухого льда диспергируемых генераторами на километр пути полета самолета; $k = 1, 2, n$ - кратность засева;

- расчет расстояния между двумя трассами засева (галсами) по формуле:

$$L_3 = L_D + \Delta L \quad (7)$$

где $\Delta L = V \cdot t$ – расстояние между двумя галсами, пройденное ООС с ЧЛР со скоростью V (км/ мин) за время t (мин), равное времени распространения зоны кристаллизации при заданных коэффициенте турбулентной диффузии $K(m^2/c^2)$, начальной Q (m^{-1}) и конечной C_R (m^{-3}) концентрации ЧЛР.

- диспергирование ЧЛР и ЛГР в различных классах ООС.

Усовершенствованная методика ИУО с применением легкомоторных самолетов, прошла производственное испытание в Ставропольской ВС и успешно применяется в работах по искусственному увеличению осадков в районах Ставропольского края. Физическая и экономическая эффективности работ по ИУО соответственно равны 67 % и 95,2 млн. руб.

ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Бекряев В.И. Некоторые вопросы физики облаков и активных воздействий на них. – СПб., РГГМУ, 2007, 337 с.
2. Ватиашвили М. Р., Калов Х. М. Размеры трансформации спектра размера гидрометеоров при естественном развитии и активном воздействии на конвективные процессы. В сб.: Труды Всесоюзного семинара по активным воздействиям на градовые процессы и перспективы усовершенствования льдообразующих реагентов для практики активных воздействий. М.: Гидрометеиздат, 1991.с. 131-136.
3. Ватиашвили М. Р., Априамашвили Н. Ш. К вопросу радиолокационной оценки водозаписа конвективной облачности и коэффициента реализации облачной влаги в районах Восточной Грузии. //Труды ВГИ. М.: Гидрометеиздат 1992. вып. 85, с96-103.
4. Ватиашвили М.Р. Физические основы метеорологической защиты населенных пунктов и важнейших объектов//Математическое моделирование. в научных исследованиях. часть II. Материалы Всероссийской. научной конференции. 27-30.09.2000, Ставрополь, с 88-95.
5. Ватиашвили М. Р. и др. С.Автономный азотный генератор искусственных ледяных кристаллов. Межрегиональная научно-практическая конференция «Социально-экономические проблемы развития потребительской кооперации», Часть III, Ставрополь, 2001г.с 211 -213
6. Ватиашвили М. Р.Искусственное регулирование атмосферных осадков из облаков и облачных систем. Материалы докладов и выступлений на 4 – й Межрегиональной научно-практической конференции профессорско – преподавательского состава потребительской кооперации «Современные социально-экономические и правовые проблемы Российской», Часть IV, Ставрополь, 2004 г.с 151 – 160.
7. Ватиашвили М.Р., Макушашвили М.К. Разработка методики искусственного увеличения осадков из облаков и облачных системы (ООС) с применением легкомоторных самолетов // Циклы природы и общества. Материалы XVI Международной научной конференции 26 ноября 2009 года. – Ставрополь, 2009, с. 215 - 234.
8. Денис А. Изменение погоды засевом облаков. М.: Мир, 1983, 272с.
9. Мазин И.П., Шметер С.М. Облака. Строение и физика образования.–Л.: Гидрометеиздат, 1983.- 280с.
10. Методические указания проведения работ по искусственному регулированию осадков из конвективных облаков самолетными средствами воздействия. – М.: ЦАО, 1988. – 29 с.
11. Облака и облачная атмосфера. Справочник. /Под ред. И.П. Мазина и А.Х. Хргиана -Л., Гидрометеиздат, 1989. 647с.
12. Роджерс Р. Р. Краткий курс физики облаков. – Л.: Гидрометеиздат, 1979.- 232с.
13. Эжба Я. А., Ватиашвили М. Р., Кусова А. А., Ярмолицкая О. П. Оценка пригодности облаков и облачных систем для искусственного регулирования осадков и нормы расхода в них кри-

сталлизирующего реагента. Материалы XLIII научно- методической конференции преподавателей и студентов. «Университетская наука региону».Ставрополь, Изд. СГУ, 1998, с. 71 – 74.

უკ PD 52.37.731

ატმოსფერული ნალექების ხელოვნური ზრდის მეთოდიკა მსუბუქმრავიანი თვითმფრინავების გამოყენებით./მ. პ. ვატიაშვილი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პირობითი მეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2011-ტ.117.-გვ. 109-111.-რუს.;რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. წინამდებარე ნაშრომში მოცემულია ღრუბლებსა და ღრუბელთა სისტემებიდან (ღლს) ნალექების ხელოვნური ზრდის მეთოდიკა მსუბუქმრავიანი „ან-2“ თვითმფრინავის გამოყენებით. ამ მეთოდიკას ღრუბელთა სისტემებში ყინულწარმოქმნელი და ჰიგროსკოპული რეაგენტების დინამიკური და მიკროფიზიკური განთესვის ჰიპოთეზები უდევს საფუძვლად. ეს რეაგენტები „ან-2“-დან განიფრქვევა ღრუბლებისა და ღრუბელთა სისტემების, ან მათ ქვემოთ მდებარე თბილი არეების აღმავალ ნაკადებში. მეთოდიკა ექსპერიმენტულადაა შემოწმებული სტავროპოლის მხარის ტენიან, ნახევრადმშრალ და გვალვიან რაიონებში და მას ნალექების ხელოვნური ზრდისათვის დამხმარე საშუალებად იყენებენ. სტავროპოლის მხარეში ამ მეთოდიკით განხორციელებული სამუშაოს ფიზიკური და ეკონომიკური ეფექტურობა შესაბამისად 67% და 95,2 მილიონი რუბლია .

UDC PD 52.37.731

METHODS OF ARTIFICIAL INCREASE OF PRECIPITATION WITH THE USE OF LIGHT AIRPLANES/M.R. Vatiashvili/Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 109-111. -Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ

The technique of artificial increase of precipitation (AIP) of cloud systems using light-engine aircraft, "An - 2."The methodology impact on the hypothesis of dynamic and microphysical cloud seeding particles and ice-hygroscopic agents. The particles are dispersed in the areas of lift, located in a warm under cloud area and warm part of the cloud systems. The method was pilot-tested in the uniformed services of the Stavropol Territory. It is used in studies of AIP conducted in selected districts of the region. Physical and economic efficiency of the work on AIP respectively 67% and 95.2 million rubles. AIP - Artificial Increase of Precipitation

УДК: 551.509.616

МЕТОДИКА ИСКУССТВЕННОГО УВЕЛИЧЕНИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЕГКОМОТОРНЫХ САМОЛЕТОВ./М. Р. Ватиашвили/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.–2011.–т.117.–с.109-111.– Рус.;Рез.Груз.,Анг., Рус.

В предлагаемой работе дается методика искусственного увеличения осадков (ИУО) из облаков и облачных систем (ООС) с применением легкомоторного самолета «Ан – 2». В основу этой методики положены гипотезы динамического и микрофизического засева ООС частицами льдообразующих и гигроскопических реагентов. Они с помощью «Ан – 2» диспергируются в область восходящих потоков, расположенной в теплой подоблачной и облачной части ООС. Методика прошла экспериментальную проверку во влагообеспеченных, полузасушливых и засушливых районах Ставропольского края и применяется в качестве вспомогательной в работах по ИУО. Физическая и экономическая эффективности работ по ИУО, проводимых в Ставропольском крае по предлагаемой методике соответственно равны 67 % и 95,2 млн. руб.

Б.М. Хучунаев, С.И. Степанова, А.Б. Хучунаев,
В.П. Панозтов

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Высокогорный геофизический институт»

УДК 551.524.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ЛЬДОБРАЗУЮЩИХ СВОЙСТВ КРИСТАЛЛОГИДРАТОВ И НАНОТРУБОК ОКСИДА ЦИНКА

В настоящее время с целью управления облачными процессами широко используются различные кристаллизирующие реагенты. Несмотря на это, разработка высокоэффективных реагентов до сих пор остается актуальной задачей. Это связано с тем, что для практики активных воздействий на облачные процессы требуются реагенты с более высоким температурным порогом кристаллизации и большим выходом льдообразующих ядер. Увеличение температурного порога кристаллизации и удельного выхода кристаллов позволяет расширить количество объектов, на которые можно успешно воздействовать, и уменьшить количество средств воздействия не обходимые для успешного воздействия.

Целью данной работы является исследование льдообразующих свойств кристаллогидратов и нанотрубок оксида цинка.

Кристаллогидраты — твердые вещества, образующиеся при гидратации простых веществ, а также солей, кислот, оснований и органических соединений. В них на 1 молекулу вещества может приходиться до 12 молекул воды. Некоторые соли дают несколько кристаллогидратов. Вода, входящая в состав кристаллогидратов, называется кристаллизационной. Кристаллогидраты ведут себя, как химические индивидуальные вещества.

Для исследования льдообразующих свойств кристаллогидратов был использован комплекс специальной аппаратуры: это большая облачная камера, устройство для возгонки кристаллогидратов, устройство для отбора проб и подсчета кристаллов, проточный ультрамикроскоп.

Аппаратура и методика исследования

Некоторая часть аппаратуры, которая использовалась для исследования льдообразующей активности реагентов, описана в ранних работах [1], поэтому здесь на них не будем останавливаться.

Аппаратура для возгонки кристаллогидратов

Для возгонки кристаллогидратов готовился 0,5% водный раствор исследуемого вещества. Капля раствора пипеткой наносилась на спираль из нихрома. Затем производилась сушка спирали при температуре 50°C в течение 20 минут. Массу кристаллогидрата, которая осаждалась на спирали, определяли как разность массы спирали до нанесения капли раствора и после сушки. Для повышения точности определения массы одновременно взвешивалось двадцать спиралей. После сушки спираль присоединяли к источнику тока и вводили в большую облачную камеру, подавалось напряжение, и происходила возгонка вещества из спирали.

Аппаратура для возгонки нанотрубок оксида цинка.

Для синтеза нанотрубок оксида цинка в облачной камере на графитовую лодочку насыпали порошок цинка и подавали напряжение 25-35В, ток в цепи при этом составлял 50-120 А. Лодочка нагревалось до

температуры 1500-2000°C, в результате чего цинк окислялся и выбрасывался из лодочки в виде дыма, основная часть которого состоит из нанотрубок оксида цинка длиной от 2 до 70 мкм и диаметром 30-150 нм

Проточный ультрамикроскоп

Для определения концентрации частиц регента был разработан проточный ультрамикроскоп, в котором используются методы, основанные на оптических свойствах среды с частицами.

Отличительной особенностью ультрамикроскопа является осветительная система, которая состоит из мощной вольтовой дуги, щелевой диафрагмы и системы линз. Объект исследования помещают в специальную кювету, которая крепится на предметном столике микроскопа.

В отличие от обычного микроскопа в ультрамикроскопе применяют боковое освещение. При этом свет от осветителя не попадает в объектив микроскопа и в глаз наблюдателя, поэтому фон поля зрения микроскопа темный. При рассматривании в ультрамикроскоп мелких частиц можно видеть беспрерывно движущиеся, переливающиеся всеми цветами радуги, разного размера частицы, из которых наиболее мелкие представляют собой светящиеся точки.

Интенсивность рассеяния света зависит от концентрации частиц, от их размеров и формы.

Современное развитие техники позволило нам усовершенствовать данную методику и установку. Для освещения объекта необходим мощный источник света и Зигмонди использовал дуговой разряд (Вольтова дуга). Этот метод освещения неудобен тем, что при разряде испаряется материал стержней, между которыми возникает дуга, и осаждаются на оптике. В нашей установке (рис 1) используется лазерный луч.



Рисунок 1 Проточный ультрамикроскоп.

Для наблюдения микрочастиц используется оптический микроскоп (2), оборудованный телекамерой с выходом на компьютер (1). Это позволяет значительно облегчить статистическую обработку информации. Предусмотрены различные светофильтры (5), позволяющие выявлять различного размера частицы. Применение стробоскопии (6) значительно повысило контрастность и четкость наблюдаемых частиц. Использование системы забора проб позволяет определять концентрацию реагента в камере.

Результаты

Нами была исследована льдообразующая активность кристаллогидратов четырех веществ: это йодид калия, хлористый кальций, лимонная кислота и нанотрубок оксида цинка.

Водные растворы веществ возгонялись в облачной камере, выше описанным способом. Физические процессы, происходящие при возгонке кристаллогидратов, не достаточно изучены. В общем, принято, что при возгонке любого вещества происходит разрушение кристаллической структуры и образование пара, затем происходит обратный процесс: конденсация, коагуляция,

образование кристаллов. При исследовании льдообразующих свойств кристаллогидратов важным является выяснение того, что образуется после возгонки. В природе возможны образования кристаллогидратов или кристаллов растворенного вещества, или того и другого вместе. Необходимо отметить, если при возгонке структура кристаллогидратов вещества полностью разрушается, а потом вновь образуется путем присоединения молекул воды, то можно предположить, что возгонка кристаллогидратообразующего вещества в присутствии паров воды приведет к образованию кристаллогидратов. Если эксперимент провести в камере при отрицательных температурах, то на кристаллогидратах будут расти кристаллы льда, их можно измерять выше описанной аппаратурой. На первом этапе нами были проведены эксперименты по возгонке йодида калия, хлористого кальция и лимонной кислоты в облачной камере с водяным паром с водностью $0,6\text{г}/\text{м}^3$ и температурой -10°C . Концентрация кристаллов льда на подложках не превышала фоновых значений. Следовательно, при возгонке кристаллогидратообразующих веществ в водяной пар образование кристаллогидратов не происходит.

Выше приведенное справедливо для кристаллообразующих веществ.

Концентрация кристаллогидратов оценивалась при помощи проточного ультрамикроскопа (рис 1) и составила для йодида калия и хлористого кальция 10^{15} - 10^{16} частиц с грамма вещества. Для лимонной кислоты 10^{14} - 10^{15} частиц с грамма вещества

Исследование льдообразующей активности показало, что температурный порог кристаллизации у всех исследованных кристаллогидратов находятся в пределах -2°C - -3°C . У нанотрубок оксида цинка около минус 5°C . Удельный выход льдообразующих ядер при температурах -3°C - -10°C изменялся для кристаллогидратов: йодида калия с 2×10^{13} до 8×10^{13} , хлористого кальция 10^{12} до 7×10^{13} , лимонной кислоты 10^{11} до 3×10^{11} , нанотрубок оксида цинка 10^{11} - 10^{12} с грамма реагента.

На рис 2 приведен удельный выход кристаллов из пиротехнических составов с различным содержанием AgJ 1,2,3,4,5 (данным [2]) и из кристаллогидратов KJ 6 (по нашим данным). Как видно из рисунка при температурах -5°C удельный выход льдообразующих ядер с кристаллогидратов KJ на три порядка выше, чем у пиротехнического состава с содержанием AgJ - 4%.

Результаты проведенных исследований показали, что кристаллогидраты обладают высокими льдообразующими свойствами. Отличительной особенностью их являются: высокий порог льдообразования, слабая температурная зависимость удельного выхода льдообразующих ядер. Очевидно, кристаллообразующими свойствами обладают не все кристаллогидраты. Не обладают такими свойствами кристаллогидраты медного купороса, карбоната натрия и т.д.

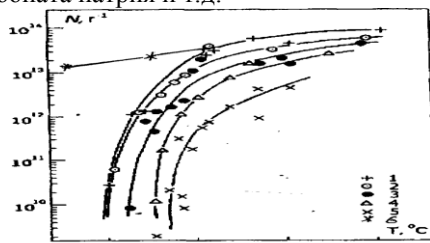


Рисунок 2 Удельный выход кристаллов 1,2,3,4,5, по данным [2] (для пиротехнического состава с содержанием

AgJ 1-4%, 2-2%, 3-0,4%, 4-1%, 5-0,2%), 6- по нашим данным (для кристаллогидратов KJ)

Вопросы, связанные с физическими процессами при возгонке кристаллогидратов не до конца понятны, скорее всего, полное разрушение кристаллогидратов при возгонке не происходит.

ლიტერატურა-REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Тлисов М.И., Хучунаев Б.М., Шаповалов А.В. Теоретические и экспериментальное моделирование процессов рассеяния теплых и переохлажденных туманов в атмосфере. Известие высших учебных заведений Северо-Кавказский регион, 2009. № 2. С. 65.
2. Шилин А.Г. Нуклеация льда на аэрозолях в присутствии загрязняющих веществ: дис., канд. физико-математических наук, Нальчик, 2006.

უკ: 551.524.3

კრისტალოჰიდრატების და თუთიის ოქსიდის ნანომილების ყინულწარმოქმნელი თვისებების გამოკვლევა/სუქუნაევა ბ., სტეპანოვა ს., სუქუნაევა ა., პონაეტოვი ე./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2011-ტ.117-გვ.112-113.რუს.;რეზ.ქართ.,ინგლ.,რუს

წარმოდგენილია KJ, CaCl₂, C₆H₈O₇ კრისტალოჰიდრატების და თუთიის ოქსიდის ნანომილების ყინულწარმოქმნელი თვისებების კვლევის აპარატურა და მეთოდოლოგია.

დადგენილია, რომ ყინულწარმოქმნის ტემპერატურული ზღვარი კრისტალოჰიდრატებისა თვის მდებარეობს -2 - -3°C -ის ინტერვალში. KI-ის კრისტალოჰიდრატის ყინულწარმოქმნის ბირთვის კუთრი გამოსავლიანობა -3 - -5°C შეადგენს 10^{13} ნაწილაკს გრამ-რეაგენტზე, რაც მნიშვნელოვნად აღარბებს ამჟამად გამოყენებულ რეაგენტთა ნაწილაკების გამოსავლიანობას. ნახვენებია, რომ თუთიის ოქსიდის ნანომილები ხასიათდებიან არც თუ ცუდი ყინულწარმოქმნელი თვისებებით

UDC 551.524.3

Examinations of ice-form properties of crystallohydrates and nanotubes oxide zink /B.M.Khuchunaev, S.I. Stepanova, A.B.Khuchunaev, V.PP.Ponaetov /Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. - pp. 112-113. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Instrumentation and procedure of examination of ice-form properties of crystallohydrates KJ, CaCl₂, C₆H₈O₇ is reduced.

It is obtained, that the temperature level of ice formation of crystallohydrates is in the interval -2 - -3°C . The specific exit of ice-form nucleus of crystallohydrate KJ at temperatures -3 - -5°C compounds 10^{13} particles from gramme of a reagents that is much higher than an exit of the particles used in insisted time of reagents.

УДК 551.524.3

Исследования льдообразующих свойств кристаллогидратов и нанотрубок оксида цинка /Б. М. Хучунаев, С.И. Степанова, А.Б. Хучунаев, В.П. Понаэтов/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии, Технического Университета Грузии. -2011. - т.117. - с. 112-113. - Рус.; Рез. Груз., Англ., Рус

Приводится аппаратура и методика исследования льдообразующих свойств кристаллогидратов KJ, CaCl₂, C₆H₈O₇ и нанотрубок оксида цинка. Получено, что температурный порог льдообразования кристаллогидратов находится в интервале -2 - -3°C . Удельный выход льдообразующих ядер кристаллогидрата KJ при температурах -3 - -5 составляет 10^{13} частиц с грамма реагента, что значительно выше выхода частиц, используемых в настоящее время реагентов. Показано, что нанотрубки оксида цинка обладают неплохими льдообразующими свойствами.

**ბუნებრივი გარემოს დაბინძურება
NATURAL ENVIRONMENT POLLUTION
ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Урушадзе Т.Ф*., Урушадзе Т.Т**., Хомасуридзе Д.**
*Тбилисский гос. университет имени Ив. Джавахишвили,
**Грузинский аграрный университет, Тбилиси

УДК: 631.4

ПОЧВЫ ГРУЗИИ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ОХРАНЫ

Грузия выделяется весьма разнообразным и сложным почвенным покровом [1]. В свое время основателя генетического почвоведения В.В. Докучаев относил Кавказа и в том числе к “природному музею почв под открытым небом”. В Грузии распространены многие почвы мира, более того некоторые почв - коричневые, лугово-коричневые, желто-бурые впервые были здесь выделены и в дальнейшем получили “мировые права гражданства”. На примере почв Кавказа, и в основном Грузии были установлен один из трех основных законов географии почв - закон вертикальной почвенной зональности.

В стране выделяются три почвенные провинции - Западная, Восточная и Южная

В Западной почвенной провинции выделяется следующая вертикальная почвенная зональность - болотный почва (на Колхидской низменности), красноземы в юго-западной части в пределах высот от уровня моря до 300-400 метров, желтоземы - в нижней части провинции до 500-600 метров. На древних морских террасах распространены желтоземно-подзолистые почвы. В пределах высот 500(600) - 800(1000) метров над уровнем моря – желто-бурые почвы. Выше до 2000 (2200) метров распространены бурые лесные (которые являются абсолютно господствующими почвами в стране. Выше 2000 (2200) распространены высокогорья в основном с горно-луговыми почвами. В пределах провинции на карбонатных породах обычны интразональные дерново-карбонатные почвы.

В Восточной почвенной провинции самые низкие позиции (в восточной и юго-восточной части) занимают серо-коричневые и лугово-коричневые почвы в пределах высот 300 - 400(500) метров над уровнем моря. В основном в пределах отмеченных высот достаточные площади занимают т.к. черные почвы (низинные черноземы), Следующие позиции по вертикальной зональности до 800(1000) метров над уровнем моря занимают коричневые и луговые почвы. Выше 1000 метров над уровнем моря распространены те же почвы что и в Западной почвенной провинции. В этой почвенной провинции достаточные площади занимают засоленные почвы (правобережье нижнего течения реки Алазани).

Южная почвенная провинция представлена коричневыми и лугово-коричневыми почвами

в сходных высотных позициях, что и Восточной почвенной провинции. Значительные площади занимают черноземы (т.н. горные черноземы), Выше 2000 метров над уровнем моря выделяются горно-луговые черноземовидные почвы, некоторые варианты которых отнесены к андосолям [2]

Во всех почвенных провинциях значительные площади занимают распространенные вдоль рек аллювиальные почвы.

Красноземы (91 428,3 га - 1,31%) характеризуются ожелезнением, оглиниением и мощным профилем; выделяются кислой реакцией, фульватным типом гумуса, низкой и средней емкостью поглощения, низким содержанием азота, средним и высоким содержанием поглощенного фосфора, а обменного калия - малым или средним количеством.

Табл. 1. Потери почв в различных речных бассейнах [3]

Потери почв, т/га	Площадь речных бассейнов, км ²	
	Западная Грузия	Восточная Грузия
< 5	-	4,427
5 - 10	5,118	10,803
10 - 15	-	-
15 - 20	5,900	4,980
20 - 30	17,060	4,351
> 30	6,484	10,987

Табл.2. Загрязнение почв различных регионов Грузии устойчивыми радионуклидами (Sr⁹⁰, Cs¹³⁷) [4]

№	Регион	Глубина, см	Sr ⁹⁰	Cs ¹³⁷
Южная Грузия				
1	Самцхе-Джавахетия	0 - 40	86-393	38-319
Восточная Грузия				
2	Кахетия	0 - 40	25-566	20-469
3	Квемо Картли	0 - 40	35-696	0-343
4	შიდა Карტი	0 - 40	0-397	0-173
5	მიცხეა-მტიანეთი	0 - 40	11-416	0-385
6	Окрестности Тбилиси	0 - 40	71-411	0-166
Западная Грузия				
7	Имеретия	0 - 40	25-1050	15-965
8	Рача-Лечхуми	0 - 40	0-174	0-177
9	Квемо Сванетия	0 - 40	0	0
10	Земо Сванетия	0 - 40	0	0
11	Самегрело	0 - 40	90-827	166-1279
12	Гурия	0 - 40	83-871	0-640
13	Аджара	0 - 40	101-1205	10-1098
14	Абхазия	0 - 40	83-1392	0-637

Желтоземы (240 919 га - 3,45%) по сравнению с красноземами выделяются более высокими показателями pH, более высокой емкостью поглощения, меньшим содержанием различных форм железа; они бедны общим азотом и средне обеспечены или богаты гидrolитическим азотом, бедны фосфором и средне обеспечены общим и бедны - обменным калием.

В начале 80-х годов прошлого столетия в стране было эродировано приблизительно 300 000 га, отсюда 200 000 га - водной эрозией (Западная Грузия) и 100 000 ветровой эрозией (Восточная Грузия). К концу XX века площадь эродированных земель достигла более 1 млн га, отсюда 380 000 га - пахотных земель и 547 000 га - пастбища.

Особенно тревожное положение создалось в отношении радиационного загрязнения почв.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Основные почвы Грузии. “Мецნიერება”, Тбилиси, 1997 (на грузинском языке).
2. Т.Ф. Урушадзе? W/E/H/ Blum, E.V. Sanadze, T.O. Kvri-vishvili - Andosols of Georgia. Eurasian Soil Science, vol..44, # 9, 2011.
3. Gogichashvili G.PP. and Urushadze T.T. Estimation of Erosioan Danger Lands of the Reclamation Fund in

- Georgia. Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics, vol. 107, No 1, 2006.
4. Urushadze T., Kvachantiradze M., Bokuchava G. Contamination of Some Soils of Georgia with ¹³⁷Cs. In Changing Soils in a Changing World: the Soils of Tomorrow. Book of Abstracts. Palermo, University Camous, 2007.

უაკ 631.4

საქართველოს ნიადაგები და მათი დაცვის პრობლემები/ ურუშაძე თ., ურუშაძე თ., ხომასურიძე დ/ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 114-115.-რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

მოკლედ არის დახასიათებული საქართველოს ძირითადი ნიადაგები და მათთან დაკავშირებული დაცვის პრობლემები - ეროზია და დაბინძურება მდგრადი რადიონუკლიდებით - Sr⁹⁰, Cs¹³⁷.

UDK 631.4

SOILS OF GEORGIA AND PROBLEMS OF THEIR PROTECTION/ Urushadze T., Urushadze T. T., Khomasuridze D/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - ტ.117. - pp. 114-115. - .; Russ .; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Brief characterization of main soils of Georgia and related with them main ecological problems - erosion and polluted bu Radionuclide's Sr⁹⁰, Cs¹³⁷ are given in article.

УДК 631.4

ПОЧВЫ ГРУЗИИ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ОХРАНЫ. /Урушадзе Т., Урушадзе Т. Т., Хомасуридзе Д/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. -2011. - т.117. - с. 114-115. - Рус .; Рез. Груз., Англ.,Рус. Кратко охарактеризованы основные почвы Грузии и связанные с ними проблемы охраны - эрозии и загрязнения устойчивыми радионуклидами Sr⁹⁰, Cs¹³⁷.

*შაველიაშვილი ლ.უ., *კორძახია გ.ი., *ელიზბარაშვილი ე.შ., *კუჭავა გ.პპ., **ტულუში ნ.კ.

**ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი,*

*** მ. საბაშვილის ნიადაგმცოდნეობის, აგროქიმიისა და მელიორაციის ინსტიტუტი*

შპპ 631.42, 631.459, 551.5

საქართველოს მიწის რესურსების დებარადცია თანამედროვე კლიმატის ცვლილების ფონზე.

საქართველოს ბუნებაზე ნეგატიური ანთროპოგენური ზემოქმედების ერთ-ერთი თვალსაჩინო გამოვლენაა მიწის დეგრადაცია, რაც გამოწვეულია მიწის რესურსების არაეფექტური მართვითა და მდგრადი განვითარების პრინციპების უგულვებლყოფით. ყოველივე ეს აისახება სხვადასხვა ასპექტში, კერძოდ: დაბინძურების დონის მატება, საძოვრებისა და ტყეების ფართობების მკვეთრი შემცირება, ნიადაგის ეროზიის ზრდა; ნიადაგის დამლაშება-გაბიცოების ზრდა და სხვა.

ახალ ეკონომიკურ ურთიერთობებზე გადასვლამ და ეკონომიკური მდგომარეობის მნიშვნელოვანმა გაუარესებამ გააძლიერა საქართველოს მიწის რესურსების ხარისხობრივი მდგომარეობის გაუარესების ტენდენციები. ამის ძირითადი მიზეზებ-

ბია: ნიადაგის ნაყოფიერების ამცლებების დონისძიების მნიშვნელოვანი შეკვეცა; ეროზიის საწინააღმდეგო და სამელიორაციო სამუშაოების შეჩერება; მინერალური და ორგანული სასუქების გამოყენების მინიმუმამდე დაყვანა; მიწების დაბინძურების ალკვითის და/ან შემცირების პროგრამების მთლიანი ან ნაწილობრივი შეკვეცა.

ყოველივე ზემოთაღნიშნულის შედეგია: დეგრადირებული ნიადაგები, რომლის ტიპური მაგალითებია დამლაშება-გაბიცოების ზრდა კახეთსა და ქვემო ქართლში; ნიადაგების წყლისმიერი ეროზია (ქვემო სვანეთი); ქარისმიერი ეროზიით გამოწვეული გაუდაბნობა (დედოფლისწყარო). ბუნებრივია მკვეთრად მცირდება სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების, მათ შორის სახნავი მიწის ფართობების რაოდენობა, რასაც ადასტურებს საქართველოს სტატისტიკური დეპარტამენტის მონაცემებიც [1].

კლიმატის მიმდინარე გლობალური ცვლილება მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს საქართველოში სოფლის მეურნეობის განვითარებაზე. კერძოდ, გახშირებული და გაზრდილი ინტენსიურობის სტიქიური მოვლენები (წყალდიდობა, წყალმოვარდნები) იწვევენ სახნავი მიწების პროდუქტიულობის შემცირებას და მიწის რესურსების დეგრადაციის ზრდას. აღმოსავლეთ საქართველოს ლანდშაფტები განსაკუთრებით მგრძობიარენი არიან თანამედროვე კლიმატის ცვლილების მიმართ. აღმოსავლეთ საქართველოს უმეტეს ნაწილზე აღინიშნება ჰაერის საშუალო წლიური ტემპერატურის მატება 0.7-დან 1° -მდე. ამასთან გახშირდა გვალვები. სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში აქ მოსული ნალექების რაოდენობა არ აღემატება 200-250 მმ-ს, ხოლო 1მ სისქის ნიადაგის ფენაში არსებული პროდუქტიული ტენის მარაგი მხოლოდ 50-200 მმ-ს შეადგენს. გლობალური დათბობის ფონზე გახშირებული გვალვების შედეგად აღინიშნება ბუნებრივი ლანდშაფტების ტრანსფორმაციის პროცესი [2-3]. საქართველოს სამხრეთ-აღმოსავლეთში თითქმის 3 000 კვ.კმ ფართობის ტერიტორია, რომელიც მოქცეულია ნახევრადუდაბნოს ზონაში განუწყვეტილად ზიანდება გვალვებისა და ქარისმიერი ეროზიისაგან-განიცდის დეგრადაცია-გაუდაბნობას. გაუდაბნობის პროცესი კარგად არის გამოხატული ქიზიყის, გარე კახეთის და ქვემო ქართლის რიგ რეგიონებში. დედოფლისწყაროს რაიონში გაუდაბნობების ზემოქმედების ქვეშ მოცულია 120 ათასამდე ჰა მიწა, შესაბამისად, სიღნაღისა და საგარეჯოს რაიონებში-თითოეულში 47 ათასი ჰა, გარდაბნის რაიონში - 32 ათასი ჰა, მარნეულის რაიონში - 30 ათასი ჰა მიწის ფართობები. დეგრადირებული ნიადაგების ერთ-ერთი გამოხატულებაა დამლაშებული ნიადაგები, რომლებიც ჩვენი კვლევის ობიექტია და გავრცელებულია ალაზნის ველზე (მარჯვენა ნაპირი - ველის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი), რომლის საერთო ფართობის 40%-ზე მეტი საშუალო და ძლიერ დამლაშებულ ნიადაგებს უკავია. შესაბამისად დამლაშებული ნიადაგები გავრცელებულია სიღნაღის რაიონში 54 ათას ჰა-ზე, დედოფლისწყაროს რაიონში 48 ათას ჰა-ზე, საგარეჯოში 23 ათას ჰა-ზე, გურჯაანისა და ლაგოდეხის რაიონებში - 8 ათას ჰა-ზე, გარდაბნის რაიონში - 40 ათას ჰა-ზე, მარ-

ნეულის რაიონში - 33 ათას ჰა-ზე. საქართველოში დამლაშებული ნიადაგების საერთო ფართობი 205 ათას ჰა-ზე მეტია, აქედან 84 ათას ჰა-მდე ათვისებულია, თუმცა ისინი დაბალპროდუქტიულობით ხასიათდებიან. მოყვანილი მონაცემები ნათლად მეტყველებენ, რომ კლიმატის თანამედროვე ცვლილების პირობებში აუცილებელია მზარდი ყურადღება დაეთმოს ნიადაგების, განსაკუთრებით სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დეგრადაციის კომპლექსურ კვლევას. ამის შედეგად მოსალოდნელია შეიქმნას ეფექტური მეთოდოლოგია დამლაშებული ნიადაგების დეგრადაციის პრევენციისათვის და/ან შერბილებისათვის.

ნაშრომის მიზანია: საქართველოს ეკონომიკის წამყვანი დარგის – სოფლის მეურნეობის მდგრადი განვითარების ხელშეწყობის რეკომენდაციებისა და საადაპტაციო ღონისძიებების შემუშავება საქართველოს რეგიონალური კლიმატის ცვლილების გათვალისწინებით, რათა სათანადო პირობები შეიქმნას მიწის დეგრადაციის შემცირებისათვის, ნიადაგის ნაყოფიერების ამაღლებისათვის, მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობის გაუმჯობესებისათვის და სიღარიბის დაძლევისათვის.

აღნიშნულის განსახორციელებლად დაგეგმილია სიღნაღის რაიონის დამლაშებული ნიადაგების მაგალითზე ჩატარდეს კომპლექსური კვლევა: მიწის რესურსების ინტეგრალური შეფასება; ნიადაგის დამლაშების ხარისხისა და ნაყოფიერების განსაზღვრა; წლის სეზონების მიხედვით მეორადი დამლაშების თავისებურების კომპლექსური შესწავლა კლიმატურ მახასიათებლებთან კავშირში, ნიადაგის ფიზიკური მონაცემების, გრუნტის წყლების დონის გათვალისწინებით; კლინოპტილოლითის გამოყენების ეფექტურობის დადგენა; მცენარეზე ტოქსიკურად მოქმედი ზოგიერთი მარილის მიგრაციის კვლევა 2 მ სიღრმემდე; კლიმატური მახასიათებლების რეჟიმის შეფასება საქართველოს რეგიონალური კლიმატის ცვლილების პირობებში.

სიღნაღის რაიონი დარბია წყლის რესურსებითა და ატმოსფერული ნალექებით. ზაფხულის თვეებში ჰაერის ტემპერატურა აქ აღწევს 35-40° , რაც ხანგრძლივ უნაღვეო პერიოდებთან ერთად ხშირად იწვევს გვალვებს. ყოველივე ეს აქტუალურია გლობალური დათბობის პირობებში, როდესაც მოსალოდნელია გვალვიანი რეგიონის არეალის გადიდება, აორთქლების ხარჯზე ტენის დეფიციტის გაზრდა, აორთქლების ინტენსივობის ზრდასთან ერთად ნიადაგის დამლაშების პროცესების გაძლიერება, ნიადაგის ორგანული მასის სწრაფი მინერალიზაცია და გამოფიტვა, რაც დაკავშირებულია სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის შემცირებასა და დანაკარგებთან. ყოველივე ეს განაპირობებს ამ რეგიონში სოფლის მეურნეობის მოწყვლადობის მაღალ ხარისხს კლიმატის ამჟამად მიმდინარე ცვლილების მიმართ.

თანამედროვე კლიმატის ცვლილების მზარდმა უარყოფითმა გავლენამ გამოიწვია სხვადასხვა საკვები პროდუქტების დეფიციტი და მათი ღირებულებაც წლიდან წლამდე მატულობს. ამან განაპირობა, რომ საქართველოს მთავრობამ დაიწყო სოფლის მეურნეობის აღმავლობაზე ზრუნვა, რათა

დააკმაყოფილოს საკუთარი მოსახლეობა ადგილობრივად წარმოებული მარცვლეულით და სხვა პროდუქტებით. არანაკლებ მნიშვნელოვანია ინტენსიურად განვითარდეს მეცხოველეობა. ბუნებრივია, რომ ამ ამოცანების წარმატებული რეალიზაციისათვის დამატებით სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების მოძიებაა საჭირო, რაც ფრიად რთულია ისეთი მცირემიწიანი ქვეყნისათვის, როგორცაა საქართველო. ამის ერთადერთი რეზერვი დეგრადირებული მიწების აღდგენასა და გამოყენებაში მდგომარეობს. ამ ნიადაგების რეგიონალურ საფუძველზე შესწავლა საშუალებას მისცემს გადაწყვეტილების მიმღებ პირებს და კერძო სექტორს გატარდეს საჭირო ღონისძიებები მოსავლიანობის და პროდუქტიულობის ზრდისათვის. დამლაშებული ნიადაგების ნაყოფიერების ამაღლების მიზნით აუცილებელია მიწის რესურსების ინტეგრალური შეფასება და დამლაშებული ნიადაგების ხელახალი შესწავლა კლიმატის თანამედროვე ცვლილების ტენდენციების გათვალისწინებით, რომლის გარეშეც წარმოუდგენელია სოფლის მეურნეობის მდგრადი და ინტენსიური განვითარება. მდგრადი განვითარება კი გულისხმობს ადგილობრივი რესურსების რაციონალურ და გონივრულ გამოყენებას გარემოს დაცვის საკითხების მაქსიმალური გათვალისწინებით.

კლიმატის გლობალური ცვლილებამ, რომელმაც როგორც სჩანს არაწრფივი ხასიათი მიიღო, ყველა ქვეყანაში აქტუალური გახადა ადაპტაციის სტრატეგიის შემუშავება და განხორციელება. ამდენად დიდი მნიშვნელობა ენიჭება შემდგომი ღონისძიებების გატარებას საკვლევი რეგიონში: საირიგაციო სისტემების გაუმჯობესებას; ბიოტექნოლოგიების დანერგვას (გვალვაგამძლე და მარილგამძლე ჯიშების შერჩევა); სამეცნიერო გამოკვლევებს სოფლის მეურნეობაში. ეს მოსაზრებები გამყარებულია გაეროს საადაპტაციო ღონისძიებების ნუსხაში შესული მონაცემებით [4].

მეტად აქტუალურია კლიმატის ცვლილების ფონზე გააქტიურებული ეროზიული პროცესების შესწავლა. ძირითადი ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრავენ ეროზიული პროცესების განვითარებას, არიან: რელიეფი, კლიმატი, ზედაპირული წყლები, ნიადაგები და ქანების გეოლოგიური შედგენილობა. საქართველოში შეიძლება გამოვყოთ შემდეგი ნიადაგურ-ეროზიული ზონები: აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოს წყლისმიერი ეროზია, აღმოსავლეთ საქართველოს ქარისმიერი ეროზია, აღმოსავლეთ საქართველოს წყლისმიერ-ქარისმიერი ეროზია და კოლხეთის დაბლობი.

წყლისმიერი ეროზიის პრობლემები განსაკუთრებით მწვავედ მთიან რაიონებში დგას, რასაც, ძირითადად, ჭარბი ძოვება, ტყის უსისტემო ჭრა, დამრეცი ფერდობების არასწორი ათვისება უწყობს ხელს. ამჟამად წყლისმიერი ეროზიის საზიანო მოქმედებას საქართველოს მთიანი ტერიტორიის 50-60% განიცდის, აქედან სახნავი ფართი შეადგენს 47%-ს. წყლისმიერი ეროზიის გაძლიერებამ გამოიწვია მისი თანამდგი პროცესები-ღვარცოფები, მეწყერები, ხრამწარმოქმნა. დღეისათვის საქართველოსი აღრიცხულია 10 ათასამდე მეწყერი, 2 ათასამდე ღვარცოფი, რამაც ქვეყნის რიგ რეგიონში ეკოლოგიური წონასწორობის რღვევა გამოიწვია. წყლის-

მიერი ეროზიის შედეგად აღმოსავლეთ საქართველოს სხვადასხვა ნიადაგურ-კლიმატურ პირობებში ნიადაგის ზედა ნაყოფიერი ფენის დანაკარგი შეადგენს 50-90 ტ/ჰა, ხოლო დასავლეთ საქართველოში იგივე სიღრმე შეადგენს 120-150 ტ/ჰა [5].

ეროზიულმა პროცესებმა გამოიწვია დასავლეთ საქართველოს მდინარეებში მყარი ნატანის დიდი რაოდენობა - 30 მლნ-მდე ტონა წელიწადში. აქედან მდინარე რიონზე დაახლოებით 9 მლნ. ტ მოდის, ჭოროხზე - 3 მლნ. ტ, ენგურზე - 3 მლნ. ტ.

ქვემო სვანეთი (ლენტეხის რაიონი) წარმოადგენს ერთ-ერთ პრიორიტეტულ რეგიონს, რომელიც შერჩეულია როგორც კლიმატის მიმდინარე ცვლილებით გააქტიურებული სტიქიური მოვლენების მიმართ ერთ-ერთი მნიშვნელოვნად მოწყვლადი რეგიონი. ბოლო 50 წლის განმავლობაში საშუალო წლიურმა ტემპერატურამ და ნალექთა რაოდენობამ რეგიონში მოიმატა შესაბამისად 0.4° და 106 მმ (8%-ით) [6].

1967-1989 წწ პერიოდში დროის ორ თანაბარ მონაკვეთში წყალმოვარდნებზე დაკვირვების მასალების ანალიზმა ცხადყო, რომ პერიოდის მეორე ნახევარში წყალმოვარდნების განმეორებადობა გაიზარდა 2-ჯერ და მეტად, ხოლო წყლის მაქსიმალურმა ხარჯებმა იმატა 9%-ით. ამავე დროს წყალმოვარდნების ხანგრძლივობამ იკლო 25%-ით, რითაც შეიძლება აიხსნას წყალმოვარდნების ინტენსიურობის მნიშვნელოვანი ზრდა.

1980 წლიდან მოყოლებული, მეწყერების რაოდენობა გაიზარდა 43%-ით და დამეწყერილი უბნების რიცხვმა რეგიონში მიაღწია 117-ს. მეწყერული პროცესები განსაკუთრებით გააქტიურდა 1986/1987 წწ ანომალურად უხვთოვლიანი ზამთრის შემდეგ. ბოლო 2 ათწლეულის მანძილზე ქვემო სვანეთში უხვი ნალექების ზრდამ აგრეთვე გამოიწვია დვარცოფების სიხშირის გაორმაგება.

მიუხედავად იმისა, რომ ლენტეხის რაიონის ტერიტორია საკმარისადაა უზრუნველყოფილი ატმოსფერული ნალექებით, აქ დროდადრო აქვს ადგილი გვალვას, რომლის ხანგრძლივობა და სიხშირე 1991 წლიდან, 1956-1972 წწ პერიოდთან შედარებით, გაიზარდა შესაბამისად 38 და 17%-ით.

ბოლო ათწლეულში, ბუნებრივი სტიქიური მოვლენების (წყალმოვარდნები, მეწყერი, დვარცოფი, თოვლის ზევი) სიხშირისა და ინტენსიურობის მატების შედეგად გაიზარდა ამ პროცესებით გამოწვეული მიწის ეროზია. ეს უკანასკნელი დიდ ზიანს აყენებს სოფლის მეურნეობას, ტყეებს, ანადგურებს გზებსა და სხვა კომუნიკაციებს, ანგრევს სახლებს. აღნიშნული მნიშვნელოვნად აქვეითებს მოსახლეობის ცხოვრების დონეს და ხელს უწყობს მიგრაციული პროცესების დაჩქარებას.

მეწყერებისა და წყალმოვარდნების გააქტიურების შედეგად ლენტეხის რაიონის მოსახლეობა 1986 წლიდან შემცირდა 40%-ით.

ამ რეგიონისათვის შემუშავებულ იქნა საადაპტაციო ღონისძიება. კერძოდ, თხილის ნარგავების გაშენება ლენტეხის რაიონში, რომლის მიზანია რაიონში მეწყერსაშიშ ფერდობებზე მიწის ეროზიასთან ბრძოლა.

ქარისმიერი ეროზია ხდება წლის ცივ პერიოდში, ზამთარ-გაზაფხულის თვეებში (დეკემბრიდან აპრილის ჩათვლით). ამ თვეებში აქ გაბატონებულია ჩრდილო-დასავლეთის ქარები რომლის სიჩქარეც აღწევს 25-30 მ/წმ. ძირითადი ფაქტორები, რაც განაპირობებს ქარისმიერ ეროზიას არის ამ ზონის კლიმატი გამოშრობა და ქარის სიჩქარე, ქარსაფარი ტყის არარსებობა, აგრეთვე ზამთარ-გაზაფხულზე ნიადაგი არ არის დაფარული მცენარეული საფარით, მოსული ნალექების რაოდენობა და მათი გავრცელება წლის განმავლობაში არათანაბარია.

დელოფლისწყაროს რაიონი, რომლის ტერიტორიები გაუდაბნოების საშიშროების ქვეშ იმყოფება, ერთ-ერთი პრიორიტეტული რეგიონია კლიმატის ცვლილების მიმართ მოწყვლადობის შესაფასებლად [6-7].

სტიქიური მოვლენები, როგორცაა გვალვა და ძლიერი ქარები, მნიშვნელოვან ზიანს აყენებს სოფლის მეურნეობას. ბოლო 50 წლის მანძილზე კლიმატის ცვლილების ზემოქმედებით ამ მოვლენის სიმკაცრემ შესამჩნევად იმატა: გვალვიანი პერიოდის საშუალო ხანგრძლივობამ მოიმატა 54-დან 72 დღემდე და მისი განმეორადობის სიხშირე 2-ჯერ გაიზარდა; ძლიერი ქარების (≥ 30 მ/წმ) განმეორებადობამ 1980-იანი წლების დასაწყისიდან მოიმატა 5-ჯერ.

