

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის

ურთმები

X



საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა

სერია



სოხ უმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

სოხ უმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
შ რ ო მ ე ბ ი

X

*საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა
სერია*

გამომცემლობა „მერიდიანი“
თბილისი – 2011

სოსუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომების X ტომში (საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია) წარმოდგენილია უნივერსიტეტის თანამშრომელთა სამეცნიერო გამოკვლევები ფიზიკის, ქიმიის, ბიოლოგიისა და გეოგრაფიის აქტუალურ პრობლემებზე.

კრებული განკუთვნილია შესაბამისი დარგების სპეციალისტებისათვის და სტუდენტებისათვის.

სოსუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომების

მთავარი სარედაქციო საბჭო: ისტორიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი **ჯონი ავაქიძე** (თავმჯდომარე); ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი **მალხაზ აშორდია**; ისტორიის დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი **ლია ახალაძე**; სამართლის დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი **ვეფხვია გვარამია**; ისტორიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი **ზურაბ პაპასქირი** (თავმჯდომარის მოადგილე); ქიმიის დოქტორი, პროფესორი **ზურაბ ფაჩულია**; ფილოსოფიის დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი **ელგუჯა ქავთარაძე**; ფილოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი **ლედა ქობალია**; ეკონომიკის დოქტორი, პროფესორი **დავით ჯალაღონია**.

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერიის

სარედაქციო კოლეგია: ბიოლოგიურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ზაურ ლომთათიძე** (მთავარი რედაქტორი), დოქტორი, პროფ. **მელორ ალფენიძე**, დოქტორი, პროფ. **ვანტანგ ბერია**, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ვლადიმერ იურიანი** (მინსკი, ბელორუსი), საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი **გიორგი კვესიტაძე** (ბიოქიმიისა და ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტი), ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ვლადიმერ კირცხალია**, აზერბაიჯანის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ფანახ მურადოვი**, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **გურამ მურღულია**, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **გალინა რევისტანი** (მოსკოვი, რუსეთის ფედერაცია), საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **შოთა სიღამონიძე**, გეოგრაფიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფ. **ზურაბ სეფერთელაძე** (თსუ), დოქტორი, პროფ. **ზურაბ ფაჩულია**, ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი **გულნარა ქარჩავა**.

სარედაქციო კოლეგიის პასუხისმგებელი მდივანი – ფიზიკის დოქტორი, ასისტენტ-პროფესორი **როინ ბერია**

SOKHUMI STATE UNIVERSITY

**PROCEEDINGS OF SOKHUMI STATE
UNIVERSITY**

X

NATURAL SCIENCES SERIES

Publishing House “*Meridiani*”
Tbilisi – 2011

The X volume of of “*PROCEEDINGS OF SOKHUMI STATE UNIVERSITY*” (*Natural Sciences’ Series*) represents the researches on the topical issues in physics, biology, chemistry and geography. The authors are professors of the Sokhumi State University.

The edition is intended for the specialists and students.

CHIEF EDITORIAL COUNCIL OF “*PROCEEDINGS OF SOKHUMI STATE UNIVERSITY*”

Doctor of Historical Sciences, Professor **Joni Apakidze** (Head of the Council); PHD in History, Associate Professor **Lia Akhaladze**; Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Professor **Malkhaz Ashordia**; PhD in Law, Associate Professor **Vepkhvia Gvaramia**, PhD in Philosophy, Associate Professor **Elguja Kavtaradze**, Doctor of Philological Sciences, Professor **Leda Kobalia**; PHD in Economics, Professor **David Jalagonia**; PHD in Chemistry, Professor **Zurab Pachulia**; Doctor of Historical Sciences, Professor **Zurab Papaskiri** (Deputy head of Council).

EDITORIAL BOARD OF SCIENCES SERIES

Doctor of Biological Sciences, Prof. **Zaur Lomtadze** (Editor-in-chief), Prof. **Melor Alpenidze**, Prof. **Vakhtang Beria**, Doctor of Biological Sciences, Prof. **Vladimir Yurin** (Minsk, Byelorussia), Academician of Georgian Academy of Sciences **Giorgi Kvesitadze** (Institute of Biochemistry and Biotechnology), Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Prof. **Vladimer Kirtskhalia**, Academician of Azerbaijanian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Prof. **Phanakh Muradov**, Doctor of Technical Sciences, Prof. **Guram Murgulia**, Doctor of Biological Sciences, Prof. **Galina Registan** (Moscow, Russian Federation), Academician of Georgian Academy of Sciences, Doctor of Chemical Sciences, Prof. **Shota Sidamonidze**, Doctor of Geographical Sciences, Prof. **Zurab Serteladze**(TSU), Prof. **Zurab Pachulia**, Doctor of Biological Sciences, Prof. **Gulnara Karchava**.

Executive Secretary of the Editorial Board: PhD in Physics, Assistant Professor **Roin Beria**

შ ი ნ ა ა რ ს ი

ფიზიკა

ალექსანდრე მიმინოშვილი. ელექტრონული პარამაგნიტური რეზონანსის ექსპერიმენტალური სპექტრების კომპიუტერული მოდელირება (ინგლისურ ენაზე)	9
როინ ბერია. იდეალურად შეთანხმებული ფენების კომპიუტერული მოდელირება სასრული სხვაობების მეთოდის გამოყენებით	24
როინ ბერია. ელემენტარული ნაწილაკები და მათი კლასიფიკაცია	34
იზოლდა გაბისონია, ვლადიმერ კირცხალია, რამაზ შამუგია, ნატო თოლორაია. გრავიტაციული ტალღების ამოცანის შესახებ (ინგლისურ ენაზე)	48

ბიოლოგია

ლალი ახალაძე, მიხეილ ხანანაშვილი, მანანა ჩიხლაძე. კორტიზოლის მაჩვენებლის ცვლილებები განსხვავებული სირთულის რეაქციების ტესტირებისას	58
მანანა ბერულავა. ვირთაგვების ღვიძლის მორფოლოგიური თავისებურებები აპოპტოზისის პროცესისას, ნორმალურ მდგომარეობაში და ანტიბიოტიკების ზემოქმედების ქვეშ (რუსულ ენაზე)	67
ვაჟა თოდუა, ნანა ჯანუყაშვილი, ხათუნა მებონია. აფნაზეთის ფლორის სამკურნალო მცენარეების ქაცვის (<i>H.rcamnoides</i>) და კუნელის (<i>Cr. pentagina</i>) გალემური პრეპარატების გამოყენება ფიტოთერაპიაში ...	73
მარინა ზარქუა, დარეჯან გელაშვილი. სპეციალური სარგებლობის გამწვანების პერსპექტივები თბილისის ცენტრალური ბოტანიკური ბაღის მაგალითზე	81
თამარ შიუკაშვილი, მათა ღვინჯილია. ანტიბიოტიკების კომპლექსური მოქმედება მიკროორგანიზმების ზრდა-განვითარებაზე	92

გეოგრაფია

მელორ ალფენიძე. დანადგური არეალები და გარემოს უსაფრთხოება	96
მელორ ალფენიძე. ომები და რეგიონების ეკოლოგიური შედეგები	116
მერაბ გონგაძე. რელიეფზე ადამიანის ზემოქმედების ძირითადი ტენდენციები და შედეგები საქართველოში	132
ლანა მზარელია. კოლხეთის მცენარეული საფარის ანთროპოგენური ტრანსფორმაცია	140

კობა კორსანტია. სამეგრელოს ქარის რეჟიმი და მისი ენერგეტიკული პოტენციალი	145
თენგიზ გორდეზიანი, რევაზ თოლორდავა. კარტოგრაფიის ხუთი ასპექტი	153
მალხაზ ღვინჯილია. ეკოტურისტული განათლების ცალკეული ასპექტები საქართველოში	161

ქიმია

ზურაბ ფაჩულია, ანტონ ჩიქოვანი. ტალიდომიდის სინთეზის რეაქციის ქვანტურ-ქიმიური მოდელირება	167
ნარგიზა ჭვლიძე. „ქართული“ ლიმონის და პონცირუს ტრიფოლიატას პროტოპლასტების შერწყმა და გენეტიკური კონსტრუირება	173
ანტონინა მსხილაძე, მინელა ჭანტურია. გარემოს დაცვითი ქიმიური განათლების ეკოლოგიური ასპექტი	178
ირმა ცომაია, ემა ჭურღულია, ხათუნა წეროძე. ნანოტექნოლოგია წამალთმცოდნეობაში	186
<i>ავტორები</i>	191
<i>ავტორები (ინგლის.)</i>	192

CONTENTS

Physics

Aleksander Miminoshvili. Computer Simulation of the Experimental Spectra of Electron Paramagnetic Resonance	9
Roin Beria. PML of Computer Modeling Finite Differences Methods	24
Roin Beria. Classification of Elementary Particles	34
Izolda Gabisonia, Vladimer Kirtskalia, Ramaz Shamugia, Nato Toloraia. To the Question of Gravity Waves	48

Biology

Lali Akhaladze, Mikheil Khananashvili, Manana Chichladze. Changes of Cortisol Indicators Upon Testing the Different Complicated Self-Defending Reactions	58
Manana Berulava. Morphological Features in the Process of Apoptosis in Rat Liver in Normal Conditions and Under the Influence of Antibiotic (<i>in Russian</i>)	67
Vazha Todua, Nana Janukashvili, Khatuna Mebonia. Therapeutic Significance of Abkhazian Flora Medicinal Plants Sea-buckthorn (<i>Hippopae Rhamnoides</i>) and Hawthorn	73
Marina Zarkua, Darejan Gelashvili. The Development Prospects of Greenery Planting of Special Use on the Example of Tbilisi's Central Botanical Garden	81
Tamar Shiukashvili, Maia Gvinjilia. The Complex Effects of Antibiotics on the Development and Growth of the Microorganisms	92

Geography

Melor Alpenidze. Mined Areas and Environment Security	96
Melor Alpenidze. The Wars and the Environmental Consequences for the Regions	116
Merab Gongadze. Human's Influence Tendencies on the Relief and Its	132
Lana Mzarelua. Kolkheti's Plant Cover and Its Anthropological Transformation	140
Koba Korsantia. Samegrelo Wind Regime and Its Energetic Potential ...	145
Tengiz Gordeziani, Revaz Tolordava. Five Aspects of Cartography Utilizers	153
Malkhaz Gvinjilia. Some Aspects of Eco-touring Education in Georgia ..	161

C h e m i s t r y

Zurab Pachulia, Anton Chikovani. Quantum-Chemical Modeling of the Thalidomide Synthesis Reaction	167
Nargiza Chelidze. Protoplasts Combination of “Georgian” Lemon and Erson Trifoliat and Genetic Construction	173
Antonina Mskhiladze, Mineda Chanturia. Environmetal Education and Ecological Aspects of Chiminala	178
Irma Tsomaia, Emma Churgulia, Khatuna Tserodze. Nanotechnology in Pharmacology	186
<i>Authors</i> (in Georgian)	191
<i>Authors</i>	192

ALEXANDER MIMINOSHVILI

**COMPUTER SIMULATION OF THE EXPERIMENTAL SPECTRA
OF ELECTRON PARAMAGNETIC RESONANCE**

Theoretical calculations of the spectra of Electron Paramagnetic Resonance (EPR) and the creation of appropriate software are the subject of a large number of publications /8,9,12.14/. In many studies /1-16/, devoted to simulation program of EPR spectra, contains a wealth of material for reflection

Development of simulation software of EPR spectra includes at least two purposes: firstly, the creation of special tools for processing experimental spectra, in particular, by method of theoretical models - similarities of hard-interpretable spectra. Secondly, conduct calculation experiments as a method of planning the actual experiments.

Conducted simulation (synthesis) was included in the content of functions of the software package on the general qualitative and quantitative treatment of experimental spectral information *GEN (ERAL)*.

Package *GEN* represents a multifunctional closed system oriented on user-researcher. The package contains over one hundred program units, some of which performs the tasks of service (text and graphic information about the results of each step or stage of information errors and their correction). The function of development represented a wide range of methods and ways correction, transformation of the spectra and calculation of their parameters.

Processed unit of information in *GEN* is an “experiment” – formalized representation of actual experience. The experiment consists of an array of numerical values of the spectrum and passport (the value of instrumental and calculated parameters of the experiment). All experiments were named. The structural organization of *GEN* such that the work package in the so-called areas may contain (to be available for processing) several experiments. This allows to perform the different types of collective manipulation of the census between areas of addition and calculation of the EPR spectra (original spectra are unchanged, results in a special area).

These features of the package *GEN* are directly related to the notion of “synthesis”. Synthesis of procedure for obtaining the desired EPR spectra which is based theoretical calculation (simulation) Each of the simulated spectra can be used either as a result subject or in various types of transformations. As a result, the desired spectrum may represent superposition these spectra or their fragments. At either step of the transformation (scaling, addition) of the spectra, their parameters can be quickly counted.

After receiving the synthesis-spectrum is an important issue of estimation on its “quality”. Known objectivity of the evaluation methods are based (in the presence of a synthesis-spectrum $S^{\text{sin tez}}$ of experimental prototype S^{exper} to minimize the functional)

$$\sum_i (S_i^{\text{exper}} - S_i^{\text{sin tez}})^2$$

However, it is easy to show that this approach to the assessment approach has a same number of pluses and minuses. Therefore, an intuitive scores of researcher-professional remains the most effective.

Used models

We consider the paramagnetic systems with spin $S=1/2$. For isotropic EPR spectra with hyperfine structure (HFS) as a model selected a spin-hamiltonian:

$$\hat{H} = g \beta \vec{H} \hat{S} + \sum_{j, n_j} h A_j^0 \cdot \hat{S} \cdot \hat{J}_j \quad (1)$$

taking into account the electronic Zeeman interaction (first term) and the hyperfine interaction (HFI) with the magnetic nuclei (second term).

If the $\vec{H} \parallel Z$ coordinate in the chosen of reference system, than

$$\hat{H} = g \beta H \hat{S}_z + \sum_{j, n_j} h A_j^0 \cdot \hat{S}_z \cdot \hat{J}_j \quad (2)$$

Spin-Hamilton (1) and (2) is simple enough: in particular, there are no terms not affecting the energy of conversion or knitted with the effects of higher orders. However, a member STV contains a reference to the possibility of the presence of paramagnetic n_g groups, magnetic nuclei with the number of nuclei in each group n_j , constants of HFI A_j^0 and the full quantum numbers of nuclei J_j . It is assumed that the values of n_g, n_j, A_j^0 and J_j arbitrary.

An important consequence of (2) is an expression for the resonance of the spectral lines, usually written for the n_j nuclei, as

$$H_r = H_0 + \sum_{n_j} a_j \cdot M_{J_j} \quad (3)$$

where H_0 the field is in the center of the spectrum (in the absence of STV $H_0 = hf/g\beta$, f -frequency electromagnetic field), a_j - the constant of hyperfine splitting (HFS). M_{J_j} - projection of the total magnetic quantum numbers of nuclei (z - components).

Equation (3) requires a special explanation. The sign of summation is always connected (mathematically and psychologically) with certain algebraic operations. In reality, in (3) performed by enumeration of possible values M_{J_j} - so that each individual M_{J_j} corresponds a specific

$$H_r(M_{J_j}) = H_0 + a_j \cdot M_{J_j}, \quad M_{J_j} = -J_j + 1, \dots, J_j - 1, J_j, \quad (4)$$

that is, there is a discrete set NL_j of values $H_r(M_{J_j})$.

If we consider the case $n_g > 1$, then reading (3), (4) should:

$$H_r(M_{J_j}) = [\dots [[H_0 + a_1 \cdot M_{J_{2j}}] + a_2 \cdot M_{J_{22}}] + \dots a_j \cdot M_{J_2}]. \quad (5)$$

In (5) for the next j -group as H_0 advocated sequential scan of all the resonance centers obtained from the $(j-1)$ groups of nuclei. The result: the number of $= NS$ centers.

Finally, should be note that the various mechanisms of homogeneous and inhomogeneous broadening of the lines are taken into account in the resulting shape of the lines. As such, selected the Lorentz and Gaussian shape and their composition / 5/.

Consider now the chosen model of the spin-Hamiltonian in the case of anisotropy of g -factor, HFI, as well as the width of the lines. Confine one magnetic nucleus with arbitrary quantum numbers I . As before, without considering the nuclear and higher-order effects, we have

$$\hat{H} = \beta \vec{H} \hat{S} \cdot \overset{T}{G} + h \cdot \hat{S} \cdot \overset{T}{A} \hat{I} \quad (6)$$

where $\overset{T}{G}$, $\overset{T}{A}$ the g -tensor of the HFI, respectively. The lines in the spectra of anisotropic interactions in the general case are not symmetrical. Dependence of the line width of the spatial orientation of the paramagnet is described by the tensor width $\overset{T}{DP}$, which values are functions of the form of individual lines. Recall that for (6) is important problem of the diagonalization of tensors. Below, we talk about $\overset{T}{G}$, believing that all this equally applies to $\overset{T}{A}$, $\overset{T}{DP}$.

It is known that in fact the tensor is $\overset{T}{G}^2$, not $\overset{T}{G}$. Symmetric matrix is always reducible to diagonal form (to the general axes), which follows from their normality (by definition of normality: $G^2 G^{2*} = G^{2*} G^2$, where the G^{2*} - transposed G^2 matrix). The matrix G^2 , like all symmetrical, represented in the form:

$$G^2 = L^* \cdot \overset{d}{G}^2 \cdot L \quad (7)$$

where ${}^d G^2$ - a diagonal matrix (diagonal elements are the own values G^2), and L - orthogonal matrix ($L^* L$ - unit matrix).

From (7) implies that the similarity transformation translates into: G^2 in ${}^d G^2$ using elementary matrices of the rotation $U^{(1)}, \dots, U^{(k)}$ - such that for

$$L^{(k)} = U^{(k)} \dots U^{(1)}, \quad k \rightarrow \infty \text{ have a } L^{(k)} G^2 (L^{(k)})^* \rightarrow {}^d G^2, \quad (8)$$

method (Jacobi).

If we assume that the coordinate system x, y, z coincides with the principal axes ${}^T G^2$, in which the diagonal (${}^d G^2$), then the effective value of the g -factor is:

$$g^2 = G_{xx}^2 l_x^2 + G_{yy}^2 l_y^2 + G_{zz}^2 l_z^2 \quad (9)$$

where l_x, l_y, l_z -direction cosines of arbitrary angles between H and x, y, z .

Recall that (9) can be obtained as a result of the energy ratio $\Delta E = g \beta H$, described by the Zeeman term in (6). Indeed, if we digitalize done, then

$$\Delta E^2 = g^2 \beta^2 H^2 = \beta^2 \bar{H}^2 \cdot {}^d G^2 \bar{H}$$

where ${}^d G^2$ there are (8), and hence for g^2 we have an expression similar to (7), which as L^* is a vector with components l_x, l_y, l_z (L^* matrix-row, L - column matrix).

For the HFI (equivalent g -factor) is true tensor ${}^T A^2$. The effective value of HFI is necessary for further calculations, can be obtained from consideration of HFI-member ($\hat{S}^T A \cdot \hat{I}$) in (6). Let ${}^T A^2$ is diagonal in the own coordinate system. Then (6) HFI-term is:

$$\begin{aligned} S_m = \{ & I_x (A_{xx} G^2{}_{xx} l_x / g^2 + A_{xy} G^2{}_{yy} l_y / g^2 + A_{xz} G^2{}_{zz} l_z / g^2) + \\ & I_y (A_{yx} G^2{}_{xx} l_x / g^2 + A_{yy} G^2{}_{yy} l_y / g^2 + A_{yz} G^2{}_{zz} l_z / g^2) + \\ & + I_z (A_{zx} G^2{}_{xx} l_x / g^2 + A_{zy} G^2{}_{yy} l_y / g^2 + A_{zz} G^2{}_{zz} l_z / g^2) \} \end{aligned} \quad (10)$$

where $G_{xx} l_x / g^2, G_{yy} l_y / g^2, G_{zz} l_z / g^2$ is direction cosines in the system ${}^d G^2$ - coordinates. Members ($\hat{S}^T A \cdot \hat{I}$) with multiplications S_x, S_y - are no diagonal. To diagonal in the system (10) is due to the introduction of the new direction cosines equaled to the expressions in parentheses at I_x, I_y, I_z .

If you normalize these expressions and taking into account that the sum of the squares of the direction cosines is 1 for the effective value of HFI obtain:

$$A^2 = \{(A_{xx}G^2 l_x + A_{xy}G^2 l_y + A_{xz}G^2 l_z)^2 + (A_{yx}G^2 l_x + A_{yy}G^2 l_y + A_{yz}G^2 l_z)^2 + (A_{zx}G^2 l_x + A_{zy}G^2 l_y + A_{zz}G^2 l_z)^2\} / g^4$$

If ${}^{dT}A^2$ have the same principal axis as ${}^{dT}G$, then

$$A^2 = (A^2_{zx}G^4 l_x^2 + A^2_{yy}G^4 l_y^2 + A^2_{zz}G^4 l_z^2) / g^4 \quad (11)$$

The dependence of the line width in the spectrum of the paramagnetic from its spatial orientation adopted is the same as for the HFI. Therefore, the effective line width (tensor ${}^{dT}\Delta P^2$) will

$$\Delta P^2 = (\Delta P^2_{xx}G^4 l_x^2 + \Delta P^2_{yy}G^4 l_y^2 + \Delta P^2_{zz}G^4 l_z^2) / g^4 \quad (12)$$

Finally, the resonance values of H - field for model (6) by analogy with (3) can be written as:

$$H_r(M_I) = (hf - AM_I) / g\beta \quad (13)$$

Calculation of isotropic spectra

Computational procedure for the synthesis of isotropic spectra consists of three main blocks:

- The task and the formation of spectral parameters and passport data synthesis-experiments.
- Determination of line intensities and addresses of their centers.
- Calculation of the spectra of the light forms of lines.

Setting parameters and the formation of synthetic-spectra for two possible options. If a synthesized spectrum indicates the current experimental prototype than basic passport synthesis- spectrum get their values on the passport of the experimental spectrum, then a special set of parameters is introduced in a dialogue (from the screen of display) a number of parameters calculate by software. In the absence of an experimental prototype of all options (except for input in the dialogue) is formed by software.

In the dialog enter:

- The number of groups of magnetically equivalent nuclei n_g . If $n_g = 0$, then the synthesized spectrum contains one line.
- Names of nuclei in each group $n_j (j=1,2,\dots,n_g)$.
- The names of the nuclei in the groups *name j*. The names are entered in the form of appropriate symbols of chemical elements. For example, N , H_2 , Mn - nitrogen nucleus, deuterium, and manganese. On behalf of the kernel automatically based on the current table is defined by its magnetic quantum numbers I_j .

- The value of parameters for the HFS for groups aj
- The form of individual line *form* (eg L - Lorentz shape).
- The width of the line DP (between the points of maximum slope of the spectral lines absorption).

- The value of g - label. By moving along the graph of the spectrum (on screen display) the brightness bar-frame indicated channel label $Klabel$. For $Klabel$ entered the value g - factor g_{label} . If you select the automatic mode is $Klabel = 512$, $g_{label} = 2, 0$. In the presence of the pilot prototype of the parameters $Klabel$ and g_{label} assigned values of the passport of the experimental spectrum.

The most significant part of the computational synthesis of the spectra is to determine the intensities of the lines and addresses of their centers.

Recall that at $S = 1/2$ and one group of nuclei with $I = 1/2$ the distribution of intensities of the lines corresponds to the coefficients of the binomial expansion $(a + b)^n \Rightarrow n! / (k! (n-k)!) , k = 0, 1, \dots, n$ - (Pascal's triangle) /4/

Suppose that the n_g groups of nuclei, in each group n_j of nuclei with quantum numbers I_j the number of lines from one group of nuclei is equal to:

$$NL_j = 2n_j I_j + 1 = n_j q_j + 1 \quad (14)$$

Then the intensity m of lines in j the first group is

$$Y_{m_j}^{(q_j)} = \sum_{l=1}^{m_j-1} L^{(g_j-1)}(m_j - l, l) L^{(1)}(n_j, m_j - l + 1) \quad (15)$$

where $m_j = 2, \dots, NL_j$, $L^{(1)}(n_j, m_j) = \prod_{P=1}^{m_j-1} (n_j - P + 1) / \prod_{P=1}^{m_j-1} P$ (16)

Equation (15) represents recurrence formula, called a generalization IN - distribution. It is obvious that (16) coincides with the specified leaching binomial distribution for $j = 1, I_j = 1/2$.

As a result of splitting interactions total number of lines in the spectrum when n_g groups of nuclei

$$NS = \prod_{j=1}^{n_g} (NL_j) \quad (17)$$

The intensity of the i -th lines of the spectrum, where

$$i_s = \sum_{m_{ng}=1}^{NL_{ng}} \dots \sum_{m_2=1}^{N_2 L_2} \sum_{m_1=1}^{NL_1} [m_1 + NL_1 (m_2 - 1) + NL_1 \cdot NL_2 (m_3 - 1) + NL_1 \dots NL_{n_g-1} \cdot (m_{n_g} - 1)] \quad (18)$$

$$i_s = 1, 2, 3, \dots, NS$$

calculated as the product of intensities (15) for the set m_1, m_1, \dots, m_g , lines at this step i_s (18):

$$Y_{i_s} = Y^{(q_1)}_{m_1} Y^{(q_2)}_{m_2} \dots Y^{(q_{ng})}_{m_n} \quad (19)$$

By (19) the intensity of extreme spectral lines is always equal to 1. Addresses of the center (channel number) of the spectral lines are as

$$NC_{i_s} = NC_0 + a_1^{(k)}(m_1 - 1 - NL_1 / 2) + d_1 + a_j^{(k)}(m_j - 1 - NL_j / 2) + d_j + a_{m_j}^{(k)}(m_{n_g} - 1 - NL_{n_g} / 2) + d_{xy} \quad (20)$$

with the same set of lines as for the intensities Y_{i_s} . Coefficients $a_j^{(k)}$ are a_j , expressed in terms of number of channels: $a_j^{(k)} = a_j / \Delta H$, ΔH - a step quantization (discretization) *H-field*, passport option, computed in software.

Thus, expression (14-20) is easily programmable; allows defining the necessary parameters for calculating the resulting spectrum.

The resulting calculation of the spectrum is point-wise with the defined line shapes (Lorenz, Gausse and thei compositions) in the form of the first derivatives:

$$Y'_{LOREN}(k) = \sum_{i_s=1}^{NS} YM_{i_s}^L (NC_{i_s} - k) / [DP^2_L (1 + (4/3)(NC_{i_s} - k)^2 / DP^2_L)] \quad (21)$$

$$Y'_{GAUSS}(k) = \sum_{i_s=1}^{NS} YM_{i_s}^G (NC_{i_s} - k) / DP_G^2 \exp(2 - (NC_{i_s} - k / DP_G^2)) \quad (22)$$

$$YM_{i_s}^L = (8/3) \cdot Y_{i_s} \cdot SCAL, \quad$$

$$YM_{i_s}^G = 4 \cdot Y_{i_s} \cdot SCAL$$

Y_{i_s} - intensity, i_s -th line (19), *SCAL-scale* factor. Size Spectra in the package *GEN 1024-meter* readings (points). Therefore $k = 1, 2, 3, \dots, 1024$.

In the synthesis of the spectrum with the composite line shape of harmonization of the functions $Y'_{LOREN}(k), Y'_{GAUSS}(k)$ - is using a mixing function $h(k)$, which chosen as the \sim curve of sines \sim

$$h(k) = \{1 + \cos[(k - k_1)^\pi / (k_1 - k_2)]\} / 2$$

For a smooth transition $Y'_{GAUSS}(k)$ in $Y'_{LOREN}(k)$ (and vice versa), requires the fulfillment of boundary conditions, a general view that

$$\begin{array}{ll}
h(k_1) = 1; & h'(k_1) = 0; & |h''(k_1)| \ll 1 \\
h(k_2) = 0; & h'(k_2) = 0; & |h''(k_2)| \ll 1
\end{array}$$

The resulting line shape function on the interval k_1, k_2 :

$$Y_{REZ}(k) = h(k)Y'_{LOREN}(k) + [1 - h(k)]Y'_{GAUSS}(k) \quad (23)$$

Calculation of anisotropic spectra

Target and the formation of anisotropic parameters of synthetic spectra are carried out in the presence or absence of experimental prototypes.

In the dialog enter:

- The frequency of the electromagnetic field, f in the x -range.
- Type sample n *simpl* - (mono or poly crystal)
- Name of the nucleus $name$. By $name$ is automatically determined the quantum number of nucleus I and then the number of lines (14), taking into account that here we consider only the case $n = 1$. If $name = 0$, then synthesized single line.

- g -tensor (${}^T G$), tensor of the HFI (${}^T A$) and the tensor of the line width (${}^T DP$).

- The angle θ and φ - for monocrystal paramagnets (Euler angles).
- The form of individual lines $form$ (Lorentzian, Gaussian, delta-shaped).

Calculation part of the synthesis of anisotropic spectra associated with the calculation of the values of the function, called the full form of the spectrum. Last in principle depends on the ~architecture~ samples. For polycrystalline paramagnet function of complete form is:

$$F(H - H_r, \theta, \varphi) = \frac{1}{4\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^\pi Y'_{ind}(H - H_r, \theta, \varphi) W(\theta, \varphi) \sin \theta \cdot d\theta \cdot d\varphi \quad (24)$$

where $W(\theta, \varphi)$ - the weight function with the norm.

Under the integrand $Y'_{ind}(H - H_r, \theta, \varphi)$ is a function of the form of individual lines. For the Lorentzian and Gaussian shape its image is (21),(22) without signs of summation. Respectively $k \Rightarrow H, NC \Rightarrow Hr$. About the delta-form will be discussed below. since the direction of the principal axes of tensors $T_G, T_A, {}^T DP$ - the same, the integration of (24), probably by 1/8 part of the sphere.

$$F(H - H_r, \theta, \varphi) = \frac{2}{\pi} \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi/2} Y'_{ind}(H - H_r, \theta, \varphi) W(\theta, \varphi) \sin \theta \cdot d\theta \cdot d\varphi \quad (25)$$

Direction cosines:

$$\begin{aligned} l_z &= \cos \theta \\ l_y &= \sin \theta \sin \varphi = \sin \varphi (1 - l_z^2)^{1/2} \\ l_x &= \sin \theta \cos \varphi = \cos \varphi (1 - l_z^2)^{1/2} \end{aligned}$$

then if $l = l_z = \cos \theta$, $dl = -\sin \theta d\theta$, then (25) takes the form

$$F(H - H_r, l, \varphi) = \int_0^1 \int_0^{\pi/2} Y'_{ind}(H - H_r, l, \varphi) W(l, \varphi) dl \cdot d\varphi \quad (26)$$

For numerical integration of (26) using the trapezoid method (accuracy order ΔH^{-3}). If the y -integrand (26), l_φ and K_l -intervals of integration for l , y_i y -value at points $i = 0, 1, 2, \dots$

$$\Delta\varphi = \pi / (4k_\varphi), \quad \Delta l = 1 / (2k_l), \quad \text{to}$$

$$\begin{aligned} F(H - H_r, l, \varphi) &= \Delta\varphi \Delta l \{ (y_0/2)_0 / 2 + (y_0/2)_1 + \dots + (y_0/2)_{k_l} + (y_1)_{0/2} \\ &+ (y_1)_1 + \dots + (y_1)_{k_2/2} + \dots + (y_{k_\varphi}/2)_0 + (y_{k_\varphi}/2)_1 + \dots + (y_{k_\varphi}/2)_{l_{1/2}} \} \end{aligned} \quad (27)$$

To calculate the spectrum of (27) is necessary to take into account. Let

$$\begin{aligned} q_0 &= l^2, & q_1 &= 1 - q_0, & q_2 &= 1 - \cos^2 \varphi q_1 \\ q_3 &= q_1 \cos^2 \varphi, & q_4 &= (1 - \cos^2 \varphi) q_1, & q_5 &= q_0 + q_3 \end{aligned} \quad (28)$$

Then

$$DP^2 = (Dp_{xx}^2 g_{xx}^4 q_3 + DP_{yy}^2 g_{yy}^4 q_4 + Dp_{zz}^2 g_{zz}^4 q_0) / g^4 \quad (29)$$

$$g = (G_{xx}^2 q_3 + G_{yy}^2 q_4 + G_{zz}^2 q_0)^{1/2} \quad (30)$$

As weight function $W(l, \varphi)$ is selected having the meaning of intensity.

$$W(q) = (G_{xx}^2 G_{yy}^2 q_1 + G_{yy}^2 G_{zz}^2 q_3 + G_{zz}^2 G_{xx}^2 q_0) / 2g^3 \quad (31)$$

Resonance field values (assuming $n = 1$)

$$H_r = hf / g\beta - RM_l \quad (32)$$

Where h, β - respectively, Planck's constant and Bohr magneton, quantum members M_l take the values of $-I, -I + 1, \dots \dots I - 1$

$$R = (A^2_{xx}G^2_{xx}q_3 + A^2_{yy}G^2_{yy}q_4 + A^2_{zz}G^2_{zz}q_0)^{1/2} / g^2 \quad (33)$$

Here R is the effective value of HFI in contrast to A (11) is expressed in gauss.

Thus, the final integration of (26) by method (27) occurs when members of the incoming y - values (28-33).

In addition to the Lorentzian and Gaussian forms of individual lines is used as a delta-shaped function.

The above calculation of the spectra refers to the paramagnetic with polycrystalline structure. For monocrystals mutual orientation of the external magnetic field and the paramagnetic centers is not random. Then complete form of the spectrum

$$F(H, \theta, \varphi) = \sum_m Y'_{ind}(H - H_r)(\theta, \varphi) W_m(\theta, \varphi) \quad (34)$$

In the case of paramagnetic centers have a number of orientations on H fields, the synthesis of (34) can be produced as necessary many times for corresponding θ, φ , the further addition of the spectra obtained in a single. This procedure is equivalent to the second summation in (34) implementation of which requires a set θ_k, φ_k for centers with different orientations.

The question about the diagonalization matrixes of the tensors ${}^T G, {}^T A, {}^T DP$. If the tensors are given a full set of components, to bring them to the diagonal form (9), (11), (12) using the method of Jacobi.

Matrix G, A, DP are symmetric, size 3×3 , so each is sufficient to enter the values of six components, such as:

$${}^T G^{(0)} = \begin{bmatrix} G^{0}_{xx} & - & - \\ [G^{0}_{yx} & G^{0}_{yy} & - \\ [G^{0}_{zx} & G^{0}_{zy} & G^{0}_{zz} \end{bmatrix} \Rightarrow G^{0}_{xx} G^{0}_{yx} G^{0}_{yy} G^{0}_{zx} G^{0}_{zy} G^{0}_{zz}$$

The essence of the method of diagonalization is to cancel off-diagonal elements due to the special transformation of rotation. The coefficients of rotation

$$S = a / \sqrt{2 + (1 + \sqrt{1 - b^2})}, \quad q = \sqrt{1 - S^2},$$

where

$$a = \begin{cases} -1, & \text{if } b = 0 \\ -\sin gn(b)G^{(t)}_{ij} / \sqrt{G^{(t)2}_{ij} + b^2}, & \text{if } b \neq 0 \end{cases}$$

Transformation i -th and j -th column of the matrix

$$G^{(t)}_{k_i} = qG_i^{(t-1)} + qG^{(t-1)}_{k_j} \text{ for } K=1,2,3;$$

$$G^{(t)}_{k_i} = qG_k^{(t-1)} + qG_{k_i}^{(t-1)}_{k_j} \text{ for } K \neq i,j, \quad i,j=1,2,3;$$

Then in the resulting matrix elements in the i -and j -rows and columns re-converted:

$$G^{(t)}_{ii} = q^2 G^{(t-1)}_{ii} + 2qSG^{(t-1)}_{ij} + SG^{(t-1)}_{jj}$$

$$G^{(t)}_{jj} = S^2 G^{(t-1)}_{ii} + 2qSG^{(t-1)}_{ij} + q^2 G^{(t-1)}_{jj}$$

$$G^{(t)}_{ij} = (q^2 - S^2) / G^{(t-1)}_{ij} + qS(G^{(t-1)}_{jj} + G^{(t-1)}_{ii}); \quad t = 1,2$$

$$P_k = \varepsilon / (3^{2k+1}), \quad k = 0,1,2.$$

$$\varepsilon = \sqrt{\sum_{i,j=1}^3 G^{(t)2}_{i,j}} \quad \text{where } \varepsilon - \text{Euclidean form of the matrix } G^{(t)}$$

Each step of the diagonalization of the original matrix includes the operation of cancellation of the maximum no-diagonal elements exceeding P_k and constructing the transformed matrix $G^{(t)} \rightarrow G^{(t-1)}$. The process continues until all the no-diagonal elements will not be less than ~obstacles~ $\varepsilon / 3$, where $\varepsilon = 10^{-N}$, $N > 1$ -prescribed accuracy diagonalization.

As a result, the diagonal matrix ${}^T G^{(t)}$ will be the eigen values of the original matrix ${}^T G^{(0)}$ - (diagonal and tensor components ${}^T G$).

In conclude is a list of software used in the package *GEN* for the synthesis of the spectra

Name	Functionalities
SINTEZ	Synthesis of isotropic spectra (main program)
ANISYN	Synthesis anisotropic spectra (main program)
JABBER VVODTN	Setting the parameters for synthesis of the spectra
PASIN PASIN 1 PASIN 2 FASIN	Formation of passport data of the spectra
SIBIN BIN 1 BIN 2 BIN 3 BIN 4	Calculation of line intensities for groups of magnetically equivalent

BIN 5 BIN 6	nuclei
SISVR	Calculation of the intensities and address of the centers of the spectral lines
JACOB	Diagonalization of matrixes of the tensors
TYANW VARIA TYNF	Determination of the anisotropy of opti- ons and forms of lines
DOUBIN	Binary Integration of functions of lines forms at a disordered orientation of paramagnetic particles
MONOCL	Summation functions of line form at an orderly orientation of paramagnetic particles
LOCAL BUFORM ALOREN AGAUSS ADELTA	Calculation of the spectrum (including forms of individual lines)
GRADIS VIDEOS DIZERO CURS METS	Graphic and text services SINTEZ and ANIZYN (service)

On Fig. 1,2,3 are spectra of the liver, blood plasma and mitochondria /10,11/.



Fig. 1. Spektrum EPR of liver tissue (77°K).

1. **The experimental EPR spectrum.** Conditions of spectrum recording: Amplitude modulation of high-frequency magnetic field: 0,6 mT, radiation frequency klystron 9209 GHz, its capacity of 12 mW, range sweep of the magnetic field 80 mT, the value of the center of magnetic field EPR absorption 320 mT..

The simulated EPR spectra: 2.- $g = 2,00$ - free radicals; 3.- $g = 2,25$ and $2,42$ - heme iron microsomal (cytochrome P -450); 4.- $g = 1,94$ - nonheme iron mitochondria and $g = 2.03$.

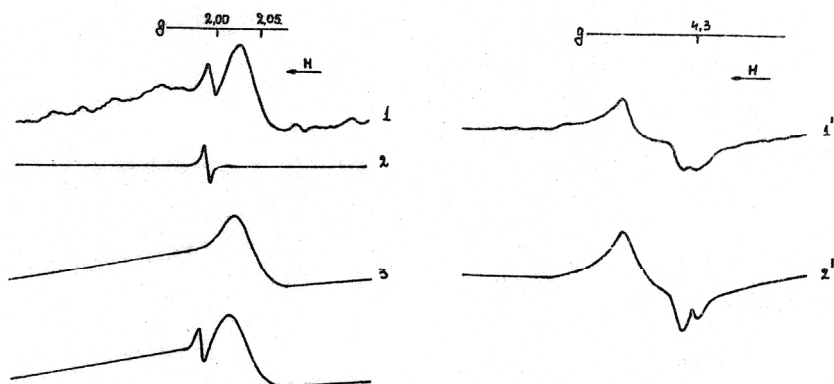


Fig.2. Experimental (1,1') and simulated EPR spectrum of (4,2) plasma blood; (2,3) - fragments of a simulated spectrum with $g = 2,00$ (free radical) and $g = 2,05$ (tseruplazmin); (2') - (a simulated spectrum with $g = 4,3$ (transferin).

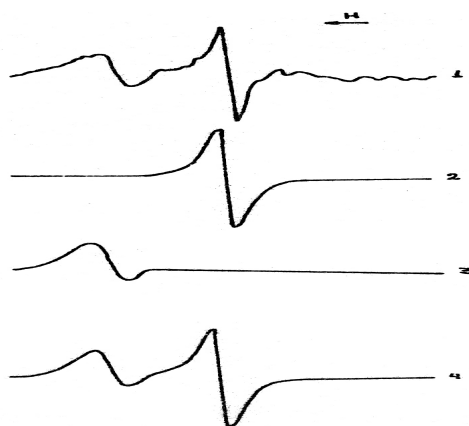


Fig.3. Experimental (1) EPR spectrum of liver mitochondria at 77°K . (2,3) - fragments of the simulated spectrum with $g = 2,00$ (free radical) and $g = 1,94$ (nonheme iron), (4) - a simulated EPR spectrum of mitochondria with $g = 2,00$ and $g = 1,94$. Temperature is 77°K .

Conditions of registration of the EPR signal: the frequency of the microwave-9, 6171820 GHz, power 10 dB, the modulation of magnetic field 0.008 T, tension magnetic field for (a) -0.3002 T, and for (b) -0, 1600 T. Temperature is 77°K .

REFERENCES

1. *Автоматизированная система для научных исследований методом электронного парамагнитного резонанса (АСНИ ЭПР-СПЕКТР)*. Инф. материал, НЦБИ. Пущино, 1982.
2. *Автоматизированная система АСНИ ХИМБИО*. Инф.материал, НЦБИ. Пущино, 1983.
3. **Н. В. Верейн, В. В. Ильясова, Ю. П. Кузнецов**. Программно-математическое обеспечение работы с данными АСНИ ЭПР-СПЕКТР, 1-я Международная школа по автоматизации научных исследований, Пущино, 1983.
4. **Дж. Вертц, Дж. Болтон**. Теория и практическое приложение метода ЭПР, М. Мир. 1975.
5. **А. Абрагам, Б. Блин**, Электронный парамагнитный резонанс переходных металлов, М. 1972
6. **Д. Ингрэм**, Электронный парамагнитный резонанс в биологии. М., 1972.
7. **В. В. Воеводин**, Численные методы алгебры. М., 1996.
8. **Г. М. Жидомиров, Я. С. Лебедев, С. Н. Добряков, Н. Я. Штейншнейдер, В. А. Губанов**. Интерпретация сложных спектров ЭПР. М., 1975.
9. **С. Н. Добряков, В. В. Привезенцев**. Квантово-химические и магнитно резонансное исследование Zn-р комплекса в матрице Si. – *Микроэлектроника*, т. 36, 3, с. 236-240, 2007.
10. **А. А. Миминошвили, Ю. П. Кузнецов, Э. М. Шекшеев**. Теоретическое моделирование спектров электронного парамагнитного резонанса, Гос. ФАП СССР. Рег. N 5085000707
11. **А. А. Миминошвили, А. М. Комаров, Э. М. Шекшеев**. Моделирование с помощью ЭВМ спектров ЭПР плазмы крови у больных с синдромом Дауна, Биофизика, т.31,3, с.475,1986.
12. **H. Beinert**. *Biochem. Biophys. Acta.* v. 683, p. 248, 1982.
13. **G. Della Lunga, R. Pogni, R. Basosi**. Computer Simulacion of EPR Spectra, *J. Phys. Chem.* v. 98, p. 3937-3942, 1994.
14. **J. R. Pilbro**. Principles of Computer Simulacion of EPR spectra- Applied Magnetic Resonance, v. 10. 1-3, p. 45-53, 1996.
15. **B. Kirsle**. Automated Analisis and Simulacion of EPR spectra- *Anal. Chem. Acta*-v. 265, p. 191-200, 1996.
16. **C. M. Varghese, A. Shumugasundaram, R. Murugesan**. *Proc. Indian Acad. Sci.*, v. 114, 1, p.75-82, 2002.

ალექსანდრე მიმინოვზილი

ელექტრონული პარამაგნიტური რეზონანსის მსკვირმენტალური სპექტრების კომპიუტერული მოდელირება

ნაშრომში წარმოდგენილია იზოტროპიული და ანიზოტროპიული ეპრ სპექტრების პარამაგნიტური სისტემები $S=1/2$ სპინით. იზოტროპიული და ანიზოტროპიული ეპრ სპექტრების მოდელად გამოყენებულიასპინ-ჰამოლტონიანი. იზოტროპიული შემთხვევის დროს მიღებულია ანალიტიკური გამოსახულებები, რომლის მეშვეობითაც ხდება ზენაზი სტრუქტურის მქონესპექტრების გამოთვლა. ანიზოტროპიულობის დროს გამოიყენება სპექტრის ფორმის სრული ფუნქცია ლორენცის, გაუსის და დელტა-მაგვარი ფორმებისათვის. ჩატარებულია გამოთვლითი მოდელირება და ეპრ სპექტრების სინთეზი ღვიძლის ქსოვილის ($g=1,94$; $g=2,00$; $g=2,03$; $g=2,25$; $g=2,42$), *mitochondria* ($g=1,94$; $g=2,00$) და სისხლის პლაზმის ($g=2,00$; $g=2,05$; $g=4,3$) ეპრ სპექტრებისათვის. სპექტრები მიკუთვნებულია ბიოლოგიური ობიექტების პარამაგნიტური ცენტრების შესაბამის სპინურ მდგომარეობებს. ნაჩვენებია, რომ სინთეზირებული ღვიძლის ქსოვილის, სისხლის პლაზმის და მიტოქონდრიების ეპრ სპექტრები შეესაბამება ექსპერიმენტალურ სპექტრებს. სინთეზირებული ეპრ სპექტრები საკმაოდ კარგად წარმოაჩენს ეპრ სპექტრების ფორმას და ბუნებას.

საკვანძო სიტყვები: ეპრ სპექტრები, მოდელირება, სინთეზი, პარამაგნიტური ცენტრები.

როინ ბარია

**იდეალურად შემთავსებადი ფენების კომპიუტერული
მოდელირება სასრული სხვაობების მეთოდის
გამოყენებით**

შესავალი. XX საუკუნის შუა ხანებიდან პორტატული ტექნიკისა და ციფრული ტექნოლოგიების განვითარებამ გამოიწვია სივრცეში ელექტრომაგნიტური ველების ფონის გაზრდა, ე.წ. სივრცის ელექტრომაგნიტური დაბინძურება. როგორც ცნობილია, ყველა ელექტრონული მოწყობილობა (ტელევიზორი, კომპიუტერი და ა.შ.) მისი მუშაობის და განსაკუთრებით ამოქმედების დროს გამოასხივებს ელექტრომაგნიტურ ველს, რომელიც ზემოქმედებს, როგორც - ცოცხალ ორგანიზმებზე, ასევე ელექტრომაგნიტური ველის მიმართ მგრძობიარე მოწყობილობებზე. ამიტომ აუცილებელი გახდა ელექტრონულ მოწყობილობათა ელექტრომაგნიტური გამოსხივების არასასურველი ურთიერთგავლენის შესწავლა მგრძობიარე მოწყობილობებსა და მათთან მომუშავე მომხმარებელზე ელექტრომაგნიტური ველების ზემოქმედების კონტროლისა და მინიმიზაციის მიზნით.

ამ საკითხის შესასწავლად ელექტროდინამიკაში ჩამოყალიბდა სპეციალური, შედარებით ახალი მიმართულება, რომელსაც ელექტრომაგნიტურ შემთავსებლობას უწოდებენ. ელექტრომაგნიტური შემთავსებლობის ამოცანებში, როგორც აღვნიშნეთ, ყურადღება ექცევა პრობლემის ორ ასპექტს: პირველი, ელექტრომაგნიტური ველების ზემოქმედება ადამიანზე და მეორე, ელექტრომაგნიტური ველების ზემოქმედება თანამედროვე მაღალმგრძობიარე ციფრულ ელექტრონულ მოწყობილობებზე.

სასრული სხვაობების მეთოდი. აპერტურის მქონე, იდეალურად გამტარ სხეულებში ელექტროსტატიკური განმუხტვისას გამოსხივებული ველების შედწვევის ამოცანის შესწავლის ძირითად მიზანს წარმოადგენს ელექტრომაგნიტური ველების ეკრანირების ეფექტურობის განსაზღვრა. ამ ამოცანის გადასაწყვეტად არსებობს სხვადასხვა რიცხვითი მეთოდები. ერთ-ერთ ასეთ მეთოდს წარმოადგენს სასრული სხვაობების მეთოდი დროით არეში (FDTD) [1]. თავისი არსითა და შესრულებით სასრული სხვაობების მეთოდი მართივია, ამავდროულად მას ახასიათებს მაღალი მდგრადობა ელექტრომაგნიტურ ველებსა და ობიექტებს შორის ურთიერთქმედების ამოცანების მოდელირების უზრუნველყოფისათვის. აქედან

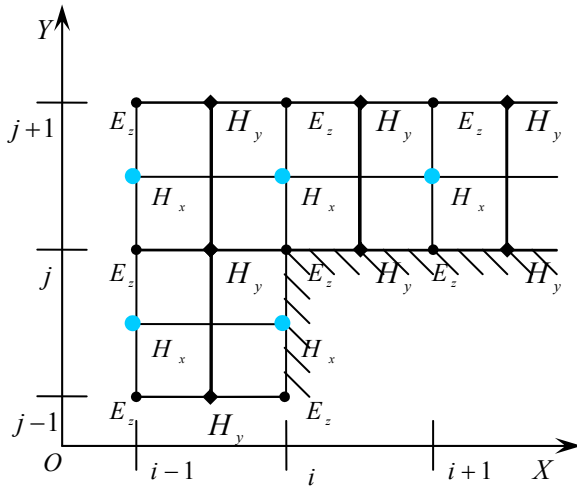
გამომდინარე ეს მეთოდი წარმატებულად გამოიყენება ისეთი ტიპის ამოცანებისათვის, როგორებიცაა

1. კანონიკური ორგანზომილებიან სამიზნეები:
 - მეტალური ღერო კვადრატული განიკვეთით, TM ტიპის ტალღა;
 - წრიული ცილინდრი, TE ტიპის ტალღა;
 - ერთგვაროვანი ანიზოტროპული ღერო კვადრატული განიკვეთით, TM ტიპის ტალღა;
 - კონფორმულ-მოდულირებადი წრიული მეტალური ცილინდრი;
 - ღია მეტელური ღრუ;
2. კანონიკური სამგანზომილებიანი სამიზნეები:
 - მეტალური კუბი, ტალღის ნორმალური დაცემა;
 - ბრტყელი გამტარი ფენა, არეკვლის ეფექტური ზედაპირი, დაკვირვების სხვადასხვა კუთხეები;
 - T -მაგვარი გამტარი სამიზნეები, არეკვლის ეფექტური ზედაპირი, დაკვირვების სხვადასხვა კუთხეები;

სასრული სხვაობების მეთოდი დიფრაქციის ორგანზომილებიანი ამოცანებისათვის. დიფრაქციის ორგანზომილებიანი ამოცანების შემთხვევაში ეს მეთოდი შემდეგში მდგომარეობს: გაბნეული ელექტრომაგნიტური ველის მოსაძებნად ჩაიწერება მაქსველის განტოლებათა სისტემა E -პოლარიზაციის მქონე ველებისათვის:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial H_x}{\partial t} &= -\frac{1}{\mu} \frac{\partial E_z}{\partial y} \\ \frac{\partial H_y}{\partial t} &= -\frac{1}{\mu} \frac{\partial E_z}{\partial x} \\ \frac{\partial E_z}{\partial t} &= \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} \right) \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

სადაც ε და μ წარმოადგენს გარემოს დიელექტრულ და მაგნიტურ შეღწევადობას შესაბამისად.



სურ.1. $z=0$ სიბრტყეზე ბადის კვანძებში ელექტრული და მაგნიტური ველის კომპონენტების განაწილება

სასრული სხვაობების მეთოდის თანახმად ვახდენთ დროისა და სივრცის დისკრეტიზაციას: XOY სიბრტყეში ხდება სპეციალური ტიპის ბადის არჩევა, რომლის კვანძებში განლაგებულია ველის სხვადასხვა კომპონენტები. ასრთი ბადე ნაჩვენებია სურ.1-ზე. ამ სქემაში დროით და სივრცულ ბიჯებს შორის არსებობს შემდეგი კავშირი $\Delta x = \Delta y = 2c\Delta t$, სადაც c სინათლის სიჩქარეა ვაკუუმში. ასეთი დისკრეტიზაციისას ველების სივრცული და დროითი წარმოებულებისათვის სხვაობითი სქემები ჩაიწერება შემდეგი სახით [2]:

$$\left. \begin{aligned} (i, j) &= (i\Delta x, j\Delta y), n = n\Delta t \\ F^n(i, j) &= F(i\Delta x, j\Delta y, n\Delta t) \\ \frac{\partial F^n(i, j)}{\partial x} &= \frac{F^n\left(i + \frac{1}{2}, j\right) - F^n\left(i - \frac{1}{2}, j\right)}{\Delta x} \\ \frac{\partial F^n(i, j)}{\partial t} &= \frac{F^{n+\frac{1}{2}}(i, j) - F^{n-\frac{1}{2}}(i, j)}{\Delta t} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

(2) სხვაობითი სქემის გათვალისწინებით (1) განტოლებათა სისტემა შემდეგნაირად გადაიწერება:

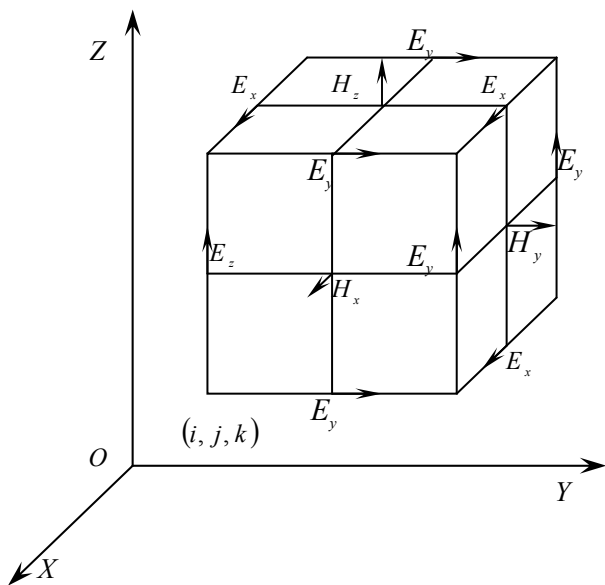
$$\left. \begin{aligned}
 H_x^{n+\frac{1}{2}}\left(i, j+\frac{1}{2}\right) &= H_x^{n-\frac{1}{2}}\left(i, j+\frac{1}{2}\right) + \frac{\Delta t}{\mu} \left(\frac{E_z^n(i, j) - E_z^n(i, j+1)}{\Delta y} \right) \\
 H_y^{n+\frac{1}{2}}\left(i+\frac{1}{2}, j\right) &= H_y^{n-\frac{1}{2}}\left(i+\frac{1}{2}, j\right) + \frac{\Delta t}{\mu} \left(\frac{E_x^n(i+1, j) - E_x^n(i, j)}{\Delta x} \right) \\
 E_z^{n+1}(i, j) &= E_z^n(i, j) + \frac{\Delta t}{\varepsilon} \left\{ \frac{\left(H_y^{n+\frac{1}{2}}\left(i+\frac{1}{2}, j\right) - H_y^{n+\frac{1}{2}}\left(i-\frac{1}{2}, j\right) \right)}{\Delta x} - \right. \\
 &\quad \left. - \frac{\left(H_x^{n+\frac{1}{2}}\left(i, j+\frac{1}{2}\right) - H_x^{n+\frac{1}{2}}\left(i, j-\frac{1}{2}\right) \right)}{\Delta y} \right\}
 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

სასრული სხვაობების მეთოდი დიფრაქციის სამგანზომილებიანი ამოცანებისათვის. სამგანზომილებიანი ამოცანების შემთხვევაში ეს მეთოდი შემდეგში მდგომარეობს: გაბნეული ველის მოსაძებნად ჩაიწერება მაქსველის განტოლებათა სისტემა:

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{\partial H_x}{\partial t} &= \frac{1}{\mu} \left(\frac{\partial E_y}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial y} - \rho' H_x \right), \quad \frac{\partial E_x}{\partial t} = \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{\partial H_z}{\partial y} - \frac{\partial H_y}{\partial z} - \sigma E_x \right) \\
 \frac{\partial H_y}{\partial t} &= \frac{1}{\mu} \left(\frac{\partial E_z}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial z} - \rho' H_y \right), \quad \frac{\partial E_y}{\partial t} = \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{\partial H_x}{\partial z} - \frac{\partial H_z}{\partial x} - \sigma E_y \right) \\
 \frac{\partial H_z}{\partial t} &= \frac{1}{\mu} \left(\frac{\partial E_x}{\partial y} - \frac{\partial E_y}{\partial x} - \rho' H_z \right), \quad \frac{\partial E_z}{\partial t} = \frac{1}{\varepsilon} \left(\frac{\partial H_y}{\partial x} - \frac{\partial H_x}{\partial y} - \sigma E_z \right)
 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

სადაც ρ' და σ გარემოს მაგნიტური და ელექტრული თვისებების მახასიათებელი სიდიდეებია და მათ გარემოს მაგნიტური და ელექტრული გამტარებლობები ეწოდებათ. სასრული სხვაობების მეთოდის თანახმად ვახდენთ დროისა და სივრცის დისკრეტიზაციას:

სივრცეში ხდება სპეციალური ტიპის სამგანზომილებიანი ბადის არჩევა, რომლის კვანძებში განლაგებულია ელექტრული და მაგნიტური ველის სხვადასხვა კომპონენტები. ასეთი ბადე ნახევნებია სურ.2-ზე. ამ სქემაში დროით და სივრცულ ბიჯებს შორის არსებობს შემდეგი კავშირი $\Delta x = \Delta y = \Delta z = c\Delta t$, სადაც c სინათლის სიჩქარეა ვაკუუმში. ასეთი დისკრეტიზაციისას ველების სივრცული და დროითი წარმოებულებისათვის სხვაობითი სქემები ჩაიწერება შემდეგი სახით [2]:



სურ.2. სივრცის დისკრეტიზაცია ველის კომპონენტებისათვის

$$\left. \begin{aligned}
 (i, j, k) &= (i\Delta x, j\Delta y, k\Delta z), n = n\Delta t \\
 F^n(i, j, k) &= F(i\Delta x, j\Delta y, k\Delta z, n\Delta t) \\
 \frac{\partial F^n(i, j, k)}{\partial x} &= \frac{F^n\left(i + \frac{1}{2}, j, k\right) - F^n\left(i - \frac{1}{2}, j, k\right)}{\Delta x} \\
 \frac{\partial F^n(i, j, k)}{\partial t} &= \frac{F^{n+\frac{1}{2}}(i, j, k) - F^{n-\frac{1}{2}}(i, j, k)}{\Delta t}
 \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

(5) სხვაობითი სქემის გათვალისწინებით მაქსველის განტოლებათა სისტემაში შეგვიძლია მივიღოთ ელექტრომაგნიტური ველის ვექტორების კომპონენტებისათვის შესაბამისი გამოსახულებები, რომლებშიც კვანძის მოცემულ წერტილში და დროის მოცემულ მომენტში ველის მნიშვნელობა ჩაიწერება ველის კომპონენტების საშუალებით მიმდებარე კვანძებში და დროის წინა მომენტში. ეს გვაძლევს იმის საშუალებას, რომ ვიპოვოთ ველის მნიშვნელობები დროის მომდევნო მომენტებში წინა მომენტებში ცნობილი კომპონენტების საშუალებით. მაგალითად, ელექტრომაგნიტური ველის H_x მდგენელისათვის ზემოთ მოტანილი სხვაობითი სქემებისა და მაქსველის განტოლებების გამოყენებით მივიღებთ:

$$\begin{aligned}
H_x^{n+1/2}(i, j+1/2, k+1/2) &= \frac{1 - \frac{\rho'(i, j+1/2, k+1/2)\Delta t}{2\mu(i, j+1/2, k+1/2)}}{1 + \frac{\rho'(i, j+1/2, k+1/2)\Delta t}{2\mu(i, j+1/2, k+1/2)}} H_x^{n-1/2}(i, j+1/2, k+1/2) + \\
&+ \frac{\Delta t}{\mu(i, j+1/2, k+1/2)} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\rho'(i, j+1/2, k+1/2)\Delta t}{2\mu(i, j+1/2, k+1/2)}} \times \\
&\times \left[\frac{E_y^n(i, j+1/2, k+1) - E_y^n(i, j+1/2, k)}{\Delta z} + \frac{E_z^n(i, j, k+1/2) - E_z^n(i, j+1, k+1/2)}{\Delta y} \right],
\end{aligned}$$

სოლო და ელექტრომაგნიტური ველის E_z მდგენელებისათვის იგივე სხვაობითი სქემებისა და მაქსველის განტოლებების გამოყენებით მივიღებთ ასევე რეკურენტულ ფორმულას:

$$\begin{aligned}
E_z^{n+1}(i, j, k+1/2) &= \frac{1 - \frac{\sigma(i, j, k+1/2)\Delta t}{2\varepsilon(i, j, k+1/2)}}{1 + \frac{\sigma(i, j, k+1/2)\Delta t}{2\varepsilon(i, j, k+1/2)}} E_z^n(i, j, k+1/2) + \\
&+ \frac{\Delta t}{\varepsilon(i, j, k+1/2)} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\sigma(i, j, k+1/2)\Delta t}{2\varepsilon(i, j, k+1/2)}} \times \\
&\times \left[\frac{H_y^{n+1/2}(i+1/2, j, k+1/2) - H_y^{n+1/2}(i-1/2, j, k+1/2)}{\Delta x} + \right. \\
&\left. + \frac{H_x^{n+1/2}(i, j-1/2, k+1/2) - H_x^{n+1/2}(i, j+1/2, k+1/2)}{\Delta y} \right]
\end{aligned}$$

ზემოთ მოცემული სქემის შესაბამისად ჩაიწერება ელექტრული და მაგნიტური ველების დაძაბულობების გამოსახულებები სხვა მდგენელებისათვისაც. ამ ფორმულებში მოცემული $\sigma, \rho', \varepsilon, \mu$ სიდიდეების შესაბამისი შერჩევა იძლევა საშუალებას სასრული სხვაობების მეთოდში გამოყენებული ბადის კვანძებში ჩაისვას სხვადასხვა ტიპის და ნივთიერების გამბნევეები.

იდეალურად შეთანხმებული ფენები სასრული სხვაობების მეთოდში. როგორც ცნობილია, სასრული სხვაობების მეთოდის გამოყენებისას, მანქანური რესურსების შეზღუდულობის გამო, ელექტრომაგნიტური ველის გავრცელების პროცესის მოდელირება ხდება სასრულ არეში. ამასთან რაც მცირეა მოდელირების არე მით უფრო მეტია შესაბამისი კომპიუტერული გამოთვლების ჩატარების

სისწრაფე. დაკვირვების არის შეზღუდულობის გამო და გარდამავალი პროცესების სრული ანალიზისათვის აუცილებელია ისეთი იდეალურად შეთანხმებული ფენების სერჩევა, რომელიც მთლიანად გაატარებს მასზე დაცემულ ელექტრომაგნიტურ ტალღას, რათა არის კიდებიდან არეკვლილმა ტალღამ მნიშვნელოვნად არ იმოქმედოს გამოთვლებით მიღებულ შედეგებზე [3].

სასრული სხვაობების მეთოდის სწრაფი და ეფექტური მუშაობისათვის დაკვირვების არე იდეალურად შეთანხმებულ ფენებთან ერთად მოდელირებულია როგორც ერთიანი ელექტრული და მაგნიტური გამტარებლობის მქონე გარემო. სეთ გარემოში მაქსველის განტოლებათა სისტემა დაშლილია თორმეტ განტოლებად შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned}
 \varepsilon \varepsilon_0 \frac{\partial E_{xy}}{\partial t} + \sigma_y E_{xy} &= \frac{\partial H_z}{\partial y} & \varepsilon \varepsilon_0 \frac{\partial E_{xz}}{\partial t} + \sigma_z E_{xz} &= -\frac{\partial H_y}{\partial z} \\
 \varepsilon \varepsilon_0 \frac{\partial E_{yz}}{\partial t} + \sigma_z E_{yz} &= \frac{\partial H_x}{\partial z} & \varepsilon \varepsilon_0 \frac{\partial E_{yx}}{\partial t} + \sigma_x E_{yx} &= -\frac{\partial H_z}{\partial x} \\
 \varepsilon \varepsilon_0 \frac{\partial E_{zx}}{\partial t} + \sigma_x E_{zx} &= \frac{\partial H_y}{\partial x} & \varepsilon \varepsilon_0 \frac{\partial E_{zy}}{\partial t} + \sigma_y E_{zy} &= -\frac{\partial H_x}{\partial x} \\
 \\
 \mu \mu_0 \frac{\partial H_{xz}}{\partial t} + \sigma_z^* H_{xz} &= \frac{\partial E_y}{\partial z} & \mu \mu_0 \frac{\partial H_{xy}}{\partial t} + \sigma_y^* H_{xy} &= -\frac{\partial E_z}{\partial y} \\
 \mu \mu_0 \frac{\partial H_{yx}}{\partial t} + \sigma_x^* H_{yx} &= \frac{\partial E_z}{\partial x} & \mu \mu_0 \frac{\partial H_{yz}}{\partial t} + \sigma_z^* H_{yz} &= -\frac{\partial E_x}{\partial z} \\
 \mu \mu_0 \frac{\partial H_{zy}}{\partial t} + \sigma_y^* H_{zy} &= \frac{\partial E_x}{\partial y} & \mu \mu_0 \frac{\partial H_{zx}}{\partial t} + \sigma_x^* H_{zx} &= -\frac{\partial E_y}{\partial x}
 \end{aligned}$$

სადაც σ და σ^* გარემოს ელექტრული და მაგნიტური გამტარებლობებია შესაბამისად; ε და μ გარემოს დიელექტრული და მაგნიტური შეღწევადობებია; ε_0 და μ_0 ელექტრული და მაგნიტური მუდმივებია; იდეალურად შეთანხმებული ფენებისათვის შეთანხმების პირობა ჩაიწერება, როგორც $\frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{\sigma^*}{\mu_0}$. ელექტრული და მაგნიტური ველის მდგენელები გამოითვლება შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned}
 E_x &= E_{xy} + E_{xz}, & E_y &= E_{yx} + E_{yz}, & E_z &= E_{zx} + E_{zy}, \\
 H_x &= H_{xy} + H_{xz}, & H_y &= H_{yx} + H_{yz}, & H_z &= H_{zx} + H_{zy}.
 \end{aligned}$$

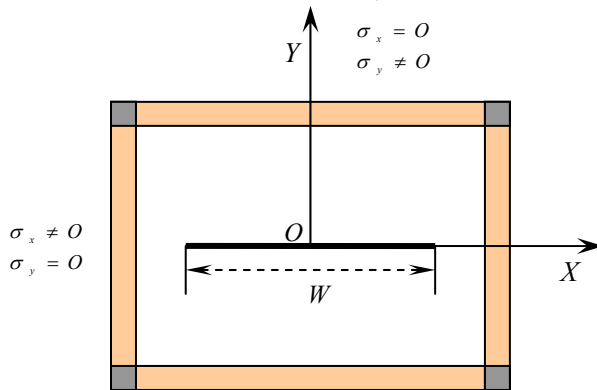
ველის თითოეული მდგენელისათვის მიიღება რეკურენტული ფორმულა, მაგალითად, მაგნიტური ველის x მდგენელი, რომელიც კუბის წახნაგის ნორმალურია და მოთავსებულია $i, j + \frac{1}{2}, k + \frac{1}{2}$ წერტილში (სურ.2.) ყოველ დროის $n + \frac{1}{2}$ დროის მომენტისათვის მიიღება შემდეგი გამოსახულება

$$H_{xy}^{n+1/2}(i, j + 1/2, k + 1/2) = \frac{1 - \frac{\sigma^*(i, j + 1/2, k + 1/2)\Delta t}{2\mu\mu_0}}{1 + \frac{\sigma^*(i, j + 1/2, k + 1/2)\Delta t}{2\mu\mu_0}} H_{xy}^{n-1/2}(i, j + 1/2, k + 1/2) - \frac{\Delta t}{\mu\mu_0} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\sigma^*(i, j + 1/2, k + 1/2)\Delta t}{2\mu\mu_0}} \times \left[\frac{E_z^n(i, j, k + 1/2) - E_z^n(i, j + 1, k + 1/2)}{\Delta y} \right]$$

ანალოგიურად ჩაიწერება ელექტრული და მაგნიტური ველების სხვა კომპონენტებიც.

ამ ალგორითმის ტესტირებისათვის შევისწავლოთ ორგანზომილებიან ძოლზე H პოლარიზირებული ბრტყელი გაუსის იმპულსის გაბნევის ამოცანა (სურ.3.). დაცემულ იმპულსს აქვს შემდეგი სახე:

$H_z(t) = \exp(-\alpha^2(y - ct - ct_0)^2)$, სადაც $\alpha = \frac{3.2}{ct_0}$, $ct_0 = 1.0$ მ. ზოლის სიგანე კი $W = 1.0$ მ.



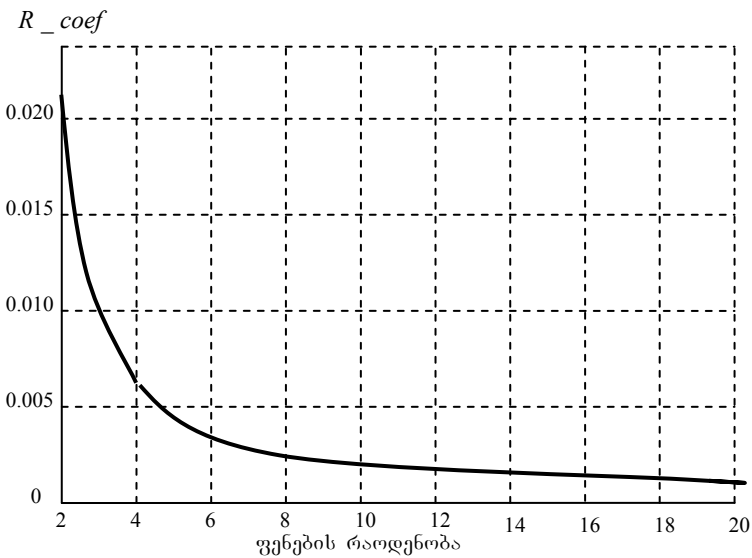
სურ.3. ამოცანის გეომეტრია

დაკვირვების არის იმ წერტილებში: სადაც მოთავსებულია ზოლი, ვწერთ: $\sigma_x = \infty, \sigma_y = \infty$, სხვა წერტილებში, გარდა იდეალურად

შეთანხმებული ფენებისა, კი $\sigma_x = 0, \sigma_y = 0$. იდეალურად შეთანხმებულ ფენებში კი ელექტრული და მაგნიტური გამტარებლობები შერჩეულია შემდეგნაირად:

$$\sigma_i(d) = \sigma_{i \max} \left(\frac{d}{D} \right)^2,$$

სადაც i – არის იდეალურად შეთანხმებული ფენის ნომერი, d – არის იდეალურად შეთანხმებულ ფენაში შესვლის მანძილი, D – კი იდეალურად შეთანხმებული ფენის სრული სისქვა. $\sigma_{i \max}$ გამოითვლება $R = \exp\left(-2\sigma_{i \max} D \sqrt{\frac{\mu\mu_0}{\varepsilon\varepsilon_0}}\right)$ პირობიდან. აქ R არეკვლის კოეფიციენტია ყოველი ფენიდან.



სურ.4. არეკვლის კოეფიციენტის დამოკიდებულება იდეალურად შეთანხმებული ფენების რაოდენობაზე

სურათ 4–ზე ნაჩვენებია $y = 0, x = W / 2$ წერტილში არეკვლის კოეფიციენტის $R_coef = \frac{\max(|E_x^{cal}(t) - E_x^{ex}(t)|)}{\max(E_x^{ex}(t))}$ სიდიდის დამოკიდებულება იდეალურად შეთანხმებული ფენების რიცხვზე, სადაც

$E_x^{cal}(t)$ არის გამოთვლილი ველის მნიშვნელობა, ხოლო $E_x^{ex}(t)$ ველის ზუსტი მნიშვნელობა მოცემულ წერტილში. როგორც ვხედავთ ფუნქციის რაოდენობის გაზრდისას გამოთვლილი შედეგები მიისწრაფვიან ველის ზუსტი მნიშვნელობისაკენ. გრაფიკი გვიჩვენებს, რომ რამოდენიმე იდეალურად შეთანხმებული ფენაც კი საკმარისია საკმაოდ კარგი შედეგის მისაღწევად, მაგალითად როცა $n = 10$ შემთხვევაში $R_coef = 0.002\%$, რაც გვიჩვენებს, რომ ამ შემთხვევაში პრაქტიკულად ადგილი არა აქვს იდეალურად შეთანხმებული ფენიდან არეკვლას, ანუ პრაქტიკული გამოთვლებისათვის 10 ფენაც კი საკმარისია სასურველი შედეგის მისაღწევად.

ლიტერატურა:

1. **R. Jobava, D. Karkashadze, D. Pomerence, Ph. Shubitidze, M. Aidam, G. Bit-Babik.** Computer Simulation of ESD. 12th International Zurich Symposium & Technical Exhibition on: Electromagnetic Compatibility. Zurich, February 18-20, 1997, pp. 109-114.
2. **J. Mix, G. Haussman, K. Thomas, C. Research.** EMS/EMI Desing and Analysis Using FDTD. IEEE RMS Symposium Record, vol. 1. Pp.188-192, Aug. 1998.
3. **J. P. Berenger.** A PML for The Absarpton of EM Waves. J. Comp. Phis. Vol. 144. Pp. 185-200, Aug. 1994.

ROIN BERIA

PML OF COMPUTER MODELING FINITE DIFFERENCES METODS

The peper layers are perfectly coordinated of computer modeling Finite differences method. The numerical methods dessorbed in the peper: are as follows: Finite Difference on Time domain (FDTD) for 2D and 3D Diffraction problems; the Metod of Auxiliary Sources (MAS). The Methods of Moments (MoM); It was shown that these methods allow to solve the wide class of electrodyamics problems; The dependence of reflection coefficient of PML (perfectly matched layer) on the number of PML was investigated.

როინ ბერია

**ელემენტარული ნაწილაკები და მათი
კლასიფიკაცია**

შეუძლებელია მოინახოს საბუნებისმეტყველო მეცნიერების სხვა დარგი, რომელმაც უფრო მეტი გავლენა იქონია კაცობრიობის პროგრესზე, ვიდრე ფიზიკის აღმოჩენებმა. კერძოდ ატომური და ბირთვული ფიზიკის მიღწევებმა ძირითადად განაპირობა კაცობრიობის განვითარების თანამედროვე დონე. ატომური და ბირთვული ფიზიკის მთავარ ამოცანას კი ელემენტარული ნაწილაკების აღმოჩენა, მათი სტრუქტურის დადგენა, ატომსა და ბირთვში მიმდინარე პროცესებზე დაკვირვება და მათი კანონზომიერებების დადგენა წარმოადგენს.

ელემენტარული ნაწილაკების შესწავლა განუწყვეტლივ ამდიდრებს ჩვენს წარმოდგენას მატერიის თვისებებზე. სწორედ ატომური და ბირთვული ფიზიკის მიღწევებთანაა დაკავშირებული XX–XXI საუკუნეების სამეცნიერო–ტექნიკური პროგრესი.

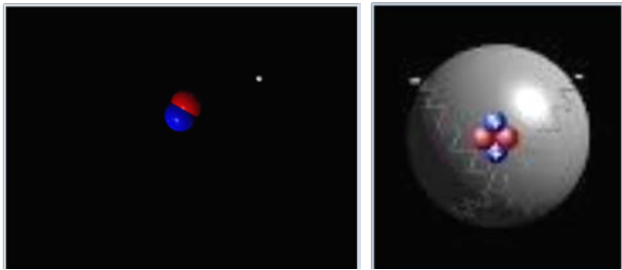
წარმოდგენა ელემენტარულ ნაწილაკებზე ეფუძნება ნივთიერების დისკრეტულობის ფაქტს, რომლის თანახმად ნივთიერება არსებობს როგორც მატერიის ასევე ენერგიის სახით, ამასთან ენერგია და ნივთიერება ერთი და იგივეა და კავშირი მათ შორის გამოისახება აინშტაინის ცნობილი ფორმულით

$$E = mc^2 \tag{1}$$

ზოგიერთ ნაწილაკს რთული შიდა სტრუქტურა გააჩნია, მიუხედავად ამისა მათი ნაწილებად გამოყოფა შეუძლებელია. სხვა ნაწილაკებს არ გააჩნიათ შიდა სტრუქტურა, ამიტომ მათ ფუნდამენტურ ნაწილაკებს უწოდებენ.

ელემენტარული ნაწილაკების სტანდარტული მოდელი არ არსებობს, ის დროებითი თეორიაა და კვლევებთან ერთად იცვლება. შეიძლება არსებობდენ ელემენტარული ნაწილაკები, რომლებსაც სტანდარტული მოდელი არ მიუდგება, მაგალითად გრავიტონი ან არსებული ნაწილაკების სუპერსიმეტრიული პარტნიორი ნაწილაკები. სწორედ ელემენტარული ნაწილაკებისაგან შედგება სხვადასხვა ნივთიერებების ატომები ბირთვები და მათი რაოდენობა ნივთიერებაში განსაზღვრავს მოცემული ნივთიერების თვისებებს. მაგალითად სურ.1-ზე წარმოდგენილია წყალბადის ატომი, რომელიც

შედგება სამი ძირითადი ელემენტარული ნაწილაკისაგან: ცენტრში განთავსებულია პროტონი $+p$ და ნეიტრონი n , ხოლო მათ გარშემო მოძრაობს ელექტრონი $-e$. (წყალბადი – ქიმიური ელემენტი ატომური რიცხვით 1 და ატომური მასით 1,00794. მისი ქიმიური სიმბოლოა H . ბუნებრივი წყალბადი შედგება ორი სტაბილური ნუკლიდისგან მასური რიცხვით 1,007825 (99,985% შენაერთში) მასური რიცხვით 2,0140 (0,015% შენაერთში). მის გარდა წყალბადის შემადგენლობაში ბუნებრივ მდგომარეობაში შედის რადიოაქტიური ნუკლიდის – ტრიტიუმის მცირედი რაოდენობა. წყალბადს მიაკუთვნებენ ელემენტა, როგორც პირველ ჯგუფს (ტუტე ლითონები), ასევე მეშვიდე ჯგუფს (ჰალოგენებს)). **ჰელიუმის** შემთხვევაში კი გვაქვს: ცენტრში განთავსებულია ორი პროტონი $+2p$ და ორი ნეიტრონი $2n$, ხოლო მათ გარშემო მოძრაობს ორი ელექტრონი $-2e$. ატომის ფიზიკურ თვისებებს (ატომის მასას) განსაზღვრავს პროტონებისა და ნეიტრონების რაოდენობა.



სურ.1. წყალბადის და ჰელიუმის ატომი

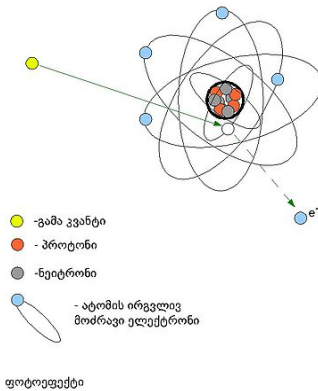
განვიხილოთ ელემენტარული ნაწილაკები და მათი ძირითადი თვისებები ცალცალკე:

ელექტრონი – ელემენტარული ნაწილაკია, რომელიც აღმოაჩინა 1897 წელს ინგლისელმა მეცნიერმა ჯ.ჯ. ტომსონმა. ის ატარებდა ცდებს რომ შეესწავლა ელექტრული განმუხტვა აირებში, თერმოელექტრონული ემისია და ფოტოეფექტი (სურ.2). ამ ცდების საფუძველზე მან დაადგინა, რომ ყველა შემთხვევაში ნებისმიერი ქიმიური ელემენტის ატომებიდან ამოიგლიჯება სრულიად ერთნაირი უარყოფითი ნაწილაკი, რომელსაც მოგვიანებით ელექტრონი უწოდეს. ელექტრონის მუხტი პირველად 1909 წელს გაზომა ამერიკელმა ფიზიკოსმა რობერტ მილიკენმა და ის აღმოჩნდა ელექტრონის დროს მიღებული ელემენტარული ელექტრული მუხტის ტოლი:

$$q = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ კ.} \tag{1}$$

ელექტრონი სტაბილური ნაწილაკია და ატომის გარეთ მოხვედრისას არ გარდაიქმნება გამოსხივებად. ელექტრონის მასა მიახლოებით 2000-ჯერ ნაკლებია ყველაზე მსუბუქი ელემენტის – წყალბადის ატომის მასაზე და ტოლია:

$$m = 9,10938215(45) \cdot 10^{-31} \text{კგ.} \quad (2)$$



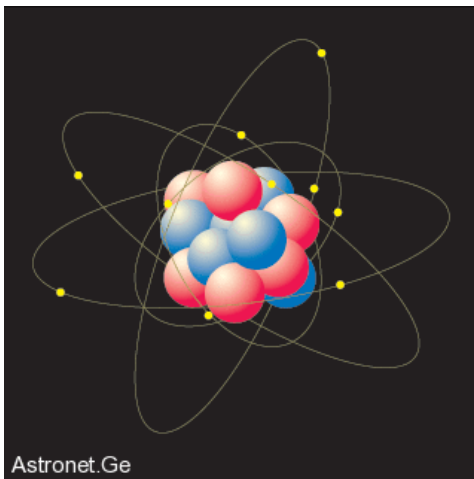
სურ.2. ფოტოეფექტი

ელექტრონი ნივთიერების შემადგენელი ერთ-ერთი მთავარი შემადგენელი სტრუქტურული ერთეულია. ყველა ატომის გარსი შედგება ე.წ. „ელექტრონული ღრუბლისგან“. ატომი ნეიტრალურია თუ მასში ელექტრონების რაოდენობა ემთხვევა პროტონების რაოდენობას, ხოლო თუ ელექტრონების რაოდენობა მეტია ან ნაკლებია პროტონების რაოდენობაზე მაშინ ატომი იონიზირებულია. ატომის გარსში ელექტრონების რაოდენობა და მდებარეობა განსაზღვრავს ნივთიერების ყველა ქიმიურ თვისებას. თავისუფალი ანუ გარე შრეზე მყოფი ელექტრონების მოძრაობა განაპირობებს ისეთ მოვლენას, როგორცაა ელექტრული დენი გამტარებში.

თანამედროვე წარმოდგენებით ელექტრონი განუყოფელია. მას სტრუქტურა არ გააჩნია (ყოველ შემთხვევაში 10^{-19} მ. მანძილებამდე). ის მონაწილეობს სუსტ, ელექტრომაგნიტურ და გრავიტაციულ ურთიერთქმედებაში. ელექტრონი ლეპტონების ჯგუფს მიეკუთვნება და თავის ანტინაწილაკთან ერთად არის ყველაზე მსუბუქი დამუხტულ ლეპტონთა შორის.

რადიოაქტიური დაშლის დროს გამოსხივდება ელექტრონები, რომელთაც β ნაწილაკებს ან β სხივებს უწოდებენ. ელექტრონების

ნივთიერებიდან გამოსვლა ასევე ხდება თერმოელექტრონული და ფოტოელექტრონული ემისიის დროს. უფრო მაღალი ენერგიების ელექტრონების მიღება ხდება ატომურ ამაჩქარებლებში. სწრაფად მოძრავი ელექტრონების დამუხრუჭებისას ზედმეტი ენერგია რენტგენის სხივების სახით გამოსხივდება.



სურ.3. ატომში პროტონების, ნეიტრონებისა და ელექტრონების განლაგება

ლეპტონები – ფუნდამენტური ნაწილაკებია $1/2$ სპინით, რომლებიც არ მონაწილეობენ ძლიერ ურთიერთქმედებაში. ელემენტარული ნაწილაკების გარკვეული ჯგუფის სახელად „ლეპტონი“ შემოთავაზებულ იქნა ლ. როზენფელდის მიერ 1948 წელს და მიანიშნებდა იმაზე, რომ იმ დროისათვის ცნობილი ყველა ლეპტონი მნიშვნელოვნად მსუბუქი იყო ბარიონების ჯგუფში შემაჯავალ ელემენტარულ ნაწილაკებზე. ბერძნულ ენაზე ლეპტონი მსუბუქს ნიშნავს და ეს სახელი იმ დროისათვის გამართლებული იყო, მაგრამ 1977 წელს აღმოჩენილ იქნა ე.წ. τ -ლეპტონი, რომელიც ორჯერ მძიმეა ყველაზე მსუბუქ ბარიონებზე, პროტონზე და ნეიტრონზე. ამრიგად ეს სახელი თანამედროვე ეტაპზე არაა გამართლებული მაგრამ მაინც შერჩა სახელად ელემენტარული ნაწილაკების ამ ჯგუფს. ამჟამად ცნობილია ლეპტონებისა და შესაბამისი ანტინაწილაკების სამი თაობა:

1. ელექტრონი და ელექტრონული ნეიტრინო;
2. მიუონი და მიუონური ნეიტრინო;
3. τ -ლეპტონი და τ -ნეიტრინო.

ყველა მათგანს გააჩნია ნულზე მეტი მასა, თუმცა ნეიტრინოს მასა გაცილებით ნაკლებია სხვა ყველა ელემენტარული ნაწილაკების მასაზე. ლეპტონთა ყველა თაობაში შედის უარყოფითად დადებითი ლეპტონი და დადებითი ანტილეპტონი, ნეიტრალური ნეიტრინო და ანტინეიტრინო. ზოგადად ლეპტონები ფერმიონები არიან, ანუ მათი სპინი არ არის მთელი რიცხვი და ლეპულობს

$$s = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \dots \quad (3)$$

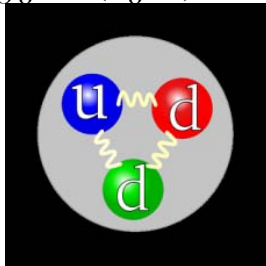
მნიშვნელობებს. ლეპტონები ოთხივე ურთიერთქმედებაში (გრავიტაციული, ელექტრომაგნიტური, სუსტი და ძლიერი) მონაწილე კვარკებთან ერთად ფუნდამენტური ნაწილაკების კლასს წარმოადგენენ. ეს არის ელემენტარული ნაწილაკები, რომლებისგანაც შედგება ნივთიერება და დღევანდელი ცნობებით არავითარი შინაგანი სტრუქტურა არ გააჩნიათ. მიუხედავად იმისა, რომ ექსპერიმენტულად არ მტკიცდება ამ ნაწილაკების რთული სტრუქტურის არსებობა, მაინც იქმნება ფიზიკური თეორიები სადაც ლეპტონები და კვარკები უფრო ელემენტარული ნაწილაკებისაგან, პრონებისაგან შედგებიან.

ნეიტრონი – 1935 წელს ნობელის პრემიით ფიზიკის დარგში დააჯილდოვეს ჯ. ჩედვიკი, რომელმაც პრემია ელემენტარული ნაწილაკის ნეიტრონის აღმოჩენისთვის მიიღო. ნეიტრონს ელექტრონული მუხტი არ გააჩნია, ამიტომ ის ბარიონების კლასს მიეკუთვნება, მისი მასა 1,674927211(84).10-27კგ-ია, რაც დაახლოებით 0,14%-ით მეტია პროტონის მასაზე. მისი სპინი

$$s = \frac{1}{2}, \quad (4)$$

ამიტომ ნეიტრონი ფერმიონია. მისი სიცოცხლის ხანგრძლივობა ატომს გარეთ დაახლოებით 14 წუთია. მიუხედავად ნულოვანი მუხტისა, მას ვერ ვუწოდებთ ნეიტრალურ ნაწილაკს, რადგან მას გააჩნია ანტინაწილაკი, ანტინეიტრონი.

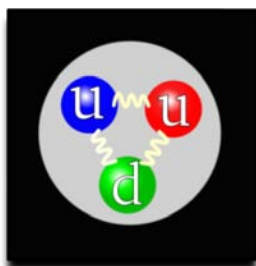
ნეიტრონი წარმოადგენს სამი კვარკის დაკავშირებულ *udd* მდგომარეობას: ნეიტრონი (*u*) „ზედა“ და ორი (*d*) „ქვედა“ კვარკის დაკავშირებული სტრუქტურაა (სურ.4).



სურ.4. ნეიტრონის *udd* კვარკული სტრუქტურა

ატომის შიგნით პროტონი სტაბილურ მდგომარეობაშია. მისი მასა მცირედ მაგრამ მაინც მეტია პროტონის მასაზე და შესაძლებელია მისი დაშლა სხვა ნაწილაკებად. დაშლის ერთადერთი გზა, რომელიც სრულ თანხმობაშია ენერჯის და მუხტის შენახვის კანონთან არის ნეიტრონის B-დაშლა პროტონად, ელექტრონად და ელექტრონულ ანტინეიტრინოდ (შესაძლებელია γ -კვანტის გამოსხივებაც). ნეიტრონს და პროტონს შორის მასათა სხვაობა 1,3 მეგა- (1ელექტრონ-ვოლტი= $1.6 \cdot 10^{-19}$ ჯოული, რაც ძალიან უმნიშვნელო სიდიდეა), ამიტომ ატომის ბირთვში მყოფ ნეიტრონს შეუძლია იყოს უფრო ღრმა პოტენციალურ ორბიტაში, ვიდრე პროტონს, ამის გამო ბირთვში მყოფი ნეიტრონი სტაბილურია.

პროტონი – არის დადებითი ერთეულოვანი ($1.6 \cdot 10^{-19}$ კულონი) მუხტის მქონე ელემენტარული ნაწილაკი, რომელიც 1914 წელს აღმოაჩინა ე. რეზერფორდმა. მისი სახელწოდება პირველს, პირველადს (ბერძნული *prōtos* – პირველი) ნიშნავს.



სურ.5. პროტონის *uud* კვარკული სტრუქტურა

პროტონები ნეიტრონებთან ერთად ყველა ატომის ბირთვის შემადგენელი ნაწილია. ის სტაბილური ნაწილაკია და წარმოადგენს წყალბადის ატომის ბირთვს H^+ და შედგება სამი ფუნდამენტური ნაწილაკისაგან, კვარკისგან. მისი კვარკული სტრუქტურაა *duu* (სურ.5). პროტონის სპინი

$$s = \frac{1}{2}, \tag{5}$$

ანუ პროტონი ფერმიონს წარმოადგენს.

მენდელეევის პერიოდულ სისტემაში ატომის რიგითი ნომერი მთლიანად დამოკიდებულია ატომის ბირთვის მუხტზე, რომელიც თავის მხრივ ბირთვში პროტონების რაოდენობის ტოლია. პროტო-

ნები მონაწილეობენ თერმობირთვულ რეაქციაში, რაც ვარსკვლავების მიერ გენერირებული ენერგიის წყაროა.

პროტონს გააჩნია ანტინაწილაკი – ანტიპროტონი, რომელსაც აქვს უარყოფითი ერთეულოვანი მუხტი და ბარიონული რიცხვი. პროტონთან ანტიპროტონის შეჯახებისას ხდება მათი ანიჰილაცია. ანტიპროტონი ასევე ანიჰილირებს ნეიტრონთანაც. ანიჰილაცია – ნაწილაკებისა და ანტინაწილაკების ერთმანეთთან შეჯახების შემდეგ სხვა განსხვავებულ ნაწილაკებად გარდაქმნის რეაქციაა. მაგალითად, ელექტრონისა და პოზიტრონის ანიჰილაციის დროს გამოისხივდება სამი ფოტონი, უფრო მაღალ ენერგიებზე შესაძლებელია მეტი რაოდენობის ფოტონებად გადაქცევა, ხოლო ასეულობით მეტი ენერგიაზე ეს ნაწილაკები გადაიქცევიან ჰიდრონებად.

1კგ. მატერიისა და ამდენივე ანტინაწილაკის ანიჰილაციის დროს გამოსხივდება 1,8.10¹⁷ჯოული ენერგია, რაც 47 მეგატონა (47·10⁹კგ) ტროტილური ეკვივალენტის ტოლია. ანიჰილაციის დროს ენერგიის 50% ნეიტრინოების სახით გამოსხივდება.

ნეიტრინო – სტაბილური ნეიტრალური ლეპტონია $s = \frac{1}{2}$ სპინით. დაბალი ენერგიის ნეიტრინო ძალიან სუსტად ურთიერთქმედებს ნივთიერებასთან, ამიტომ მისთვის დედამიწაზე გაცილებით დიდი ზომის პლანეტების წიაღში გავლა პრობლემას არ წარმოადგენს. მაგალითად, 3–10მევი ენერგიის მქონე ნეიტრინოს წყალში თავისუფალი გარბენის სიგრძეა 100 სინათლის წელიწადი (1 სინათლის წელიწადი დაახლოებით 9467,28 მილიარდი კილომეტრის ტოლია). ცნობილია, რომ ყოველ წამში დედამიწის ყოველ 1სმ² ფართობზე მზიდან მომავალი დაახლოებით 10¹¹ რაოდენობის ნეიტრინო გადის.