განვლილი ნახევარი საუკუნის მანძილზე საშუალო წლიური ტემპერატურა დელოფლისწყაროში გაიზარდა 0.6° ით, ხოლო წლიურმა ნალექებმა მოიმატა 6%-ით. 2100 წლისათვის პროგნოზირებული ნალექთა შემცირება 14%-ით გაზრდის ადგილობრივი კლიმატის არიდულობას და გადააქცევს აქაურ ნახევრადარიდულ ლანდშაფტებს ნახევრადუდაბნოსა და უდაბნოს ლანდშაფტებად.

მიწის დეგრადაცია დელოფლისწყაროს რაიონში წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე აქტუალურ პრობლემას. ჰუმუსის ფენის სისქე სასოფლო-სამეურნეო მიწებში, რომლებიც ადრე მაღალი ნაყოფიერებით გამოირჩეოდა, ქარისმიერი ეროზიის შედეგად მნიშვნელოვნად შემცირდა. შირაქის შავიწია ნიადაგებში ჰუმუსის შემცველობამ 1983 და 2006 წლებს შორის საშუალოდ დაიკლო 7.5%-დან 3.2%-მდე. შესაბამისად, თითქმის 2-ჯერ დაეცა ნიადაგის ნაყოფიერება.

ამჟამად დელოფლისწყაროს რაიონის ტერიტორიაზე დეგრადირებული მიწების ფართობი აღემატება 25 300 ჰა-ს, საიდანაც 20 000 ჰა ეროდირებულია ქარის მიერ. ქარისმიერი ეროზიის უარყოფით ზემოქმედებას აღმოსავლეთ საქართველოს 100 000 ჰა. განიცდის. ზამთრის საძოვრების თითქმის 80% დაზიანებულია ჭარბი ძოვების და ნაწილობრივ, კლიმატური პირობების გამო. ეს პროცესი მოიცავს შირაქის, ელდარის, ივრის, ტარიბანას, ნატეურის, ნაომარის, ოლეს ველებს, ზეგნებს, კახეთის ქედის სამხრეთი ფერდობების მნიშვნელოვან ნაწილს [5].

სპეციალისტების აზრით, წამყვანი სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მოსავლიანობის შემცირება რაიონში გამოწვეულია მიწის დეგრადაციით, რომელიც განპირობებულია ქარისმიერი ეროზიითა და რწყვის ნაკლებობით. გარდა ამისა, 1990-იან წლებში თითქმის მთლიანად გაიჩეხა ქარსაფარი ზოლები, რომლებიც იცავდა ნიადაგს ქარისმიერი

ეროზიისაგან, რის შედეგადაც მიწის ნაყოფიერება საგრძობლად შემცირდა.

დედოფლისწყაროს რაიონში დეგრადირებული მიწები მოიცავს ბიცობ ნიადაგებს, რომელთა საერთო ფართობი 4975 ჰა-ს აღწევს. გასული საუკუნის მეორე ნახევარში ამ მიწებს პერიოდულად, ყოველ 6-7 წელიწადში ერთხელ უტარდებოდა მოთაბაშირება, რაც საშუალებას იძლეოდა მათზე შერჩევითი კულტურები ყოფილიყო მოყვანილი. სამწუხაროდ, ბოლო 10 - 15 წლის მანძილზე ბიცობი ნიადაგების მოთაბაშირება აღარ ჩატარებულა, რის გამოც ისინი დაიფარა ველური მცენარეულობით. ამჟამად ამ მიწების უმეტესი ნაწილი მიტოვებულია.

დედოფლისწყაროს რაიონში ბუნებრივი ლანდშაფტების შენარჩუნებისა და აღდგენის საუკეთესო გზას წარმოადგენს ქარსაფარი ზოლების აღდგენა, რომლებიც ნიადაგის ქარისმიერი ეროზიისაგან დაცვასთან ერთად ხელს უწყობენ ადგილობრივი ფაუნის შენარჩუნებას. ამავდროულად, შესაფერის ადგილებში, ბუნებრივი ლანდშაფტები უნდა გამდიდრდეს პლანტაციური კორუმებით, რომლებიც ბიომრავალფეროვნების შენარჩუნებასთან ერთად უზრუნველყოფს ადგილობრივ მოსახლეობას შემთხვევით, რა ამით ქარსაფარ ზოლებს უკანონო განხევისაგან [6].

მიწის რესურსების მდგრადი გამოყენების უზრუნველყოფისათვის აუცილებელია თანამედროვე რეკომენდაციების შემუშავება ეროზირებული, გაუდაბნოებული, დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგებისათვის.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. საქართველოს სტატისტიკური დეპარტამენტის მასალები. „მიწის ფართობი და მისი სტრუქტურა მიწათმფლობელობისა და მიწათსარგებლობის სხვადასხვა ფორმის მიხედვით. 2009 წ., გვ. 33-50
2. Э.Ш.Элиზбарашვილი, М.Э.Элиზбарашვილი. «О возможной трансформации природных ландшафтов Кавказа в связи с глобальным потеплением». «Метеорология и гидрология» №10, 2005, ст.53-58.
3. Э.Ш. Элизбарашვილი, М.Э.Элизбарашვილი. «Реакция различных типов ландшафтов Закавказья на глобальное потепление». Известия РАН, серия географическая, №5, 2002, ст. 52-56.
4. Hand Book for Conducting Tecnology Needs Assessment for Climate Change, UNDP, 2009, pp.130.
5. გ.ქაჯაია „გარემოს დაცვის ეკოლოგიური პრინციპები“, ინტელექტი, თბილისი, 2008, 272 გვ.
6. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისათვის. თბილისი, 2009, გვ. 156-175.
7. კლიმატის ცვლილების გავლენა დედოფლისწყაროს რაიონზე, თბილისი, 2008, გვ. 47-110.

უკ: 631.42, 631.459, 551.5

საქართველოს მიწის რესურსების დეგრადაცია თანამედროვე კლიმატის ცვლილების ფონზე/შავლიაშვილი ლ.უ., კორძაქია გ.ი., ელიზბარაშვილი ე.შ., კუჭავა გ.პ., ტულუში ნ.კ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 115-118.- ქართ., რუს. ქართ., ინგლ., რუს

ნაშრომში განხილულია კლიმატის გლობალური ცვლილების შედეგად დამლაშება-დაბიცობების ზრდა (სიღნაღის რაიონი), ნიადაგის წყლისმიერი ეროზია (ლენტეხის რაიონი) და ქარისმიერი ეროზიით გამოწვეული გაუდაბნობა (დედოფლისწყაროს რაიონი). მოყვანილია საქართველოს მიწის რესურსების მდგრადი მართვისა და განვითარების ხელშემწყობი საადაპტაციო ღონისძიებები, რათა განხორციელდეს მიწის დეგრადაციის შემცირება, მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობის გაუმჯობესება და სიღარიბის დაძლევა.

UDC 631.42, 631.459, 551.5

Degradation of the Georgian land resources against the background of the modern climate the changes ./ Shavliashvili L., Kordzakhia G., Elizbarashvili E., Kuchava G., Tugushi N./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhnical University. -2011.- ტ.117.- pp. 115-118. -Georg.;Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The increase of salinization and alkalization of soil (Signagi district), soil erosion due to water (Lintekhi district) and wind impact followed by desertification (Dedoflistska district) through modern climate change are considered. Adaptation measures for provision of sustainable management and development of the land resources in Georgia that will facilitate reduction of land degradation, improvement of social-economic conditions of the population and alleviation of poverty are presented.

УДК 631.42, 631.459, 551.5

Деградация земельных ресурсов Грузии на фоне современного изменения климата / Шавлиашвили Л.У., Кордзахия Г.И., Элизбарашвили Е.Ш., Кучава Г.П., Тугуши Н.К./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии, Технического Университета Грузии. -2011.-т.117.- с. 115-118.-Груз.;Рез.Груз., Англ., Рус.

В работе рассматривается процесс роста засоления – засоленцевания почв в результате глобальных климатических изменений (Сигнагский р-н), водная эрозия почв (Лентехский р-н) и ветровая эрозия, вызванная опустыниванием (Дедоплицкарыйский р-н). В работе приводятся адаптационные мероприятия, содействующие устойчивому управлению и развитию земельных ресурсов. Эти мероприятия проводятся с целью уменьшения деградации почв, а также улучшения социально-экономического положения населения.

Гуния Г.С.*, Сванидзе З.С.**

* Институт Гидрометеорологии Грузинского технического университета, Тбилиси

** Грузинский технический университет, Тбилиси

УДК 551.5

ОБ ОСНОВНЫХ ВОПРОСАХ ОДНОРОДНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ БАЗ ДАННЫХ ЭКО-МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

Введение

Проблемы изменения климата и техногенной нагрузки на природную среду, в настоящее время, представляет не только научную, но и экономическую и политическую проблему. Ошибки допущенные в динамике указанных явлений являются носителями большой экономической катастрофы. Ярким примером этого являются ошибки допущенные в 50-60-ых годах XX века в прогнозах падения уровня Каспийского моря к 2000 году, что для этого большого региона обернулось социально-экономической трагедией.

В настоящее время цена ошибки значительно более высокая. Для ряда стран ожидаемые климатические из-

менения – это уже не геополитический вопрос, а представляет проблему спасения человечества. Уже к середине 20-го века климат характеризуется как статистический ансамбль состояний, пройденных климатической системой (океан-суша-атмосфера) в течение десятилетних периодов. Согласно этой точки зрения, теория изменения климата является статистической динамикой климатической системы.

Построение такой теории является весьма сложной физической задачей. Климатические системы изменяются как в результате внутренних природных процессов, так и в ответ на воздействия внешних-антропогенных и не антропогенных сил.

Как известно геологические и палеонтологические данные указывают на существование долгосрочных климатических циклов. Причины таких изменений климата остаются неизвестными, однако известно, что среди внешних воздействий, в основном, являются: изменения орбиты Земли (циклы Миланковича), изменения активности солнца (в том числе и изменения постоянной солнца), извержения вулканов и парниковый эффект. В связи с последним следует отметить, что рассмотрение глобального потепления принимает все более скандальную окраску. По утверждению ряда известных климатологов в последние годы никакой рост средней температуры Земли не наблюдается. К тому же, русские хакеры опубликовали материалы исследований одного из Британских университетов, откуда следует, что глобальное потепление результаты фальсификации ученых. Это перед началом Копенгагенского саммита ООН о изменении климата (декабрь, 2009 год), вызвало усиление напряженности вокруг проблемы глобального потепления.

В результате этого, предварительно подготовленное лидерами США, Китая, Индии, ЮАР (Republic of South Africa) и Бразилии, «Копенгагенское Соглашение» участниками конференции было принято лишь к сведению.

Концепция обеспечения репрезентативности базы данных метеорологического мониторинга

В течение последних десятилетий региональный и глобальный климаты и динамика их изменений вызывают наибольший интерес ученых. В связи с последним возникли несколько актуальных вопросов и требуют своевременного решения. В их числе: - что является причиной этих изменений? – Как долго будет продолжаться современное потепление и существует ли в действительности это потепление? – Возможно это, просто, в результате изменений техники измерений температуры создаются кажущиеся эффекты потепления?

Для прояснения этих вопросов, прежде всего, необходимо определить, каким методом и как надежно выполняется определение температуры данного масштаба.

После своего основания метеорологическая сеть начинает быстро развиваться и вскоре принимает общемировое значение. Однако измерения здесь не всегда выполнялись одинаковым методом, из-за чего затруднительно сопоставление полученных данных измерений, а иногда и невозможно его выполнить. Например измерения температуры во многом зависят от ряда причин, в том числе: от расположения метеостанций относительно крупных городов; от рельефа местности; измерения над поверхностью моря во многом зависят от высоты палубы корабля; от методики измерений и т.д.

Кроме того проблема изменения климата может быть связана как с процессами, протекающими в природе, так с деятельностью человека. Под влиянием последнего в отдельных районах страны, на фоне воздействий региональных и глобальных климатических факторов, возможен вызов локальных климатических (микrokлиматических) изменений.

Исходя из вышеизложенного, программа мониторинга климатических факторов в стране, по своему назначению, должна предусматривать наличие сети станций для базовых и региональных наблюдений. При этом базовые станции должны служить получению информации о начальном (базовом) состоянии атмосферы и по этому должны быть расположены в отдаленности от урбанических районов, в местах где не отмечается непосредственное антропогенное воздействие [Gunia,2005; Манн, 1981]. А региональные станции должны служить получению информации о состоянии атмосферы непосредственно в ареале районов антропогенного воздействия [Gunia, 2001]. При этом, сеть станций наблюдения должна охватывать различные районы страны в зависимости от количества населения, требований экономического развития (с учетом сельского хозяйства и туризма), рельефа местности и метеорологических условий. Такое разнообразие районов наблюдения, включенных в мониторинг, обеспечит получение широкой информации о качественных изменениях климатических факторов.

Выполнение указанного мониторинга, целью которой является определение значений ряда исследуемых метеопараметров, требует проведения разнообразных наблюдений и сложного анализа полученной базы данных.

Главной задачей проработки эмпирической информации о эффектах климатических изменений представляется получение средних показателей, характеризующих метеорологические параметры за достаточно длинный период наблюдений, вообще - за десятки лет.

Так как, практически, невозможно получение однородного ряда информационного материала относительно рассматриваемого вопроса за длительный период наблюдений, одним из главных моментов обобщения информации о климатических характеристиках для определения среднего значения представляет выбор количества и периода наблюдений. В климатологии для этих целей используют такой ряд наблюдений, в которых при добавлении новых данных измерений средние многолетние характеристики меняются незначительно. Таким образом, при обработке метеорологической информации большое значение имеет использование климатологически однородного ряда наблюдений. Для этого, как было сказано, прежде всего, должны быть неизменными: расположение метеостанций на местности, застройка прилегающей территории и методика наблюдений. Однако, на сети метеорологического мониторинга не всегда входят такие ряды наблюдений, которые полностью удовлетворяют предъявляемые требования. Поэтому для выявления неоднородных рядов данных, полученных на различных пунктах наблюдений, и исключения периодов разрыва однородности, должны быть изучены пространственно-временные изменения метеопараметров и результаты сопоставлений этих изменений. Любые характеристики метеорологических элементов должны быть обеспечены необходимым количеством начальных данных. Для того, чтобы определить величину погрешности,

возникшей в результате замены истинной средней \bar{x} генеральной совокупности на среднюю величину \bar{q} , полученной из ограниченной выборки, пользуются выражением доверительной вероятности:

$$P(\bar{q} - \bar{x}) \leq \frac{t\sigma}{\sqrt{n}} = a \tag{1}$$

где t – параметр Стьюдента, a – данное значение доверительной вероятности, \bar{x} – среднее, σ – квадратичное отклонение, n – число наблюдений,

$$\bar{x} = \bar{q} \pm \frac{t\sigma}{\sqrt{n}} \tag{2}$$

Если учтем, что доверительной вероятности 0,95 соответствует $t=1.96$ то, согласно формулам (1) и (2), при $\sigma \approx q$, для расчетов средней величины с погрешностью в 20%, количество наблюдений не должно быть меньше 100. При $s \approx 2 \bar{q}$ их число следует увеличить в четыре раза, если же $\sigma \approx 0.5 q$ то оно, соответственно, должно быть уменьшено до 25.

Исходя из того, что между соседними членами выборки связи не существует, для расчета средней величины с заданной точностью, необходимо увеличение количества необходимой информации на множитель $\frac{1}{1-r(\tau)}$, где $r(\tau)$ – значение корреляционной функции, нормированной в интервале времени между отдельными наблюдениями [Борисенко,1966]. Поэтому, для обработки данных метеонаблюдений необходимо определение выражения временной корреляционной функции и значения этого множителя для различных метеопараметров. В работе [Безуглая,1980] приводится, что при интервале времени в 3 часа между наблюдениями, указанный корреляционный коэффициент, приблизительно, равен 0,8, а для 9 и 15 часовых интервалов он составляет 0,7 и 0,55, соответственно.

Таки образом, для последнего периода наблюдений, по сравнению с первым, для увеличения точности расчета среднего значения исследуемых параметров необходимо обладать в 2 раза больше информационными данными. По данным ряда других ученых для получения хороших результатов это число необходимо значительно увеличить.

С целью исключения неоднородности данных наблюдений, возникших по разным причинам, и облегчения оценок климатических процессов и интерпретации результатов расчетов материалов наблюдений, возможно использование метода нормирования, предложенного Г.Гуния.

При его использовании производится нормирование среднегодовых значений исследуемого метеопараметра за рассматриваемый период, на значение принятой за норму этого элемента (форм.3), как это дается в монографиях [Гуния,1985; Gunia, 2005]:

$$K_{ij} = \frac{q_{ij}}{q_{aj}} \tag{3}$$

где K_{ij} – нормированное значение i –той климатической характеристики на j –том пункте, q_{ij} – среднегодовое значение соответствующей характеристики, а q_{aj} – среднее многолетнее значение i – той характеристики на данном пункте.

Информационный материал, полученный при помощи данной формулы, обладает наименьшей склонностью к случайным колебаниям, а результаты исследования характеризуются высокой надежностью.

Анализ исследования, выполненного в ракурсе рассматриваемой проблемы

С целью проработки вопроса, был использован материал метеорологических наблюдений за температурой воздуха, атмосферными осадками и количеством пасмурных дней, выполненных в период 15-50 лет. При помощи соответствующих расчетов данного материала, анализа результатов и их сопоставлений получаем возможность, на фоне глобальных процессов, судить об местных урбанистических эффектах изменений климатических элементов и об их современных тенденциях. Так, например, показано, что в Тбилиси, в целом, наблюдается тенденция роста рассматриваемых параметров.

В табл.1 даны результаты сопоставления материала расчетов данных параллельных наблюдений за температурой воздуха в центре города Тбилиси (с) и его пригорода (V) (Вашлиджвари). Во 2-ом и 3-ем столбцах рассматриваемой таблицы приводятся результаты расчета материала 40-летних параллельных наблюдений в указанных пунктах за температурой воздуха, взятые из климатического справочника [справочник по климату СССР. Грузинская ССР, 1967].

Здесь t_{c1} и t_{v1} многолетние среднемесячные величины температуры воздуха в указанных пунктах.

В 4-ом и 5-ом столбцах таблицы даны внутригодовые изменения многолетних среднемесячных значений температуры воздуха в центре города (t_{c2}) и его пригороде(t_{v2}), соответственно, в последующие 15 лет, включающие период начала интенсивного расширения границы города за счет застройки пригородов. Далее даны разности $\Delta_1=t_{c1}-t_{v1}$ и $\Delta_2=t_{c2}-t_{v2}$

Таблица 1.Распределение многолетних среднемесячных температур воздуха ($t^{\circ}C$)

Месяцы в различных районах города	t_{c1}	t_{v1}	t_{c2}	t_{v2}	Δ_1	Δ_2
Январь	0,9	0,3	1,5	1,0	0,6	0,5
Февраль	1,9	0,6	3,1	2,6	0,7	0,5
Март	6,6	5,9	7,4	6,9	0,7	0,5
Апрель	11,9	11,3	12,8	12,7	0,6	0,1
Май	17,3	16,5	18,0	17,4	0,8	0,6
Июнь	21,7	20,1	21,4	20,8	1,0	0,6
Июль	24,4	23,6	21,9	21,4	0,8	0,5
Август	24,2	23,5	24,2	23,7	0,7	0,5
Сентябрь	19,6	19,0	19,8	19,3	0,6	0,5
Октябрь	13,8	13,4	13,9	13,6	0,4	0,3
Ноябрь	7,6	7,2	8,6	8,2	0,4	0,4
Декабрь	2,8	2,3	4,2	3,7	0,5	0,5
Среднегодовые	12,7	12,1	13,3	12,9	0,6	0,4

Статистический анализ материала наблюдений показывает, что в первый 40-летний период разность городских и пригородных температур, в среднем, составил величину в 0.60 $\text{}^{\circ}\text{C}$, а в следующий период аналогичные расчеты выявили уменьшение этой разности на 0.20 $\text{}^{\circ}\text{C}$. При этом, в исследуемых районах в отдельности, во второй период, по сравнению с первым периодом, увеличение многолетних среднегодовых температур составили величины 0,6 и 0.80 $\text{}^{\circ}\text{C}$.

Заклучение

Как показывает анализ результатов исследований, указанные эффекты потепления не следует относить на счет глобальных эффектов. Они, главным образом, обусловлены наличием локальных факторов, а именно воздействием урбанистических процессов.

Если примем к сведению, что приведенные результаты исследования получены на основе обработки достаточно большого ряда информационного материала, то можно легко убедиться в их высокой достоверности. А это, в свою очередь, позволяет утверждать, что в процессе урбанизации, в результате расширения городских границ и капитальной застройки пригородных районов, режим ряда их климатических характеристик меняется поступательно, приближаясь к городским микроклиматическим условиям. Что для условий Тбилиси впервые было отмечено в работах [Гуния, 1985], а в последствии были подтверждены и исследованиями других грузинских ученых.

ლიტერატურა- REFERENCES -ЛИТЕРАТУРА

1. Gunia G., 2005. Meteorological Aspects of Atmosphere Ecological Monitoring.- Tbilisi,
2. Georg.Acad.Sci.- Georg.Inst.Hydrometeorology, 2005.
3. Манн Р.Е., 1981. Концепции комплексного мониторинга и их использование в проектировании систем мониторинга климата. /В кн.: Материалы II Международного симпозиума по комплексному глобальному мониторингу. – Л. Гидрометеиздат.
4. Gunia G. 2001. On the Monitoring in Georgia of Anthropogenic Factors, Having the Influence upon the Climate Change. - Georg.Acad.Sci.Papers of HMI, v.104.
5. Борисенко Е.П., 1966. Введение в статистические методы обработки гидрометеорологической информации на ЭЦВМ.- Л.: Гидрометеиздат.
6. Безуглая Э.Ю., 1980. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов. - Л.: Гидрометеиздат, - 184с.
7. Гуния Г.С., 1985. Вопросы мониторинга загрязнения атмосферного воздуха на территории Грузинской ССР. - Л.: Гидрометеиздат.

უაკ: 551.5

ბუნებრივი გარემოს ეკო-მეტეოროლოგიური მონიტორინგის მონაცემთა ბაზის სამეცნიერო და ეროვნულ-გარეგნობის ძირითადი საკითხების შესახებ/გუნია გ. სვანიძე ზ/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პირობითი ეკოლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2011.-ტ.117-გვ.118-121.-რუს.;რეზ.კარტო.ინგლ., რუს.

ლიტერატურის ცვლილებისა და გარემოს ტექნოლოგიური დატვირთვის პრობლემები, სადღესოდ, არა მარტო სამეცნიერო, არამედ ეკონომიკური და პოლიტიკური პრობლემებიცაა. აღნიშნული მოვლენების დინამიკაში დაშვებული შეცდომები მსხვილი ეკონომიკური კატასტროფების მომტანია.

მოცემული საკითხების კვლევა, როგორც ინსტრუმენტული დაკვირვებების წარმოებას და მონაცემთა ანალიზს მოითხოვს. ხოლო საჭირო ინფორმაციის დამუშავების მთავარ ამოცანას ხანგრძლივი პერიოდის კლიმატოლოგიურად ეროვნულ-გარეგნობის დაკვირვებათა მონაცემების რიგის საშუალო მაჩვენებლების მიღება წარმოადგენს.

ზემოაღნიშნული საკითხების წარმატებით გადაწყვეტის მიზნით, ავტორების მიერ რიგი მეთოდური მიდგომაა დამუშავებული, მათ შორის:

- კლიმატის ცვლილებისა და გარემოს ეკოლოგიური ფაქტორების მონიტორინგის სისტემის კონსტრუქცია;
- მონიტორინგის მონაცემთა რიგის სამეცნიერო-შეფასების ძირითადი პრინციპები;

- ინტეგრალური მახასიათებლის გამოსათვლელი ფორმულებია მოცემული, რომლებსაც შემთხვევითი რხევებისკენ ნაკლები მიდრეკილება გააჩნიათ და საინფორმაციო მასალის არაერთგვაროვნების გამორიცხვის საშუალებას იძლევიან.

მათი დახმარებით მიღებული შედეგები მაღალი სამეცნიერო ხასიათდებიან.

UDC 551.5

ABOUT THE BASIC QUESTIONS OF UNIFORMITY AND RELIABILITY OF DATABASES OF EKO-METEOROLOGICAL MONITORING OF ENVIRONMENT. /Gunia G, Svanidze Z/Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 118-121. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Problem of climate change and technogenic loading of environment, for today, not only scientific, but also an economic and political problem. Errors admitted in dynamics of the specified phenomena are capable to cause large economic accidents.

Research of this point in question demands performance of difficult tool supervision and the analysis of the received data. The main task of processing of the necessary information is reception of an average index of homogeneous numbers of the given supervision.

So-as the specified data is considered in the form of set of casual variables, in the form of such indicators expediently use of ordinary statistical characteristics. So-as the specified data is considered in the form of set of casual variables, in the kind of such indicators expediently use of ordinary statistical characteristics.

For the successful decision of the above-stated questions, in work a number of methodical approaches is worked, including:

- The concept of system of monitoring of factors of climate change and environment ecology;
- Main principles of an estimation of reliability of numbers of the data of monitoring;
- Formulas of calculation of integrated characteristics of investigated processes are given,

which are entered for elimination of casual fluctuations and an exception of heterogeneity of an information material.

УДК 551.5

ОБ ОСНОВНЫХ ВОПРОСАХ ОДНОРОДНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ БАЗ ДАННЫХ ЭКО-МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ/Гуния Г.С., Сванидзе З.С./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии, Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 118-121. – Рус.; Рез. Груз., Англ., Рус

Проблема изменения климата и техногенной нагрузки окружающей среды, на сегодняшний день, не только научная, но и экономическая и политическая проблема.

Ошибки допущенные в динамике указанных явлений способны вызвать крупные экономические катастрофы.

Поэтому, программа мониторинга климатических факторов, по своему назначению, должна предусматривать наличие сети станций для базовых и региональных наблюдений.

Исследование данного вопроса требует обработки большого количества необходимой информации с целью получения средних показателей однородных рядов данных наблюдений.

Для успешного решения указанных вопросов, в работе проработан ряд методических подходов, в том числе:

- концепция системы комплексного мониторинга факторов изменения климата и техногенной нагрузки природной среды;
- основные принципы оценки надежности рядов данных мониторинга.

-Кроме того даны формулы расчета интегральных характеристик исследуемых процессов, которые введены из соображения, что они обладают наименьшей склонностью к случайным колебаниям и дают возможность исключения неоднородности информационного материала.

При этом результаты расчетов полученные с их помощью характеризуются высокой надежностью.

Гурбанов Т.Р.

Институт Географии им. акад. Г.А.Алиева Национальной Академии Наук Азербайджана. г. Баку

УДК 551.4

О ПОЛОЖЕНИИ И ОЗДОРОВЛЕНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Осложнившиеся взаимоотношения природы и общества ставят перед многими науками экологические задачи. Одни связывают причины загрязнения окружающей среды с геологическими процессами, развитием новых технологий, увеличением количества промышленных и сельскохозяйственных предприятий, другие – приростом населения, хищнической эксплуатацией природных ресурсов, в устаревших производствах и др.

Причины многих неблагоприятных изменений в природе недостаточно познаны. К примеру, строительство и реализация гидротехнического сооружения наряду с позитивными результатами преподносят и негативные. В результате усиливаются стихийные процессы (обвалы, оползни, селевые потоки и т.д.), истощаются леса, кормовые угодья и др. природные ландшафты.

Просчет заключается в трудности прогноза и обратной реакции природной среды, в отсутствии научно-обоснованной оценки допустимости вмешательства человека. Окружающая среда чувствительная и многокомпонентная целостная система. Изменение одного компонента приводит к изменению другого. В настоящее время настолько нарушено экологическое равновесие, что природные компоненты с трудом поддаются самоочищению и оздоровлению [3].

С экологической точки зрения и состояния окружающей среды неблагоприятные районы Азербайджана:

1. Апшеронский район, район сосредоточения нефти- и газодобычи, их обработка, химическая промышленность, включая города Баку и Сумгайыт;
2. Акватория Каспия;
3. Бассейн Куры – уменьшение запасов рыбы, загрязнение воды, уменьшение тугайных лесов и лесных массивов;
4. Районы хлопководства – применение в больших дозах химических и минеральных удобрений;
5. Гянджа, Ширван, Мингячевир и др. города – загрязнение атмосферы;
6. Западные районы республики, оказавшиеся под влиянием загрязненных рек, протекающих с территории Армении;
7. Тяжелое экологическое состояние территорий проживания беженцев и вынужденных переселенцев;
8. Еще более усугубившееся экологическое состояние оккупированных Арменией азербайджанских территорий – образование техногенных ландшафтов.

Экологическое положение Азербайджана всегда было напряженным. В отличие от Армении и Грузии, на нашей территории были сосредоточены значительные производственные мощности (особенно в нефтедобывающей и нефтехимической отраслях промышленности, а также агропромышленном секторе), которые беспощадно эксплуатировались десятилетиями без какого-либо соблюдения экологических норм и правил охраны окружающей среды. В результате, в настоящее время более 50% территории страны подвержено эрозии и засолению, объем ежегодных выбросов в атмосферу составил порядка 800 тыс. т только в Баку (предельно допустимые нормы за-

грязнения воздуха превышены здесь в 5 раз), а объем сточных вод, ежегодно сбрасываемых в Каспийское море, достиг 12 млрд. м³ [5].

Загрязнение нефтепродуктами происходит на Абшере и в других нефтедобывающих районах. Максимальное загрязнение установлено на территориях расположения производств «Салианнефть», «Азизбековнефть» и «Сиазаннефть». На территориях размещения производств цветной металлургии (в основном алюминиевого завода) почва загрязнена фтористыми соединениями (Гянджа, Сумгайыт) [7].

Основные объекты, загрязняющие атмосферу – промышленность, транспорт, энергетика. Ежегодно объекты промышленности выбрасывают в атмосферу более 100 т. пыли, азота, копоти, хлора и др. загрязняющие химические соединения. Ядовитые выбросы в атмосферу составляют более 60% в Баку, 5% - Сумгайыте и Ширване и 2% - Мингячевире. Источником ядовитых азотных соединений является автомобильный транспорт. Этот ядовитый газ в виде дыма способствует увеличению таких болезней как рак, сердечнососудистых болезней, врожденных больных детей. В 90-х годах XX века количество автомобильных выбросов по республике составляла 350 тыс. т. Наиболее напряженное положение характерно для таких крупных городов республики, как Баку и Сумгайыт, которые имеют многочисленный автопарк.

Более 75% водного баланса Куры формируется за пределами Азербайджана и его экологическое состояние в значительной степени зависит от Грузии и Армении.

Сильную антропогенную нагрузку испытывает р. Кура, которая загрязняется на территории Грузии (Тбилиси, Рустави) и Азербайджана (Гянджа, Мингячевир) в основном производствами химической и металлургической промышленности. Только из крупных городов Грузии в Куру ежегодно поступает 3 млрд. м³ промышленных и бытовых отходов. По некоторым расчетам из общего объема в 550 млн. м³ сточных вод, сбрасываемых ежегодно в Куру и Араз, по меньшей мере 350 млн. м³ приходится на долю Армении.

На территории Азербайджана, к примеру, Кура загрязняется своим притоком Гошгарчай, который в свою очередь загрязнен сточными водами производственных предприятий Дашкесана. Более того, Кура загрязняется также своим притоком р. Араз, основным источником загрязнения для которого являются загрязненные на территории Армении промышленными отходами реки Охчучай и Раздан.

Правый приток Куры – р. Агстафачай, бассейн которой находится на территории Армении, загрязнен химическими красителями, фенолом и др. вредными веществами, попадающими сюда со сточными водами (более 1 млн. м³ в год) городов Иджеван, Дилижан и др. Наиболее опасны с экологической точки зрения загрязнитель – крупнейший медно-молибденовый комбинат города Алаверди, отходы которого, сбрасываемые в другой приток Куры (р. Дебед), имеют в своем составе вещества, которые не распадаются и за 1000 лет. В Агстафачае были обнаружены такие ядовитые соединения, которые в природе в естественном виде не встречаются. Можно предположить, что в последние годы в Армении организовано какое-то военное производство специального назначения, так как в отходах, сбрасываемых в этот приток Куры, присутствует аммиак и

ციანიდები. Еще один медно-молибденовый комбинат Армении (Кафан-Каджаранский) «снабжает» нас токсичными веществами, которые попадают в Куру в месте ее слияния с Аразом (у гор. Сабирабад). Здесь же, в селении Талыш Сабирабадского района, как раз и берет начало Куринский водопровод, обеспечивающий питьевой водой почти весь Азербайджан [5].

Радиационная безопасность Азербайджана так же не может быть гарантирована полностью из-за эксплуатации российской радиолокационной станции (РЛС) в с. Султаннуха Габалинского района Азербайджана и на территории Армении Мецаморской атомной электростанции (АЭС).

По степени загрязнения промышленными выбросами нефтедобывающих и газодобывающих производств выделяется азербайджанский сектор акватории Каспия. В связи с этим прибрежные зоны Бакинской бухты и Сумгайыта превратились в экологически опасную зону. Такая антропогенная нагрузка привела к резкому ухудшению экологического состояния Каспия [6].

С началом Нагорно-Карабахского конфликта экологическая ситуация стала непрерывно ухудшаться и сейчас достигла стадии, которую можно назвать катастрофической. Большая часть оккупированной Арменией территории Азербайджанской Республики, выдерживает очень сильную техногенную нагрузку. Нарушается структура почв, выжигаются поля, растительность, наносится огромный ущерб природе Карабаха.

Агрессия Армении нанесла огромный ущерб природе Азербайджана. Уничтожены 2 государственных заповедника и 4 заказника, 280 тыс. га леса (более 20% лесопокрываемых площадей), редкие и специфические виды флоры и фауны. Идет вырубка уникальной рощи восточного платана (чинара) в Бяситчайской долине. Материальный ущерб, нанесенный лесному и охотничьему хозяйству Азербайджана, оценивается в сумму более 1 млрд. долларов США. Идет варварская эксплуатация и разорение минеральных ресурсов на оккупированных территориях. Полезные ископаемые захваченных районов, добываемые на 2 золотоносных, 4 ртутных, 2 хромитных, 1 свинцово-цинковом, 1 медном и 1 сурьмяном месторождениях вывозятся на обогатительные предприятия Армении. Армения заключила договор с одной из канадских компаний о совместной разработке Сеюдлинского (Зодского) месторождения золота в оккупированном Кельбаджарском районе Азербайджана. Армения рассчитывает добывать на этом месторождении до 13 тонн золота в год. С оккупированных территорий Азербайджана вывозится несколько десятков миллионов бутылок природной минеральной воды «Истису» и других источников.

С 1988 года до сегодняшних дней разрушены экосистемы целого региона. Такие факты необходимо оценивать как военная геоэкологическая агрессия Армении против нашей республики. Появляющиеся на поверхности земли в результате движения тяжелой военной техники борозды, в особенности гусеничной техники, выпущенные многочисленные снаряды, установленные мины, сооружения окопов, блиндажей наблюдательных пунктов и др. наносят и продолжают по сей день наносить огромный ущерб почвенно-растительному покрову оккупированных территорий [1,2,4].

Мецаморская АЭС построена в сейсмоопасном районе в расчете на семи балльную сейсмическую устойчивость. По данным специалистов Института Геологии НАН Азербайджанской Республики этот район находится в зоне девятибалльной активности. Очевидно, что АЭС не выдержит землетрясения силой 8-10 баллов, аналогичного Спитакскому, и территория Азербайджана площадью порядка 150 км² окажется под угрозой чрезвычайно опасного радиоактивного загрязнения. Это первая и основная причина тревоги не только Азербайджана, но и других граничащих с Арменией стран, составляющих целый регион с населением более 20 млн. человек. Евросоюз неоднократно поднимал вопрос о закрытии этой АЭС, аргументируя тем, что данный объект старого образца и представляет собой серьезную угрозу для безопасности людей и окружающей среды [5].

Итак, Армения ведет не только боевые операции против Азербайджана, но и осуществляет настоящую «экологическую войну» с нарушением всех общепринятых норм международного права. «Война по сути своей подрывает устойчивое развитие, – говорится в известной декларации ООН (Рио-де-Жанейро, 1992), – по этому государства должны уважать международное право, обеспечивающее защиту окружающей среды в период вооруженных конфликтов». К сожалению, этот аспект проблемы с самого начала Нагорно-Карабахского конфликта ни разу не ставился и не обсуждался ни в МГ ОБСЕ, ни в ООН, ни в Совете глав государств СНГ, ни в других авторитетных международных организациях.

Азербайджан, расположенный на стыке двух континентов, имеет сухопутные границы с Россией, Грузией, Арменией, Турцией и Ираном, а также морские границы с четырьмя Прикаспийскими государствами (Россия, Казахстан, Туркменистан и Иран). Это обуславливает его активное участие в решении глобальных и региональных проблем, основными из которых являются:

1. Повышение уровня и загрязненность Каспийского моря и связанные с этим разрушения морских и прибрежных систем;
2. Трансграничное загрязнение бассейна реки Кура и рациональное использование его природных ресурсов;
3. Сохранение и устойчивое использование биологического разнообразия;
4. Изменение климата и защита озонового слоя атмосферы.

Азербайджанская Республика в 1999 году ратифицировала конвенцию «Оценка воздействия на окружающую среду» в г. Эспо, в Финляндии. Необходимость присоединения Азербайджана к данной Конвенции была обусловлена освоением новых месторождений углеводородов в азербайджанском секторе Каспия, строительством трубопроводов Баку-Супса и реконструкцией трубопровода Баку-Новороссийск и другими строительными объектами, которые возможно могли бы иметь трансграничное воздействие. Конвенция создала правовую основу осуществления Оценки воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте. А до этого, в 1998 году ратифицировала Орхусскую Конвенцию в Дании наравне с 25 государствами.

Учреждения, вовлеченные в международное сотрудничество по окружающей среде это – Государственный Комитет по международному сотрудничеству, Государственный Комитет Экологии и контроля природополь-

зования в рамках Министерства экологии и природных ресурсов. Следуя Венской Конвенции по Законам Договоров, Азербайджан в 1995 г. принял закон о «Подписании международных договоров, правилах их реализации и ликвидации». Совместно с МВФ Азербайджан провел ряд действий: «Национальный план действия для азербайджанского сектора Каспия», «Создание прудов для разведения рыб», «Очищение территорий, загрязненных ртутью и создание полигона для захоронения токсичных отходов», «Очищение территорий Абшеронского полуострова, загрязненных нефтью», «Управление окружающей средой (усиление системы управления экологией, создание системы управления опасными отходами), создание национальных парков» [6].

Для достижения положительных результатов в сфере оздоровления окружающей среды, составляющей основу нашей экологической политики, необходимо иметь сильную законодательную базу, отвечающую современным требованиям. Так, с целью охраны окружающей среды и усиления системы контроля над ней, в нашей республике принят ряд важных законов, отвечающих требованиям Европейского законодательства, подготовлены и утверждены нормативно-правовые документы.

Принятие законов об Охране окружающей среды, Экологической безопасности, Радиационной безопасности, Производственных и бытовых отходах, Мире животных, Гидрометеорологической деятельности, Специально охраняемых территориях природы, Охране атмосферного воздуха и др., наряду с созданием определенной законодательной базы, дали возможность проведению реформ с целью усовершенствования системы государственного управления. Продолжением мер, осуществляемых в этом направлении, стало создание указом Президента Азербайджанской Республики от 2001 года Министерства Экологии и Природных ресурсов. В результате создания такой структуры был положен конец дублированию работы в системе охраны окружающей среды, созданы благоприятные условия для управления окружающей среды и природных богатств из единого государственного органа.

Одним из важнейших путей достижения оздоровления окружающей среды является присоединение Азербайджана к международным конвенциям и выполнение обязательств, вытекающих из них. Наша страна присоединилась к 18 конвенциям, в том числе к Конвенции о биологическом разнообразии, Конвенции охраны и использования водных течений, проходящих через границу, Конвенции об охране природной среды Европы, Базельской Конференции о перевозке вредных отходов через границы и их обезвреживании, Конвенции оценки окружающей среды в межгосударственном контексте.

Для осуществления экологической политики страны требуется подготовка и осуществление соответствующих национальных программ. В связи с этим, распоряжением Президента Азербайджанской Республики, в 2003 году была утверждена Национальная Программа «О социально-экономическом развитии с устойчивой экологической постановкой», подготовленная Министерством Экологии и Природных ресурсов. Эта Национальная Программа, как нераздельная часть стратегии общего развития государства, разработана и нацелена на обеспечение устойчивости в использовании человеческих и экономи-

ческих ресурсов в целях защиты интересов нынешних и будущих поколений.

Использование этой Программы направлено на охрану на национальном, региональном и международном уровнях природных ресурсов путем усиления координации деятельности в области охраны окружающей среды, применение научно обоснованных принципов развития, прочность в использовании экономических ресурсов. Для успешного претворения в жизнь этой Программы одним из важных условий является усиление координации необходимых государственных структур и неправительственных организаций. Национальная Программа охватывает систему мероприятий для решения существующих проблем Азербайджанской Республики на первичном этапе в 2003-2010 гг. [8]

Для проведения долгосрочных фундаментальных исследований с целью уравнивания экологического баланса необходимо привлечь широкий круг научных дисциплин, что требует экологизации научных работ. В этих исследованиях ведущая роль должна принадлежать географии, так как она, опираясь на уже развитую систему своих подразделений, более других наук подготовлена к ним, обладает большой научной информацией о природной среде и ее ресурсах. [3]

С целью оздоровления окружающей среды в Азербайджане нами предлагается:

1. Проводить регулярный международный мониторинг за экологической обстановкой в Нагорном Карабахе и окружающих его оккупированных районах;
2. Организовать со стороны Азербайджана регулярный аэрокосмический экологический мониторинг в Нагорном Карабахе и окружающих его оккупированных районах;
3. Создать экологический ГИС оккупированных территорий, при этом широко используя ГИС-технологии и зарубежный опыт;
4. Добиться через международные организации и мировую общественность закрытия Мецморской АЭС;
5. Заключить договор с Россией о дислокации Габалинской РЛС;
6. Достигнуть соглашения с сопредельными странами (и на суше, и на море) о совместном решении безотлагательных межрегиональных экологических проблем (в частности, проблем р. Кура и акватории Каспия);
7. Составить крупномасштабную экологическую карту Азербайджана разной тематики.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Азизов Ш.К. Геоэкология Азербайджана под прицелом агрессивной политики Армении: краткая оценка продолжающейся экологической войны. Труды ГО Азербайджана. Том XIII Баку, 2008.
2. Гасанов Т.Г. Продолжение оккупации Верхнего Карабаха истощает природно-ресурсную базу и обостряет экологическую ситуацию. Материалы научно-практической конференции филиала ГО БГУ. Том II Баку, 2009.
3. Гурбанов Т.Р. География и окружающая среда. Материалы научно-практической конференции ГО Азербайджана. Баку, 2002.
4. Гусейнли М.А. Определение военной геоэкологии как комплексной науки и ее место в системе наук. Труды ГО Азербайджана. Том XII Баку, 2007.

- 5. Ибрагимов В.Б. Экологическая безопасность Азербайджана: противодействие внешним угрозам. Известия АН Азербайджана. «Науки о земле» №3. Баку, 2000.
- 6. Исмайллова У.Т. Влияние бытовых отходов на повышение экологического риска в прибрежных районах Азербайджана. Труды ГО Азербайджана. Том XV Баку, 2010.
- 7. Керимова Э.Д. Техногенное воздействие и антропогенная трансформация современных ландшафтов прибрежной зоны (на примере Абшеронского полуострова). Труды ГО Азербайджана. Том XV Баку, 2010.
- 8. <http://www.azerbaijan.az/portal/State Power/Ministers/ministerscabinet-02-r.html>

უაკ 551.4

აზერბაიჯანის გარემოს გარემომცველი სამყაროს გაჯანსაღების მდგომარეობის შესახებ/გურბანოვი თ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 122-125.- რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

აზერბაიჯანი განთავსებულია ორი კონტინენტის საზღვარზე, რაც განაპირობებს მის აქტიურ მონაწილეობას გლობალურ და რეგიონალურ ეკოლოგიურ პირობებებში. ქვეყანა შეუერთდა გარემოს დაცვის 18 საერთაშორისო კონვენციას. ძლიერ ანტროპოგენულ დატვირთვას განიცდის მდ.მტკვარი, რომლის ეკოლოგიურ მდგომარეობას მნიშვნელოვნად განაპირობებს საქართველო და სომხეთი. ანტროპოგენულმა დატვირთვამ გამოიწვია კასპიის აკვატორიის აზერბაიჯანის სექტორის ეკოლოგიური მდგომარეობის მკვეთრი გაუარესება. გარემოს გაჯანსაღების მიზნით აუცილებელია მოვიზიდოთ სამეცნიერო დისციპლინების ფართო წრე, და აქ წამყვანი როლი უნდა მიენიჭოს გეოგრაფიას.

UDC 551.4

On the State and Improvement of Environmental Conditions in Azerbaijan./T.Gurbanov/ Transactions of the Institute of Hydro-meteorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 122-125. - ; Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Azerbaijan is situated at the crossroads of two continents, which leads to his active participation in global and regional environmental issues. Country has acceded to eighteen international conventions for the protection of the environment. Strong anthropogenic load feels the Kura River, which ecological condition greatly depends on Georgia and Armenia. Anthropogenic pressures led to a sharp deterioration of the ecological state of the Azerbaijani sector of the Caspian Sea. Armenian aggression causes great damage to the nature of Azerbaijan. For the purpose of improvement of the environment is necessary to attract a wide range of scientific disciplines, and here the leading role must belong to geography.

УДК 551.4

О ПОЛОЖЕНИИ И ОЗДОРОВЛЕНИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ./Гурбанов Т.Р./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии, Технического Университета Грузии. -2011. – т.117. – с. 122-125. – Рус.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Азербайджан расположен на стыке двух континентов, что обуславливает его активное участие в решении глобальных и региональных экологических проблем. Страна присоединилась к восемнадцати международным конвенциям по охране окружающей среды. Сильную антропогенную нагрузку испытывает река Кура, экологическое состояние которой значительно зависит от Грузии и Армении. Антропогенная нагрузка привела к резкому ухудшению экологического состояния Азербайджанского сектора акватории Каспия. Агрессия Армении наносит огромный ущерб природе Азербайджана. С целью оздоровления окружающей природной среды необходимо привлечь широкий круг научных дисциплин, и здесь ведущая роль должна принадлежать географии.