ბარიონები – ელემენტარულ ნაწილაკთა ოჯახია, ისინი ძლიერ ურთიერთქმედებაში მონაწილე ფერმიონებია, მათი კვარკული სტრუქტურა სამი კვარკისგან შედგება, თუმცა ჯერჯერობით დაუმტკიცებელი ვარაუდით შესაძლებელია ხუთი და მეტი კვარკისგან შემდგარი ბარიონების – პენტაკვარკების არსებობა. ბარიონები ორკვარკიანი კვარკული სტრუქტურის მეზონებთან ერთად ქმნიან ელემენტარულ ნაწილაკთა ჯგუფს, რომლებიც ძლიერ ურთიერთქმედებაში მონაწილეობენ და წარმოადგენენ ჰიდრონებს. ჰიდრონები მათი შიდა სტრუქტურის არსებობის გამო არ წარმოადგენენ „ჭეშმარიტად“ ელემენტარულ ნაწილაკებს. ბარიონულია ჩვენთვის ცნობილი “ნორმალური“ ნივთიერება, მატერია, რომელიც პროტონების, ნეიტრონებისა და ელექტრონებისგან შედგება. არსებობს ბარიონული ანტიმატერიაც. ყველაზე მძიმე ბარიონი, ω-ჰიპერონი 1,8-ჯერ მძიმეა პროტონზე. ბარიონული მატერიის უდიდესი ნაწილი

99.9% (ძირითადად ვარსკვლავების ხარჯზე) პლაზმურ მდგომარეობაში იმყოფება.

სპინი – სპინის კონცეფცია ფიზიკაში 1925 წელს სამოელ გაუდსმიტმა და ჯორჯ იუჯინ ულენბეკმა შემოიტანეს, თუმცა ჯერ კიდევ 1924 წელს ვოლფგან პაულიმ ტუტე ლითონებში სავალენტო ელექტრონის მოძრაობის აღსაწერად კვანტური მექანიკის მათემატიკურ აპარატში ახალი ორმდგენელიანი თავისუფლების ხარისხი შემოიღო.

თავდაპირველად, სპექტროსკოპული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე, ელექტრონი სწრაფად მბრუნავ ბზრიალასთან გააიგივეს, რამაც, ცხადია, გადაულახავი წინააღმდეგობები წარმოქმნა, ვინაიდან სპინის აღწერა კლასიკური მექანიკით შეუძლებელია. 1927 წელს ვოლფგან პაულიმ სპინური ცვლადი შრედინგერის განტოლებაში შეიტანა. ასეთი სახით განახლებულ შრედინგერის განტოლებას პაულის განტოლება ეწოდება. ელექტრონის ტალღურ ფუნქციას სპინური ნაწილი გაუჩნდა, რომელიც აღიწერება სპინორით, ანუ აბსტრაქტული სპინური სივრცის „ვექტორით“.

1928 წელს სპინის რელატივისტური თეორია პოლ დირაკმა შექმნა. დირაკის განტოლებიდან, რომელშიც უკვე ოთხმდგენელიანი ბისპინორებია შემოდებული, უშუალოდ გამომდინარეობს სპინის არსებობა. ელექტრონის სპინის გათვალისწინებით ვოლფგან პაულიმ ჩამოაყალიბა პრინციპი, რომლის თანახმად ერთსა და იმავე კვანტურ მდგომარეობაში არ შეიძლება ორი ელექტრონი იმყოფებოდეს და მას პაულის პრინციპი უწოდეს. ის ფაქტი, რომ ელექტრონის სპინი $s = \frac{1}{2}$ ია, საფუძველად დაედო უმნიშვნელოვანესი ფიზიკური მოვლენების ახსნას. გასაგები გახდა ატომური სპექტრების ფაქიზი სტრუქტურის არსებობის მიზეზი. აიხსნა მაგნიტურ ველში სპექტრალური ხაზების გახლეჩის მოვლენა (პიტერ ზეემანის ეფექტი). გაირკვა, თუ რა წესით ივსება მრავალელექტრონიანი ატომების ელექტრონული გარსები და შესაბამისად, ნათელი მოეფინა ელემენტთა პერიოდული სისტემის კანონზომიერებებს. აიხსნა ფერომაგნეტიზმის მოვლენა. პროტონის სპინის არსებობის ჰიპოტეზის შესამოწმებლად ჩატარებულ ექსპერიმენტში ატომთა ენერგეტიკული დონეების ზეფაქიზი სტრუქტურა აღმოაჩინეს.

სპინი ელემენტარული ნაწილაკის საკუთარი იმპულსის მომენტია (ინგლისური spin-ტრიალი). ჩვეულებრივ ნაწილაკს შეიძლება გააჩნდეს ორი სახის იმპულსის მომენტი: 1) ორბიტალური მომენტი; 2) საკუთარი მომენტი ანუ სპინი. მას კვანტური ბუნება გააჩნია და არ ახასიათებს ნაწილაკის, როგორც ერთი მთლიანი წერტილის გადაადგილებას სივრცეში. ეს არის შინაგანი, კვანტუ-

რი მახასიათებელი, რომელიც, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ვერ აიხსნება კლასიკური რელატივისტური მექანიკით. სპინის მნიშვნელობა შეიძლება იყოს როგორც მთელი რიცხვი (ბოზონები $s = 0, 1, 2, \dots$), ასევე წილადი (ფერმიონები $s = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \dots$). ბოზონები არიან ურთიერთქმედების გადამტანი ნაწილაკები (ფოტონი, გრავიტონი, გლიუონი,...), ხოლო ფერმიონები მატერიის საშენი მასალა (პროტონი, ნეიტრონი, ელექტრონი...), რისგანაცაა „აწყობილი“ ჩვეულებრივი მატერია.

ფოტონი – ელემენტარული ნაწილაკი, ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედების კვანტი (უღუფა) და სინათლისა და ყველა სხვა სახის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების საბაზისო ერთეული. ფოტონი ასევე არის “ძალის გადამტანი“ ელექტრომაგნიტური ძალისათვის. ამ ძალის მოქმედება ადვილად დაიშინდება, როგორც მიკროსკოპულ, ასევე მაკროსკოპულ დონეზე.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ XX საუკუნის დასაწყისში აღმოჩენილი მოვლენები იმაზე მეტყველებდნენ, რომ ატომის შიგნით მიმდინარე პროცესების აღწერა კლასიკური მექანიკითა და კლასიკური ელექტროდინამიკით შეუძლებელია. კლასიკური ფიზიკა ასევე ვერ აღწერს ადეკვატურად სინათლისა და ნივთიერების ურთიერთქმედებას. აღნიშნული პრობლემების გადაჭრის მცდელობას ფიზიკის განვითარებაში უზარმაზარი წინ გადადგმული ნაბიჯი მოჰყვა, რაც კვანტური მექანიკის შექმნით დაგვირგვინდა.

პირველად კვანტური წარმოდგენები ფიზიკაში 1900 წელს მაქს პლანკის მიერ იქნა შემოღებული. კლასიკურ ელექტროდინამიკაზე და სტატისტიკურ ფიზიკაზე აგებული თეორია ალოგიკურ შედეგებს იძლეოდა სითბური გამოსხივების საკითხების შედეგების ინტერპრეტაციის დროს. კერძოდ, თერმოდინამიკური წონასწორობა გამოსხივებასა და ნივთიერებას შორის შეუძლებელია, რადგან მთელი ენერგია გამოსხივებაში უნდა გარდაიქმნას.

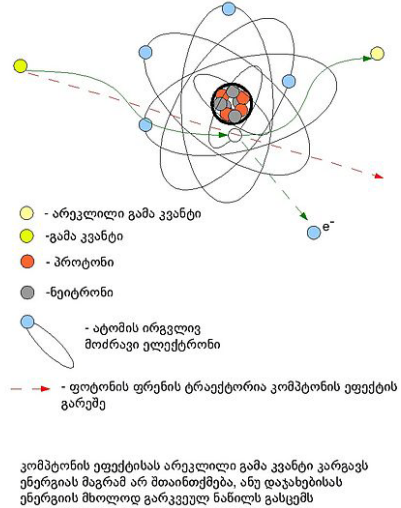
პრობლემის გადასაჭრელად პლანკმა დაუშვა, რომ სინათლე უწყვეტედ კი არ გამოსხივდება, როგორც ამას კლასიკური ფიზიკა გულისხმობა, არამედ ის გამოსხივდება დისკრეტული პორციებით – კვანტებით და ასეთი კვანტის ენერგია სიხშირის პროპორციულია:

$$\varepsilon = h\nu, \tag{6}$$

სადაც $h = \frac{h}{2\pi} = 1.054\ 571\ 628(53) \cdot 10^{-34}$ ჯ.წმ პლანკის მუდმივაა, ხოლო $h = 6.626\ 068\ 96(33) \cdot 10^{-34}$ ჯ.წმ.

ექსპერიმენტმა ცხადყო პლანკის თეორიის ჭეშმარიტება, თუმცა პლანკის ჰიპოტეზის დასაბუთება კლასიკური ფიზიკის ფარგლებში შეუძლებელი აღმოჩნდა. პლანკის ჰიპოტეზას მეცნიერები ორი ერთმანეთისაგან განსხვავებული მიმართულებით ანვითარებ-

დნენ, შედეგად 1927 წელს ჩამოყალიბდა კვანტური მექანიკის ორი დასრულებული ფორმულირება. განვიხილოთ ორივე მიმართულება ცალ-ცალკე.



სურ.6. კომპტონის ეფექტი

I. 1905 წელს აინშტაინმა ფოტოეფექტის თეორია შექმნა. ან ივარაუდა, რომ სინათლე ცალკეული კვანტებისაგან – ფოტონებისაგან შედგება. თითოეული ფოტონის ენერჯია ტოლია $\epsilon = h\nu$. ამ ჰიპოთეზის მეშვეობით აინშტაინმა ფოტოეფექტის კანონზომიერებები ახსნა, კლასიკური ფიზიკა კი ამჯერადაც უძლური აღმოჩნდა. სინათლის კორპუსკულური ბუნების კიდევ ერთი მტკიცებულება 1922 წელს არტურ კომპტონმა მოიპოვა. მან ექსპერიმენტულად დაამტკიცა, რომ თავისუფალ ელექტრონებზე რენტგენული სხივების გაბნევისას სხივების სიხშირე ისე იცვლება, თითქოს ადგილი აქვს ორი ნაწილაკის – ფოტონისა და ელექტრონის დრეკად დაჯახებას ((სურ.6) კომპტონის ეფექტი თავისუფალ ელექტრონებზე ელექტრომაგნიტური გამოსხივების დრეკადი გაბნევაა, რასაც თან ახლავს ტალღის სიგრძის გაზრდა). დაჯახების კინემატიკა ენერჯიის და იმპულსის მუდმივობის კანონებით განისაზღვრება.

ფოტონის იმპულსი

$$p = \frac{h}{\lambda} \tag{7}$$

შიდიდის ტოლია (λ – ტალღის სიგრძეა) და ის ფოტონის ენერჯიასთან დაკავშირებულია ფორმულით:

$$\epsilon = pc. \tag{8}$$

ეს თანაფარდობა რელატივისტურ მექანიკაში ნულოვანი მასის მქონე ნაწილაკს შეესაბამება. ამგვარად, ექსპერიმენტულად დამტკიცდა, რომ სინათლეს, ცნობილ ტალღურ თვისებებთან (დიფრაქცია, ინტერფერენცია, პოლარიზაცია) ერთად კორპუსკულური თვისებებიც გააჩნია. სწორედ ამაში მდგომარეობს სინათლის კორპუსკულურ-ტალღური დუალიზმი. შეიქმნა ლოგიკური წინააღმდეგობა: ექსპერიმენტების ერთი ნაწილი სინათლის ტალღურ თვისებას იჩენდა, ზოგიერთი მოვლენის ანალიზი კი მის კორპუსკულურ ბუნებას ცალსახად ადასტურებდა.

1924 წელს ლუი დე ბროილმა კორპუსკულურ-ტალღური დუალიზმის უნივერსალურობის ჰიპოთეზა გამოთქვა, რომლის თანახმად ნებისმიერ ნაწილაკს გარკვეული სიგრძის ტალღა შეესაბამება. აქედან გამომდინარე, დე ბროილმა ნაწილაკების დიფრაქცია იწინასწარმეტყველა. 1927 წელს ელექტრონების დიფრაქცია დევისონ-ჯერმერის ცდამ დაადასტურა, ხოლო მომდევნო ექსპერიმენტებში სხვა ნაწილაკების ტალღური ბუნება დამტკიცდა. 1926 წელს ერვინ შრედინგერმა ასეთი ტალღების აღმწერი განტოლება გამოიყვანა, მაქს ბორნმა კი მათი სტატისტიკური ინტერპრეტაცია შეიმუშავა. ასე შეიქმნა ტალღური მექანიკა. შრედინგერის განტოლება არარელატივისტური კვანტური მექანიკის ძირითად განტოლებას წარმოადგენს.

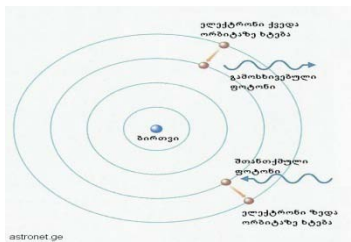
1928 წელს პოლ დირაკმა გარეშე ველში მოძრავი ელექტრონის რელატივისტური განტოლება მიიღო, რომელიც რელატივისტური კვანტური მექანიკის ძირითადი განტოლებაა.

მაქს პლანკის ჰიპოთეზის განვითარების მეორე მიმართულებას საფუძველი ჩაუყარა ალბერტ აინშტაინმა, რომელმაც 1907 წელს მყარი სხეულების სითბოტევადობის საკითხები გამოიკვლია.

ელექტრომაგნიტური გამოსხივება სხვადასხვა სიხშირის მქონე ტალღების ერთობლიობაა. აინშტაინმა აჩვენა, რომ გამოსხივებული ელექტრომაგნიტური ტალღა ოსცილატორების ერთობლიობის ეკვივალენტურია. გამოსხივება და შთანთქმა შესაბამისი ოსცილატორების აგზნებას ან ძირითად (არააგზნებულ) მდგომარეობაში გადასვლას ნიშნავს. ნივთიერება ასხივებს ან შთანთქავს ენერჯიის $h\nu$ კვანტების სახით. ეს იმას ნიშნავს, რომ ველის ოსცილატორს აქვს დისკრეტული ენერგეტიკული დონეები, რომელთა შორის მანძილი $h\nu$ სიდიდის ტოლია. აინშტაინმა ელექტრომაგნიტური ველის ოსცილატორის დაკვანტვის იდეა ნებისმიერი ბუნების ოსცილატორზე განაზოგადა. მყარ სხეულში სითბური მოძრაობა ატომების რხევითი მოძრაობაა, ამიტომ მყარი სხეული შეიძლება განვიხილოთ როგორც ოსცილატორების ერთობლიობა.

1913 წელს ნილს ბორმა ენერჯის დაკვანტვის იდეა ატომის პლანეტარული მოდელის განხილვისას გამოიყენა. ერნესტ რეზერფორდის მოდელის თანახმად, ატომის ცენტრში დადებითად დამუხტული ბირთვი მდებარეობს, რომელშიც ატომის მასის უდიდესი ნაწილია თავმოყრილი. ბირთვის გარშემო უარყოფითად დამუხტული ელექტრონები ბრუნავენ. ასეთი მოძრაობის განხილვა კლასიკური წარმოდგენების საფუძველზე პარადოქსულ შედეგს იძლეოდა, რომლის თანახმად სტაბილური ატომების არსებობა შეუძლებელია. კლასიკური ელექტროდინამიკიდან გამომდინარე, მბრუნავი ელექტრონი უწყვეტად ასხივებს ელექტრომაგნიტურ ტალღებს და, შესაბამისად კარგავს ენერჯის. მისი ბრუნვის ორბიტის რადიუსი სწრაფად უნდა შემცირდეს და 10^{-11} წამში ელექტრონი ბირთვს უნდა დაეცეს. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ კლასიკური ფიზიკის კანონების გამოყენება ატომში მოძრავ ელექტრონების მიმართ არ შეიძლება.

ატომების მდგრადობა ნილს ბორმა შემდეგნაირად ახსნა. ელექტრონის გამოსხივება, ემორჩილება რა კვანტურ კანონზომიერებებს, ხდება დისკრეტულად, გარკვეული ულუფებით. ნიუტონის მექანიკის ფარგლებში არსებული ორბიტიდან რეალურად მხოლოდ ის ხორციელდება, რომლის შესაბამისი ქმედება პლანკის მუდმივის ჯერადია. ასეთ ორბიტებს სტაციონარული, „დასაშვები ორბიტები“ ეწოდა. ბორმა ჩათვალა რომ სტაციონარულ ორბიტებზე მოძრაობისას ელექტრონი არ ასხივებს ელექტრომაგნიტურ ტალღას. ელექტრონებს შეუძლიათ სხვა, სადასაშვებ ორბიტებზე გადასვლა. კვანტურ მექანიკასთან დაკავშირებული ყველა მოვლენის მსგავსად, ამ პროცესის წარმოდგენაც ძალიან რთულია. ელექტრონი უბრალოდ ქრება თავის ორბიტაზე და სხვა ორბიტაზე მატერიალიზდება, ისე, რომ არ კვეთს ორბიტებს შორის არსებულ სივრცეს. ამ ფაქტს „კვანტური ნახტომი“ უწოდეს. უფრო დაბალი ენერგეტიკული დონის ორბიტაზე “გადახტომის“ დროს ელექტრონი კარგავს ენერჯიას, ე.ი. ასხივებს კვანტს – ფოტონს ფიქსირებული ენერჯითა და ტალღის სიგრძით.



სურ.7. ფოტონის გამოსხივება და შთანთქმა

ბორისმიერი ატომის სურათის მიხედვით ელექტრონები ზედა და ქვედა დასაშვებ ორბიტებზე ნახტომებით გადადიან, ამასთან ყოველ ნახტომს თან ახლავს ელექტრომაგნიტური კვანტის – ფოტონის გამოსხივება ან შთანთქმა.

ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკის თანამედროვე სტანდარტულ მოდელში ფოტონი აღიწერება, როგორც აუცილებელი შედეგიმისა, რომ სივრცე-დროის ყოველ წერტილში ფიზიკურ კანონებს ახასიათებთ გარკვეული სიმეტრია. ფოტონის შინაგანი მახასიათებლები, მასა, მუხტი და სპინი ბუნებრივად განისაზღვრებიან სიმეტრიის ამ ყალიბრული მახასიათებლებიდან. სინათლის ნეუტრინოს თეორია, რომელიც ცდილობს აღწეროს ფოტონი, როგორც რთული, შედგენილი სისტემა ჯერჯერობით წარუმატებელია.

ფოტონის კონცეფციამ მნიშვნელოვანი წინსვლა მოახდინა თეორიულ და ექსპერიმენტული ფიზიკის დარგები და მიმართულებები, როგორებიცაა ვეილს კვანტური თეორია და კვანტური მექანიკის შესაძლო ინტერპრეტაციები, ლაზერები, ბოზე-აინშტაინის კონდენსაცია და სხვ.

ფოტონის კონცეფცია ასევე გამოყენებულ იქნა ფოტოქიმიისაში, მაღალი გარჩევისუნარიანობის მიკროსკოპებში და მოლეკულური მანძილების გასაზომად. უკანასკნელ პერიოდში ფოტონებს განიხილავენ როგორც კვანტური კომპიუტერებისა და ოპტიკური კომუნიკაციებისათვის კვანტური კრიპტოგრაფების ძირითად ელემენტებს.

ფოტონი არის უმასო ნაწილაკი, მისი უძრაობის მასა ნულის ტოლია, ანუ ფოტონი არსებობს მხოლოდ ზღვრული სიჩქარით (300 000 კმ/წმ. ვაკუუმში) მოძრაობის დროს. სხვა და სხვა გარემოში ელექტრომაგნიტური ტალღა განსხვავებული სიჩქარით ვრცელდება. ავრცელების სიჩქარის შემცირება მეორადი გამოსხივების გამო ხდება. მაგალითად, ნივთიერებაში ელექტრონთან შეჯახებისას გამოსხივდება სხვა, იგივე მონაცემების ფოტონი. ეორადი ტალღის გამოშხივების მექანიზმი შემდეგში მდგომარეობს: ელექტრონს შეჯახებული ფოტონისაგან გადაეცემა ენერგია. რის გამოც იგი ასხივებს სხვა ფოტონს, რათა დაუბრუნდეს არააგზნებულ მდგომარეობას. ხლად გამოსხივებული ფოტონის სიჩქარეც იგივეა, როგორც რინა ფოტონის სიჩქარე. ფოტონის ელექტრული მუხტიც ნულის ტოლია.

ფოტონს, როგორც კვანტურ ნაწილაკს, გააჩნია კორპუსკულურ-ტალღური დუალიზმი, ის ერთდროულად ავლენს ნაწილაკურ და ტალღურ თვისებებს. ფოტონი აღინიშნება γ ასოთი, ამიტომ მათ γ -კვანტებსაც უწოდებენ.

ფოტონები, როგორც აღვნიშნეთ ელექტრომაგნიტური ურთიერთქმედების გადამტანი ნაწილაკები არიან, მათი სშუალებით

ხდება ურთიერთქმედება, მაგალითად ორ ელექტრულ მუხტს შორის. ფოტონი რაოდენობრივად ჩვენთვის ცნობილი ყველაზე გავრცელებული ნაწილაკია სამყაროში. ერთ ნუკონზე (პროტონ-ნეიტრონული წყვილი) არა უმცირეს 20 მილიარდი ფოტონი მოდის.

ითვლება, რომ ფოტონის თვისებებს კარგად ხსნის არსებული თეორია, სტანდარტული მოდელი, რომლის მიხედვით ფოტონი განიხილება, როგორც საკალიბრო ბოზონები $s = 1$ სპინით, ნულლვანი უძრაობის მასითა და ნულის ტოლი მუხტით.

ლიტერატურა:

1. **კ. მუხინი.** ელემენტარული ნაწილაკების ფიზიკა. თბ. 1981.
2. **კ. მუხინი.** ექსპერიმენტული ბირთვული ფიზიკა. თბ., 1981.
3. **Michel Houellebecq.** The Elementary Particles. 2004.
4. **გ. მურდულია.** ბირთვული ფიზიკის შესავალი. თბ., 2005.
5. **რ. ბერია.** ფარდობითობის თეორიის ელემენტები. თბ., 2005.
6. **რ. ბერია, ვ. კირცხალია, ნ. თოლორაია.** ზეახალი ვარსკვლავები და მათი გრავიტაციული ეფექტი. – სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. შრომები, №6, თბ., 2008. გვ. 9-14.

ROIN BERIA

CLASSIFICATION OF ELEMENTARY PARTICLES

The paper discusses the classification and properties of elementary particles. Atomic and nuclear physics achievements of mankind has led the development of modern. Continuously enrich the study of elementary particles in our material performances. There is no standard model of elementary particle theory and research, along with a temporary. Along with the classification of elementary particles and their structural.

**IZOLDA GABISONIA, VLADIMIR KIRTSKHALIA, RAMAZ
SHAMUGIA, NATO TOLORAIA**

TO THE QUESTION OF GRAVITY WAVES

Abstract. The paper is review of most typical works relevant to the problems of theory of gravitation waves. Based on critical analysis it is shown that the existing theory of gravitation waves is inaccurate and requires revision.

Introduction. The problem of tangential fracture stability is quite topical in both usual and magnetic hydrodynamics. As shown by the analysis of the existing literature, problems related to this topic require an essential correction. Attention to this fact was for the first time drawn in the paper Kirtskhalia (1994). It was shown there that certain incorrectness took place in the solution of the problem of hydrodynamic (HD) tangential fracture, which was obtained by Landau in 1944 and later, in 1954, was aggravated by Sirovatski (Landau, Lifshitz 1988). Since then scientists have been applying the Landau-Sirovatski method for solving analogous problems, including also problems in magnetic hydrodynamics (MHD), and the paradoxical results obtained by them are analyzed in the above-mentioned paper. Also, there the reasons of the existing contradictions are indicated and the correct solution of the problem is given.

The problem becomes even more difficult to solve when, in addition to fluid compressibility, the influence of the gravitational field (gravity waves) has to be taken into consideration.

The classical theory of gravity waves is based on the assumption of potentiality of the flow in the gravitational field of the Earth, when the basic equations are Bernoulli equation and Laplace condition at the interface of two fluids. Under this assumption, the problem of tangential fracture stability was solved by Kelvin in 1871 and his results have been to this day considered classical and underlie many fundamental studies. The influence of fluid compressibility in this problem is neglected altogether since it is regarded to be unimportant.

In the work V.G. Kirtskhalia and A.A. Rukhadze, (2008), it is shown that Kelvin's solution, which is given by L.D. Landau and E.N. Lifshitz (1988, § 62), yields contradictory results. The reason lies in the fact that the assumption of fluid flow potentiality in the gravitational field is incorrect in principle. In § 9 of the same monograph it is shown that only an isentropic flow is potential when entropy is the same at every point of the fluid. In the gravitational field this condition is violated since entropy depends on depth. Hence the existing theory of gravity and capillary waves is erroneous and needs to be revised.

Reasoning incorrectness of the theory of gravitation waves. The investigation of mechanisms of wave generation and propagation on water reservoir surfaces has long history. Intensive studies in this direction had begun after

L. Euler formulated his flow equation in 1755. Since then this topic has been treated in an enormous number of scientific works the analysis of which is beyond the scope of this survey. We will give only the most typical examples reflecting the problems related to this topic and showing that the existing theory of gravity waves is incorrect and needs to be revised.

As is known, two limit cases are considered for gravity waves:

1. Shortwave disturbances when the wave length λ is much smaller than the fluid depth h ($kh \gg 1$, where $k=2\pi/\lambda$ is the wave number). In this case, the fluid can be considered infinitely deep and the influence of surface tension of the fluid must be taken into account. Waves generated in such conditions on the water surface are called deep water waves or capillary waves.

2. Long wave disturbances when the wave length λ is much greater than the fluid depth h ($kh \ll 1$). In this case the surface tension influence can be ignored and generated waves are called waves on shallow water.

Clearly, in both cases waves can be called gravity waves, since the defining factor is the gravitational acceleration \vec{g} .

Proceeding from the existing theory of gravity waves, in the first case the frequency spectrum is calculated by the formula

$$\omega = \sqrt{kg} \quad (1)$$

and in the second case by

$$\omega = k\sqrt{gh}. \quad (2)$$

The ambiguity of relations (1) and (2) is obvious from the fact that they describe an oscillatory process in a medium and do not contain its hydrodynamic characteristics which is illogical, to say the least. Besides, it is obvious that waves disperse in deep water and do not disperse in shallow water. The existing theory does not give an explanation of such a qualitative distinction between gravity waves in deep and shallow water.

Dynamic processes occurring in fluids (gases) are described by a system of hydrodynamic equations including:

the flow equation (Euler's equation)

$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + (\vec{V} \nabla) \vec{V} = -\frac{\nabla P}{\rho} + \vec{g} \quad (3)$$

the continuity equation

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div}(\rho \vec{V}) = 0 \quad (4)$$

the adiabaticity equation

$$\frac{\partial s}{\partial t} + (\vec{V} \nabla) s = 0, \quad (5)$$

where ρ is the density, p is the pressure, \vec{V} is the velocity and s is entropy.

An exact solution of this system in the general case is impossible and so scientists have to use approximate methods of solving, of which the method of small disturbances is the most popular one. The gist of this method consists in that any hydrodynamic value contained in the system is represented as a sum of their stationary $f_0(\vec{r})$ and disturbed $f'(\vec{r};t)$ values assuming that $f'/f_0 < 1$. After that the system is linearized, i.e. the terms containing $(f')^n$, where $n > 1$, are neglected. Then the disturbed values are represented as a wave $f'(\vec{r},t) = \text{const} \cdot e^{i(\vec{k}\vec{r} - \omega t)}$, where ω is the angular frequency of wave, and, using the corresponding boundary and initial conditions, the system of differential equations is reduced to the dispersion equation

$$\omega = F(k) \quad (6)$$

When using this method, system (3-5) should be complemented with two equations:

the equation of equilibrium in the gravitation field

$$\nabla P_0 = \rho_0 \vec{g} \quad (7)$$

the medium state equation

$$\rho' = \frac{1}{C^2} p' \quad (8)$$

Where C denotes the sound propagation velocity in a medium defined by means of its hydrodynamic characteristics.

To justify our opinion as to the incorrectness of the theory of gravity waves, we will refer mainly to the monograph "Theoretical Physics" by L.D. Landau and E.N. Lifshitz (1988), which is a handbook for scientists concerned with problems of hydro- and gas dynamics.

The main disadvantage of the method of solution of system (3-5,7,8) is that in the case of small disturbances the fluid flow is considered to be potential, while the fluid itself is assumed to be incompressible, i.e. the sound propagation velocity in it is $C = \infty$. Then equation (6) together with the hydrodynamic characteristics of a medium fall out from the system. Besides, the flow potentiality implies its isentropy when the flow entropy is the same at all points ($S = \text{const}$) (see L.D. Landau and E.N. Lifshitz, 1988, §8, §9). This is the reason for which the one-adiabaticity equation (5) also falls out of the system. Thus there remain only three equations: the flow equation (3), the continuity equation (4), which takes the form $\nabla \vec{V} = 0$, and the equilibrium equation (7).

From thermodynamics we know that the entropy of a medium in the gravitational field cannot be constant. In the gravitational field of the Earth it depends on depth $s = s(z)$ (see L. D. Landau and E .N. Lifshitz, 1988, §13) and

therefore the flow is non-isentropic. Thus the assumption that the flow is isentropic and therefore is potential is unjustified from the standpoint of physics.

Clearly, when problems are formulated so inadequately, the results of their solution cannot be correct and adequate. Moreover, in most cases they are not solvable altogether and then scientists have to resort to scientific tricks. We will give a few examples.

A hydrodynamic system of equations was for the first time used by Helmholtz in 1868 for solution of the problem of tangential fracture stability on the plane interface of two semi-bounded incompressible fluids without taking into account the influence of the gravitational field of the Earth. He showed that the solutions of a dispersion equation which are also given in the monograph of L. D. Landau and E.N. Lifshitz, (§29) are two self-conjugate complex numbers

$$\omega = kV \frac{\rho_1 \pm i\sqrt{\rho_1\rho_2}}{\rho_1 + \rho_2} \quad (9)$$

Taking (9) and the wave character of disturbance, we see that for the root with a negative imaginary part ($\text{Im}\omega < 0$), the disturbance increases with time, which means that the tangential fracture is unstable.

It is understood Helmholtz' formulation of the problem was too simple for two reasons: the finite depth of the lower the fluid layer (h) and the influence of the gravity field of the Earth (g) were not taken into account.

The Helmholtz problem with assumption of the gravitational field and surface tension effects was solved by Kelvin in 1871 (L.D. Landau and E.N. Lifshitz, §62). Assuming the flow to be potential, Kelvin introduced the velocity potential $\varphi(\vec{r}, t)$ satisfying the Laplace equation

$$\Delta\varphi = 0 \quad (10)$$

and related to the fluid flow velocity by

$$\vec{v} = \nabla\varphi \cdot \quad (11)$$

The fluid pressure is defined by the Bernoulli formula

$$P = -\rho \frac{\partial\varphi}{\partial t} - \rho gz - \frac{\rho}{2} V^2 \quad (12)$$

where z is the fluid with respect to the axis normal to the fracture surface.

Assuming that the upper the fluid moves with respect to the lower the fluid with velocity V_0 , the velocity potentials satisfying equation (10) are written in the form

$$\varphi_1 = A_1 e^{-kz} \cos(kx - \omega t) + V_0 x, \quad z > 0 \quad (13)$$

$$\varphi_2 = A_2 e^{+kz} \cos(kx - \omega t), \quad z < 0 \quad (14)$$

Here it is assumed that the fracture surface equation is $z=0$, and waves propagate along the X -axis. The difference in the exponent signs is explained by the requirement that disturbances get damped as the distance from the fracture

surface increases. The constants A_1 and A_2 are assumed to be small values since they correspond to the disturbed values of the potentials.

At the interface of the fluids the following conditions must be fulfilled:

$$(P_2 - P_1) \Big|_{z=0} = -\alpha \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} \quad (15)$$

$$v_{z1} \Big|_{z=0} = \frac{d\xi}{dt} = \frac{\partial \xi}{\partial t} + V_0 \frac{\partial \xi}{\partial x} \quad (16)$$

$$v_{z2} \Big|_{z=0} = \frac{\partial \xi}{\partial t} \quad (17)$$

where α is the surface tension coefficient, and ξ is the fluids interface displacement along the Z -axis; v_{z1} and v_{z2} are the z -components of the disturbed values of velocities on the different sides of the fracture. In the monograph (L.D. Landau and E.N. Lifshitz, § 62), condition (15) with (12) taken into account is written as follows

$$\rho_2 \frac{\partial \phi_2}{\partial t} + \rho_2 g \xi - \alpha \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} = \rho_1 \frac{\partial \phi_1}{\partial t} + \rho_1 g \xi + \frac{\rho_1}{2} (V_1^2 - V_0^2) \quad (18)$$

where $V_1^2 = (\nabla \phi_1)^2$. Representing ξ as

$$\xi = a \sin(kx - \omega t) \quad (19)$$

and substituting (13), (14) and (19) into the boundary conditions (16), (17) and (18), we obtain a system of three linear homogeneous equations with respect to the coefficients A_1 , A_2 and a (the terms containing A_1^2 and A_2^2 are neglected). Equating the determinant of this system to zero, we obtain the dispersion equation whose solution is

$$\omega = \frac{\rho_2 k V_0}{\rho_1 + \rho_2} \pm \left[\frac{kg(\rho_1 - \rho_2)}{\rho_1 + \rho_2} - \frac{\rho_1 \rho_2 k^2 V_0^2}{(\rho_1 + \rho_2)^2} + \frac{\alpha k^3}{\rho_1 + \rho_2} \right]^{1/2}. \quad (20)$$

For $\alpha = 0$, $g = 0$, Kelvin's solution (20) transforms to Helmholtz' solution (9) and therefore this instability is called the Kelvin-Helmholtz instability.

From (20) it follows that the stability condition of capillary and gravity waves is the negativity of the expression between the square brackets, i.e.

$$\frac{\alpha k^2}{\rho_1 + \rho_2} - \frac{\rho_1 \rho_2 V^2}{(\rho_1 + \rho_2)^2} k + \frac{g(\rho_2 - \rho_1)}{\rho_1 + \rho_2} \geq 0 \quad (21)$$

By solving inequality (21) with respect to k we readily find that the negativity of its discriminant gives a tangential fracture stability condition for any k in the form

$$V_0^4 \leq \frac{4\alpha g(\rho_2 - \rho_1)(\rho_2 + \rho_1)^2}{\rho_1^2 \rho_2^2} \quad (22)$$

From (22) it follows that the tangential fracture is stable only in the presence of both factors – the surface tension and the gravitational field. On the other hand, after solving (21) with respect to V_0 , we find a stability condition in the form

$$V_0^2 \leq \frac{[g(\rho_2 - \rho_1) + \alpha k^2] \rho_1 + \rho_2}{k \rho_1 \rho_2} \quad (23)$$

Condition (23) contradicts condition (22) since it implies that each of the parameters g and α makes its own contribution to the stability of the tangential fracture and the latter may be stable even if one of them is absent.

Attention to this fact was for the first time drawn in the paper of V.G. Kirtskhalia and A.A. Rukhadze, (2008), where one of the reasons of this contradiction is indicated. This reason consists in that a the fluid flow in the gravitational field of the Earth cannot be potential in principle.

As is known, a flow is considered potential if the condition

$$\text{rot} \vec{V} = 0 \quad (24)$$

is fulfilled along the trajectory of some fluid particle.

For stationary motion the trajectory of a fluid particle coincides with the current line. Condition (24) is a particular case of Tomson's theorem on velocity circulation preservation along the fluid trajectory (W. Tomson, 1869)

$$\oint \vec{v} d\vec{l} = \text{const} \quad (25)$$

which was obtained using Euler's motion equation and is valid only for isentropic motion when the entropy is $s = \text{const}$ at any point of the fluid. The detailed proof of this fact is given in the monograph by L.D. Landau and E.M. Lifshitz. (§ 8, § 9). In the gravitational field of the Earth this condition is not fulfilled since entropy depends on depth, i.e. $s=s(z)$.

Moreover, in §62 of the above-mentioned monograph there are two more essential errors, namely:

1. Condition (10) requires the fulfillment of one more condition

$$v_{z1}|_{z=0} = v_{z2}|_{z=0} \quad (26)$$

Substituting the value ξ from (19) into (16) and (17), we find

$$v_{z1}|_{z=0} = a(kV_0 - \omega) \cos(kx - \omega t) \quad (27)$$

$$v_{z2}|_{z=0} = -a\omega \cos(kx - \omega t) \quad (28)$$

From (27) and (28) it follows that condition (26) is fulfilled if and only if $V_0 = 0$ or $k = 0$

($\lambda = \infty$), i.e. if both fluids are stationary or there is no disturbance.

2. In the gravitational field of the Earth the fluid velocity (its *z*-component) must depend on the gravitational acceleration g . Formulas (13) and (14) do not reflect this fact in any way.

That is why, as shown in the work V.G. Kirtskhalia and A.A. Rukhadze, (2008), to solve the problem the authors had to resort to a “scientific trick” and artificially introduce the constant term $-V_0^2$ into the right-hand part of equation (18). Thus the erroneous nature of Kelvin’s solution is unquestionable. Nevertheless, the gravity wave frequency spectrum on the deep water surface ($kh \gg 1$) is still calculated by the formula (1) which is obtained from Kelvin’s solution (20) for $\alpha = 0$, $V_0 = 0$ and $\rho_2 \gg \rho_1$.

Another limit case – long gravity waves (i.e. waves on shallow water $kh \ll 1$) is treated in the monograph L.D. Landau and E.N. Lifshitz, (§12). Using Euler’s equation, the authors of the monograph obtain the phase velocity of a gravity wave on shallow water in the form

$$U_p = \frac{\omega}{k} = \sqrt{gh} \quad (30)$$

which coincides with expression (2). Following the authors’ argumentation we will show that it is not true.

They solve the problem of gravity wave propagation in a stationary fluid along the channel (along the *X*-axis) of depth h . Since the disturbance velocity component z , normal to the surface is small, it is assumed that $\frac{\partial v_z}{\partial t} = 0$. In addition to this, it is assumed that on the disturbed flow surface the pressure is constant and therefore the component x of the Euler equation gives $\frac{\partial v_x}{\partial t} = 0$.

Under these assumptions, one obtains a wave equation with respect to a relative displacement of the surface along the *Z*-axis, which corresponds to a wave with frequency (2). However these assumptions exclude any oscillatory motion and thus it is not clear what wave is considered by the authors.

The most general problem of gravity waves is solved in the work V.A. Meshkevich et. al. (2001) the results of which coincide with expressions (1) and (2) for the limiting cases.

The authors consider the problem when the fluid surface borders on vacuum. In that case, fluid evaporation will take place and the interface between fluid and vacuum will be washed away. For the problem to be well-posed, it must be assumed that the fluid is bounded from above by a medium with lower density and then it should be assumed that at their interface the disturbed pressures are equal to each other $p_2'|_{z=0} = p_1'|_{z=0}$ (see, L. D. Landau and E. M. Lifshitz, §29, §84). Thus the dispersion equation will contain two densities ρ_1 and ρ_2 . It is only then that the upper medium density can be neglected provided that $\rho_2 \gg \rho_1$.

The solution of task #2 in L.D. Landau and E.M. Lifshitz. (§12) looks more correct as compared with Kelvin’s problem.

Assuming that the fluid motion is potential, a dispersion equation is found for gravity waves on the plane interface of two fluids whose density and depth are equal to $\rho_1 h_1$ and $\rho_2 h_2$, respectively. The problem is solved under the assumption that $\alpha = 0$ and $V_0 = 0$. A dispersion equation has the form

$$\omega^2 = \frac{kg(\rho_2 - \rho_1)}{\rho_2 cth(kh_2) + \rho_1 cth(kh_1)} \quad (31)$$

Three cases are considered:

1. Both fluids are infinitely deep ($kh_1 \gg 1$ and $kh_2 \gg 1$)

$$\omega^2 = kg \frac{(\rho_2 - \rho_1)}{\rho_2 + \rho_1} \quad (32)$$

2. Both fluids have a small depth value ($kh_1 \ll 1$ and $kh_2 \ll 1$)

$$\omega^2 = k^2 \frac{g(\rho_2 - \rho_1)h_1 h_2}{\rho_1 h_2 + \rho_2 h_1} \quad (33)$$

3. The lower fluid is shallow, and the upper fluid is deep ($kh_2 \ll 1$ and $kh_1 \gg 1$)

$$\omega^2 = k^2 g h_2 \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2} \quad (34)$$

For $\rho_2 \gg \rho_1$, (32) and (34) give respectively results (1) and (2). The mathematical correctness of the solution of the considered problem is due to the fact that condition (26) is not violated because of the absence of relative motion of fluids ($V_0 = 0$). However the other two essential errors connected with physics remain in force and therefore solution (31) has no physical meaning.

A detailed analysis of Kelvin's work is given in the paper "On the question of stability of hydrodynamic tangential fracture" by V.G. Kirtshalia and A.A. Rukhadze (2008). It is shown there that for the problem to be well-posed and solved it should be assumed that C^2 in the medium state equation (8) is the reduced value of velocity squares

$$C^2 = \frac{C_s^2 C_i^2}{C_s^2 + C_i^2} \quad (35)$$

where C_s is a usual sound velocity and C_i is the velocity of an entropic or internal wave which can be called a thermal sound. Its appearance is connected with a thermal change of the density of a medium having mechanical oscillations when because of the process adiabaticity and the displacement of a fluid particle the entropy value is transferred to a point where it had another value. This velocity as well as the velocity of mechanical sound is defined by the hydrodynamic characteristics of a medium. Such an approach not only contributes to an essential correction of the problem solution procedure and therefore to the gravity wave theory, but also gives a more exact definition of the notion of "an incompressible fluid".

A fluid should be considered incompressible if $C_s > C_i$ and then $C = C_i$. Otherwise, when $C_s < C_i$, we have $C = C_s$ and the fluid is compressible. In both cases, the equation of a medium state remains in the system and the dispersion equation contains the medium characteristic parameters. For a free fluid, when $g = 0$ and motion is isentropic, the thermal sound velocity is $C_i = \infty$ and $C^2 = C_s^2$. In that case, the equation of an adiabatic equation can be neglected.

If the medium compressibility is not taken into account either, then $C = C_s = \infty$ and the neglect of the medium state equation is justified.

Using the above approach, a new dispersion equation is obtained in work of V.G. Kirtshalia and A.A. Rukhadze (2008) for gravity and capillary waves ($kh \gg 1$) in the form

$$(\rho_1 + \rho_2)U_p^2 - 2\rho_1V_0U_p + \rho_1V_0^2 - \alpha k(1 - \Delta_g - \Delta_c) = 0 \quad (36)$$

where

$$\Delta_g = \frac{g}{2k(\rho_1 + \rho_2)} \left(\frac{\rho_1}{C_1^2} - \frac{\rho_2}{C_2^2} \right) \quad (37)$$

$$\Delta_c = \frac{\alpha k}{2(\rho_1 + \rho_2)^2} \left(\frac{\rho_1}{C_1^2} + \frac{\rho_2}{C_2^2} \right) \quad (38)$$

are small values. As shown by further studies, expressions (37) and (38) need refinement, but this does not influence the physical meaning of the absolutely new result which is obvious and consists in the following:

A solution of equation (36) has the form

$$\omega = \frac{\rho_1 k V_0}{\rho_1 + \rho_2} \pm \left[\frac{\alpha k^3}{\rho_1 + \rho_2} - \frac{\rho_1 \rho_2 \cdot k^2 V_0^2}{(\rho_1 + \rho_2)^2} - \frac{\alpha k^3}{\rho_1 + \rho_2} (\Delta_g + \Delta_c) \right]^{1/2} \quad (39)$$

Considering the possibility of stabilization of a tangential fracture for any k , by virtue of (39) we find that stabilization is impossible. A fracture is stable provided that the condition

$$V_0^2 \leq \alpha k \frac{\rho_1 + \rho_2}{\rho_1 \rho_2} (1 - \Delta_g - \Delta_c) \quad (40)$$

is fulfilled. We see that stabilization of short wave disturbances cannot take place for $V_0 \neq 0$ without taking surface tension into account. Equation (40) also implies that an entropic and an acoustic wave always produce a destabilizing effect because $\Delta_c > 0$. The effect of gravity depends on the sign of Δ_g .

In view of the above argumentation there arises the question as to the validity of the Bernoulli equation (12). The answer to this question is as follows – the Bernoulli equation is true in terms of approximation in which the flow can be considered potential, i.e. in the absence of disturbances (stationary flow $k = 0$, stationary flow) and when there are no essential height drops.

Conclusion. The given analysis of several most typical works on the theory of gravity waves convincingly prove that theory is inaccurate and requires revision. Foundation of new theory will considerably contribute to development

of fundamental sciences like hydrodynamics aeronomy, gas dynamics, aerophysics, oceanology, magnetic hydrodynamics etc.

REFERENCES

1. **V. G. Kirtskhalia.** Planetary and Space Science, vol. 42, #6, .pp. 513-518, 1994.
2. **V. G. Kirtskhalia, A. A. Rukhadze.** Georgian International Journal of Science and Technology, vol. 1, # 3,pp. 2008.
3. **L. D. Landau, E. N.Lifshitz.** Theoretical Physics. Hydrodynamics, vol. 6, 1988.
4. **V. A. Meshkevich, L. G. Didenko, V. A. Kolovayev.** lectures, “Oscillations and Waves”. published by the physics faculty of Moscow State University, 2001.

**იზოლდა გაბისონია, ვლადიმერ კირცხალია,
რამაზ შამუგია, ნატო თოლორაია**

ბრავიტაციული ტალღების ამოცანის შესახებ

ნებისმიერ ტალღას, რომელიც ვრცელდება გრავიტაციული ზემოქმედების ქვეშ მყოფ გარემოში, გრავიტაციული ტალღა ეწოდება. ასეთ ტალღათა რიცხვს მიეკუთვნებიან ტალღები წყლის ზედაპირზე, რომლებიც წარმოიქმნებიან მისი ზედაპირის ან ფსკერის შემოფოტების შედეგად. ამ ტალღების გავრცელების ამოცანა, როგორც ღრმა წყალში (როცა ტალღის სიგრძე ბევრად ნაკლებია წყლის სიღრმეზე), ასევე მეჩხერ წყალში (როცა ტალღის სიგრძე ბევრად მეტია წყლის სიღრმეზე), პირველად ამოხსნა ცნობილმა ინგლისელმა მეცნიერმა კელვინმა 1871 წელს და ისინი დღესაც კლასიკურ ამოხსნებად ითვლებიან. მათ იყენებენ როგორც კაპილარული (ღრმა წყალი), ასევე ცუნამის (მეჩხერი წყალი) ტალღების კვლევისას.