გ. მელაძე, ნ. ელიზბარაშვილი
ი.ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი, თბილისი.
უპა: 314.479.22

დედამიწის მოსახლეობა როგორც გლობალური ეკოლოგიური პრობლემების დეტერმინანტი

კაცობრიობის ისტორიაში მე-20 საუკუნე მოსახლეობის არნახული მატებით აღინიშნა, რაც გამოწვეული იყო მედიცინაში მიღწეული წარმატებების შედეგად – მოკვდაობის შემცირებითა და სიცოცხლის საშუალო მოსალოდნელი ხანგრძლივობის საგრძნობი მატებით. 2011 წლის დასაწყისისთვის დედამიწის მოსახლეობამ 7 მილიარდს მიაღწია. ექსპერტების აზრით, მომავალში დემოგრაფიული ზრდის ტემპების შენელების ტენდენციაა მოსალოდნელი, თუმცა მოსახლეობის მატება მაინც საკმაოდ მაღალი იქნება.

განუხრელად მზარდი მსოფლიო მოსახლეობა მოითხოვს სულ უფრო მეტ საკვებს, ენერჯიას, ბუნებრივ რესურსებს, რაც ზრდის გეოგრაფიული გარსის შემადგენელ კომპონენტებზე და მათ კავშირურთიერთობებზე ზემოქმედებას. მოსახლეობის ზრდის შედეგად უახლოეს ათწლეულებში მოსალოდნელია ეკოლოგიური კატასტროფების მასშტაბურობისა და რაოდენობის მატება, რაც აისახება განსახლების გეოგრაფიულ თავისებურებებზე.

დემოგრაფიული პროცესების და გლობალური ეკოლოგიური მოვლენების გაველნა ძირითადი ბუნებრივი რესურსების მოხმარებაზე და განაწილებაზე შემდეგნაირად გამოიყურება:

1. წყლის რესურსები. უკანასკნელ წლებში წყალზე მოთხოვნილებასა და არსებულ რეზერვებს შორის თანაფარდობამ კრიტიკულ ზღვარს მიაღწია. დედამიწაზე არსებული წყლის საერთო რესურსებიდან მტკნარი წყალი მხოლოდ 2,5%-ს შეადგენს, აქედან მხოლოდ 0,5%-ია განლაგებული გრუნტის ხელმისაწვდომ შრეებში და ზედაპირულ წყლებში. დედამიწის მოსახლეობა 1930-2000 წწ. 3-ჯერ, ხოლო წყლის მოხმარება 6-ჯერ გაიზარდა, რაც განპირობებული იყო მრეწველობის განვითარებით, საყოფაცხოვრებო და საირიგაციო დანიშნულებით მისი ფართო გამოყენებით.

დადგენილია, რომ XXI საუკუნის დასაწყისში მსოფლიოში მოიხმარებოდა მტკნარი წყლის წლიური მარაგის 54%. მოთხოვნილების არსებული დონის შენარჩუნების პირობებში, მხოლოდ მოსახლეობის მატების შედეგად, 2025 წლისათვის გამოყენებული იქნება მტკნარი წყლის არსებული მარაგის 70%. 31 ქვეყანაში მცხოვრები 500 მილიონზე მეტი ადამიანი განიცდიდა წყლის დეფიციტს. 2025 წლისათვის კი მათი რაოდენობა 3 მლრდ-მდე გაიზრდება, რაც მსოფლიოს 48 ქვეყანას მოიცავს [2]. საგულისხმო ფაქტია, რომ იმ ქვეყნებში, სადაც წყლით მომარაგებასთან დაკავშირებული პრობლემები ყველაზე მასშტაბურია (ახისა და აფრიკის ქვეყნები), მოსახლეობის რაოდენობა ყველაზე სწრაფი ტემპით მატულობს.

2. ტყის რესურსები. მოსახლეობის ზრდა აისახება მსოფლიოს ტყის საფარზეც. უკანასკნელ 40 წელიწადში ტყეების ფართობი მოსახლეობის ერთ სულზე გაანგარიშებით 50%-ით შემცირდა. ტყეების ფართობების მნიშვნელოვანი კლება აღინიშნა დე-

მოგრაფიული ავთოქებით გამოჩენულ რეგიონებში [3]. XX საუკუნის მეორე ნახევარში, განვითარებად სამეაროში ტყეების ჩეხვამ კაცობრიობის ისტორიაში ყველაზე მაღალ დონეს მიაღწია. აქ ტყით დაფარული ტერიტორიები მოსახლეობის ერთ სულზე გაანგარიშებით 1,2 ჰა-დან 0,6 ჰა-მდე შემცირდა. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ტროპიკული ტყეების ფართობების შემცირება სამხრეთ ამერიკაში, რაც საფრთხეს უქმნის გეოგრაფიული გარსის ეკოლოგიურ წონასწორობას. ვარაუდობენ, რომ ტყეების ჩეხვის არსებული ტემპების შენარჩუნების შემთხვევაში უკანასკნელი ბუნებრივი ტროპიკული ტყე 50 წელიწადში გაქრება [4]. საგულისხმოა ის ფაქტიც, რომ ტროპიკული ტყეების უდიდესი ნაწილი იმ ქვეყნებშია წარმოფენილი, რომლებშიც ყველაზე მაღალია მოსახლეობის მატება (2-4% წელიწადში).

გლობალური დათბობის შედეგები ტყიანი ლანდშაფტების გეოგრაფიულ თავისებურებებზეც აისახება, რაც საბოლოო ჯამში გავლენას იქონიებს წყლის და ბიოლოგიური რესურსების, მოსახლეობის და სამეურნეო სპეციალიზაციის განაწილებაზე. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინების [10] მიხედვით, 2100 წლისთვის კლიმატის ცვლილების ტენდენციები ყველაზე თვალსაჩინო აღმოსავლეთ საქართველოს ბარის ლანდშაფტებისთვის გახდება. აქ ამჟამად საქართველოს მოსახლეობის თითქმის ნახევარი ანუ 2 მილიონი მცხოვრებია (თბილისის ჩათვლით). მოსახლეობის მაღალი სიმჭიდროვით გამოირჩევა შიდა ქართლის ვაკე, ქვემო ქართლის ვაკე და კახეთის გორაკ-ბორცვიანი ნაწილი. ის ლანდშაფტები, რომლებზე მაქსიმალურად უარყოფითად აისახება გლობალური დათბობის შედეგად ტყიანი ლანდშაფტების ცვლა, შემდეგია:

- ქვემო ქართლის ვაკის ნახევრადუდაბნოს ლანდშაფტები. ფართობი 370 კმ², მოსახლეობის რაოდენობა აღემატება 500 ათას მცხოვრებს. ირიგაციის განვითარების გარეშე ემუქრება გაუდაბნოება;
- შიდა ქართლის ვაკის სტეპური ლანდშაფტები. ფართობი 560 კმ², მოსახლეობის რაოდენობა აღემატება 150 ათას მცხოვრებს. ირიგაციის განვითარების გარეშე გადაიქცევა ნახევრადუდაბნოდ;
- ივრის ზეგანის სტეპური ლანდშაფტები. ფართობი 1140 კმ², მოსახლეობის რაოდენობა აღემატება 50 ათას მცხოვრებს. ირიგაციის განვითარების გარეშე გადაიქცევა ნახევრადუდაბნოდ;
- ივრის ზეგანის უკიდურესი სამხრეთი ნაწილის სტეპური ლანდშაფტები. ფართობი 170 კმ², მუდმივი და სეზონური მოსახლეობის რაოდენობა აღწევს 5 ათას მცხოვრებს. ირიგაციის განვითარების გარეშე გადაიქცევა ნახევრადუდაბნოდ;
- საქართველოს უკიდურესი სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილის ნახევრადუდაბნოს ლანდშაფტები. ფართობი 90 კმ², ნალექების თანამედროვე რაოდენობა შეადგენს 350, მუდმივი მოსახლეობა არაა. გადაიქცევა უდაბნოდ.

ამგვარად, კლიმატის გლობალური დათბობის და მისი მოსალოდნელი შედეგების მიხედვით, ეკოსისტემების შეცვლის და დეგრადაციის პრობლემა ემუ-

ქრება საქართველოს ტერიტორიის თითქმის 3.5% ანუ 2330 კმ²-ს. ამგვარი პროცესებისთვის აუცილებელი გახდება პრევენციული ქმედებების განხორციელება. წინააღმდეგ შემთხვევაში ეკოლოგიურ მიგრანტად გადაქცევა ემუქრება 700 ათასზე მეტ ადამიანს, რაც თანამედროვე საქართველოს მოსახლეობის 16% შეადგენს.

3. მინერალური რესურსები. მოსახლეობის რაოდენობასა და წიაღისეული რესურსების გამოყენებას შორის პირდაპირპროპორციული ურთიერთკავშირია. XX საუკუნეში თითქმის 4-ჯერ გაიზარდა მსოფლიო მოსახლეობის რაოდენობა, რის შედეგადაც მკვეთრად მოიმატა მოთხოვნილებამ ენერგომატარებლებზე. აშშ-ის ენერგეტიკის სამინისტროს ანალიტიკოსების შეფასებით [6], 2025 წლისათვის ენერჯის მოხმარება მსოფლიოში 2001 წლის დონეს 54%-ით გადააჭარბებს. აღნიშნულ მატებაში დიდი წილი ექნებათ აზიის ქვეყნებს (ჩინეთი, ინდოეთი და სხვა), რომლებშიაც უახლოეს 20 წელიწადში ეკონომიკის მკვეთრი აღმავლობაა მოსალოდნელი. თუ 1980 წელს, ინდუსტრიულად განვითარებულ ქვეყნებზე მოდიოდა მსოფლიო ენერჯის მოხმარების 52%, 2004 წლისთვის მათი წილი 44%-მდე შემცირდა, ხოლო 2030 წელს 33%-მდე დაიკლებს. აღნიშნული განპირობებულია იმ ფაქტით, რომ სამრეწველო წარმოება ე.წ. „ღარიბ“ ქვეყნებში უფრო სწრაფი ტემპებით იზრდება, ხოლო განვითარებული ქვეყნები ენერჯიას უფრო ეკონომიურად მოიხმარენ [7].

4. მიწის რესურსები. მოსახლეობის მატება და ზემოგანხილული მოსალოდნელი ცვლილებები ნეგატიურად აისახება მსოფლიოს რეგიონების მიწის რესურსების გამოყენებაზე და სურსათით უზრუნველყოფაზე. აუცილებელი გახდება ახალი, ეკოლოგიურად დაძაბული და არამდგრადი ტერიტორიების გამოყენება, რაც დამატებით პრობლემებთანაა დაკავშირებული და უარყოფითად აისახება ეკოლოგიურ სტაბილურობაზე. სწორედ ღარიბი და მოსახლეობის რაოდენობრივად სწრაფადმზარდი ქვეყნები გამოირჩევიან თანამედროვე მსოფლიოში ექსტენსიური სოფლის მეურნეობით, რაც საბოლოო ჯამში განაპირობებს ნიადაგების დეგრადაციას, გაუდაბნოებისა და გაუდაბურების პროცესებს.

გაეროს სპეციალისტების პროგნოზის საშუალო ვარიანტის თანახმად, 2025 წლისათვის პლანეტის მოსახლეობა 8 მილიარდს მიაღწევს. ადამიანების ასეთი რაოდენობის გამოსაკვებად აუცილებელი გახდება სურსათის წარმოების გაორმაგება. არადა, დედამიწაზე აღინიშნება სახნავი მიწების ფართობების შემცირება. მოსახლეობის გამოკვება შეუძლებელი გახდება მინერალური სასუქებისა და პესტიციდების ფართოდ გამოყენების გარეშე, რაც ეკოლოგიური ბალანსის დეგრადაციის მნიშვნელოვანი წინაპირობა გახდება.

გეოგრაფიულ გარსზე ანთროპოგენული ზემოქმედების გასაანალიზებლად გამოიყენება ე.წ. „ეკოლოგიური კვალის“ მაჩვენებელი, რომელიც 1992 წელს დაამკვიდრა ურისმა. აღნიშნული მაჩვენებელი ერთი ადამიანის მიერ კვების პროდუქტების, სხვადასხვა მასალების, ენერჯის მოხმარების, პროდუქტიული ნიადაგის ან ზღვის ზედაპირის იმ ფართობის მიხედვით იანგარიშება რომელიც აღნიშნული პროდუქტების საწარმოებლად აუცილებელია. იგი გვიჩვენ-

ნებს, თუ რა რაოდენობის რესურსებს მოიხმარს მოსახლეობა ამა თუ იმ რეგიონში. ეკოლოგიური კვალი ერთ სულ მოსახლეზე და ფართობის ერთეულის შეთანაწიებით იანგარიშება. ამ შემთხვევაში ფართობის ერთეული საშუალო წარმადობის ერთი ჰექტარის ტოლია. ამავე მანვენებით ასევე შესაძლებელია ვიმსჯელოთ მსოფლიოს რეგიონების ბიოლოგიური შესაძლებლობების (ბიოტევადობა) შესახებ, დავადგინოთ მათი რესურსული მარაგის ან დეფიციტის (სადაც რესურსების ექსპლუატაცია აჭარბებს მათი მდგრადი მოხმარების დონეს) დონე. «ეკოლოგიური კვალის» მანვენებელმა მსოფლიოში 2005 წლისთვის 2,7 შეადგინა [8].

ცხრ.1. ეკოლოგიური კვალი მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონების მიხედვით (2005 წ. გლობალური ჰექტარი/მოსახლეობის ერთ სულზე).

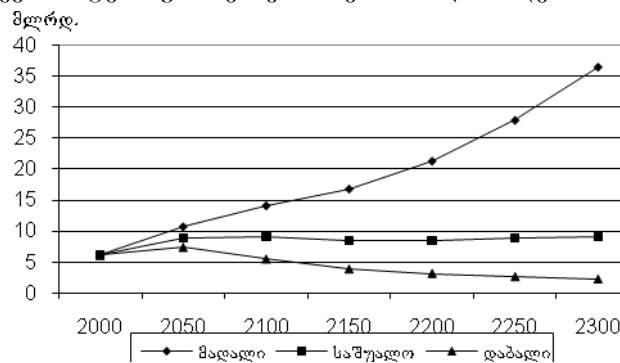
	მოსახლეობის რაოდენობა მლნ.	ეკოლოგიური კვალი	ბიოლოგიური შესაძლებლობები	ეკოლოგიური მარაგი/დეფიციტი (+, -)
აფრიკა	902,0	1,4	1,8	0,4
ახლო აღმოსავლეთი და ცენტრალური აზია	346,8	2,2	1,0	-1,2
აზია-წყნარი ოკეანის რეგიონი	3562,0	1,6	0,8	-0,8
ლათინური ამერიკა და კარიბის აუზი	553,2	2,4	4,8	2,4
ჩრდილოეთ ამერიკა	330,5	9,2	6,5	-2,7
დასავლეთ ევროპა	487,3	4,7	2,3	-2,4
ცენტრალური და აღმოსავლეთ ევროპა	239,6	3,5	5,8	2,3

ეკოლოგიური მარაგის ყველაზე მაღალი მნიშვნელობით ლათინური ამერიკისა და კარიბის აუზის რეგიონი გამოირჩეოდა, სადაც განხილული მანვენებელი მოსახლეობის ერთ სულზე 2,4-ს შეადგენდა. იგი რეგიონის საკმაოდ მაღალი ბუნებრივ-ბიოლოგიური შესაძლებლობებით იყო განპირობებული (4,8 ერთეული) და რესურსების შედარებით დაბალი მოხმარებით (2,4 ერთეული). ახლო აღმოსავლეთისა და ცენტრალური აზიის ქვეყნების ეკოლოგიური დეფიციტი უმთავრესად რეგიონის დაბალი ბიოლოგიური პოტენციალით იყო განპირობებული. საერთო ეკოლოგიურმა კვალმა აღნიშნულ რეგიონში 2,2 ერთეული შეადგინა. აზია-წყნარი ოკეანის რეგიონის ეკოლოგიური დეფიციტი 0,8 ერთეულის ტოლი იყო, რაც ნაწილობრივ მოსახლეობის მაღალი სიმჭიდროვით უნდა აიხსნას. განხილულ რეგიონს ყველაზე დაბალი ბიოლოგიური პოტენციალი გააჩნდა (0,8 ერთეული). საერთო ეკოლოგიური კვალის მანვენებელმა 1,6 შეადგინა. ეკოლოგიური დეფიციტის ყველაზე მაღალი მნიშვნელობა აღინიშნა ჩრდილოეთ ამერიკაში. მიუხედავად იმისა, რომ რეგიონს ყველაზე მაღალი ბიოლოგიური შესაძლებლობები (6,5) გააჩნდა.

დასავლეთ ევროპის ეკოლოგიური დეფიციტი 2,4-ს შეადგენდა, რაც მეორე მანვენებელი იყო მსოფლიოში. ცენტრალური და აღმოსავლეთ ევროპის ბიოლოგიური შესაძლებლობები ყველაზე მაღალი იყო და 5,8 ერთეულს შეადგენდა ერთ სულ მოსახლეზე გაანგარიშებით .

მოსახლეობის მატების პროგნოზები. მიუხედავად იმისა, რომ უკანასკნელ წლებში მსოფლიოში მიმდინარეობს შობადობის თანდათანობით კლების პროცესი, დედამიწის მოსახლეობა კვლავ განაგრძობს მატებას.

გაეროს სპეციალისტების მიერ დამუშავებული პროგნოზის საშუალო ვარიანტის თანახმად [9], XXI საუკუნის შუა წლებისთვის დემოგრაფიული აფეთქება დასრულდება და დროის ხანგრძლივ მონაკვეთზე მოსახლეობის რაოდენობა დაახლოებით 9 მლრდ ფარგლებში დასტაბილურდება (ნახ.1). ამავე პროგნოზით, დღევანდელი სამრეწველო საქმიანობის მასშტაბების პირობებშიც კი, გლობალური ეკოსისტემა უმძიმეს ვითარებაში აღმოჩნდება.



ნახ.1. მსოფლიო მოსახლეობის პროგნოზი, 2000-2300 წწ [9].

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. www.un.org/esa
2. Gardner-Outlaw, Tom and Robert Engleman. Sustaining Water, Easing Scarcity: A Second Update: Revised Data for the Population Action International Report: Sustaining Water: Population and the Future of Renewable Water Supplies. Washington, D.C. Population Action International, 1997.
3. Brown Lester R., Gardner Gary, Halwei Brian I. Beyond Malthus, pp. 65-66.
4. Terborgh J. Requiem for Nature. Washington, D.C. Island Press, 1999.
5. Marland G., Boden T.A., Andres R.J. Global, Regional and National CO2 Emissions // A Compendium of Data on Global Change. Oak Ridge, Tennessee: Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy.
6. Marland G., Boden T., Andres R. Global, Regional and National CO2 Emissions // Trends of Data on Global Change. Oak Ridge, Tennessee: Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, 2000.
7. www.tek.web-standart.net
8. Living Planet Report 2008.
9. World Population in 2300, Highlights // www.org/esa/Population/publications.
10. საქართველოს მეორე ეროვნული შეტყობინება კლიმატის ცვლილების ჩარჩო კონვენციისთვის. -თბ., 2009.

შპა: 314.479.22

დედამიწის მოსახლეობა როგორც გლობალური ეკოლოგიური პრობლემების დეტერმინანტი /გ. მელაძე, ნ. ელიზბარაშვილი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 125-128.- ქართ.; რუს. ქართ., ინგლ., რუს.

მსოფლიო მოსახლეობის მატების ტემპის ცვლილება და განაწილება, ფართო ზეგავლენას ახდენს გარემომცველი გარემოს მდგომარეობაზე და მისი განვითარების პერსპექტივებზე.

უკანასკნელი 70 წლის მანძილზე დედამიწის მოსახლეობა გასამმაგდა, ხოლო მოთხოვნილება წყალზე ექვსჯერ გაიზარდა. მტკნარი წყლის არსებული მარაგის მოხმარება მსოფლიოში 54%-ს შეადგენს. მოსახლეობის ერთ სულზე, წყალზე არსებული მოთხოვნილების დონის შენარჩუნების პირობებში, 2025 წლისათვის მხოლოდ მოსახლეობის მატების ხარჯზე გამოყენებულ იქნება მტკნარი წყლის არსებული მარაგის 70%. ანთროპოგენული ზემოქმედების შედეგად, ძლიერ და საშუალო ეროზიას განიცდის საძოვრებისა და სასოფლო-სამეურნეო სავარგულების დაახლოებით 2 მილიარდი ჰა ფართობის ნიადაგი. მოსახლეობის მატებისა და კლიმატის ცვლილების ზეგავლენით შესაძლებელია რესურსების უკმარისობის გამოწვევა, რაც უპირველეს ყოვლისა ეკოლოგიურად მგრძობიარე მონაკვეთების ექსპლუატაციას გამოიწვევს.

მსოფლიო რეგიონებში გარემომცველ გარემოზე ადამიანის ზემოქმედების განსასაზღვრავად გამოყენებულია „ეკოლოგიური კვალის“ მანევრებელი.

UDC: 314.479.22

Population of the Earth as a Determinant of Global Environmental Problems /G.Meladze, N.Elizbarashvili /Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. - 2011. - т.117.– pp.125-128. - .:Geo. ; Summ. Geo.; Eng.; Russ.

Changes in the size of growth and distribution of human populations have a broad impact on the environment and on development prospects.

Global population has tripled over the past 70 years and water use has increased six times. Worldwide, 54 per cent of the annual available fresh water is being used. If consumption per person remains steady, by 2025 we could be using 70 per cent of the total because of population growth alone. As a result of anthropogenous influence Moderate to severe soil degradation affects nearly billion hectares of crop and grazing land. The effects of population growth and climate change could produce regional resource shortages, which in turn could result in the exploitation of environmentally sensitive areas. To measure people’s impact on the environment on world regions, it is used an indicator of an „ecological footprint”

УДК 314.479.22

Численность населения земли как детерминант глобальных экологических проблем/Меладзе Г., Элизбарашвили Н./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011 –т.117–с.125-128. – Груз.;Рез.Груз., Англ.,Рус

Изменение численности темпов прироста и распределения населения оказывает широкое воздействия на состояние окружающей среды и на перспективы развития.

Численность населения земного шара за последние 70 лет утроилось, а потребление воды выросло в шесть раз. Уровень потребления годовых запасов пресной воды во всем мире составляет 54 процентов. При сохранении нынешнего уровня потребления воды на душу населения к 2025 будет использовано 70 процентов имеющихся запасов пресной воды только за счёт роста численности населения. Результатом антропогенного воздействия Деградация почвы в средней и сильной степени подвержены около 2 миллиардов гектаров сельскохозяйственных и пастбищных угодий. Влияние факторов – роста населения и изменения климата могут вызвать нехватку ресурсов в регионах, что в свою очередь, приводит к эксплуатации экологически чувствительных участков.

Для измерения воздействия человека на окружающую среду по регионам мира, использовано показатель экологического следа.

ლინწირველი¹, ნბუნაძიქ¹ მარაბიძე², გაკუჭავაძე¹, ებაქრაძე², ნდვალისვილი¹, მტბატაძაძე¹

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი ²გარემოს ეროვნული სააგენტო

შპა: 552.482.14

მდ. მტკვრის აუზის წყლების ხარისხის განსაზღვრა ინტეგრალური ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების გამოყენებით

ევროკავშირის ქვეყნების წყლის ჩარჩო დირექტივების (2000/60/EC) რეკომენდაციით [1,2] ზედაპირული წყლების კლასიფიკაციის მინიჭების პირობებში, ეკოლოგიური ხარისხის კოეფიციენტების შკალა უნდა დაიყოს ხუთ კლასად, დაწყებული კარგი და დამთავრებული ცუდი ეკოლოგიური მდგომარეობით. შესაბამისად, წვევრმა ქვეყნებმა მდინარის აუზის თვითოეული სეგმენტისათვის უნდა წარმოადგინონ ფერადად კოდირებული რუკა იმ თანმიმდევრობით, როგორც ეს მოცემულია ცხრ.1-ში.

ცხრილი 1. მდინარის ეკოლოგიური მდგომარეობის კოდირებული რუკის ფერები [1]

მდინარის ეკოლოგიური მდგომარეობის ლასიფიკაცია	ფერადი კოდი
საუკეთესო	ცისფერი
კარგი	მწვანე
საშუალო	ყვითელი
ცუდი	ნარინჯისფერი
ძალიან ცუდი	წითელი

იმისათვის, რომ ზედაპირულ წყალს მივანიჭოთ სათანადო კლასიფიკაცია, საჭიროა გამოანგარიშებულ იქნას ე.წ. წყლის დაბინძურების ხარისხის ინდექსი (S) არანაკლებ 6 ან 7 ჰიდროქიმიური მაჩვენებლის (ინდიკატორების) მეშვეობით. ყველა შემთხვევაში აუცილებელია წარმოდგენილ იქნას – წყლის pH, გახსნილი ჟანგბადი (DO) და ჟანგბადის ბიოლოგიური მოხმარება (ჰბმ), ხოლო დანარჩენი ინდიკატორების ჩამონათვალი გაგრძელდება იმისდა მიხედვით, თუ რომელი დამაბინძურებელია დამახასიათებელი ან პრიორიტეტული მათთვის. ჩვენს მიერ შერჩეული და ევროპის ზოგიერთ ქვეყანაშიც წარმატებით გამოყენებული მეთოდის მიხედვით [3], წყლის დაბინძურების ინდექსი გამოითვლება შემდეგი განტოლებით:

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{Ci \cdot \text{ზდკ}}{N}, \quad (1)$$

სადაც:

- ▶ Ci - ჰიდროქიმიური ინდიკატორის კონცენტრაცია (მათი რაოდენობა არ უნდა იყოს 6-ზე ნაკლები);
- ▶ ზდკ - ჰიდროქიმიური კომპონენტის ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია;
- ▶ N - გამოთვლებაში გამოყენებული ინდიკატორების რაოდენობა.

დაბინძურების ინდექსის გამოსათვლელად განტოლებაში გარდა ინდიკატორების მნიშვნელობებისა, აუცილებელია შეტანილ იქნას წყლის დამაბინძურებლების შესაბამისი ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების (ზდკ) მნიშვნელობებიც (ჩვენს შემთხვევაში საქართველოში მოქმედი ზდკ-ს მნიშვნელობები).

ბოლო წლების განმავლობაში საქართველოში მდ. მტკვრის აუზზე (დაბა ხერთვისი - წითელი ხიდი) განხორციელდა რამდენიმე ეკოქიმიური მონიტორინგი სხვადასხვა პროგრამის ფარგლებში. ასევე, არსებობს მრავალწლიანი ყოველთვიური სტატისტიკური მონაცემების ბაზა (გარემოს ეროვნული სააგენტო), რამაც შექმნა ყველა პირობა, იმისათვის რომ მდ. მტკვარს და მის ზოგიერთ შენაკადს ჰიდროქიმიური მახვენებლების მიხედვით მივანიჭოთ ხარისხის შესაბამისი კლასიფიკაცია, არსებული ევროსტანდარტების გათვალისწინებით. ამ მიზნით მდ. მტკვარი (აღების პუნქტებისა და არსებული მონაცემების გათვალისწინებით) დავეყავით შემდეგ ექვს სეგმენტად: მდინარის სათავე - ხერთვისი; ხერთვისი - ბორჯომი; ბორჯომი - გორი; გორი - ზაპესი; ზაპესი - გაჩიანი და გაჩიანი - რუსთავი. მისი შენაკადებიდან კი შეირჩა მდინარეები: სურამულა, ლიახვი, მაშავერა, ხრამი, ალაზანი და არაგვი. გამოთვლებში გამოყენებულია გასაშუალებული მრავალწლიანი მონაცემები (2009-2011 წ.წ.). მდ. მტკვრის ყველა სეგმენტისა და მისი შენაკადებისათვის შერჩეულ იქნა ინდიკატორები, შემდეგი პრიორიტეტული თანმიმდევრობით (ცხრ.2).

ცხრილი 2. მდ. მტკვრის და მისი შენაკადებისათვის შერჩეული ინდიკატორები

ინდიკატორი	ზღკ
PH	7.5-8.5
DO	4-6
ჟბმ ₅	3
NO ₂ ⁻	1.1
NO ₃ ⁻	10
NH ₄ ⁺	0.39
NH ₃	0.05
PO ₄ ³⁻	3.5
SO ₄ ²⁻	500
Cl ⁻	350

როგორც ვხედავთ ცხრ. 2-ში წარმოდგენილი ინდიკატორების ნუსხაში ჭარბობს ბიოგენური ელემენტების ფორმები (NO₂⁻, NO₃⁻, NH₃, NH₄⁺, PO₄³⁻) გამომდინარე იქიდან, რომ აშუამად მდ. მტკვარი ძირითადად ბინძურდება ფეკალური წყლებით. სავარაუდოა, რომ ამ მიდგომით მივიღებთ რეალურასთან ყველაზე უფრო მიახლოებულ სურათს. რაც შეეხება მდინარეებს ხრამსა და მაშავერას, მათი სპეციფიკურობიდან გამომდინარე, ინდიკატორების ნუსხა ოდნავ განსხვავებულია (ცხრ. 3).

ცხრილი 3. მდინარეების ხრამისა და მაშავერასათვის შერჩეული ინდიკატორები

ინდიკატორი	ზღკ (მგ/ლ)
PH	7.5-8.5
DO	4-6
ჟბმ ₅	3
NO ₂ ⁻	1.1
NO ₃ ⁻	10
NH ₄ ⁺	0.39
PO ₄ ³⁻	3.5
Fe	0.3
Zn	1
Cu	1

ცხრ.3 - დან ჩანს, რომ მდ. ხრამისა და მაშავერას ინდიკატორების ნუსხაში შემოტანილია ზოგიერთი იმ მძიმე ლითონის (Fe, Zn, Cu) მნიშვნელობები, რომლებიც მდიდარია რეგიონები, სადაც ისინი ჩამოედინებიან და არც თუ ისე იშვიათად ხასიათდებიან მათი მაღალი შემცველობებით.

შერჩეული მდინარეებისათვის არსებული მონაცემების საფუძველზე შემოთავაზებული მეთოდის [3] მიხედვით გამოთვლილია (ფორმულა 1) წყლის დაბინძურების ინდექსები.

1. სათავე - ხერთვისი

$$S = \frac{\frac{8.28^{PH}}{7.5} + \frac{7.62^{DO}}{5} + \frac{1.60^{JB_5}}{3} + \frac{0.04^{NO_2^-}}{1.1} + \frac{0.77^{NO_3^-}}{10} + \frac{0.310^{NH_4^+}}{0.39} + \frac{0.014^{NH_3}}{0.05} + \frac{0.09^{PO_4^{3-}}}{3.5} + \frac{11.2504}{500} + \frac{4.45^{Cl^-}}{350}}{10} = \frac{1.11 + 1.52 + 0.53 + 0.04 + 0.08 + 0.79 + 0.02 + 0.03 + 0.022 + 0.013}{10} = 0.42$$

2. ხერთვისი - ბორჯომი

$$S = \frac{\frac{8.3}{7.5} + \frac{7.60}{5} + \frac{1.68}{3} + \frac{0.05}{1.1} + \frac{0.85}{10} + \frac{0.710}{0.39} + \frac{0.010}{0.05} + \frac{0.09}{3.5} + \frac{13.2}{500} + \frac{3.82}{350}}{10} = \frac{1.11 + 1.52 + 0.56 + 0.05 + 0.09 + 1.82 + 0.2 + 0.026 + 0.026 + 0.011}{10} = 0.54$$

2. ბორჯომი - გორი

$$S = \frac{\frac{8.36}{7.5} + \frac{8.57}{5} + \frac{1.98}{3} + \frac{0.04}{1.1} + \frac{0.90}{10} + \frac{0.844}{0.39} + \frac{0.009}{0.05} + \frac{0.07}{3.5} + \frac{15.1}{500} + \frac{3.93}{350}}{10} = \frac{1.12 + 1.72 + 0.66 + 0.04 + 0.09 + 2.15 + 0.18 + 0.02 + 0.03 + 0.01}{10} = 0.61$$

4. გორი - ზაპესი

$$S = \frac{\frac{8.43}{7.5} + \frac{8.14}{5} + \frac{2.50}{3} + \frac{0.06}{1.1} + \frac{0.82}{10} + \frac{0.822}{0.39} + \frac{0.022}{0.05} + \frac{0.131}{3.5} + \frac{26.82}{500} + \frac{4.85}{350}}{10} = \frac{1.13 + 1.63 + 0.83 + 0.054 + 0.082 + 2.11 + 0.44 + 0.04 + 0.053 + 0.014}{10} = 0.64$$

5. ზაპესი - გაჩიანი

$$S = \frac{\frac{8.14}{7.5} + \frac{8.15}{5} + \frac{3.20}{3} + \frac{0.132}{1.1} + \frac{1.04}{10} + \frac{0.780}{0.39} + \frac{0.023}{0.05} + \frac{0.261}{3.5} + \frac{51.6}{500} + \frac{6.4}{350}}{10} = \frac{1.1 + 1.63 + 1.1 + 0.12 + 0.11 + 2.0 + 0.46 + 0.075 + 0.10 + 0.02}{10} = 0.67$$

6. გაჩიანი - რუსთავი

$$S = \frac{\frac{8.16}{7.5} + \frac{8.45}{5} + \frac{3.32}{3} + \frac{0.210}{1.1} + \frac{1.21}{10} + \frac{0.862}{0.39} + \frac{0.015}{0.05} + \frac{0.22}{3.5} + \frac{63.0}{500} + \frac{7.2}{350}}{10} = \frac{1.1 + 1.7 + 1.1 + 0.2 + 0.12 + 0.22 + 0.3 + 0.06 + 0.13 + 0.021}{10} = 0.70$$

გამოთვლილი წყლის დაბინძურების ინდექსების საფუძველზე შევავსეთ შესწავლილ მდინარეთა წყლის ხარისხი, რისთვისაც გამოვიყენეთ ცხრ. 4 - ის მონაცემები.

ცხრილი 4. წყლის ხარისხის კლასიფიკაციის შევასება დაბინძურების ინდექსების გამოყენებით [3]

ზედაპირული წყალი	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი
სუფთა	0.2—1.0	1
მცირედ დაბინძურებული	1.0—2.0	2
დაბინძურებული	2.0—4.0	3
ბინძური	4.0—6.0	4
ძლიერ დაბინძურებული	>6.0	5

ცხრ.5-ში წარმოდგენილია დაბინძურების ინდექსების მიხედვით მდ. მტკვრის ექვსივე სეგმენტისათვის ჩვენს მიერ მინიჭებული ხარისხის კლასიფიკაციები.

ცხრილი 5. მდ. მტკვრის სეგმენტებისათვის მინიჭებული ხარისხის კლასიფიკაციები

მდ. მტკვარი	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი
სათავე - ხერთვისი	0.42	1
ხერთვისი - ბორჯომი	0.54	1
ბორჯომი - გორი	0.61	1
გორი - ზაპეხი	0.64	1
ზაპეხი - გაჩიანი	0.67	1
გაჩიანი - რუსთავი	0.70	1

მიუხედავად იმისა, რომ მდ. მტკვრის წყლის დაბინძურების ინდექსი (მიღებული ჰიდროქიმიური ინდიკატორების გათვალისწინებით) დაწყებული სათავედან, დამთავრებული აზერბაიჯანის საზღვრამდე საგრძნობლად იცვლება (0.42-იდან 0.70-მდე), მისი წყლის ხარისხის კლასი საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე რჩება უცვლელი და მიეკუთვნება სუფთას, ანუ 1 კლასის კატეგორიას (ცხრ.5).

ცხრ. 6 - ში მოცემულია იგივე მიდგომითა და მეთოდით [3] გამოთვლილი მდ. მტკვრის ზოგიერთი შენაკადის წყლის ხარისხის კლასიფიკაციები, რომელთა საფუძველზე ისინი მიეკუთვნებიან მცირედ დაბინძურებულ, დაბინძურებულ ან სუფთა მდინარეებს.

ცხრილი 6. მდ. მტკვრის ზოგიერთი შენაკადებისათვის წყლის ხარისხის კლასიფიკაციები

მდინარე	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი	ფერადი კოდი
მაშავერა (ზედა კვეთი)	0.64	1	სუფთა (მწვანე)
მაშავერა (ქვედა კვეთი)	2.18	3	დაბინძურებული (ნარინჯისფერი)
ხრამი	0.76	1	სუფთა(მწვანე)
სურამულა	1.30	2	მცირედ დაბინძურებული (ყვითელი)
ლიახვი (ზედა კვეთი)	1.66	2	მცირედ დაბინძურებული (ყვითელი)
ლიახვი (ქვედა კვეთი)	0.82	1	სუფთა (მწვანე)
ალაზანი (შაქრისანი)	0.52	1	სუფთა (მწვანე)
არაგვი	0.47	1	სუფთა

მაგალითად მდ. მაშავერა, რომელიც მის ზედა კვეთში პასუხობს კლასიფიკაციას - სუფთა, გაივლის რა ბოლნისის რეგიონში მდებარე მომქმედ მანუელის საწარმოს, ექცევა ანთროპოგენული დატვირთვის ქვეშ და, შესაბამისად, მის ქვედა კვეთში იღებს კლასიფიკაციას - დაბინძურებული. ასევე მცირედ დაბინძურების კლასიფიკაციაში მოხვდნენ მდ. სურამულა (დაბინძურება გამოწვეული ფეკალიებით) და მდ. ლიახვის ზედა კვეთის ის ნაწილი, რომელიც იმყოფება ქ. ცხინვალის ფეკალური წყლების გავლენის ქვეშ.

საიტერესოა შესწავლილი მდინარეების წყლების დაბინძურების ხარისხის დამოკიდებულება წლის სეზონურობასთან. კერძოდ, ცხრ.7-ში მოცე-

მულია მდ. მტკვრისა და მისი ორი შენაკადის წყლების დაბინძურების ხარისხი გაზაფხულის (წყალუხვობის) და ზაფხულის (წყალმცირობის) პერიოდებისათვის.

ცხრილი 7. მდ. მტკვრისა და მისი შენაკადების წყლების დაბინძურების ხარისხის დამოკიდებულება წლის სეზონურობასთან

მდინარე	სეზონი	დაბინძურების ინდექსი	წყლის ხარისხის კლასი	ფერადი კოდი
მტკვარი (გაჩიანი-რუსთავი)	გაზაფხული	0.61	1	მწვანე
	ზაფხული	1.05	2	ყვითელი
ხრამი	გაზაფხული	0.56	1	მწვანე
	ზაფხული	1.01	2	ყვითელი
სურამულა	გაზაფხული	0.76	1	მწვანე
	ზაფხული	1.66	2	ყვითელი

მიღებულ მონაცემებზე დაყრდნობით შეიძლება ითქვას, რომ მდ. მტკვრისა და მისი შენაკადების წყლების ხარისხი უარესდება მათი დინების მიმართულებით. ეს ტენდენცია განსაკუთრებით მკვეთრად არის გამოხატული წყალმცირობის პერიოდში, რაც მიგვანიშნებს, რომ წლის თბილ პერიოდში დიდი სიფრთხილით უნდა მოვეკიდოთ ამ ეკოლოგიურ პრობლემას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. წყლის ჩარჩო დირექტივის (2000/60/EC) განხორციელების ერთიანი სტრატეგია. (TACIS/2007/134-398).
2. ევროკავშირი. წყლის ჩარჩო დირექტივა (2000/60/EC). (TACIS/2007/134-398).
3. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. /Под ред. Т.В. Гусевой/- М.:ФОРУМ: ИНФРА-М, 2010

უაი: 552.482.14

მდ. მტკვრის აუზის წყლების ხარისხის განსაზღვრა ინტეგრალური ჰიდროქიმიური მაჩვენებლების გამოყენებით/ლ.ინწკირველი, ნ.ბუაჩიძე მარაბიძე, გ.კუჭავა, ე.ბაქრაძე, ნ.დვალისფილი, მ.ტაბატაძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117-გვ.128-131-ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

საერთაშორისო ჰიდროქიმიურ პრაქტიკაში მიღებული შეფასების მეთოდის გამოყენებითა და საკვლევი რეგიონებისათვის დამახასიათებელ შერჩეულ ინდიკატორებზე დაყრდნობით დახასიათებულია მდ. მტკვრის აუზის წყლების ეკოლოგიური მდგომარეობა. დადგენილია ის პრიორიტეტული ინდიკატორები, რომლებიც დიდი მიახლოებით ახასიათებენ ხსენებული მდინარეების აუზის წყლების ხარისხს და შეიძლება გამოვიყენოთ მათთვის კლასიფიკაციის მინიჭებისათვის. ინდენტიფიცირებულია მდ. მტკვრის “დაბინძურებული” და “მცირედ დაბინძურებული” შენაკადები. ნაჩვენებია, რომ მათი დაბინძურების ხარისხი გარკვეულწილად დამოკიდებულია წლის სეზონურობაზე.

UDC 552.482.14

Determination of the quality of riv. Kura basin waters using integral hydrochemical indices./ Intskirveli L., Buachidze N., Arabidze M., Kutchava G., Bakradze E., Dva-lishvili N., Tabatadze M/ /Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 128-131. - Georg .; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The present article discusses the method selected by us related to awarding the quality classification to surface water based on the Mtkvari river example. We have also identified the priority indicators that, in our opinion, are the most characteristic and reasonable for defining the quality of the river basin under question and, respectively, water classification. It was observed that some of the tributaries of the Mtkvari river can be classified as “polluted” or “slightly polluted”, which claims attention. It was also found out that to some extent the level of water pollution depends on seasonality.

УДК 552.482.14

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОД БАСЕЙНА Р. КУРА О ПРИМЕНЕНИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ./Инцкирвели Л., Буачидзе Н., Арабидзе М., Кучава Г., Бакрадзе Е., Двалишвили Н., Табатадзе М./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии, Технического Университета Грузии. -2011. – т.117. – с. 128-131. – Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус.

Методом классификации было рассмотрено возможность присвоения качества поверхностным водам на примере бассейна р. Куры. Определены приоритетные индикаторы, которые более всего приемлемы для оценки качества воды для данного бассейна. Выяснилось, что некоторые притоки р. Куры соответствуют «загрязненным» или «умеренно загрязненным» классам, также выяснилось, что уровень загрязнения этих вод в некоторой степени зависит от времени года.

ბ. კალანდაძე, ვ. ტრაპაიძე, გ. ბრეგვაძე
ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

უაკ: 551.482.215.75

მდინარე მაშავერას სარწყავი წყლების ბავშვთა ბოლნისის რაიონის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებზე

თანამედროვე ეპოქაში სოფლის მეურნეობის განვითარებისა და სამოქალაქო განსახლებისათვის აუცილებელია წყლის რესურსების ინტენსიური გამოყენება, რისთვისაც განუზომლად იზრდება ჰიდროლოგიურ ობიექტებზე ანთროპოგენური ზეგავლენის ფორმები და მასშტაბები.

XX საუკუნის მიწურულსა და XXI საუკუნის მიჯნაზე თანამედროვე ცივილიზაციის განვითარებაში უმაღლეს საფეხურს მიაღწია. ამ მოვლენამ ადამიანებს ბევრ სიკეთესთან ერთად უამრავი პრობლემა გაუჩინა. ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის შედეგად ხდება გარემოს გაჭუჭყიანება მრეწველობის ნარჩენებით, ჩამდინარე წყლებით, სხვადასხვა რადიოაქტიული ნივთიერებებით, სოფლის მეურნეობაში გამოყენებული შხამ-ქიმიკატებით.

საქართველოს ბუნებრივი პირობები ქმნის რეალურ შესაძლებლობას ქვეყანაში სარწყავი მიწათმოქმედების ინტენსიური განვითარებისა, რასაც უძველესი ისტორია აქვს. ჯერ კიდევ ბერძენი მოგზაური და მეცნიერი სტრაბონი აღნიშნავდა რომ

საქართველოს მიწები უფრო მეტადაა მორწყული, ვიდრე ბაბილონისა და ეგვიპტის.

კლიმატის ცვლილების საერთაშორისო პანელის შესაბამისად მსოფლიოში მოსალოდნელია საშუალო კლიმატური ტემპერატურის მატება, რაც გამოიწვევს ირიგაციისათვის წყლის რესურსების კიდევ უფრო დიდი რაოდენობით გამოყენებას. წყალმომარების სხვა კატეგორიებთან შედარებით მორწყვისათვის გამოყენებული წყალი დაუბრუნებადია (ან ნაწილობრივი დაბრუნების შემთხვევაში მკვეთრად გაუარესებულია მისი ხარისხი), ამასთან როგორც რაოდენობრივი ისე ხარისხობრივი თვალსაზრისით ისინი სეზონების მიხედვით უნდა აკმაყოფილებდნენ გარკვეულ პარამეტრებს, რათა ბალანსი დადებითი იყოს.

ჩვენს ქვეყანაში ეკოლოგიური და სარწყავი პრობლემებიდან გამომდინარე ერთ-ერთ სენსიტიურ (მგრძობიარე) ადგილს წარმოადგენს მდინარე მაშავერას აუზი და მდინარის სარწყავი წყლების გავლენა ბოლნისის რაიონის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებზე.

მდინარე მაშავერა სათავეს იღებს ჯავახეთის ქედის აღმოსავლეთ ფერდობზე 1358 მ სიმაღლიდან და უერთდება მდინარე ქცია-ხრამს მარჯვენა მხრიდან სოფელ პატარა არუხლოსთან, აუზის ფართობია 1390 კმ². მისი საშუალო წლიური ხარჯია 5.10 მ³/წმ, მინიმალური 2,02 მ³/წმ (95% უზრუნველყოფით) მდინარე მაშავერას შენაკადებიდან სასოფლო-სამეურნეო კულტურების მორწყვისთვის გამოყენებულია ბოლნისის წყალი, ტალავრის წყალი, ფოლადაური და სხვა [1].