ნაშრომში მოცემულია როგორც კელვინის, ასევე თანამედროვე ავტორთა შრომების კრიტიკული ანალიზი და ნაჩვენებია, რომ მათი ამოხსნები შეიცავენ პრინციპულ შეცდომებს, რაც განპირობებულია ბგერის სიჩქარის (რომელიც ნებისმიერი გარემოს მახასიათებელ სიდიდეს წამოადგენს) არაკორექტული განმარტებით. აქვე მოცემულია ბგერის სიჩქარის კორექტული განმარტება და მასზე დაფუძნებული გრავიტაციული ტალღების ახალი დისპერსიული განტოლება, რომლის ამოხსნა შემდგომი მეცნიერული კვლევების საგანს წარმოადგენს.

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები

ტ. X, 2011

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია

ბ ი ო ლ ო ბ ი ა

**ლალი ახალაძე, მისილ ხანანაშვილი,
მანანა ჩხლაძე**

**კორტიზოლის მაჩვენებლის ცვლილებაში
ბანსკვაშვილი სირთულის თავდაცვითი
რეაქციების ტმსტირებისას**

სტრესი ყოველდღიური ცხოვრების განუყოფელი ნაწილია; ფსიქოლოგიური და ფიზიკური სტრესორები ორგანიზმში იწვევს ფიზიოლოგიურ ცვლილებებს, რაც არღვევს ჰომეოსტაზს; ასეთი დარღვევების საპასუხოდ რამოდენიმე ფიზიოლოგიური მექანიზმი დაკავებული ჰომეოსტაზის აღსადგენად, რასაც „ალოსტაზი“ ეწოდება (1; 2). ჰომეოსტაზის ცნება აღნიშნავს არა მხოლოდ ორგანიზმის სხვადასხვა ფიზიოლოგიური კონსტანტის ცნობილ მუდმივობას, არამედ ის მოიცავს ფიზიოლოგიური რეაქციების ადაპტაციისა და კორდინაციის პროცესებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ ორგანიზმის ერთიანობას, როგორც ნორმალურ პირობებში, ასევე მისი არსებობის პირობების შეცვლისას. ორგანიზმის სტრუქტურებისა და ფუნქციების ერთიანობის შენარჩუნებაში მთავარი როლი ეკუთვნის ნერვულ და ენდოკრინულ მექანიზმებს. ნერვული მექანიზმის მოქმედება იწვევს ენდოკრინული ჯირკვლებისა და ეპიგეტატური ფუნქციების გააქტიურებას, რომელიც ძირითადად უზრუნველყოფს გარემო პირობების ზემოქმედებისადმი ორგანიზმის ადაპტაციას.

ჩვენს მიერ, ცხოველებზე შემუშავებულია ფსიქოგენური სტრესის ისეთი ორიგინალური მოდელი, რომელიც მისი განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე, თავის ტვინის კომპენსატორული მექანიზმებისა და ორგანიზმში მიმდინარე სხვადასხვა ბიოლოგიური მაჩვენებლების (კორტიზოლი) გამოვლენისა და რეგისტრაციის საშუალებას იძლევა. აღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენი კვლევის მიზანს წარმოადგენს ფსიქოგენური სტრესის განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე ქცევითი და ემოციური მაჩვენებლების, სისხლში ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების (კორტიზოლი) ცვლილების შესწავლა შემდეგი მეთოდით:

1. ცხოველების ემოციური მდგომარეობის შეფასების მიზნით გამოვიყენეთ „ღია ველისა“ (3) და „პროკონფლიქტური“ (4) ტესტის მეთოდები.

2. ფსიქოგენური სტრესის მოდელირებისთვის კი აქტიური განრიდების რეაქციის მოდიფიცირებული მოდელი (5). ფსიქოგენური სტრესის აღნიშნული მოდელი იძლევა ცხოველებზე ხანგრძლივი ფსიქოგენური სტრესის მოდელირების საშუალებას, რის ფონზეც შესაძლებელი გახდა ცხოველების ქცევითი მჩვენებლების განსაზღვრა.

სტრესირების დამთავრების შემდეგ ვირთაგვებს ჩაუტარდათ დეკაპიტაცია, სადაც მათი სისხლის ნიმუშები შევაგროვეთ ბიოქიმიური მაჩვენებლის-კორტიზოლის კონცენტრაციის განსაზღვრად. სისხლში აღნიშნული მაჩვენებლის დონე განისაზღვრა:

3. იმუნოფერმენტული – გლუკოკოქსიდაზური მეთოდით (ჰუმანი-ის) ნაკრებით (6).

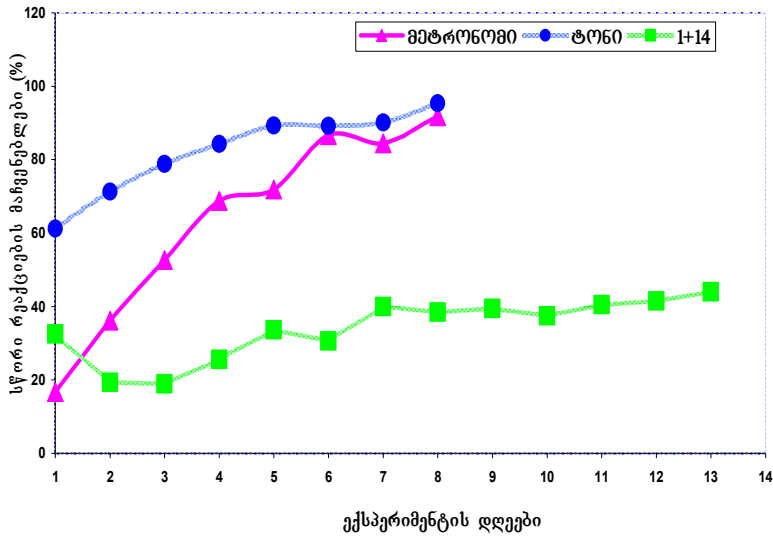
კვლევა ჩატარებულია 200-250 გრ. წონის მამრობითი სქესის 60 თეთრ ლაბორატორიულ ვირთაგვაზე; ცხოველები დავეავით ორ ჯგუფად:

I ჯგუფის ცხოველებს (საცდელი ვირთაგვები), ექსპერიმენტის კვლევის პირველ ეტაპზე, ჩაუტარდათ ფსიქოგენური სტრესის მოდელირება შემდეგი სქემით:

- პირველ პირობით სიგნალზე (მეტრონომი 2ჰც) აქტიური განრიდების რეაქციის გამომუშავება და განმტკიცება.
- ორ პირობით სიგნალზე (მეტრონომი 2ჰც; ტონი -500ჰც) აქტიური განრიდების რეაქციის გამომუშავება და განმტკიცება.
- ორი აქტიური განრიდების რეაქციის 14 დღიანი ერთდროული ტესტირება გელერმანის სტოქასტური პროგრამის შესაბამისად.

II ჯგუფის ცხოველებზე (ინტაქტური ვირთაგვები) – შევისწავლეთ ქცევითი და ემოციური მაჩვენებლები „ღია ველისა“ და „პროკონფლიქტური“ ტესტით. შესაბამისად, ამავე ცხოველებშიც განისაზღვრა სისხლში კორტიზოლის მაჩვენებლის კონცენტრაციის დონე.

სტრესის განვითარების დინამიკაში ნერვული სისტემის ოპტიმალური ფუნქციონირებისათვის მნიშვნელოვანია, არა მხოლოდ ის თუ როგორ ქცევას ავლენენ ცხოველები, არამედ ისიც თუ როგორი კანონზომიერებებით გამოვლინდება აღნიშნული ქცევა, ე. ი. როგორია თითოეული ქცევითი აქტის რაოდენობა, ხანგრძლივობა და ცალკეული ქცევით აქტებს შორის თანაფარდობა.



სურათი 1.

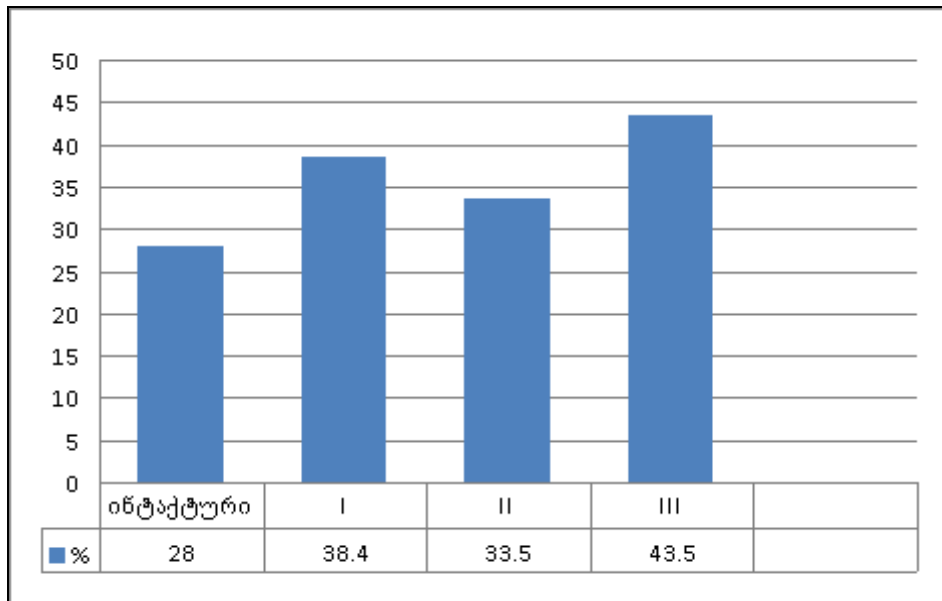
ფსიქოგენური სტრესის მოდელირებისას, ცხოველების მიერ გამოვლენილი ქცევის ანალიზმა გვიჩვენა, რომ განსხვავებული სირთულის ექსპერიმენტის პირობებში, ვირთაგვების ქცევა თვისობრივად არ იცვლება, ადგილი აქვს ქცევით აქტებს შორის თანაფარდობის შეცვლას. კერძოდ, პირველ პირობით სიგნალიზე მეტრონომზე – აქტიური განრიდების რეაქციის გამომუშავებასა და დასწავლის კრიტერიუმის მისაღწევად ცხოველს 120-160 შეუღლება (6-8 დღე) დასჭირდა (სურ.1). ვირთაგვისთვის უცნობ გარემოში, მისთვის უჩვეულო გამღიზიანებლის პირობებში ცხოველის წინაშე დგებოდა თავდაცვის ამოცანა, მას თავიდან უნდა აეცილებინა ელექტრული დენის მტკივნეული ზემოქმედება; ყოველივე ეს დაკავშირებული იყო გადაწყვეტილების მიღებასთან, ემოციური დაძაბულობის ზრდასთან. ექსპერიმენტის ამ ეტაპზე ქცევითი მაჩვენებლების შედარებისას დომინირებდა ვერტკალური დგომები, მისი ხანგრძლივობა მთელი ექსპერიმენტის დროს (4,7%, 2,3)-ს შეადგენდა; „გრუმინგის“ ხანგრძლივობის მაჩვენებელი საგრძნობლად (0,6%;±0,5) ჩამორჩებოდა ვერტიკალური (4,7%;±2,3) და ჰოზრიზონტალური (2,6%;±1,1) დგომების ხანგრძლივობის მაჩვენებელს (სურ. 2).

გამოკვლევის შემდგომ საფეხურზე ტონზე – მეორე პირობით სიგნალზე 3-4 დღის განმავლობაში გამოწმებით უკვე გამომუშავებული აქტიური განრიდების რეაქციის სიმტკიცეს (60-80 შეუღ-

ლება); ამ ვითარებაში ვირთაგვები ავლენენ გაავტომატებულ ადექვატურ თავდაცვით ქცევას; ე. ი. ისინი უკვე საექსპერიმენტო გარემოსთან ადაპტირებული ცხოველები არიან, რაც ნაკლები ემოციური დაძაბულობით ხასიათდება და ქცევით აქტებს შორის ურთიერთთანაფარდობითი ცვლილებებით ვლინდება; კერძოდ, საექსპერიმენტო ცხოველებში სტატისტიკურად სარწმუნოდ იზრდება “გრუმიინგის“ ($2,1; \pm 1,1; p=0,005$) და ჰორიზონტალური დგომების ($3,9; \pm 0,8; p=0,009$) ხანგრძლივობის მაჩვენებლები, ხოლო მცირდება ვერტიკალური დგომების ($1,9; \pm 0,8; p=0,009$) ხანგრძლივობა მაჩვენებელი. მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტული კვლევებიდან ცნობილია, რომ აღნიშნული ქცევითი რეაქციები ასახავს ცხოველის ემოციურ მდგომარეობას; ვერტიკალური დგომები ვირთაგვის ძლიერი ემოციური დაძაბულობის გამომხატველია; „გრუმიინგი“ კი საშუალო სიძლიერის კონფლიქტურ სიტუაციაში აღმოცენდება, ძლიერი ემოციური დაძაბულობის დროს ის არ გამოვლინდება; ცნობილია, რომ ამგვარი ქცევა რთული ამოცანის გადაჭრის დროს ემსახურება ემოციური დაძაბულობის განმუხტვას და განიხილება, როგორც თვითრეგულაციური ქცევა (7).

ექსპერიმენტული კვლევის მეორე ეტაპზე, ფსიქოგენური სტრესის განვითარების სამივე საფეხურზე სტრესირებული ვირთაგვების სისხლის პლაზმაში აღინიშნებოდა ბიოქიმიური მაჩვენებლის – კორტიზოლის მეტაბოლური ცვლილებები; პირველ ბგერით გამღიზიანებელზე – მეტრონომზე, ინტაქტურ ცხოველებთან შედარებისას, სისხლის პლაზმაში სტატისტიკურად სარწმუნოდ გაიზარდა კორტიზოლის ($38,4; \pm 9; p=0,004$) კონცენტრაციის მაჩვენებელი (სურ. 3); მეორე ბგერით გამღიზიანებელზე – ტონზე აქტიური განრიდების რეაქციის გამოშუშავებისა და ორი თავდაცვითი რეაქციის განმტკიცების შემდეგ ინტაქტურ ცხოველებთან შედარებისას, სისხლის პლაზმაში აღინიშნებოდა კორტიზოლის რაოდენობრივი ცვლილებები, ინტაქტურ ცხოველებთან შედარებისას, სტატისტიკურად სარწმუნოდ გაიზარდა კორტიზოლის ($33,5; \pm 3,5; p=0,001$) კონცენტრაციის მაჩვენებელი; ხოლო ტონზე – აქტიური განრიდების რეაქციის გამოშუშავება-განმტკიცებისას, მეტრონომთან შედარებით კორტიზოლის კონცენტრაციის მჩვენებელი დაბალია, გაავტომატებული ადექვატური თავდაცვითი რეაქციების ფონზე; რაც ნაკლები ემოციური დაძაბულობით ვლინდება; (სურ. 2)

კორტიზოლის მაჩვენებლები საცდელი ვირთაგეგმის პლაზმაში ფსიქოგენური სტრესის განვითარების ხვადანხვა საფეხურზე



სურათი 2.

ლიტერატურული მონაცემებიდან ცნობილია, რომ სტრესის დროს (აგრესია) ორგანიზმი პასუხობს თავისი ყველა ჰომეოსტაზური სისტემების მობილიზაციით; ჰორმონებისა და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოყოფა ფაქტობრივად აღნიშნავს სტრესული მდგომარეობის რეაქციული სინდრომის დასაწყისს, რომელიც მართავს ორგანიზმში ყველა ცირკულაციურ და მეტაბოლურ პროცესს, რასაც საბოლოოდ მივყავართ გარემოს შეცვლილი პირობებისადმი ადაპტაციასთან. სტრესორის ზემოქმედებისას აქტივირდება ჰიპოთალამო-ჰიპოფიზო-თირკმელზედა ჯირკვლების ღერძი. ჰიპოთალამუსის როლი განისაზღვრება მისი ნერვული უჯრედების სეკრეტორული აქტივობით, რომლებიც გამოიმუშავენ კორტიკოტროპინ-რელიზინგ ფაქტორს; ამ პროცესის გამშვებ მექანიზმს წარმოადგენს სიმპატო-ადრენერგული სისტემის აქტივაცია, ხვდება რა სისხლის მიმოქცევის პორტული სისტემით ჰიპოფიზში, რაც იწვევს აკტჰ-ის სინთეზისა და გამოყოფის პოტენცირებას; თავის მხრივ, აკტჰ-ი თირკმელზედა ჯირკვლებში ააქტივებს სტეროიდული ჰორმონების გლუკო და მინერალოკორტიკოიდების სინთეზს, რომელთაგან მნიშვნელოვანია ჩვენი ექსპერიმენტული კვლევიდან – კორტიზოლის კონცენტრაციის მაჩვენებლის ციკლური ცვლილებები

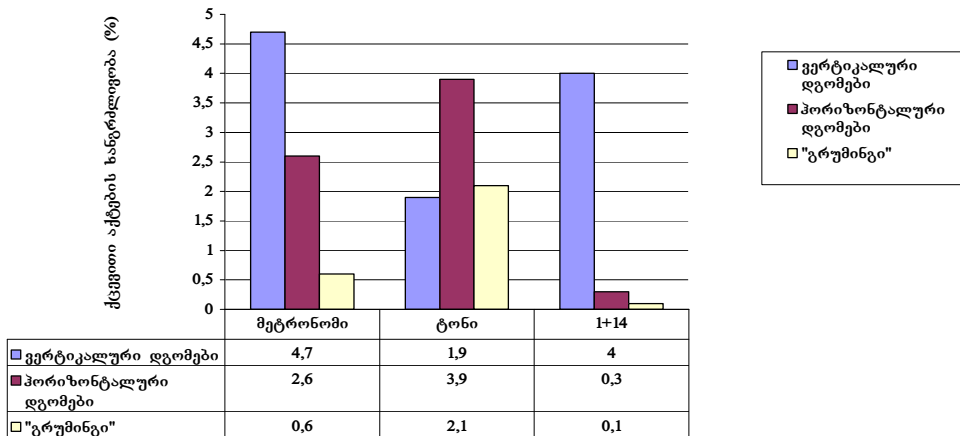
ფსიქოგენური სტრესის განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე. ცნობილია, რომ კორტიზოლის ზემოქმედებით კუნთებში მცირდება გლიკოგენის სინთეზი და ქსოვილებში გლუკოზის დაჟანგვა, რაც ჰიპერგლიკემიის ერთ-ერთ მიზეზს წარმოადგენს (8). სისხლში გლუკოზის დონის მომატებას ლიპოლიზიც ხელს უწყობს, რაც კორტიზოლის ზემოქმედებით ძლიერდება. ჰიპერგლიკემია იწვევს ინსულინის გაძლიერებულ სეკრეციას; ინსულინი კი თავის მხრივ აკავებს თავისუფალი ცხიმოვანი მჟავების კორტიზოლით გამოწვეულ მობილიზაციას; ინსულინის გავლენით ცხიმის წარმოშობა ძლიერდება და გადაფარავს ნახშირწყლებიდან კორტიზოლით გამოწვეულ ცხიმების სინთეზის დაქვეითებას. მაშასადამე, ჰორმონებისა და ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების გამოყოფა ფაქტობრივად აღნიშნავს სტრესული მდგომარეობის რეაქციული სინდრომის დასაწყისს, და მართავს ორგანიზმში ყველა ცირკულაციურ და მეტაბოლურ პროცესს, რასაც საბოლოოდ მიყვავართ გარემოს შეცვლილი პირობებისადმი ადაპტაციასთან (9).

ექსპერიმენტის მსვლელობის ორი აქტიური განრიდების რეაქციის ერთდროული 14 დღიანი ტესტირებისას კი სწორი პასუხების პროცენტული მაჩვენებლები 30-45%-ს არ აღემატება, რაც შენარჩუნებულია 14 დღის განმავლობაში (**სურ.1**). ექსპერიმენტის ამ ეტაპზე აქტიური განრიდების რეაქციის ფორმირება ვერ მოხერხდა, რადგან თავის ტვინი ფუნქციონირებს „ინფორმაციული ტრიადის“ ფაქტორების არახელსაყრელი შერწყმის პირობებში (10). კერძოდ, ვირთაგვა ხანგრძლივი დროის მანძილზე განიცდის პრაგმატული ინფორმაციის დეფიციტს; აღნიშნული ვითარება ძლიერ სტრესულ ზეგავლენას ახდენს ვირთაგვის უმაღლესი ნერვული მოქმედების ფუნქციებზე; ტესტირების ამ ეტაპზე ვერტიკალური დგომების (4%; $\pm 0,9$ $p = 0,0001$) მაჩვენებელი სტატისტიკურად სარწმუნოდ აღემატება ყველა სხვა ქცევით მაჩვენებლებს; ე.ი. ორი აქტიური განრიდების რეაქციის ერთდროული 14 დღიანი ტესტირებისას ვირთაგვები ქრონიკული ფსიქოგენური სტრესის პირობებში იმყოფებიან (10). (**სურ.3**).

ფსიქოგენური სტრესის განვითარების სამივე საფეხურზე ცხოველების მიერ გამოვლენილი ქცევა მნიშვნელოვნად ზრდის პათოლოგიის განვითარების ე. წ. „ფარულ პერიოდს“ ან მას პათოლოგია სულაც არ უვითარდება; თვითმარეგულირებელი ქცევითი მაჩვენებლებისა და ჰუმორული მექანიზმების (კორტიზოლი) დახმარებით აღნიშნული ქცევა განიმარტება, როგორც ბიოლოგიურად დადებითი სტრესის გამოვლინება და ასახავს თავის ტვინის თვითრეგულაციურ მოქმედებას. ტვინის თვითრეგულაციური მოქმედების გაძლიერება უნდა იწყებოდეს დაავადების წინა სტადიაზე, როდესაც ეს მექანიზმები კარგად არის გამოსატყული, მათმა მიზანდასახულმა გაძლიერებამ შეიძლება გადაწყვეტი როლი ითამაშოს

ტვინის სტრესოგენური ფაქტორებისადმი რეზისტენტობის ამაღლებაში (სურ. 11).

საცდელი ვირტაგეგმის ქცევა აქტიური განრიდების რეაქციის გამომუშავება-განმტკიცებისა და ერთი ცდის განმავლობაში ორი აქტიური განრიდების რეაქციის ერთდროული 14 დღიანი ტესტირების პერიოდში



ქცევის ფორმა და რეგისტრაციის ვადები

სურათი.3.

ერთი ცდის განმავლობაში ორი აქტიური განრიდების რეაქციის ტესტირებისას და განმტკიცებულ თავდაცვითი რეაქციების პერიოდთან შედარებისას, ვირთაგეგმის სისხლის პლაზმაში სარწმუნოდ მატულობს კორტიზოლის ($43,5; \pm 9,2; p=0,0001$) კონცენტრაციის მაჩვენებლები; აღნიშნული ჰორმონალურ-ბიოქიმიური ძვრები ორგანიზმის დამცველობითი თვითმარეგულირებელი მექანიზმების მდგრადობის გაძლიერებაზე მიუთითებს.

ფსიქოგენური სტრესის განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე სტრესირებად და სტრესირების შემდეგ შევისწავლეთ ცხოველების ემოციური მდგომარეობა „ღია ველის“ და „პროკონფლიქტური“ ტესტის საშუალებით. ინტაქტურ ცხოველებთან შედარებით თავდაცვითი რეაქციების გამომუშავება-განმტკიცების შემდეგ „ღია ველში“ ტესტირებისას აღინიშნებოდა კვლევითი აქტიურობის შემცირების ტენდენცია, ხოლო გაიზარდა მოძრაობის აქტიურობის ლატენცური პერიოდი ($p=0,001$) და „გრუმინგის“ ხანგრძლივობა ($p=0,003$); „ღია ველში“ კვლევითი აქტიურობის შემცირება ემოციური დაძაბულობის გაძლიერებაზე მიუთითებს (3). ამ მოსაზრების მართებულობაზე მიუთითებს აგრეთვე „პროკონფლიქტურ“ სიტუაციაში ვირთაგეგმის ტესტირების შედეგებიც; ინტაქტურ ვირთაგეგმთან შედარებით, აქტიური განრიდების რეაქციის გამომუშავებისას

($p=0,001$) და მათი ერთდროული 14 დღიანი ტესტირების შემდეგ ($p=0,002$) სარწმუნოდ შემცირდა დენით დასჯილი წყლის სმის აქტების რაოდენობა; ამ ტესტის მიხედვით დენთან შეუდლებული წყლის სმის აქტების რაოდენობის შემცირება ცხოველებში შიშისა და შფოთვის რეაქციის გაძლიერების მაჩვენებელია. ამრიგად, ფსიქოგენური სტრესის განვითარების სამივე საფეხურზე „ღია ველი-სა“ და „პროკონფლიქტური“ ტესტის მიხედვით ცხოველებში დომინირებს შიშისა და შფოთვის რეაქციები.

მაშასადამე, განსხვავებული სირთულის ექსპერიმენტის პირობებში, სტრესის განვითარების საფეხურზე ვირთავებში დომინირებს შიშისა და შფოთვის რეაქციები, რასაც თან სდევს ქცევითი მაჩვენებლების ცვლილებები, რომელთა ურთიერთმონაცვლეობა განსხვავებული სირთულის თავდაცვითი რეაქციების ტესტირებისას სხვადასხვა ხასიათისაა, რაზეც მიუთითებს სისხლში კორტიზოლის, როგორც სტრესს-ჰორმონის ციკლურობაც; სისხლში კორტიზოლის ეტაპობრივ ცვლილებასთან ერთად, გამოვლენილი ქცევითი რეაქციები განიხილება, როგორც ბიოლოგიურად დადებითი ადაპტაციური ხასიათის რეაქცია, რომელიც საბოლოოდ ზრდის სტრესოგენური ფაქტორებისადმი ორგანიზმის რეზისტენტობას.

ლიტერატურა:

1. **B. S. McEwen, J. C. Wingfield.** The concept of allostasis in biology and biomedicine. *Horm. Behav.* 2003. 43. pp. 2-15.
2. **B. S. McEwen.** Stress adaptation, and disease. Allostasis and allostatic load. *Ann N.Y. Acad. Sci.* 1998. 840. pp. 33-44;
3. **C. S. Hall, J. Comp.** *Psychol.*, 1934, 2, pp. 385-403.
4. **M. J. Korda, G. Biggia.** Stress and gabeargic transmission biochemical and behavior studies. *Advances in biochemical psychopharmacology.* 1986. V. 41. p. 121.
5. **М. М. Хананашвили, Т. Р. Ломианидзе.** Способ моделирования невроза. Авторское свидетельство №1506474, 1989, СССР.
6. **В. С. Камышников.** Справочник о клинико-биохимической лабораторной диагностике. Минск. 2000.
7. **М. М. Хананашвили, Г. Реберг.** Саморегуляция поведения в условиях возрастающих нагрузок на аналитико-синтетическую деятельность мозга у кошек. – *Высшая нервная деятельность.* 1981. Т. 31. №4. გვ. 123-129.
8. **ლ. ახალაძე, თ. დომიანიძე, ა. ჭიკაძე, მ. ხანანაშვილი, მ. დოღობერიძე, მ. ჩიხლაძე, ნ. ჯუღელი, მ. შანიძე, მ. კახაია, ი. ჯიშკარიანი.** გლუკოზის კონცენტრაციის ცვლილებები სისხლში ფსიქოგენური სტრესის განვითარების

- სხვადასხვა საფეხურზე თეთრ ვირთაგვებში. – *საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მაცნე*. სერია ბიოლოგია, 2006. თ. 32. № 4. გვ. 709-713;
9. **Г. И. Касиль.** Внутренняя среда организма. М., 1983. გვ. 227.
 10. **М. М. Хананашвили.** Теоретические аспекты возникновения и развития проблемы стресса. М., 1998.
 11. **მ. ხანანაშვილი.** ინფორმაციული სტრესი. თბ., 2008.

**LALI AKHALADZE, MIKHEIL KHANANASHVILI,
MANANA CHICHLADZE**

**CHANGES OF CORTISIL INDICATORS UPON TESTING
THE DIFFERENT COMPLICATED SELF-DEFENDING
REACTIONS**

On testing the different complicated self-defending reactions we applied a modified model of active avoiding reaction; we have studied behavior and emotional indicators, cycle changes of cortisol concentration in blood on the various stages of psychogenic stress development.

Upon the testing under the conditions of different complicated program behavior indicators have compensative nature that is under way on the light of cycle changes of cortisol concentration.

Nature of behavior responses manifested on the different stages of psychogenic stress development with cortisol changes in blood is considered as biologically positive adaptation response that increases organism resistance towards stress-genetic factors.

მანანა ბერულავა

**მორფოლოგიკესკიე ოსობენნოსი ვ პროცესე
პოპტოზისა ვ პეჩენი კრისი ვ ნორმე ი პრი
ვოდეივსივი ანტიბიოტიკომ**

ვ გენეტიკესკომ აპარატე მნოგოკლეთუნო ორგანიზმონ – ჯივონთუნ, რასენი ი გრივონ ზოგენა პროგრამა გიბელი კლეთკ. ოთე სპეციალუნა პროგრამა, კოტორა პრი ოპრედელენუნთ ობსტანტუნთ ვოჟე პრივესტი კლეთკე კე გიბელი. პრი ნორმალუნომ რავივთი ოთე პროგრამა ნაპრავლენა ნა ოდელენი იზბუთუნო ობრავოვუნთუნს კლეთკე ოდელენი კლეთკე ს სერეზუნთი ნარუნთუნთი სტრუკტურე ილი ფუნქციე გენეტიკესკო აპარატე. ვ კარსთუნთი, აპოპტოზ – ოდინ იზ ოსონთუნთ მეხანიზმონ სეოპროფილაკტიკე ონკოლოგიკესკიე ზაბოლევუნთ (Thompson et all., 1995).

ნა სეგონდუნთუნთ დუნთ ობსეივსთუნთ, კოთ რავივთი ი გომეოსთაზ მულტკლეთუნთ ორგანიზმე ვ რავნოთ სტეპენი ზავისტი კაკ ოტ პროცესონ პროლიფერაციე ი დიფერენციაციე, თაკ ი კლეთკუნთი გიბელი.

ვპრვუნთე პრედპოლოჟენი ო თომ, კოთ მასოვუნა გიბელი კლეთკე ვ ემბრიონალუნომ ონთოგენეზე კაკ პოვონოჩუნთ, თაკ ი ბესპოვონოჩუნთ ივლენსე ნორმალუნომ ი ნეობხოდუნთ მკომპონენტომ რავივთი ოსობი, ვისკავონო ა. გლუკსმანომ (6), ა ზათემ ჯ.სონდერსომ (11). სოგლასო დანთუნთ ჯ. სონდერსე, გიბელი ი დესტრუქციე თკანეი ორგანონ ვ რავივუნთუნთ მნოგოკლეთუნთ ორგანიზმე პროგრამიროვუნთა ი სპოსობსტუნთე ემბრიონალუნომ როტუ ი დიფერენციოვკე ოსობი. აპოპტოზ კონტროლირუნთე ფაქტორამი ნეპოსრედსთუნთუნთ კლეთკუნთი ი გუმორალუნო ვოდეივსივი სრედი ი ზაპუსკუნთე სპეციფიკესკიმი ვნეშთიმი ი ვნუთრენთიმი სიგნალამი.

ლუბუნთე ოტკლონენი ოთე ოთე პროგრამე ვედუთ კე ვოზნიკნოვენუთ მუნტანთუნთ ოსობეი ი პოსლედუნთე იხ გიბელი. პროგრამიროვუნთა გიბელი კლეთკე «სეოუბივსთუ» (suicide) – ოთე აქტ ალტრუიზმე სო სთონთი სობსთუნთ კლეთკე, ნაპრავლენთი ნა პოდდერჟანიე ნორმალუნო გომეოსთაზ. ნა სეგონდუნთუნთ დუნთ კონცეპციე სონდერსე (11) იმეეთ შიროკე პრივნიანი ი დოკავონა ვ ოთნოშენი ნე თოლკო მორფო- ი გისტოგენეზე რავივუნთუნთ მნოგოკლეთუნთ ორგანიზმე, ნო ი მედლენო ობნოვლუნთუნთ თკანეი ვვროსლო ორგანიზმე (1,2,8,12).

აპოპტოზის – პროგრამიროვუნთა გიბელი კლეთკე ნა სეგონდუნთუნთ დუნთ ივლენსე ნაიბოლესე ინტენსივო ი თუჯატუნთე ივლუნთე პრობლემე ვ ბიოლოგიე, რეშენი კოტორე დეტ ვოვოჟნოსთე კონტროლიროვთე ი ოპრავლუნთე კლეთკუნთი გიბელი, კოთ, სო სოვთე სთონთი, ოტკრუვუნთე შიროკე პერსპექტივე ვ კლინიკესკო პრაქტიკე. ოდნაკო, აპოპტოზის, კაკ პრავილო, ივლუნთე ვ

условиях его индуцирования различными факторами и оценивается наличием упорядоченной фрагментации молекул ДНК ядра.

Электронно-микроскопические исследования последних лет показали, что морфогенетические процессы в эмбриональном периоде онтогенеза развиваются путем апоптоза (7).

Целью настоящего исследования является сравнительное изучение морфологических изменений, имеющих место в процессе апоптозиса в фетальной печени крыс различных возрастов и печени молодых крыс под воздействием циклогексамида – антибиотика, подавляющего синтез белка на цитоплазматических рибосомах.

На основании изучения фетальной печени методами полу- и ультратонких срезов установлено, что отмирающие клетки характеризуются неправильной формой, темной окраской и наличием небольших выростов цитоплазмы (на световом уровне) на субклеточном уровне установлено, что наиболее ранним морфологическим признаком апоптозиса является образование в цитоплазме гепатоцита канальцев ГрЭР с агглютированными рибосомами, число которых увеличивается в процессе гибели клетки. Постепенно значительно изменяется форма ядра и клетки, перинуклеарное пространство увеличивается, увеличивается степень маргинации хроматина. Цитоплазма апоптозных клеток на всех стадиях развития гибели не содержит аппарата Гольджи, лизосом, пероксисом, микротрубочек.

Согласно собственным ультраструктурным данным, подавление синтеза исходных для эмбрионального гепатоцита белков, на ранних стадиях апоптозиса, ведет к перепрограммированию процессов трансляции и транскрипции и отмирающая клетка начинает синтезировать отличный от исходного набор белков, необходимый ей для выживания. Деструктивные процессы, протекающие в клетке после определенного времени, уже на способствуют использованию клеткой новых белков для собственных нужд (сома и выросты апоптозной клетки могут даже на самых поздних стадиях гибели содержать вещества, уже не нужные отмирающей клетке, однако при определенных условиях способствующих активации пролиферации и дифференциации в плотно расположенных с ними соседних клетках (Микадзе, Берулава, Туманишвили) (3) (рис. 1).

Апоптозис – такая форма гибели, при которой через сложные функциональные перестройки отмирающая клетка способна аккумулировать вещества, которые в определенных условиях могут стимулировать или активировать пролиферативную способность клетки в пределах ткани. Подобное предположение высказано Кондо (9), который полагает, что во взаимосвязи активной гибели клеток и процессов регенерации, последние стимулируются апоптозисом, а не наоборот.

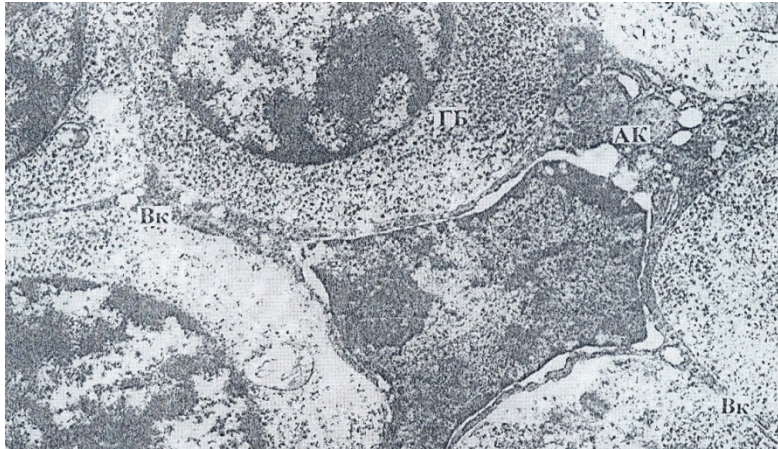


Рис. 1. Потеря апоптозной клеткой выростов и уменьшение количества цитоплазмы при сморщивании ядра. Ув. 13.000

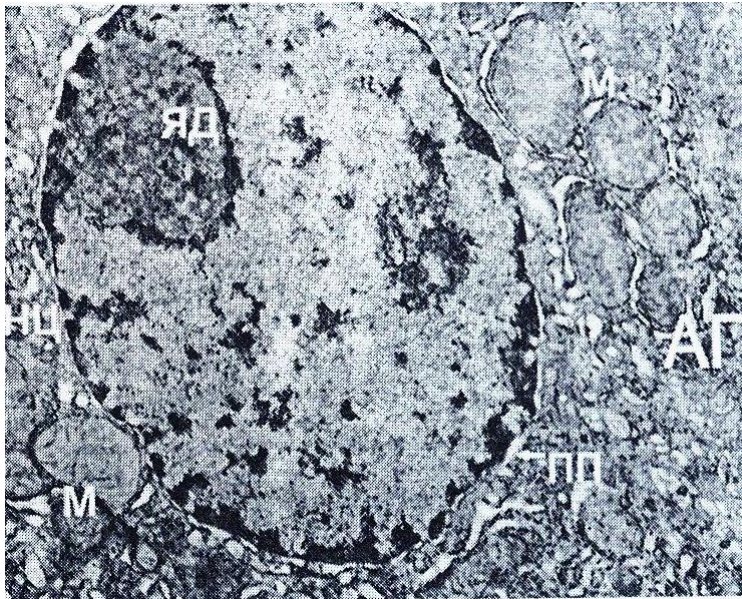


Рис. 2. Апоптозный гепатоцит после введения антибиотика циклогексимида с крупным ядром на начальной стадии маргинации и расширенным перинуклеарным пространством; цитоплазма содержит полиморфные митохондрии с кристами и набухшие цистерны ГЭР. Ув. 15.000

Предполагается, что значительное изменение формы отмирающих клеток, а также агглютинация рибосом в определенной степени является морфологическим отражением нарушения синтеза белков и ферментов, ответственных за стабильность цитоскелета этой клетки. Это подтверждается литературными данными, биохимическими методами (10).

На основании изучения ткани печени молодых крыс методами полу- и ультратонких срезов при воздействии циклогексамида установлено, что в процессе индуцированного апоптозиса более выражено изменение формы и структуры ядра, чем цитоплазмы. Перинуклеарное пространство расширяется, в ядре образуются различной степени вогнутости. На стадии карioreксиса фрагменты ядра характеризуются выраженной маргинацией хроматина – специфический признак терминальной стадии апоптозиса. Цитоплазма содержит небольшое количество свободных и связанных рибосом и, в основном, набухшие цистерны ГрЭР. Степень базофилии ядра и цитоплазмы отмирающих клеток постепенно нарастает в процессе апоптозиса. Согласно данным И.Н.Тодорова (4), подавление синтеза белков в гепатоцитах крысы после воздействия сублетальных доз циклогексамида – ингибитора трансляции – ведет к перепрограммированию трансляции и транскрипции в гепатоцитах, в результате чего клетка начинает синтез набора белков, отличного от исходного. Известно из литературных данных (5), что циклогексамид является индуктором апоптозиса, т.е. вызывает упорядоченную межнуклеосомную фрагментацию ядер клеток крови (рис. 2).

На основании анализа собственных данных установлено, что в нормальных физиологических условиях процесс апоптозиса протекает медленно. Темпы гибели клеток при индуцированном циклогексамидом апоптозисе значительно выше и уже на 4-ый час после введения антибиотика отмечаются первые апоптозные тельца.

Если считать, что апоптозис – это упорядоченное расщепление молекул ДНК ядра на фрагменты, содержащие 180-200 п.н., то независимо от того, происходит это расщепление в нормальных физиологических условиях или будет индуцировано каким-либо фактором, апоптозис остается апоптозисом.

Сравнительное изучение морфологических признаков апоптозиса в фетальной печени и печени молодых крыс под воздействием циклогексамида значительно отличаются друг от друга. Предполагается, что ультраструктурные изменения различных клеток при апоптозисе различны и зависят как от типа клетки, так и факторов индуцированных апоптозиса.

Ключевые слова: апоптозис, агглютинация рибосом, фетальная печень, циклогексамид

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Н. В. Бережков.** Апоптоз – управляемая смерть клеток. – *Архив ФГЭ*. 1990. Т. 99. № 12. С. 68-77.
2. **Е. Ф. Лушников, В.М. Загребин.** Апоптоз клеток: морфологическая, биологическая роль, механизм развития. – *Архив пат.* – 1987. т. 49, вып. 2. С. 84-89.
3. **Э. Л. Микадзе, М. Н. Берулава, Г. Д. Гуманишвили.** Ранние морфологические признаки и особенности динамики клеточных деструкций в процессе апоптозиса в фетальной печени крысы. – *Georgian Medical News*. № 7-8 (40-41), 1998, с. 3-9.
4. **И. Н. Тодоров.** Механизмы клеточной стабильности. – *В мире науки*. – 1986. № 10. С. 50-61.
5. **A. N. Bansel, A. Haule, G. Melnykovich.** Apoptosis mode of cell death induced in T-cell leukemia lines by dexamethanone and other agents. – *FASEB J.*, 1991, v. 5-3, с. 211-216.
6. **A. Gluksman.** Cell death in normal vertebrate ontogeny. – *Bid Rev.* – 1951, v. 26-3. с. 289-300.
7. **J. F. Kerr, B. Harmon, J. Searle.** An electron microscope study of cell deletion in the amurian tadpole ta:/during spontaneous metamorphosis with special reference apoptosis of striated fibers. – *J. Cell Sci* – 1974. – v. 14.-16-p. 571-585.
8. **J. F. Kerr, A. H. Wyllie, A. R. Currie.** Apoptosis a basic biological phenomenon with wide-ranging implication in tissue kinetics. – *Brit. J. Cancer*. 1972, v. 26. – 3, с. 239-257.
9. **C. Kondo.** Altruistic cell suicide in relation to radiation hormesis. – *Int. J. Rediat.* 1988, v. 53. N 1, с. 95-102.
10. **Y. A. Lazebnic, S. Cole, C. Cooke. et al.** Nuclear Events of apoptosis in vitro in cell free Mitotic E xbarcts: a Model System for analysis of the active phase of apoptosis. – *J. Cell. Biol.* 1993, 123. – 1, с. 7-22.
11. **J. W. Saunders.** Death in embryonic systems. – *Science*. 1966. – 154, с. 604-612.
12. **A. H. Wyllie, J. F. Kerr, A. R. Currie.** Cell death: The significance of apoptosis. – *Int. Rev. Cytol.* 1980, v. 68. с. 251-305.

MANANA BERULAVA

**MORPHOLOGICAL FEATURES IN THE PROCESS
OF APOPTOSIS IN RAT LIVER IN NORMAL CONDITIONS
AND UNDER THE INFLUENCE OF ANTIBIOTIC**

It was established, that the early morphological feature of the apoptosis is the formation of cisterns of Granular Endoplasmatic Reticulum with the agglutinated ribosomes. The amount of the latter is continuously being increased during the process of cell dying. This is accompanid with the significant changes of the shapes of nucleus and the cell and with the formation of the cytoplasm process. This processes during the apoptosis become more polymorph and extended. On all stages of the cell dying the cytoplasm does not contain the Golgi Apparatus, lysosomes, peroziosomes, microtupules. It is supposed that the significant change of the shape of dying cells is dueto to the suppressiion of synthesis of protein that are initial for the hepatocyte. Possibly this provokes the reprogramming of translation and transcription and the cell being the synthesis of the new proteins. It is also suppesed, that during the process of apoptosis, asa result of complicated functional rebuilding, needed foor its survival, the cell, possibly, beings the synthesis of substances, not needed already by the cell due to the non-reversiple degeneration of the nucleus, but at the same time named substances may be accumulated in the soma and processes of the cytoplasm. These substances, under certain internal and external conditions may stimulate or activate the proliferate capability of the cells within the limits of the tissue.

Key words: Apoptosis, Ribosome Aglutination, Embryo liver, cycloheximide.

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები

ტ. X, 2011

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია

**ვაჟა თოდუა, ნანა ჯანუყაშვილი,
სათუნა მებონია**

**აფხაზეთის ფლორის სამკურნალო მცენარეების ქაცვის
(*I.rcamnoides*) და კუნელის (*Cr. pentagina*) ბალმური
პრეპარატების გამოყენება ფიტოთერაპიაში**

სამკურნალო მცენარეები ადამიანისათვის ცნობილი იყო ჯერ კიდევ უძველესი დროიდან. ადამიანი თავისი განვითარების პირველივე სტადიიდან საკვებ მცენარეებთან ერთად, თავისი ჯანმრთელობის გასაკაჟებლად ცდილობდა სამკურნალოდ გამოეყენებინა ბალახეული მცენარეულობა. მოგვიანებით, სახალხო-სამედიცინო პრაქტიკის სხვადასხვა პერიოდიდან, საფუძველი ეყრება სამკურნალო საშუალებების უშუალო ემპირიულ კავშირს მცენარეულ სამყაროსთან. შემდგომში, ადამიანის განვითარების ყველა ეპოქაში მცენარეების სამკურნალოდ გამოყენების მიზნით, მტკიცე კავშირი მყარდება ადამიანსა და სამკურნალო მცენარეს შორის.

დამწერლობის შემოღებამ ეს კავშირი უფრო გაამყარა. დაიწყო მცენარეთა სასარგებლო თვისებების ფიქსირება, რამაც მნიშვნელოვნად გააფართოა მათი პრაქტიკული გამოყენება სახალხო მედიცინაში (ეგვიპტე, საბერძნეთი, ინდოეთი, ჩინეთი). ფაქტია რომ, ამ პერიოდში სხვადასხვა ფიტოთერაპიულ საშუალებებთან ერთად მიღებულ იქნა უაღრესად ეფექტური ისეთი წამალი, როგორცაა „რეზერპინი“. მრავალი ქვეყნის სახალხო მედიცინაში „რეზერპინი“ საუკუნეების მანძილზე წარმატებით გამოიყენებოდა ჰიპერტონული სენით დაავადებულ ადამიანთა სამკურნალოდ (მექსიკა).

არაბთა სამედიცინო სკოლის გამოჩენილ წარმოდგენილთა შორის პირველ რიგში აღსანიშნავია წარმოშობით ტაჯიკი აბუ ალი იბნ სინა, რომლის ნაშრომი ევროპაში ცნობილია ავიცენას სახელით. მან პირველმა აღწერა 900-მდე სამკურნალო ბალახოვანი მცენარე და მიუთითა მათ გამოყენებაზე. სამკურნალო მცენარეთა სია 1400 მცენარემდე გაზარდა ესპანელმა არაბმა იბნ ბოტარმა.

გარდა იმ დროისთვის არსებული აკადემიური თხზულებებისა, არაბულ სამყაროში, გამოჩენილი არაბი ექიმები შემოკლებით ამზადებდნენ სპეციალურ წიგნებს სამკურნალო მცენარეებზე. რომელიც ცნობილია „*კარაბადინის*“ სახელწოდებით. მსგავსი კარაბადინი იწერებოდა ევროპა-აზიურ ქვეყნებში და მათ შორის საქართველოშიც. ჩვენს ეპოქაში „ქიმიათერაპიული ინტოქსიკაციის“ შემდეგ დადგა „მწვანე მედიცინის“ წარმატებული ეპოქა. თანამედ-

როვე თერაპიულ პრაქტიკაში მკვლევარებისა და ექიმების უმეტესმა ნაწილმა აღიარა „მწვანე მედიცინის“ საშუალებებით აღამიანთა მკურნალობის უპირატესობა. მცენარეებში აღმოჩენილმა ფარმაკოლოგიურად აქტიურმა ნივთიერებებმა კი საფუძველი ჩაუყარეს ფიტოთერაპიის სწრაფ განვითარებას, რომელიც პროფ. გ. თურმანაშელის მიხედვით (1997) ითვალისწინებს სამი ძირითადი წყაროს გამოყენების აუცილებლობას: 1. ხალხური ტრადიციული მედიცინის საფუძვლებს. 2. კლინიკური (ექსპერიმენტალური) ფარმაკოლოგიის და ტოქსიკოლოგიის მეცნიერულ მონაცემებს სამკურნალო მცენარეების შესახებ. 3. კლინიკური ფარმაკოლოგიის მონაცემებს.

სხვა სიტყვებით ფიტოთერაპია მეცნიერულად დასაბუთებული მკურნალობაა სამკურნალო მცენარეებითა და მათგან მიღებული გაღენიერი პრეპარატებით. მაშასადამე, ფიტოთერაპია თავისთავად გახდა თერაპიის განუყოფელი ნაწილი საერთოდ და ფარმაკოთერაპია ნაწილობრივ. ასე რომ თერაპიაში გამოყენებული აქტიური პრინციპები – ქიმიური ნივთიერებებია, ხოლო ფიტოთერაპიის წყარო და საფუძველი სამკურნალო მცენარეები. სამკურნალო მცენარეებით ძალიან მდიდარია საქართველოს განუყოფელი ნაწილი – აფხაზეთის ფლორა.

აფხაზეთში სამკურნალო მცენარეები საკმაოდ ბევრია. 1990 წლის არასრული მონაცემებით აქ გავრცელებულია 200-ზე მეტი სახეობა. აქედან, საჭირო და ხშირად გამოყენებული სამკურნალო მცენარეებიდან, თანამედროვე ფიტოთერაპიაში მხოლოდ უმნიშვნელო სახეობებია შესული მათ შორისაა ქაცვი და კუნელი.

ქაცვი უძველესი დროიდან იყო ცნობილი, როგორც სამკურნალო მცენარე, ძველმა ბერძნებმა შეამჩნიეს, რომ როდესაც ცხენებს კვებადნენ ქაცვის ყლორტებითა და ფოთლებით მათი ბაღანი იძენდა ბზინვარებას. აქედან წამოიშვა მისი ლათინური სახელწოდება **Hypos-** ცხენი, **phaë** – ბრწყინვა, ბზინვა. გარდა ამისა ცხენები იჩენდნენ მეტ მოქნილობას და აქტიურობას (სურ 1).

ქაცვი ხე-ბუჩქია. შედის ფშატისებრთა ოჯახში – Eaeagnaceae, საერთოდ ნმ. სიმაღლის, აფხაზეთში იზრდება 12-13 მ-დე (მდინარეების კოდორისა და ბზიფის ხეობა). ქაცვი აფხაზეთში ფართოდაა გავრცელებული, მისი მასივები და თარგები ხშირია მდ. ოქუშის სანაპიროებზე (გალის რ-ნი), მდ. კოდორის მარჯვენა სანაპიროზე აგრეთვე, მის მარცხენა სანაპიროზე სოფ. აძიუბუას ზღვისპირეთში სურ.№4; მდ. ბზიფის ქვედა დინებაზე და ბიჭვინთის ზღვის სანაპიროებზე) ქაცვის ნაყოფის ქომიური შედგენილობა საკმაოდ რთულია.



სურათი 1.

ცხენი ქაცვის თარგის გარემოცვაში ყლორტებითა და ფოთლებით კვების დროს

ქაცვის ნაყოფის რბილობი შეიცავს 8-10% ცხიმოვან ზეთს, ხოლო თესლი 12-14 %, რომელიც ოლეინის, ლინოლის, ლინოლენის და პალმიტინის მჟავების ტრიგლიცერიდებითაა წარმოდგენილი. ნაყოფში აღმოჩენილია აგრეთვე ანტოციანები, ფლავონოიდები, ფოსფოლიპიდები (1%-მდე) და სტერინები (2%-მდე), ორგანული მჟავები (3,2%), მთრიმლავი და ფლავონური ნივთიერებები, მიკროელემენტები (რკინა, ბორი, მაგნიუმი). ქაცვის ნაყოფში მაღალია შაქრების შემცველობა 8-12%.

ცხიმოვანი ზეთი მიხნეულია ბუნებრივ პოლივიტამინურ კონცენტრატად. ამაში არის კაროტინი (40-120 მგ%), კარონიდები (180-125 მგ%), ასკორბინის მჟავა (450 მგ%-მდე), E ვიტამინი (110-165 მგ%), ფოლიუმჟავა (0,79მგ%-მდე), B₁ (0,035 მგ%-მდე), B₂ (0,056 მგ%-მდე), P და F ვიტამინები და ა.შ.



სურათი 2.

**ქაცვის მასივი სოფ. აბიუბუის ზღვის სანაპირო ზოლში,
გადაღებულია 1988 წ.**

ქაცვის პრეპარატებიდან ყველაზე მნიშვნელოვანია ქაცვის ზეთი, რომელიც მიიღება ქაცვის თესლისაგან. ზეთი ხელს უწყობს ქსოვილის რეგენერაცია შეხორცების, ჭრილობისა და წყლულის სწრაფ აღდგენას, კანის დამწვრობის განკურნებას (თერმული, რადიაციული, ქიმიური) და ა.შ. მას წარმატებით იყენებენ საყლაპავი მილის კიბოს სხივური თერაპიით დაზიანების პროფილაქტიკისათვის, ეროზიების, ტროფული წყლულების, კუჭისა და თორმეტგოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაზიანების, შინაგანი ბუასილის, უკანა ტანის ნახეთქების სამკურნალოდ. ქაცვის ზეთი გამოიყენება გინეკოლოგიაში საშვილოსნოს ყელის ეროზიის საწინააღმდეგოდ, ის სწრაფად აღდგენს დაზიანებულ ქსოვილებს, აჩერებს და კურნავს სისხლდენას და ყოველივე ამასთან ერთად მას გააჩნია ტკივილგამაყუჩებელი თვისებები და მოკლებულია გვერდით მოვლენებს. ზეთთან ერთად არანაკლები მნიშვნელობა შეიძინა ქაცვის ქერქმაც, რომლისგანაც გამოყოფილ იქნა ნივთიერება 5-ოქსიტრიპტამინი და რომელსაც სიმსივნის საწინააღმდეგო თვისებები გააჩნია.

ასეთია ის მოკლე ჩამონათვალი რომელიც დამახასიათებელია ქაცვისათვის. აქვე აღნიშვნის ღირსია ისიც, რომ დღეისათვის ჩვენს პლანეტაზე შემორჩენილი, მცენარეთა 500 000 სახეობიდან თავისი სამკურნალო თვისებებითა და ღირსებით ქაცვს უკავია პირველი ადგილი.

ქაჯვის ფიტოთერაპიულ პრეპარატებიდან ფლაკონებში გამოშვებულია ზეთი – 50,100,200 მლ. რომელიც მოთავსებულია მუქი ფერის ფლაკონებში და ინახავენ ბნელ, დაცულ გრილ ადგილზე (ხიდაშელი, პაპუნძიე 1985წ.).

ქაჯვის პრეპარატების გამოყენება ფიტოთერაპიულ პრაქტიკაში და მისი დოზები გ. თურმანაშელის მიხედვით (1997წ.):

– დამწვრობის, ნაწოლების, კანის სხივური დაზიანების ქაჯვის ზეთით მკურნალობის დროს დაწყდულებული ზედაპირის გასუფთავების შემდეგ, პიპეტით მორწყავენ ქაჯვის ზეთით და შემდეგ დოლბანდის ნახვევს დაადებენ და მათ ცვლიან ყოველდღე.

– საყლაპავი კობოს, სხივირი თერაპიის დროს, ქაჯვის ზეთი ენიშნება ჩაის კოვზით 2-3-ჯერ დღეში, მკურნალობის კურსის მთელ პერიოდში და მისი დამთავრების შემდეგ კიდევ 2-3 კვირა.

– კუჭის წყლულოვანი დაავადების დროს ქაჯვის ზეთი ენიშნება თითო ჩაის კოვზით 2-3-ჯერ დღეში ჭამის წინ.

– გენიტალიუმის ანთებითი პროცესების (კოლიტი, ეროზია, ენდოცერვიციტი) დროს იყენებენ ქაჯვის ზეთში გაჟღენთილ ტამპონებს, ან ბურთულებს ს(5-10 მლ ერთ ტამპონზე) ყოველ დღე გამოცვლით, 10-15 პროცედურა.



ქაჯვის პრეპარატების დასამზადებლად ნაყოფის კრეფას იწყებენ აგვისტო-სექტემბერში, მათთვის დამახასიათებელ შეფერილობის მიღების შემდეგ. ნაყოფის კრეფის დაყოვნება სასურელი არ არის, რადგანაც გადამწიფებული ნაყოფები რბილდებიან, ხელებში იტყლიტება და გარდაიქმნებიან მწებარე მასად. ნაყოფები ტოტებზე “ტაროების” სახითაა განლაგებული, (სურ 2).

ტაროებიდან ნაყოფებს ერთი ხელის მოსმით ყრიან პარკებში ან სპეციალურ ჯამებში ან კიდევ მცენარის ძირში აფენენ დოლბანდის ნაჭერს და მასზე ჩამოყრიან ნაყოფებს. ნაყოფის შეგროვება ხდება მხოლოდ მშრალ უნისლო ამინდში. ნაყოფების შეგროვება უფრო სრულყოფილია წაყინვების შემდეგ, რომლის დროსაც ადგილი აქვს ნაყოფების გამოშრობა–გამყარებას და ისინი არ ისრისებიან კრეფის დროს. საქართველოს პირობებში, როგორც ბარში ასევე მთაში ქაჯვის ნაყოფებით იკვებებიან ფრინველები (დიდი და პატარა კოჭობა და შაშვები მთებში, ხოლო ბარში – ყველა სახის ფრინველი). გვიან შემოდგომით და ზამთარში

ქაცვის ხე-ბუჩქებზე ნაყოფები თითქმის აღარ რჩება და ამიტომ კრეფის ამ ხერხს იშვიათად მიმართავენ.

კუნელი – CRATAEGUS pentagyna (ხუთბუტკოიანი). საქართველოში გავრცელებულია კუნელის 8 სახეობა. ყველაზე ხშირია წითელი - C. Kyrstostyla და შავი – C. pentagyna. –ს შედის ღოსაცვაე –ს ოჯახში. კუნელი ბუჩქი ან 3-5 მ სიმაღლის ხეა. (სურ 3) სამედიცინო მიზნებისათვის ძირითად გამოიყენება ხუთბუტკოიანი შავი კუნელის ნაყოფები და ყვავილები.

კუნელი იზრდება ფოთლოვან ტყეებში, მეტწილად მის ფანჯრებში, ტყისპირებზე, ნატყვევარ ბუჩქნარებში და ა.შ. ამ ადგილებში ის გვხვდება ერთეულების სახით, ტიპიურ რაყას არ ქმნის. ვრცელდება ზღვის დონიდან 1900 მეტრამდე. უხვნაყოფმსხმოიარეა, ყვავილობს მაის-ივნისში, მწიფდება აგვისტო- სექტემბერში, ჩვენ შევისწავლეთ კუნელის საშუალო მოსავლიანობა ერთ ხეზე და დავადგინეთ დამზადების დასაშვები ნორმები, რაც ერთ მცენარიდან საშალოდ 7-8 კგ. უდრის, ხოლო მისი ნაყოფების ნედლეულის საშუალო წლიური მოსავლიანობა 1,5 ათას ტონამდე აღწევს.

კუნელის მოშავო-მოწითალო, ნაკლებგანვითარებული ნაყოფის რბილობი შეიცავს 15-მდე ფლავონოიდებს (2-5 %), რომელთა შორის უმთავრესია გიპეროზიდი (40-50%). შეიცავს აგრეთვე ლიმონის, ოლეალონის, ურსულის, კრატემუსის, კოფეინის, ქლოროგენის მჟავებს ასევე კაროტინოიდებს, მთრიმლავ ნივთიერებებს, ცხიმოვან ზეთებს, პექტინებს, ფლავონის და ტრიტერპენის გიპეროზიდებს. ქოლინს, სიტოსტერინს, შაქარს, ვიტამინებს, საპონინებს. კუნელის ფოთლები შეიცავს: ფლავონოიდებიდან-კვერცეცეტინს, კვერცეციტინს: კაროტინოიდებს, აცეტილქოლილს, ეთეროვან ზეთებს, საპონინებს, ოლეანოლის კოფეინის, ურსულის, ქლოროგენის, კრატეგოლის და აკანტოლის მჟავებს. თესლები შეიცავენ გლიკოზიდ ესკულისს (კრატეგინს).

კუნელის ყვავილებში ნაპოვნია: ურსულის, ლეინოლის, კოფეინის, ქლოროგენის მჟავები აგრეთვე კვერცეცეტინი და ეთეროვანი ზეთები (0,16%-მადე).

სამკურნალო მიზნებით კუნელის გამოყენება უძველესი დროიდანაა ცნობილი. თანამედროვე მედიცინაში კუნელის ნაყოფებისაგან და ყვავილებისაგან მიღებული ფიტოპრეპარატურები გამოიყენება, როგორც მასტიმულირებელი საშუალება გულის კუნთებისათვის, წნევის დასაწევად და სხვა. კურდღლებზე დაკვირვებებმა უჩვენეს, რომ კუნელის ექსტრაქტი ამცირებს ქოლესტერინის რაოდენობას სისხლში. ნაყოფების ექსტრაქტი კრატეგინი შედის კომპლექსური პრეპარატის „კარდიოვალენის“ შემადგენლობაში, რომელსაც იყენებენ ვეგეტატიური ნერვოზების, სტენოკარდიის, და სხვა დაავადებების დროს. კლინიკურ პრაქტიკაში (თურმანაულის (1997) მიხედვით გამოიყენება კუნელის ნაყოფის ნაყენი (1:10) 70%

სპირტზე და თხევადი ექსტრაქტი (1:1), ეს უკანასკნელი მზადდება ჰერკოლაციის მეთოდით. კუნელის ყვავილებისა (5გ) და ნაყოფისა-გან (15გ) მზადდება გამონაცემი 200 მლ. წყალზე. კუნელის გაღენური პრეპარატები (ნაყენი და თხევადი) ექსტრაქტი დაენიშნება 20-30 (100) წვეთი 3-4-ჯერ დღეში ჭამის წინ. ხოლო მონაცემი – 50მლ. 2-3-ჯერ დღეში ჭამის წინ (გამონაცემი ინახება ორი დღე). აქვე განვმარტავ, რომ სიტყვა „გაღენური“ იხმარება რომაელ ექიმის გაღენის პატივსაცემად, რომელიც სწავლობდა მცენარეულ და ცხოველურ ნედლეულს სპეციალური დამუშავების საშუალებით. გაღენის პრეპარატებს მიეკუთვნება ნაყენები, ექსტრაქტები, სიროფები, ზეთები, სპირტები და ა.შ.

კუნელის ხე-ბუჩქები ფართოდაა გავრცელებული გალის რაიონში (სოფელ საბერიოდან დაწყებული, არხის გაყოლებით მდ. ენგურის წყალსაცავამდე, ს. ოქუმი, ანიგვარა, ილორი); ოჩამჩირის რ-ნში სქურჩას მიდამოები, ს.ნაა); გულრიფშის რ-ნში მდ. კოდორის მარჯვენა სანაპირო, მდ. კელასურის ხეობა); სოხუმის რაიონებში (მდ. გუმისთის ხეობა, ს. ეშერა); გუდაუთის რაიონში (საქართველოს სამხედრო გზის ნაპირები მდ. შავწყალადან დაწყებული მდ. ბზიფის ხეობამდე, მიუსერა, ლიძავა, პიცუნდა, რიწა-აუადხარა).

კუნელის ნაყოფს აგროვებენ მომწიფების პერიოდში – სექტემბრიდან წაყინვების დაწყებამდე, მთელ მტევანს ნაყოფებით მოწყვიტავენ და ალაგებენ პარკებში. ნაყოფების მოკრეფა კუნელებში არ იწვევს მათ დიდ დაზიანებას და ამიტომ მათი ნედლეულის დამზადება მიღებულია განხორციელდეს ყოველწლიურად.

ნაყოფებს აშრობენ მზეზე. გაშრობის დროს 1მ² გაფანტავენ 4-5 კგ. კუნელის ნაყოფს გადააფარებენ ცელოფანის პარკს და 7-8 დღის განმავლობაში აშრობენ ამ მდგომარეობაში. გამზადებულ ნაყოფებს ათავსებენ სპეციალურ ტომრებში და ინახავენ მშრალ კარგად განიავებულ ოთახში. თესლის ვარგისიანობა მოიცავს 2 წელიწადს.

ლიტერატურა:

1. **ვ. თოდუა.** ქაცვი. *H. rhamnoides* აფხაზეთსა და სამეგრელოში. – *საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მაცნე*, ბიოლიგიის სერია, ტ. 26, №1-3. გვ. 93-104.
2. **გ. თურმანული, ი. თურმანული.** ფიტო-ფარმაკო – თერაპიული საშუალებები. თბ., 1997, გვ. 120-122.
3. **შ. ხიდაშელი, გ. პაპუნიძე.** საქართველოს სამკურნალო მცენარეები. ბათუმი, 1985, გვ. 222-225.

VAJA TODUA, NANA JANUKASHVILI, KHATUNA MEBONIA

**THERAPEUTIC SIGNIFICANCE OF ABKHAZIAN FLORA
MEDICINAL PLANTS SEA-BUCKTHORN (HIPPOPHAE
RHAMNOIDES) AND HAWTHORN**

In the given proceeding is described history of the usage of medical plants. There mostly are discussed plants spread in Abkhazia - Sea-buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) and hawthorn, their usage in phytotherapy. There is described spreading area, chemical composition of those plants, medical Galenical preparations, their usage dosages, obtaining and storage rules and etc.

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომათა

ტ. X, 2011

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია

მარინა ჯარქუა, ღარეჯან ბელაშვილი

**სპეციალური სარგებლობის გამწვანების კერძოპტიკაში
თბილისის ცენტრალური ბოტანიკური ბაღის
მაგალითზე**

შესწავლილია საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის თბილისის ცენტრალური ბოტანიკური ბაღის, როგორც სპეციალური სარგებლობის გამწვანების ობიექტის მხატვრულ-არქიტექტურული გადაწყვეტის თავისებურებები, შერჩეულ ნაკვეთზე მოზარდი მცენარეულობის ბიო-ეკოლოგიურობა და დეკორატიულობა. მოცემულია შერჩეული ნაკვეთის გამწვანების რეკომენდაციები.

საკვანძო სიტყვები: ცენტრალური ბოტანიკური ბაღი, სპეციალური სარგებლობის გამწვანება.

ქალაქის კეთილმოწყობის ღონისძიებათა კომპლექსში განსაკუთრებულ როლს დეკორაციული მწვანე ნარგავები ასრულებენ, რაც არქიტექტურული ანსაბლის განუყოფელ ნაწილს წარმოადგენს. დასახლებული ადგილებისათვის მხატვრულად გაშენებულ პარკებს, ბაღებს, სკვერებს და სხვა მწვანე ნარგავებს დიდი ესთეტიკური, არქიტექტურულ-დეკორაციული მნიშვნელობა აქვს. ესთეტიკურ მნიშვნელობასთან ერთად დეკორაციული მწვანე ნარგავები ადამიანის გამაჯანსაღებელი საშუალებაა, იგი სისუფთავის და სიგრილის დაუშრეტელი წყაროა. მწვანე ნარგავები წმენდს ჰაერს, ზომიერს ხდის ტემპერატურას, იცავს ჰაერის ნორმალურ ტენიანობას, ანელებს ქარის სიძლიერეს.

მწვანე ნარგავები ფუნქციური დანიშნულების მიხედვით იყოფა სამ ძირითად ჯგუფად:

1. საერთო სარგებლობის;
2. შეზღუდული სარგებლობის;
3. სპეციალური სარგებლობის.

სპეციალური დანიშნულების გამწვანებას მიეკუთვნება: დაცვითი ზონა, წყალდამცავი ზონის ნარგავები, ხანძარსაწინააღმდეგო ნარგავები, სასაფლაოების გამწვანება, სანერგეები და საყვავილე მეურნეობები, სპორტული პარკი, საგამოფენო პარკი, ზოოლოგიური პარკი და ბოტანიკური ბაღი. [2,5].

ბოტანიკური ბაღი – მწვანე მასივია, სადაც ნარგავები გარკვეული სისტემითაა განლაგებული მათი წარმოშობის, სისტემატიკის ან გეოგრაფიული ნიშნის მიხედვით და განკუთვნილია კულტურულ-საგანმანათლებლო და სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობისათვის.

ბოტანიკურ ბაღებში წარმოებს მცენარეული რესურსების შესწავლა ქალაქებისა და დასახლებული ადგილების გამწვანების, სოფლისა და სატყეო მეურნეობის, მრეწველობის ზოგიერთი დარგების მცენარეთა ახალი სახეობებითა და ჯიშებით გამდიდრების მიზნით. აქ ეცნობიან ბიოლოგიური მეცნიერების მიღწევებსა და მცენარეთა ფართო ასორტიმენტს.

ბოტანიკურ ბაღში აშენებენ ორანჟერეებს, სათბურებს, კვალ-სათბობებს, აგრეთვე კულტურულ-საგანმანათლებლო ხასიათის ნაგებობებს (მუზეუმი, ლექტორიუმი და სხვა).

ბოტანიკურ ბაღებს აწეობენ მრავალრიცხოვან მცენარეთა ჯიშებთათვის ხელსაყრელ ნიადაგებზე, მრავალგვარი რელიეფის მქონე ტერიტორიაზე სხვადასხვა წყალსატევებით, სადაც მცენარეთა კოლექციები ექსპოზიციაში უკეთ იქნება წარმოდგენილი [4].

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის თბილისის ცენტრალური ბოტანიკური ბაღის, როგორც სპეციალური სარგებლობის გამწვანების ობიექტის მხატვრულ-არქიტექტურული გადაწყვეტის შესწავლა და განსაზღვრული ნაკვეთის გამწვანების რეკომენდაციები.

კვლევის ამოცანებს შეადგენდა: შერჩეულ ნაკვეთზე მოზარდი მცენარეულობის ბიო-ეკოლოგიის და დეკორატიულობის შესწავლა.

ბაღის დაპროექტების პრინციპის და მცენარეთა კოლექციების შემადგენლობის გასაცნობად თბილისის ბოტანიკურ ბაღში ტარდებოდა მარშრუტული კვლევები.

ფენოლოგიური დაკვირვება ჩატარდა აპრობირებული მეთოდით [6], რისთვისაც შერჩეული ნაკვეთის შემდგომი გამწვანების მიზნით მცენარეებზე ვახდენდით ფენოლოგიურ დაკვირვებას ყვავილობაზე, თესლმსხმოიარობაზე, თესლცვენასა და ფოთოლცვენაზე. შევისწავლეთ მათი ზრდა-განვითარების თავისებურებები და დეკორატიულობა.

ბაღ-პარკების დაპროექტებისას დაცული უნდა იქნეს გამწვანებულ და გაუმწვანებელ (გზები, ბილიკები და მოედნები) ფართობთა შორის გარკვეული თანაფარდობა. დაპროექტებულ ობიექტებზე ხეების, ბუჩქების, ყვავილების და გამწვანების სხვა ელემენტების განლაგება მჭიდროდაა დაკავშირებული პარკებისა და ბაღების გეგმარებით სტილთან. სტილი ეწოდება არქიტექტურულ-მხატვრულ დაგეგმარების სისტემას, რასაც ბუნებრივი პირობები, მწვანე ობიექტის ფართობი, მიზნობრივი დანიშნულება და სხვა ფაქტორები განსაზღვრავენ. მწვანე მშენებლობაში არსებობს ორი ერთმანეთისაგან განსხვავებული გეგმარებითი სტილი: რეკულარული ანუ გეომეტრიული და პეიზაჟური ანუ ლანშაფტური. ხშირად ამ ორი სტილის შეხამებით ახორციელებენ შერეული (იხტე) სტილის დაგეგმარებასაც [4].

რეგულარული სტილით დაგეგმარება ხორციელდება ადამიანის გემოვნებით, ყოველგვარი ბუნებრიობის გარეშე. მცენარეულობა განლაგებულია გეომეტრიული ფორმის თარგებში, ყვავილნარებში, პარალელურად ან რადიალურად გაშენებულ გზებზე, ხეივნებზე და სხვა. ხშირად გამოყენებულია ფორმირებული, გაკრეჭილი ხეები და ბუჩქები/

პეიზაჟური სტილით ბაღ-პარკების გეგმარებისას კი პირიქით – იცავენ მცენარეთა ბუნებრივ ფორმას. აქ ხეების, ბუჩქების და ყვავილნარების დაგეგმარება თავისუფალია.

ბოტანიკურ ბაღი თავისი მხატრულ-არქიტექტურულ გადაწყვეტით წარმოადგენს საბაღო-საპარკო ხელოვნების ნიმუშს. ის გაშენებულია ძირითადად ლანდშაფტურ სტილში, მაგრამ მასში გვხვდება რეგულარული გეგმარებითი ელემენტებიც, რომლებიც ძალიან მოხერხებულად არის ჩართული საერთო კომპოზიციში.

თბილისის ბოტანიკურ ბაღში მარშუტული სვლის გასაადვილებლად ბაღის დასათვალიერებელი ტერიტორია დაყოფილია 23 ნაკვეთად. [1].

რეგულარული გეგმარება არის ძირითადად ბაღის შესასვლელთან, მეხუთე ნაკვეთი, გვირაბთან არსებული პირველი ნაკვეთი, მეექვსე ნაკვეთი, იგი მოიცავს ყვავილნარის რამოდენიმე თარგს, მეჩვიდმეტე ნაკვეთი, რომელიც პარტერს წარმოადგენს.

ბოტანიკური ბაღის ორიგინალობას, უნიკალურ ლანდშაფტს განაპირობებს აქ არსებული მრავალფეროვანი მცენარეულობა, რომელიც ორი ძირითადი ჯგუფის სახითაა წარმოდგენილი: კულტივირებული მცენარეულობა, ანუ ბაღის მცენარეთა კოლექციები და ადგილობრივი, ანუ ბუნებრივი წარმოშობის მცენარეულობა. კულტივირებულ მცენარეულობას ბაღში დაახლოებით 70 ჰა ფართობი უკავია და წარმოდგენილია 2000-ზე მეტი ტაქსონით. ადგილობრივს კი – დანარჩენი 58 ჰა, რომელიც დაახლოებით 1500 სახეობითაა წარმოდგენილი [3].

ჩვენს მიერ შერჩეული იქნა ბაღის პირველი ნაკვეთი, ეს ნაკვეთი გვირაბთან არსებული ნაკვეთია, რომელიც ბაღის ცენტრს წარმოადგენს. იგი დამთვალიერებლისათვის ერთ-ერთ საჩვენებელ ადგილს წარმოადგენს, ეს ნაწილი განკუთვნილია სეირნობა – დასვენებისათვის. აქ გეგმარება შერეულ სტილშია.

ბაღის ეს ნაკვეთი დაპროექტებულია შემდეგნაირად: იყოფა გზის მარჯვენა და მარცხენა მხარეებად. გვირაბიდან გზის მარჯვნივ ყვავილნარების თარგებია. დეკორაციულ მებაღეობაში ყვავილოვან გაფორმებას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. ყვავილებს ამრავლებენ ადამიანის ესთეტიკური მოთხოვნილებების დასაკმაყოფილებლად. ყვავილნარი მოსაბეზრებელი რომ არ გახდეს, ამიტომ აქ ყვავილები ყოველწლიურად და სეზონურად იცვლება ფორმის, ფერის და ასორტიმენტის მიხედვით. ყვავილნარში გამოყენებულია:

კვირითავა, გეორგინა, ზაფრანა, ტიტა, სანვიტალია, პეტუნია, პერილა, ნასტურცია, ასტრა, ნიფოფია პიონები და სხვა. ბოტანიკოსი კარლ ლინე ყვავილების შესახებ ამბობდა „ როგორც ცის სფეროში გაფანტული ვასკულაგები ამშვენებენ ცისკიდურს, ასევე მრავალნაირი ფერებით ყვავილები ამკობენ ცისქვეშეთს“ [4].

ყვავილნარს აგრეთვე ამშვენებს ვარდები: შტამბიანი ვარდები, მინიატურული ვარდები და კვინელიზაბედის ვარდები. გვირაბიდან ოდნავ მოშორებით, გზის მარჯვნივ არის დეკორატიული ავზი, რომელიც გაფორმებულია ლამაზად მოყვავილე დუმივარებით და ლაქაშით. ეს ავზი განსაკუთრებულ სილამაზეს აძლევს აქ არსებულ მხატვრულ-არქიტექტურულ გაფორმებას.

გზის მარჯვნივ ყვავილნარებთან მერქნიანი მცენარეები განლაგებულია ძირითადად სოლიტერებად (გვეგმარებით სტილი). ხოლო გვირაბიდან გზის მარცხნივ – ფერდობია, აქ მერქნიანი მცენარეები ქმნიან მცირე კომპოზიციურ ჯგუფებს (ლანშაფტური სტილი). ისინი ამაგრებენ ფერდობს. გარდა დეკორატიული თვალსაზრისისა, მერქნიანი მცენარეები ჰაერის სისუფთავისა და სიგრილის დაუმრეტელი წყაროა.

ჩვენს მიერ აღნიშნული ნაკვეთის შემდგომი გამწვანების მიზნით შევისწავლეთ მოზარდი მცენარეულობის ბიო-ეკოლოგია, ჩავატარეთ ფენოლოგიური დაკვირვება და გავნსაზღვრეთ დეკორატიულობა. კვლევის შედეგები მოცემულია ცხრილის სახით (1. 2).

ავღწერეთ ბოტანიკური ბაღის შერჩეულ ნაკვეთზე არსებული მერქნიანი მცენარეები, რომლებიც წარმოდგენილია 24 ოჯახის, 38 გვარის, 51 სახეობით. მათ შორის ჩრდილოეთ ამერიკის 4 სახეობა, სამხრეთ ამერიკის – 1, ხმელთაშუაზღვეთის – 2, კავკასიური – 10, პიმალაური – 1, აღმოსავლეთ აზიური – 24, ევროპული – 3.

სასიცოცხლო ფორმის მიხედვით ხე მცენარეა – 22 სახეობა, ბუჩქი – 26, ღიანა – 3. ყველა შესწავლილი სახეობა ყვავილობს და თესლმსხმოიარობს. თითოეული სახეობა მცირე რაოდენობითაა წარმოდგენილი (<10), მათ შორის 13 მარადმწვანეა, დანარჩენი ფოთოლმცვენი. მათი დიდი ნაწილი გვალვა- და ყინვაგამძლეა, რაც პერსპექტიულობაზე მიუთითებს. საუკეთესო ზრდა-განვითარებით გამოირჩევიან მშრალი, სუბტროპიკული და ზომიერად თბილი კლიმატის მცენარეები, რაც აღნიშნული ნაკვეთის გამწვანებისთვისაა გათვალისწინებული, თუმცა მორწყვის პირობებში კარგი ზრდა-განვითარების მაჩვენებლები აქვთ ტენიანი სუბტროპიკული კლიმატის მცენარეებსაც.

ფენოლოგიური დაკვირვების მიხედვით ზაფხულში ყვავილობს: *Koelreuteria peniculata*, *Thelycrania sanguinea*, *Sophora japonica*, *Sophora sorbifolia*, *Spiraea bumalda*, *Cotoneaster salicifolia*, *Pyracantha crenulat*, *Jasminum officinalis*, *Campsis radicans*. დანარჩენი სახეობა ყვავილობს გაზაფხულზე.

შესწავლილი სახეობები მსხმოიარობენ პერიოდულად, რაც ობიექტის გამწვანების თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია.

შემოდგომისას დეკორატიულობით გამოირჩევიან ფოთლის შეფერვით: *Celtis caucasica*, *Zelkova carpinifolia*, და *Parrotia persica*.

ვარჯის ფორმით გამოირჩევიან : *Salix babylonica*, *Berberis levis*, *Celtis occidentalis*, *Laurocerasus officinalis*, *Sorbaria sorbifolia*, *Cotoneaster salicifolia*, *Cotoneaster henryana*, *Taxus baccata*, *Grewia biloba*, *Lonicera caprifolium*, *Koelreuteria paniculata* და *Cupressus sempervirens pyramidalis*.

ღეროს ფორმით გამოირჩევიან: *Jasminum officinale* და *Jasminum nudiflorum*. ყვავილობისას დეკორატიულობით გამოირჩევიან: *Berberis vulgaris*, *Robinia pseudoacacia*, *Cercis siliquastrum*, *Cercis chinensis*, *Sophora japonica*, *Spiraea bumalda*, *Chaenomeles japonica*, *Cotoneaster nitens*, *Jasminum nudiflorum*, *Syringa vulgaris*, *Viburnum opulus*, *Lonicera nitida*, *Rosmarinus officinalis*, *Clematis vitalba*, *Tamarix hohenackeri*, *Campsis radicans*, *Erianthus purpurascens*, *Yucca gloriosa* და *Opuntia phaeacantha*.

ნაყოფმსხმოიარობისას დეკორატიულობით გამოირჩევიან: *Acer velutinum*, *Berberis vulgaris*, *Robinia pseudoacacia*, *Cotoneaster nitens*, *Cotoneaster salicifolia*, *Cotoneaster henryana*, *Pyracantha crenulata*, *Taxus baccata*, *Lonicera pileata*, *Sambucus racemosa* და *Clematis vitalba*.

ბაღის შერჩეულ ნაკვეთზე მოზარდი მცენარეები ფლორისტულ ოლქების მიხედვით

ცხრილი 1

ფლორის ელემენტი	სახეობათა რაოდენობა	სასიცოცხლო ფორმა			ყვავილოვანი	თესვლმსხმოიარე	იძლევა თევზნათეს	პერსპექტიული სახეობები
		ხე	ბუჩქი	ლიანა				
ჩრდ. ამერიკა	4	3	-	1	4	2	2	4
სამხრეთ-ამერიკა	1	-	-	-	1	1	-	1
ხმელთაშუაზღვეთი	2	-	2	-	2	2	-	2
კავკასია	10	3	6	1	10	10	-	10
ჰიმალაი	1	-	1	-	1	1	-	1
აზია	24	15	9	-	24	24	2	24
ევროპა	9	1	7	1	9	9	2	9

**ბადის შერჩეულ ნაკვეთზე გამოყენებული მცენარეების
ზრდა-განვითარების მანევრებლები**

ოჯახი	სახეობა	არეალი	რაოდენობა	ზრდის ფორმა	მარადმწ/ფოთლომცვენი	დეკორატიულობა	სიმაღლე მ-ში	ლიანობრი სქ-ში	ჟვავილობა	ნაკოვ- მისობიარო- ბა	გამაღვა- ქიზებადამ- ბეჭობა
Salicaceae	Salix babylonica	ჩინ.	„+“	ხე	•	ვარჯის ფორმით	10	10	III-IV	IV-V	
Aceraceae	Acer negundo	ჩრდ. ამერ.	„+“	ხე	•	ჟვავილ.	15-20		IV	IX	
	Acer velutinum	ჩრდ. ირანი და ამერ.	„+“	ხე	•	ნაყოფით	30	1,5	IV	VIII-IX	
Berberidaceae	Berberis levis	ჩინ., ჰიმალაი	„+“	ბუჩქ	* *	ვარჯის ფორმით და ფოთ.	2		V	IX-X	
	Berberis vulgaris	სმელ-თაშუაზღვივერპ.	„+“	ბუჩქ	* *	ჟვავილებით და ნაყოფით	2		V	IX-X	+ (+)
Buxaceae	Buxus balearica	ბალეარის კუნდ.	„+“	ხე	* *		15		IV-V	VIII	+ (+)
Ulmaceae	Celtis caucasica	კავკაზია	„+“	ხე	•	ფოთლის შეფ-ით	7		III-IV	X-XI	
	Celtis occidentalis	ჩრდ. ამერ.	„+“	ხე	•	ვარჯის ფორმით და ფოთ.	40	100	IV	X-XI	+ (+)
	Zelkova carpinifolia	ამიერ კავკაზ. საქარ.	„+“	ხე	•	ფოთლის შეფ-ით	25		IV	IX-X	+
Leguminosae	Robinia pseudoacacia	ჩრდ. ამერ.	„+“	ხე	•	ჟვავილ. და ნაყოფით	20-25		V		+ (+)
	Genista tinctoria	დას. ციმბ. დას. ევრ.	„+“	ბუჩქ	•		30-100		V-VI		
	Cercis siliquastrum	სამხ. ევრ. აზია,	„+“	Xე	•	ჟვავილ.	7-10	20-25	IV-V	VI	+ (+)

		სმ.ზღვ კეთი									
	Cercis chinen- sis	ჩინ.	„+“	Xგ	•	ყვავილ.	15		IV -V	VI	
	Sop- hthora japoni- ca	ჩინ.-ო- აპ-ია	„+“	Xგ	•	ყვავილ.	25		VI I- VI II	IX-X	+ (+)
Ro- sa- ceae	Lauro- cerasus offici- nalis	კავკა- მცირე აზია	„+“	ბუნქ .	* *	ვარჯის ფორმით	6-8		V- VI	VIII	+
	Sorbar- ia sor- bifolia	ციმბ, კორ, ჩრ. ჩინ.	„+“	ბუნქ .	•	ვარჯის ფორმით	1-2		VI - VI I	VIII	
	Spiraea bumal- da	ჩინ.-ო- აპ-ია	„+“	ბუნქ .	•	ყვავილ.	0,7 5		VI I- VI II	X	
	Chae- nome- les ja- ponica	იაპ-ია	„+“	ბუნქ .	•	ყვავილ.	1- 1,5		III- IV	IX-X	
	Coto- neaster nitens	ჩინ.	„+“	ბუნქ .	•	ყვავილ. და ნა- ყოფით	1,5		V	VIII- IX	
	Coto- neaster salici- folia	ჩინ.	„+“	ბუნქ .	* *	ვარჯის ფორმით და ნა- ყოფით	5		V	IX	(+)
	Coto- neaster henrya- na	ჩინ., იაპ-ია	„+“	ბუნქ .	* *	ვარჯის ფორ- მით, ფოთ. და ნა- ყოფით	2-3		VI	X	+ (+)
	Pyra- cantha crenu- lata	ჩინ., ჰიმ.	„+“	ბუნქ .	* *	ნაყო- ფით	6		V- VI	IX-X	(+)
Ta- xa- ceae	Taxus baccata	ყირ, კავკა- მცირე აზია	„+“	ბუნ- ქი- სებ- რი	* *	ვარჯის ფორ- მით, წიწვ- და ნა- ყოფით	26	1-1,6	III	VIII	(+)
Ole- a- ceae	Jasmi- num offici- nale	ამიერ- კავკა- დას. აზია	„+“	ხვი- არა ბუნქ .	* *	ღეროს ფორმით			VI - VI II	IX	+ (+)
	Jasmi- num nudif- lorum	ჩინ.	„+“	ბუნქ .	•	ღეროს ფორმით და ყვა- ვილ.	5		II- III		+ (+)
	ligus- trum vulgare	ევრ, ყირ,	„+“	ბუნქ .	•				V	IX	+

		კაკი									(+)
	Syringa vulgaris	ბაღკუჭი	„+“	ბუჩქი	•	ქვავილი	8		IV-V	IX	+ (+)
Tiliaceae	Grewia biloba	ჩინ.	„+“	ბუჩქი	•	ვარჯის ფორმით	2,5				(+)
Caprifoliaceae	Viburnum opulus	კაკი, ყირ, ციმბ.	„+“	ბუჩქი	•	ქვავილი	3-4		V-VI	VIII-IX	
	Lonicera pileata	ჩინ.	„+“	ბუჩქი	* *	ნაყოფით			IV	VII	
	Lonicera nitida	ჩინ.	„+“	ბუჩქი	* *	ქვავილი			IV		
	Sambucus racemosa	ვერ, ციმბ.	„+“	ბუჩქი		ნაყოფით	4-6				
	Lonicera caprifolium	ვერ, კაკი	„+“	ბუჩქი		ვარჯის ფორმით	4		V	VIII	
Labiales	Rosmarinus officinalis	ხმ. შუაზღვრული	„+“	ბუჩქი	* *	ქვავილი	1		II-XI	I	+
Ranunculaceae	Clematis vitalba	კაკი, ყირ, სამხ. ვერ	„+“	ლიანა		ქვავილი და ნაყოფით			V-VI	II	
Hamamelidaceae	Parrotia persica	ჩრ.ირანი, აზერ.	„+“	ხე	•	ფოთ. შეფით	6-7				
Corylaceae	Corylus maxima		„+“	ბუჩქი		მთლიანი ფორმით	10				
Betulaceae	Carpinus orientalis	ყირ, კაკი, მცირე აზია	„+“	ხე			4-6				
Tamaricaceae	Tamarix hortenkeri	კაკი, მცირე აზია, ჩრ. ირანი	„+“	ბუჩქი		ქვავილი	3				+
Cornaceae	Thelycrania sanguinea	ვერ.	„+“	ბუჩქი	•		3-4		VI	VIII-IX	+ (+)

Sapindaceae	Koelreuteria paniculata	ჩინ, იაპ, კორეა	„+“	ხე	•	ვარჯის ფორმით	10		VI - VI I		+
Cupressaceae	Cupressus sempervirens pyramidalis	მცირე აზია, ირანი	„+“	ხე	* *	ვარჯის ფორმით	8-10	28	II-IV	VIII-IX	+(+)
Bigoniaceae	Campsis radicans	ჩრ.ამ. ერიკა	„+“	იან.	•	ყვავილ.					(+)
Gramineae	Erianthus purpurascens	აზია	„+“	ბალ.		ყვავილ.	0,8-2		VI I- VI II		
Liliaceae	Yucca gloriosa	ცენტ. და სამხ. ამერ.			* *	ყვავილ.			V		+
Cactaceae	Opuntia phaeacantha	ცენტ. და სამხ. ამერ. უდაბ.		სუ-კუ-ლენტი		ყვავილებით			V		+(+)

პირობითი ნიშნები: მარადმწვანე * *, ფოთოლმცვენი • , გვალვაგამძლე +, ყინვაგამძლე (+), მცირე < 10 „+“

ბოტანიკური ბაღი არ უნდა იყოს გადატვირთული გეომეტრიული გეგმარებით, მიუხედავად ამისა შევიტანდით მცირე რეკომენდაციებს ამავე ნაკვეთის გამწვანებისათვის.

გვირახის კედელის მცირე ნაწილს ფარავს ნამდვილი კამპსისი ანუ ტეკომა *Campsis radicans*, ფოთოლმცვენი ღიანა მცენარეა. ღიანები ეწოდება მოქნილ და სუსტდეროან მცენარეებს. დეკორაციულ მებაღეობაში მხვიარა მცენარეები გამოყენებულია არადეკორირებული ნაწილის დასაფარავად, ან მხატვრული თვალსაზრისით უფრო ადგილებში, სადაც სიცოცხლე და ხალისი შეაქვთ. აგრეთვე ღიანები მცირე ადგილსაც იჭერენ, ამიტომ ისინი შეუღარებლები არიან იმ შემთხვევებისათვის, როდესაც ხეების, ბუჩქების ან ყვავილნარებისთვის არ არის საკმარისი ადგილი [4].

ჩვენ შემთხვევაში არსებული მცენარე შეიძლება გამოვიყენოთ მხატვრულ-დეკორატიული თვალსაზრისით, რათა უფრო გავაღვამაზოთ და მეტად დეკორატიული გავხადოთ ეს კედელი. ამისათვის საჭიროა მთლიანად დავფაროთ კედელი ტეკომით.

ტეკომა ჩრდილოეთ ამერიკის ფოთოლმცვენი ლიანა მცენარეა. ტეკომას ღეროზე უფითარდება საჰაერო ფესვები, რითაც ის ემაგრება ქვიან კედელს 20 მ-მდე სიმაღლეზე. დეკორატიულია ყვავილებით, მასიურად ყვავილობს ივლის-აგვისტოში, ნაყოფი მწიფდება ნოემბერ-დეკემბერში. სწრაფმზარდი მცენარეა და იტანს – 20 გრადუსამდე ტემპერატურის ხანმოკლე დაწვევას, კარგად იტანს ჰაერისა და ნიადაგის სიმშრალეს. ადვილად იტანს კრეჭას, მრავლდება თესლით, ფესვის კალმებით, გადაწვევით.

გარდა ამისა, გარშემო შევიტანლით რამოდენიმე მარადმწვანე ბუჩქს, რადგან დეკორატიული გაფორმება ზამთარშიც იგრძნობოდეს. მაგალითად, ბალეარული ბზას (*Buxus balearica*.) გამოვიყენებდით ბორდიურის სახით.

ბალეარული ბზა ბუნებრივად გავრცელებულია ბალეარის კუნძულებზე, სადაც სიმაღლით თითქმის 15-200მ აღწევს. მარადმწვანე მაღალი ბუჩქია ან საშუალო ხე. გვალვისა და ყინვის საკმაოდ ამტანია. ჩვეულებრივი ბზაზე უფრო სწრაფმზარდია. ყვავილობს აპრილ-მაისში, ნაყოფმსხმოიარობს აგვისტოში. ამრავლებენ თესლით და კალმით. კარგად ეგუება კერჭას.