მდ. მაშავერას მარცხენა მხრიდან გაყვანილი ზედა არხი რწყავს 600 ჰა, კაზრეთის არხი 1400 ჰექტარს, იმირასანის არხი 3100 ჰა, მდინარე ფოლადაურიდან გაყვანილი კარა-სუს არხი 650 ჰექტარს, გედაკის არხი 670 ჰა. გარდა აღნიშნული სარწყავი არხებისა მაშავერას აუზში დედეებიდან, ხრამებიდან და წყაროებიდან დიდი რაოდენობით არის გაყვანილი წვრილი არხები, რომლითაც ირწყვება დაახლოებით 1400 ჰა.

აღნიშნულ სარწყავ ფართობებს ზაფხულის პერიოდში მდ. მაშავერას და მისი შენაკადების წყალი სრულად ვერ აკმაყოფილებდა, ამიტომ 1964 წელს მდინარე მაშავერას წყლით რეგულირებისათვის სოფ. პანტიანთან მოაწყვეს პანტიანის წყალსაცავი, რომლის მოცულობა 5,0 მლნ მ³ უდრის.

ბოლნისის რაიონი საქართველოს უმნიშვნელოვანესი სასოფლო-სამეურნეო რეგიონია. რბილი ჰავისა და ნაყოფიერი ნიადაგების(მდელოს ყავისფერი, რუხი ყავისფერი) წყალობით მოსახლეობას წელიწადში სამი მოსავალი მოჰყავს. რაიონი საშუალო და მაღალმთიანია, რომლის აბსოლიტური სიმაღლე 500-1300მ-ის ფარგლებში მერყეობს. ბოლნისის რაიონი ტრადიციულად მევენახეობისა და მეპოსტნეობის რაიონად ითვლება. რეგიონში არსებული მრავალი საწარმოდან ერთ-ერთი უმსხვილესია სააქციო საზოგადოება “მადნეული”.

ეს არის სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატი, რომელიც ფუნქციონირებს სპილენძ-კოლჩედაური და ბარიტ-პოლიმეტალური საბადოს ბაზაზე. ცნობილია, რომ ასეთი ტიპის საწარმოები გარკვეულ

საფრთხეს უქმნიან როგორც მიმდებარე ტერიტორიას, ასევე მთლიანად რეგიონის ეკოსისტემებს.

გენეზისის მიხედვით მადნეულის საბადო განეკუთვნება ჰიდროთერმული საბადოების ჯგუფს. კარიერული წყლების ქიმიური შედგენილობა განპირობებულია სულფიდური მინერალების დაჯანგვისას წარმოქმნილი დიდი რაოდენობის გოგირდმჟავით, რომლის საშუალებითაც ხდება მათი გამოტანა სპილენძის, რკინისა და თუთიის სულფატების სახით. მადნის ძირითად კომპონენტებთან ერთად დაჯანგვის პროდუქტებში ხვდება აქცესორული ელემენტების ხსნადი სულფატები, როგორცაა კადმიუმი და კობალტი. კარიერულ წყლებში შედარებით მცირეა ტყვიისა და ბარიუმის შემცველობა იმის გამო, რომ მათი სულფატები უხსნადია და ისინი რჩებიან მადნიანი სხეულის შიგნით. ამავე დროს ფუჭი ქანების საყარბოდან და კულსაცავებიდან დიდი რაოდენობით იწრება წყალი, რომელიც კარიერის წყლების მსგავსად სულფატურ პროცესში მონაწილეობს და მისგან არაფრით განსხვავდება. აღნიშნული თავისებურებიდან გამომდინარე ძირითადი ტექნოგენური დატვირთვა მოდის რეგიონის ჰიდროქსელზე და აქედან გამომდინარე სარწყავ სისტემაზე.

მდ. კაზრეთულა მიედინება კულსაცავების ქვეშ და გაჯერებულია მადნის ელემენტებით. ჩვენი მონაცემებით სპილენძის, თუთიის, კადმიუმის და სულფატების ჯამური შემცველობა კაზრეთულაში ბევრად აღემატება ზედაპირული წყლებისათვის დასაშვებ კონცენტრაციას. წყლის ძალიან დაბალი PH-ის გამო ეს ელემენტები ძირითადად ხსნად ფორმაში არიან და მათ მიგრაციის დიდი უნარი აქვთ.

კარიერის წყლები გადმოტუმბვის პროცესში კულსაცავებიდან ხვდება მდინარე კაზრეთულაში და შემდგომ მდ. მაშავერადან გამომდინარე სარწყავი სისტემების მეშვეობით ბოლნისის რაიონის სასოფლო სამეურნეო სავარგულებში.

მდ. კაზრეთულა და მაშავერა განიცდიან ძლიერ ტექნოგენურ დატვირთვას სპილენძისა და კადმიუმის სახით. ამ ელემენტების ჯამური შემცველობა ზღა-ზე რამოდენიმეჯერ მეტია (მაგ: მდ. კაზრეთულაში კომბინატის მახლობლად სპილენძი 8,125 მგ/ლ შეადგენს, როცა ზღკ 1 მგ/ლ-ია, ხოლო მდ.მაშავერას შესართავთან შესაბამისად 1,212 მგ/ლ). ასევე მაღალია თუთიისა და კადმიუმის ჯამური ფორმებიც.

როგორც აღნიშნეთ რეგიონში ფუნქციონირებს კარგად განვითარებული სარწყავი სისტემა, რომელიც სათავეს იღებს მდ.მაშავერადან - მდ.კაზრეთულას შესართავის ქვემოთ. ამგვარად ჰიდროქსელის დაბინძურებას, როგორც პირდაპირი შედეგი მოჰყვება ნიადაგების დაბინძურება მადნის ელემენტებით. [2]

სასოფლო სამეურნეო სავარგულის მორწყვისას ყოველ კვადრატულ მეტრზე წელიწადში საშუალოდ 50 ლ წყალი იხარჯება, შესაბამისად ერთ ჰექტარ სასოფლო-სამეურნეო სავარგულზე მორწყვის შედეგად 12,4 კგ სპილენძი, 3,6 კგ თუთია და 17გ კადმიუმი ხვდება. 1998 წლის ნიადაგის დაცვის გერმანული ნორმატივების მიხედვით ეს მონაცემები საგრძობლად სცილდება ნორმებს და შემდეგ სურათს გვაძლევს: სპილენძი 36-ჯერ, თუთია და კადმიუმი კი 3-ჯერ აღემატება დასაშვებ ნორმას. ყოველი მორწყვის შემდეგ მიძიმე მეტალების ნარჩენები ნიადაგის ზედაპირზე რჩება და შემდგომი დამუშავების

შედეგად ნიადაგში ხვდება, საიდანაც ფესვებიდან მათი შეწოვა მიმდინარეობს.[3]

კვლევები ჩატარდა სხადასხვა დანიშნულების სასოფლო-სამეურნეო ნიადაგებში: ხილის ბაღებში, ვენახებში, ბოსტნებსა და მარცვლოვანი კულტურის ნათესებში. გამოკვლეული იქნა მორწყული მარცვლოვანი კულტურის 29 ნათესი, 49 ბოსტანი, 33 ხილის ბაღი და ვენახი. სპილენძის შემცველობაში განსხვავებული განზომილება გამოვლინდა. სპილენძის შემცველობის მაქსიმუმი ნათესებში 450 მგ შეადგენს, ბოსტნეულის ბაღებში 1100 მგ და ვენახებში ეს მაჩვენებელი ყოველ კილოგრამზე 3000 მგ აღწევს. ესე იგი ჩვენ ვხედავთ, რომ გამოყენების ფორმის და იმის მიხედვით, თუ რა სისწირით და რა რაოდენობით ხდებოდა ნიადაგების მორწყვა, სპილენძის შემცველობაც განსხვავებულია.[4]

ჰიდროსფეროსა და ნიადაგში დიდი რაოდენობით მიძიმე მეტალების დაგროვება საკმაოდ მავნე ზეგავლენას ახდენს რეგიონის ბიოსფეროზე, რაც რამოდენიმე ასპექტში უნდა განვიხილოთ.

პირველ რიგში, აღსანიშნავია მავნე ნივთიერებების პირდაპირი ზემოქმედება მცენარეულ საფარზე. გარდა ამისა, ჰიდროსფეროსა და ნიადაგში მიძიმე მეტალების კონცენტრაციის ზრდას შეუძლია სერიოზული გავლენა იქონიოს ნიადაგის მიკროფლორაზე, შეცვალოს მათი შემადგენლობა და უარყოფითი გავლენა იქონიოს ნიადაგის თვითაღდგენის პროცესებზე. [5,6]

ნიადაგი ლანდშაფტის ყველაზე ინფორმაციული ნაწილია, ვინაიდან იგი წარმოიქმნება ლანდშაფტის ყველა დანარჩენი ელემენტის ურთიერთქმედების შედეგად. ამიტომ მასზე აისახება ყველა ის ტექნოგენური და ბუნებრივი პროცესი, რომელსაც ადგილი აქვს მოცემული სისტემის ფარგლებში. [7]

საირიგაციო წყლის ობიექტებზე ანთროპოგენური ზემოქმედების ანალიზი მეტყველებს იმაზე რომ სარწყავ მიწათმოქმედებას შეუძლია გაართულოს ეკოლოგიური სიტუაცია რეგიონში, რის გამოსწორებაც შესაძლებელია მორწყვის თანამედროვე ტექნოლოგიების შემუშავებით, სასოფლო სამეურნეო სავარგულებზე ეკოლოგიურად სუფთა მიწათმოქმედებაზე გადასვლით და სარწყავი სისტემების რეკონსტრუქციით.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. უკლება ნ. “საქართველოს სსრ წყლის რესურსების კომლექსური გამოყენება სახალხო მეურნეობაში” თსუ 1977
2. Narimanidze, E., Wichmann, L., Felix-Henningsen, PP., Steffens, D., Schubert, S., Urushadze, T., Mishveladze, B. and Kalandadze, B. (2003): Bergbaubedingte Schwermetallbelastungen von Böden und Nutzpflanzen in einem Bewässerungsgebiet südlich von Tiflis/Georgien - Ausmaß und ökologische Bedeutung. Abschlussbericht für den Projektzeitraum 2000 - 2003, Giessen, Discussion paper No. 21, Center for International Environment and Development Research
3. Felix-Henningsen, PP., Urushadze, T. F., Narimanidze, E. I., Wichmann, L., Steffens, D., Kalandadze, B. (2007): Heavy metal pollution of soils and food crops due to mining wastes in an irrigation district south of Tbilisi, eastern Georgia. Annales Agrar. Sci. 5(3),11-27.
4. Peter Felix-Henningsen, Diedrich Steffens, Tengiz Urushadze, Eliso Narimanidze-King, Besso Kalandadze; Uptake of Heavy

Metals By Food Crops From Highly Polluted Kashtanozems in an Irrigation District South of Tbilisi, Eastern Georgia; Schriften zur Internationalen Entwicklung und Umweltforschung, (Lorenz King, Giorgi Khubua) "Georgia in Transition", Giessen – Deutschland, 2009

- Blume, H. PP. (Ed.) (2004): Handbuch des Bodenschutzes: Bodenökologie und –belastung, Vorbeugende und abwehrende Schutzmaßnahmen, Landsberg/Lech, Ecomed, 3rd ed..
- Бекер А. А., Агаев Т. Б. „Охрана и загрязнения природной среды”. Л., Гидропроиздат. 1989 г.
- Алексеев Ю. В. „Тяжелые металлы в почвах и растениях”, Агропромиздат, 1987 г.
- Добровольский В. В. „География микроэлементов, глобальное рассеяние”, М., 1983 г.
- Кауричев И. С. др. „Почвоведение”, М., Агропромиздат, 1989 г.

Уპა 551.482.215.75

მდინარე მაშავერას სარწყავი წყლების გავლენა ბოლნისის რაიონის სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებზე/ბ.კალანდაძე, ვ.ტრაპაიძე, გ.ბრეგვაძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117.-გვ. 131-133.-ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

ბოლნისის რაიონი საქართველოს უმნიშვნელოვანესი სასოფლო-სამეურნეო რეგიონია. აქ კარგადაა განვითარებული სარწყავი სისტემა და მდ. კაზრეთულას და მაშავერას წყლით ხდება სავარგულების მორწყვა. ორივე მდინარე განიცდის ძლიერ ტექნოგენურ დატვირთვას და ჰიდროქსელის დაბინძურებას როგორც პირდაპირი შედეგი მოჰყვება ნიადაგის დაბინძურება მადნის ელემენტებით. სხვადასხვა დანიშნულების სასოფლო-სამეურნეო ნიადაგებში ჩატარებული კვებების შედეგად დადგინდა რომ იმის მიხედვით თუ რა სისშირითა და რა რაოდენობით ხდებოდა ნიადაგის მორწყვა მასში სპილენძის, თუთიის და კადმიუმის შემცველობაც განსხვავებულია და ყველა შემთხვევაში აჭარბებენ ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს. ისინი უმთავრეს შემთხვევაში ხსნად ფორმაში არიან და მიგრაციის დიდი უნარი გააჩნიათ. ამიტომ ძალზე მნიშვნელოვანია იმ კომპლექსური ღონისძიებების გატარება, რომელიც მიმართული იქნება ეკოლოგიურად სუფთა მიწათმოქმედებაზე გადასვლით სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებზე.

UDC 551.482.215.75

Influence of the irrigation waters of the river Mashavera on the agricultural plots of Bolnisi Region./ Kalandadze B, Trapaidze V, Bregvadze G /Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhnical University. -2011. - т.117. – pp. 131-133. - Georg. ; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Bolnisi region is one of the most important agricultural regions of Georgia, with a well-developed irrigation system, with the waters of the rivers Kazretula and Mashavera used to irrigate the plots of fields. Both rivers have a strong tectogenic burden and their hydrological network is subject to pollution. As a direct consequence, this causes the soil pollution with ore elements. The studies of the agricultural soils of different designations have made it clear that the content of copper, zinc and cadmium in them depends on the frequency and quantity of the soil irrigation, and it exceeds the maximum permissible concentrations in any case. The given elements are mostly a in soluble form with a strong migration capability. Therefore, the combined measures to shift to the ecologically pure land cultivation of the agricultural plots is extremely important.

УДК 551.482.215.75

Влияние оросительных вод реки Машавера на сельскохозяйственные угодья Болнисского района/ Каландадзе Б., Трапайдзе В., Брегвадзе Г./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии, Технического Университета Грузии. -2011. - т.117. – с. 131-133. – Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Болнисский район является одним из важнейших сельскохозяйственных регионов Грузии. Здесь хорошо развита оросительная система и с помощью воды рек Казретула и Машавера осуществляется орошение угодий. Обе реки испытывают высокую техногенную нагрузку и загрязнение гидросети. Как прямое последствие, это вызывает загрязнение почвы элементами руды. В результате исследований, проведенных в сельскохозяйственных почвах разного назначения, установлено, что в зависимости от того, как часто и с какой интенсивностью орошалась почва, в ней содержание меди, цинка и кадмия различны, и они во всех случаях превышают предельно допустимые концентрации. Они в основном находятся в растворимой форме и обладают большой приверженностью к миграции. Поэтому весьма большое значение имеет проведение таких комплексных мероприятий, которые будут направлены к переходу на экологически чистое земледелие в сельскохозяйственных угодьях.

მ. ელიზბარაშვილი*,** დ. კეკელიძე*, გ. ცოტაძე*,
ბ. კვიციანი*, ნ. ვაშაყვაძე**,
ნ. კეკელიძე***

- * ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- ** საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
- *** ფ. თაგაძის სახელობის მეტალურგიის და მასალათმცოდნეობის ინსტიტუტი

Уპა: 551.510.42

მიმე მეტალების შემცველობა შრეპი-შეკვითილის საკურორტო ზონის ზედაპირულ წყლებში შესავალი

ზედაპირული წყლების ქიმიური შემადგენლობის ფორმირებას მრავალი ფაქტორი განსაზღვრავს. მთის ქანები, ნიადაგი, ცოცხალი ორგანიზმები და ასევე ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა უშუალოდ ზემოქმედებენ წყალზე. კლიმატი, რელიეფი, წყლის რეჟიმი, მცენარეულობა, ჰიდროგეოლოგიური პირობები კი განაპირობებენ იმ ფაქტორებს, რომლებშიც მიმდინარეობს ნივთიერების და წყლის ზემოქმედება. მიმე მეტალების იდენტიფიკაცია და მათი რაოდენობრივი განსაზღვრა, ასევე ამ ელემენტების შემდგომი მიგრაცია მოცემულ ეკოსისტემაში წარმოადგენს ეკოლოგიური მეცნიერების მნიშვნელოვან ამოცანას.

ურეკი-შეკვეთილის საკურორტო ზონის ზედაპირული წყლების ყოველკვარტალური მონიტორინგი შესრულდა, 2008-2009 წლებში შემდეგ მეტალებზე: Cu, Mo, Pb, Zn, Mn, Ni, Co, Ag, Cr, Cd პროექტის „ურეკი-შეკვეთილის საკურორტო ზონის კომპლექსური ეკოლოგიური და მიკროკლიმატური გამოკვლევა“ ფარგლებში.

მოცემულ ნაშრომში წარმოდგენილია წყალში გახსნილი მიმე მეტალების Cu, Mo, Pb, Zn, Mn, Ni, Co კონცენტრაციის განსაზღვრული მნიშვნელობები. ურეკი-შეკვეთილის საკურორტო რეგიონი მდებარეობს მდინარეების სუფსას და ნატანებს შორის, ამიტომ ამ მდინარეებს შეუძლიათ მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინონ ზღვის წყლის შეღვენილობასა და თვისებებზე მოსახლეობის წყალმომარების რაიონებში.

პროექტის მიზნებიდან და ამოცანებიდან გამომდინარე შერჩეული იქნა ზღვის წყლის 4 საკონტროლო პუნქტი: ზღვა 1 (მდ. ნატანების ზღვასთან შეერთება), ზღვა 2 (კურორტი შეკვეთილი), ზღვა 3 (კურორტი ურეკი), ზღვა 4 (მდ. სუფსის ზღვასთან შეერთება), მდინარის წყლის - მდ. ნატანები (სოფ. ქვემო ნატანებთან) და მდ. სუფსა (სოფ. ხიდმაღალაში) [1].

სინჯების აღება სრულდებოდა EPA-ს მეთოდის შესაბამისად. გახსნილი მეტალების განსაზღვრავად სინჯის ნაწილი (დაახლოებით 200 მლ) იფილტრებოდა 0.45 მკმ მემბრანულ ფილტრზე, ფილტრაციის შემდეგ მჟავადებოდა განზავებული აზოტმჟავას (1:1) ხსნარით 0.2%-მდე (მოცულობა/მოცულობა) და ინახებოდა 4°C ტემპერატურაზე. წყლის სხვა მნიშვნელოვანი პარამეტრები ტემპერატურა, pH, გამტარებლობა, TDS, მარილიანობა იზომებოდა სინჯის აღების ადგილზე პორტატიული ხელსაწყოების HI 98103 Checker® და Sension 5 გამოყენებით. გაფილტრულ სინჯებში მეტალთა განსაზღვრა შესრულდა ატომურ-აბსორბციულ სპექტრომეტრზე Aanalyst 800 Perkin Elmer. გაზომვების მეთოდიკები შეესაბამებოდა EPA-ს მეთოდებს, რომლის ბაზაზეც დამუშავებული იქნა სტანდარტული ოპერაციული პროცედურები (SOP). Cu და Zn განისაზღვრა ალური ატომიზაციის, ხოლო Mo, Pb, Ag Co Cr, Ni, Mn, Cd ელექტროთერმული ატომიზაციის მეთოდის გამოყენებით.

მიღებული შედეგები

ზღვისა და მდინარის წყალში გახსნილი მძიმე მეტალთა კონცენტრაციის მიღებული მინიმალური და მაქსიმალური მნიშვნელობები საკონტროლო პუნქტების მიხედვით მოცემულია ცხრილ 1-ში.

მიღებული შედეგების საფუძველზე შესწავლილი იქნა მძიმე მეტალების კონცენტრაციის ცვლილება ზღვის და მდინარეების წყალში საკონტროლო პუნქტებისა და დროის მიხედვით.

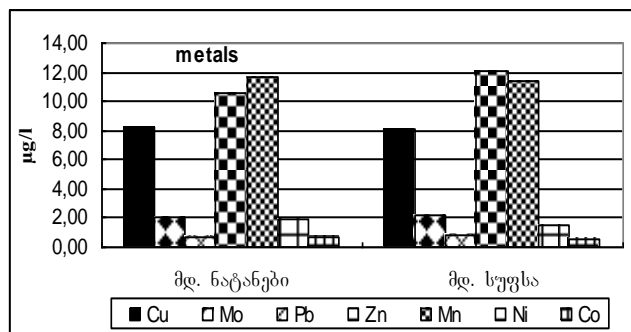
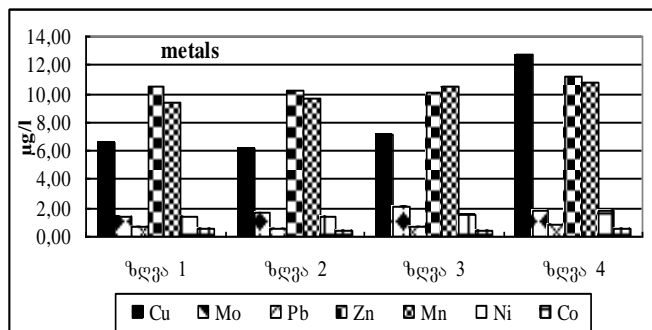
ნახაზზე 1. ნაჩვენებია მეტალთა კონცენტრაციის მონაცემები, რომლებიც ასახავენ გახსნილი მეტალების კონცენტრაციის ცვლილების ხასიათს ზღვის წყალში საკონტროლო პუნქტების მიხედვით.

როგორც ნახაზიდან ჩანს, მეტალების: Mo, Pb, Ni და Co კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობების ცვლილებები უმნიშვნელოა. Cu, Zn და Mn კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობის ცვლილება კი შედარებით მნიშვნელოვანია საკონტროლო პუნქტში ზღვა 4.

ნახაზზე 2. ნაჩვენებია მეტალთა კონცენტრაციის მონაცემები, რომლებიც ასახავენ გახსნილი მეტალების კონცენტრაციის ცვლილების ხასიათს მდინარეების ნატანების და სუფსის წყალში საკონტროლო პუნქტების მიხედვით.

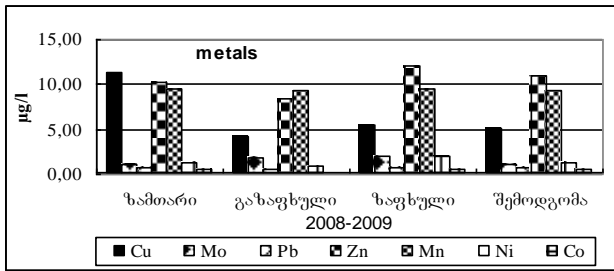
ცხრილი 1. ზღვისა და მდინარის წყალში გახსნილი მძიმე მეტალთა კონცენტრაციის მინიმალური და მაქსიმალური მნიშვნელობები საკონტროლო პუნქტების მიხედვით.

№	µg/l	წყლის საკონტროლო პუნქტები						
		ზღვა 1	ზღვა 2	ზღვა 3	ზღვა 4	მდ.ნატანები	მდ. სუფსა	
1	Cu	min	4.27	5.44	4.97	3.87	4.97	5.41
		max	11.39	6.92	10.57	37.39	13.28	9.39
2	Mo	min	1.06	1.26	1.46	1.29	1.21	1.49
		max	1.98	1.95	2.44	2.86	3.71	2.61
3	Pb	min	0.61	0.54	0.41	0.64	0.67	0.68
		max	0.72	0.61	1.21	1.08	0.73	0.96
4	Zn	min	8.49	8.63	8.44	9.11	8.32	8.56
		max	12.15	11.92	12.45	13.16	13.04	19.29
5	Mn	min	9.16	8.46	9.55	7.39	10.22	10.03
		max	9.45	10.28	11.51	14.53	15.36	14.31
6	Ni	min	0.89	1.12	1.16	0.67	1.28	1.13
		max	1.95	1.88	1.94	2.85	2.93	2.08
7	Co	min	0.23	0.24	0.37	0.43	0.45	0.37
		max	0.62	0.47	0.59	0.92	1.07	0.67

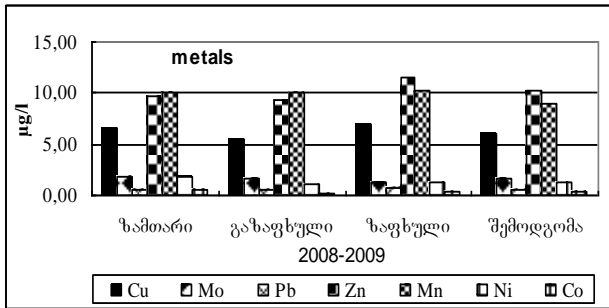


როგორც ნახაზიდან ჩანს, გახსნილი მძიმე მეტალების: Cu, Mo, Pb, Zn, Mn, Ni, Co, კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობები მდინარეების წყალში თითქმის თანაბარია.

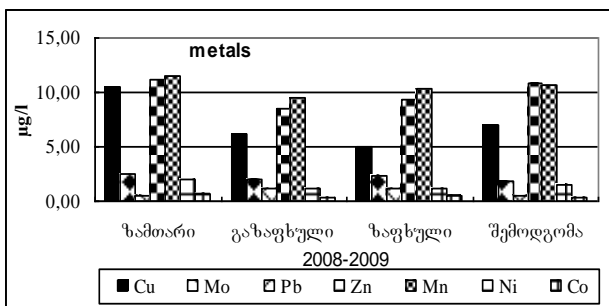
ნახაზზე 3-6 ნაჩვენებია გახსნილი მძიმე მეტალების კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობების ცვლილებები ზღვის წყლის საკონტროლო პუნქტებში (ზღვა 1, ზღვა 2, ზღვა 3, ზღვა 4) დროის მიხედვით.



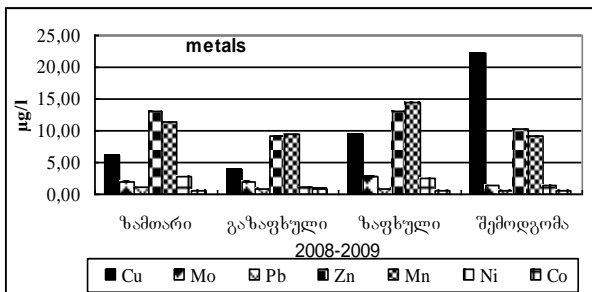
ნახ. 3. Cu, Mo, Pb, Zn, Mn, Ni, Co კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობების ცვლილება, დროის მიხედვით საკონტროლო პუნქტში ზღვა 1.



ნახ. 4. Cu, Mo, Pb, Zn, Mn, Ni, Co კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობების ცვლილება, დროის მიხედვით საკონტროლო პუნქტში ზღვა 2.



ნახ. 5. Cu, Mo, Pb, Zn, Mn, Ni, Co კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობების ცვლილება, დროის მიხედვით საკონტროლო პუნქტში ზღვა 3



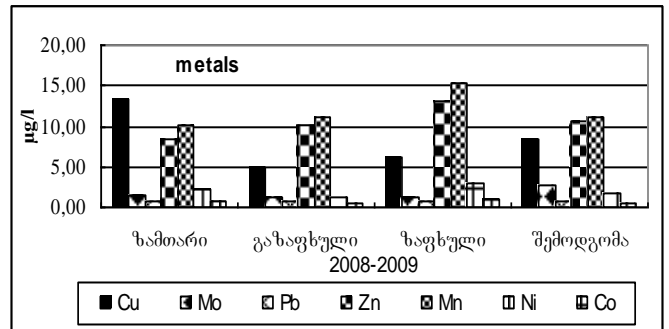
ნახ. 6. Cu, Mo, Pb, Zn, Mn, Ni, Co კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობების ცვლილება, დროის მიხედვით საკონტროლო პუნქტში ზღვა 4.

როგორც ნახაზებიდან ჩანს, მძიმე მეტალთა კონცენტრაციის ცვლილებები შესამჩნევია საკონტროლო პუნქტებში ზღვა 1 და ზღვა 4.

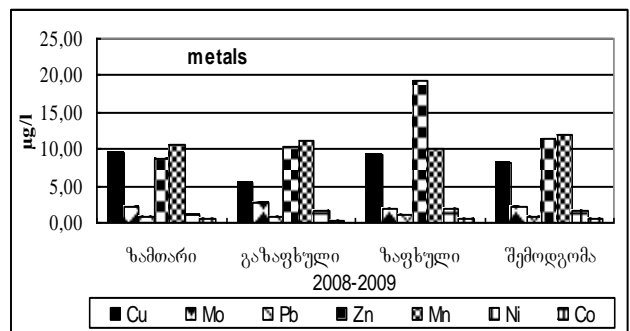
ზღვა 1-ში, მეტალის Cu კონცენტრაცია მომატებულია ზამთარში, Zn, Ni, და Co ზაფხულში. მეტალის Mo, Pb, Mn კონცენტრაციის ცვლილებები დროის მიხედვით არ არის მკვეთრად გამოხატული.

ზღვა 4-ში, მეტალის Cu კონცენტრაცია მომატებულია შემოდგომაზე, Zn, Mo და Mn - ზაფხულში, Pb, Ni და Co - ზამთარში.

ნახაზებზე 7, 8 ნახვენებია მძიმე მეტალების: Cu, Mo, Pb, Zn, Mn, Ni, Co კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობების ცვლილებები მდინარეების წყლის საკონტროლო პუნქტებში ქვ. ნატანებთან (მდ. ნატანები) და ხიდმაღალაში (მდ. სუფსა) დროის მიხედვით.



ნახ. 7. Cu, Mo, Pb, Zn, Mn, Ni, Co კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობების ცვლილება დროის მიხედვით მდ. ნატანების წყალში. (საკ. პუნქტი ქვ. ნატანებთან).



ნახ. 8. Cu, Mo, Pb, Zn, Mn, Ni, Co კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობების ცვლილება დროის მიხედვით, მდ. სუფსის წყალში. (საკ. პუნქტი ხიდმაღალა)

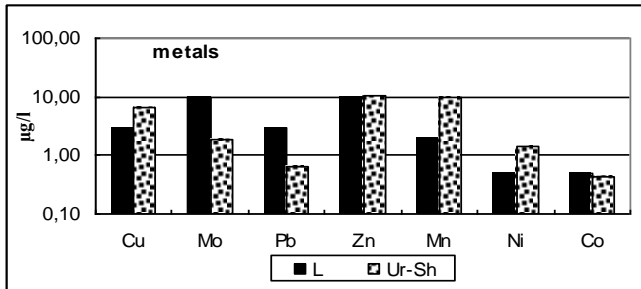
როგორც ნახაზებიდან ჩანს, მდინარე ნატანების წყალში მეტალის Cu კონცენტრაცია მომატებულია ზამთარში, Mo - შემოდგომაზე, Zn, Mn, Ni და Co - ზაფხულში, Pb ცვლილებები უმნიშვნელოა.

მდინარე სუფსის წყალში მეტალის Cu კონცენტრაცია მომატებულია ზამთარში, Zn, Ni, Co ზაფხულში, Mn - შემოდგომაზე, Pb და Mo ცვლილებები უმნიშვნელოა.

ივარაუდება, რომ მდინარეების წყლებში მძიმე მეტალების დაბალი კონცენტრაციის ერთ-ერთი მიზეზი შეიძლება იყოს მაღალი სიმღვრივე, როგორც ცნობილია ტივტივა ნატანის ნაწილი (თიხა, მინერალები, კარბონატები, ორგანომინერალური ნივთიერებები და სხვა) კარგი ბუნებრივი სორბენტებია, რაც განაპირობებს მათი გახსნილი ფორმების დაბალ კონცენტრაციას. [2].

აღსანიშნავია, რომ ჩვენს მიერ მიღებული შედეგები ნაკლებია წყალსატევებისათვის წაყენებულ ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის მნიშვნელობებზე [3] და შესაბამისობაშია ზღვის წყლის ქიმიური შედგენილობის ლიტერატურულ მონაცემებთან [4].

ვინაიდან მეტალთა მიგრაცია და ტოქსიკურობა დამოკიდებულია არა მხოლოდ მათ კონცენტრაციაზე გახსნილ მდგომარეობაში, არამედ მათ არსებობაზე შეწონილ მდგომარეობაში, ამიტომ წყალში მეტალთა ფიზიკურ-ქიმიურ ფორმების არსებობის შესწავლა წარმოადგენს ძირითად პრიორიტეტს შემდგომი კვლევებისათვის.



ნახ. 9. ზღვის წყალში გახსნილი მძიმე მეტალების კონცენტრაციის საშუალო მნიშვნელობების შედარება ლიტერატურულ მონაცემებთან.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Bekoshvili N, Kekelidze N, Kekelidze D, Tsintsadze M, Tsotadze G, Kvirkvelia B. Results monitoring of the river Kura for heavy metals. International Scientific Conference. Sustainable development and protection of environment. Transactions. Tbilisi 2010. pp. 308.
2. Г. Д. Супаташвили Гидрохимия Грузии. Изд. Тбилисского Университета. Тбилиси 2003 г. стр. 341.
3. „გარემოს ხარისხობრივი მდგომარეობის ნორმების დამტკიცების შესახებ“, საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2001 წლის 16 აგვისტოს ბრძანება №297/ნ, („საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე“ №90, 24. 08. 2001.)
4. <http://www.4455.ru/NaturalSciences/14019.htm> “Химический состав морской воды. Главные и малые химические компоненты морской воды”.

უაკ. 551.510.42

მძიმე მეტალების შემცველობა ურეკი-შეკვეთილის საკურორტო ზონის ზედაპირულ წყლებში/მ. ელიზბარაშვილი, დ. კეკელიძე, გ. ცოტაძე, ბ. კვირკველია, ნ. ვაშაკმაძე, ნ. კეკელიძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებულში -2011-ტ.117-გვ. 133-136.-ქართ.,რუს.,ინგლ.,რუს.

ნაშრომში გამოყენებულია მძიმე მეტალების Cu,Mo,Pb,Zn, Mn,Ni,Co კონცენტრაციის განსაზღვრული მნიშვნელობები ურეკი-შეკვეთილის საკურორტო ზონის ზღვის და საკურორტო ზონასთან ახლო მდებარე მდინარეების, სუფსის და ნატანების წყალში. ზედაპირული წყლების მონიტორინგი შესრულდა, 2008-2009 წლებში შემდეგ მეტალებზე: Cu, Mo, Pb, Zn, Mn, Ni, Co, Ag, Cr, Cd პროექტის „ურეკი-შეკვეთილის საკურორტო ზონის კომპლექსური ეკოლოგიური და მიკროკლიმატური გამოკვლევა“ ფარგლებში. მიღებული შედეგების საფუძველზე შესწავლილია წყალში გახსნილი მძიმე მეტალების კონცენტრაციის ცვლილებების დინამიკა საკონტროლო პუნქტების და დროის მიხედვით. მიღებული ექსპერიმენტული შედეგები შედარებულია ლიტერატურულ მონაცემებთან და შესრულებულია შესაბამისი დასკვნები.

UDC 551.510.42

Content of heavy metals in surface waters in the resort zone Ureki-Shekviteli/M. Elizbarashvili, D. Kekelidze, G. Tsotadze, B.

Kvirkvelia, N. Vashakmadze, N. Kekelidze/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - t.117. – pp. 133-136. - Georg. ;Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Determined values of heavy metals Cu, Mo, Pb, Zn, Mn, Ni, Co concentration in Ureki-Shekviteli resort zone sea waters and in Supsa and Natanebi Rivers waters, adjacent to this resort zone are used in this work. Monitoring of surface waters has been carried out in 2008-2009 on the following metals: Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, Co, Cr, Ni, Mn, Cd, within the frameworks of the project “Complex ecological and microclimatic research of Ureki-Shekviteli resort zone”. On the basis of obtained results the dynamics of heavy metals concentration change is studied according to control points and time. Obtained experimental results are compared to literature data and respective conclusions are made.

УДК 551.510.42

Содержание тяжелых металлов в поверхностных водах курортной зоны Уреки-Шекветили/М.Елизбарашвили, Д.Кекелидзе, Г.Цотадзе, Б.Квириквелия, Н.Вашакмадзе, Н.Кекелидзе/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии, Технического Университета Грузии. -2011. – т.117. – с. 133-136. – Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус.

В работе использованы результаты исследования концентрации тяжелых металлов Cu, Mo, Pb, Zn, Mn, Ni, Co в морской воде курортной зоны Уреки-Шекветили и в реках Супса и Натанеби расположенных близи курортной зоны. Мониторинг поверхностных вод на содержание тяжелых металлов Cu, Mo, Pb, Zn, Ag, Co, Cr, Ni, Mn, Cd, был проведен 2008-2009 годах в рамках проекта „Комплексное экологическое и микроклиматическое исследование курортной зоны Уреки-Шекветили. На основе полученных данных изучены динамика изменения концентрации растворенных тяжелых металлов по контрольным пунктам и времени. Полученные экспериментальные результаты сравнивались с литературными данными, сделаны соответствующие выводы.

Байрамов Ш.П., Дадашова Ф.С.

Министерство Экологии и Природных Ресурсов Азербайджанской Республики, Национальный Гидрометеорологический Департамент, Научно-Исследовательский Гидрометеорологический Институт, Баку

УДК 551.5

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ЭКОСОСТАВА ВЫПАДАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИЮ АЗЕРБАЙДЖАНА ДОЖДЕЙ

В литературе [1-4] имеются широкие сведения о кислотных дождях, являющихся в настоящее время глобальным экологическим явлением, в тоже время глобальной проблемой, которая волнует ученых развитых стран и соответствующих международных организаций.

Известно, что диоксид серы и оксиды азота, в основном антропогенного происхождения, выбрасываемые различными источниками в атмосферу, при взаимодействии с водяными каплями облаков и выпадающего дождя образуют кислоты, а еще более токсичные соли этих кислот и приводят к выпадению кислотных дождей.

Пути химических превращений соединений серы и азота в атмосфере и их выведения из атмосферы на

подстилающую поверхность приведены на схемах, изображенных на рис. 1.

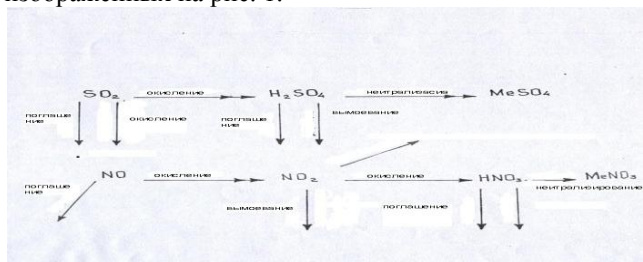


Рис.1

Образование и выпадение кислотных дождей, выпадение кислотных стало широко распространенным явлением, которое приводит существенному закислению природной среды и заметным экологическим изменениям на территории целых регионов. Поэтому специалисты и ученые считают эту проблему одной из острых и глобальных, обращая на нее большое внимание.

Кислотными дождями называются дожди (атмосферные осадки), которые при выпадении на подстилающую поверхность дают ей свободные водородные ионы.

Взаимодействие свободных ионов водорода в прямом контакте с растительностью, почвами, поверхностными водами, материалами конструкций и т.д., которые являются элементами подстилающей поверхности, приводит к их закислению. Поэтому кислотные дожди являются одной из причин гибели жизни в водоемах, лесов, урожаях и растительности. Наряду с этими, эти дожди, агрессивно действуя на здания и памятники культуры, приводят к их разрушению. Они являются также причинами понижения плодородия почв и просачивание токсичных металлов в водоносные слои почвы.

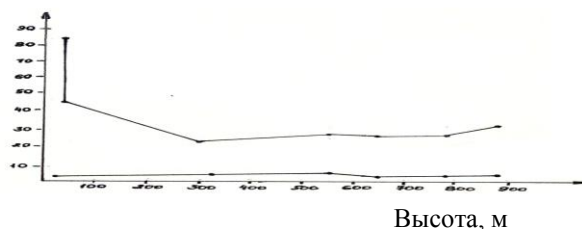
Если выпадение кислотных дождей является глобальным явлением и охватывают огромные территории в мировом масштабе, тогда можно констатировать, что в этом отношении наш регион не является исключением. Исходя из этого, мы сочли целесообразным проведения соответствующих исследований по изучению экосотава выпадающих на территорию нашей республики дождей. С этой целью начиная впервые с конца двадцатого века в нашем институте нами были проведены значительное число научно-исследовательских работ по изучению химического состава дождевых вод.

Все наши исследования выполнялись на основании данных по содержаниям сульфат- и нитрат-ионов в дождевых водах. Эти данные получают и предоставляются нам Национальным департаментом мониторинга по окружающей среде нашего Министерства.

Эта статья отражает некоторые результаты проведенных нами исследований. В наших исследованиях изучаются влияние различных факторов на изменение концентраций сульфат- и нитрат-ионов в составе дождевых вод.

При изучении зависимости изменений концентраций сульфат-и нитрат –ионов в составе дождевых вод от высоты территории выяснилось, что концентрация сульфат-иона на высоких по уровню Каспийского моря местах сравнительно низка, чем в местах, которые расположены приблизительно на уровне указанного моря (рис.2).

мг/л



Высота, м

Рис.2 Зависимость динамики изменений концентраций кислотных остатков в составе дождевых вод от высоты территории по уровню Каспийского моря

Это показывает, что выпадающие от сравнительно больших высот дожди проходят больше расстояния и значительно сильно загрязняются кислотно-образующими компонентами.

Исследованием по изучению влияния количества выпадающих дождей на каждый м² почвы на динамики изменений концентраций анионов сильных кислот установлено (рис.3), что изменения концентраций этих анионов не зависит от количества осадков, а зависит от загрязнения кислотообразующими веществами атмосферы изучаемой территории.

Из рис.3 видно, что на территорию Габалы среднегодовое количество выпадающих дождей составляет 900 L/m² почвы и этими дождями на каждый м² почвы выпадает 24 г сульфат-иона, а на территорию Ленкорана среднегодовое количество выпадающих на каждый м² почвы осадков составляет 1400л и этими дождями на каждый м² почвы выпадает всего лишь 12 г сульфат-иона.

На рис.4 приводятся графики, которые отражают изменения суммы количеств сульфат-и нитрат ионов по пятилеткам в составах дождей, выпадающих на разные территории нашей республики

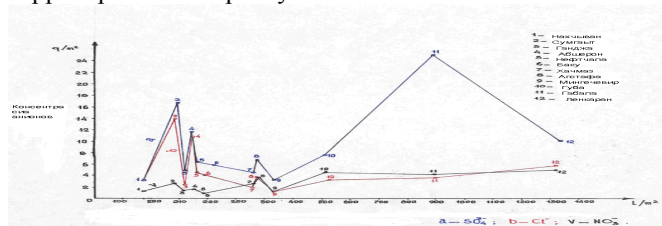


Рис.3 Изменение концентраций выпадающих на почвы анионов в зависимости от среднегодового количества дождей.

Из графика видно, что суммы количеств сульфат-иона по пятилеткам в составе дождей значительно отличается в зависимости от территории, на которые выпадают дожди. Так, например, по первой и второй пятилеткам суммы содержания сульфат-иона в составе дождя, выпадающего на территорию Габалы составляли ≈ 1469 и 1462г/л соответственно, а в третьей пятилетке сумма концентраций этого иона в дождевой воде, выпадающей на территорию Губы, доходила почти до 2100мг/л.

В общем, следует отметить, дожди, выпадающие на территории Габалы и Губы, оказываются более сильно загрязненными, чем дожди, которые выпадают на территории других районов республики.

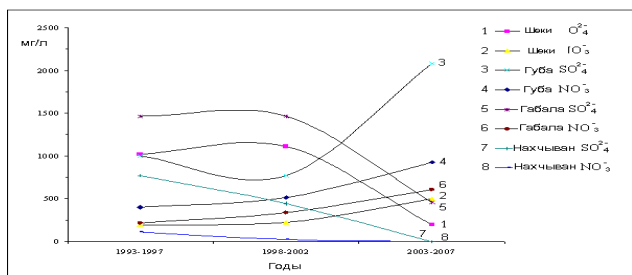


Рис.4 Динамика изменения суммы количеств анионов сульфата и нитрата по пятилеткам в составах дождей, выпадающих на различные районы Азербайджана

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. Ю.А. Израель. Кислотные дожди Л., 1989.
2. Дж.Х. Гибсон. Кислотные выпадения. Л.,1990.
3. Т. Котедзи. Кислотные дожди, их образования и влияния. Пер. с японского. ВЦП № Г-38205, 1982.
4. Global Acid deposition Assessment WMO-TD № 777, 1996

შპს 551.5

აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე მოსული წვიმების ეკოლოგიური შედგენილობის კვლევის შედეგები/ბაირამოვი შ., დადაშოვა ფ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 136-138.- რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. სტატია ეძღვნება აზერბაიჯანის ტერიტორიაზე მოსული წვიმის წყლების ქიმიური შედგენილობის კვლევას, მათი მჟავიანობის განსაზღვრის მიზნით.

დადგენილია, რომ რესპუბლიკის სხვადასხვა რეგიონში მოსული წვიმები მნიშვნელოვნად ჭუჭყიანდებიან ისეთი ძლიერი მჟავების ნაშთებით, როგორცაა სულფატი- და ნიტრატი-იონები. გარკვეულ ფაქტორებზე დამოკიდებულების მიხედვით წვიმის წყლებში შესწავლილი იონების შემცველობა მნიშვნელოვნად განსხვავდება.

UDC 551.5

ABOUT INVESTIGATION OF ECOSTRUCTURE OF FALLING RAINS ON THE TERRITORY OF AZERBAIJAN./ Bayramov PP. Sh, Dadashova F.S./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 136-138. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The article is dedicated to investigation of chemical structure of rain waters falling on the territory of Azerbaijan for determination of acid of these atmosphere precipitations.

It is established that rains falling on the different regions of the republic strongly polluted with precipitation of strong acid such as sulfate-and nitrate ions. The structure of rain waters according to abovementioned ions differ in comparison with different factors.

УДК 551.5

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ЭКОСОСТАВА ВЫПАДАЮЩИХ НА ТЕРРИТОРИЮ АЗЕРБАЙДЖАНА ДОЖДЕЙ/ Байрамов Ш.П., Дадашова Ф.С./ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии, Технического Университета Грузии. -2011. – т.117. – с. 136-138. – Рус.; Рез. Груз., Англ.,Рус.

Статья посвящена исследованию химического состава дождевых вод, выпадающих на территорию Азербайджана, для определения кислотности этих атмосферных осадков.

Установлено, что дожди, выпадающие на различные регионы республики сильно загрязняются остатками сильных кислот, такими, как сульфат-и нитрат ионами. Составы дождевых вод по вышеуказанному ионам заметно отличаются в зависимости определенных факторов.

ნ. ნასყიდაშვილი, ნ. ვაშაყმაძე
საქართველოს ტექნიკური ნივერსიტეტი
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
დ. შავლაძე
ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის
სახელმწიფო უნივერსიტეტი

უაკ 661.92. 656.13

თბილისის ატმოსფერულ ჰაერში აზოტთან-პორტის მავნე გამონაბოლქვების ემისია და მისი გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე

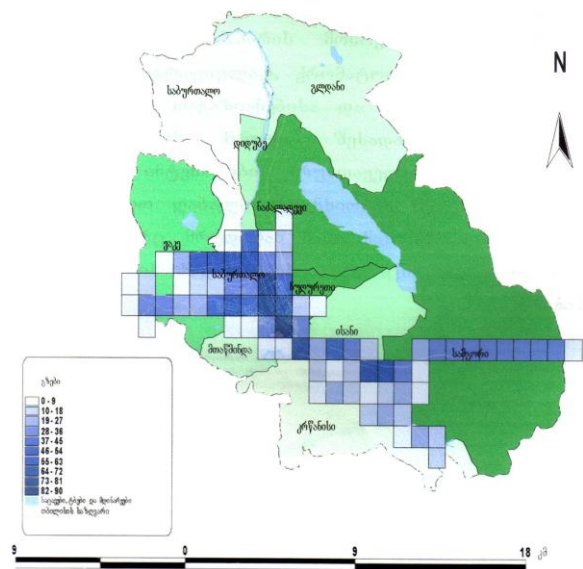
თანამედროვე ქალაქის ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე უარყოფით გავლენას ახდენს ავტოტრანსპორტის მავნე გამონაბოლქვი, ამ მხრივ განსაკუთრებულ პრობლემას წარმოადგენს ქ. თბილისის გეოგრაფიული მდებარეობა, რადგან იგი ქვაბულშია მოქცეული და მისი ტერიტორიის რელიეფი მნიშვნელოვანწილად განსაზღვრავს ბუნებრივი გარემოს თავისებურებებს. ვინაიდან ქ. თბილისის სამრეწველო საწარმოები მხოლოდ თავისი სიმძლავრის 10-15%-ით არის დატვირთული, ქალაქის ძირითადი დამაბინძურებელი არის ავტოტრანსპორტი.

ქ. თბილისში ცხოვრობს ქვეყნის მოსახლეობის დაახლოებით 1/3 და აქ თავმოყრილია ტრანსპორტის დაახლოებით 35%. ქალაქში დიდია მოძრაობის ინტენსიობა და ქუჩები გადატვირთულია მთელი დღის განმავლობაში. ყველაზე ინტენსიური მოძრაობა აღინიშნება გზატკეცილებზე და ქალაქის ქუჩებზე. ამ ქუჩებიდან მაქსიმალურად გადატვირთულია კოსტავას, პეკინის, ჭავჭავაძის, რუსთაველის, წერეთლის, აღმაშენებლის, მარჯანიშვილის, ვარაზისხევის და სხვა ქუჩები, სადაც დღეღამეში დაახლოებით 80-170 ათასი მანქანა დადის. სატრანსპორტო გაფრქვევის ყველაზე დიდი რაოდენობა სწორედ ტრანსპორტით გადატვირთულ ქუჩებზე მოდის.

ბრიტანული კომპანიის AEA Technology-ის [1] ექსპერტთა მიერ შეფასდა თბილისის ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობა. კვლევის შედეგებმა აჩვენა, რომ ქალაქის ზოგიერთ უბანში მავნე ნივთიერებათა შემცველობა საგრძნობლად აღარბებს ევროგაერთიანების ნორმებს, კერძოდ, აღმაშენებლის გამზირზე და ქალაქის ცენტრალურ უბნებში ბენზინის კონცენტრაცია 7-ჯერ, ხოლო აზოტის ორჯანგის კონცენტრაცია 2-ჯერ აღემატება ევროგაერთიანების საშუალო წლიურ ნორმებს (სქემა №1)

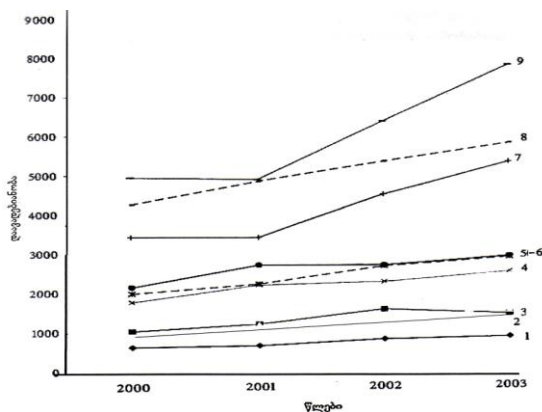
სქემაზე წარმოდგენილია თბილისის უბნები, სადაც აზოტის ორჯანგის ატმოსფერული კონცენტრაციები აღარბებს ევროგაერთიანების ნორმას 40 მკგ/მ³-ს. ამ გამოკვლევამ აჩვენა, რომ მოსახლეობის 11% ქ. თბილისში ცხოვრობს NO₂-ით დაბინძურების მაღალი რისკის ქვეშ, მაშინ როცა ლონდონში იმავე რისკის ქვეშ ცხოვრობს მოსახლეობის 20%.

ატმოსფერული ჰაერის დაჭუჭყიანება უარყოფითად აისახება მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობაზე, თუმცა რთულ ამოცანას წარმოადგენს ჰაერის დაჭუჭყიანებასა და მოსახლეობის ჯანმრთელობის მდგომარეობას შორის მიზეზ-შედეგობრივი კავშირის დადგენა და უარყოფითი ეფექტების ხარჯების შეფასება, რადგან პრაქტიკულად არ ტარდება სამეცნიერო კვლევები მოცემული მიმართულებით.



ჩვენს მიერ შედარებულია ქ. თბილისში დაავადების ანობა და ავადობის მონაცემები მთლიანად საქართველოს ავადობის მონაცემებთან. ავადობის სტატისტიკური მონაცემების [2] დახმარებით აგებულია სქემა, სადაც შედარებულია ქ. თბილისში და საქართველოში მთლიანად დაავადების მაჩვენებლების დინამიკა 2000-2003 წლებში (სქემა №2).

როგორც სქემიდან ჩანს, 5-7 მრუდები წარმოადგენენ ნერვული სისტემის და გრძობათა ორგანოების დაავადებების დინამიკას 2000-2003 წლებში 1000 სულ მოსახლეზე, საიდანაც ნათელია, რომ ქ. თბილისში დაავადების ეს სახე გაცილებით მაღალია, ვიდრე მთლიანად საქართველოში. ასეთივე სურათია 8-9 მრუდების შედარებისას, კერძოდ, თბილისში სისხლის მიმოქცევის დაავადებების დინამიკა გაცილებით მაღალია (მრუდი 9), ვიდრე მთლიანად საქართველოში (მრუდი 8). ვინაიდან თბილისის ატმოსფეროს ძირითადი დამაბინძურებელია ავტოტრანსპორტი, ამიტომ დაავადების მაღალი მაჩვენებელი აისახება სწორედ მანქანებიდან გამონაბოლქვი მავნე კომპონენტების დიდი რაოდენობით.



განსაკუთრებით მოწვევლადი არიან ქ. თბილისში მცხოვრები ბავშვები, მოსუცები და სუსტი იმუნური სისტემის მქონე ადამიანები, ამიტომ თბილისის ატმოსფერული ჰაერის დატუქვიანება ერთ-ერთ ძირითად პრიორიტეტულ გარემოსდაცვით პრობლემას წარმოადგენს.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. AEA Technology – NETCEN – Report – London – 2003.
2. საქართველოს ჯანმრთელობის დაცვის სამინისტრო, სამედიცინო სტატისტიკისა და ინფორმაციის ცენტრის ცნობარი. თბილისი, 2003წ.

უკ 661.92. 656.13
თბილისის ატმოსფერულ ჰაერში ავტოტრანსპორტის მავნე გამონაბოლქვის ემისია და მისი გავლენა მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე/ნ. ნასკიდაშვილი, ნ. ვაშაკმაძე, დ. შავლაძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პირობითი ექსპერტის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117-გვ. 138-139- ქართ., რუხ. ქართ., ინგლ., რუს. ავტოტრანსპორტის მოძრაობის მაღალი ინტენსიობა, ბენზინის დაბალი ხარისხი, ავტოპარკის ცუდი ტექნიკური მდგომარეობა და ცუდი საგზაო საფარი იწვევენ გამონაბოლქვი აირების ყველა ინგრედიენტის გადაჭარბებას ზღვრულად დაშვებულ კონცენტრაციებზე. განსაკუთრებით უნდა აღინიშნოს ბენზოლის, აზოტის ოქსიდებისა და ტყვიის მაღალი კონცენტრაციები. ქალაქის ეკოლოგიურმა ზონირებამ, რომელიც ჩატარდა 2002-2003 წლებში, თბილისის დატუქვიანების რუკის შედგენის და იმ რაიონების გამოყოფის საშუალება მოგვცა, რომლებიც მეტადაა დატუქვიანებული. მიღებულმა შედეგებმა აჩვენა, რომ მოსახლეობის 11% ცხოვრობს მძიმე ეკოლოგიურ პირობებში, კერძოდ, ამ რაიონებში აზოტის ოქსიდის კონცენტრაცია 2-ჯერ, ბენზოლის – 6-ჯერ, მტვრისა 14-ჯერ და ტყვიისა 2-ჯერ აღემატება ნორმას.

UDC 661.92. 656.13
Emission of harmful exhaust gases in the atmosphere of Tbilisi and their effect on population health./N. Naskidashvili, N. Vashakmadze, D. Shavlade/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 138-139. - .Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ. Increased traffic volume, low quality petrol, poor technical state of automobiles and poor condition of roads cause exceeding concentration of practically all ingredients of exhaust gases above the maximum allowable concentration. It is especially necessary to note high concentrations of petrol and lead. Ecological zoning of the city carried out in the course of the 2002-2003 years, allow us to compose pollution maps and to define the most unfavorable districts. The obtained data show that 11% of population is in severe living conditions, and the content of harmful substances in the atmosphere exceeds the standards of nitrogen oxide 2, benzene 6, dust 14 and lead – 2 times.

УДК 661.92. 656.13
Эмиссия вредных выхлопных газов в атмосферу г. Тбилиси и их влияние на здоровье населения./Н. Наскидашвили, Н. Вашакмадзе, Д. Шавладзе/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии, Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 138-139. – Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус. Повышенная интенсивность движения, низкое качество бензина, плохое техническое состояние автопарка и необустроенные дороги вызывают превышение концентрации практически всех ингредиентов выхлопных газов над предельно допустимой концентрацией. Особо необходимо отметить высокие концентрации бензина и свинца. Экологическое зонирование города, проведенное в течение 2002-2003 годов, позволило составить карты загрязнения и выделить наиболее неблагоприятные районы. Полученные данные показали, что 11% населения находится в тяжелых условиях проживания, содержание вредных веществ в атмосфере превышает нормы по оксиду азота в 2 раза, бензола – в 6, пыли – в 14 и свинца – в 2 раза.

ბეგლარაშვილი ნ.

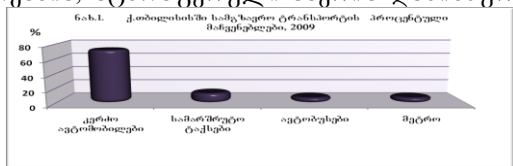
თბილისის ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი უაკ 632-151

დ. თბილისში სამარშრუტო ტაქსების მხედველობიდან ემიტირებული სათბურის გაზების რაოდენობის მანკონეპი

ტრანსპორტი ენერგეტიკის სექტორის ძირითადი შემადგენელი ნაწილია და წარმოადგენს კლიმატის გლობალურ ცვლილებაში მონაწილე სათბურის გაზებით ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ერთ-ერთ მძლავრ წყაროს.

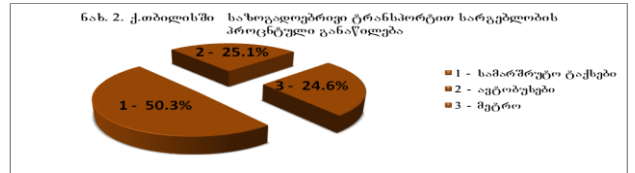
თანამედროვე ქალაქების ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე უარყოფით გავლენას ახდენს ტრანსპორტი და მათ შორის მუნიციპალური ტრანსპორტიც. ამ მხრივ გამონაკლისს არ წარმოადგენს ქ.თბილისი, განსაკუთრებით თუ გავითვალისწინებთ მის გეოგრაფიულ მდებარეობასა და რელიეფს, თბილისი გრძივი ფორმისაა ორი პარალელური ბარიერით: ბუნებრივი - მდ.მტკვარი და ხელოვნური - რკინიგზა, რაც აფერხებს ტრანსპორტის მობილურობას.

თბილისი, როგორც ქვეყნის დედაქალაქი, ყველაზე მჭიდროდ დასახლებული ქალაქია საქართველოში. საქართველოს ეროვნული სტატისტიკის სამსახურის მონაცემების მიხედვით 2010 წლის დასაწყისისთვის თბილისის მოსახლეობის რაოდენობა 1152500-ით განისაზღვრება, რაც მთელი ქვეყნის მოსახლეობის 30%-ს შეადგენს [1]. მოსახლეობის ზრდას შედეგად მოჰყვა ტრანსპორტის ნაკადის ზრდა (ნახ.1), რამაც თავის მხრივ გამოიწვია CO₂-ის ემისიის ზრდა ტრანსპორტის სექტორიდან და ასევე მისი თანმდევი გვერდითი მოვლენები როგორცაა გადატვირთული მოძრაობა, მწვანე ზოლის დაკარგვა, გადაჭარბებული ხმაური და რაც ყველაზე მნიშვნელოვანია, ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება.

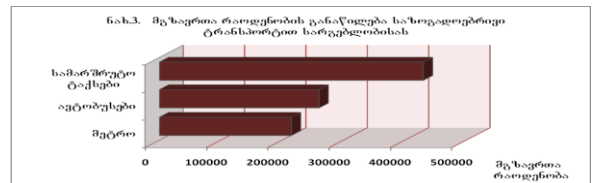


1993 წლიდან თბილისის ტრანსპორტის სექტორის შემადგენლობა თითქმის მთლიანად შეიცვალა. იმ დროისათვის საზოგადოებრივი ტრანსპორტის არასტაბილური მუშაობის ფონზე კერძო ოპერატორებს ალტერნატიული სატრანსპორტო საშუალებების შემოთავაზების უფლება მიეცათ, კერძოდ, ქალაქში გამოჩნდა სამარშრუტო ტაქსები. სატრანსპორტო საშუალება სწრაფი მოქნილი და ხელმისაწვდომი საშუალება იყო და შესაბამისად მათი რაოდენობა სწრაფი ტემპით გაიზარდა.

დღეისათვის ქ.თბილისის საზოგადოებრივი ტრანსპორტის პარკი ავტობუსების, მეტროსა და სამარშრუტო ტაქსებისაგან შედგება. 2003 წლიდან ქალაქის მერიამ განახორციელა რიგი პროექტებისა, რომელთა მიზანი იყო საზოგადოებრივი ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურისა და მართვის სისტემის გაუმჯობესება, რათა საზოგადოებრივი ტრანსპორტის მომსახურება საიმედო და ხელმისაწვდომი ყოფილიყო მოქალაქეებისათვის, თუმცა დღეისათვის დედაქალაქში ყველაზე მძლავრ და მოხმარებად სატრანსპორტო საშუალებად მაინც სამარშრუტო ტაქსები რჩება (ნახ.2).



შესაბამისად, მეზავრთა რაოდენობის გადანაწილება საზოგადოებრივი ტრანსპორტის პროცენტული მანკონეპლის პროპორციულია [1] (ნახ.3). მიზეზის გამოც თბილისის მეზავრთა უმრავლესობა უპირატესობას სამარშრუტო ტაქსებს ანიჭებს არის ის, რომ ეს სატრანსპორტო საშუალება მოიცავს თბილისის ყველა უბანს და სავალდებულო გაჩერების გარეშე გადაადგილებას სთავაზობს მეზავრებს.



2006 წელს თბილისის მერიამ აკრძალა სამარშრუტო ტაქსების მოძრაობა ქალაქის მთავარ ქუჩებზე. შედეგად მნიშვნელოვანი განიტვირთა მოძრაობა, თუმცა, გარემოსდაცვითი პრობლემა თითქმის იგივე დარჩა.

2010 წლის აპრილში ქ.თბილისის მერია შეუერთდა ევროკავშირის ვეიდით მოქმედ მემორანდუმს ე.წ. „მერების შეთანხმება“, რომელიც წარმოადგენს კლიმატის ცვლილების შესარბილებლად მიმართულ დოკუმენტს. შეთანხმება ითვალისწინებს 2020 წლამდე სათბურის გაზების (CO₂-ის) ემისიების 20%-ით შემცირებასა და მდგრადი ენერგეტიკის ხელშეწყობი სამოქმედო გეგმის განხორციელებას [2].

გამომდინარე იქიდან, რომ 2005 წლის მონაცემებით ქ.თბილისში სათბურის გაზების ემისიაში ტრანსპორტის წილი ყველაზე მაღალი მანკონეპლით, 40%-ით განისაზღვრება [2], ვფიქრობთ „მერების შეთანხმების“ დოკუმენტით ნაკისრ ვალდებულებათა შესრულებაში მნიშვნელოვანი ადგილი დაეთმობა ტრანსპორტიდან ემიტირებულ სათბურის გაზებსა და მათი შემცირების ღონისძიებებს.

ყოველივე ზემოთ თქმულიდან გამომდინარე ყურადღება გავამახვილეთ ქ.თბილისში სამარშრუტო ტაქსებიდან ემიტირებულ სათბურის გაზებზე, კერძოდ, ჩვენს მიზანს შეადგენდა გაგვესაზღვრა სამარშრუტო ტაქსებიდან ემიტირებული ძირითადი სათბურის გაზები - CO₂, N₂O და CH₄. ამ ამოცანის გადასაჭრელად ვიხელმძღვანელო კლიმატის ცვლილების სამთავრობათშორისო საბჭოს (IPCC) მეთოდური სახელმძღვანელოთი [3].

სამარშრუტო ტაქსების ნაკადის ინტენსივობის განსაზღვრისათვის დავეყრდენით [1] მონაცემებს. სამარშრუტო ტაქსები დიზელის საწვავს მოიხმარენ და საშუალო წვა 100კმ-ზე 12 ლიტრია. დღეისათვის სამარშრუტო ტაქსების პარკი 2621 მანქანისა და 188 ხახისგან შედგება. მათი დღიური საშუალო განვლილი მანძილი 220კმ-ია. [1]-ის მონაცემების საფუძველზე განვსაზღვრეთ სამარშრუტო ტაქსების მიერ მოხმარებული საწვავის ოდენობა და განვლილი მანძილი 24 საათისა და წლის განმავლობაში როგორც 1 ერთეულისათვის, ასევე სრული რაოდენობისათვის, ცხრ.1.

ცხრილი.1. ქ.თბილისის სამარშრუტო ტაქსების ფუნქციონირების ძირითადი მონაცემები

სამარშრუტო ტაქსი	განვლილი მანძილის საშუალო მონაცემი (კმ)		მოხმარებული დიზელის საწვავის საშუალო მაჩვენებელი (ლ)	
	24 საათი	წელიწადი	24 საათი	წელიწადი
1 ერთეული	220	80 300	26.4	9 600
2621 ერთეული	576 600	210 466 000	69 200	25 256 000

ავტოტრანსპორტიდან სათბურის გაზების ემისიის გამოსათვლელი თანამედროვე მეთოდოლოგიებიდან ჩვენთვის ხელმისაწვდომი საწყისი მონაცემების გათვალისწინებით გამოყენებულ იქნა კლიმატის ცვლილების სამთავრობათშორისო საბჭოს (IPCC) მიერ რეკომენდირებული პროგრამა – ალტერნატიული დონე 2 ანუ “აღმავალი მიდგომა” [5]. ემისიების ინვენტარიზაცია მოხმარებული საწვავის გათვალისწინებით.

ამ მეთოდოლოგიის გამოყენებით სამარშრუტო ტაქსების ნაკადის და მოხმარებული საწვავის მონაცემების გამოყენებით შევასეთ ძირითადი სათბურის გაზების CO₂-ის, N₂O-ს და CH₄-ის ემისიების საშუალო მაჩვენებლები.

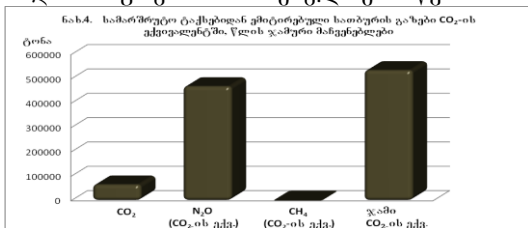
ამ პრინციპის დაცვით ცხრ.2-ში მოყვანილია ძირითადი სათბურის გაზების ემისიების როგორც 24 საათის, ასევე წლის საშუალო ჯამური მაჩვენებლები.

საერთაშორისო სტანდარტების მიხედვით სათბურის გაზების ემისიების კონტროლისათვის შემოტანილია სათბურის გაზების ეფექტის დასახასიათებელი ერთეული - გლობალური დათბობის პოტენციალი – გდპ, რომლის დახმარებითაც გაზების ემისიები დაიყვანება CO₂-ის ემისიაზე [6]. ამ პრინციპის დაცვით შესაძლებელი გახდა დაგვეთვალა ძირითადი სათბურის გაზების ემისიების წლის საშუალო ჯამური მაჩვენებელი CO₂-ის ემისიაზე, რაც წარმოდგენილია ნახ.4-ში.

ცხრ.2. ქ.თბილისში სამარშრუტო ტაქსებიდან ემიტირებული სათბურის გაზების საშუალო ჯამური მაჩვენებლები, კგ

სამარშრუტო ტაქსი	24 საათის განმავლობაში			წლის განმავლობაში		
	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	N ₂ O	CH ₄
1 ერთეული	69.0	1.6	0.0005	25180	576	1.9
2621 ერთეული	180800	4152	14.0	65993928	1515360	5051

მიღებული გათვლები საშუალებას გვაძლევს ვთქვათ, რომ ქ.თბილისში მოძრავი სამარშრუტო ტაქსები, რომლებიც საზოგადოებრივი ტრანსპორტის დიდი ნაწილია, წარმოადგენს ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მნიშვნელოვან წყაროს.



საჭიროა გატარდეს ისეთი ქმედითი ღონისძიებები, რაც გაზრდის განსაკუთრებით ელ.ენერგიაზე მომუშავე მეტროთი სარგებლობის წილს და ამავდროულად შეამცირებს არა მხოლოდ სამარშრუტო

ტაქსების, არამედ კერძო ავტომობილებით სარგებლობას. ამ უარყოფითი ზემოქმედების შემარბილებელ ქმედებად შეიძლება ჩათვალოს საზოგადოებრივი ტრანსპორტის გაუმჯობესებისაკენ მიმართული ისეთი ღონისძიებები როგორცაა – საწვავის ხარისხის კონტროლის უზრუნველყოფა, მეტროსადგურების რაოდენობის გაზრდა, ტრამვის ხაზების სწორი გადახაწვა, მოხმარებელზე მორგებული ავტობუსების რაოდენობა და მოძრაობის მიმართულება, განსაკუთრებული შეღავათები ელექტრო ტრანსპორტის საფასურზე, რაც თანდათანობით მიგვიყვანს ელექტრო ტრანსპორტის მოხმარების წილის გაზრდაზე და გამოიწვევს სამარშრუტო ტაქსების მკვეთრ შემცირებას.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. თანამედროვე ენერგოეფექტური ტექნოლოგიებისა და განათების ინიციატივა. თბილისის ენერჯეტიკის მდგრადი განვითარების სამოქმედო გეგმა. თბილისი, 2011.
2. www.tbilisi.gov.ge
3. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol.3. OECD, OCDE and IEA, 1997.
4. ბეგლარაშვილი ნ. საქართველოში საავტომობილო გვირაბების ეკოლოგიური ეფექტურობის შეფასება. პმი-ს გამომცემლობა, 2009, 68გვ.
5. Greenhouse Gas Inventory Reporting Instruction. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1996. ppp. 1.72-1.75.
6. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol.3. OECD, OCDE and IEA, 1997.

უაკ: 632-151

ქ. თბილისში სამარშრუტო ტაქსების ქსელიდან ემიტირებული სათბურის გაზების რაოდენობრივი მაჩვენებელი/ბეგლარაშვილი ნ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2011.-ტ.117.-გვ.140-141.-ქართ.;რეზ.ქართ.,ინგლ.,რუს ნაწილებია ქ.თბილისში საზოგადოებრივი ტრანსპორტის განაწილებისა და მისი გამოყენების პროცენტული მაჩვენებელი. განხილულია სამარშრუტო ტაქსების ქსელის განვითარებისა და ფუნქციონირების ეტაპები. შეფასებულია ქ.თბილისში სამარშრუტო ტაქსების ქსელიდან ემიტირებული სათბურის გაზების რაოდენობრივი მაჩვენებელი.

UDC 632-151

Quantitative measure of GHG emissions by mini-buses

in Tbilisi./N. Beglarashvili/Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhnical University. -2011. - ტ.117. – pp. 140-141. - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The percentages of distribution and use of public transport in Tbilisi is discussed. The stages of development and operation of the mini-buses network is indicated. Quantitative measure of GHG emissions by mini-buses in Tbilisi is assessed.

УДК 632-151

Количественный показатель выбрасываемых парниковых газов маршрутными такси г. Тбилиси./Н.Бегларашвили/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии, Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 140-141. – Груз.; Рез. Груз., Анг.,Рус

Рассмотрены процентные показатели распределения и использования общественного транспорта г.Тбилиси. Показаны этапы развития и функционирования сети маршрутных такси. Оценены количественные показатели парниковых газов выбрасываемых маршрутными такси г. Тбилиси

**ჰიდრომეტეოროლოგიური და ეკოლოგიური პროცესების მოდელირება
MODELING OF HYDROMETEOROLOGICAL AND ECOLOGICAL PROCESSES
МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

მეგრელიძე ლ.დ.,* კუტალაძე ნ.ბ.,* ჩოგოვაძე ი.ვ.,**
დეკანოზიშვილი ნ.ი.,* ქოქოსაძე ხ.ლ.*
*გარემოს დაცვის სამინისტროს გარემოს
ეროვნული სააგენტო, თბილისი
**საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრო-
მეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

უაკ 551.551.14

შემოსახლვრული არის მქონე ამინდის რიცხვითი მოდელის სიზუსტეები საქართველოში ჰაერის ციხე მასების აღმოსავლეთის შემოჭრის სიმულაციისას

ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე ჩამოყალიბებული სინოპტიკური პროცესების თავისებურებანი განისაზღვრება კავკასიის გეოგრაფიული მდებარეობით, მისი დაშორებით ატმოსფეროს მოქმედების ძირითად ცენტრებთან, ატმოსფერულ პროცესებზე მათი ზეგავლენის ხარისხით და ოროგრაფიული პირობებით.

ძირითადი სინოპტიკური პროცესები და საქართველოს ტერიტორიაზე მათთან დაკავშირებული ამინდის ტიპები: დასავლეთის, აღმოსავლეთის, ჰაერის მასების ორმხრივი შემოჭრის შედეგად განვითარებული ანტიციკლონური მდგომარეობა და ტალღური შეშფოთებები კავკასიის სამხრეთით მდებარე ფრონტალურ ზონაში.

გამოცდილებიდან გამომდინარე შეიძლება ითქვას, რომ საქართველოს პირობებში ამინდის რიცხვითი მოდელისთვის ყველაზე რთული საპროგნოზო სიტუაციები დაკავშირებულია აღმოსავლეთის და სამხრეთის პროცესებთან, როდესაც ძირითადი სირთულეები ჩნდება ნალექების ველების სივრცულ-დროითი განაწილების პროგნოზირებისას.

ექსპერიმენტების მიზანია შემოსახლვრული არის მქონე ამინდის რიცხვითი მოდელის შესაძლებლობების შეფასება საქართველოში ჰაერის მასების აღმოსავლეთიდან შემოჭრასთან დაკავშირებული სინოპტიკური პროცესების სიმულირებისას.

ამიერკავკასიაში ჰაერის მასების აღმოსავლეთიდან შემოჭრის ხელსაყრელი პირობები იქმნება ძლიერი ანტიციკლონის გადაადგილებით ჩრდილო-დასავლეთიდან ქვემოთ კავკასიონის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობებისაკენ ან ჩრდილოეთიდან და ჩრდილო-აღმოსავლეთიდან კასპიის ზღვაზე სწრაფად მოძრავი ციკლონის ზურგში. ამ დროს არსებითია კავკასიონის ქედის მნიშვნელობა. იგი ხელს უშლის სამხრეთისაკენ მოძრავი ჰაერის მასების საქართველოს ტერიტორიაზე პირდაპირ შემოსვლას, განაპირობებს მათ დაგროვებას ჩრდილო კავკასიის გასწვრივ, მიმართვს სამხრეთ კასპიის რაიონებისაკენ და ინარჩუნებს წნევის ძლიერ გრადიენტს, მიმართულს ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ. ამ დროს

შედარებით დაბალი წნევის არე, ჩვეულებრივ, შავი ზღვის თავზე ყალიბდება.

ასეთი პროცესების განვითარებისას აღმოსავლეთ საქართველოში დაიკვირვება დრუბლიანი ამინდი დაბალი ფენა ტიპის დრუბლებით, ნისლით, მცირე ნალექებითა და ტემპერატურის დაცემით დასავლეთ საქართველოში ამ დროს უმეტესად მშრალი და მზიანი ამინდებია აღმოსავლეთის ფიონების თანხლებით.

ხემოთქმულის საილუსტრაციოდ მოგვყავს 2009 წლის 5 ნოემბრის შემთხვევა, რომელიც შერჩეული იქნა იქიდან გამომდინარე, რომ გლობალური და ლოკალური ამინდის მოდელებმა აღნიშნული შემთხვევისათვის მოგვცა განსხვავებული შედეგები. კერძოდ, გარემოს მოდელური სისტემის არაჰიდროსტატიკური მეზომასშტაბური (EMS NMM) და მაღალი ამოსხნის (HRM) ოპერატიული მოდელები 3 დღით ადრე საქართველოს უმეტეს ტერიტორიაზე აჩვენებდნენ ნალექს, მაშინ როცა გლობალური მოდელის (GFS, ARPEGE) შედეგები, ისევე როგორც დაკვირვება იყო განსხვავებული.

ექსპერიმენტში გამოყენებული იყო შემდეგი მონაცემები და მეთოდები:

დაკვირვება – მსოფლიო ზედაპირზე ნალექებისა და ტემპერატურისათვის; სატელიტური იმიჯები, მიღებული მეორე თაობის გეოსტაციონალური სატელიტიდან; ანალიზური რუკები ზედაპირის, 500, 700 და 500/1000 ჰპა წნევის დონეებისათვის; GFS, ARPEGE გლობალური მოდელები შესაბამისად, 0.5 და 10-იანი გარჩევის უნარით; შემოსახლვრული არის მქონე მოდელები: EMS NMM, რომელიც საწყის პირობებს იღებს გარემოს პროგნოზირების აშშ ეროვნული ცენტრის გლობალური პროგნოზირების სისტემიდან (NCEP GFS) გარჩევის უნარით 12 კმ და წნევის 31 ვერტიკალური დონით; მაღალი ამოსხნის მოდელი (HRM) ინიციალიზებული GME-დან 14 კმ რეზოლუციით და 40 ვერტიკალური დონით; საკვლევი მოდელი WRF ARW, GFS-ის საწყისი პირობებით, 15 კმ რეზოლუციით და 27 ვერტიკალური

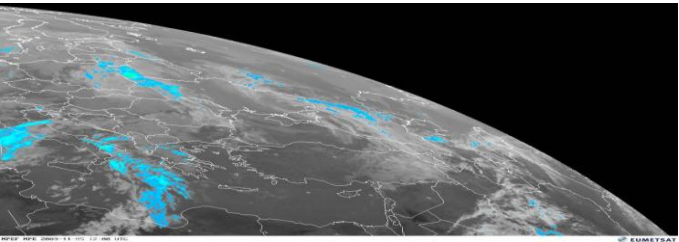
საკვლევი მოდელში WRF ARW განხორციელდა ქვეარის ჩადგმის ტექნოლოგია. ძირითადი არე მოიცავდა კავკასიის რეგიონს 167X117 ბადის კვანძით ჩრდილოეთ-სამხრეთ და აღმოსავლეთ-დასავლეთის მიმართულებით, შესაბამისად. ქვეარე დაფიქსირებული იყო საქართველოს ტერიტორიის თავზე 145X115 ბადის კვანძით და 5 კმ ბიჯით.დონით.

ფიზიკური პარამეტრიზაციის სქემები ყველა ექსპერიმენტის დროს იყო შემდეგნაირი: 1) მიკროფიზიკა: WRF მსოფლიოთი მომენტის მე-3 (მე-5 შიდა არისათვის) კლასის სქემა; 2) გროვა დრუბლების პარამეტრიზაცია: კეინ ფრისის ახალი სქემა; 3) პლანეტარული სასაზღვრო ფენა: იონსის უნივერსიტეტის სქემა; 4) ხმელეთის ზედაპირის მოდელი: ნოას უნიფიცირებული სქემა; 5) ზედაპირის ფენები: მონინ-ობუხოვის სქემა; 6) გრძელტალღიანი რადიაციის ფიზიკა: რადიაციის სწრაფი გადატანის (RRTM) სქემა; 7) მოკლეტალღიანი რადიაციის ფიზიკა: დუდიას სქემა.

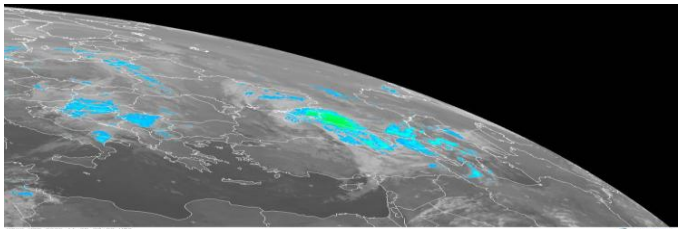
საპროგნოზო გაშვებები განხორციელდა გრინვიჩის დროით 00 საათზე 72, 48 და 24 საათით ადრე შემოჭრამდე 1-გვარის (უკუკავშირის გარეშე) და 2-

გვარის ქვეარის ჩადგმის ტექნოლოგიით. ასევე თითოეული შემთხვევისათვის გამოცდილი იქნა 3-განზომილებიანი ანალიზური “დატვირთვა” ორივე არისათვის იდენტური კოეფიციენტებით ქარის სიჩქარის პორიზონტალური მდგენელების, პოტენციალური ტემპერატურისა და სინოტივისათვის საპროგნოზო ვადის პირველი 24 საათის განმავლობაში “დატვირთვის” შემდგომი 1 საათიანი თანდათანობითი ჩახშობით. ორივე არეში პლანეტარულ სასაზღვრო ფენაში ანალიზური “დატვირთვა” მოხსნილი იყო ტემპერატურისა და სინოტივის ველებისათვის, ხოლო მოდელის ქვედა 10 ფენაში – ქარისათვის.

მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ნახაზებზე 1-8. ნახაზებიდან 1-4 კარგად ჩანს შესაბამისობა სატელიტით დაკვირვებულ და გლობალური მოდელით სიმულირებულ ველებს შორის.

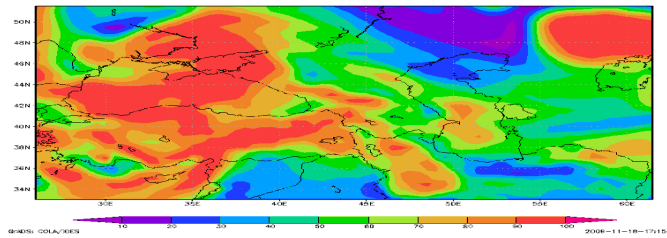


ნახ. 1. სატელიტური იმიჯი. ნალექების ინტენსივობა, 5ოქტომბერი 00UTC

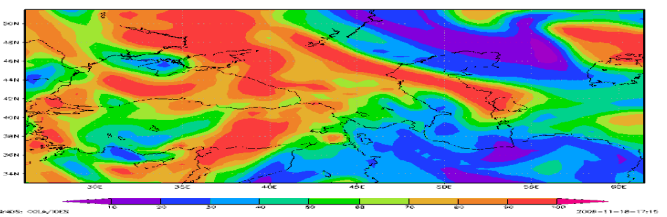


ნახ. 2. სატელიტური იმიჯი ნალექების ინტენსივობა, 5 ნოემბერი 12UTC

გლობალური მოდელის სიმულაციის შედეგები:

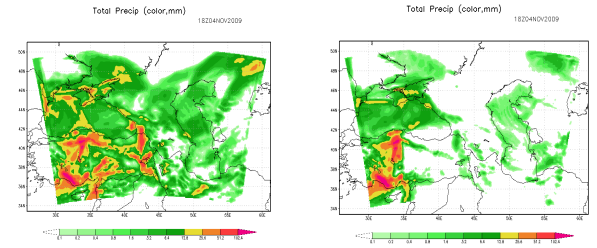


ნახ.3. ფარდობითი ტენიანობა 850 ჰპა დონეზე, პროგნოზი 72-საათიანი წინასწარობით.



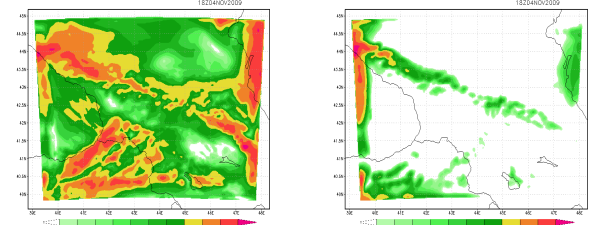
ნახ.4. ფარდობითი ტენიანობა 850 ჰპა დონეზე, პროგნოზი 48-საათიანი წინასწარობით.

ნახაზებზე 5-8 წარმოდგენილია მოდელით სიმულირებული ნალექების ველები ძირითადი და ჩადგმული არეებისათვის სხვადასხვა საპროგნოზო ვადებზე.



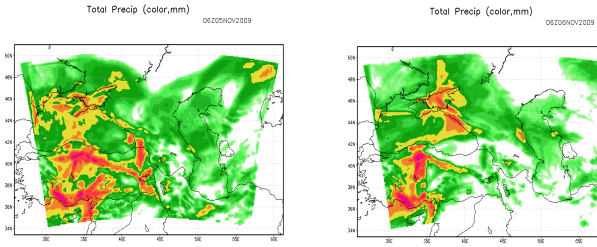
ნახ.5ა. ძირითადი არე: 12-საათიანი ნალექების ვაში
00Z 03/11/2009 T+48 VT 18z04nov-06z05nov2009

ნახ.6ა. ძირითადი არე: 12-საათიანი ნალექების ვაში
00Z 04/11/2009 T+24 VT 18z04nov-06z05nov2009



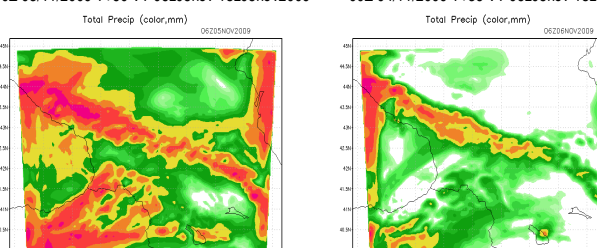
ნახ.5ბ. ქვეარე: 12-საათიანი ნალექების ვაში
00Z 03/11/2009 T+48 VT 18z04nov-06z05nov2009

ნახ.6ბ. ქვეარე: 12-საათიანი ნალექების ვაში
00Z 04/11/2009 T+24 VT 18z04nov-06z05nov2009



ნახ.7ა. ძირითადი არე: 12-საათიანი ნალექების ვაში
00Z 03/11/2009 T+60 VT 06z05nov-18z05nov2009

ნახ.8ა. ძირითადი არე: 12-საათიანი ნალექების ვაში
00Z 04/11/2009 T+36 VT 06z05nov-18z05nov2009 9



ნახ.7ბ. ქვეარე: 12-საათიანი ნალექების ვაში
00Z 03/11/2009 T+60 VT 06z05nov-18z05nov2009

ნახ.8ბ. ქვეარე: 12-საათიანი ნალექების ვაში
00Z 04/11/2009 T+36 VT 06z05nov-18z05nov2009

მოვლენის სინოპტიკური ანალიზი. 2009 წლის 1-3 ნოემბერს ევროპის ტერიტორიაზე აღმოსავლეთისაკენ სუსტად მოძრაობდა ანტიციკლონი, რომლის სამხრეთ პერიფერიაზე დაიკვირვებოდა ატმოსფერული ფრონტები. 4 ნოემბრიდან აღინიშნება ამ ანტიციკლონის შემოქმედება ამიერკავკასიაზე. კერძოდ, მიწისპირა ფენაში დაიწყო ჰაერის ცივი მასების გავრცელება სამხრეთით და მათი საქართველოში შემოსვლა, უმეტესად აღმოსავლეთის მხრიდან, რასაც 5 ნოემბერს აქ უნდა მოჰყოლოდა ჰაერის ტემპერატურის დაცემა და ნალექების გამოყოფა. შემდგომში აღმოსავლეთ საქართველოში დაიჭრა ანტიციკლონის თხემის შემოქმედების ხანგრძლივი პერიოდი სუსტი ქარებითა და წვიმებით, აგრეთვე, ნისლებით.

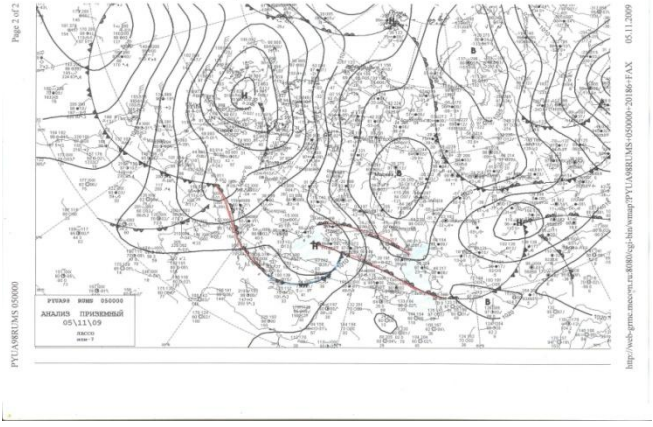
ნახაზებზე 9-10 წარმოდგენილია ზედაპირის ანალიზური რუკა და მოდელით სიმულირებული ზღვის დონეზე დაყვანილი წნევა პროგნოზირებული 72 საათით ადრე. ჩანს, რომ წნევისათვის სიმულაცია საკმაოდ წარმატებულია.

სიტუაციის რეალისტური სურათი მიღებული იქნა მხოლოდ 24 საათით ადრე. 3-დღიანი პროგნოზისთვის ქვეარის ჩადგამ პროგნოზი ვერ გამოასწორა. პირიქით, ნაღველების რაოდენობა კიდევ უფრო გაიზარდა. 2-დღიანი წინასწარობით ქვეარის ჩადგმით შეინიშნება გარკვეული გაუმჯობესება. ნაღველების ველების სივრცული განაწილება გახდა ფაქტიურთან უფრო მიახლოებული და დეტალიზირებული. ყველაზე უკეთესი შედეგები მიღებული იქნა ანალიზური “დატვირთვის” გამოყენებით.

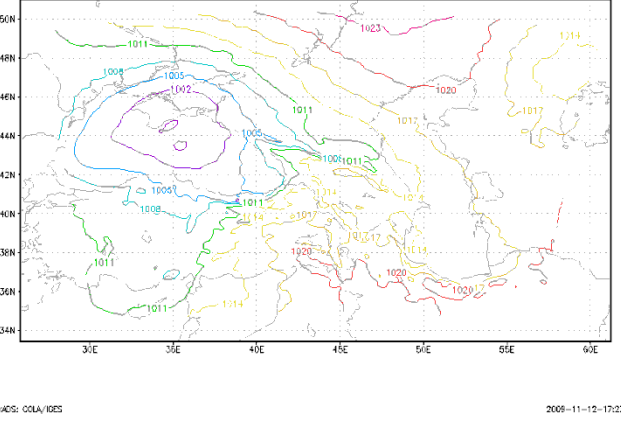
ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. <http://strc.comet.ucar.edu/wrfems/index.htm>
2. <http://www.mmm.ucar.edu/wrf/users/>
3. <http://www.met.gov.om/hrm/index.html>
4. Гигинеишвили В.М. Напетваридзе Е.А. Папинашвили К.И. 1954: Основные типы синоптических процессов в Закавказье. Тр. Тбилигми, вып. 01, стр. 3-21.
5. Majewski D., 1999: HRM - User's Guide. DWD, FE 13.
6. Xu, M., Y. Liu, C. Davis and T. Warner, 2002: Sensitivity of nudging parameters on the performance of a mesoscale FDDA system: A case study. 15th Conference on Numerical Weather Prediction, 12-16 August, 2002, San Antonio, Texas, pp 127-130.
7. Michalakes J., Dudhia J., Gill D., Henderson T., Klemp J., Skamarock W., Wang W., 2005: The Weather Research and Forecast Model: Software Architecture and Performance. Proceedings of the Eleventh ECMWF Workshop on the Use of High Performance Computing in Meteorology. Eds. Walter Zwiefelhofer and George Mozdzynski. World Scientific, pp 156 – 168.
8. Janjic, Z., Black T., Pyle M., Rogers E., Chuang H.-Y., DiMego G., 2005: High resolution applications of the WRF NMM. Extended abstract, 21st Conference on Weather Analysis and Forecasting/17th Conference on Numerical Weather Prediction, American Meteorological Society, July 31 August 5, 2005, Washington, DC, 21 ppp.
9. Skamarock W.C. Klemp J. B., Dudhia J., Gill D.O., Barker D.M., Duda M.G., Huang X.-Y., Wang W., Powers J.G., 2008: A Description of the Advanced Research WRF Version 3. NCAR/TN-475+STR. NCAR Technical Note. 113 ppp.