გამოყენებული მცენარეები თავიანთი ბიო-ეკოლოგიით და დეკორატიულობით პერსპექტიულებია. თბილისის ბოტანიკური ბაღის ნიადაგურ-კლიმატური პირობები სრულებით აკმაყოფილებს შერჩეული მცენარეების ზრდა-განვითარებას.

ამრიგად, შესწავლილ იქნა შერჩეულ ნაკვეთზე მოზარდი მცენარეულობის ბიო-ეკოლოგიური თავისებურებები და დეკორატიულობა. ამავე ნაკვეთზე გავაკეთეთ მცირე რეკომენდაციები გამწვანებასთან დაკავშირებით. კერძოდ, გვირახთან არსებული კედელი დაიფაროს მხვიარა მცენარით *Campsis radicans* -ით, ხოლო გვირახის გარშემო შეტანილ იქნას *Buxus balearica* ბორდიურის სახით.

ლიტერატურა:

1. **ბ. ანდრონიკაშვილი, მ. ექვთიმიშვილი, გ. მანაგაძე.** ცენტრალური ბოტანიკური ბაღის მეგზური. თბ., 1971.
2. **ე. თევზაძე.** ლანდშაფტური არქიტექტურა. თბ., 2004.
3. **ჯ. კერესელიძე, მ. ლორია, მ. ელბაქიძე.** თბილისის ბოტანიკური ბაღი 365 წლისაა. თბ., 2001.
4. **ნ. ხმალაძე.** გამწვანების საფუძვლები. თბილისი 1961.
5. **Р. Горбачев.** Архитектурно-художественные компоненты озеленения городов. М., 1983.
6. **Фенологические наблюдения над хвойными** (методические указания). Ялта, 1973, გვ. 42.

MARINA ZARKUA, DAREJAN GELASHVILI

**THE DEVELOPMENT PROSPECTS OF GREENERY PLANTING
OF SPECIAL USE ON THE EXAMPLE OF TBILISI'S CENTRAL
BOTANICAL GARDEN**

Peculiarities of art-architectural determinations of Tbilisi's central botanical garden under the Academy of Sciences of Georgia, as the object of greenery planting of special use, as well as bio-ecologic and decorativeness of the grown plants on the selected plot are learnt. Recommendations on planting of greenery on the selected plot are given.

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები

ტ. X, 2011

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია

თამარ შიუკაშვილი, მაია ღვინჯილია

**ანტიბიოტიკების კომპლექსური მოქმედება
მიკროორგანიზმების ზრდა-განვითარებაზე**

ანტიბიოტიკების მოქმედების ეფექტურობა დამოკიდებულია მიკროორგანიზმის ზრდა-განვითარების სტადიაზე, კონცენტრაციაზე, კონტაქტის ხანგრძლივობასა და ტემპერატურაზე. ადრე ჩვენს მიერ შეწავლილი იყო სტომატოლოგიურ პრაქტიკაში გამოყენებული ზოგიერთი ანტიბიოტიკის, კერძოდ, კომპლექსური ნაერთების გავლენა მიკროორგანიზმების ზრდა-განვითარებაზე (1, 2). აღმოჩნდა, რომ ანტიბიოტიკების კომპლექსური მოქმედება მთელი რიგი მიკროორგანიზმების მიმართ უფრო ეფექტურია, ვიდრე ზოგიერთი მათგანის ცალ-ცალკე.

აქედან გამომდინარე, შევისწავლეთ შემდეგი ანტიბიოტიკები:

1. Cicatrene (100მგ/მლ);
2. Dermocombin (საცხი);
3. Neosporin (საცხი);
4. Septomyxin forte (საცხი);

სხვადასხვა კონცენტრაციების მოქმედება შემდეგ ტესტ-მიკროორგანიზმებზე: ბაქტერიები – *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Streptococcus sp.* და აქტინომიცეტები – *Nocardiosis dassohvillei*, *Actinomyces griseus*.

ტესტ-მიკროორგანიზმებს ვზრდიდით მყარ საკვებ არეებზე, კერძოდ, აქტინომიცეტებს – კრასილნიკოვის CP-1 საკვებ არეზე, (KNO_3 -1გ; K_2HPO_4 -0.5გ; NaCl – 0.5გ; Mg SO_4 – 0.5გ; Fe SO_4 -kvali; $CaCO_3$ -1კგ. სახამებელი – 20გ; აგარი – 20 გ; ონკანის წყალი – 1ლ), ბაქტერიებს ხორცპეპტონიან აგარზე (ხპა).

ანტიბიოტიკების მოქმედება მიკროორგანიზმების ზრდა-განვითარებაზე შესწავლილი იქნა ნ. ეგოროვის მეთოდების გამოყენებით (3). ცდის შედეგები მოყვანილია №1 ცხრილში.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, აღნიშნული ნივთიერებები შერჩევითად მოქმედებენ საკვლევი კულტურების ზრდა-განვითარებაზე.

შედარებით მაღალ აქტივობას ავლენს I, II და IV ნივთიერება. (დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 8.0 – 16.5 მმ), გამონაკლისს წარმოადგენს *Streptococcus, sp.*, რომლის მიმართ I და II ნივთიერება შედარებით დაბალაქტიურია (დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 5.0მმ). რაც შეეხება III ნივთიერებას, იგი ნაკლებ აქტივობას იჩენს საკ-

ვლევები კულტურების მიმართ, ხოლო საერთოდ არ მოქმედებს *Streptococcus* sp, და *A. griseus-is* ზრდა-განვითარებაზე.

დამზადებულ იქნა საკვლევი ნივთიერების სხვადასხვა კონცენტრაციების შემდეგი კომბინაციები:

- Dermacombin+Neosporin+Septomyxih – 1:1:1 (V)
- Dermacombin+Neosporin+Septomyxih – 2:1:1 (VI)
- Dermacombin+Neosporin+Septomyxih – 3:1:1 (VII)
- Dermacombin+Neosporin+Septomyxih – 1:2:1 (VIII)
- Dermacombin+Neosporin+Septomyxih – 1:3:1 (IX)
- Dermacombin+Neosporin+Septomyxih – 1:1:2 (X)
- Dermacombin+Neosporin+Septomyxih – 1:1:3 (XI)
- Dermacombin+Neosporin+Septomyxih – 2:1:2 (XII)
- Dermacombin+Neosporin+Septomyxih – 2:1:3 (XIII)

- Cicatrene (100მგ/მლ) +50მგ. Dermacombin + 50მგ Neosporin – 1:1:1 (XIV)
- Cicatrene (100მგ/მლ) +50მგ. Dermacombin + 50მგ Neosporin – 2:1:1 (XV)
- Cicatrene (100მგ/მლ) +50მგ. Dermacombin + 50მგ Neosporin – 3:1:1 (XVI)
- Cicatrene (100მგ/მლ) +50მგ. Dermacombin + 50მგ Neosporin – 1:2:1 (XVII)
- Cicatrene (100მგ/მლ) +50მგ. Dermacombin + 50მგ Neosporin – 1:3:1 (XVIII)
- Cicatrene (100მგ/მლ) +50მგ. Dermacombin + 50მგ Neosporin – 1:1:2 (XIX)
- Cicatrene (100მგ/მლ) +50მგ. Dermacombin + 50მგ Neosporin – 1:1:3 (XX)
- Cicatrene (100მგ/მლ) +50მგ. Dermacombin + 50მგ Neosporin – 2:2:1 (XXI)
- Cicatrene (100მგ/მლ) +50მგ. Dermacombin + 50მგ Neosporin – 3:2:1 (XXII)

შესწავლილი იქნა ამ კომპლექსური ნაერთების მოქმედება გამოსაკვლევი კულტურების ზრდა-განვითარებაზე (ცხრილი 2, 3). ცდის შედეგებმა გვიჩვენა, რომ ანტიბიოტიკების კომპლექსური მოქმედება საკვლევი კულტურების მიმართ სხვადასხვაა.

ამ პრეპარატების თავდაპირველ აქტიუობასთან შედარებით აღნიშნული კომპლექსების მოქმედება მაღალეფექტურია აქტინომიცეტების მიმართ, კერძოდ, ამ კომპლექსთა მოქმედება, ყველა შემთხვევაში ძლიერ ეფექტურია *Actinomyces griseus-is* (დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 13.0 – 21.5 მმ) მიმართ, ხოლო.

ცხრილი 1

მიკროორგანიზმები	ანტიბიოტიკები			
	I	II	III	IV
	დათრგუნვის ზონის სიდიდეები, მმ			
<i>Escherichia coli</i>	8.0	9.5	2.5	14.5
<i>Staphylococcus aureus</i>	9.5	9.0	2.5	13.0
<i>Bacillus subtilis</i>	8.5	8.0	2.5	13.0

Streptococcus sp.	5.0	5.0	0.0	11.0
Nocardiosis dassolvillei	15.0	12.5	4.0	16.5
Actinomyces griseus	11.0	6.0	0.0	10.5

ცხრილი 2

ანტიბიოტიკების კომპლექსური მოქმედება
მიკროლორგანიზმების განვითარებაზე

მიკროლორგანიზმები	კომპლექსური ნაერთები								
	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
	დათრგუნვის ზონის სიდიდე, მმ								
Escherichia coli	7.0	9.0	9.0	12.0	11.0	10.0	15.0	11.0	10.0
Staphylococcus aureus	8.0	8.0	7.0	9.0	9.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Bacillus subtilis	8.0	7.0	7.0	9.0	7.5	11.5	11.0	10.0	10.0
Streptococcus sp.	8.0	13.0	10.0	7.0	8.0	8.0	8.5	8.0	7.0
Nocardiosis dassolvillei	21.0	19.0	17.0	17.0	14.5	18.0	20.0	18.0	19.0
Actinomyces griseus	13.0	16.0	13.5	18.0	16.0	20.0	21.5	17.5	21.0

N. dassonvilleis-ს ზრდა-განვითარებას ძლიერ თრგუნავს Dermacombin+Neosporin+Septomyxin ნაერთთა კომპლექსი ყველა შეფარდებით (დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 17.0 – 21.0მმ), გამონაკლისს წარმოადგენს აღნიშნული კომპლექსი შეფარდებით 1:3:1, სადაც მისი მოქმედება შედარებით დაბალეფექტურია.

Dermacombin+Neosporin+Septomyxin ნაერთთა კომპლექსი შეფარდებით 1:1:3 მაღალეფექტურია აგრეთვე E.coli-ს (დათრგუნვის ზონის სიდიდეა 15.0 მმ) მიმართ.

ანტიბიოტიკების კომპლექსური მოქმედება
მიკროლორგანიზმების განვითარებაზე

ცხრილი 3

მიკროლორგანიზმები	კომპლექსური ნაერთები								
	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII
	დათრგუნვის ზონის სიდიდე, მმ								
Escherichia coli	6,0	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Staphylococcus au-	9,0	9,5	8,0	10,0	10,5	10,5	10,0	10,0	9,0

reus									
Bacillus subtilis	6,0	7,0	7,0	5,0	6,0	6,0	7,0	7,0	7,0
Streptococcus sp.	8,5	11,0	11,0	6,0	7,0	9,0	10,0	9,5	10,0
Nocardiosis dassolvillei	16,0	16,0	16,0	14,0	13,0	13,5	15,0	15,0	16,5
Actinomyces griseus	13,0	14,0	15,5	15,0	15,0	16,0	15,0	14,0	15,5

ამრიგად, ცდის შედეგად მიღებული შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ანტიბიოტიკების კომპლექსური მოქმედება მთელი რიგი მიკროორგანიზმების მიმართ უფრო ეფექტურია, ვიდრე ზოგიერთი მათგანისა ცალ-ცალკე. ანტიბიოტიკების მიზანმიმართული კომპლექსური გამოყენებით მიიღწევა საკვლევი ტესტ-ობიექტების ზრდა-განვითარების უფრო ეფექტური დათრგუნვა.

ლიტერატურა:

1. **ზ. ლომთათიძე, თ. შიუკაშვილი, ი. ხახანაშვილი, მ. ლორთქიფანიძე.** ზოგიერთი ანტიბიოტიკის ანტიმიკრობული მოქმედების შესწავლა. ინტელექტი, 1999, 3(6), გვ. 30-31.
2. **ზ. ლომთათიძე, თ. შიუკაშვილი, მ. ლორთქიფანიძე, ი. ხახანაშვილი.** ზოგიერთი ანტიბიოტიკის და ბერნარის დენის ზემოქმედების შესწავლა მიკროორგანიზმების ზრდა-განვითარებაზე. ინტელექტი, 1999, 3(6), გვ. 32-34.
3. **Н. С. Егоров.** Выделение микробов-антагонистов и биологические методы учета их антибиотической активности. М., 1957, გვ. 77.

TAMAR SHIUKASHVILI, MAIA GVINJILIA

THE COMPLEZ EFFECTS OF ANTIBIOTICS ON THE DEVELOPMENT AND GROWTH OF THE MICROORGANISMS

In some cases the complex effects of antibiotics on the microorganisms are more effective, than the using them each one separately.

ბ ე ო ბ რ ა ჯ ი ა

მელორ ალფენიკე

**დანადგმული არეალები და გარემოს
უსაფრთხოება**

თანამედროვე არასტაბილური მსოფლიოს პოლიტიკურ-გეოგრაფიული მდგომარეობის სურათის წარმოსახენად საკმაოდ ღრმა და საფუძვლიანი გამოკვლევები მიმდინარეობს. მათი უმრავლესობა (T. F. Homer-Dikson, 1991 Моро-Дедарж Ф., 1996) ხშირი ლოკალური დაპირისპირებების მიზეზ-შედეგობრივი მოდელების შემუშავებისაკენაა მიმართული. ჩვენი ამოცანა უფრო რთულია: შეიარაღებული დაპირისპირებების გეოგრაფიული ასპექტების გეოეკოლოგიური შედეგების (ალფენიკე, 2006) წარმოდგენა, ჯერ კიდევ მრავალ კითხვაზე მოითხოვს პასუხის გაცემას. ეს ეხება რეგიონული კონფლიქტების შედეგების ბუნებრივ სისტემებზე ზემოქმედების პარამეტრების განსაზღვრას, რეგიონების მდგრადი განვითარების მიღწევისა და გარემოს ობიექტების რეგულირების პრინციპულ თუ კონკრეტული ღონისძიებების შემუშავებას, გარემოს შეცვლილი და მართვას დამორჩილებული ფრაგმენტების გეოგრაფიულ შეფასებებს.

ნაღმები, მიწის ქვეშ ჩაფლული, ზედაპირზე გაბნეული ან რაიმე სიმაღლეზე დაკიდებული საბრძოლო მასალაა, რომლებიც (ტანკსაწინააღმდეგო – ტსნ, ფსკერული ანუ ზღვიური და ქვეითსაწინააღმდეგო – ქსნ) მოქმედებაში შეხება შემთხვევაში (ICRC, 1996), ან დეტონაციით (დისტანციურად) მოდის. მათი ფეთქებადი ნივთიერების მასა 2-9 კგ, ქსნ-ის 10-250 გრამია. დანადგმას მიმართავენ მოწინააღმდეგის შეტევითი ან უკანდახვეის ოპერაციების დეზორგანიზაცია-შეფერხების, სტრატეგიული ობიექტების ან/და სატრანსპორტო კომუნიკაციების დაცვა-ბლოკირების, მომარაგებისა და კავშირგაბმულობის პარალიზების, სოციალური არასტაბილურობის, ასევე მატერიალურ-ტექნიკური მომარაგების ნაგებობათა დაცვის მიზნით.

ქსნ-ის 15-20%-იანი განთესვით ცოცხალი ძალის შეტევის 60-80%-იან შეჩერებას აღწევენ, ხოლო მსხვერველადი ქსნ-ის 2 მწკრივად განთესვისას მოწინააღმდეგე 60-70% ცოცხალი ძალას კარგავს. ამ შედეგის მიღწევას კი ავიაციისა და არტილერიის 30-40%-იანი გაზრდა მოუწოდებოდა. ნაღმების მაღალი “ეფექტურობის“ მიღწევის მიზნით სულ უფრო ფართოვდება მათი ტექნოლოგიური სრულყო-

ვა: ამ მხრივ, საკმაოდ გავრცელებულია ხეებზე ან ბოძებზე დაკიდებული (ცხრილი №3) მსხვრევადი ნაღმები, რომელთა მოქმედებაში მოყვანა მარტივი (სიმძიმის დაწნევა, დაჭიმვა) და ადვილია. გამოყენებაშია, ასევე მიმართული, გაბნევითი და “მსტუნავი“ (დაზიანების ეფექტურობა 7800 მ), მცირე შერყევით მოქმედების – სეისმური, მიკროსკოპული, სინათლის ან ელექტრომაგნიტური იმპულსით დეტონაციის უნარის ნაღმები.

ამჟამად, მსოფლიოში ასეული მილიონობით ნაღმია განთავსებული. თავდაცვის მიზნით ნაღმები განათავსეს სუეცის არხის პერიმეტრსა (26 მლნ ნაღმი) და გდრ-სა და გფრ-ის საზღვარზე, ჩრდილოეთი და სამხრეთი კორეას შორის, მდ. გუმისთისა და ენგური-ჰეს-ის არხის (აფხაზეთი) სანაპიროებზე, ვიეტნამის საომარ თეატრებზე. ნაღმების განთავსებას ქვეყნების სამთავრობო ძალებიც იყენებდა: ოპოზიციის მხარდაჭერის ბრალდებით სომალის სამხედროების მიერ მწვემსი-მომთაბარეების საძოვრების დანადგავ; ვიეტნამის შეიარაღებული ძალების მიერ კამბოჯის სოფლების ქსნ-ის „ზოლების“ შექმნა; ვიეტნამის არმიის ტაის-კამბოჯის საზღვრის გადაკეტვა; ანგოლის ომში, კომუნიკაციების მწყობრიდან გამოყვანისა და მომარაგების შეფერხების მიზნით, ასევე ავღანეთში ვზებისა (სურ. №1) და ბილიკების, ხიდებისა და მარჩხი ფონების დანადგავ; კამბოჯაში „წითელი ქსმერების“ მიერ, ყაჩაღური ძარცვისაგან მოსახლეობის დაცვის მიზნით, ტყის მასივებისა და ბრინჯის პლანტაციების, ასევე საკარმიდამო ნაკვეთების (ICRC, Davies, 1994) პერიმეტრების დანადგავა.

ბირთვული, ქიმიური და ბაქტერიოლოგიური იარაღის მსგავსად, ქსნ-ბი არ ანსხვავებენ სამხედრო ძალას თუ მოსახლეობას, არ გააჩნიათ პროგრამირება, ნაღმი ათეული წლობით კონტროლს არ ექვემდებარება და ბრძანებებს არ ემორჩილება, არ იცავს მოლაპარაკების პირობებს ცეცხლის შეწყვეტის, ზავისა და მშვიდობის შესახებ, არ არჩევენ საკუთარ და მოწინააღმდეგე ძალას, შემთხვევით გამეფელს.

ქსნ-ბის საბრძოლო მოქმედების შენარჩუნება 75-80 წელიწადზე მეტ ხანს გრძელდება: ვიეტნამისა და ლაოსის 30-40 წლის წინ განთავსებული ნაღმები ამჟამადაც ფეთქდებიან. მეორე მსოფლიო ომის „წარსულის ექო“ აწინდელ ევროპასა და აფრიკაში ვლინდება – იღუპება ქალები, ბავშვები, მოხუცები. გაეროს გენერალური მდივნის ყოფილ მოადგილის – იასუში აკაშის (1997 წ) მოტანილი ფაქტები: „კამპუჩიაში (კამბოჯაში) ...დავინახე ყავარჯნიანი მოზარდები, მხედველობა დაკარგული და ტაკეებიანი დედები. მათ არ შეეძლოთ შვილებზე ზრუნვა, საკვების მოპოვება...“. ...შვეულმფრენიდან დავინახე მრავალი წლის განმავლობაში „გამეშვებული“ სივრცე, რადგან ის „სავსეა“ ნაღმებით.“ ი. მედოქსის (ICRC, Maddoks, 1997) მიხედვით ანგოლას მოსახლეობის 1,5% ნაღმებზე აფეთქებითაა და-

ზარალებული. ამ ქვეყნის ყოველ 334-ე მცხოვრებს (აღფენიძე, 2006) გადატანილი აქვს ერთი ან ორივე კიდურის ამპუტაცია. კამბოჯაში ყოველ 236-ე მცხოვრებს (წჯსკ, წითელი ჯვრის საერთაშორისო კომიტეტი, 1995) დაკარგული აქვს კიდურები ან მხედველობა.

სურ. №1. დანადმული გზა ავღანეთში

ქსნ-ის განთავსება ზოგიერთ პოსტკონფლიქტურ ქვეყნებში (Алпенидзе, 2006; 2007)

ცხრილი № 1

ქვეყნები	მოსახლეობა, მლნ კაცი	ფართობი, ათასი კმ ²	ნაღმების რაოდენობა მლნ ცალი
ანგოლა	12,5	1246,7	15,5
ლიბია	5,98	1759,5	12,0
მოზამბიკი	19,1	799,4	3,0
ერიტრეა	4,0	117,6	1,0
სუდანი	28,9	2505,0	1,0
ეთიოპია	59,7	1104,3	0,5
ავღანეთი	28,8	652,1	10,0
კამბოჯა	11,9	181,0	10,0
ერაყი	22,5	435,1	10,0
ვიეტნამი	79,5	331,7	3,5
ბოსნია და ჰერცეგოვინა	3,8	51,13	6,0
ხორვატია	4,6	56,54	6,0

სამხედრო უწყებებისა და არასამთავრობო ორგანიზაციების მონაცემებით (ცხრილი №1) კონფლიქტური, პოსტკონფლიქტური ქვეყნების ლოკალურ უბნებზე (აღფენიძე, 2005; 2006) განთავსებულია 119 მლნ ნაღმი. მეორე მსოფლიო ომიდან დღემდე “ცხელი წერტილები“ 400 მლნ ნაღმს მოითვლის. მათი უმრავლესობა ამ ბოლო 20-30 წლის განმავლობაში (ICRC, Maddoks, 1997) განთავსეს. პოსტსაბჭოურ ქვეყნებში დანაღმვა ამჟამადაც მიმდინარეობს. გაეროს მესანგრეთა დეპარტამენტისა და წჯსკ-ის (1996 წ) მონაცემებით მილიტარისტული ქვეყნების სამხედრო არსენალში კიდევ 100 მლნ ნაღმი ინახება.

როგორც ჩანს, პლანეტის ყოველ 48 მცხოვრებს თითო ნაღმი „ელოდება“. ზოგ ქვეყანაში (ანგოლა, ლიბია, ბოსნია-ჰერცეგოვინა, ხორვატია, კამბოჯა) განთავსებული ნაღმების რაოდენობა ამ ქვეყნების მოსახლეობას აჭარბებს კიდევაც. ამჟამად 70-ზე მეტი ქვეყანა (ICRC, Maddoks, 1997) დანაღმულია, ხოლო 15 მათგანი ძლიერ დაზიანებულად ითვლება. მათ შორისაა ეგვიპტე, ირანი, ანგოლა, ავღანეთი, ერაყი. ამსობაში კი, საომარი მოქმედებები და დანაღ-

მის პროცესი ჯერ არ შეჩერებულა: ყოფილი იუგოსლავიის კონფლიქტის დროს დღეში 7-8 ათასი ნაღმის განთავსებას (Chaloiner and Mannion, 1996) ასწრებდნენ. გამალებული დანადგვა მიმდინარეობდა, აგრეთვე ყარაბახის, ცხინვალის რეგიონის, ჩეჩნეთის, აფხაზეთის, სუმგაითის, დნესტრისპირეთის, ფერგანის, ტაჯიკეთის რეგიონებში. ამ კონფლიქტებში (Алпенидзе, 2004; 2006; 2008) განთავსებული ნაღმები რამდენიმე მილიონს, ხოლო დანადგმული უბნების ფართობი ათეულ მლნ (ცხრილი, №2) ჰა-ს აღწევს.

დანადგმული არეალების საშიშროების მოსახლეობაზე ასახვის შესახებ საერთაშორისო ორგანიზაციების დამკვირვებლები დასახიჩრებულთა რიცხვის მკვეთრ ზრდას ადასტურებენ. უბედურ შემთხვევათა რიცხვი ძირითადად ბავშვებსა და მოზარდებზე მოდის: ნამიბიაში (1980-1990-იანი წწ) ნაღმებზე (ICRC, 1996; Maddoks, 1997) დასახიჩრებულთა 88%, მოზამბიკის (1994-1996-იანი წწ) კი 68% მშვიდობიანი მოსახლეობა გამოდგა.

კონფლიქტური რეგიონების დაქვეითებული ეკონომიკური დონის რეაბილიტაცია მოსახლეობის ფიზიკური გადარჩენის მოთხოვნაა. ამიტომ, დანადგმული სივრცის საშიშროებისა და საფრთხის მიუხედავად, დევნილთა არჩევანი საცხოვრებელ ადგილებში უცილობელი დაბრუნებაა. მსგავს რეგიონებში კი დასახლებები და სავარგულები სავალალო პირობებშია. რეპატრიაციის ადგილებში სასოფლო სავარგულების დამუშავებამ უბედურ შემთხვევათა ზრდა (ICRC, Maddoks, 1997) გამოიწვია: ავღანეთისა და პაკისტანის დევნილთა რეპატრიაციისა და საცხოვრისის ხელახალი ათვისების (1992 წ-დან) ეტაპზე ნაღმებზე აფეთქებების 250%-ით ზრდა დაფიქსირდა. მსგავსი ტრაგედიები რეპატრიაციის შემდგომაც არ შემწყდარა: მონიტორინგის შედეგები დაზარალებული მოსახლეობის რაოდენობის ზრდაზე მეტყველებდნენ, რომელიც მოსახლეობის გადაადგილებით ყოფილა გამოწვეული.

კონფლიქტური ქვეყნების დანადგმული მიწის სავარგულები
ცხრილი № 2

ქვეყნები	ფართობი (ათ. კმ)	დანადგმული მიწების ფართობი (ათ. კმ)	დანადგმული მიწების ხვედრითი წილი (%)	დანადგმის სიმჭ. (ათასი ნაღმი კმ-ზე)
ანგოლა	1246,7	872,69	70,0	17,8
ლიბია	1759,5	580,65	33,0	20,67
ავღანეთი	653,0	448,0	68,0	22,27
კამბოჯა	181,0	32,85	18,2	31,0

ნაღმების ვერაგულობა მოზარდების (12-15 წლამდე) დასახიჩრება-სიკვდილიანობის გამოწვევაშიც გამოიხატა. ამ რისკებს თავი-

სი მიზეზები აქვს: დანაღმული ფრაგმენტების გამაფრთხილებელი ნიშნების უგულვებელყოფა; რეპატრიანტების მიერ საკუთარი (ამჟამად დანაღმული) მიწების დამუშავება; სახიფათო უბნებზე საქონლის გარეკვა; დანაღმული უბნების გავლით წყლის მარაგის შევსება; შეშის მოზიდვა; „სათამაშო ნადირობა“; ნაღმების სუვენირებად, კოლექციებად (ავღანეთი, ირანი: ICRC, McGrath, 1996) გამოყენება.

საომარ სივრცეებში ქსნ-ით მიყენებული კრიზისულ-კატასტროფული შედეგების მიუხედავად, მათი წარმოება სრულიადაც არ შენელებულა. ნაღმების წარმოებას ახდენენ 56 ქვეყნის 100-ზე მეტი კერძო და სახელმწიფო კომპანიები. ამ იარაღის ექსპორტში 340-350 ტიპის მოდიფიკაცია (ICRC, Anderson, 1995) მონაწილეობს. XX ს-ის 50-იან წლებში ამ საწარმოთა მიერ 5 მლნ/წწ ნაღმი დამზადდა.

ნაღმების მწარმოებელ მილიტარისტულ ქვეყნებს შორისაა: რუსეთი, აშშ, ჩეხეთი, ერაყი, პაკისტანი, რუმინეთი, ვიეტნამი. ნაღმების მსოფლიო ექსპორტის ხვედრითი წილი საგრძნობლად გაზარდეს (ცხრილი №3) ევროკულმა (ბელგია, ბულგარეთი, საფრანგეთი, უნგრეთი, დიდი ბრიტანეთი) და აზია-აფრიკის (ეგვიპტე, ისრაელი, პაკისტანი, სინგაპური) ქვეყნებმაც.

თანამედროვე ნაღმების ტიპები

ცხრილი №3

ნაღმ. ტიპები	მწარმოებელი ქვეყანა	განთავსების ქვეყნები რეგიონი	მახასიათებელი ნიშნები
1	2	3	4
ПМН	რუსეთი	დნესტრისპირეთი, აფხაზეთი, ცხინვალის რეგიონი, აზერბაიჯანი, ტაჯიკეთი, ჩეჩნეთი	ცილინდრული კორპუსი, დაწნეითი მოქმედების, ინიღბება მიწის ქვეშ, ტრინიტროტოლუოლი (240 გრ.), სასიკვდილო შედეგი.
ПОМ 3-2	რუსეთი, ჩეხეთი, გერმანია, ჩინეთი, იუგოსლავია, ჩრდ. კორეა.	დნესტრისპირეთი, აფხაზეთი, ცხინვალის რეგიონი, ტაჯიკეთი, აზერბაიჯანი, ჩეჩნეთი, სამხ. აღმ. აზია, კამბოჯა.	ჩამოსაკიდებელი, ფეთქდება სიმების დაჭიმვით, ლითონის ნამსხვრევები 3-5 მ-ზე ივანტება, აზიანებს მსხვერპლს.
ПМД-6	რუსეთი, ავღანეთი,	ყოფილი სსრკ-ის რესპუბლიკები, სამხ. აღმ.	აქვს დაწნეითი მოქმედების ხის

	ჩინეთი, ვიეტნამი, კორეა	აზია, ავღანეთი.	კორპუსი, ტრინიტ-როტოლულის მუხტი, დეტონატორი
Valsella vs-5	იტალია, სინგაპური (ლიცენზიით)	სამხ. და სამხ. აღმ აზიის ქვეყნები	დაწნევითი მოქმედების, კორპუსი პლასტიკა, განთავსება: ხელით, დისტანციურად. გამოვლენა გაძნელებული.
Valmara 69	იტალია, სინგაპური, ანალოგი: ჩინეთი, სამხრეთ აფრიკის რესპუბლიკა	აფრიკის ქვეყნები, სამხ. აღმ. ევროპა	სტუნავს 1 მ-ზე. დეტონატორი: დაჭიმვა, დაწნევა, სტება და ფეთქდება. ლითონის ნამსხვრევები ლეტალური შედეგი D=25 მ.
ПФМ-1	რუსეთი, ყოფილი სსრკ	ავღანეთი, ყოფილი სსრკ-ის ქვეყნები	დანადგმავ დისტანციური თვითმფრინავით, აფეთქება შერყევით, მიმზიდველი ფორმის, საშიშია ბავშვებისათვის. ტიპები: „კეპელა“, „მწვანე თუთიყუში“.
M18A1	აშშ, ჩილე, სამხ. კორეა, რუსეთი, სამხრეთ აფრიკის რესპუბლიკა ინდოეთი.	ცენტრ. ამერიკის, ყოფილი სსრკ-ის, აფრიკის, სამხ. აღმ. აზიის ქვეყნები.	მსხვერვადი. მოქმედება: მიმართველი დისტანციური, ფეთქდება: ისვრის ბურთულებს, აზიანებს R=50 მ. მეტსახელი „დამლა“
72, 72b, 72C	ჩინეთი, სამხრეთ აფრიკის რესპუბლიკა	კამბოჯა. ვიეტნამი	მოქმედება დაწნევითი. ელექტრონული (72B და 72 C) მოწყობილობის, ლიკვიდაცია: შეხებით. აქვს თვითლიკვიდაციის უნარი

მსოფლიოში, ამაჟამად ნაღმების წარმოების უმთავრეს კორპორაციებს (British Aerospace, Thorh-EMI, Ferranti, Nobel, Motorola da Texas Instruments) შორის სამი იტალიური კომპანია (Tecnovar, Valsella Meccanotecnica და BRD Difesa e Spazio) ყველაზე გამორჩეულ ექსპორტიორად ითვლება. ამავე დროს, Fiat-ის კონცერნის კუთვნილი კომპანიების - Valsella Meccanotecnica და BRD Difesa e Spazio-ს საწარმოების მიერ 1982-1985 წწ-ში ნაღმების ექსპორტმა ერაყში \$ 9 მლნ შეადგინა. ნაღმების ნომინალური ღირებულება \$ 100 მლნ/წწ შეადგენს და იარაღით ვაჭრობის წლიურ კაპიტალბრუნვას (\$ 20 მლრდ) საგრძნობლად ჩამორჩება. ნაღმებისაგან დაზარალებული ქვეყნები (ავღანეთი, ანგოლა, კამბოჯა, სომალი და მოზამბიკი) ამ იარაღს, როგორც წესი, არ აწარმოებენ.

როგორც ჩანს, მესამე ეშელონის ქვეყნების სამხედრო „დახმარების“ დამკვიდრებული პრაქტიკა ნაღმების წარმოების განუხრელი ზრდაა. ქსნ-ები მარტივი წარმოებითა და დაბალი (\$ 3,0-7,0) თვითღირებულებით გამორჩევა. ამის გამო, სამოქალაქო კონფლიქტებსა თუ ტერორისტულ აქციებში ქსნ-ბის გამოყენებას საკმაოდ ფართოდ მიმართავენ.

საომარ მოქმედებებში დაჭრილების გადარჩენის მიზნით ტრანსპორტისა და სამედიცინო პერსონალის მობილიზაცია, სამკურნალო პუნქტების მოწყობა და მედიკამენტების დამზადება სამხედრო მომსახურეთა 20-25%-ის დაკავებას მოითხოვს. მათი საქმიანობის შეუფერხებელი და დროული უზრუნველყოფა წარამტების წინაპირობაა, ხოლო დანაღმული ფრაგმენტები – ხელშემშლელი ფაქტორია. დანაღმულ ზოლებში პაციენტების 1/3-სა და კიდურების ამპუტირებული ინვალიდებს 3/4-ს სისხლის გადასხმა ჭირდება. ომში ჩაბმული ქვეყნებს ეს ფუფუნება (დონორთა დეფიციტი) არ გააჩნიათ. ამიტომაც, აქ სისხლის მოწამვლისა და მაღარიით, სიფილით, ჰეპატიტით დაავადებები ფართოდაა გავრცელებული.

დაჭრილი პაციენტების მედიკამენტოზური მკურნალობა და პროფილაქტიკური მედიცინა საკმაოდ ძვირი, თუმცა უშედეგო სიამოვნებაა: სამკურნალო რესურსებზე სამედიცინო დაფინანსების 25%-ის (ერაყის ქურთისტანში 60%) ხარჯვის მიუხედავად, ავღანეთის პაციენტების ჰოსპიტალური მკურნალობის (ICRC, MacGrath, 1995) დაბალი (4%-ზე ნაკლები) წილი დაფიქსირდა; ბავშვთა დაავადებების - დიარეა (ფაღარათი) და ნაწლავთა (ICRC, Pillger, 1992) მწვავე ინფექცია (პნომპენის ბავშვთა საავადმყოფო) ხშირად ლეტალური შედეგებით (9 მლნ/წწ) დამთავრდა; ბავშვთა სიკვდილიანობის ზრდა „პოლიტიკურ უწესრიგობას“ (სუსტი ადმინისტრირება, გადატრიალებები, დიქტატორული რეჟიმები, საერთაშორისო ბოიკოტი და იზოლაცია) უკავშირდება. ასეთ ქვეყნებში გამკლავებულია სამედიცინო სისტემის აღდგენა, სავაქცინაციო მუშაობის ეფექტუ-

რობა, მედიკამენტების (ICRC, Loretti, 1995) მიწოდება. ამიტომ, კამბოჯის (1975წ.) მოსახლეობის მალარიისა და ტუპერკულიოზის კერების ლიკვიდაციის მიუხედავად, ამ დაავადებათა დაფიქსირება 90-იან წლებშიც (ICRC, Pillger, 1992) შეიმჩნეოდა. ამ შემთხვევაში, ეფექტური ღონისძიებათა რეალიზაციის ხელშემშლელი პირობა მედპერსონალის უკმარისობაცაა: კამბოჯაში 27 ათას მოსახლეზე ერთი ექიმი მოდის. შედარება: ავსტრალიის ერთ ექიმზე (ICRC, Patterson, 1994) საშუალოდ 438 კაცი მოდის.

დანაღმული რაგიონების პოსტკონფლიქტური რეაბილიტაცია ან საავტომობილო და სარკინიგზო ხაზების რეკონსტრუქცია, წყალმომარაგებისა და ელექტროგადამცემი სისტემების მოწესრიგება დიდ სიძნელეებს უკავშირდება. საკომუნიკაციო სისტემის დეზორგანიზაცია კი ხელს უწყობს ფასებს ზრდას, ინფლაციას, სავაჭრო და შიდა საბაზრო ურთიერთობათა დაქვეითებას, განათლების სისტემის მოშლას, მოსახლეობის იძულებითი მიგრაციას, გარემოს მოწესრიგების შეფერხებას, რეგიონების მდგრადი განვითარების დამუხრუჭებასა და ა.შ. ამის გამო, მოსახლეობას შოკური მდგომარეობა და ფსიქოლოგიური (ICRC, Boyden, 1994) აშლილობა უნვითარდება: უმწეობის გრძნობა, დარდის შემოწოლა, გაბოროტება, ღამის კოშმარები, ძილის მოშლა, მესხიერების ნაწილობრივი დაკარგვა, კონცენტრაციის დაქვეითება, ემოციონალური აქტიულობა, ფსიქიკის ნევრული შერყევები, ფსიქო-პათოლოგიური რეციდივების გამოვლინებები.

აღნიშნული შეფასების დასტურია კამბოჯის ერთ-ერთი ოჯახის (აღწერილია ელენ მინოტის მიერ) ტრაგედია: „წითელი ქმელების“ მიერ მოკლული (1984 წ.) კამბოჯელი ქვრივის ვაჟიშვილის ნაღმზე დაღუპვამ და მცირეწლოვანი გოგონას ფეხის ამპუტაციამ დედის ფსიქიკის მოშლა გამოიწვია. ქალბატონმა დაკარგა კონცენტრაციისა და ინიციატივის უნარყ, დედობრივი ინსტიქტი... კიდურის დაკარგვამ ქალიშვილს ოჯახური ბედნიერება არ არგუნა, ვერ მიიღო განათლება, შრომითი საქმიანობა და პრაქტიკული (ICRC, Overtoom et al, 1995) უნარ-ჩვევები...“

კონფლიქტური ქვეყნების დაქვეითებული მრეწველობა ამცირებს დახმარების გაწევას: სომალის ინვალიდთა სარეაბილიტაციო ცენტრში (ქ. ჰარგეისა) ფსიქოლოგიური მკურნალობა ვერ ხერხდებოდა. გაძარცვული ფსიქიატრიული დაწესებულება, უსახსრობის გამო, დაიხურა (ICRC, Cahill and Farah, 1995) კიდევ. კონფლიქტური რეგიონების (კამბოჯა და ვიეტნამი, ერაყი და ავღანეთი) ინვალიდები მათხოვართა ურდოს ავსებენ.

ჩანს, რომ ქსნ-ის საცალო დაბალი (\$ 3-დან 30-მდე) ფასის მიუხედავად, საზოგადოებას იგი საკმაოდ ძვირი (\$ 3-5 ათასი/კაცზე) უჯდება. ინვალიდთა ხვედრი კი გარეყვა და იზოლაციაა. ინვა-

ლიდების მიმართ (ICRC, Davies, 1994) გულგრილობა, ჭკორი და მისტიკური მითები („ტაკვის აირი წამლავს ტვინს“, „ინვალიდი თარსია“) ვრცელდება. საზოგადოების ამ ფენის ხვედრი – ქურდობა, ალკოჰოლიზმი და ნარკომანია, მუდმივი რისხვა და დევნაა.

ნაღმები, ჩვენი დროის მძიმე და მასშტაბური (UNSG, 1994; 1995; Бутрос Бутрос Гаши, 1994) პრობლემა აღმოჩნდა. ექსპერტები მიუთითებენ ნაღმებით გარემოს გაბინძურების შესახებ. ამ სტატიის ავტორი შეეცადა ნაღმების მიერ გარემოს მაღალტოქსიკური გაბინძურების ფაქტების ანალიზის შესრულებას. ფაქტები კი სახეზეა: დანადგომული ფრაგმენტების სამეურნეო საქმიანობასთან (მიწის დამუშავება) დაკავშირებული კრიზისების (ICRC, Giannou and Geiger, 1995) გეოეკოლოგიური სიძნელეები; სამეურნეო ინფრასტრუქტურის (ფერმები, გადამამუშავებელი, სასაწყობე მეურნეობები), სატრანსპორტო სისტემის დეზორგანიზაცია და გასაღები ბაზრის მოშლა.

გარემოს ნეგატიური ცვლილებები ჩანს პოსკონფლიქტური ვიეტნამის ტერიტორიაზე: მცენარეული საფარის განადგურება, ნიადაგის სტრუქტურის შეცვლა (დარღვევა); სავარგულების პროდუქტიულობის დაქვეითება; ცენტრალური ვიეტნამის (კუანგჩის პროვინციის – გიო ლინისა და ვინ ლინის მიდამოები) ნიადაგის პროდუქტიულობის შემცირება (ICRC, Minan, 1995) და ბრინჯის მოსავლიანობის 50%-ით დაცემა; ავღანეთის დანადგომული (ICRC, Aqa, 1994) ველზე 264 ათასი თხისა და ცხვარის დაცემა (ზარალი \$ 31,6 მლნ) და მსხვილფეხა რქოსანი საქონლის, ცხენებისა და აქლემების, ასევე იშვიათი სახეობების - აფრიკისა და ცეილონის სპილოების, ლიბიის გაზელის, ავღანეთის ჯიქის, რუანდის გორილების მასიური (ზარალი \$ 155 მლნ) განადგურება.

ნაღმების მიერ ველური ბუნების დამლუპველი მოქმედება ჩანს გაეროს გარემოდაცვითი პროგრამის (UNEP) მასალებში. მათ შორისაა: ეკოლოგიური (ირან-ქუვეითის ომი) წონასწორების (UNGA, 38/383, 1983) დარღვევა, ნიადაგსაფარის დეგრადაცია, მცენარეთა ვეგეტაციის პროცესის შენელება, ფაუნის განადგურება, შხამქიმიკატების ბუნებრივ სისტემაში შემოდინება, სპარსეთის უბის (1991 წ) ეკოსისტემის გამოუსწორებელი (ნიადაგების ნაყოფიერი ფენების განადგურება) გარდაქმნა, ნიადაგ-გრუნტების გაფანტვა, “გაფხვიერებული“ გრუნტების სტრუქტურის დაშლა და ეროზია, მდგრადობის უნარის შემცირება; ზღვის ბიორესურსების (თევზი, კრევეტი) საბინადრო მარჩხი წყლების ბიოეკოლოგიური ნეგატივიზმი და აქვარესურსების საგრძნობი დაცემა.

დასტურდება, რომ ნაღმების გამოყენება რამდენადმე აჩქარებს ტყის მასივების განადგურების ტენდენციას. დანადგომული მიწის სავარგულების სამეურნეო საქმიანობის შეზღუდვის პირობებში, სათბობს ან სამშენებლო თუ საქონლის საკვებ პროდუქტს

მხოლოდ ტყის რესურსები ან ხეხილის ბაღები შეადგენენ. ამის გამო, სახეზეა კულტურული ნარგავების სწრაფი განადგურება, გაჩეხილი ტყეების სადრენაჟო სისტემის მოშლა, გრუნტის წყლების დონის შეცვლა, სალუკი პლანტაციებისა და სანაპირო მანგრული ბარდების ან დიუნების (ICRC, Roberts and Williams, 1995) უარყოფითი ასახვა აქვაფაუნისა და ფლორის პროდუქტიულობაზე.

პოსტკონფლიქტური არეალების მეურნეობის აღდგენის პირველ ეტაპზე, ხშირად ვერ ხერხდება სასოფლო-სამეურნეო და საყოფაცხოვრებო ობიექტების – ირიგაციული სისტემების აღდგენათვისება და დაცვა. დაბების, წყალსაცავების, მდინარების, ზღვის (ტბის), არხების სანაპიროებზე „გარდასულ დღეთა“ ნაკვალევები გარემოს საშიშროებას (სასმელი წყლით სარგებლობის შეზღუდვა, ეპიდემიები) ჰქმნის. ასე, მაგალითად, აფრიკის ჩრდილოეთ პერიფერიაზე ომების გრიგალი ნახევარსაუკუნეზე უფრო მეტი ხნის წინ იყო. დღეს კი ეგვიპტელი ბედუინები დანადგული უბნების ამ „ჯოჯოხეთის მინდვრებს“ ახლოს არ ეკარებიან. ეს მიტოვებულ-გავერანებული მიწები (75 ათასი კმ²) ჩრდილოეთი აფრიკული „ლაშქრობის“ დროიდან (Artsh, 1984; Donovan, 1994) ბრიტანული, გერმანული, ფრანგული და იტალიური ნაღმებითაა „დათესილი“. დანადგული „ემმაკის მინდვრები“ მხოლოდ ბედუინთა შიშს როდი იწვევს. ეს „მძიმე სენი“ პანდემიური გავრცელებისაა და კაცობრიობას გლობალური ეკოლოგიური კატასტროფით ემუქრება.

კონფლიქტური ქვეყნების პოლიტიკური სტაბილურობა, ეკოლოგიური უსაფრთხოება და ეკონომიკური დონე გარემოს მდგომარეობითაა განპირობებული და „მესამე სამყაროს“ გარემოზე (ICRC, Gebremmedhin et al., 1989) აისახება. ნაღმებით გარემოს გაბინძურების ფაქტებს ყურადღება ამ ორი ათეული წლის წინ მიექცა. გაეროს ჰუმანური საკითხების ექსპერტების (ი. ელიასონი) მიერ აღიარებულია გარემოს კომპონენტებზე ნაღმების გამანადგურებელი მოქმედება. გამოირკვა გაბინძურების ხანგრძლივი ნეგატიური ეფექტები, რომლის ოპტიმიზაცია ფიზიკური გაწმენდის (ICRC, Anderson, 1995) გზითაა შესაძლებელი. როგორც ჩანს, ფეთქებადი ნივთიერებების ნეგატიური შედეგები უმთავრესად სავარგულებში აისახება, ხოლო მათი განლაგების უკონტროლო სისტემას მძიმე ეკოლოგიური გამოვლინება მოაქვთ. ნაღმები გარემოს ობიექტებს კიდევ დიდხანს „დაიცავენ“. ამ იარაღის თვითლიკვიდაციას ხანგრძლივი დრო (70-80 წელი) ბუნებრივი რესურსების ათვისების დაყოვნებას (ICRC, Eliason, 1995. გვ. 176) მოითხოვს.