უკ 551.551.14
შემოსაზღვრული არის მქონე ამინდის რიცხვითი მოდელის სირთულეები საქართველოში ჰაერის ცივი მასების აღმოსავლეთის შემოჭრის სიმულირებისას. /მეგრელიძე ლ., კუტალაძე ნ., ჩოგოვაძე ი., დეკანოზიშვილი ნ., ქოქოსაძე ხ//საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2011.-ტ.117.-გვ.142-145.-ქართ.რეზ.ქართ.,ინგლ., რუს ნაშრომის მიზანია საქართველოს ტერიტორიაზე ჰაერის ცივი მასების შემოჭრებისას შემოსაზღვრული არის მქონე ამინდის რიცხვითი მოდელის მიერ ამინდის ზუსტი მოკლევადიანი პროგნოზირების შესაძლებლობების შეფასება, რაც ჩვენს შემთხვევაში განხორციელდა მეზომას-შტაბური რიცხვითი მოდელის WRF ARW საშუალებით 2009 წლის 5 ნოემბერს საქართველოში განვითარებული სინოპტიკური სიტუაციის მაგალითზე. მოდელის მიერ მოვლენის სიმულირებისას გამოვლენილი იქნა რიგი სირთულეებისა. ზოგადად პროცესი აღმოჩნდა რეალურთან მიახლოებული, თუმცა ასეთი მოვლენების რაოდენობრივი მახასიებლები (ნაღველების რაოდენობა, ჰაერის ტემპერატურა და სხვ.) საჭიროებს დამატებით მოდელის რეგულირებას და სტატისტიკურ დაკალიბრებას.



ნახ. 9. ზედაპირის ანალიზური რუკა



ნახ.10. მოდელით სიმულირებული ზღვის დონეზე დაყვანილი წნევა

ატმოსფეროს ზედა ფენებში (AT-700, AT-500 ჰპა) 4 ნოემბრამდე სტაბილურმა სამხრეთ-დასავლეთის დენებმა მიიღეს დასავლეთის ფორმა, ხოლო 5 ნოემბრიდან კვლავ გადავიდნენ სამხრეთ-დასავლეთის ფორმაზე, რაც განსაკუთრებით ხელშემწყობი პირობაა ნაღველების გამოყოფისათვის აღმოსავლეთ საქართველოში, ცივი ჰაერის მასების კასპიის მხრიდან შემოჭრის პირობებში.

სინოპტიკური ანალიზმა გამოავლინა, რომ ეს არ იყო წმინდა აღმოსავლეთის ტიპი, არამედ სამხრეთ-დასავლეთის ნაკადების ზედდებით, რაც ზოგადად ხასიათდება ნაღველებით ასევე დასავლეთ საქართველოშიც.

დასკვნები. მეზომას-შტაბური მოვლენა (აღმოსავლეთის შემოჭრა სამხრეთ-დასავლეთის ნაკადების ზედდებით), კერძოდ, ზღვის დონეზე დაყვანილი წნევისა და მაღლივი ველები მოდელის მიერ სიმულირებული იქნა სწორად. თუმცა ნაღველები პროგნოზირებული იყო 12 საათით ადრე დაკვირვებულზე და თანაც გადაჭარბებით. ფაქტიური

UDC 551.551.1.4

NWP Local Area Models' Failure in Simulation of Eastern Invasion of Cold Air Masses in Georgia. /Megrelidze L., Kutaladze N., Chogovadze I., Dekanozishvili N., Qoqosadze Kh./ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011.-ტ.117. – pp. 142-145. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The present paper presents an assessment of the capacity of weather numerical meso-scale models in explicit short-range forecasting during invasions of cold air masses in the territory of Georgia that was demonstrated using local area model WRF ARW with respect to the synoptic situation case developed in Georgia on 5th November 2009.

Model simulation revealed some difficulties; in general, the process was in good agreement with reality, however, as for quantitative prediction of such variables as atmospheric precipitation amount, air temperature etc. model tuning and statistical calibration should be done additionally.

УДК 551.551.1.4

ТРУДНОСТИ ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ПОГОДЫ НА ОГРАНИЧЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВОСТОЧНЫХ ВТОРЖЕНИЙ ХОЛОДНЫХ ВОЗДУШНЫХ МАСС В ГРУЗИЮ /Megrelidze L., Kutaladze N., Chogovadze I., Dekanozishvili N., Kokoasadze X./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 142-145. – Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус. Цель настоящего труда состоит в оценке возможностей мезомасштабных моделей погоды для точного краткосрочного прогнозирования процессов, связанных с вторжениями холодных воздушных масс на территорию Грузии, что было осуществлено с использованием модели локальной территории WRF ARW на примере синоптической ситуации, развившейся в Грузии 5 ноября 2009 года.

Симулирование моделью восточного процесса выявило ряд трудностей; в общем, процесс был близким к реальности, хотя, что касается количественных характеристик таких переменных, как количество осадков, температура воздуха и т.д. дополнительно следует провести тюнинг модели и статистическое калибрование.

ბ. ხვედელიძე, თ. დავითაშვილი, ი. სამხარაძე.
 საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
 ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უაკ: 511.509:511.551

**ატმოსფეროში მძლავრი უმუშოთეების
 ბავრცელების უმსწავლა მათემატიკური
 მოდელირებით**

ამოცანის დასმა:

მივიღოთ, რომ მცირე დროში დიდი სიმძლავრის შეშფოთების ატმოსფეროში ადგეკციური გადაადგილებისას სიჩქარის ველი არის პოტენციალური, ე. ი.

$$\vec{v} = \text{grad}\varphi, \quad 1)$$

სადაც φ არის სიჩქარის პოტენციალი, ხოლო \vec{v} სიჩქარე, თუ შეშფოთება ვრცელდება წყაროდან ყველა მიმართულებით, მაშინ Q სიმძლავრის შეშფოთებით გამოწვეული ნაკადის სიჩქარე იქნება [1-3]:

$$v = \frac{Q}{4\pi r^2} \quad (2)$$

აქ r არის შეშფოთების გავრცელების რადიუსი. ცხადია საწყის მომენტში ნაკადის მოძრაობის სიჩქარე ყველგან ნულია, ხოლო Δt დროის შემდეგ წარმოქმნილ ნაკადს აქვს \vec{v} სიჩქარე. (მაგ. ასეული საარტილერიო ჭურვის ერთდროული აფეთქებისას).

შრომის მიზანია შესწავლილ იქნას დიდი სიმძლავრის შეშფოთების ნაკადის წნევის (გეოპოტენციალის) ადგეკციური გავრცელება Δt დროში, როცა პროცესი არის გაუწონასწორებელი. (1) და (2)-ს მიხედვით ცხადია:

$$\varphi = -\frac{Q}{4\pi r}, \quad (3)$$

ამოცანის გადაწყვეტისას გამოვიყენოთ ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სისტემა ე. წ. ლამბა-გრომეკოს ფორმით [2-4] და ვისარგებლოთ ლეჟანდრეს ინტეგრალით, რომელსაც აქვს სახე:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + \frac{p}{S} + \frac{v^2}{2} = p_\infty, \quad (4)$$

სადაც p -ატმოსფერული წნევაა, ρ - ჰაერის სიკვრივე, p_∞ - წნევა უსასრულოებაში, პრაქტიკულად r - მანძილის საზღვარზე, სადაც იგი ნულად ჩაითვლება [1,3].

(4) ფორმულიდან მივიღებთ:

$$\Delta p = p - p_\infty = -\rho \frac{\partial \varphi}{\partial t} - \frac{\rho v^2}{2}, \quad (5)$$

სიდიდეების რიგის შეფასებით გამოდის, რომ (5) განტოლების მეორე წევრი დაახლოებით 10^3 -ჯერ მცირეა პირველთან შედარებით, ამიტომ

$$\Delta p = -\rho \frac{\partial \varphi}{\partial t}. \quad (6)$$

ამოცანის თეორიული გადაწყვეტა:

ახლა დავუშვათ, რომ შეშფოთებული ნაკადი ვრცელდება ბაროტროპულ ატმოსფეროში, სადაც

სიჩქარის ბრტყელი დივერგენცია $D = 0$ და $\frac{\partial \varphi}{\partial t}$

სიდიდე შეიძლება განისაზღვროს პროგნოზული განტოლების გამოყენებით [3-7]:

$$\frac{\partial \Omega_z}{\partial t} + u \frac{\partial(\Omega_z + l)}{\partial x} + \frac{\partial(\Omega_z + l)}{\partial y} = 0, \quad (7)$$

სადაც $\Omega_z = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$ სიჩქარის როტორის z მდგენელი;

u და v სიჩქარის მდგენელები ox და oy დერძების გასწვრივ; l - კორიოლისის პარამეტრი, სიჩქარის მდგენელები განისაზღვრება გეოსტროფიულობის პირობით [3-9]:

$$u = -\frac{1}{l} \frac{\partial \varphi}{\partial y}; v = \frac{1}{l} \frac{\partial \varphi}{\partial x}; \text{მაშინ } \Omega = \frac{1}{l} \Delta \varphi, \quad (8)$$

აქ Δ -ლაპლასის ბრტყელი ოპერატორია.

(8) გამოყენებით (7)-დან მივიღებთ:

$$\frac{\partial \Delta \varphi}{\partial t} = \frac{1}{l} \frac{\partial \varphi}{\partial y} \frac{\partial (\frac{1}{l} \Delta \varphi + l)}{\partial x} - \frac{1}{l} \frac{\partial \varphi}{\partial x} \frac{\partial (\frac{1}{l} \Delta \varphi + l)}{\partial y} = \frac{1}{l^2} (\Delta \varphi, \varphi), \quad (9)$$

სადაც l -ცვლილება x და y -ის მიმართ უგუ-
ლებელყოფილია, ხოლო (A, B) - იაკობიანია [3,7].
ვინაიდან კოორდინატები და დრო დამოუკიდებელი
ცვლადებია, ამიტომ შეიძლება (9) ასე გადაიწეროს:

$$\Delta \frac{\partial \varphi}{\partial t} = \frac{1}{c^2} (\Delta \varphi, \varphi),$$

$\frac{\partial \varphi}{\partial t}$ -ს მიმართ ამოხსნა პოლარულ კოორდინატებში
ასე მოიცემა [3-5]:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi R} \int_0^R \ln \frac{R}{r} A_\Omega r dr d\alpha + \frac{1}{2\pi R} \oint \frac{\partial \varphi}{\partial t} ds, \quad (10)$$

გამოთვლებით (10)-ის მეორე წევრი კონტურული
ინტეგრალი სიმცირის გამო შეიძლება არ მივიღოთ
მხედველობაში [4] და დავწეროთ:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = \int_0^R \ln \frac{R}{r} A_\Omega r dr, \quad (11)$$

აქ $\ln \frac{R}{r}$ არის გავლენის ფუნქცია, ხოლო

$A_\Omega = \frac{1}{l^2} (\Delta \varphi, \varphi)$ - ჰორიზონტალური ადვექცია, R - შე-
შფოთების მაქსიმალური გავრცელების რადიუსი.
მივიღოთ, რომ ადვექცია მთელ R - მანძილზე პრო-
ცესის მცირე დროში მოქმედების გამო შეიძლება
შეიცვალოს მისი საშუალო მნიშვნელობით, მაშინ:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = A_\Omega \int_0^R \ln \frac{R}{r} r dr = \frac{R^2}{4} A_\Omega. \quad (12)$$

გამოვიყენოთ (3) და (9) ფორმულები და გამო-
ვთვალოთ A_Ω - r -ისა და α -ს სხვადასხვა მნი-
შვნელობისათვის. ამასთანავე ლოკალური რე-
ლიეფური პირობების გათვალისწინებით (მაგ. ცხინ-
ვალის რეგიონი). მივიღოთ A_Ω -ს საანგარიშო ფორ-
მულები სხვადასხვა მიახლოებაში.

1. ადვექცია ვრცელდება მხოლოდ ერთი მიმართუ-
ლებით, ე.ი. $A_\Omega = u \frac{\partial \Omega}{\partial x}$ ანუ

$$A_\Omega = -\frac{1}{l^2} \frac{\partial \varphi}{\partial y} \frac{\partial \Delta \varphi}{\partial x}, \quad (13)$$

და $\Delta \varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2}$, მაშინ

$$A_\Omega = -\frac{1}{l^2} \frac{3Q^2 \sin 2\alpha}{32\pi^2 r^6}, \quad (14)$$

2. ადვექცია ერთი მიმართულებით მე-13 ფორმულ-
ის მიხედვით ვრცელდება და $\Delta \varphi = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}$, მაშინ

$$A_\Omega = -\frac{1}{l^2} \frac{Q^2}{16\pi^2} \left(\frac{15 \cos^3 \alpha}{r^4} - \frac{9 \sin 2\alpha}{2r^3} \right). \quad (15)$$

3. ადვექცია ვრცელდება სიბრტყეში და განიცდის
რელიეფის გავლენას. ამ შემთხვევაში [3-8]

$$\Omega = \frac{1}{\eta} (\Delta \varphi + a \frac{\partial \varphi}{\partial z} + b \frac{\partial \varphi}{\partial y}), \quad (16)$$

სადაც $\eta = \frac{P_z}{P_0}$, P_z - ატმოსფერული წნევის მნი-
შვნელობა z სიმაღლეზე, P_0 - წნევის სტანდარ-
ტული მნიშვნელობა. $a = -\frac{\partial \ln \eta}{\partial x}$, $b = -\frac{\partial \ln \eta}{\partial y}$ რე-
ლიეფის გავლენის მახასიათებელი პარამეტ-
რები პარალელისა და მერიდიანის გასწვრივ
შესაბამისად. შესაბამისი გათვლების ჩატარებ-
ის შემდეგ მივიღებთ

$$\overline{A_\Omega} = -\frac{1}{l^2 \eta^2} \frac{Q^2}{16\pi^2 r^5} \left(-\frac{\sin 2\alpha}{2} (a \cos \alpha - b \sin \alpha) + \right. \\ \left. + 3(b \sin^3 \alpha - a \cos^3 \alpha) - (b \cos \alpha - a \sin \alpha) \right) \quad (17)$$

4. შენარჩუნებულია სამივე ვარიანტის პირობები,
მხოლოდ ადვექციის განაწილება Ox და Oy
ღერძების მიმართ არათანაბარია. აქ

$$r = \sqrt{x^2 + \frac{y^2}{4}} \quad \text{ან} \quad r = \sqrt{\frac{x^2}{4} + y^2}; \quad \text{მაშინ}$$

$$\overline{A_\Omega} = -\frac{1}{l^2 \eta^2} \frac{Q^2}{\pi^2 r^4} \left(\frac{1,1 \sin 2\alpha (16 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha)}{r^2} - \right. \\ \left. \frac{21 \sin 2\alpha}{128} + a \frac{\sin \alpha}{64} \frac{1 - \cos^2 \alpha}{r} - \right. \\ \left. - \frac{21 \sin 2\alpha}{128} + a \frac{\sin \alpha}{64} \frac{1 - \cos^2 \alpha}{r} - \right. \\ \left. - b \frac{\cos^3 \alpha + 16 \cos \alpha - 4 \sin \alpha}{1024r} - \right. \\ \left. b \frac{\sin 2\alpha}{512r^2} \right) \quad (18)$$

თითოეული შემთხვევისათვის გამოითვალა $\overline{A_\Omega}$,
 r -ის ორი მნიშვნელობისათვის $r = 500$ მ და
 $r = 1000$ მ-სათვის, ხოლო α -ს სამი მნიშვნ-
ელობისათვის $(\frac{\pi}{6}, \frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{3})$, შესაბამისად განისაზღვ-
რა $\frac{\partial \varphi}{\partial t}$ (12)-ე ფორმულით, ხოლო დამატებითი წნე-
ვა (6) ფორმულიდან. ასევე შეფასებულ იქნა წარ-
მოშობილი ნაკადის გავრცელების სიჩქარე პოტენ-
ციალის გრადიენტიდან. ყველა ეს პარამეტრები და
გამოთვლებით მიღებული სიდიდეები მოყვანილია
[10].

მიუხედავად სხვადასხვა დაშვებებისა და გამა-
რტივებისა სტატიაში მოყვანილმა მონაცემმა დიდი
სიზუსტით აღწერა ის ატმოსფერული პროცესები,
რომლებიც განვითარდა საქართველოში 2008 წლის
აგვისტოში. მართლაც, მოყვანილი თეორიული მიდ-
გომის პრაქტიკული რეალიზაციის მაგალითია საქა-
რთველოს ტერიტორიაზე, კერძოდ ცხინვალის და
სახჩერის რეგიონებში წარმოებული საომარი მოქ-
მედება 2008 წლის 7-10 აგვისტოს. ხანმოკლე ბრძო-
ლებმა საპაერო და საარტილერიო დაბომბებით გა-
მოწვეულმა პაერის ნაკადის ადვექციის გავრცელე-
ბამ გაამართლა თეორიული მოდელის შედეგები. გა-
მოთვლებმა აჩვენა, რომ ორივე მითითებულ რეგი-

ონში საომარმა მოქმედებამ (მცირე დროში) არ გამოიწვია მკვეთრი ცვლილებები- ატმოსფეროში წარმოშობილი „შეშფოთება“ ვრცელდებოდა მცირე მანძილზე და რელიეფის გავლენა ამ პროცესს ასუსტებდა[10]. საყურადღებოა ნიადაგის ტემპერატურის მატება, რაც ასევე ბუნებრივად და ფიზიკურად გამართლებულად მიგვაჩნია.

რაც შეეხება ამინდის საერთო მდგომარეობას იგი სამდღიანი საომარი მოქმედებებით თითქმის არ შეცვლილა. იყო დასავლეთის შემოჭრის ანტიციკლონური სიტუაცია სუსტი ქარით და ასევე შენარჩუნდა. ამ პერიოდში მხოლოდ ატმოსფერული წნევა განიცდიდა მცირე ლოკალურ გავლენას.

დასკვნები:

მცირე დროში დიდი სიძლიავრით წარმოშობილი ატმოსფერული შეშფოთება მთა-გორიან ტერიტორიაზე ვრცელდება მცირე მანძილზე. ნაკადის შესუსტება მანძილის მე-5 ხარისხის უკუპროპორციულია; აღმოჩნდა, რომ მთა-გორიანობის გავრცელების გაზრდით, რელიეფის გავლენა ნაკადის მოძრაობაზე იზრდება, მაგრამ გავლენის ხარისხი დამოკიდებულია ქედის მიმართ ჰაერის მოძრაობის მიმართულებაზე;

თუ დედამიწის რელიეფის გავლენა პარალელსა და მერიდიანის გასწვრივ ერთნაირია, მაშინ პოლარული კუთხის მიხედვით შეიმჩნევა შემდეგი: ა)

როცა კუთხე $\alpha = \frac{\pi}{3}$, მაშინ ნაკადის მნიშვნელობა

დიდია, დაახლოებით ორჯერ მეტი ვიდრე $\alpha = \frac{\pi}{6}$ -ის

შემთხვევაში, ბ) თუ კუთხე $\frac{\pi}{4}$ -ია, მაშინ აღვექცია

ნულის ტოლია, ისევე როგორც რელიეფის გავლენის გარეშე;

როცა რელიეფის სიდიდე ნაკადის მიმართულებით აღემატება, რელიეფის სიდიდეს ნაკადის მართობული მიმართულებით $a > b$, მაშინ ნაკადი იცვლის მიმართულებას α კუთხის ყველა მნიშვნელობისათვის. ნაკადის ინტენსივობა, წნევა და სიჩქარე მანძილისა და კუთხის ზრდით მცირდება;

როცა $a < b$, მაშინ ნაკადის ინტენსივობა და სიჩქარე იზრდება α კუთხის ზრდის მიხედვით; ამინდის პირობები შეშფოთების წარმოშობამდე და მის შემდეგ თითქმის უცვლელია, აღვექციის წყაროდან 5 და მეტ კილომეტრის მანძილზე . მოყვანილი თეორიაც სწორედ იგივეს მოიცავდა, ე.ი. მოდელი ფიზიკურად გამართლებულია. რაც შეეხება ზოგიერთ რაიონში ნიადაგის ტემპერატურის მომატებას (ქ. გორის მიდამოები), იგი გამოწვეულია საომარი მოქმედებების (2008 წლის აგვისტოს მეორე დეკადა) შეწყვეტის შემდეგ წარმოქმნილი ხანძრით.

ლიტერატურა – REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Фабрикант Н.И. “Аэродинамика” Издательство “Наука” 1964.
2. Modeling of Atmospheric Flow Fields. World Scientific , Theoretical Physic, 1996y.
3. ხვედელიძე ზ.ვ. “დინამიკური მეტეოროლოგია” თ.ს.უ. გამომცემლობა. თბილისი 2002წ. გვ. 528

4. Белов П.Н. “Численные методы прогноза погоды” . “Гидрометеоиздат” 1989.
5. Кибель И.А. “Введение в гидродинамические методы краткосрочного прогноза погоды ”. М. ГИТТЛ 1973 .
6. Качурин Л.Г. “Физические основы воздействия на атмосферные процессы”. “Гидрометеоиздат” 1973. .
7. Лайхтман Д.Л. “Динамическая метеорология”. “Гидрометеоиздат” 1976.
8. Тихонов А.Н. Самарский А.А. “Уравнения математической физики”. Издательство “ГИТТЛ”. 1953.
9. Z.Khvedelidze, T.Davitashvili, I.Samkharadze “Mathematical Modelling of the hydro-dynamical flows in a narrow canals with compound bottom”, Journal “Ecology and Appliances” Moscow, Russia, No.5, 2007.
10. Davitashvili T., Samkharadze I. Khvedelidze Z., Advective propagation of high power perturbation in the small time in the atmosphere for mountainous territory (in print)

უკ: 511.509:511.551

ატმოსფეროში მძლავრი შეშფოთებების გავრცელების შესწავლა მათემატიკური მოდელირებით/ზ. ხვედელიძე, თ. დავითაშვილი, ი.სამხარაძე/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული-2011.-ტ.117.-გვ. 145-148.-ქართ.რუს.ქართ.,ინგლ.,რუს.

დიდი სიძლიავრის მქონე მოვლენების მოქმედებით, დროის მცირე მონაკვეთში, წარმოქმნილი ჰაერის ნაკადის სივრცესა და დროში გავრცელების შესწავლას უდიდესი თეორიული და განსაკუთრებით პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. როგორც წესი ასეთი მოვლენები ხანმოკლე დროის განმავლობაში ვრცელდება შედარებით მცირე ტერიტორიაზე, მაგრამ შედეგი ხანგრძლივი და მნიშვნელოვანია. განსაკუთრებით საინტერესოა პროცესების აღვექციური გავრცელება მთა-გორიან ტერიტორიაზე. მცირე სიმაღლის ბურცობებიც კი სწრაფად ანელებს ნაკადის მოძრაობის სიჩქარეს და ხშირად უცვლის მას მიმართულებას და აბრუნებს საწინააღმდეგო მხარესაც კი. სწორედ ასეთი რეგიონალური თავისებურება ახასიათებს საქართველოს ცალკეულ რაიონებს, მათ შორის ცხინვალის და საჩხერის რაიონის ტერიტორიას, სადაც 2008 წლის აგვისტოში წარმოებდა საომარი მოქმედება. ამ დროს რეგიონზე განვითარდა სწორედ ისეთი პირობები, რომლის თეორიული დასაბუთება მოყვანილია ამ სტატიაში.

UDC: 511.509:511.551

Investigation of Powerful Disturbances Propagation in the Atmosphere by Mathematical Modeling/Z.Khvedelidze, T. Davitashvili, I. Samkharadze/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhnickal University. -2011. - ტ.117. – pp. 145-148. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Study of propagation in the space and time of air flow, generated in the small time by the action of high-power phenomenon, has huge theoretical and especially practical value. As usual, these phenomena propagate during the small time on the relatively small territory, but their results are long and important. Especially interesting is the advective propagation on mountainous territory. Even low height hills slow down the velocity of flow motion and often changes its direction and sometimes even to the opposite direction. Exactly such regional peculiarity is characteristic for some regions of Georgia, among them Tskhinvali and Sachkhere territory, where military actions took place. Then in the region, the conditions are developed, theoretical justification of which, as we think, is given in this article.

УДК: 511.509:511.551

Исследование Распространения в Атмосфере Мощных Возмущений с Помощью Математического Моделирования /З. Хведелидзе, Т.Давиташвили, И.Самхарაძე/.Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 145-148. – Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус.

Исследования распространения в пространстве и во времени воздушных потоков, зараженных под воздействием мощного взрыва, имеет огромную теоретическую и особенно практическую ценность. Как обычно, эти явления распространяются в течение маленького времени на относительно маленькой территории, но их результаты опасны. Особенно интересно адвективное распространение возмущенных потоков над гористой территории. Даже низкие холмы замедляют скорость движения потока, и часто изменяют его направление и иногда даже изменяют его направление к противоположному. Такая региональная особенность характеризует некоторые области Грузии, в том числе и территории Цхинвали и Сачхере, где имели место военные действия. В статье приведено теоретическое обоснование ситуации, развившейся над регионом в это период.

ელიზბარაშვილი ე.შ.,1,2 ტატიშვილი მ.რ.,1
ელიზბარაშვილი შ.ე.,1 ელიზბარაშვილი მ.ე.,1,3
მესხია რ.შ.,1

- 1-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი;
- 2-თელავის ი.გოგებაშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, თელავი;
- 3- ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი და ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი, თბილისი

უპკ. 551.524

საქართველოს ტერიტორიისათვის 1936-2008 წლების ამერიკისათვის კამარის ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების 25-პილომეტრიანი ბაღურ მონაცემთა მასივების შემენის მეთოდოლოგია

რეგიონალური კლიმატების ცვლილებათა შეფასების საიმედოება დამოკიდებულია მეტეოროლოგიური ქსელის სისწორეზე და დაკვირვებათა რიგზე. რაც უფრო ხშირია ქსელი და გრძელია დაკვირვებათა რიგი, მით საიმედოა შესაბამისი დასკვნები. ამიტომ მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნისთვის შეიქმნა ბაღური მონაცემთა მასივები სხვადასხვა სივრცულ-დროითი გარჩევისუნარიანობის გათვალისწინებით, რაც საფუძველს იძლევა დიდი საიმედოებით შეფასდეს კლიმატური ცვლილებები [1-5 და სხვ.].

საქართველოში რეგულარული მეტეოროლოგიური დაკვირვებები 1844 წლიდან იწყება და მას 160-ზე მეტი წლის ისტორია გააჩნია. 1916 წლისთვის საქართველოში დაახლოებით 90 მეტეოროლოგიური სადგური და საგუშაგო ფუნქციონირებდა. 40-იან წლებში მათი რიცხვი 200 -მდე გაიზარდა. მეტეო-

როლოგიური სადგურები აგრეთვე მაღალმთიან, ძნელად მისადგომ ადგილებშიც აიგო. 90-იან წლებამდე ჰიდრომეტეოროლოგიური სამსახურის დაკვირვებათა ქსელი მოიცავდა 50-ზე მეტ მეტეოროლოგიურ სადგურს. დღეისათვის კი მთელი საქართველოს ტერიტორიაზე ფუნქციონირებს მხოლოდ 13 მეტეოსადგური და 30 საგუშაგო. ცხადია, რომ ქსელის ასეთი სისწორე ვერ აკმაყოფილებს რეგიონალური კლიმატის ცვლილების შეფასების თანამედროვე მოთხოვნებს, ამიტომ გასწორებული ბაღური მონაცემთა მასივების შექმნა ისეთი რთული ოროგრაფიული ბუნებრივ-ლანდშაფტური ტერიტორიისათვის როგორც საქართველოა, თანამედროვე და აქტუალურია.

საქართველოში ჰაერის ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების თვიური მონაცემთა მასივის შესაქმნელად გამოყენებული იყო შემდეგი მონაცემთა ბაზები:

- კლიმატის ცვლილების კონვენციის პირველი ეროვნული შეტყობინებისათვის მომზადებული მონაცემთა ბაზა (1936-1995წწ)
- არსებული მეტეოროლოგიური სადგურების დაკვირვებათა მონაცემები (1995-2008წწ)
- ჰიდრომეტეოროლოგიური ქსელის შერჩეული სადგურებისა და საგუშაგოების საკადასტრო მონაცემები (რედაქტორი ზ.ცქვიტინიძე).
- თოვლსაზვავო საგუშაგოების მონაცემები 1995-2008წწ (გუდაური, ჯვრის უღელტეხილი, სტეფანწმინდა).

მონაცემთა ბაზებში უხეში შეცდომების (ანუ გამორთვებული მონაცემების) აღდგენისათვის გამოყენებული იყო კლიმატოლოგიაში აპრობირებული კლასიკური მეთოდები:

1. შესაბამისი სხვაობების მეთოდი,
2. შესაბამისი შეფარდებების მეთოდი

პირველი მათგანი გამოიყენება ტემპერატურის რიგების აღდგენისათვის, რადგანაც ცნობილია, რომ მსგავს ფიზიკურ-გეოგრაფიულ პირობებში განლაგებულ სადგურებზე ტემპერატურათა სხვაობები წლიდან წლამდე უმნიშვნელოდ იცვლება. ამრიგად თუ ვვაქვს ორი რიგი

$$X_1, X_2, X_3, \dots, X_n \text{ და } Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n,$$

და შესაბამისად მათი საშუალო მნიშვნელობები: $X_{საშ}$ და $Y_{საშ}$, მაშინ სხვაობა $X_{საშ} - Y_{საშ} = \tau$ შეიძლება ჩაითვალოს მუდმივად და ნებისმიერი გამორთვებული ელემენტი განისაზღვროს ფორმულით:

$$X_i = \tau + Y_i \text{ ან } Y_i = X_i - \tau. \quad (1)$$

ატმოსფერული ნალექების ჯამებისათვის დამახასიათებელია 2 მეზობელი სადგურის მონაცემების შეფარდების მდგრადობა, ამიტომაც მათი აღდგენა სორციელდება შესაბამისი შეფარდებების მეთოდით, რაც შემდეგში მდგომარეობს: გამოიანგარიშებენ შეფარდებას $X_{საშ} / Y_{საშ} = K$, საიდანაც

$$X_i = K \times Y_i \text{ ან } Y_i = X_i / K. \quad (2)$$

ეს მიდგომა და სამუშაო ფორმულები საფუძვლად დაედო ჰაერის ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების თვიური ჯამების აღდგენას. ამისათვის კორელაციური ანალიზის საფუძველზე წინასწარ შერჩეული იყო საყრდენი და კორელირებადი მეტეოროლოგიური სადგურები. აღდგენილი მონაცემები სტატისტიკურად ერთგვაროვანია, მათ

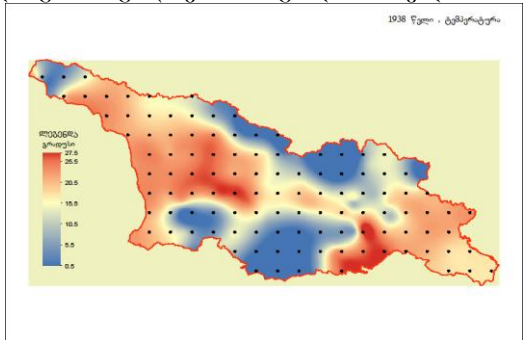
დინამიკაში არ შეიმჩნევა რიგის ნახტომისებური ცვლილება, რამაც შეიძლება ეჭვი შეიტანოს მის ერთგვაროვნებაში.

ასეთი მიდგომით შექმნილი ჰაერის ტემპერატურისა და ატმოსფერული ნალექების ჯამების მონაცემთა ბაზები ცალკეული სადგურებისათვის ტრანსფორმირებულ იქნა მონაცემთა მასივებად ცალკეული წლებისათვის 1936-დან 2008 წლებამდე, რამაც საშუალება მოგვცა გამოგვეკვლია მათი სივრცული განაწილება თითოეულ კონკრეტულ წელს და თვეს. ამისათვის გამოყენებული იყო საქართველოს 200 000-ანი მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკის საფუძველი WGS-84 UTM პროექციისათვის. ამავე პროექციისათვის გადათვლილ იქნა მეტეოროლოგიური სადგურების კოორდინატები და ადაპტირებულ იქნა საქართველოს 200 000-ანი მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკის საფუძველზე.

ცალკეული წლების ტემპერატურებისა და ნალექების საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე სივრცული განზოგადებისათვის პროგრამულ უზრუნველსაყოფად შერჩეულ იქნა თანამედროვე გეოინფორმაციული სისტემა ARC GIS V.10, რომელიც საშუალებას გვაძლევს მონაცემთა ინტერპოლაცია მოვახდინოთ რამოდენიმე ძირეულად განსხვავებული მოდელით, როგორებიცაა IDW, Kriging, Natural Neighbor, Spline, Spline with Barriers და სხვ. რადგანაც ჩვენ შემთხვევაში საქმე გვაქვს წვევებად მონაცემთა ბაზასთან, რომელიც არ ვრცელდება საქართველოს ფარგლებს გარეთ, შერჩეულია ინტერპოლირების მეთოდი Spline with Barriers, რაც გულისხმობს მონაცემთა ინტერპოლირებას ერთმანეთში, მითითებული საზღვრების ფარგლებში.

შეიქმნა რელიეფის წერტილოვანი ციფრული მოდელი, სადაც იზოჰიფსების ყოველ საკვანძო წერტილში მიღებულია წერტილოვანი ობიექტი, მასზე არსებული გეოგრაფიული კოორდინატებითა და სიმაღლის ატრიბუტული ინფორმაციით. ამ წერტილებში ტემპერატურის გამომგარიშება ხდებოდა რეგრესიის განტოლებების საშუალებით. მიღებული წერტილოვანი მონაცემების საფუძველზე იზოხაზების ავტომატურ გატარება და ინტერპოლირება შესრულდა კომპანია Leica-ს პროდუქტ ERDAS IMAGINE 8.7-ის გამოყენებით[6].

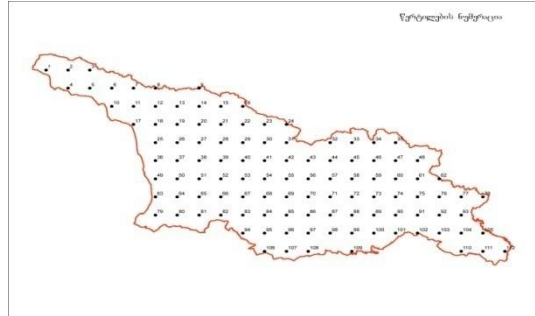
ნახ.1-ზე ნაჩვენებია ჰაერის ტემპერატურის სივრცული განზოგადების მაგალითი ივლისისათვის.



ნახ. 1. ჰაერის ტემპერატურის განაწილება. 1938წლის ივლისი

სტატის ძირითადი მიზნის -საქართველოს ტერიტორიისათვის 1936-2008 წლების პერიოდისათვის ჰაერის ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების

ქების 25-კილომეტრიანი ბადური მონაცემთა მასივების შექმნისათვის საქართველოს მთელი ტერიტორია დაფუძვით 25-კილომეტრიანი ბადით, ისე რომ რაც შეიძლება მეტი წერტილი მოხვედრილიყო ტერიტორიაზე. ამრიგად შეიქმნა 111 წერტილიანი 25-კილომეტრიანი ბადე (ნახ.2).



ნახ. 2. 25 კმ-იანი ბადის საკვანძო წერტილები რუკაზე დადებული ბადის თითოეულ საკვანძო წერტილში გამოითვლება ტემპერატურისა და ნალექების მონაცემები 1936-2008 წლების პერიოდისათვის, და ამრიგად შეიქმნება ტემპერატურისა და ნალექების 25 კილომეტრიანი ბადური მონაცემთა მასივები, რაც საფუძველად დაედება საქართველოში კლიმატის რეგიონალური ცვლილებების დეტალურ შეფასებას.

ლიტერატურა –REFERENCES–ЛИТЕРАТУРА

1. D.Gyaliatras. Development and validation of a high-resolution monthly gridded temperature and precipitation data set for Switzerland (1951-2000). Climate Research. Vol. 25, 2003.
2. N. Hofstra, M. Haylock, P.P. Jones, M. New. ENSEMBLE-based Predictions of Climate Changes and their Impacts. Project n. GOCE-CT-2003-505539, 2005
3. M. New, D. Lister, M. Hulme, I. Makin. A high-resolution data set of surface climate over global land areas. Climate Research. Vo. 21, 2002.
4. M.R. Haylock, N. Hofstra, A.M.G. Klein Tank, E.J. Klok, P.P.D. Jones, M. New. A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950-2006. Journal of Geophysical Research. Vol. 113, 2008
5. N.Nikolova, S.Vassiliev. Mapping precipitation variability using different interpolation methods. University of Sofia, Bulgaria, 2008
6. შელიზბარაშვილი. ატმოსფერული ნალექების მოდელირება და გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება მთიან პირობებში. თბილისი, 2009.

ნაშრომი სრულდება რუსთაველის ერყენული სა-მეცნიერო ფონდის ფინანსური მხარდაჭერით.

უა.კ. 551.524

საქართველოს ტერიტორიისათვის 1936-2008 წლების პერიოდისათვის ჰაერის ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების 25-კილომეტრიანი ბადური მონაცემთა მასივების შექმნის მეთოდოლოგია/ელიზბარაშვილი ე., ტატიშვილი მ., ელიზბარაშვილი შ., ელიზბარაშვილი მ., მესხია რ./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117-გვ. 148-150.- ქართ.; რუხ. ქართ., ინგლ., რუს ჩამოყალიბებულია საქართველოს ტერიტორიისათვის 1936-2008 წლების პერიოდისათვის ჰაერის ტემპერატურის და ატმოსფერული ნალექების 25-კილომეტრიანი ბადური მონაცემთა მასივების შექმნის მეთოდოლოგია.

UDC: 551.524

Creation of methodology of temperature and precipitation 25 km gridded data set for Georgian territory for 1936-2008 year period/Elizbarashvili E., Tatishvili M., Elizbarashvili Sh., Elizbarashvili M., Meskhia R/ Transactions of the Institute of Hydro-meteorology, Georgian Technical University. -2011.-т.117. – pp. 148-150. - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The creation methodology of temperature and precipitation 25 km gridded data set for Georgian territory for 1936-2008 year period has been constructed in presented article.

УДК. 551.524

МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ МАССИВА 25 – КИЛОМЕТРОВЫХ СЕТОЧНЫХ ДАННЫХ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ ЗА ПЕРИОД 1936-2008 ГОДОВ/Э.Ш.Элиზбарашვილი, М.Р.Татишვილი, Ш.Э.Элиზбарашვილი, М.Э.Элиზбарашვილი, Р.Ш.Мესხია/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии.– 2011.–т.117.–с. 148-150. – Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус. Сформулирована методология создания массива 25 километровых сеточных данных температуры воздуха и атмосферных осадков для территории Грузии за период 1936-2008 годы.

Ашабоков Б.А., Шаповалов В.А.

ФГБУ «Высокогорный геофизический институт»,
Нальчик

УДК 533.539

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАКРО- И МИКРОСТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНВЕКТИВНЫХ ОБЛАКОВ С УЧЕТОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОЦЕССОВ

Развитие физики конвективных облаков и активных воздействий на них на современном этапе требует решения ряда крупных и взаимосвязанных между собой задач фундаментального и прикладного характера, которые отличаются от задач предыдущих этапов сложностью проведения исследований. Из этих задач на передний план в настоящее время выходит исследование образования и развития облаков с учетом их эмерджентных свойств, т.е. исследование их в целом с учетом взаимодействия процессов различных видов между собой и взаимодействия облака с окружающей атмосферой. Связано это с тем, что конвективные облака представляют собой чрезвычайно сложную термогидродинамическую и микрофизическую систему, важными особенностями которой являются нестационарность, трехмерность и нелинейность. Поэтому решение задач физики конвективных облаков требует комплексного подхода и использования более эффективных методов, важнейшее место среди которых занимает математическое моделирование.

К этому следует добавить, что, несмотря на несомненные успехи в изучении процессов в облаках, многие из них до настоящего времени изучены на недостаточном уровне. Это относится, например, к гидротермодинамике облаков, к процессам электризации облачных частиц, к влиянию электрического поля на микрофизические процессы, к обратному влиянию микрофизических процессов

на формирование электрической структуры облака и к другим процессам.

Математическое моделирование позволяет детально изучать как отдельные физические процессы, так и их взаимодействие между собой. Несомненным преимуществом моделирования является еще и то, что оно позволяет изучать недоступные или малодоступные для экспериментального исследования процессы.

Цель данной работы заключалась в разработке трехмерной нестационарной модели конвективных облаков и исследований на ее основе влияния взаимодействия процессов в облаках и состояния окружающей атмосферы на формирование их макро- и микроструктурных характеристик.

Гидротермодинамический блок модели состоит из уравнений движения, описывающих влажную конвекцию в приближении Буссинеска, в которых учитывается адвективный и турбулентный перенос, силы плавучести, трения и барических градиентов:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + (\vec{V} \cdot \nabla)u = -\nabla \pi' + \Delta' u + l v,$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + (\vec{V} \cdot \nabla)v = -\nabla \pi' + \Delta' v - l u \quad (1)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + (\vec{V} \cdot \nabla)w = -\nabla \pi' + \Delta' w + g(\theta'/\theta_0 + 0,61s' - Q_s)$$

уравнения неразрывности

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = \sigma w, \quad (2)$$

уравнения термодинамики

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + (\vec{V} \cdot \nabla)\theta = \frac{L_k}{C_p T} \frac{\delta M_k}{\delta t} + \frac{L_c}{C_p T} \frac{\delta M_c}{\delta t} + \frac{L_3}{C_p T} \frac{\delta M_3}{\delta t} + \Delta' \theta \quad (3)$$

$$\frac{\partial s}{\partial t} + (\vec{V} \cdot \nabla)s = -\frac{\delta M_k}{\delta t} - \frac{\delta M_c}{\delta t} + \Delta' s,$$

$$\text{где } (\vec{V} \cdot \nabla) \equiv u \frac{\partial}{\partial x} + v \frac{\partial}{\partial y} + w \frac{\partial}{\partial z}, \quad \Delta' = \frac{\partial}{\partial x} K \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} K \frac{\partial}{\partial z},$$

$\vec{V} = \{u, v, w\}$ - вектор скорости, $u(\vec{r})$, $v(\vec{r})$, $w(\vec{r})$ - компоненты вектора скорости воздушных потоков в облаке; $\pi(\vec{r})$ - потенциальная температура; $\pi(\vec{r}) = \text{ср } \bar{\theta} (p(\vec{r})/1000)R/C_p$ - безразмерное давление; $\bar{\theta}$ - средняя потенциальная температура; R - газовая постоянная; $s(\vec{r})$ - удельная влажность воздуха; $QS(\vec{r})$ - суммарное отношение смеси жидкой и твердой фаз в облаке; $\pi(z)$ - параметр, учитывающий изменение плотности воздуха с высотой; $P(\vec{r})$ и $T(\vec{r})$ - соответственно давление и температура; C_p - теплоемкость воздуха при постоянном давлении; L_k , L_c , L_3 - соответственно удельная теплота конденсации, сублимации и замерзания; $\pi'(\vec{r})$, $\pi'(\vec{r})$, $s'(\vec{r})$ - отклонения безразмерного давления, потенциальной температуры и удельной влажности от их фоновых значений в окружающей атмосфере $\pi_\phi(\vec{r})$, $\pi_\phi(\vec{r})$ и $s\phi(\vec{r})$; $\frac{\delta M_k}{\delta t}$

$\frac{\delta M_c}{\delta t}$ - изменения удельной влажности за счет диффузии пара на капли и кристаллы; $\frac{\delta M_3}{\delta t}$ - масса капельной воды, замерзающей в единицу времени в единице объема воздуха; $K(\vec{r})$ - коэффициент турбулентной диффузии. Вектор \vec{r} соответствует координатам (x,y,z). Для границ пространственной области используются обозначения 0, L_x , 0, L_y и 0, L_z .

Начальные и граничные условия для уравнений (1)-(3) имеют следующий вид:

$$u(\vec{r}, 0) = u_0(\vec{r}, 0),$$

$$v(\vec{r}, 0) = v_0(\vec{r}, 0), \quad (4)$$

$$w(\vec{r}, 0) = w_0(\vec{r}, 0), \quad \pi(\vec{r}, 0) = \pi_0(\vec{r}, 0),$$

$$u = u_0(z), \quad \pi = \pi_0(z), \quad p = p_0(z), \quad q = q_0(z) \quad \text{при } x = 0, L_x,$$

$$v = v_0(z), \quad \pi = \pi_0(z), \quad p = p_0(z), \quad q = q_0(z) \quad \text{при } y = 0, L_y,$$

$$u = v = w = 0, \quad \pi = \pi_0(0), \quad p = p_0(0), \quad q = q_0(0) \quad \text{при } z = 0, \quad (5)$$

$$u = u(L_z), \quad v = v(L_z), \quad w = w(L_z), \quad \pi = \pi_0(L_z), \quad p = p_0(L_z), \quad q = q_0(L_z) \quad \text{при } z = L_z.$$

Микрофизический блок модели описывает процессы нуклеации, конденсации, коагуляции капель с каплями, сублимации, аккреции, замерзания капель, осаждения облачных частиц в поле силы тяжести, их перенос воздушными потоками, а также взаимодействие облачных частиц под влиянием электрического поля облака. Используется механизм разделения зарядов, заключающийся в электризации переохлажденных капель при их замерзании (знак заряда «минус»), образующиеся при этом осколки замерзания (микровыбросы) заряжены положительно.

Система уравнений для функций распределения по массам капель $f_1(\vec{r}, m, t)$, ледяных частиц $f_2(\vec{r}, m, t)$ и осколков замерзания капель $f_3(\vec{r}, m, t)$ имеет следующий вид:

$$\frac{\partial f_1}{\partial t} + u \frac{\partial f_1}{\partial x} + v \frac{\partial f_1}{\partial y} + (w - V_1) \frac{\partial f_1}{\partial z} = \left(\frac{\partial f_1}{\partial t} \right)_{\text{E}\bar{\Lambda}} + \left(\frac{\partial f_1}{\partial t} \right)_{\text{K}\bar{\Lambda}} + \left(\frac{\partial f_1}{\partial t} \right)_{\text{A}\bar{\Lambda}} + \left(\frac{\partial f_1}{\partial t} \right)_{\text{A}\bar{D}} + \left(\frac{\partial f_1}{\partial t} \right)_{\text{C}} + \Delta' f_1 + I_1, \quad (6)$$

$$\frac{\partial f_2}{\partial t} + u \frac{\partial f_2}{\partial x} + v \frac{\partial f_2}{\partial y} + (w - V_2) \frac{\partial f_2}{\partial z} = \left(\frac{\partial f_2}{\partial t} \right)_{\text{C}} + \left(\frac{\partial f_2}{\partial t} \right)_{\text{A}\bar{\Lambda}} + \left(\frac{\partial f_2}{\partial t} \right)_{\text{C}} + \Delta' f_2 + I_2 + I_{\bar{\Lambda}\bar{\Lambda}}$$

$$\frac{\partial f_3}{\partial t} + u \frac{\partial f_3}{\partial x} + v \frac{\partial f_3}{\partial y} + (w - V_2) \frac{\partial f_3}{\partial z} = \left(\frac{\partial f_3}{\partial t} \right)_{\text{C}} + \left(\frac{\partial f_3}{\partial t} \right)_{\text{A}\bar{\Lambda}} + \Delta' f_3$$

$$0 \leq x \leq L_x, \quad 0 \leq y \leq L_y, \quad 0 \leq z \leq L_z, \quad 0 \leq m < \infty, \quad t > 0,$$

где $V_1(m)$, $V_2(m)$ - установившиеся скорости падения жидких и твердых частиц; $\left(\frac{\partial f_1}{\partial t} \right)_{\text{K}\bar{\Lambda}}$, $\left(\frac{\partial f_1}{\partial t} \right)_{\text{K}\bar{\Gamma}}$, $\left(\frac{\partial f_1}{\partial t} \right)_{\text{A}\bar{\Lambda}}$,

$\left(\frac{\partial f_1}{\partial t} \right)_{\text{D}\bar{\Gamma}}$, $\left(\frac{\partial f_1}{\partial t} \right)_{\text{C}}$ - изменения функции распределения капель за счет микрофизических процессов конденсации, коагуляции капель, аккреции капель и кристаллов, дробления и замерзания соответственно;

$\left(\frac{\partial f_2}{\partial t} \right)_{\text{C}}$, $\left(\frac{\partial f_2}{\partial t} \right)_{\text{A}\bar{\Lambda}}$,

$\left(\frac{\partial f_2}{\partial t} \right)_{\text{C}}$ - изменения функции распределения кристаллов за

счет сублимации, аккреции и замерзания капель; $\left(\frac{\partial f_3}{\partial t} \right)_{\text{C}}$,

$\left(\frac{\partial f_3}{\partial t} \right)_{\text{A}\bar{\Lambda}}$ - изменения функции распределения $f_3(\vec{r}, m, t)$ за

счет образования осколков при спонтанном замерзании переохлажденных облачных капель и их аккреции с кристаллами; I_1 и I_2 - источники капель и кристаллов; $I_{\bar{\Lambda}\bar{\Lambda}}$ - источник искусственных кристаллов при активном воздействии льдообразующими реагентами.

Для системы уравнений (6) использовались следующие начальные и граничные условия:

$$f_1(\vec{r}, m, 0) = f_2(\vec{r}, m, 0) = f_3(\vec{r}, m, 0) = 0 \quad (7)$$

$$f_1(\vec{r}, m, t) = f_2(\vec{r}, m, t) = f_3(\vec{r}, m, t) = 0 \quad \text{при } x = 0, L_x,$$

$$f_1(\vec{r}, m, t) = f_2(\vec{r}, m, t) = f_3(\vec{r}, m, t) = 0 \quad \text{при } y = 0, L_y, \quad (8)$$

$$f_1(\vec{r}, m, t) = f_2(\vec{r}, m, t) = f_3(\vec{r}, m, t) = 0 \quad \text{при } z = L_z$$

$$\frac{\partial f_1}{\partial z} = \frac{\partial f_2}{\partial z} = \frac{\partial f_3}{\partial z} = 0 \quad \text{при } z = 0$$

Для расчета электрических процессов использованы результаты экспериментальных исследований зависимости выбросов микрочастиц от размера замерзающей капли и значений коэффициентов разделения зарядов, связанных с замерзанием капель воды и взаимодействием кристаллов с переохлажденными каплями, полученные в работе [1].

При моделировании на каждом временном шаге рассчитывались объемные заряды в облаке, потенциал электростатического поля, создаваемого этими зарядами, а также горизонтальные E_x , E_y и вертикальная E_z составляющие напряженности электрического поля облака. Значения напряженности электрического поля учитывались в работе для расчета коэффициентов электрической коагуляции облачных частиц. Для сопоставления с данными наблюдений в модели рассчитывается радиолокационная отражаемость облака на длинах волн 3.2 и 10 см.

Размеры пространственной области при расчетах задавались от 40 до 80 км по горизонтали и 16-18 км - по вертикали. Шаг сетки по координатам X, Y составлял 500 м, по Z - 250 м. Ось X направлена на восток, Y - на север. Облако инициировалось заданием импульса у поверхности земли с перегревом $\pi T = 1-5$ оС. Форма и размеры импульса варьировались.

Для анализа результатов расчетов разработано программное обеспечение трехмерной визуализации данных, которое позволяет видеть объект моделирования, поворачивать его в вертикальной и горизонтальной плоскости, менять форму представления: изоповерхности, изоконтуры, векторное поле и т.д. Также можно быстро изменять отображаемое значение параметра с помощью перемещения ползунка в меню программы.

Результаты моделирования показывают, что динамические, термодинамические и микрофизические параметры в конвективных облаках оказывают взаимное влияние друг на друга. На рис. 1 приведены в векторной форме потоки в вертикальной плоскости, проходящей через облако. Также изображена радиолокационная отражаемость (уровень 10 dBZ), ее изображение сделано полупрозрачным для анализа потоков внутри облака. Отмечается на-

личие вихря с наветренной стороны облака (слева на рисунке 1) и с подветренной стороны.

Численные эксперименты, выполненные по различным данным зондирования, показали, что характеристики получающегося облака чувствительны к профилям температуры и влажности в атмосфере.

При неустойчивой стратификации получались достаточно мощные облака, вершина которых состояла из кристалликов. Выполнено сравнение характеристик модельного облака с данными наблюдений и в результате получено достаточно хорошее качественное и количественное согласие расчетных данных с экспериментальными.

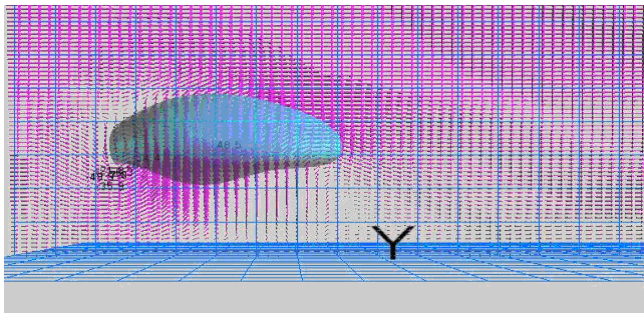


Рис. 1 – Поле скоростей воздушных потоков в вертикальной плоскости, проходящей через облако. Значения представлены векторами. Полупрозрачной выведена радиолокационная отражаемость 10 dBZ. Для ориентировки приведены горизонтальная и вертикальная сетки с ячейками 2x2 км.

Проанализированы различные параметры облака, которые получены в результате расчетов: изолинии вертикальной и горизонтальной составляющих скорости воздушных потоков, коэффициента турбулентной диффузии, водности, ледности и других в рассматриваемой пространственной области в различные моменты развития облака. Исследовано формирование микрофизических и электрических характеристик конвективных облаков без учета электрической коагуляции частиц и с ее учетом.

При расчете электрических параметров облака принято условие, что формирование и накопление электрических зарядов в облаке происходит в результате замерзания капель и процесса аккреции. Вследствие разности скоростей падения в воздухе микроосколков, заряжающихся при взрыве преимущественно положительно, и более крупных частиц, крупы или града, заряжающихся преимущественно отрицательно, происходит пространственное разделение зарядов. В предвершинной части облака преобладает положительный объемный заряд, ниже – отрицательный. В работе получено электрическое строение конвективного облака в различные моменты времени. По результатам расчетов положительный заряд в единице объема на 20-й минуте достигает значений $-1.9 \cdot 10^{-9}$ Кл/м³, отрицательный $-1.4 \cdot 10^{-9}$ Кл/м³ (рис. 2).

С течением времени заряд в облаке, и, соответственно потенциал поля увеличиваются. Максимальные значения потенциала электрического поля, полученные в расчетах, имели значения около 800 МВ. Они согласуются с результатами расчетов других авторов.

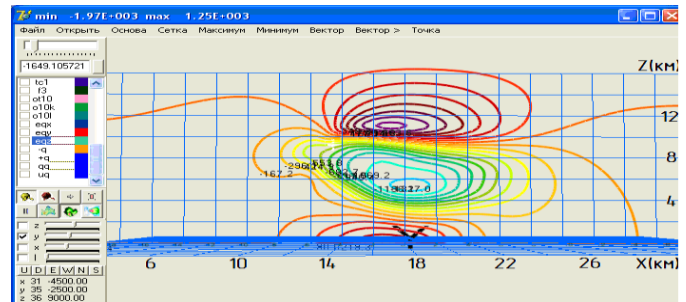


Рис. 2 – Напряженность электростатического поля на 20-й минуте, В/см.

Рассчитанные в каждый момент времени в узлах пространственной сетки значения напряженности электростатического поля учитывались при расчете коэффициентов коагуляции капель и кристаллов. Для этой цели использовались аппроксимационные выражения, построенные по экспериментальным и теоретическим данным [2,3].

При значительной концентрации жидкой воды и при наличии в облаке некоторого количества крупных капель или кристаллов, рост осадков происходит достаточно быстро. Но, известно, что основная часть времени при образовании осадков в облаке уходит на рост частиц до диаметра 100 мкм. Это связано с тем, что коэффициент взаимодействия мелких частиц достаточно маленький. По различным данным, он составляет от 0,001 до 0,01. Как было отмечено выше, при наличии электрического поля и зарядов на частицах этот коэффициент значительно возрастает и при соответствующих условиях может превышать 1.

ლიტერატურა – REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Аджиев А.Х., Тамазов С.Т. Разделение электрических зарядов при кристаллизации капель воды// Метеорология и гидрология, 1987. N7.- С.57-62.
2. Левин Л.М. Электрическая коагуляция облачных капель// Тр.Эльбрусской высокогорной экспедиции, 1961, Т.2. – С. 5-42.
3. Красногорская Н.В., Неизвестный А.И. О скорости коагуляционного роста заряженных облачных капель// Тр. I Всесоюз. симп. по атмосферн. электричеству.- Л.:Гидрометеиздат, 1976.

შპს 533.539

კონვექციური დრუბელთა მაკრო- და მიკროსტრუქტურული მახასიათებლების ფორმირების რიცხვითი მოდელირება პროცესების ურთიერთქმედების გათვალისწინებით /საპროკოვი ბ., შაპოვალოვი ვ. /საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117-გვ. 150-153- რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს

განხილულია კონვექციური დრუბლების მატემატიკური მოდელირების ზოგიერთი პრობლემა. მოყვანილია სამგანზომილებიანი არასტაციონარული მოდელი თერმო-ჰიდროდინამიკის, მიკროფიზიკის და ელექტრობის პროცესების დეტალური გათვალისწინებით და მის რიცხვითი რეალიზაციის ალგორითმი. მოყვანილია კონვექციური დრუბლების ჩამოყალიბების და განვითარების გაანგარიშების შედეგები სხვადასხვა პირობებში

UDC: 533.539

Results of mathematical modeling of the formation of macro- and microstructure features of convective clouds considering the interaction of processes./Ashabokov B.A., Shapovalov V.A./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2011.-т.117.- pp. 150-153. -Russ.;Summ.Georg.;Eng.;Russ.

Some problems of mathematical modeling of convective clouds are discussed. The three-dimensional non-stationary models with a detailed account of processes thermohydrodynamics, microphysical and electrical processes, as well as an algorithm for its numerical implementation are presented. We discuss the results of calculations of the formation and development of convective clouds under various conditions

УДК 533.539

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАКРО- И МИКРОСТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНВЕКТИВНЫХ ОБЛАКОВ С УЧЕТОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОЦЕССОВ./Ашабоков Б.А., Шаповалов В.А./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 150-153. – Рус.; Рез. Груз., Анг., Рус

Обсуждаются некоторые проблемы математического моделирования конвективных облаков. Приводятся трехмерная нестационарная модель с детальным учетом процессов термодинамики, микрофизических и электрических процессов, а также алгоритм ее численной реализации. Обсуждаются результаты расчетов образования и развития конвективных облаков при различных условиях.

Б.М.Хучунаев, А.Б.Хучунаев

Федеральное Государственное Учреждение

«Высокогорный Геофизический Институт» г.Нальчик.

УДК 551.576

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ РОСТА ГРАДА

Введение

Воздействие на атмосферные процессы для уменьшения ущерба от опасных явлений погоды и обеспечения благоприятных условий для человека является одной из актуальных задач метеорологии. Однако энергия атмосферных процессов столь велика, что использование прямых методов ее разрушения экономически не выгодно и опасна для человечества. Поэтому, основной принцип, который реализуется при активных воздействиях, это нахождение таких моментов в развитии облака, воздействия на которое с меньшими энергетическими затратами приведет к существенным изменениям его характеристик. Таким моментов в образовании града является начальная стадия его развития. Для исследования начальной стадии роста града использовалась аппаратура которая приводится [1].

Программа проведения лабораторного моделирования начальной стадии роста града

Прежде чем перейти к последовательности проведения лабораторного моделирования, определим параметр, характеризующий рост града и факторы, которые будут влиять на выбранный параметр. Более полной количественной характеристикой цели работы

является скорость роста массы градин в начальной стадии его образования, поэтому ее следует рассматривать как основной параметр оптимизации. Факторами которые влияют на скорость роста массы очевидно будут температура (t), концентрация кристаллов (N), размер кристаллов, влажность в камере (G), заряд кристаллов(q).

Для корректного лабораторного моделирования факторы, влияющие на процесс необходимо устанавливать и поддерживать на заданном уровне в течение всего эксперимента. В нашем случае температуру в камере можно поддерживать в температурном диапазоне от 0 до -17°C , концентрацией кристаллов можно управлять, дозируя массу реагента. Влажность можно контролировать и управлять аппаратурой для измерения и управления влажностью. Размер кристаллов контролируется, но не управляется, а заряд кристаллов не контролируется и не управляется. Проведение предварительных экспериментов показало, что при концентрациях частиц 104-108 м-3 между N , t и G имеется значительная корреляционная связь. Поэтому управление размером кристаллов, возможно, вычислить по концентрации и влажности. Таким образом, разработанный комплекс аппаратуры позволяет контролировать и управлять основными факторами, которые влияют на скорость роста града в начальной стадии его образования.

Последовательность проведения эксперимента заключается в следующем. Сначала в охлажденную до нужной температуры камеру запускают водяной пар до заданной влажности. Производят возгонку реагента в камере. После воздействия включают аэродинамическую трубу.

Параллельно производят измерение влажности. Открывают крышки подложек для забора проб кристаллов. Для завершения эксперимента выключают вентилятор аэродинамической трубы, выросшие частицы падают на подложку с трансформаторным маслом.

Результаты лабораторного моделирования начальной стадии роста града

В настоящее время используемый на практике метод активных воздействий на градовые процессы основан на ускорении процесса осадкообразования в начальной стадии его роста. Предполагается, что создание определенной концентрации (105-107 частиц на м-3) льдообразующих ядер в некоторых зонах облака приведет к ускорению процессов осадкообразования. В дальнейшем скорость установившегося падения частиц растущих осадков превысит скорость восходящих потоков, и они начнут падать через восходящий поток, это приведет к разрушению облака.

В связи с этим исследование процессов, происходящих в начальной стадии роста града, имеют как научный, так и практический интерес. В качестве реагента был использован AgI и кристаллогидраты йодида калия. Анализ результатов экспериментов показали, что в пределах ошибок измерения состав реагента не влияет на скорость роста частиц льда.

Во время проведения экспериментов за движением частиц льда в аэродинамической трубе наблюдали на

экране монитора. Частицы росли, поднимаясь и опускаясь в центральной части аэродинамической трубы. Один из фрагментов движения частиц льда во время роста показан на рисунке 1.

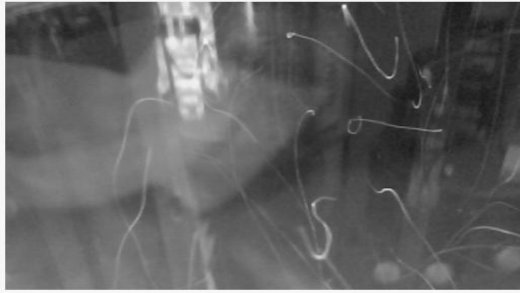


Рисунок 1 Фрагмент движения растущих частиц льда в аэродинамической трубе

На рисунки 1 приведена фотография частиц, которые росли только в аэродинамической трубе, по форме и по структуре они похожи на крупяные зародыши естественных градин. Также встречаются сферические и конические формы с преобладанием количества конических форм.



Рисунок 2 Искусственная крупа

Как показывают исследования, в начальной стадии образования градин наблюдается два режима роста:

- первый рост ледяных частиц происходит за счет диффузии водяного пара;
- второй рост ледяных частиц происходит в результате агрегации кристаллов.

Оценочные значения плотности льда у л.ч. образованных при диффузии водяного пара составляли от 0,9 до 0,97 г/см³, во втором случае от 0,2 до 0,6 г/см³. Анализ проведенных исследований показывает, что средняя скорость роста градин в температурном диапазоне от -4 ÷ -6 °C составляет 0,26 мг/с, в температурном диапазоне -6 ÷ -8 °C – 0,19 мг/с, в температурном диапазоне -8 ÷ -10 °C – 0,14 мг/с. Изменение концентрации кристаллов с 107 м-3 до 108 м-3 в температурном диапазоне -6 ÷ -8 °C приводит к увеличению скорости роста в среднем на 7%. Увеличение температуры с -6 ÷ -8 °C до -4 ÷ -6 °C приводит к увеличению скорости роста массы градин на 27%, т.е. увеличение скорости роста градин начальной стадии образования града легче добиться использованием реагентов более высоким порогом льдообразования.

Значительное увеличение скорости роста града происходит при поступательно-вращательном движении воздушного потока в аэродинамической трубе. Предварительные эксперименты показывают, что при вращении воздушного потока со скоростью 3-4 м/с при температуре -3 ÷ -7 °C и концентрации кристаллов 107 – 108 м-3 образование крупы миллиметровых размеров происходит

в течение нескольких десятков секунд. Поступательно-вращательное движение воздушного потока достигали ограничением поступления воздуха с нижней части аэродинамической трубы.

Заключение

Средняя скорость роста градин в температурном диапазоне от -4 ÷ -6 °C составляет 0,26 мг/с, в температурном диапазоне -6 ÷ -8 °C – 0,19 мг/с, в температурном диапазоне -8 ÷ -10 °C – 0,14 мг/с. Изменение концентрации кристаллов с 107 м-3 до 108 м-3 в температурном диапазоне -6 ÷ -8 °C приводит к увеличению скорости роста в среднем на 7%. Увеличение температуры с -6 ÷ -8 °C до -4 ÷ -6 °C приводит к увеличению скорости роста массы градин на 27%, т.е. увеличение скорости роста градин начальной стадии образования града легче добиться использованием реагентов более высоким порогом льдообразования.

Значительное увеличение скорости роста града происходит при поступательно-вращательном движении воздушного потока в аэродинамической трубе. Предварительные эксперименты показывают, что при вращении воздушного потока со скоростью 3-4 м/с при температуре -3 ÷ -7 °C и концентрации кристаллов 107 – 108 м-3 образование крупы миллиметровых размеров происходит в течение нескольких десятков секунд. Поступательно-вращательное движение воздушного потока достигали ограничением поступления воздуха с нижней части аэродинамической трубы.

ლიტერატურა –REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Статья из журнала: Хучунаев Б.М., Хучунаев А.Б./Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2010. №4. с.64.

უკ: 551.576

სეტყვის ზრდის ლაბორატორიული მოდელირების ზოგიერთი შედეგი/სუნუნაევი ბ., სუნუნაევი ა. /საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებულები -2011.-ტ.117.-გვ. 153-155.-ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს
მოყვანილია სეტყვის ზრდის საწესის სტადიის ლაბორატორიული მოდელირების შედეგები აეროდინამიურ მილში. აეროდინამიური მილი იქნა განთავსებული სადრუბლო კამერაში, სადაც იყო შექმნილი სეტყვის ზრდის პირობები. აეროდინამიური მილი კონსტრუირებული იქნა ისეთ ნაირად, რომ სეტყვის ნაწილაკები იზრდებოდნენ თავისუფალ ვარდნაში. გამოკვლეულია ტემპერატურის, წყლიანობის და კრისტალების კონცენტრაციის გავლენა სეტყვის ზრდის სიჩქარეზე.

მიღებულია, რომ კრისტალების კონცენტრაციის ცვლილება 107 მ³-დან 108 მ³-მდე ტემპერატურის დიაპოზონში -6 ÷ -8 0C იწვევს ზრდის სიჩქარის მატებას საშუალოდ 7%-ით. ტემპერატურის ზრდა -6 ÷ -8 0C-დან -4 ÷ -6 0C-მდე იწვევს სეტყვის ნაწილაკის ზრდის სიჩქარის მატებას 27%-ით. სეტყვის ზრდის სიჩქარის მნიშვნელოვანი მატება ხდება აეროდინამიურ მილში ჰაერის ნაკადის წინვლითობრუნებით მოძრაობის დროს. წინასწარი ექსპერიმენტები გვიჩვენებენ, რომ ჰაერის ნაკადის 3-4 მ/წ სიჩქარით ბრუნვის, ტემპერატურა -3 ÷ -7 0C-ის და კრისტალების კონცენტრაციის 107 – 108 მ³ დროს მილიმეტრების ზომების მარცვლების ჩამოყალიბება ხდება რამდენიმე წამის განმავლობაში.

UDC: 551.576

Some results of laboratory modeling of growth of hailstones. B.M.Khuchunaev, A.B.Khuchunaev/Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. - 2011. - т.117. – pp. 153-155. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

Results of laboratory modeling of an initial stage of growth of hailstones in a wind tunnel are resulted. A wind tunnel was located in the cloudy chamber where necessary conditions for hailstones growth were created. A wind tunnel design it is made so that hailstones grew in free soaring. Temperature influence, водности and concentration of crystals on growth rate of hailstones was investigated.

It is received that change of concentration of crystals with 107 м-3 to 108 м-3 in a temperature range $-6 \div -8$ °C leads to growth rate increase on the average on 7 %. The increase in temperature with $-6 \div -8$ °C to $-4 \div -6$ °C leads to increase in growth rate of weight of hailstones at 27 %. Substantial growth of growth rate of hailstones occurs at is forward-rotary motion an air stream in a wind tunnel. Preliminary experiments show that at rotation of an air stream with a speed of 3-4 km/s at temperature $-3 \div -7$ °C and concentration of crystals 107 – 108 м-3 formation of groats of the millimetric sizes occurs during several tens seconds.

УДК: 551.576

Некоторые результаты лабораторного моделирования роста града. Б.М.Хучунаев, А.Б.Хучунаев/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 153-155. – Груз.; Рез. Груз., Англ., Рус.

Приводятся результаты лабораторного моделирования начальной стадии роста града в аэродинамической трубе. Аэродинамическая труба помещалась в облачную камеру, где создавались необходимые условия для роста града. Конструкция аэродинамической трубы сделано таким образом, чтобы градины росли в свободном парении. Исследовалось влияние температуры, водности и концентрации кристаллов на скорость роста града.

Получено, что изменение концентрации кристаллов с 107 м-3 до 108 м-3 в температурном диапазоне $-6 \div -8$ °C приводит к увеличению скорости роста в среднем на 7%. Увеличение температуры с $-6 \div -8$ °C до $-4 \div -6$ °C приводит к увеличению скорости роста массы градин на 27%. Значительное увеличение скорости роста града происходит при поступательно-вращательном движении воздушного потока в аэродинамической трубе. Предварительные эксперименты показывают, что при вращении воздушного потока со скоростью 3-4 м/с при температуре $-3 \div -7$ °C и концентрации кристаллов 107 – 108 м-3 образование крупы миллиметровых размеров происходит в течение нескольких десятков секунд.

С.Б. Хучунаева

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Высокогорный геофизический институт», г.Нальчик

УДК 551.578

ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЗМА ОБРАЗОВАНИЯ ГРАДА НА ОСНОВЕ ЧИСЛЕННОЙ МОДЕЛИ ИЗОТОПНОГО СОСТАВА ОБЛАЧНЫХ ЧАСТИЦ **Введение**

На возникновение и протекание большинства метеорологических явлений и процессов влияет большое количество факторов, взаимодействующих между собой в различных сочетаниях и условиях. Справедливо это и для такого сложного процесса, как зарождение

и рост града. Необходимо отметить, что в настоящее время мы еще не располагаем достаточной информацией о микроструктурных характеристиках градовых облаков, полученных прямыми методами. Поэтому возникает необходимость изыскания связей между состоянием атмосферы, доступными характеристиками градовых облаков и структурой (природой) выпавших градин.

Важную информацию о микропроцессах в конвективных облаках несут в себе естественные градины, поэтому интерпретация структуры градин является одной из основных методов исследования механизма образования града. Из-за трудностей установления однозначной связи между строением и условиями образования града как в теоретическом, так и экспериментальном плане, результаты работ, проводимых в этом направлении, носят в основном качественный характер. Поэтому исследования направленные на установление количественной связи между характеристиками града и облака являются актуальными. Такую связь можно получить на основе интерпретации данных о содержании изотопов водорода в слоях града и их распределении в облачной среде.

Для интерпретации инструментальных измерений изотопного состава градин необходимо знать распределение изотопов в облаке. Распределение изотопов водорода в облаке определялось с помощью численной модели.

Результаты численной модели распределения изотопного состава облачных частиц

С использованием модели облака были выполнены расчеты распределения изотопов водорода в градовом облаке по полям температуры и водности.

Моделирование эволюции полей облачных параметров проводилось в прямоугольной области, которая представляет собой вертикальное сечение некоторой части атмосферы. Область простирается по горизонтали на 30 км, а по вертикали на 15 км. Шаг сетки по оси x составлял 200 м, по оси z - 100 м.

Облако инициировалось заданием теплового импульса у поверхности земли с перегревом $\Delta T=1$ оС.

Расчеты выполнены для 10 зондов в дни с градовыми процессами [47].

В эти дни в районе репрезентативности зонда проходили процессы с выпадением крупного града, при этом отдельные градины с дорожек были проанализированы на содержание изотопов водорода.

На основе расчетов с применением уравнений модели, были получены оценочные значения относительных концентраций изотопов водорода и кислорода (без учета кристаллизационных процессов) в различных точках вертикального разреза облака. Момент времени, за который представлены данные, соответствует стадии развития облака.

Результаты расчетов водности, температурного поля, концентрации изотопов водорода в узлах пространственной сетки представлены в таблице 1.

Изотопный состав для каждого градового процесса разный. Это обуславливается разными движениями воздушных масс.

Разработанная модель с детальным учетом термодинамических и микрофизических процессов позволяет более детально исследовать распределение изотопов в об-

ლაკე, что в свою очередь дает возможность более адекватно интерпретировать результаты наземных измерений состава и структуры градин.

Результаты изотопного состава градин, полученные при моделировании, в сопоставлении с данными натурных измерений позволят также улучшить описание в моделях формирование изотопного состава облачных частиц различных типов.

Таблица 1. Поля водности, температуры и концентрации изотопов водорода на 35-й минуте развития облака

z, км	x, км									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Водность, г/кг										
8	0.03	0.12	0.15	0.14	0.12	0.06	0.03	0.01	0.00	0.00
7.5	0.26	0.51	0.55	0.53	0.48	0.36	0.23	0.13	0.07	0.03
7	0.41	0.75	0.69	0.66	0.55	0.44	0.36	0.26	0.15	0.07
6.5	0.34	0.70	0.62	0.57	0.44	0.34	0.29	0.23	0.15	0.08
6	0.28	0.61	0.50	0.40	0.38	0.21	0.17	0.15	0.11	0.06
5.5	0.20	0.47	0.40	0.23	0.11	0.08	0.08	0.08	0.07	0.04
5	0.05	0.29	0.28	0.43	0.04	0.02	0.03	0.04	0.04	0.02
4.5	0.02	0.15	0.16	0.04	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01
Температура, °C										
8	-38.6	-38.7	-38.4	-38.1	-38.0	-38.0	-38.1	-38.2	-38.4	-38.5
7.5	-33.8	-33.7	-33.3	-33.1	-33.0	-33.0	-33.1	-33.2	-33.3	-33.5
7	-28.9	-28.7	-28.4	-28.1	-28.0	-28.1	-28.2	-28.3	-28.4	-28.5
6.5	-24.1	-23.7	-23.5	-23.1	-23.1	-23.2	-23.3	-23.4	-23.5	-23.6
6	-19.2	-18.9	-18.6	-18.2	-18.3	-18.4	-18.6	-18.6	-18.7	-18.8
5.5	-14.3	-14.1	-13.8	-13.4	-13.4	-13.6	-13.8	-13.9	-13.9	-14.0
5	-9.4	-9.2	-9.0	-8.6	-8.6	-8.8	-9.0	-9.1	-9.1	-9.1
4.5	-4.4	-4.3	-4.1	-3.8	-3.7	-4.0	-4.1	-4.2	-4.2	-4.3
Концентрация изотопов водорода, ‰										
8	-156.6	-178.6	-175.6	-171.6	-162.7	-156.3	-152.9	-150	-147.1	-144.5
7.5	-146.4	-167.2	-164.2	-161.2	-152.6	-146.2	-142.8	-139.9	-136.9	-134.5
7	-136.1	-154.4	-151.5	-147.3	-142.3	-136	-132.6	-129.6	-126.7	-124.3
6.5	-124.4	-139.6	-137.6	-135.1	-131.3	-125.4	-121.9	-118.9	-116.2	-114.1
6	-111.9	-123.3	-122.5	-121.2	-117.7	-113.5	-110.5	-107.7	-105.3	-103.6
5.5	-98.7	-106	-106.1	-105.4	-103.4	-100.3	-97.8	-95.7	-93.9	-92.9
5	-89.8	-93.3	-94	-93.7	-92.9	-91.1	-89.5	-88.3	-87.6	-87.3
4.5	-82.3	-83.2	-83.5	-83.4	-83.2	-82.6	-82.3	-82.1	-82.0	-82.0

Интерпретация результатов модели

Прежде чем перейти к интерпретации изотопного состава градин, более подробно остановимся на изменении изотопного состава облака по высоте в разные периоды времени развития облака.

В облаке одинаковое содержание изотопов может соответствовать разным уровням образования слоев града. Поэтому при использовании изотопных данных для интерпретации условий роста града необходимо знать, какое распределение изотопов в облаке ответственно за формирование изотопного состава того или иного слоя или зародыша градин. Для этих целей можно воспользоваться данными скорости восходящего потока и данными распределения изотопов в облаке. Практическая реализация предложенного способа заключается в том, что сначала определяют, при каких восходящих потоках мог образовываться тот или иной слой градины. Для этого, зная диаметр слоя от центра градины и ее плотность, определяют скорость установившегося падения градины V_г из равенства сил тяжести и аэродинамического сопротивления:

$$m_2 g = S C_{\psi} \times \rho_B \frac{V_2^2}{2}, \tag{1}$$

где m₂ – масса градины; g – ускорение силы тяжести; S – миделево сечение градины; C_ψ – коэффициент лобового сопротивления градины; ρ_B – плотность воздуха.

Для сферических градин:

$$m_2 = \frac{1}{6} \pi D^3 \rho_2, \tag{2}$$

подставляя (2) в (1), получим:

$$V_2 = \left(\frac{4}{3} \times \frac{\rho_2}{\rho_B} \times \frac{g}{C_{\psi}} \right)^{0.5} \times D_2^{0.5}, \tag{3}$$

где ρ₂ – плотность градины; D₂ – диаметр градины.

Прямые измерения скорости устанавливающегося падения градин с стробоскопическим фотографированием проводились в [13]. Было найдено, что скорость падения градины у поверхности земли (V'_г) определяется формулой:

$$V'_g = 11,45 \times D^{0.5}, \tag{4}$$

где D в см, V'_г в м/с.

Но, как видно из формулы (4), в общем случае скорость установившегося падения градины определенного размера зависит от ее плотности и коэффициента лобового сопротивления, которые различаются даже для градин одного и того же градового процесса.

Плотности градин для градобитий Северного Кавказа, где производились измерения [54], изменяются от 0,6 × 103 кг/м³ до 0,99 × 103 кг/м³.

Нами для расчетов бралось значение ρ₂ = 0,5 × 103 кг/м³ для крупяных зародышей, ρ₂ = 0,8 × 103 кг/м³ для градин, ρ₂ = 0,9 × 103 кг/м³ для капельных зародышей, которые соответствуют наиболее часто встречающимся значениям ρ₂.

Коэффициент лобового сопротивления C_ψ зависит от формы и шероховатости градин.

Более того, во время падения градин меняется их форма из-за неравномерного таяния. Коэффициент лобового сопротивления экспериментально определялся многими исследователями [34, 66, 67, 82, 106, 112]. Значения C_ψ находились в интервале от 0,45 для гладких сфер до 0,8 для эллипсоидальных градин с соотношением осей 1:0,5.

С целью корректного сравнения с известными данными и с учетом вышеописанных исследований для расчетов брались значения C_ψ = 0,6. Подставляя численные значения в (4), найдем выражение для определения установившейся скорости падения градин (V_г)

$$V_g = k \times \sqrt{D}_g, \tag{5}$$

где k = 96,06 м/2 с-1 для крупяного зародыша; k = 131,99 м/2 с-1 для градин; k = 140 м/2 с-1 для капельных зародышей.

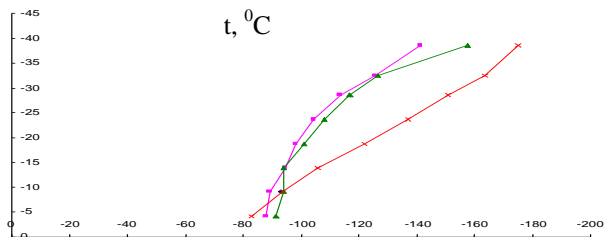
Сравнение определения скорости по (4) и (5) показывает, что разница между V_г и V'_г не превышает 4 - 5%, что находится в пределах ошибки измерения скорости падения градин.

Для рассматриваемых в работе градовых процессов установившаяся скорость падения градин находится в пределах от 6 м/с до 20 м/с.

На основе вычисленных скоростей, предполагая, что градина растет при скоростях восходящего потока равны скорости ее установившегося падения, выбираем для каждого слоя или зародыша распределение изотопов по высоте. По ним на основе данных об изотопном составе

зародыша или слоя определяем температурный или высотный уровень их образования.

На рисунке приводится распределение изотопов водорода для стадии развития 15, 25 и 35 минут (1, 2, 3) определенные выше описанным методом.



В рассматриваемом градовом процессе 27.05.2006г. содержание изотопов изменялось от -81‰ до -102‰, по модели температурный диапазон образования градин составляет -5 ÷ -24 0C. Анализ условий роста градин из градового процесса 27.05.2006г. приведены в таблице 2.

Таблица 2. Температурные уровни образования зародышей и слоев градин.

№ градины	Типы слоя или зародыша	Температурный уровень по предложенной модели, 0C
1	Крупной зародыш	-24
	Матовый слой	-17
	Прозрачный слой	-10,5
2	Капля	-14
	Прозрачный слой	-17
	Матовый слой	-13

Выводы

На основе анализа изменения распределения изотопов с высотой на разных стадиях развития облака показано, что слои и зародыши градин, образованные на разных уровнях, могут иметь одни и те же значения. Для их различия необходимо использовать характеристики градин, в частности, установившуюся скорость падения градин.

Разработанный метод исследования механизма градообразования позволяет восстановить условия образования и роста града.

Результаты можно использовать для количественной оценки температурных уровней образования зародышей и слоев градин, для определения траектории движения градин в облаке.

ლიტერატურა –REFERENCES-ЛИТЕРАТУРА

1. Тлисов М.И., Шаповалов А.В., Хучунаева С.Б. Численная модель формирования изотопного состава облачных частиц. // Метеорология и гидрология, Москва 2010г. №5.
2. Тлисов М.И., Шаповалов А.В., Хучунаева С.Б. Некоторые результаты использования изотопной модели для исследования условий зарождения и роста града. // Вторая конференция молодых ученых национальных гидрометеослужб государств – участников СНГ, «Новые методы и технологии в гидрометеорологии», Москва 2006 г.
3. Хргиан А.Х. Физика атмосферы. – Л.: Гидрометеоиздат, 1969.

4. Орджоникидзе А.А. К вопросу о скорости падения града.// Труды Эльбрусской экспедиции / АН СССР, 1961, - т.2 (5).
5. Эмба Я.А., Хоргуани В.Г., Тлисов М.И. Некоторые вопросы термодинамики града.// Труды ВГИ. – 1973. - вып. 24.
6. Эмба Я.А. Некоторые вопросы аэродинамики свободно падающих градин.//Труды ВГИ. -1972 - вып. 21.
7. Friedman I., Machta L., Soller R. Water vapour exchange between a water droplet and its environment, J. Geophys. Res., 67, pp. 2761 – 2770, 1962
8. Strinham C.H., Simons D.V., Guy H.R. The behaviour of large particles falling in quiescent liquids.- G. Col. Sur. Parf. Paper 524 pp., Washington D.C., government Print Press, 1969, pp.36
9. Young R.G. Browning K.A. Wind tunnel tests simulated sperical hailstones with variable roughness.// - J.At.m.Sci., 1967. - vol.24, №1.

უა.კ: 551.578

სეტყვის წარმოქმნის მექანიზმის გამოკვლევა საღრუბლო ნაწილაკების იზოტოპური შედგენილობის რიცხვითი მოდელის საფუძველზე/სუჩუნაევა ს/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117-გვ. 155-158.- რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

მოცემულ ნაშრომში მოყვანილია საღრუბლო ნაწილაკების იზოტოპური შედგენილობის ფორმირების რიცხვითი მოდელის შედეგები. შემოთავაზებულია მოდელის მიღებული შედეგების ინტერპრეტაციის მეთოდი.

კვლევებით მიღებულმა შედეგმა აჩვენა, რომ შემუშავებული მიდგომა გამოიყენება ღრუბლებში იზოტოპური ანალიზის საფუძველზე სეტყვის ჩასახვისა და ზრდის მექანიზმის გამოკვლევისათვის.

UDC: 551.578

Researches of the mechanism of formation of hailstones on the basis of numerical model of isotope structure of cloudy particles./S.B. Khuchunaeva/Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhnical University. -2011. - т.117. – pp. 155-158. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

In the given work results of numerical model of formation of isotope structure of cloudy particles are resulted. The method of interpretation of the received results of model is offered.

Results of researches have shown that the developed approach is applicable for research of the mechanism of origin and hailstones growth in clouds on the basis of the isotope analysis.

УДК: 551.578

Исследования механизма образования града на основе численной модели изотопного состава облачных частиц./С.Б. Хучунаева/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 155-158. – Груз.; Рез. Груз., Анг., Рус.

В данной работе приведены результаты численной модели формирования изотопного состава облачных частиц. Предложен метод интерпретации полученных результатов модели.

Результаты исследований показали, что разработанный подход применим для исследования механизма зарождения и роста града в облаках на основе изотопного анализа.

ს. მდივანი, ა. სურმავა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრო-
მეტეოროლოგიის ინსტიტუტი

უაკ: 628.54

მდ. მტკვარში ჩაღვრილი ნავთობის გავრცელების რიცხვითი მოდელირება

მდ მტკვარი, როგორც საქართველოს წყლის ცენტრალური არტერია განიცდის დიდ ანთროპოგენულ დატვირთვას, განსაკუთრებით ქალაქების თბილისის, რუსთავისა და გაჩიანის ტერიტორიაზე [1, 2]. სხვადასხვა ინგრედიენტებთან ერთად მეტად საყურადღებოა მდინარის ნავთობითა და ნავთობპროდუქტებით დაბინძურების პრობლემა, ვინაიდან მდ მტკვარის გასწვრივ ადგილი აქვს ნავთობისა და ნავთობპროდუქტების ინტენსიურ სარკინიგზო და საავტომობილო გადატანას. იყო შემთხვევები, როდესაც ავარიულად დაღვრილი ნავთობი მოხვდა მდინარის წყალში (მაგ. 1989 წ. ავარია რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში), გავრცელდა დიდ მანძილებზე და მნიშვნელოვანი ეკოლოგიური ზემოქმედა გამოიწვია მდინარის ფლორაზე და ფაუნაზე.

ამ პრობლემის შესწავლისათვის დამუშავდა მდინარეში ნავთობის გადატანის რიცხვითი მოდელი და მისი საშუალებით მოდელირებული იქნა მდ. მტკვარში ნავთობის გავრცელების თავისებურება.

განტოლება, რომელიც აღწერს ნავთობპროდუქტის გავრცელებას მდინარეში შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგი სახით [3]:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} + w \frac{\partial c}{\partial z} = \mu_x \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \mu_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \mu_z \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \quad (1)$$

სადაც t დროა; $x, y,$ და z დეკარტეს კოორდინატა სისტემის ღერძებია; x ღერძი მიმართულია მდინარის დინების მიმართულებით ჰორიზონტალურად, y - x ღერძისადმი მართობულად ჰორიზონტალურ სიბრტყეში და z ღერძი ვერტიკალურად ზევით; u, v, w - მდინარის დინების სიჩქარეებია $x, y,$ და z ღერძების მიმართულებით; C - ნავთობპროდუქტების კონცენტრაციაა მდინარეში; μ_x, μ_y და μ_z ტურბულენტობის კოეფიციენტებია x, y და z ღერძების გასწვრივ. მათი მნიშვნელობა ცნობილია.

(1) განტოლებისათვის განვიხილოთ შემდეგი სახის საწყისი და სასაზღვრო პირობები:

$$C = C_0(x_0, y_0, z_0) \text{ როცა } t \geq 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial C}{\partial x} = 0 \text{ როცა } x = 0, X; \quad \frac{\partial C}{\partial y} = 0 \text{ როცა } y = 0, Y;$$

$$\frac{\partial C}{\partial z} = 0, \text{ როცა } z = 0, H, \quad (3)$$

სადაც x_0, y_0, z_0 მდინარეში დამაბინძურებელი ინგრედიენტის ჩაშვების კოორდინატებია, X, Y, Z - მდინარის მონაკვეთის სიგრძე, სიგანე და სიღრმეებია.

ამოცანა მდგომარეობს (1) განტოლების ამოხსნაში საწყისი (2) და სასაზღვრო (3) პირობების არსებობისას. განტოლება (1) - ის რიცხვითი ინტეგრირება ხორციელდება კრანკლ-ნიკოლსონის არაცხადი სქემითა და გახლეჩის მეთოდის გამოყენებით [3]. სასრულ სხვაობათა ბაღე შედგება

$50 \times 10 \times 5$ წერტილისაგან; x ღერძის მიმართულებით რიცხვითი ბადის ბიჯი 20 მ-ია, y ღერძის მიმართულებით 5 მ, ხოლო z ვერტიკალური ბიჯი ტოლია 0.05 მ. ამრიგად, მოდელირება ხდება მდინარის 1 კმ სიგრძისა და 50 მეტრის სიგანის მონაკვეთზე.

ვისარგებლოთ კრანკლ-ნიკოლსონის სქემით და გამოვიყენოთ განტოლების სივრცული კოორდინატების მიმართ გახლეჩვის მეთოდი. მაშინ, (1) განტოლების ინტეგრირების ალგორითმი, ოპერატორული ფორმით შეიძლება ჩაიწეროს შემდეგი სახით :

$$\frac{C_{k,l,m}^{j+1/8} - C_{k,l,m}^j}{\tau/2} + \Delta_x \frac{C_{k,l,m}^{j+1/8} + C_{k,l,m}^j}{2} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{C_{k,l,m}^{j+3/8} - C_{k,l,m}^{j+2/8}}{\tau/2} + \Delta_z \frac{C_{k,l,m}^{j+3/8} + C_{k,l,m}^{j+2/8}}{2} = 0$$

$$\frac{C_{k,l,m}^{j+5/8} - C_{k,l,m}^{j+13/8}}{\tau} = f^{j+1/2}$$

$$\frac{C_{k,l,m}^{j+6/8} - C_{k,l,m}^{j+5/8}}{\tau/2} + \Delta_z \frac{C_{k,l,m}^{j+6/8} + C_{k,l,m}^{j+5/8}}{2} = 0$$

$$\frac{C_{k,l,m}^{j+7/8} - C_{k,l,m}^{j+6/8}}{\tau/2} + \Delta_y \frac{C_{k,l,m}^{j+7/8} + C_{k,l,m}^{j+5/8}}{2} = 0$$

$$\frac{C_{k,l,m}^{j+1} - C_{k,l,m}^{j+7/8}}{\tau/2} + \Delta_x \frac{C_{k,l,m}^{j+1} + C_{k,l,m}^{j+7/8}}{2} = 0$$

სადაც j - დროითი ბიჯის ნომერია; k, l და m - სივრცითი ბადის კვანძებია x, y და z ღერძებზე შესაბამისად; Δ_x, Δ_y და Δ_z - სივრცითი ბადის ბიჯებია x, y და z ღერძებზე; τ - დროითი ბიჯია; Δ_x, Δ_y და Δ_z - შესაბამისი დიფერენციალური ოპერატორების სასრულ სხვაობიანი ანალოგებია, რომლებიც უზრუნველყოფენ სქემის მონოტონურობასა და განისაზღვრებიან შემდეგი ფორმულებით:

$$\Delta_x = \frac{1}{2\Delta x} (U^- C_{k+1,l,m} - U^0 C_{k,l,m} - U^+ C_{k-1,l,m}) - \frac{\mu_x}{\Delta x^2} (C_{k+1,l,m} - 2C_{k,l,m} + C_{k-1,l,m}),$$

$$\Delta_y = \frac{1}{2\Delta y} (V^- C_{k,l+1,m} - V^0 C_{k,l,m} - V^+ C_{k,l-1,m}) - \frac{\mu_y}{\Delta y^2} (C_{k,l+1,m} - 2C_{k,l,m} + C_{k,l-1,m}), \quad (5)$$

$$\Delta_z = \frac{1}{2\Delta z} (W^- C_{k,l,m+1} - W^0 C_{k,l,m} - W^+ C_{k,l,m-1}) - \frac{\mu_z}{\Delta z^2} (C_{k,l,m+1} - 2C_{k,l,m} + C_{k,l,m-1}),$$

სადაც $U^- = 0.5(u + |u|), U^0 = |u|, U^+ = 0.5(u - |u|),$
 $V^- = 0.5(v + |v|), V^0 = |v|, V^+ = 0.5(v - |v|),$
 $W^- = 0.5(W + |w|), W^0 = |w|, W^+ = 0.5(W - |w|).$

(2) და (3) პირობების სასრულ სხვაობიან ანალოგებს აქვთ სახე:

$$C = C_{k_0,l_0,m}^0 = 0, \quad C_{0,l,m}^j = C_{1,l,m}^j, \quad \Phi_{K-1,l,m}^j = \Phi_{K,l,m}^j,$$

$$C_{k,l,m}^j = C_{k,l,m}^j, \quad C_{k,L-1,m}^j = C_{k,L,m}^j,$$

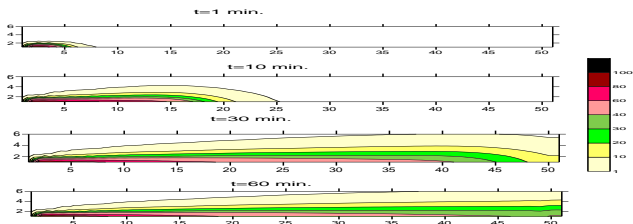
$$C_{k,l,M-1}^j = C_{k,l,M}^j, \quad C_{k,l,0}^j = C_{k,l,1}^j \quad (6)$$

ალგებრული განტოლებათა სისტემა (4)-(6) აპროქსიმირებს (1)-(3) ამოცანას მეორე რიგის სიზუსტით დროს მიხედვით, ხოლო სივრცული კოორდინატების მიხედვით - პირველი რიგის სიზუსტით. ამა-

სთან, მიღებული სქემა აბსოლუტურად მდგრადია და მონოტონურია.

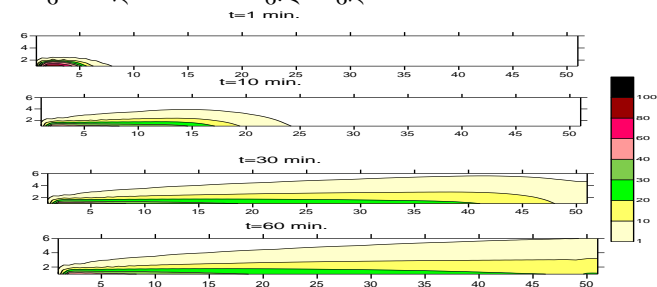
ჩვენს მიერ მოდელირებული იქნა მდ. მტკვარში ჩაშვებული ნავთობპროდუქტების გავრცელება მდინარის კოლექტორიდან ისე, რომ ჩაშვების წერტილში ნავთობპროდუქტების კონცენტრაცია $C = 100$ მგ/მ³, $u = 0.5$ მ/წმ, $W = 0$, $w = -0.02$ მ/წმ.

ნახ.1-ზე ნაჩვენებია ნავთობპროდუქტების გავრცელება და მისი კონცენტრაცია $t=1, 10, 30$ წთ-ისა და 1 საათის შემდეგ. როგორც ნახაზიდან ჩანს, დამაბინძურებელი ინგრედიენტის კონცენტრაცია პირველი 10 წთ-ის განმავლობაში ლოკალიზირებულია მდინარის 400-მეტრიან მონაკვეთზე და მისი სიგანის ნახევარზე. კონცენტრაცია მაქსიმალურია ჩაღვრის წერტილის მიდამოებში და თანდათანობით მცირდება მისგან გაშორებით. 30 წთ-ის შემდეგ ნავთობპროდუქტი ვრცელდება მდინარის მთელ სიგანეზე ჩაღვრის წერტილიდან დაახლოებით



ნახ.1. ნავთობპროდუქტების კონცენტრაციის C (მგ/მ³) განაწილება მდინარის ზედაპირზე როცა $t=1, 10, 30$ და 60 წთ-ს.

700მ მანძილზე და შემდგომ ის უკვე ეფინუბანება მდინარის მთელ ზედაპირს.



ნახ. 2. ნავთობპროდუქტების კონცენტრაციის C (მგ/მ³) განაწილება მდინარის სიღრმეში ფსკერიდან 30 სმ სიმაღლეზე როცა $t=1, 10, 30$ წთ და 60 წთ-ს.

თვისებრივად ანალოგიური სივრცული განაწილებაა მიღებული მდინარის ფსკერის სიახლოვეს (ნახ.2), მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ ჩაღვრის წერტილიდან მოშორებით ფსკერის სიახლოვეს კონცენტრაციის მნიშვნელობა დაახლოებით მესამედია იმ მნიშვნელობისა, რომელიც მას აქვს წყლის ზედაპირზე შესაბამის წერტილში.

მიღებული შედეგი მიუთითებს იმაზე, რომ მიუხედავად ნავთობპროდუქტების ნაკლები სიმკვრივისა, ვერტიკალური ტურბულენტური აღრევა იწვევს მდინარის წყლის ნავთობპროდუქტებით დაბინძურებას სიღრმეში. აღნიშნული ეთანხმება მოსაზრებას, რომ ვერტიკალური ტურბულენტობა თამაშობს მნიშვნელოვან როლს წყლის ობიექტების დაბინძურებისა და დამაბინძურებელი ინგრედიენტების სივრცული განაწილების პროცესში.

ამრიგად, მიღებული შედეგები გვიჩვენებს რომ, გამოყენებული მოდელი თვისებრივად სწორედ აღწერს ფიზიკურ პროცესს და მისი საშუალებით შეიძლება შესწავლილი იქნეს ნივთიერებების განაწილება მდინარეებში სხვადასხვა სახის ჩაღვრების შემთხვევებში. ასეთი გამოკვლევები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი იქნება მდ. მტკვარის და სხვა მდინარეების იმ უბნებისათვის სადაც მათი სიღრმე რამდენიმე მეტრია, ან მდინარეზე მოწყობილი წყალსაცავებისათვის.

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. ლ. ინწკირველი, ნ. ბუაჩიძე, მ. ნიკოლაიშვილი ლ. ციციქიშვილი. საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური (ISTC) პროექტი -1294. მდ. მტკვრის აუზის რადიონუკლიდებითა და სხვა ტოქსიკური ელემენტებით დატოვების შესწავლა და რადიაციული და ჰიდროქიმიური მონიტორინგის სისტემის შექმნა. საქსპედიციო-ანალიტიკური ჯგუფი თბილისი 2009.
2. ნ. ბუაჩიძე, ლ. ინწკირველი, გ. კუჭავა, მ. მჭედლიშვილი. მდინარე მტკვრის ქიმიურ-ეკოლოგიური გამოკვლევა (თბილისის ფარგლებში). თბილისი, 2002 წ.
3. Марчук Г. И. Численное решение задач динамики атмосферы и океана. Л.: Гидрометеоздат. 1974

უაგ: 628.54

მდ. მტკვარში ჩაღვრილი ნავთობის გავრცელების რიცხვითი მოდელირება/ს. მდივანი, ა. სურმავა/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 158-159.-ქართ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს. დამუშავებულია მდინარეში ჩაღვრილი დამაბინძურებელი ნივთიერების გადატანის რიცხვითი მოდელი და შესწავლილია მდ. მტკვრის წყლებში ავარიულად ჩაღვრილი ნავთობპროდუქტების გავრცელება.

UDC 628.54

Numerical modelling of an oil spreading in the Mtkvari River/S. Mdivani, A. Symava/Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2011.-ტ.117.-pp.158-159. - Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The numerical model of polluting substance spreading in a river is developed and the oil spill diffusion in the River Mtkvari is investigated

УДК 628.54

Численное моделирование распространения нефти в р. Кура./С.Г.Мдивანი, А.А.Сурмава/ Сб. Трудов Института Гидрометеорологии, Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 158-159. – Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус.

Разработана численная модель переноса загрязняющего вещества в реке и исследовано распространение аварийного сброса нефтепродуктов в воды р. Кура.

ა. სურმავა, ლ. ინწკირველი, ლ. შავლიაშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, თბილისი

უკავ: 631.416.143

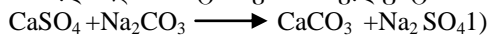
ნიადაგში მარილიანობის ცვლილების რიცხვითი მოდელირება შეთანხმით

სორბენტის ბავშვის ბათვალისწინებით

1. დამლაშებულ ნიადაგებს უკავიათ აღმოსავლეთ საქართველოს მნიშვნელოვანი ტერიტორიები – დაახლოებით 205 ათას ჰა [1]. მაღალი მარილიანობის გამო ისინი ნაკლებად არიან გამოყენებული სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულებით. ამიტომ, დამლაშებული ნიადაგების მარილიანობის შემცირების მეთოდების დამუშავებას გააჩნია მეცნიერული და პრაქტიკული ღირებულება. მელიორაციული მეთოდით დამლაშებული ნიადაგის მარილიანობის შემცირების ექსპერიმენტალური და თეორიული გამოკვლევებს მიეძღვნა მრავალი ნაშრომი, მათ შორის [2-5].

წარმოდგენილი ნაშრომის მიზანია რიცხობრივად მოდელირებული და შესწავლილი იქნეს ნიადაგში მარილიანობის ცვლილება ნიადაგის რეკულტივაციის მეორე მეთოდით – ნიადაგში სორბენტის შეტანითა და მასთან დაკავშირებული ქიმიური პროცესის შედეგად.

2. დამლაშებული ნიადაგის მარილიანობის შემცირების მიზნით, პრაქტიკაში, ნიადაგის ზედა ფენაში შემოდგომით შეაქვთ თაბაშირი. თაბაშირის შეტანის შემდეგ, ქიმიური რეაქციის შედეგად, ნიადაგში გახსნილი ნატრიუმის იონი ჩაინაცვლება კალციუმით და წარმოიშვება კალციუმის კარბონატის მარილი და ნატრიუმის სულფატი:



წარმოშობილი ადვილად ხსნადი ნატრიუმის სულფატის იონები, ინფილტრაციით გადაიტანება ნიადაგის ზედაპირიდან მის სიღრმეში. ამრიგად, ქიმიური და ჰიდროლოგიური პროცესების შედეგად მცირდება ძლიერტუტე არე ნიადაგის ზედაპირულ 15-20 მ ფენაში და უმჯობესდება ნიადაგის ფიზიკური და აგრო-ბიოლოგიური თვისებები.

ქიმიური და ჰიდროლოგიური პროცესი მათემატიკურად აღიწერება დიფუზიისა და კინეტიკის შემდეგი განტოლებებით [2]:

$$\frac{\partial V_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{\partial t} + \alpha(V_{\text{Na}_2\text{CO}_3}, z, t) = \frac{\partial}{\partial z} \left[\frac{D(w + V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} + V_{\text{Na}_2\text{SO}_4})}{\partial z} \frac{\partial V_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{\partial z} \right] - C_{\text{Na}_2\text{CO}_3} (V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} - V_{\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{sat}}) - C_{\text{CaSO}_4, \text{Na}_2\text{CO}_3} Q_{\text{CaSO}_4} V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} / 0.44 \rho_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \quad (2)$$

$$\frac{\partial V_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{\partial t} + \alpha(V_{\text{Na}_2\text{SO}_4}, z, t) = \frac{\partial}{\partial z} \left[\frac{D(w + V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} + V_{\text{Na}_2\text{SO}_4})}{\partial z} \frac{\partial V_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{\partial z} \right] - C_{\text{Na}_2\text{SO}_4} (V_{\text{Na}_2\text{SO}_4} - V_{\text{Na}_2\text{SO}_4, \text{sat}}) - C_{\text{CaSO}_4, \text{Na}_2\text{CO}_3} Q_{\text{CaSO}_4} V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} / 0.549 \rho_{\text{Na}_2\text{SO}_4}$$

$$\frac{\partial Q_{\text{Na}_2\text{SO}_4}}{\partial t} = C_{\text{Na}_2\text{SO}_4} (V_{\text{Na}_2\text{SO}_4} - V_{\text{Na}_2\text{SO}_4, \text{sat}})$$

$$\frac{\partial Q_{\text{Na}_2\text{CO}_3}}{\partial t} = C_{\text{Na}_2\text{CO}_3} (V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} - V_{\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{sat}})$$

$$\frac{\partial Q_{\text{CaCO}_3}}{\partial t} = C_{\text{CaSO}_4, \text{Na}_2\text{CO}_3} Q_{\text{CaSO}_4} V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} / 0.41 \rho_{\text{CaCO}_3}$$

$$\frac{\partial Q_{\text{CaSO}_4}}{\partial t} = -C_{\text{CaSO}_4} Q_{\text{CaSO}_4} V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} / 0.56 \rho_{\text{CaSO}_4}$$

$$\sigma = 1 - M - Q_{\text{CaSO}_4} - Q_{\text{Na}_2\text{CO}_3} - Q_{\text{CaCO}_3} - Q_{\text{Na}_2\text{SO}_4}$$

სადაც t დროა; z ნიადაგის ზედაპირიდან სიღრმისაკენ შეფუთვად მიმართული ვერტიკალური კოორდინატა; W ნიადაგში წყლის მოცულობითი შემცველობაა;

$V_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$, $V_{\text{Na}_2\text{SO}_4}$ გახსნილი ნატრიუმის კარბონატისა და ნატრიუმის სულფატის მოცულობითი შემცველობებია, შესაბამისად; $V_{\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{sat}}$ და $V_{\text{Na}_2\text{SO}_4, \text{sat}}$ ნატრიუმის კარბონატისა და ნატრიუმის სულფატის ნაჯერი მოცულობითი შემცველობებია, შესაბამისად; $Q_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$, $Q_{\text{Na}_2\text{SO}_4}$, $Q_{\text{Ca}_2\text{SO}_4}$, $Q_{\text{Ca}_2\text{CO}_3}$ - ნატრიუმის კარბონატის, ნატრიუმის სულფატის, თაბაშირის და კალციუმის კარბონატის გაუხსნელი ფრაქციის მოცულობითი შემცველობებია, შესაბამისად; σ - ნიადაგის ფორიანობა; M - ნიადაგის არახსნადი ნიადაგის მოცულობითი შემცველობა; $C_{\text{Na}_2\text{CO}_3}$, $C_{\text{Na}_2\text{SO}_4}$ - ერთეულოვანი მოცულობის შესაბამისი მარილის წყალში გახსნის დროა; $C_{\text{CaSO}_4, \text{Na}_2\text{CO}_3}$ - დრო რომლის განმავლობაშიც ხდება (1) რეაქციაში ერთეულოვანი მასის მქონე მოცულობის ნივთიერების ქიმიური გარდაქმნა; D - წყლისა და გახსნილი მარილის დიფუზიის კოეფიციენტი; α - აღწერს სითხის ნიადაგში ინფილტრაციას და მისი გამოსახულება განსაზღვრულია [1, 4]:

$$\alpha(x, z, t) = \begin{cases} K_{\max} \frac{\partial}{\partial z}, & \text{როცა } K_{\max} \geq 10^{-5} \text{ cm/c} \\ \frac{x}{x_1} \frac{\partial K(x)}{\partial z}, & K_{\max} \leq 10^{-5} \text{ cm/c} \end{cases}$$

$$R = \left(\frac{x - x_0}{\sigma - x_0} \right)^{3.5} \frac{v_w}{v_x}, K(x) = K_{\max} R(x),$$

$$D(x) = D_{\max} R(x),$$

სადაც x - ხსნარის ფრაქციის კომპონენტი, x_1 - ხსნარი ფრაქციის სრული შემცველობა; K_{\max} და D_{\max} - დიფუზიის და ფილტრაციის კოეფიციენტების მაქსიმალური მნიშვნელობებია.

განტოლებათა სისტემის ამოსახსნელად გამოყენებულია შემდეგი საწყისი და სასაზღვრო პირობები: როცა

$$W = W_0, \quad V_{Na_2CO_3} = V_{Na_2SO_4} = 0, \quad Q_{Na_2CO_3} = Q_{Ca_2SO_4} = 0, \quad Q_{Ca_2SO_4} = 0, \quad Q_{Na_2SO_4} = 0, \quad \text{როცა } t=0, \\ W = W(0, t), \quad \partial V_{Na_2CO_3} / \partial z = \partial V_{Na_2SO_4} / \partial z = 0, \quad \text{როცა } z = 0, \quad (3) \\ \partial W / \partial z = \partial V_{Na_2CO_3} / \partial z = \partial V_{Na_2SO_4} / \partial z = 0,$$

როცა $z = 0$,

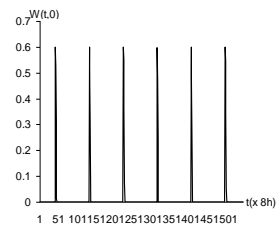
სადაც $W_0 = 0.001$, $W(0, t)$ – საქართველოს მშრალი რაიონისათვის დამახასიათებელი ტერიტორიის ნიადაგის ზედაპირზე წყლის სავარაუდო მოცულობითი შემცველობაა ოქტომბრიდან მარტის თვეების განმავლობაში; $Q_{Na_2CO_3} = 0$ და $Q_{Ca_2SO_4} = 0$ – ნატრიუმის კარბონატისა და თაბაშირის მყარი ფრაქციების ცნობილი კონცენტრაციები

(2) განტოლებათა სისტემის (3) სასაზღვრო პირობებით ინტეგრირება ხდება კრანკლ-ნიკოლსონის არაცხადი რიცხვითი სქემით, 10 წთ და 1სმ დროითი და სივრცითი ბიჯებით, შესაბამისად. ცხრ. 1 მოცემულია მოდელირებისას გამოყენებული ზოგიერთი ჰიდროქიმიური სიდიდეების საწყისი მნიშვნელობები:

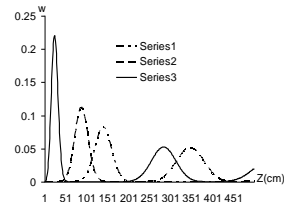
ნიადაგის ჰიდროქიმიური და ჰიდროლოგიური პარამეტრები. ცხრილი 1.

სიღრმე (სმ)	ფორი-ანობა	$Q_{Ca_2SO_4} = 0$	$Q_{Na_2CO_3} = 0$	ფილტრაციის კოეფიციენტი, K_{max} (სმ/წმ)	დიფუზიის კოეფიციენტი, D_{max} (სმ ² /წმ)
0-40	0.6	0.0002	0.0005	0.005	0.000001
40-500	0.5	0	0.00055	0.0001	0.000001

ნახ.1 და ნახ. 2 ნაჩვენებია ნიადაგის ზედაპირზე აღებული და მის სიღრმეში გამოთვლებით მიღებული ნიადაგის წყლიანობის დროში ცვლილება. ნახაზებიდან ჩანს, რომ ნალექების მოსვლის შესაბამისად ხდება წყლის ინფილტრაცია ნიადაგის



ნახ.1 ნიადაგის ზედაპირზე წყლიანობის ცვლილების გრაფიკი 6 თვის განმავლობაში



ნახ. 2 ნიადაგში წყლიანობის ცვლილების ეპიურა როცა $t = 1, 3, 6$ თვეს – Series1, Series2 და Series3, შესაბამისად

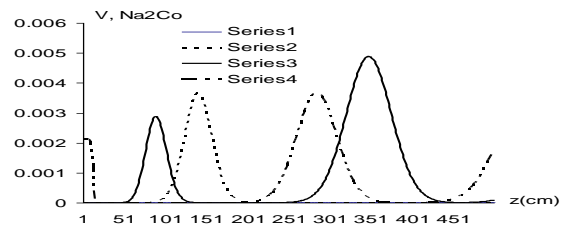
უფრო დრმა ფენებში. ნიადაგში წყლის ინფილტრაციას აქვს პერიოდული ხასიათი და შეესაბამება ნიადაგის ზედაპირზე წყლის შემცველობის დროში ცვლილებას. წყლიანობის ამპლიტუდა თანდათანობით მცირდება ნიადაგის სიღრმეში. წყლი-

ანობის პერიოდულ ცვლილებას თან ახლავს ნატრიუმის კარბონატის წყალში გახსნის პროცესი, თანაც გახსნილი მარილის ნაწილი შედის ქიმიურ რეაქციაში თაბაშირთან, წარმოიქმნება ნატრიუმის სულფატი, და ორივე ერთად ვრცელდება ნიადაგის ქვედა ფენებში. ქიმიურ და ჰიდროლოგიური პროცესების ერთობლივი მოქმედების შედეგად, დამატებით მცირდება ნატრიუმის კარბონატის თხევადი ფრაქციის შემცველობა ნიადაგის ზედა 40 სმ-იან ფენაში და ნატრიუმის კარბონატის თხევადი და მყარი ფრაქციებისა და თაბაშირის ნიადაგის სიღრმეში განაწილება ღებულობს ნახ. 3-ზე ნაჩვენებ სახეს.

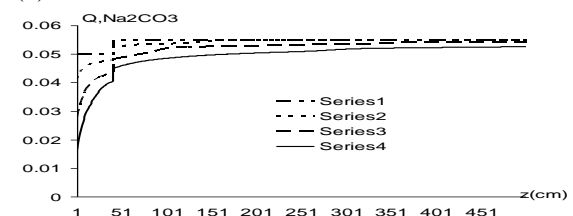
ქიმიური პროცესის შედეგად წარმოიშვება თხევადი ნატრიუმის სულფატი, რომელიც ნიადაგში წყლიანობის ცვლილების შესაბამისად სხვადასხვა ტემპით იფილტრება ნიადაგის ქვედა ფენებში (ნახ. 4.) ეს პროცესი ხელს უშლის ნატრიუმის სულფატის ჭარბ დაგროვებას ნიადაგის ზედა ფენებში, მისი კონცენტრაცია ვერ აღწევს ნაჯერობას და შესაბამისად არ წარმოიშვება ნატრიუმის სულფატის მყარი ნაწილები. ნახ. 4-დან ამავდროულად ჩანს რომ, ქიმიური გარდაქმნისას წარმოიქმნება კალციუმის კარბონატი მცირე მოცულობით, რაც ასევე ინფილტრაციის პროცესის ინტენსიფიკაციითა გამოწვეული.

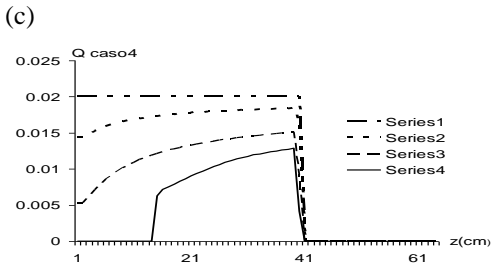
3. თუ შევადარებთ მოდელირების შედეგებს [4]-ის შედეგებთან ვნახავთ რომ, რიცხვითი მოდელირებამ აჩვენა – სორბენტის შეტანამ ხელი შეუწყო ნატრიუმის ინტენსიურ შემცირებას ნიადაგის მთელ 5 მ ფენაში. ამის მიზეზი სორბენტის – თაბაშირის ნატრიუმის კარბონატთან რეაქციაა, რის გამოც დამატებით წარმოიშვება ინფილტრირებას დაქვემდებარებული ნატრიუმის სულფატის თხევადი ფრაქცია. ნატრიუმის შემცირება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ნიადაგის ზედა 40 სმ ფენაში და თანდათანობით მცირდება ნიადაგის სიღრმეში. სტატიაში მიღებული შედეგები კარგ თანხვედრაშია ექსპერიმენტალ მიღებულ შედეგთან [3]. ამასთანავე, გამოკვლევებისას აღმოჩნდა რომ, პრობლემის შემდგომი შესწავლა მოითხოვს დამატებითი გამოკვლევების ჩატარებას მოდელირებისათვის საჭირო და საქართველოს დამლაშებული და ბიცობიანი ნიადაგების მახასიათებელი ჰიდროლოგიური და ჰიდროქიმიური პარამეტრების რეალური მნიშვნელობების განსასაზღვრავად

(a)

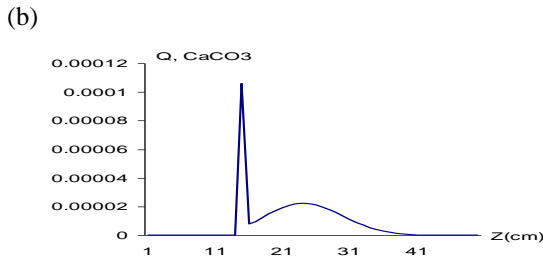
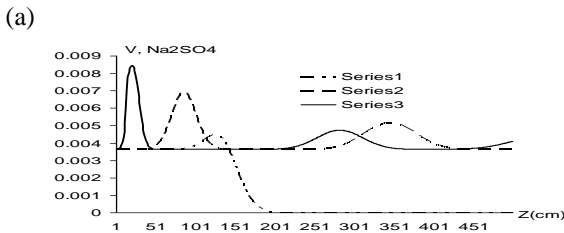


(b)





ნახ. 3. ნატრიუმის კარბონატის თხევადი (a), მყარი (b) ფრაქციების და თაბაშირის (c) განაწილება ნიადაგში $t = 0, 1, 3$ და 6 თვეს – Series1, Series2, Series3 და Series4 შესაბამისად (სიდიდეების მნიშვნელობები უნდა გაიყოს 100-ზე).



ნახ. 4. წარმოშობილი ნატრიუმის სულფატის (a) განაწილება ნიადაგში $t = 1, 3$ და 6 თვეს - Series1, Series2, Series3, შესაბამისად, და კალციუმის კარბონატის განაწილება როცა $t = 6$ თვეს (სიდიდეების მნიშვნელობები უნდა გაიყოს 100-ზე).

ლიტერატურა – REFERENCES – ЛИТЕРАТУРА

1. საბაშვილი მ. საქართველოს სსრ ნიადაგები. თბილისი: მეცნიერება. 1967, 372გვ.
2. Чаилдс Э. Физические основы гидрологии почв. Л. Гидрометеиздат, 1973, 427 с.
3. А. А Сурмва. Математическое моделирование переноса растворенного вещества в почвею Труды ЗакНИГМИ, выпю 86(93), 1988, с. 3-9.
4. Т. В. Ронжина. Геохимическая трансформация дерново-подзолистых почв Калининградской области при разливах минерализованных вод. <http://www.geogr.msu.ru/science/diss/oby/ronzhina.pdf>, 23 с.
5. ა. სურმავა, ნ. ტულუში, ლ. შავლიაშვილი, ლ. ინჭკირველი, ს. მდივანი. ნიადაგის მარილიანობის ცვლილების მათემატიკური კვლევები. ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული. 2008, ტ. 115, გვ. 322-330.

უაკ: 631.416.143

ნიადაგში მარილიანობის ცვლილების რიცხვითი მოდელირება შეტანილი სორბენტის გავლენის გათვალისწინებით/ა. სურმავა, ლ. ინჭკირველი, ლ. შავლიაშვილი/საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117-გვ. 160-162.- ქართ., რუმ. ქართ., ინგლ., რუს.

ნიადაგში წყლისა და გახსნილი მარილების ინფილტრაციისა და შეტანილი სორბენტის - თაბაშირის ნატრიუმის კარბონატთან რეაქციის კინეტიკური განტოლების გამოყენებით მოდელირებულია დამლაშებულ ნიადაგში მარილიანობის ცვლილება. ნაჩვენებია, რომ სორბენტის - თაბაშირის შეტანა ხელს უწყობს ნატრიუმის ინტენსიურ შემცირებას ნიადაგის მთელ 5 მ ფენაში. ნატრიუმის კონცენტრაციის შემცირება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ნიადაგის ზედა 40 სმ ფენაში და თანდათანობით მცირდება ნიადაგის სიღრმეში.

УДК 631.416.143

РусЧисленное моделирование изменения солёности почвы при учёте влияния внесённого сорбента/А.А. Сурмава, Л. Инцкирвели, Л. Шавлиашвили/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии, Технического Университета Грузии. -2011. - т.117. - с. 160-162. - Груз.; Рез. Груз.; Англ.,

С помощью уравнения фильтрации и уравнения кинетики для химической реакции карбоната натрия с сульфатом кальция численно смоделировано изменение солёности почвы. Показано, что внесение сорбента интенсифицирует уменьшения натрия во 5 м слое почвы. Содержание натрия особенно сильно уменьшается в верхнем 40 см слое почвы. На больших глубинах уменьшение содержания натрия происходит значительно медленно.

UDC 631.416.143

Numerical modeling of change of soil salinity in case of influence of applying sorbent/A.A.Surmava, L.Intskirveli, L.Shavliashvili/Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University.-2011.-т.117.-pp.160-162. - .Georg.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

By means of equation of filtration and equation of kinetics for chemical reaction of a carbonate sodium and calcium sulfate a change of the ground salinity is numerically simulated. It is shown, that the application of sorbent intensifies reduction of the content of sodium in 5 m layer of soil. The content of sodium especially strongly decreases in the top 40 cm layer of soil. In greater depths a reduction of the content of sodium occurs considerably slowly.

Davitashvili T., Samkharadze I., Gubelidze G., *
 Hydrometeorological Institute of Georgian Technical University

*I.Vekua Institute of Applied Mathematics of Iv. Javakhsishvili Tbilisi State University

UDC: 511.551:511.543

MATHEMATICAL MODELLING OF GAS NON-ORDINARY FLOW IN MAIN PIPELINES
Introduction

Analyses of a reliability of the main gas pipeline’s exploitation has shown high probability of the main gas pipeline’s some sections damage and gas leakage and as a result the gas pressure and expenditure alteration when non-stationary processes are in progress[1-3]. After some time gas leakage (under some conditions), it is possible establishment a

new stationary state of gas movement in the pipelines has stationary character. That is way it is necessary to study as a non-stationary stage as well the stationary stage of gas movement in the pipelines having gas escape in the some sections of the main gas pipeline[1-2].

In this article we study only large-scale gas leakage problem from the main gas pipeline and we consider this question as a reverse task of hydraulic calculation problem.

Statement of the Problem

There are many scientific articles denoted to the problem of gas leakage problem from the main gas pipeline[4-9]. It is known analytical method of determination a large-scale gas escape location on the simple section of main gas pipeline [1], using data of the gas pressures and expenditure at the entrance and ending of the gas pipeline. But this method cannot be used for main gas pipelines with several sections and branches if previously would not be discovered the location of the section with gas escape. The method offered by us is devoid from this default.

So the problem can be formulated as follows: In the complex main gas pipeline with several branches and sections first of all the placement of the section having accidental gas escape is determined using minimal information (data of the gas pressures and expenditure at the main gas pipeline’s entrance and ending points before and after gas escape) and then defined location of the accidental gas escape in the determined section of main pipeline.

Thus suppose that there is a complex main gas pipeline having $n-1$ off-shots, with expenses q_k ($k=1, n-1$) and the pipeline is divided by off-shots on n simple sections with length L_k ($k=1, n$). If at the entrance of pipeline gas expands in unit of time is M_0 , then at the entrance of the per simple sections the gas expands are calculated in the following way

$$M_1 = M_0, \quad M_k = M_{k-1} - q_{k-1}, \quad k = \overline{2, n},$$

where numbering is performed from the beginning of the pipeline to the ending.

As it is known in case of gas stationary movement in the horizontal gas pipeline exist the following equality [1]:

$$P_1^2 - P_2^2 = \sum_{k=1}^n M_k^2 \beta_k L_k, \quad (1)$$

where $\beta_k = \frac{\lambda_k ZRT}{F_k^2 D_k}$, P_1 and P_2 are values of the pressures

at the entrance and at the ending of the main gas pipe-line, respectively; M_k - are expenses of gas in the unit area of pipe-line for unit time in the branches; L_k - are lengths of simple section k of the main pipe-line; Z is a coefficient expressing deviation of natural gas from ideal gas; λ_k is a hydraulic resistance of a gas; T is an absolute temperature; R is a gas constant; D_k are diameters of pipelines; F_k are areas of branches profile sections.

Suppose that at the entrance of the main gas pipeline in the unit of time through pipe passes M_0 mass of gas, and at the ending of pipeline instant of gas mass Mn expenditure of gas is $Mn - Q$, which indicates that gas with mass

Q is loosen, although the consumers (users) are getting the same mass of gas q_k ($k = \overline{1, n-1}$) which is conditioned by gas distributive stations (service management).

Let us suppose that gas leakage is placed on the section i and gas escape is located on the distance x ($0 \leq x \leq L_i$) from the entrance of the section i . Also we suppose that accidental gas escape represents additional ramification of the main gas pipeline with expenditure Q . It is evidence that expenditure of gas is remained the same in the ramifications located before the section i but after the section i instead of expenditure M_k it will be $M_k - Q > 0$ ($k = \overline{1, n}$). In analogously of the right side of the equation (1) let us initiate the following functions $f_1(x)$:

$$f_1(x) = \sum_{k=1}^n [M_k - Q]^2 \beta_k L_k + Q[2M_1 - Q]\beta_1 x, \quad (0 < x \leq L_1);$$

$$f_i(x) = \sum_{k=1}^{i-1} M_k^2 \beta_k L_k + \sum_{k=1}^n [M_k - Q]^2 \beta_k L_k + Q[2M_i - Q]\beta_i x,$$

$$i \in (2, 3, \dots, n-1). \quad (0 < x \leq L_i);$$

$$f_n(x) = \sum_{k=1}^{n-1} M_k^2 \beta_k L_k + [M_n - Q]^2 \beta_n L_n + Q[2M_n - Q]\beta_n x, \quad (0 < x \leq L_n).$$

Let us assume that after gas escape \overline{P}_1^2 and \overline{P}_2^2 are values of the gas pressures, at the entrance and ending of main pipeline, respectively (which are obtained by the measuring instruments).

Therefore, analogously of the equation (1) we have:

$$\overline{P}_1^2 - \overline{P}_2^2 = f_1(x). \quad (2)$$

So for detection of the section of accidental gas escape and the point of gas escape in this section we have the following mathematical model (algorithm): first of all it is required to search such kind value i_0 from the sequence $i = \{1, 2, \dots, n\}$ and then the value of the x from the interval $[0, L_{i_0}]$ which will satisfy the equation (2).

Theoretical investigation of the setting problem

For convenience here and further we are defining some properties of the above mentioned function $f_1(x)$:

1. Every function $f_1(x)$ ($i = \overline{1, n}$) represents linear increasing functions of x forasmuch as

$$Q[2M_i - Q]\beta_i > 0, \quad (i = \overline{1, n})$$

2. The following equalities are correctness:

$$f_{i-1}(L_{i-1}) = f_i(0), \quad (i = \overline{2, n}).$$

Indeed, let us consider the cases when $i = 1, 2$ separately.

We will get:

$$f_1(L_1) = \sum_{k=1}^n (M_k - Q)^2 \beta_k L_k + Q[2M_1 - Q]\beta_1 L_1,$$

$$f_2(0) = M_1^2 \beta_1 L_1 + \sum_{k=1}^n (M_k - Q)^2 \beta_k L_k =$$

$$= \sum_{k=1}^n (M_k - Q)^2 \beta_k L_k + M_1^2 \beta_1 L_1 - (M_1 - Q)^2 \beta_1 L_1 =$$

$$= \sum_{k=1}^n (M_k - Q)^2 \beta_k L_k + Q(2M_1 - Q) \beta_1 L_1 = f_1(L_1)$$

When $i = 3, 4, \dots, n-1$ then

$$f_{i-1}(L_{i-1}) = \sum_{k=1}^{i-2} M_k^2 \beta_k L_k + \sum_{k=i-1}^n (M_k - Q)^2 \beta_k L_k + Q(2M_{i-1} - Q) \beta_{i-1} L_{i-1} =$$

$$= \sum_{k=1}^{i-1} M_k^2 \beta_k L_k + \sum_{k=1}^{n-1} (M_k - Q)^2 \beta_k L_k - M_{i-1}^2 \beta_{i-1} L_{i-1} +$$

$$+ (M_{i-1} - Q)^2 \beta_{i-1} L_{i-1} + Q(2M_i - Q) \beta_{i-1} L_{i-1} =$$

$$= \sum_{k=1}^{i-1} M_k^2 \beta_k L_k + \sum_{k=1}^{n-1} (M_k - Q)^2 \beta_k L_k = f_i(0).$$

When $i = n$ we have

The last fully proofs proper 2.

Now arrange (on the axis) the segments with length L_i , $\mathbf{i} = (\mathbf{1}, \mathbf{n})$ step by step exactly in such a way that right tail-end point of the segment $\mathbf{i}-1$ and left tail-end point of the segment \mathbf{i} will be coincide with each other.

Let us define function $f_i(x)$ on the each segment \mathbf{i} in such a way, that beginning of the calculation for the argument x will be the left point of the segment \mathbf{i} . In such a way arranged functions $f_i(x)$ represent continuous, sectional increasing linear functions.

From physical point of view above mentioned properties of the functions $f_1(x)$ means that the more is distance of the location of the accidental gas escape from the begging of the main gas pipeline, the bigger difference between the values of pressures' squares. Moreover this difference continuously depends on the distance in which the accidental gas escape is located from the begging point of the main gas pipeline. Using properties of the functions $f_i(x)$ it is possible to construct algorithm which gives possibility to find such kind values of $\mathbf{i0}$ and x which will satisfy equation (2).

For achievement of this aim first of all it is necessary to check up endings of branches. If for any value of $\mathbf{i0}$ from \mathbf{i} the equality

$$f_{i_0}(L_{i_0}) = \bar{P}_1^2 - \bar{P}_2^2,$$

is true, then gas accidental escape is located at the simple endings sections of the main pipeline. If the equality is not fulfilled for any value of \mathbf{i} , then extracting the values of \mathbf{i} from the sequence $\mathbf{i}=1, 2, \dots, \mathbf{n}$, it will be possible to find the least value of $\mathbf{i0}$ which will satisfy the following inequality

$$f_{i_0}(L_{i_0}) > \bar{P}_1^2 - \bar{P}_2^2.$$

In that case gas accidental escape is located within the section $\mathbf{i0}$. If such kind inequality is not fulfilled for any values of $\mathbf{i0}$ from the sequence $\mathbf{i}=1, 2, \dots, \mathbf{n}-1$, then gas accidental escape is located on the last simple ending section numbered by \mathbf{n} . In that case the following inequality will be true

$$f_n(L_n) \leq \bar{P}_1^2 - \bar{P}_2^2, \quad \text{and } i_0 = n.$$

Afterwards it is replaced the location (number of the section $\mathbf{i0}$) of the gas accidental escape the appropriate distance x can be defined by the solution of the following equation

$$f_{i_0}(x) = \bar{P}_1^2 - \bar{P}_2^2.$$

Namely if we have $\mathbf{i0}=1$ then

$$x = \left[\bar{P}_1^2 - \bar{P}_2^2 - \sum_{k=i-1}^n (M_k - Q)^2 \beta_k L_k \right] / [Q(2M_1 - Q) \beta_1]$$

fulfilled the following inequality $2 \leq i_0 \leq n-1$ then

$$x = \left[\bar{P}_1^2 - \bar{P}_2^2 - \sum_{k=1}^{i_0-1} M_k^2 \beta_k L_k - \sum_{k=1}^n (M_k - Q)^2 \beta_k L_k \right] / [Q(2M_{i_0} - Q) \beta_{i_0}]$$

And at last if $\mathbf{i0}=\mathbf{n}$, then

$$x = \left[\bar{P}_1^2 - \bar{P}_2^2 - \sum_{k=1}^{i_0-1} M_k^2 \beta_k L_k - (M_n - Q)^2 \beta_k L_k \right] / [Q(2M_n - Q) \beta_n]$$

We have realized the algorithm. The calculations have been performed for the data taking from the several experiments. The results of calculations shown, that suggested model is available to define with high probability of the main gas pipeline's some sections damage and gas leakage and as a result the gas pressure and expenditure alteration when stationary process is in progress.

ЛИТЕРАТУРА-REFERENCე-ლიტერატურა

1. Bushkovsky A. Characteristic System of Distribution of Parameters, Moscow, Nauka, 1979
2. Davitashvili T., Gubelidze G., Samkharadze I., "Leak Detection in Oil and Gas Transmission Pipelines" in Book "Informational and Communication Technologies – Theory and Practice: Proceedings of the International Scientific Conference ICTMC-2010 Devoted to the 80th Anniversary of I.V.Prangishvili" Printer Nova, USA, 2011, pp 134-139
3. Davitashvili T., Gubelidze G., Samkharadze I., Prediction of Possible Points of Hydrates Origin in the Main Pipelines Under the Condition of Non-stationary Flow, World Academy of Science, Engineering and Technology, Issue 78, 2011, pp1069-1074.
4. Yoon, S., Mensik, M. and Luk, W. Y. Canadian pipeline installs leak-detection system. Oil and Gas J., May 1988, 77-85.
5. Thompson, W. C. and Skogman, K. D. The application of real time flow modeling to pipeline leak detection. Trans. ASME, J. Energy Resources Technol., December 1983, 105, 538-541.
6. Wang, G., Dong, D. and Fang, C. Leak detection for transport pipelines based on autoregressive modeling. IEEE Trans. Instrum. Measmt, February 1993, 42(1), 68-71.
7. Kiuchi, T. A leak localization method of pipeline by means of fluid transient model. Trans. ASME, J. Energy Resources Technol., 1993, 115, 162-167.
8. Belsito, S., Lombardi, PP., Andreussi, PP. and Banerjee, S. Leak detection in liquified gas pipelines by artificial neural networks. Am. Inst. Chem. Engrs J., 1998, 44(2), 2675-2687.
9. Isermann, "R. Process fault diagnosis with parameter estimation methods. In Seventh IFAC/IFIP Conference on Digital Computer Applications, Vienna, Austria, 1985, pp. 51-60.

Acknowledgment

The research has been funded by the Grant of the Georgian National Science Foundation #GNSF/ST09-614/5-210.

უკ: 511.551:511.543

მაგისტრალურ მილსადენში გაზის არაორდინალური დინების მათემატიკური მოდელირება/თ.დავითაშვილი, ი.სამხარაძე, გუბელიძე გ./საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011-ტ.117-გვ. 162-165- ინგლ.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს

ამ ნაშრომში განხილულია მათემატიკური მოდელი (ალგორითმი) რომელსაც შეუძლია რთული მაგისტრალური გაზსადენიდან განსაზღვროს ის მარტივი უბანი სადაც ადგილი აქვს გაზის ავარიულ გაჟონვას. მოცემული ალგორითმი არ მოითხოვს საწყისი ჰიდრაულიკური პარამეტრების ცოდნას ყოველი მარტივი უბნის სათავესა და ბოლოში (ამ ინფორმაციის მოპოვება ძალიან რთულია ტელემეტრიული საინფორმაციო სისტემების გარეშე). ალგორითმი დაფუძნებულია მათემატიკური მოდელზე რომელიც აღწერს გაზის სტაციონარულ დინებას რთულ მაგისტრალურ გაზსადენში, მის ანალიზურ ამოხსნებზე და ზოგიერთ რიცხვითი თვლის შედეგებზე.

UDC: 511.551:511.543

MATHEMATICAL MODELLING OF GAS NON-ORDINARY FLOW IN MAIN PIPELINES/Davitashvili T., Samkharadze I., Gubelidze G./Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Tekhnical University. -2011. - т.117. – pp. 162-165. -Eng.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

In this paper a mathematical model (an algorithm) defining a placement of a section having gas accidental escape in complex main gas pipeline with several sections and branches is suggested. The algorithm does not required knowledge of corresponding initial hydraulic parameters at entrance and ending points of each sections of pipeline (receiving of this information is rather difficult without using telemetric informational system). The algorithm is based on mathematical model describing gas stationary movement in the simple gas pipeline and upon some results followed from that analytical solution and computing calculations.

УДК: 511.551:511.543

Математическое Моделирование Неординарного Течения Газа в Главном Газопроводе/Т.Давиташвили, И.Самхарадзе Г. Губелидзе/Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 162-165. – Англ.; Рез. Груз., Англ.,Рус.

В этой статье предлагается математическая модель (алгоритм) для определения местонахождения секции, имеющей утечку газа в сложном главном газопроводе с несколькими секциями и ветвями. Алгоритм не требует знания соответствующих начальных гидравлических параметров в начальных и в конечных пунктах каждой секции трубопровода (получение этой информации является довольно сложным, без использования телеметрической информационной системы). Алгоритм основан, на математической модели описывающей стационарное движение газа в сложном газопроводе, на аналитическом решении уравнений описывающих стационарное движение газа и на результатов некоторых вычислений.