როგორც ჩანს, გაბინძურებული გარემოს იმპერატიული ეკოლოგიური მიმართება: ნაღმებით გაბინძურება როგორც ავადობის, ტრამეებისა და სიკვდილიანობის (სიცოცხლის ხელყოფის) მიზეზი, წარმოადგენს გარემოს დეგრადაციის ერთ-ერთ ყველაზე მძიმე

ფორმას, სერიოზულად არყევს ადამიანის ჯანმრთელობას, საფრთხეს უქმნის მის სიცოცხლეს.

ამგვარად, თანამედროვე ეტაპის საზოგადოების უმთავრესი ამოცანას გარემოს ბუნებრივი იერ-სახის შენარჩუნება და მისი მდგომარეობის ოპტიმიზაცია წარმოადგენს. იგი თაობათა კვლავ-წარმოების (სტოკჰოლმის დეკლარაცია, 1972; ტოლბა, 1992) უწყვეტი ჯაჭვის ყოველი რგოლის მოვალეობაცაა. მეცნიერებისა და საზოგადო მოღვაწეთა (ტოლბა, ჰ. ბრუტლენდი, უ. კეკონენი, ა. გორი) განცხადებები და კვლევების შედეგები გარემოს მდგომარეობის პრობლემას საზოგადოებრივი (პოლიტიკური ურთიერთობები, სიღარიბის აღმოფხვრა, უსაფრთხოების მიღწევა) ასპექტების (WCED, 1991, XV-XVI; Kekonen, 1992; UNEP, Tolba, 1992) გვერდით აყენებს.

დანადშული ობიექტების ფუნქციონირების აღდგენა რეგიონების განვითარების აუცილებელი საქმიანობაა. რეაბილიტაციის გარეშე მატულობს უმუშევრობა, იზრდება ინფლაცია, სახეხუა სამრეწველო პროდუქციის გაუფასურება, სიღარიბე და სიღატაკე (Roberts and Williams, 1995; UNGA, 49/357, 1994), იძულებითი მიგრაცია, მარგინალური სავარგულების პროდუქტიულობის შემცირება, გარემოს დამატებითი (Anderson, 1995) ზარალი, სოფლის მოსახლეობის იძულებითი მიგრაცია, უმუშევრობა, წყლის დეფიციტი, ეკონომიკური დონის დაქვეითება, გარემოს გაბინძურება და გეოეკოლოგიური რისკები. ცხადია, რომ ნაღმებისა და ჭურვების მაღალი კონცენტრაციით მიღწეული გარემოს სუსტი (მოწყველადი) მდგომარეობა სოციალურად არასასურველი, ეკოლოგიურად სახიფათო და ეკონომიკურად გაუმართლებელია.

პოსტკონფლიქტური რეგიონების მეურნეობის რეაბილიტაცია მიწის სავარგულების, სოციალური და სამრეწველო ობიექტების აღდგენას მოითხოვს. სახნავ-სათესი მიწების (ცხრილი, №3) დანაღმის მაღალი ხვედრითი წილი ჩანს კამბოჯაში (18,2 %), ლიბიაში (33 %), ავღანეთში (68 %), ანგოლაში (70 %). ამ ქვეყნებში ნაღმების განთესვის ხვედრითი სიმჭიდროვე 17800-22300 ცალი/კმ²-ია, ხოლო კამბოჯაში კიდევ უფრო 3(1,0-32,0 ათას/კმ²) მეტია.

გაეროს ექსპერტების მონაცემებით, მხოლოდ მაინგის (ანგოლის სამხრეთ-აღმოსავლეთი ნაწილი) ნაყოფიერი მიწების დანაღმისა და მოსახლეობის იძულებითი მიგრაციის გამო, ამჟამად მიწების ნაწილი სრულებით გავერანებულია. ამ ქვეყანაში, მოსავლიანობის შემცირების შედეგად, 1994 წელს წყსკ-ის სასურსათო დახმარების ხარჯები \$ 8,6 მლნ-ს აღემატებოდა. ზიანი მიაღება ზიმაბზვეს სოფლის მეურნეობას. ამ ქვეყნის (ზამბიის საზღვართან) სახნავი მიწების (ფართობი 1,1 მლნ აკრი) დიდი ნაწილი, მოსახლეობის მიერ მიტოვებულია. მიწის სავარგულების ფრაგმენტები

ადრიცხულია ვიეტნამსა და ანგოლაში. თუმცა, აქ ომები მეოთხედი საუკუნის წინ შეწყდა.

გაეროს ექსპერტების დასკვნით აუფეთქებელი ნაღმები და ჭურვები აფერხებენ სამეურნეო საქმიანობას: სამრეწველო ინდუსტრიის (გზები, აეროპორტები, გავშირგაბმულობის კვანძები, ელექტროფიკაციის სისტემა) დამუხრუჭება; მიწების დამუშავებისა და ირიგაციის, ასევე ბუნებრივი რესურსების ძებნა-ძიების სამუშაოთა შეფერხება. აღნიშნულის დასტურად ანგოლის, კამბოჯისა და ავღანეთის მიწების გავერანების ფაქტებიც საკმარისია: ამ ქვეყნის დასამუშავებელი მიწების 27%, სხვა მონაცემებით კი 68% (Westing et al., 1995) ხმარებიდან ამოვარდნილია; სარწყავი არხების სისტემის ნაღმებით იზოლაციის შედეგად კამბოჯის ბრინჯის მოსავლიანობა შემცირდა. ექსპერტების მტკიცებით კი კამბოჯის სასოფლო-სამეურნეო წარმოების ზრდას 135 % უნდა შეედგინა, ხოლო ავღანეთის სასოფლო პროდუქციისა და მეცხოველეობის გაორმაგების (Anti-Personnel Land Mines: Fried ar Foe?, 1996; Anti-Personnel Land Mines: An overview, 1996) ვარაუდი-პროგნოზი არსებობდა.

რეგიონალურმა დაპირისპირებამ და ლოკალურმა კონფლიქტმა გვერდი ვერც საქართველოს აუარა. აფხაზეთის კონფლიქტის საბრძოლო თეატრებში ცალკეული ფრაგმენტების დანადგმა უცხო არ ყოფილა. აქ, 6 დანადგმული ფრაგმენტი (აღფენიძე, 2006) გამოიყო, რომლებთა 15 უბანზე მიწაში 150 ათასი ნაღმია (ცხრილი, № 4) ჩაფლული.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, აფხაზეთის ომის ექო აისახა არა მარტო ადამიანთა უშუალო დასახიჩრებებასა და რამდენიმე ათეული ადამიანის მსხვერპლში, არამედ სახეზეა ომის მსვლელობის თეატრების დანადგმების შედეგად - დასახლებული ფრაგმენტების საკმაოდ დიდი (98-119 კმ², საშუალოდ 110 კმ²) ფართობის ხანგრძლივი დროით მწყობრიდან გამოსვლა, რაც ხელს უშლის როგორც სასოფლო-სამეურნეო (სახნავ-სათესი მიწები, სასოფლო-სამეურნეო კულტურები, სასოფლო დასახლებები, მიწის სავარგულეები, სელიტბური მიწები), ისე სამრეწველო და სოციალური (საქალაქო დასახლებები და გარეუბნები, ინდუსტრიის ობიექტები), ასევე სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურისა (საავტომობილო და სარკინიგზო გზები, ბილიკები) და ტყეების, ადღგენა-განვითარების საქმიანობას.

ამგვარად, დანადგმული ფრაგმენტები თანამედროვეობის ერთ-ერთი უმთავრეს პრობლემად იქცა. ნაღმები სულ უფრო აუფასურებენ ადამიანთა კეთილდღეობას, ართმევენ რესურსების გამოყენებისა და მოსახლეობის თავისუფალი გადაადგილების საშუალებას, ეკონომიკური განვითარების შანსებს. დანადგმული არეალები იწვევენ ბუნებრივი რესურსებისა და ეკოსისტემების დადგენადაციას.

აფხაზეთის დანადგური ფრაგმენტები

ცხრილი №4.

განთავსების ადგილები	დანადგური ფრაგმენტები და უბნები	უბნების ფართობი, კმ ²	დანადგურის სიმჭიდ. ცალი/კმ ²	დანადგური უბნების დანიშნულება
გაგრის	გაგრა-ბიჭვინთა	2-2,5	500	სახანაგ-სათესი მიწები
გუდაუთის	ეშერა	4,0-4,5	1200	სასოფლო-სამეურნეო კულტურები
სოხუმი, სოხუმის რ-ნი	მდ. გუმისთა შესართავი მდ. გუმისთა შესართავი მდ. გუმისთა ხიდი ს.ს შრომა, ზეგანი სოხუმ-ჰვისი მიდამოები	4,0-4,5 8,0-8,5 1,0-1,2 40-50 2,0-2,2	1300 1200 500-600 1300-1600 400-450	მრავალწლიანი კულტურები, საქალაქო დასახლება, გარეუბანი, ტყე, ბილიკები, სასოფლო დასახლებები, სამრეწველო, სატრანსპორტო, სოციალური ინდუსტრიის ობიექტები
გულრიფშის რ-ნი	მდ. კოდორის დელტა ს. ლათა, დაღის ხეობა	6,0 6,0-8,0	600-650 900-1000	მიწის სავარგულები, სასოფლო დასახლებები
ოჩამჩირის რ-ნი	ელ. გადამცემი ხაზის 30 კმ-იანი ზოლი, ჩაის პლანტაციები	60-62 16-20	400-430 250-260	მიწის სავარგულები, სასოფლო სამეურნეო მიწები
ტყვარჩელი	ტყვარჩელის მიდამოები	2,0-2,1	280-350	გარეუბანი, სელიტბური მიწები
გაღის რ-ნი	არხის ნაპირი, ენგურის პოსტი ქალაქის საწყობი	3,0-3,1 4,0-4,5 0,2	5,0 600-700 60,0	სასოფლო დასახლებები სოფლის გარეუბანი – სახნავი მიწები, ქალაქის მიდამოები

ჰუმანური კაცობრიობის უმთავრეს ამოცანებს მოსახლეობის თავდაცვა და კეთილდღეობის მიღწევა წარმოადგენენ. ამ მიზნით, მუდმივი პროფილაქტიკა და პრაქტიკული საქმიანობა მიმდინარეობს. მოსახლეობის დასახინრების თავიდან აცილება და დაცვა დანადგური არეალების გაუვნებლებას მოიცავს. შეგნებული კა-

ცობრიობა ამ მიზანს ემსახურება. ნაღმების განთავსების წინააღმდეგ თვით სამხედრო უწყების ექსპერტებიც გამოდიან. დანაღმული ფრაგმენტების აგეგმვა და კოორდინატთა სისტემაში მოქცევა საერთაშორისო სამართლითაა (ICRC, 1996) გათვალისწინებული. თუმცა, მას ომში თითქმის არავინ ასრულებს. ამის გამო, სახეზეა არა მარტო მოწინააღმდეგის, არამედ საკუთარი ჯარისა და მოსახლეობის მსხვერპლი. ყოფილი სამხედროები (ა. გრემი) ადასტურებდნენ ვიეტნამში, ამერიკელი ჯარისკაცების საკუთარ ნაღმებზე აფეთქებების (ICRC, 1996) ფაქტებს. მსგავსი დასკვნები გამოიტანეს აშშ-ის თავდაცვის ინსტიტუტის (Karniol, 1995) მკვლევარებმაც.



კაბე, ზამბია. ნაღმური ველის „ელდორადო“

ნაღმების გლობალური საშიშროების შესახებ ადეკვატური აზრის ჩამოყალიბება და სრული გათავისება, ნაღმების გამოყენების აკრძალვის ფართო კამპანიის გაჩაღებას იწვევს. ჰუმანური ან საკანონმდებლო ორგანიზაციების მიერ მიღწეულია ამ იარაღის მწარმოებელი კონცერნებისა თუ კომპანიების საგრძნობი ტრანსფორმაცია. კომპანიების ნაწილი ამ იარაღის გამოშვების ნაცვლად, მისი ცალკეული დეტალების დამზადებას შეუდგა. კონცერნმა Motorola-m 72 B ტიპის ნაღმების გამოშვება, საერთაშორისო ორგანიზაციების გავლენით, შესამჩნევად შეამცირა და მიკროპროცესორების წარმოებაზე გადავიდა. ნაღმების ვეროპელი მწარმოებლები (უმათავრესად, იტალიური) სინგაპურში გადავიდნენ. პროფილი შეცვალეს ნაღმების მწარმოებელმა ავსტრალიურმა კომპანიებმაც. ისინი ნაღმების აფეთქებელი სიმების დამზადებით არიან დაკავებული. ფირმების ნაწილი დანაღმული ველების გაუვნებლობას ეწევიან: სამხრეთაფრიკული კომპანია (Mecham), ნაღმების 25 წლიანი წარმოების შემდეგ, მოზამბიკში 1900 კმ სამიმოსვლო გზების ნაღმებისაგან გაწმენდის კონსორციუმის (აფინანსებს გაერო) მთავარი მონაწილე გახდა; გერმანული საავტომობილო კომპანია (Daimler-Benz) ქუეყითში ნაღმებისაგან გაუვნებლების მსხვილ (მოცულობა \$ 100 მლნ) კონტრაქტს ასრულებდა. დანაღმული არეალების

გაუვნებლება, საკმაოდ ხანგრძლივი პროცესია. ასე, მაგალითად, ავღანეთის უმსხვილესი კეს-ის (kajaqai) რეაბილიტაციამ გაუვნებლების 10 წლიანი საქმიანობა მოითხოვა.

ნაღმების საცალო დაბალი ფასების (\$ 3-30) მიუხედავად, ერთი „ნაკეთობის“ გაუვნებლება \$ 300-დან 1000-მდე მერყეობს. გაეროს გამოთვლებით, ამჟამად მიწაში ჩაფლული ნაღმების გაუვნებლება \$ 33 მლრდ მოითხოვს. ნაღმების გაწმენდის დაბალი ტემპის გათვალისწინებით, ამ საქმიანობას 10-11 საუკუნე დაჭირდება. ერთი მესანგრე დღეში მხოლოდ 50 მ2 ფართობის ნაღმებისაგან გაწმენდას ახერხებს. ამასობაში, ყოველ გაუვნებელ ნაღმზე 20 ახალი ნაღმის განთავსებას აქვს ადგილი. გაუვნებლობის პროცესი ხშირად მესანგრეთა დაღუპვას იწვევს. სტატისტიკა გვიჩვენებს: ყოველი 100 ათასი ნაღმის გაუვნებლობას საშუალოდ 20 მესანგრის სიცოცხლე ეწირება. მაღალია, მესანგრეთა დასახიჩრების (0,4 %) მაჩვენებელიც. ქუვეითის დანადგული მიწის ფრაგმენტების გაუვნებლებამ \$ 800 მლნ მოითხოვა და 83 მაღალი პროფესიონალი მესანგრის სიცოცხლე შეიწირა.



დანადგული არეალების გაუვნებლება და ნაღმების ინდუსტრიის შეჩერება თანამედროვეობის უმთავრეს პრობლემათა შორის (ჰიპერტონია, შიდსი, ტერორიზმი, ბირთვული იარაღი, გარემო-ადამიანი) განიხილება. დაანადგული არეების სრული გაწმენდის ფართოდ გავრცელებული მეთოდი სკმაოდ ნელი, ხანგრძლივი (ჯგუფი დღე-ღამეში 500-მდე ნაღმს აუვნებლებს) და საშიში (დაღუპვა 0,2% დასახიჩრება 0,4%) საქმიანობაა. ნაღმების გაუვნებლებას გაწვრთნილი ძალების, მექანიკური (ტრალები, საგორავ-სატკეპნი, სახნისიანი) ტექნიკის, ელექტრომაგნიტური (რადარები, მიკროტალღები, ლაზერები) და დეტონაციური ხელსაწყოების, ქიმიური საშუალებების (Bird, 1994; Evans, 1995) გამოყენებით აღწევენ.

იდეალური ტექნიკური აღჭურვილობა და სრულყოფილ ტექნოლოგიის ნაღმების გამწმენდი (გაეროს სტანდარტით 99,6%) საშუალებები კაცობრიობას ჯერ ვერ შეუმუშავებია. საზოგადოებას „ნაღმური ზარადის“ ეკონომიკური და ეკოლოგიური მასშტაბების გრანდიოზულობა ჯერ კიდევ არა აქვს აღქმული. არადა, ამ მხრივ, უმთავრეს პრობლემათა შორისაა: ქსნ-ის წარმოების მთლიანი ან ნაწილობრივი შეჩერება; ნაღმების გამოყენების სრული ან ნაწილობრივი აკრძალვა; დანაღმული ველების გაუვნებლობის ორგანიზაცია; დაზარალებულთა სრული სამედიცინო რეაბილიტაცია; დანაღმული ქვეყნების ეკონომიკური აღმავლობის პროგრამების რეალიზაცია. ამ პრობლემების მასშტაბებად აღიარებულია დანაღმული ფრაგმენტების საზღვრების დადგენა, მათი განთავსების სიმჭიდროვის წარმოდგენა და მოსახლეობის პოტენციური რისკის გამოვლინება. ამ მიზნით, მონიტორინგის სისტემის ამუშავება დიდი მთიმინებით ელოდება თავის პრაქტიკულ რეალიზაციას.

ამასობაში, საზოგადოება აწყობს ქსნ-ის აკრძალვის სააგიტაციო აქციებს, აყალიბებს აღჭურვისა და დახმარების საერთაშორისო ორგანიზაციებს და ა.შ. ამ საქმიანობას უშედეგოდ არ ჩაუვლია. ჩამოყალიბდა წითელი ჯვრისა და ინვალიდთა საერთაშორისო გაერთიანებები, ნაღმების პრობლემათა საკონსულტაციო ჯგუფები, ნორვეგიის სახალხო დახმარება, გაეროს დევნილთა უმაღლესი კომისარიატი, ბავშვთა დახმარების ფონდი... საზოგადოების სამომავლო ეფექტური ნაბიჯები მოითხოვს მოსალოდნელი რისკის შესახებ ცოდნის მიღებას, მისი შემცირების ალღოს გამომუშავებას, უსაფრთხოების სექტორული პროგრამების (დანაღმული ფრაგმენტების აღმოჩენა მონიშვნა, გაუვნებლება, სამედიცინო მომსახურება, რეგიონის ეკონომიკური აღორძინება და ეკოლოგიურ უსაფრთხოება) ინტეგრალური და საკოორდინაციო ძალისხმევათა კონსოლიდაციას.

ნაღმების გამოყენების ნაწილობრივი შეჩერების მიზნით, ამ იარაღის მწარმოებელ ქვეყნებში (ჩილი, უნგრეთი, იტალია, პოლონეთი, დიდი ბრიტანეთი) მიღწეულია გადაწყვეტილება ნაღმების ექსპორტის აკრძალვის, წარმოების შეწყვეტის ან ნაწილობრივი შეჩერების, მოდერნიზაციის (თვითლიკვიდაციის უნარიანი ნაღმები), გამოყენების შემცირებისა და აკრძალვის (ავსტრალია, კანადა, ხორვატია, დანია, ფინეთი, დიდი ბრიტანეთი, საქართველო), ნაწილობრივი (საფრანგეთი, იტალია, დიდი ბრიტანეთი, აშშ) ან სრული განადგურების (გერმანია, ხორვატია, კანადა, ნიდერლანდები, სარ, ზიმბაბვე) შესახებ.

ამავე დროს, 70-მდე ქვეყანა დადებითად აფასებს ჩვეულებრივი შეიარაღების ცალკეული სახეების წარმოების შეზღუდვას, ხოლო ნაღმების წარმოების, ვაჭრობისა და გამოყენების სრულ აკრძალვას მხარს უჭერს 118 (მათ შორის, საქართველო) სახელმწი-

ვო. ყველაზე დაზარალებული კონტინენტის (აფრიკა) ნაღმებისა-
გან გაწმენდის დეკლარაცია (მაპუტუ, მოზამბიკი, 1997 წ) მიუთი-
თებდა ამ იარაღის გლობალური აკრძალვის შესახებ. ბრიუსელის
კონფერენციის დასკვნითი დეკლარაციის (1997 წ) მიხედვითა და
გაეროს გენერალური ასსაბლეს რეზოლუციით (№ 51/45წ), აგრეთ-
ვე 15 ქვეყნის მხარდაჭერის შესაბამისად კონსტატირებულია ქსნ-
ის წარმოების, შენახვის, ვაჭრობის, გასხვისებისა და გამოყენების
აკრძალვების შესახებ.

ამგვარად, პოსტკონფლიქტური არელების საომარი მოქმედე-
ბების „გარდასულ დღეთა“ საკმაოდ სახიფათო გამოძახილი თანა-
მედროვეობის მეტად აქტუალური პრობლემაა, რომლის საშიშ რე-
ციდივებს კიდევ საუკუნეები უნდა ველოდოთ. ჩვენ უმთავრეს საზ-
რუნავს საბრძოლო მოქმედებების მავნე შედეგების ლიკვიდაცია
წარმოადგენს. ამ მიზნით ჩატარებული სამუშაო ჯერ კიდევ შორსაა
სტაბილური მდგომარეობის მისაღწევად. პოსტკონფლიქტური არე-
ლების ეკონომიკა კი უცილობლად მოითხოვს რეგიონების სრულ
რეაბილიტაციასა და მაღალი სოციალურ-ეკონომიკური დონის მიღ-
წევას, ეკოლოგიურად უსაფრხო გარემოს შექმნასა და პოლიტიკუ-
რად გაწონასწორებული მდგრადი სისტემის ჩამოყალიბებას.

არადა, თანამედროვე მეცნიერულ-ტექნიკური და სრულყოფი-
ლი ტექნოლოგიური ბაზა საზოგადოების სამეურნეო საქმიანობას
გარემოს ძირეული და უპრეცედენტო მასშტაბით შეცვლისაგან მი-
მართავს. ამ პირობებში, უმთავრესი ამოცანა გარემოს ბუნებრივი
იერ-სახის შენარჩუნება, მისი ოპტიმიზაცია და მომავალი თაობები-
სათვის უვნებელი გადაცემა ჩვენი სადღეისო ამოცანაა. მეცნიერთა
განცხადებები და გამოკვლევები გარემოს უსაფრთხოების პრობ-
ლემას გადაუდებელ ამოცანათა შორის აყენებს. ქვეითსაწინააღ-
მდეგო ნაღმების მუქარა კი, მათი მეტ-ნაკლებად მჭიდროდ განთავ-
სების არელებში, მიმართულია არა მხოლოდ ცოცხალი ძალისა
და მოსახლეობის სიცოცხლის ხელყოფისაგან, არამედ მათი საცხ-
ოვრისის, დაკავებული მიწის სავარგულების, წყალმომარაგების,
სატრანსპორტო კომუნიკაციების, სამრეწველო და საყოფაცხოვრე-
ბო დანიშნულებისა და სხვ. სასიცოცხლო ინფრასტრუქტურის ობი-
ექტების დანგრევისა და გაბინძურებისაგან. ამ მხრივ, სახეზეა ქსნ-
ის მიერ რეგიონების სოციალურ-ეკონომიკური, ეკოლოგიური გან-
ვითარების შემავრცელებელი როლის უტყუარობა.

ლიტერატურა:

1. **მ. ალფენიძე.** „ვარული ომების“ ეკოლოგიური შედეგები.
მასალები. თბ., 2005.

2. **მ. აღფენიძე.** დანადგმული არეალების გლობალური სა-
შიშროება. – *მასალები საქართველოს გეოგრაფიის აქტუა-
ლურ საკითხებზე*. III რესპუბლიკური სასწავლო-მეთოდ-
ური და სამეცნიერო კონფერენცია. ივ. ჯავახიშვილის
სახ. თსუ ფილიალი. თბ., 2005.
3. **მ. აღფენიძე.** აფხაზეთი: კონფლიქტი და ეკოლოგიური
კრიზისი. *მასალები საქართველოს გეოგრაფიის აქტუა-
ლურ საკითხებზე*. III რესპუბლიკური სასწავლო-მეთოდურ-
ი და სამეცნიერო კონფერენცია. ივ. ჯავახიშვილის სახ.
თსუ ფილიალი. თბ., 2005.
4. **მ. აღფენიძე.** კონფლიქტები და რეგიონის რეაბილიტაცი-
ის გზები. (გეოგრაფიული ხედვა). – *საქართველოს გეოგ-
რაფია*. № 3. თსუ, თბ., 2004.
5. **მ. აღფენიძე.** შეიარაღებული დაპირისპირებები და გარე-
მო. *მასალები საქართველოს გეოგრაფიის აქტუალურ სა-
კითხებზე*. IV რესპუბლიკური სასწავლო-მეთოდური და
სამეცნიერო კონფერენცია. ივ. ჯავახიშვილის სახ. თსუ
ფილიალი. თბ., 2006.
6. **მ. აღფენიძე.** საომარი ნაგებობების ტიპოლოგიური ანა-
ლოგები. – *მასალები საქართველოს გეოგრაფიის აქტუა-
ლურ საკითხებზე*. IV რესპუბლიკური სასწავლო-მეთოდურ-
ი და სამეცნიერო კონფერენცია. ივ. ჯავახიშვილის სახ.
თსუ ფილიალი. თბ., 2006.
7. **რ. გაჩეჩილაძე.** ახლო აღმოსავლეთი: სივრცე, ხალხი და
პოლიტიკა. თბ., 2003.
8. **ა. გეგეშიძე.** გეოპოლიტიკა. თბ., 1997.
9. **ზ. დავითაშვილი.** ნაციონალიზმის საკითხები გლობალი-
ზებულ მსოფლიოში. თბ., 2002.
10. **ზ. დავითაშვილი.** ნაციონალიზმი და გლობალიზაცია. თბ.,
2003.
11. **მ. აღფენიძე.** საზოგადოებრივი ანტაგონიზმი: შეიარაღე-
ბული დაპირისპირებები, მათი ეკოლოგიური შედეგები და
რეგიონების მდგრადი განვითარება. თსუ სოხუმის ფილი-
ალი. თბ., 2006.
12. **М. Д. Алпенидзе и др.** Кризис университетского образования и
обеспечение устойчивого развития Южного Кавказа. – *Вопросы
природоохранного образования*. ГТУ.. Тб., 2003.
13. **М. Д. Алпенидзе.** Очаги нестабильности и вооруженных кон-
фликтов на территории Азии и их последствия. – *Право и Поли-
тология*. Периодический научный журнал. Политические науки,
№ 3(4), 2008. გვ. 21-32.
14. **М. Д. Алпенидзе.** География неустойчивого развития. Военные
конфликты и их экологические последствия. – *ბუნებრივი და*

ახორპოპენური კატასტროფები. საერთაშორისო ელექტრონული ინტერნეტკონფერენციის მასალები. თბ., 2007.

15. **М. Д. Алпенидзе.** Очаги нестабильности, вооруженные конфликты и их экологические последствия. – *Кавказский Географический журнал* # 7-8, Тб., 2007, გვ. 197-208.
16. *Гражданские войны: много крови и много бизнеса.* <http://www.washprofile.org> 2003.
17. *Мины: глобальная угроза здоровью.* Международный Комитет Красного Креста, Департамент ООН по разминированию. Т. 1996.
18. Международный Комитет Красного Креста. <http://www.icrc.org/web/rus/siterus0.nsf/html/hom>
19. **Ф. Моро-Дефарж.** Введение в геополитику. М., 1996. <http://www.twirpx.com/file/25473/>
20. *Наземные мины.* ICRC, 1996. <http://www.icrc.org/web/rus/siterus0.nsf/htmlall/mines?>
21. *Некислые мины: взрывные роботы ищут врага и закладывают друг друга.* membrana. ru. 2004.
22. *Противопехотные мины в вооруженных конфликтах.* <http://svr.gov.ru>. 2001
23. **Т. Ф. Хомер-Диксон.** На пороге: Экологические изменения-причины конфликтов. Торонто. 1991.
24. **М. Alphenidze, I. Bondirev.** Armed Conflicts and degradacion of Ecosistems in Africa.The Intern. elect. conf. Natural and discussion. 2004.
25. **М. Alphenidze, I. M. Alphenidze.** Impact of Conflicts on Socio--Economic Devolopment: Some Evidence from CIS countries. *Caucasian geographical Review.* #5, 2005. pp 76-80.
26. **М. Alphenidze.** Impact of Natural Resources on Economic Growth of Transition Economies: Case of CIS, MA Thesis, ISS: The Hague, 2003.
27. **E.J. Chaloner, S. J. Mannion.** Antipersonnel mines: the global epidemic. 1996.
28. **R. W. Davies.** Large scala diffusion from an oil rice. *Adv. in Geop-his.* vol. 5. 1959.
29. **R. B. Davies.** From Cross-Sectional to Longitudinal Analysis, in Dale, A. and Davies, B. (Eds.) *Analysing Social and Political Change. A Casebook of Methods,* London: Sage Publications. 1994.
30. **С. Н. V. Ebert.** The meteorological factor in the Hamburg fire. *We-atherwise,* vol. 16. #2, 1963.
31. *Mine Action Bilateral Donation Support,* compiled by the Canadian Department of Foreign Affairs and International Trade.

32. **Murshed S. Mansoob.** On Natural Resources Endowment and Underdevelopment. Background Paper for the World Development Report 2002
33. **D. Pipinashvili.** India-Pakistan conflict in Kashmir and the UN. – *Natural and Antropogenic Catastrophes*. The International electronic conference. Internet/E-mail discussion 2509-2512. 2004.
34. **R. P. Turco et al.** Nuclear winter: Global consequences of multiple nuclearexplosions. *science*, vol. 222, 1983.
35. UN Development Program, UN. NAM to Abkhazia, Georgia. UN, 1998. <http://www.abkhazia.org>.
36. <http://artofwar.ru/f/foreign/text0410.shtml>; http://artofwar.ru/janr/index_janr_5-1.shtml; http://artofwar.ru/j/janr_15/;

MELOR ALPHENIDZE

MINED AREAS AND ENVIROMENT SECURITY

Nowadays in the unstable world the regional conflicts are accompanied by the creation of large “minefields”, often accompanied by changes in the global environment. An analysis of changes in the statistical and qualitative parameters shows their negative consequences: social, economic and geo-ecological irreversible changes in the natural systems. Furthermore, from a geographical point of view, the author offers recommendations (regulation and control) to achieve a sustainable development of regions, geographical assessment and protection of specific fragments of the environment.

მეორე ალფონიკა

**ომები და რეპროდუქციის მკოლოგიური
შედეგები**

საომარი მოქმედებებით ბუნებრივ გარემოზე მიყენებული შედეგები თანამედროვე საზოგადოების შემოფოტებას იწვევს. ამ ნეგატიური მოვლენების შესწავლით მრავალი სამეცნიერო დარგია დაკავებული. საბრძოლო მოქმედებების სახიფათო ასპექტები გარემოს ნეგატიური „ანთროპოგენიზმის“ (სოციალურ-ეკონომიკური, უმთავრესად გეოეკოლოგიური) გამოვლინებაში უნდა ვეძებოთ. ომები გეოგრაფიულ სივრცეში მიმდინარეობს. საომარი თეატრები ბუნებრივ გარემოში ვრცელდება და მის ელემენტებთანაა დაკავშირებული. აკი, ნაპოლეონი ამბობდა კიდევ: „...ვიომებ იმდენს, რის შესაძლებლობას გეოგრაფია ანუ რელიეფი, ჰავა, ტყე-ღრე, მდინარეები და სხვ. მომცემს...“.

საბრძოლო მოქმედებების მიერ გარემოს ელემენტების განსაკუთრებით მძიმე და ნეგატიური ეკოლოგიური გარდაქმნების ასკარა გამოვლინების მკაფიო მაგალითი **სპარსეთის ყურეს** კონფლიქტური (1990-1991 წწ) არეალი წარმოადგენს. მსგავსი კონფლიქტების გარემოზე ასახვის გამანადგურებელი ეფექტები, ბიოლოგიური ვარიანტულობა და პოსტკონფლიქტური სივრცის ადგილობრივი მოსახლეობის ომისშემდგომი ცხოვრების ხარისხი, მეცნიერ-სპეციალისტებისა და პრაქტიკოსების (საერთაშორისო BirdLife-is დირექტორი, დოქტორი მაიკლ რანდსი) ზრუნვისა და კვლევის საგანს წარმოადგენს.

მრავალი კვლევების შედეგად სპარსეთის ყურეს ომის მძიმე შედეგები დასტურდება: აკვატორიაში 25-30 მლნ ბარელი (1 ბარელი – 158,988 ლ) ნავთობის ჩადვრით გამოწვეული წყლის ზედაპირზე „შავი ლაქის“ მიერ სანაპირო ზოლის (560 კმ) ზღვის ეკოსისტემის ძირეული დარღვევა; ქუვეიტის ნავთობსადენების მიდამოებში ხუთი ნავთობმზიდი ტანკერის დაბომბვის გამო წყლის ზედაპირზე 1500 კმ²-ის ფართობის ნავთობის აფსკის, ხოლო ხმელეთზე (ნავთობის ჭაბურღილების მიდამოები) ასეულობით ძაბრის ორმოებში “შავი ტბების“ ფორმირება; ამ “ნავთობსატევების“ ხანძრებიდან ჰაერში 13,7 ათასი ტონა/დღეში ბოლისა და ჭვარტლის შემოფრქვევა; ქუვეიტის უდაბნოების 25 %-ის მურით დაფარვა. ამის შედეგად სახეზეა ფრინველთა მასიური (300 ათასი ფრთა) დაღუპ-

ვა, გრუნტის წყლების გაბინძურება, მიწის სავარგულების გავერანება, გაუდაბნოების ეფექტის ზრდა, ქიმიური ქარხნებიდან ჰაერში ტოქსიკური და რადიოაქტიური ნივთიერებების შემოდინება, სამხედრო ნაგებობების (ბუნკერები, თხრილები, ტრანშეები) მიერ ველ-მინდვრების გაჩანაგება, მძიმე ტრანსპორტის (ტანკები, ქვეითთა საბრძოლო მანქანები) მოძრაობის შედეგად საგზაო არტერიების დაზიანება და ა.შ.

ერაყის ნავთობის საბადოთა უბნების (ზედაპირული გავრცელება) ძლიერი ბომბარდირები ღრმა ორმოებიდან “ნავთობის შადრევნების“ ამოფრქვევებმა გარემოს ძლიერ გაბინძურებას ხელი შეუწყო. აღნიშნული ნეგატივიზმის მძიმე ეკოლოგიურ და კანცეროგენულ ეფექტებს ათეულობით წლის განმავლობაში უნდა ველოდოთ. მათ შორის უმთავრესია: გარემოს ფიზიკური განადგურება და ცოცხალი ბუნების შესამჩნევი (ცალკეული სახეობების გაქრობა) ზარალი; შხამ-ქიმიკატების, ნავთობის “გუბურებისა“ და ხანძრის ნარჩენებით გარემოს გაბინძურება; მასიური განადგურების იარაღით გარემოს ელემენტების რადიოლოგიური, ქიმიური, ბიოლოგიური და ბაქტერიოლოგიური საშიშროებები; ცოცხალი ბუნების ფიზიკური (ტყეების ინტენსიური გაჩეხვა, უკონტროლო ნადირობა) განადგურება, ეკოსისტემური რღვევა (ბუნებრივი წყლების ტოქსიკურობა, ნიადაგებისა და ჰაერის გაბინძურება) და გეოეკოლოგიური (გაუდაბნობა) პროცესების ინტენსიფიკაცია.

ყოფილი საბჭოთა სივრცის კონფლიქტებიდან განსაკუთრებული სისასტიკით ჩეჩნეთის ლოკალური ომი გამოირჩევა. აღიარებულია (Зонн и др., 2002; Алпенидзе, 2007) მისი ტოტალური ეკოლოგიური დეგრადაციის აშკარა ნეგატიური შედეგები. ამ რეგიონის ეკოლოგიურ კატასტროფას ამძიმებდა რუსეთის ფედერალური შეიარაღებული შენაერთების აშკარად არაპროპორციული (ცოცხალი ძალა 400 ათასი) არსენალის გამოყენება. დასტურდება ფედერალური საჯარისო შენაერთების განსაკუთრებით ფართო და მრავალფეროვანი არსენალი: საკუთრივ, ჩეჩნეთში რუსეთის ფედერაციის ჩრდილო კავკასიის სამხედრო ოლქის 60 ათასი ჯარისკაცი ობრძოდა. ამავე დროს, ამ რეგიონის სასაზღვრო პერიმეტრზე, დისლოცირებული (2004 წ.) იყო მე-19 მოტომსროლელი დივიზია, 135-ე ცალკეული მოტომსროლელი (ნაღჩიკოთან) პოლკი, 136-ე (ბუინავსკი) და 205-ე (ბუდიონოვსკი) ცალკეული მოტომსროლელი ბრიგადები, 77-ე საზღვაო მოტომსროლელი (კასპიისკი) ბრიგადა, 487-ე საშვეულმფრენო (ბუდიონოვსკი) და 429-ე მოტომსროლელი (მოზდოკი) პოლკები, ჩეჩნეთ-იგუშეთის საზღვარზე 58-ე არმიის მე-9 დივიზიის 503-ე მოტომსროლელი პოლკის (3000 ჯარისკაცი) პირადი შემადგენლობა.

ფართომასშტაბიანი საომარი მოქმედებების ნავთობის გადაამუშავებელი საწარმოებისა და ნავთობსაცავების ფართო ინფრასტრუქტურის ფარგლებში წარმართვას გარემოს ნეგატიური

გარდაქმნებისთვის ხელი უნდა შეეწყო. ამ მხრივ, ჩეჩნეთის საომარი მოქმედებების თეატრებში, ასობით უკონტროლო ნავთობსახდელი მინიქარხნების ექსპლოატაციისა და არაკონტროლირებად ბიზნესთან დაკავშირებული ზედაპირული და მიწისქვეშა გრუნტის წყლების ნავთობპროდუქტებით აშკარა გაბინძურების ფართო კერების – „მკვდარი ფრაგმენტების“ ფორმირებას ჰქონდა ადგილი. ფაქტები (2 მლნ ტ ნავთობპროდუქტის ნიადაგ-გრუნტში ჩადვრა) ადასტურებენ მაგისტრალური და სამრეწველო ნავთობსადენების, ასევე ნავთობსაცავების ძლიერ დაზიანებებს, რომელთა შედეგად აშკარაა „წარმოების“ არასრულყოფილ ტექნოლოგიასთან დაკავშირებული გარემოს ადგილობრივი ზედაპირული (ფართობი, 30 კმ²) ან რეგიონული და ღრმა (სიღრმე, 12 მ) ხასიათის გაბინძურება.

რეგიონის საბრძოლო თეატრებში განვითარებული საომარი მოქმედებების კვალდაკვალ, გარემოს ნგრევისა და ბუნებრივი პირობების ძლიერი „ნეგატივიზმის“ ხასიათი, სუსტი ადმინისტრირებისა და კრიმინალიზმის ფართო გამოვლენის პირობებში, ხელს უწყობდა ბუნებრივი რესურსების არაგონივრული და მტაცებლური ათვისების (ალფენიძე, 2006) პრაქტიკის დანერგვას, რომლის შეუქცევადი ნეგატიური შედეგები ეკოლოგიური კატასტროფების გამომწვევ ფაქტორებად უნდა ვაღიაროთ. რაციონალური ბუნებათსარგებლობისა და რესურსათვისების პრინციპებიდან გამომდინარე უდავოა, რომ წიაღის რესურსების სწორი ათვისება როგორც მათი მოპოვების, ისე შემდგომი გონივრული ექსპლოატაციის წარმართვას მოითხოვს. კონფლიქტური რეგიონების სუსტი ადმინისტრირების გამო, ბუნებათსარგებლობის აღიარებული პრინციპების უგულვებლყოფის პირობებში, სახეზეა გარემოს სახიფათო გარდაქმნის ტენდენციის ფორმირება და მისი ხანგრძლივი შენარჩუნება.

აღნიშნულის დასტურია გროზნოს მიდამოების ნავთობშემცველი არაღრმა ფენებიდან ნავთობის ნედლეულის დატაცებით წარმოქმნილი სიცარიელებებში ე. წ. „ჰაერის ბალიშების“ ფორმირება. მსგავსი სამთო-სამრეწველო საქმიანობით მოსალოდნელია მიწის ზედაპირის თხელი „ქერქის“ ჩაქცევისა და ქალაქის მიდამოებში „ნავთობური სუფოზიის“ სახიფათო პერსპექტივა. ამავე პირობებში, აშკარაა კლანური ჯგუფების მიერ ნავთობის დატაცებისა და კუსტარული წესით ძრავის საწვავის „გამოხდის“ პრაქტიკის დანერგვა, ნავთობმოპოვების არაორგანიზებული და უკონტროლო „ათვისება“. ამის შედეგად, სახეზეა ნავთობის თერმული კრეკინგის აღიარებული მოთხოვნების (450-550 C⁰ და 4-6 მპა) უგულვებლყოფა და ეკოლოგიური უსაფრთხოების წესების დარღვევა, რაც ნავთობის ტოქსიკური ნარჩენების (მინიმალური უტილიზაციის გარეშე) გარემოში ადვილ მოხვედრას (ცხრილი №1) განაპირობებს.

**საბრძოლო ოპერაციების ეკოლოგიური შედეგები
(ჩეჩნეთის მაგალითზე)**

ცხრილი №1

გარემოს დამანგრეველი ძალები	ეკოლოგიური შედეგები	
	პირდაპირი	მეშვეობითი
ომებთან დაკავშირებული მძიმე ტექნიკის გადაადგილება	ნიადაგ-მცენარეული საფარის სტიქიური, ხაზობრივი, ზოლური განადგურება, ველ-მინდვრებისა და დაბალი ბუჩქნა-რეების დაზიანება.	დეფლაციის კერების გაჩენა, შიშველი უბნების ზრდა, მლაშობების ან გუბურების გაჩენა, ნიადაგების ლოკალური და ზედაპირული წყლების მასიური გაბინძურება
მიწის სამუშაო: თავდაცვის ობიექტები (ბლოკ-პოსტები, სანგრები, ბლინდაჟები), სამხედრო ტექნიკა	რელიეფის (თხრილები, მიწის ყრილები) შეცვლა, გრუნტის გადაჭრა, ქანების ჩამოშლა, ნიადაგის ზედაპირის გარდაქმნა, ტყეების გავერანება	ეროზია და დეფლაცია, ნიადაგის წყლისა და აერაციის რეჟიმების გარდაქმნა, პროდუქტიულობის დაცემა
შეიარაღებული ძალების დროებითი ან მუდმივი დისლოკაცია	ჰუმუსის რღვევა, ტყის გამეჩხერება, მცენარეთა გაჩეხვა, საოხი-საწვავით ნიადაგ-გრუნტის, ზედაპირული და მიწისქვეშა წყლების გაბინძურება	ნიადაგების ზედაპირისპირა ფენების გაბინძურება ნაეთობის, მცენარეთა ფრაგმენტების გავერანება, გრუნტების ზედაპირული გარდაქმნა
საბრძოლო მოქმედება: ცოცხალი ძაღის მოსპობა; თავდაცვის ტექნიკის, სამეურნეო ობიექტების, საწყობების განადგურება; ინფრასტრუქტურის ნგრევა	ნიადაგ-მცენარეების გავერანება, ველური და კულტურული ბუნების განადგურება, ბიომრავალფეროვნების შემცირება, მიკროორგანიზმების დაღუპვა, გრუნტის დეფორმაცია, ნიადაგის ფორიანობის და ტენიანობის შემცირება; რელიეფის, ქანების ჩამოშლა; ჰაერის, წყლების გაბინძურება	ნიადაგებში მძიმე ლითონების დაღუპვა, ნიადაგებიდან საკვები ნივთიერებების გამოტუტვა, ნიადაგების მარილებით იმპულვერიზაცია, გაუდაბნობა და დაუძლურება, წყლების სიმღვრივის ზრდა, დამლაშება, დაჭაობება, ფერდობების დენუდაცია, დამეწყვრა, ეროზიის გაძლიერება,



ჩენეთი: ომი და მშვიდობა



ჩენეთი: ომი და მშვიდობა 2

საომარი მოქმედებების თეატრებში საბრძოლო იარაღით გარემოს პირდაპირი დატვირთვების პარალელურად აშკარაა მათი თანმხლები ნეგატიური გამოვლინებები. ექსპერტების მითითებით, ჩენეთის საბრძოლო მოქმედებებისა და არაპირდაპირი გზებით გარემოს გარდაქმნის პროპორცია (2-3 %) შესაბამისად 3-4/1-1,2 შეადგენს. მსგავსი შედეგები დაფიქსირდა იუგოსლავიის, ერაყის, ავღანეთის, კამბოჯის, ვიეტნამის რეგიონებში.

საომარი მოქმედებების თანმხლები გარემოს სახიფათო გარდაქმნას ეკოლოგიურად საშიში სამრეწველო ან სამხედრო ობიექტების (რადიოაქტიური სამარხები და კომბინატები, ქიმიური ქარხნები) სიახლოვეს უნდა ველოდოთ. ქ. გროზნოს საშუალო აქტიურობის (1500 კი) რადიოაქტიური ნარჩენების (906 მ³) კომბინატის (მდ. თერგიდან 2-4 კმ) „როდონ“-ის საომარი მოქმედებებით დაზიანებამ, მისი ჰერმეტიულობის დარღვევამ და რადიოაქტიური მტვრის შესაძლო გავრცელებამ საკმაოდ ფართო (კასპიის ზღვის სანაპიროებამდე) ტერიტორია უნდა მოიცვას. საბოლოოდ კი, „როდონ“-ის საწარმოს შესაძლო აქტიურობამ ჩერნობილის აეს-ის ავარიის შედეგების 40-45 % უნდა შეადგინოს.

საბრძოლო მოქმედებების ფაქტების ანალიზისა და გარემოს მდგომარეობის დიაგნოსტიკა-პროგნოზის საფუძველზე, შესაძლებელია საომარი თეატრების რეგიონების ეკოლოგიური მდგომარეობის აშკარა ნეგატივიზმის გამოვლინება, ეკოკრიზისების ფორმირებისა და რეგიონალური კატასტროფული მდგომარეობათა ჩამოყალიბების გზების დადგენა. აქედან ცხადია, რომ ჩენეთის კონფლიქტური რეგიონის მომავლის პერსპექტივაში “ნავთობის ჭაობების“ ფრაგმენტებად გარდაქმნის აშკარა საშიშროება ჩანს. ნავთობით გაბინძურებული მდ. თერგის წყლის კასპიის ზღვაში მოსალოდნელი გადასვლას, ამ აკვატორიის ეკოსისტემის სახიფათო ტენდენციის განვითარება და კატასტროფული მდგომარეობის გა-

მოწვევა უნდა მოჰყვეს, რომელთა ნეგატიური შედეგები არა მხოლოდ ლოკალური და რეგიონული (რუსეთის ჩრდილო-დასავლური და კავკასიის ჩრდილო ნაწილები, ცენტრალური აზიის დასავლური პერიფერია) ხასიათის, არამედ გლობალური (კასპიისა და შავი ზღვების აუზები, კავკასია, აზიის სამხრეთ-აღმოსავლური რეგიონები) მასშტაბის მატარებლები უნდა გამოდგნენ.

გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობის აწინდელ ეტაპზე სახეზეა ბუნებრივი ეკოსისტემების სულ უფრო მზარდი დეგრადაციის ფაქტების მომრავლება. ამ მხრივ, არასტაბილურ რეგიონებში აღმოცენებული საბრძოლო მოქმედებების შედეგად, აშკარაა გარემოს ნეგატიური ცვლილებები, რომელთა პროგნოზში ჩანს საზოგადოებრივი, ეკონომიკური, კულტურული და ისტორიული მემკვიდრეობების, აგრეთვე ბუნებრივი სისტემების რღვევისა და დეგრადაციის სახიფათო ტენდენცია.

გარემოს გარდაქმნის აღნიშნული ტენდენციის დასტურს NATO-ს **ბალკანურ-ევროპული** ვოიაჟი წარმოადგენს, რომლის შედეგების ხანგრძლივ ნეგატიურ ექოს მომავალში უნდა ველოდოთ. ფაქტები კი დამამშვიდებელი სრულიადაც არაა: პანჩევოსა და ნოვი-სადის ნავთობადამამუშავებელი და ქიმიური ქარხნების აფეთქებებით გამოწვეული წვის პროდუქტის – ქლორწყალბადის (ქიმიური მომწამვლელი ნივთიერება) მიერ მოსახლეობის მხედველობისა და სასუნთქი ორგანოების დაზიანება; პანჩევოს ნავთობქიმიური ქარხნის („*პეტროქიმია*“) წვის პროდუქტის – ნახშირბადის ოქსიდის „ღრუბლით“ ამ ქვეყნის დედაქალაქის დაფარვა; ბელგრადის ფარმაცევტული საწარმოს, მინერალური სასუქებისა და ბოჭკოვან ნაკეთობათა ქარხნების, გადარიბებული ურანის ბომბებით, დაზიანების შედეგად რადიაციული ფონის მკვეთრი ზრდა; პოლიმერებისაგან დამზადებული გრაფიტული ბომბების აფეთქებებით ფსიქონერვული მდგომარეობის მოშლა და, რაც მთავარია, ტექნიკური საშუალებებისა და მოწყობილობათა მწყობრიდან გამოყვანა; ელექტრომაგნიტური იარაღის – „*i-ბომბის*“ გამოყენებით კომპიუტერული ტექნიკის, რადიოსადგურებისა და სხვ. მოშლა; აკუსტიკური ბომბების აფეთქებებით ადამიანის ვესტიბულარული აპარატის დაზიანება და სმენის ორგანოების დროებითი დაქვეითება; დაბალი სიხშირის ბგერითი ტალღების გამოყენებით ადამიანთა გულისრევის, თავბრუსხვევისა და სხვ. პათოლოგიების გამოწვევა; ლაზერული ჰიპერბლოიდების (არამომაკვდინებელი იარაღი) თვალის ბადისებრი გარსისა და ზუსტი დაკვირვების ხელსაწყოების დაზიანება; საღაშქრო ცეცხლსატყორცებითა და თვითმფრინავებიდან გზებისა და დასახლებების ბლანტი ქავით მოფენვით ადამიანის ფსიქიკის დროებითი მოშლა და ა.შ.

ექსპერტებისთვის კარგადაა ცნობილი, რომ გარემოს სახიფათო გაბინძურებები **ქიმიური და ნავთობქიმიური ქარხნების ავარი-**

ებს უკავშირდება. ამ დროს ფორმირებული წვის პროდუქტები (დიოქსინები ან მისი მსგავსი შენაერთები, ბენზ(ა)პირენები) განსაკუთრებულ ტოქსიკურ ნაერთებს წარმოადგენენ. ასე, მაგალითად, დიოქსინის ტოქსიკურობა საბრძოლო მომწამლავ (ციანიდები, სტრიქნინი, კურარე) ნივთიერებებს მრავალჯერ აღემატება. ამ შენაერთების უმთავრესი თვისება გარემოში და ცოცხალ ორგანიზმებში ხანგრძლივი დაგროვებაა. დიოქსინები კი იმუნური სისტემის დაქვეითებას, მაღალი კონცენტრაციის დროს - მუტაგენური, ემბრიოტოქსიკური, ტერატოგენური ეფექტების გამომწვევი უნარისაა, რომელიც მოსახლეობის, მცენარეულობისა და ცხოველთა სამყაროს გენოფონდის განადგურებას იწვევს. რაც შეეხება ბენზ(ა)პირენებს, მათი წარმოშობა ნავთობისა და მათი პროდუქტების დაბალტემპერატურიან წვას (ნავთობსაცავების ან ნავთობგადამამუშავებელი ქარხნების ხანძრები) უკავშირდება და განსაკუთრებით ძლიერ კანცეროგენურ ნივთიერებას წარმოადგენენ.

საომარი მოქმედებების (თეატრების) სივრცობრივი შეზღუდულობის გამო, ტოქსიკური ნივთიერებების შედარებით მცირე ფართობზე განფენას უნდა ველოდოთ. სინამდვილეში კი, ბუნებრივი სისტემებისათვის დამახასიათებელი შიდა და გარე კავშირურთიერთობათა შედეგად, სახეზეა ენერგომასების მიმოცვლის ფართო გავრცელება, ხანგრძლივი დროითი გაწელება, ასევე მოვლენების მუდმივი და შესამჩნევი ცვლილებები. აქედან გამომდინარე, ტოქსიკური ნაერთების არა ლოკალური აკუმულაცია, არამედ მაღალი მიგრაციული უნარი – მათი გაბნევის ფართო არეალზე მიუთითებს. სახიფათო ნაერთების მიგრაციის ხელშემწყობი ფაქტორი აქ ბუნებრივი არტერია – მდ. დუნაი წარმოადგენს. ამ მდინარის წყლის ნაკადების მიერ ტოქსიკური ნივთიერებები შესაძლოა მოხვდეს რუმინეთის, ბულგარეთის, უკრაინისა და სხვ. ქვეყნების ეკოსისტემებში.

თანამედროვე საომარი მოქმედებების ნეგატიური გამოვლინებები არა თუ რამდენიმე ქვეყნის ფარგლებში, არამედ **გლობალური მასშტაბის რისკების** გამომწვევ ეფექტორებადაც კი შეიძლება იქცეს. ამ მხრივ, მეცნიერთა მიერ მრავალი უცნობი მოვლენის შესწავლა მიმდინარეობს. ჯერ-ჯერობით კი გლობალური რისკ-ფაქტორების პროგნოზი წინასწარ განსაზღვრას არ ექვემდებარება. ამ მხრივ, ოზონის ფენის სახიფათო დინამიკის სურათი განვიხილოთ. ოზონის თხელი ფენის (0,3-0,5-დან 2,0-2,3 მ-მდე) რღვევისა და სასიცოცხლო უნარის (მზის ულტრაიისფერი, ინფრაწითელი რადიაციის, რენტგენის სხივების შთანთქმა) გამო, მეცნიერთა ყურადღება საკმაოდ დიდია.

დაკვირვებებით დასტურდება, რომ ბოლო ათწლეულების განმავლობაში, ოზონის მოცულობის შემცირებასთან ერთად, შესამჩნევი „ხვრელების“ ფორმირებასაც აქვს ადგილი. მათი არსებობა

ჯერ კიდევ 1995 წელს (ანტარქტიდის თავზე) შეამჩნიეს. გამოირკვა, აგრეთვე მისი ცვლადი ბუნების სეზონური ხასიათი: ოზონის დაშლა ანტარქტიკულ ზამთარს ემთხვევა, ხოლო აღდგენა - ზაფხულს უკავშირდება. ანტარქტიდის თავზე დაშლილი ოზონის ფენის მაჩვენებელი მისი მთლიანი მოცულობის 3%-ს (აღვილობრივი მასის 70 %) შეადგენს. ამ ეკრანის გარეშე ცის ფართობი ზოგჯერ (2000 წ., ზამთარი) 30 მლნ კმ²-საც კი აღემატება. გამოირკვა, რომ ოზონის ფენის დაშლა ამ ნაერთის მოლეკულის (O₃) ქიმიური აქტივობითაა გამოწვეული. ქლორის, ბრომის, ნახშირბადის, მეთანის ოზონთან დაკავშირებისას მიმდინარე რეაქცია ამ უკანასკნელის ქიმიურ გარდაქმნას განაპირობებს, რომლის შედეგად მას ფაქტობრივად ეკარგება მზის სახიფათო რადიაციის შთანთქმის უნარი.

ცხადია, რომ ამ ბუნებრივი პროცესის დაჩქარებას სამრეწველო (საყოფაცხოვრებო და სატრანსპორტო) საშუალებათა პროდუქტების (ფრეონი, მეთანი) ოზონის ფენაში მოხვედრისას უნდა ველოდოთ. ამ ინერტიულ ნაერთებს ატმოსფეროში საკმაოდ ხანგრძლივი (100 წელი) არსებობის უნარი გააჩნიათ. 30 კმ-ის სიმაღლეზე ფრეონის მოლეკულები, მზის ულტრაიისფერი სხივების მოქმედებით, ქლორის ინერტულ ნაერთებად (ქლორის რეზერვუარებად) გარდაიქმნებიან, რომლებსაც ოზონის დაშლის უნარი არ გააჩნიათ.

ამ რეზერვუარების დაშლა და ქლორის თავისუფალი ატომების გამოთავისუფლება, შესაბამისად, ოზონის ფენის რღვევის გაძლიერება – სტრატოსფეროს ქიმიურ რეაქციებს უკავშირდება. ასე, მაგალითად, 1995 წლის ცივ სეზონში, დაბალ ($\approx 195\text{ K}^\circ$) ტემპერატურაზე, სტრატოსფერული ღრუბლების მყარი ნაწილაკების ქიმიური რეაქციების შედეგად, აღნიშნული რეზერვუარებიდან ქლორის გამოთავისუფლება დაფიქსირდა. ცხადია, რომ მკვეთრი აცივების პირობებში (მაგ., 1995-2000 წწ) ოზონის ფენის პროგრესული დეგრადაცია შეიმჩნეოდა. ამ საშიში პროცესის შეწყვეტას კი ქლორის ატომების თავისთავად რეზერვუარებში დაბრუნებისას აქვს ადგილი. შესაბამისად, პროცესის დამუხრუჭება ან მოვლენის უკუპროცესი (ოზონის ფენის ზრდა) დაბლობის პირობებში, აზოტისა და წყალბადის შენაერთების მოქმედებითაა შესაძლებელი. ანტარქტიდის თავზე, ჰაერის აღმავეალი კორიანტელი ხელს უწყობს ოზონის დაშლას.

როგორც ჩანს, ოზონის ფენის თვითგანვითარების პროცესი დადებითი უკუკავშირის (აღფენიძე და სხვ., 2003) სქემის მიხედვით მიმდინარეობს: ოზონის ფენის შემცირება → ცივი ჰერის შენარჩუნება → მყარი ნაწილაკების ღრუბლების ფორმირება → კორიანტელის სტაბილიზაცია → ოზონის ფენის შემცირება. აქედან ცხადია, რომ ამ პროცესის თვითინდუცირების აშკარა უნარის ბუნებრივი ტენდენციისა და გარემოს დაჩქარებულ ანთროპოგენურ დატვირთვების გამო, მოსალოდნელია ოზონის ფენის დეგრადაციის გაძ-

ლიერება, მისი უეცარი, მოულოდნელი და არაკონტროლირებადი რღვევა და საბოლოო დაღუპვა.

აღნიშნული პროცესის დეტალური აღწერა ამ მონოგრაფიის მიზანს არ ემსახურება. საკითხის მიმართ ავტორის ყურადღება, ამ მოვლენაში **ეკოლოგიური იარაღის** შექმნის პერსპექტივითა და მისი გამოყენების შესაძლებლობითაა ნაკარნახევი. ამ მხრივ, მიუთითებენ „ოზონის **იარაღის**“ სამხედრო მიზნებით შექმნისა და გამოყენების შესაძლებლობებსა და რეგიონული მასშტაბის ეკოლოგიური საფრთხის ფორმირების შესახებ, რომლის მოქმედება მზის ულტრაიისფერი გამოსხივების ენერჯიას ემყარება. ოზონის ეკრანის მაქსიმალური გავრცელების სიმაღლე 20-25 კმ-ია. ნორმალურ პირობებში დედამიწის ზედაპირზე ულტრაიისფერი (ცოცხალი ორგანიზმებისათვის სახიფათო) გამოსხივების ($\lambda = 0,01-0,2$ მკმ) მხოლოდ მცირე ნაწილი აღწევს, დანარჩენს კი ოზონის ფენა შთანთქავს. ოზონის ფენის ხელოვნური დეგრადაციით, შესაძლებელია ამ მომაკვდინებელი რადიაციის პლანეტის ლოკალურ ან რეგიონალურ ფრაგმენტზე “დაპროექტებით” ამა თუ იმ ქვეყნის მოსახლეობის დასხივების გამოწვევა. მხედველობაში გვაქვს მილიტარისტული „გენერლების“ მიერ ოზონის ფენის ხელოვნური დარღვევის (ულტრაიისფერი სხივების ინიცირება და ფოტოქიმიური რეაქციების წარმართვა) სამხედრო მიზნებით გამოყენების შესაძლებლობა და საშუალო სიდიდის ქვეყნის (გერმანია, ბრიტანეთი, საფრანგეთი, სამხრეთი კავკასია, უკრაინა, კანადა, პოლონეთი) დეზორგანიზაციის გამოწვევა. ცხადია, რომ სასურველი ქვეყნის თავზე, ხელოვნური ოზონის „ხერელისა“ და მისი ქვეყნის ქიმიური გაბინძურების მეშვეობით, შესაძლებელია რეგიონული მასშტაბის ეკოლოგიური ომის წარმართვა, რომლის პროგნოზში სიცოცხლისათვის სახიფათო შედეგები ჩანს.

ამასობაში, ჩრდილოეთი პოლუსის სექტორში ოზონის ფენის ქცევის სრულიად საპირისპირო მოვლენას აქვს ადგილი. აქ, სამხრეთი პოლუსისაგან განსხვავებით, ჰაერი ნაკლებად ცივდება და ოზონის დანაკარგებიც (6 %-მდე) შედარებით (20-25-ჯერ) მცირეა. ამის მიუხედავად, ოზონის ხერელების გამოჩენა (<http://katastrofu.ru/ozonovye-dyry>) არქტიკულ ზოლსა და უფრო დაბალი განედების მჭიდროდ დასახლებულ არეალებშიც შეამჩნიეს. ოზონის დაშლასა და მოკლევადიანი სხივების დედამიწაზე შემოდწვევას კი ადამიანის კანის კიბოს დაავადებას უკავშირებენ. ამასთან, თუკი ამ დაავადებისაგან ადამიანთა მკურნალობა შედარებით ადვილია, მცენარეული საფარი და ცხოველთა სამყარო აშკარად დაუცველ მდგომარეობაშია. აქედან კი ცხადია, რომ ეკოლოგიური იარაღის შექმნასა და მის შესაძლო გამოყენებას – პლანეტის აშკარა ეკოლოგიური საშიშროება მოსდევს.

ამჟამად, მეცნიერები ოზონის ფენის ხელოვნური გენერაციის გზებს ეძებენ. ამ მიზნით, შემოთავაზებულია ჟანგბადის გამდიდრებით ოზონის წარმოება და მისი დანიშნულების სიმაღლეზე ტრანსპორტირება ან აეროსტატების გამოყენებით ოზონის ფენაში მზის ბატარეების საშუალებით ჟანგბადის ოზონად გარდაქმნის პროცესის წარმართვა და ა.შ. თუნცა, ამ სიტუაციიდან გამოსვლის ყველაზე რეალურ გზებს ტყეების გაჩეხვისაგან თავის შეკავება და მწვანე ნარგავების ფართობების ხელოვნური გაზრდა წარმოადგენს.

ატმოსფეროს ქვედა ფენის რეგიონული და პლანეტარული ცირკულაციის მარტივი სქემებიდან გამომდინარე, სახეუბა **ეკოლოგიური ომების** წარმოების მრავალი შესაძლო ვარიანტების აღქმა. ამ მხრივ, ორ მაგალითს მოვიტანთ: იუგოსლავიის ომის თითქმის სამი თვის მანძილზე, მასირებული საავიაციო დაბომბვების (ათასამდე საჰაერო იერიში დღეში) შედეგად, ჰაერის გადამეტხურებას ჰქონდა ადგილი. ამის გამო, ევროპის ჰაერის ცირკულაციის უკვე ჩამოყალიბებული სქემამ რღვევა განიცადა: ჰაერის მასების დასავლური გადატანის ერთიანი სისტემა ორ – სამხრულ და ჩრდილო ნაწილებად დაიყო; სანცვლოდ კი აღმოსავლური და სამხრეთ-აღმოსავლური ქარების გაძლიერება მივიღეთ, რასაც დასავლეთ ევროპაში ძლიერი და თავსხმა წვიმები, წყალდიდობები (სამხრეთი იუგოსლავია, ჩრდილოეთი ირანი) და აღმოსავლეთი ევროპის (რუსეთი) გვალვები (1999 წ.) და ტორფის ფენების ხანძრები მოჰყვა.

მეორე მაგალითი გასული საუკუნის, მეორე მსოფლიო ომის გამოძახილს ეხება: მაშინ ფრონტის ხაზის გასწვრივ წარმოებული ბომბარდირების გამო, ჰაერის გადამეტხურებამ მისი ნორმალური ცირკულაციის მსვლელობა რამდენადმე შეცვალა და ჰაერის მასების დასავლური გადატანის შეფერხება გამოიწვია და აღმოსავლეთი ევროპის (ძირითადად რუსეთის ვაკე) შედარებით თბილი და ნოტიო ჰაერის გარეშე დატოვა. სამაგიეროდ, მის ნაცვლად, ჩრდილო-აღმოსავლური ჰაერის ცივი მასების შემოჭრა და ხანგრძლივი დასადგურება, ძლიერი (1941 წლის ზამთარი) სუსხისა და ყინვების მოიტანა გამოიწვია. მსგავსი მაგალითის ლოკალურ შემთხვევის მინიატურულ ანალოგს, ავტორის აზრით, საქართველოშიც ჰქონდა ადგილი: გასული საუკუნის 90-იან წლების რუსეთ-საქართველოს ომის (აფხაზეთის რეგიონი) დასასრული შემოდგომის ძლიერი და ხანგრძლივი დაბომბვებით აღინიშნა. ამ პირობებში, გადამეტხურებული ჰაერის კონვექციას, სითბოს დასავლური გადატანის გზაზე, ბარიერული „კედლის“ როლის შესრულებით, დასავლური გადატანის გზაზე, „ბარიერად აღმართვა“ და ცივი ზამთრის გაბატონება შეეძლო, რომელმაც მიმდებარე ფრაგმენტებზე ზამთრის ექსტრემალური ყინვები და ციტრუსების გავრანება გამოიწვია.

აღწერილი მოვლენები მხოლოდ ატმოსფერული ადელეკვებებითა და მეტეოროლოგიური ელემენტების მკვეთრი ცვლილებებით

როდი შემოიფარგლება. იუთითებენ (Инструменты..., 2002) ძლიერი ატმოსფერული რელევებისა (წნევის ცვლილება) და სეისმური აქტივობის კავშირებზეც. ირველი მათგანი ხშირად სასხლეტი მექანიზმის როლს ასრულებს. ასე, მაგალითად, შუა ევროპული საომარი ვოიაჟის გამოძახილს არა მხოლოდ კლიმატური, არამედ გეოტექტონიკური (1999 წლის თურქეთის ორი ძლიერი მიწისძვრა) ხასიათიც აღმოუჩნდა.

თანამედროვე მეცნიერებისა და ტექნოლოგიური სრულყოფის ეპოქაში, პრინციპულად ახალი და რთული სისტემების შექმნასა და წარმოებაში დანერგვას აქვს ადგილი. ცხადია, რომ უახლესი ტექნიკის დანერგვა წარმოების სტრუქტურულ გარდაქმნებს, ინოვაციური მიდგომების შემუშავება-რეალიზაციას, რთული ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური აღჭურვილობის დანერგვას და, რაც მთავარია, გარემოს ძლიერ დატვირთვებს, აგრეთვე მის ორგანულ ტრანსფორმაციას უკავშირდება. ამ მხრივ, აღსანიშნავია ახალი **კოსმოსური სისტემების შექმნა და სრულყოფა**, რადიო და ტელეკავშირული სისტემების შემდგომი განვითარება და ახლოკოსმოსური სივრცის ფართო ათვისება.

ცხადია, რომ მილიტარისტული ქვეყნები ამ თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებას ახლო კოსმოსური სივრცის დაზვერვითი საქმიანობისა და სამხედრო-პოლიტიკური მიზნების გადასაწყვეტად იყენებენ. დრემდე, კოსმოსურ სივრცეში 10 ათასზე მეტი კოსმოსური აპარატი იქნა გაშვებული. მათგან ამჟამად, მხოლოდ 6 % ფუნქციონირებს, რაც ახლო კოსმოსურ სივრცეში, კოსმოსური ნაგავის ყოველწლიურ მცულობას 4 %-ით (Космический..., 2006) ზრდის. ამიტომაც, დღეს კოსმოსური ნაგავი ფართო გავრცელებას პოულობს: შედარებით დიდი ზომის (D=1-10 სმ) ნაწილაკების რაოდენობა 150 ათასს აღწევს, ხოლო მცირე (D<1 სმ) ზომის სხეულები მილიონობითაა. პლანეტის ახლოს გავრცელებული კოსმოსური ნაგავი დედამიწაზე სწრაფად ცვივა, ხოლო “შორეული“ (800-1000 კმ-ის სიმაღლიდან) სხეულები ორბიტაზე დიდხანს რჩებიან.

აღსანიშნავია რომ კოსმოსური ხომალდების ავარია იშვიათი სრულიადაც არა არის. ნგრევის შედეგად კოსმოსურ სივრცეში მათი ნარჩენები დიდი ხნის განმავლობაში რჩება. ასე, რომ დედამიწის ორბიტის ახლო სივრცე კოსმოსური ნაგავის გადასაყრელ ფრაგმენტადაა (**The USA Today**) გადაქცეული. ამერიკული კოსმოსური დაკვირვების ქსელის მიერ (**USSTRATCOM**) 2004 წლიდან 9233 მცირე ზომისა და ათასობით უფრო დიდი ობიექტია დაფიქსირებული, რომელთა უდიდესი ნაწილი დედამიწის კოსმოსური ხომალდების გადამუშავებისა და მათი ავარიის ნარჩენებია, ან მკვდარი (ძრავები, შემოსავლები და საიზოლაციო ან საღებავი მასალა,

რაკეტების საფეხურები ან მათი სათბობის ნაფლეთები, კორპუსზე მიყინული სხეულები) აპარატურაა.

ამ ბოლოდროინდელი კვლევებით გამოირკვა, რომ მცირე ზომის კოსმოსური მტვერი (მათი სიჩქარე 8-10 კმ/წმ-ს შეადგენს) ასტრონავტების ჯანმრთელობის შენარჩუნების მიზნით უფრო სახიფათოა, ვიდრე შედარებით მსხვილი ზომის ნარჩენები. ამავე დროს, კოსმონავტების მიერ არც თუ იშვიათად ყოფილა შემთხვევები, როცა კოსმოსური ნაგავის მტერის ნაწილაკების მიერ ილუმინატორებში 2,3-2,5 მმ-ის ზომის ნახვრეტების გაჩენას ჰქონია ადგილი. კოსმოსური ნაგავის ნარჩენები მხოლოდ კოსმონავტების საშიშროებას როდი წარმოადგენენ. მათ, მრავალი უსიამვნების მოტანა დედამიწაზეც შეუძლიათ. ბირთვული ენერჯის წყაროს მქონე კოსმოსური ხომალდების ავარიები დადამიწის ძლიერ გაბინძურებას იწვევს. ასე, მაგალითად, აშშ-ის კოსმოსური ხომალდის (1964 წ) ავარიამ ინდოეთის ოკეანის აკვატორიის რადიოაქტიური მოწამვლა გამოიწვია. რუსული კოსმოსური ხომალდების მოძრაობის ტრაექტორიის გასწვრივ – ალტაის მხარის მოსახლეობის ან წყნარი ოკეანის კუნძულების მცხოვრებლთა, კოსმოსური ხომალდის – „Мир“-ის მოსალოდნელი ავარიით გამოწვეული საშიშროება და მასიური ფზიქოზი, სრულიად დროული ქმედება იყო. ამ რეგიონის მოსახლეობის შიში არც თუ უსაფუძვლო იყო: სწორედ, ამ რეგიონის თავზე ცვივა ბაიკონურის კოსმოდრომიდან გაშვებული ხომალდების პირველი თუ მომდევნო საფეხურების რადიოაქტიურად მაღალტოქსიკური საწვავიანი ნამსხვრევები.

დღევანდელი მსოფლიო ეთნიკური კონფლიქტების ეპოქა გამოდგა. იგი ჩვენ ქვეყანასაც გადმოწვდა. მსოფლიოს ახალი განაწილებისა და გავლენის სფეროების ხელში ჩაგდების ამბიციებმა მეზობელ რუსეთს ეთნიკური კონფლიქტების გაჩაღების მადა აღუძრა, რომლის შედეგად აფხაზეთში ხანგრძლივი ომი წარიმართა. იგი საკმაოდ დაუნდობელი გამოდგა, რის გამოც სახეზეა ბუნებრივი გარემოს ძლიერი დეგრადაცია და ეკოლოგიური მდგომარეობის ნეგატიური განვითარება. მათი გამოვლინებების აშკარად უარყოფითი შედეგები არა მარტო თანამედროვე ეტაპისათვისაა დამახასიათებელი, არამედ გარემოს ელემენტებში მოსალოდნელია ხანგრძლივი და ძლიერი ნეგატიური ცვლილებები. მისი დასტურად მოგვაქვს შემდეგი ცხრილები და სხვა დოკუმენტები:

აფხაზეთი: კონფლიქტი და გარემო

ცხრილი №2

ხანძრების გავრცელების კერები	ატმოსფეროში შემოფრქვეული წვის, ბუშტვის, პროდუქტები, კმ	გაბნევის (გაფანტვის) ფართობი კმ ² /ჰა	ნახშირბადის შემოფრქვევა ატმოსფეროში კგ	ნიადაგში აკუმულირებული კგ/ჰა
გაგრა	8000	20,0/2000	2400	10400/5,2
ქ. გუდაუთა	4000	12,0/1200	1200	5200/4,4
სოსუმის რ-ნი	13000	14,0/1400	3900	16900/12,1
ქ. სოსუმი	23000	12,0/1200	6900	29900/24,9
გულრიფშის რ-ნი	8000	7,0/700	2400	10400/14,8
ოჩამჩირის რ-ნი	20000	13,0/1300	6000	26000/20,0
გალის რ-ნი	24000	50,0/5000	7200	31200/6,3

აფხაზეთის საბრძოლო ნაგებობათა ეკოლოგიური შედეგები

ცხრილი № 3

რაიონი	დატვირთვის უბნები	ფართობი (ჰა), სიგრძე (კმ)	ეკოლოგიური შედეგები	ბუნებრივი მოვლენების პროგნოზი
სოსუმი	გუმისთის დელტა; გუმისთა-ჰესი; სოფლები: ლინდავა, ზეგანი, შრომა	4500/3,1 400-500/2,0-3,0 1500-2000/1,2-1,5	გაბინძურება: წყლის ნაკადის ცვლილება, ჭაობების ფორმირება, აბრაზია	მდინარეთა კალაპოტების, ჭალების, ზღვის პლაჟების გარეცხვა; ნაპირის აბრაზია, ეროზია
ტყვარჩელი	ქალაქის ფარგლები და მიდამოები	800-1000/6,0-7,0	ეროზია, გარემოს გაბინძურება	გარემოს ინტოქსიკაცია
ოჩამჩირე	ტამიში, ლაბრა, ცაგერა, კინდლი, მდ. კოდორის დელტა	2000-2200/1,5 200-300/0,4-0,5 800-900/4,0-4,5	ნიადაგების ეროზია, ტყეების გავერანება, ჭაობების ფორმირება, გარემოს გაბინძურება	წყლების გაბინძურება, ეროზიის, პლაჟის წარცხვის, ნაპირის აბრაზიის, ფერდობის დენუდაციის ინტენსიფიკაცია

გალი	სადერივაციო არხის და მდ. ენგურის ნაპირის ფართო ზოლები	150-200/2,0-2,2 300-350/0,35-0,4	დაჭაობება, ეროზია, ინტოქსიკაცია, ნიადაგის გადარეცხვა	კულტურული მცენარეების პროდუქტიულობის შემცირება
------	---	-------------------------------------	--	--

ნაღმების განლაგება აფხაზეთში (2006; 2007)

ცხრილი №4

განლაგების რაიონები	ნაღმების განლაგების ფრაგმენტები	ფართობი კმ ²	დანადგმული უბნების და-ნიშნულება	ნაღმების სიხ-შირე ცალი/კმ ²
გაგრა	გაგრა-ბიჭვინთა	2-2,5	სახნავ-სათესი	500
გუდაუთის რ-ნი	ეშერა	4,0-4,5	ს/ს კულტურები	1200
	მდ. გუმისთის შესართავი	4-4,5	მრავალწლიანი კულტურები, საცხოვრებელი ნაგებობები	1300
ქ. სოხუმი, სოხუმის რ-ნი	მდ. გუმისთის შესართავი	8,0-8,5	ქალაქი და შემოგარენი	1200
	გუმისთის ხიდი (სოხუმი), გუმისთა-ჰესი	1,0-1,2	ტყეები, ბილიკები	500-600
	შრომა, ზეგანი	40-50	დასახლებები	1300-1500
	გუმისთა-ჰესის მიდამოები,	2,0-2,2	სამრეწველო ობიექტები	400-450
გუდრიფშის რ-ნი	შავი ზღვისპირეთი	6,0	სასოფლო-სამეურნეო მიწები	600-650
	მდ. კოდორის სანაპირო, სოფ. ლათა, ზემო აფხაზეთი	6,0-8,0	ს/ს მიწები, დასახლებები	900-1000
ოჩამჩირის რ-ნი	ელექტროგადამცემი ხაზის 30 კმ ზოლი	60-62	ს/ს მიწები, ჩაის პლანტაცია	400-430
	ჩაის პლანტაციები	16-20	ს/ს მიწები	250-260
	ტყვარჩელის მიდამოები	2,0-2,1	სელიტბური მიწები, ქალაქის მიდამოები	280-350
გალის რ-ნი	არხისპირა ზოლი, მდ. ენგურის ნაპირი	4,2	სოფლები, ს/ს მიწები	600-700

ამგვარად, შეიარაღებული დაპირისპირებები დიდი აქტივობით, ფართო საომარი თეატრებითა და “სრულყოფილი“ სამხედრო არსენალის გამოყენებით ხასიათდება, რომელთა შედეგები გარემოს ფიზიკური (სითბური, შუქური, აკუსტიკური, ელექტრომაგნიტური, რადიაციული), ქიმიური (პესტიციდური, ჰებრიციდული) და ბიოლოგიური (ბიოგენური, მიკრობული) და სხვ. ნეგატიურ გამოვლინებებში გამოიხატება. ეკოლოგიური კატასტროფები მაღალი დინამიკურობისა და ღია სისტემების პირობებში, ადვილად ვრცელდება ბუნებისა და სოციალური სისტემების უმთავრესი კვანძების ფარგლებში. საბოლოოდ, ეკოლოგიური კრიზისები გადაშენებით ემუქრება სიცოცხლის უმადლეს ფორმებს. ამავე დროს, სინერგეტიკული თვალსაზრისითა და დადებითი უკუკავშირების სქემის მიხედვით, აშკარაა ბუნებრივი სისტემის თვითგანვითარების ტენდენციის ინდუცირების შედეგად გარემოს რეგიონული გაბინძურებისა და გლობალური ეკოლოგიური კატასტროფების ხელოვნური გამოწვევის შესაძლებლობა.

ლიტერატურა:

1. მ. ალფენიძე, ე. ელიზბარაშვილი, კ. ხარაძე. ზოგადი ფიზიკური გეოგრაფია. თსუ, თბ., 2003.
2. მ. ალფენიძე. საზოგადოებრივი ანტაგონიზმი: შეიარაღებული დაპირისპირებები, მათი ეკოლოგიური შედეგები და რეგიონების მდგრადი განვითარება. თსუ სოხუმის ფილიალი. თბ., 2006, გვ. 187.
3. З. М. Алпенидзе. Очаги нестабильности, вооруженные конфликты и их экологические последствия. Кавказский географический журнал, # 7-8. Тб., 2007, ст. 197-208.
4. С. В. Зонн, И. С. Зонн. Экологические последствия военных операций в Чечне. М., 2002.
5. Инструменты мирового господства. <http://bookap.by.ru/psy war/ new world. 2003>.
6. Космический мусор. 2006//
7. http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%81%D0%BC%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D1%83%D1%81%D0%BE%D1%80
8. Озоновые дыры. <http://katastrofu.ru/ozonovye-dyry>.

MELOR ALPHENIDZE

**THE WARS AND THE ENVIRONMENTAL
CONSEQUENCES FOR THE REGIONS**

The armed confrontation, burden on the environment and their adverse geo-ecological results are considered in this article. The facts of geo-ecological consequences (chemical, oil, physical, noise pollution) of the local wars (in the Persian Gulf, Yugoslavia, Abkhazia, Chechnya) are also researched. Furthermore, the issue of regional risk of usage of ecological – “ozone” weapons, space pollution and their global effects are also studied in this work.

სოხუმის სასამართლო უნივერსიტეტის შრომები

ტ. X, 2011

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია

მერაბ ბონზაკი

**რელიეზზე ადამიანის ზემოქმედების ძირითადი
ტიპოლოგიები და შედეგები საქართველოში**

ადამიანისა და ბუნების ურთიერთდამოკიდებულების პრობლემა კაცობრიობის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე უმთავრესია და შეიძლება ადამიანთა საზოგადოების პროგრესისა ან დეგრადაციის მიზეზი გახდეს მომავალში. განსაკუთრებით საგრძნობია ეს გარემოება მთიან ქვეყნებში, კერძოდ საქართველოში, სადაც ქვეყნის ტერიტორიის 70%-ზე მეტი ზღვის დონიდან 800 მეტრზე მაღლა მდებარეობს. ასეთი რთული ბუნებრივი პირობები საუკუნეების განმავლობაში აყალიბებდა ადამიანთა განსახლების ტიპს, მეურნეობის ხასიათს, მიმართულებასა და ინტენსივობას. საქართველოში ადამიანი რამდენიმე ათასწლეულის განმავლობაში საქმიანობს, როგორც ბუნების კარგად მცოდნე მეურნე: მიწათმოქმედი, მეტალურგი, ხუროთმოძღვარი, ირიგატორი, მეცხოველე, სელექციონერი. ქვეყნის ტერიტორიის ნახევარზე მეტი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს ეკავა და მოსახლეობის მიერ მაქსიმალურად იყო ათვისებული. აქ, საუკუნეთა განმავლობაში მიმდინარეობდა სხვადასხვა მადნის მიპოვება, გადამუშავება, შავი და ფერადი ლითონების დნობა, დასახლებული პუნქტების, საირიგაციო სისტემების, საფორტიფიკაციო, საკულტო და მრავალი სხვა დანიშნულების ნაგებობებათა მშენებლობა. ყოველივე ის, რაც ჩვენ შემოგვრჩა იმ შორეული წარსულიდან, მიგვანიშნებს ბუნების მიმართ ადამიანის გააზრებულ, კეთილგონივრულ დამოკიდებულებაზე, როცა ადამიანს კარგად ესმის ბუნების როლი მის ცხოვრებაში და თავისი უფლება-მოვალეობანი მის მიმართ. ამისი მკაფიო მაგალითები გვაქვს ქვეყნის სამხრეთში ხელოვნური ტერასებისა და მათი საირიგაციო სისტემების, მთებში მოწყობილი ახლებისა და ხისსამაგრიანი ტერასების, ასევე რელიეფის სპეციალურად შერჩეული ფორმების სახით, სადაც საკულტო ნაგებობები შენდებოდა. შეიძლება ითქვას, რომ ჩვენი წინაპრები ბუნების შესახებ გაცილებით მეტ ინფორმაციას ფლობდნენ, ვიდრე ჩვენ, და რაც მთავარია, ისინი ამ ინფორმაციას დანიშნულებისამებრ – პირველ რიგში ბუნებისა და შემდეგ – თავიანთ სასარგებლოდ იყენებდნენ, რაც ადამიანის ბუნებასთან ურთიერთობას (და არა მასზე „ზემოქმედებას“) ჰარმონიულს, გონივრულს ხდიდა.

გასულ საუკუნეში დაწვებულმა სამეცნიერო-ტექნიკურმა რე-
ვოლუციამ, რომელიც გარკვეულწილად დღესაც გრძელდება, მო-
ითხოვა ჩვენი ქვეყნის მრავალდარგოვანი სახალხო მეურნეობის
ინტენსიური განვითარება, რაც გულისხმობდა სასარგებლო წიაღი-
სეულის მოპოვების მკვეთრ ზრდას, ახალი სასოფლო სავარგულე-
ბის ათვისებასა და ძველის მეტად დატვირთვას, საქალაქო, სამ-
რეწველო, საგზაო, ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობის
გაფართოებას, ტყის რესურსების აქტიურ ათვისებას(რაც ბოლო
ორი ათწლეულის განმავლობაში ტყის მტაცებლურ გაჩეხვაში გა-
დაიზარდა). ყოველივე ამან ბოლო ათწლეულებში ბუნების ანთრო-
პოგენური გარდაქმნების ინტენსივობის მკვეთრი ზრდა გამოიწვია,
რასაც ხელს უწყობდა ადამიანის ბუნებაზე ზემოქმედების ახალი
ფორმების, მეთოდებისა და ტექნიკური საშუალებების დაწერვა.

ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა უპირველესად მიწის ზედა-
პირზე, ანუ რელიეფზე მიმდინარეობს და ამდენად რელიეფი იღებს
უმთავრეს დარტყმას თავის თავზე. ამ საქმიანობის შედეგები, პირ-
ველ რიგში, მუდავნდება რელიეფში მიმდინარე ცვლილებებში, რაც
გამოიხატება რელიეფის ანთროპოგენური ფორმების ჩამოყალიბე-
ბაში, აგრეთვე ეგზოდინამიკური პროცესებისა და მოვლენების-
(გვერდითი და სიღრმითი ეროზია, დენუდაცია, ფერდობულ- გრავი-
ტაციული პროცესები, ღვარცოფები, აკუმულაცია) გააქტიურებასა
ან წარმოქმნაში. რამდენადაც რელიეფია ბუნებრივი გარემოს ის
უმთავრესი კომპონენტი, რომელიც განსაზღვრავს ჰავის, ჰიდროქსე-
ლის, ნიადაგ-მცენარეული საფარის და, საბოლოო ჯამში, ადამია-
ნის განსახლების ათვისებულებებს კონკრეტულ ტერიტორიაზე, ამ-
დენად მისი ასეთი მკვეთრი ცვლილებები დაკავშირებულია მთელი
გარემოს გარდაქმნებთან. კერძოდ, დასახლებულ პუნქტებში ხდება
დადებითი ფორმების ნიველირება, უარყოფითი ფორმების ამოვსება
ან გადაფარვა, ნიადაგურ-მცენარეული საფარის განადგურება, ან
მათი შეცვლა ასფალტის საფარით და სხვა ჯიშის მცენარეებით;
სამთო-სამრეწველო რეგიონებში წარმოიქმნება კარიერები, მიწაყ-
რილები, ჩაქცევითი ფორმები, სადაც იწყება ეროზიული, დენუდა-
ციური და სხვა თანმდევი პროცესები, რასაც ლანდშაფტური ფო-
ნის ცვლილებები მოჰყვება; გზების გაყვანა დაკავშირებულია ფერ-
დობულ-გრავიტაციული პროცესების წარმოქმნა-გააქტიურებასთან;
არასწორად დაპროექტებული ჰიდროტექნიკური ნაგებობები იწვე-
ვენ საირიგაციო ეროზიას, წყალსაცავების მოღამვა-ამოვსებას;
მდინარეთა კალაპოტების კაშხლებით გადახიდვის შედეგად მათი
ხეობების ქვემო წელში წარმოქმნილი მყარი ნატანის დეფიციტი
იწვევს ზღვის სანაპიროზე აბრაზიული პროცესების გააქტიურე-
ბას; ტყეების მასობრივი გაჩეხვა მთის ფერდობებზე იწვევს გაშიშ-
ვლებების, გამოფიტვის ქერქისა და ღვარცოფული კერების გაჩე-
ხვას, მდინარეთა ხეობებში წყალმოვარდნებს, ღვარცოფული ნაკა-

დების წარმოქმნას, მათ მიერ გადატანილი დიდი მოცულობის მყარი მასალის დაფენას დასახლებულ პუნქტებში, სასოფლო სავარგულებში და მათ დაზიანებას; ზემოთხამოთვლილი ანთროპოგენური ფაქტორები ხდება ბოლო პერიოდში გახშირებული წყალმომარაგებისა და წყალდიდობების მიზეზი, რომლებიც უდიდეს ზიანს აყენებენ ბუნებას, მეურნეობას და მრავალი ადამიანის სიცოცხლეს შეიწირეს.

რელიეფზე ადამიანის ზეგავლენა მისი სამეურნეო საქმიანობის სამ ძირითად მიმართულებას უკავშირდება: სოფლის მეურნეობა, სასრგებლო წიაღისეულის მოპოვება და სხვადასხვა დანიშნულების სამშენებლო სამუშაოები.

ადამიანის საქმიანობის უძველესი ფორმა სოფლის მეურნეობაა. საქართველო ძირძველი სამიწათმოქმედო ქვეყანაა, რასაც არქეოლოგიური და ისტორიული წყაროები ადასტურებენ. ძველი ბერძნები ქართველებს „გეორგიოს“ – მიწის მუშას უწოდებდნენ, რაც მეტყველებს ჩვენი წინაპრების განსაკუთრებულ დამოკიდებულებაზე მიწასთან. საქართველოს ტერიტორიაზე ნაპოვნი ქვის „თოხის“ ასაკი არქეოლოგებმა დაახლოებით 7000 წლით განსაზღვრეს. მოგვიანებით იგი სპილენძისა და ბრინჯაოსა იარაღებმა შეცვალა. არქეოლოგიური და პალეობიოლოგიური გამოკვლევებით დადგენილია, რომ საქართველოში, ენეოლითის ბოლოს და ბრინჯაოს ხანაში, მიწათმოქმედება და მეცხოველეობა ვითარდება დაბლობებში, მდინარეთა ხეობებში, მთისწინა ზოლში. მთიან მხარეებში მიწის სამუშაოების რელიეფთან დაკავშირებულმა სირთულემ ტერასული მეურნეობის გაჩენა განაპირობა. ქვეყნის დასავლეთში სოციალურ-ეკონომიკური პირობების თავისებურებათა გამო, სასოფლო-სამეურნეო ტერასების მხოლოდ მარტივი ფორმები გადარჩა. აღმოსავლეთში, სამხრეთ-დასავლეთში, მტკვრის ზემო წელში, ჭოროხისა და მისი შენაკადების ხეობებში გვხვდება ტერასული მიწათმოქმედების სრულყოფილი და მაღალგანვითარებული ფორმები. თუ დასავლეთ საქართველოში ტერასები ძირითადად ეროზიის საწინააღმდეგო საშუალებას წარმოადგენდა, აღმოსავლეთში მათი განვითარება ორგანულადაა დაკავშირებული სარწყავ მეურნეობასთან. მესხეთში, შიდა და ქვემო ქართლში დღემდე შემონახულია ხელოვნური ტერასები და მათი სარწყავი სისტემები. ტერასულმა მიწათმოქმედებამ საქართველოში თავისი განვითარების ზენიტს შუაფეოდალურ ხანაში მიაღწია. ბუნებრივი პირობებისა და რელიეფის თავისებურებათა საფუძველზე ხელოვნური ტერასების რამდენიმე ტიპი ჩამოყალიბდა: უკედლო(გაუმავრებელი), ხისა და ქვის კედლიანი. უკედლო ტერასები იქმნებოდა დამრეცი ფერდობების გარდიგარდმო ხვნისას, როცა ხელუხლებლად ტოვებდნენ 1,5–2 მეტრი სიგანის ზოლს. იგი დროთა განმავლობაში დაკორდდებოდა და დამუშავებულ ფერდობს ეროზიისგან იცავდა.

ასეთი ტერასები გვხვდება თუშეთში, ხევში, ხესურეთში, სამხრეთ საქართველოში. ხის კედლიანი ტერასები ძირითადად ტყეებით მდიდარ აჭარაში იყო გავრცელებული, ხოლო ქვისკედლიანი ტერასების გავრცელების კლასიკურ მხარეს სამცხე, კერძოდ, მტკვრის ხეობის ზემო წელი წარმოადგენს. ტერასები ირწყვებოდა მთის ნაკადულების წყლით, რომლებიც ცალკეულ აუზებში გროვდებოდა და შემდეგ ნაწილდებოდა საფეხურებზე. რელიეფის ეს ხელოვნური ფორმები განაპირობებდა ნიადაგის დაცვას ეროზიისაგან, აადვილებდა საკულტივაციო სამუშაოებს და შესაბამისად, ზრდიდა მოსავლიანობას.

აღმოსავლეთ საქართველოს დაბლობ რაიონებში ოდითგანვე მოქმედებდა საირიგაციო ქსელი, რომელიც პერიოდულად ზიანდებოდა უცხოტომელთა შემოსევების შედეგად, მაგრამ მას ისევ ადადგენდნენ. აღსანიშნავია IV–VI საუკუნეებში გავყვანილი რუსთავის, ნახიდურის, გაჩიანის, მუხრანის, რუის-ურბნისის სარწყავი სისტემები. შუაფეოდალურ ხანაში მოეწყო რამდენიმე მსხვილი სარწყავი არხი: ტირიფონის, სამგორის, შიდა კახეთის. ეს უკანასკნელი 119 კმ სიგრძისა იყო და 53 000 ჰა მიწას რწყავდა[1]. ამ საირიგაციო სისტემების უმეტესობა XIII–XVIII საუკუნეებში უცხოელთა გაუთავებელი შემოსევების შედეგად განადგურდა. XVIII საუკუნის დასაწყისში ვახტანგ VI აღადგინა ზოგიერთი არხი შიდა და ქვემო ქართლში [2]. XIX საუკუნეში, ე.წ. მშვიდობიან ხანაში, მოუვლელობის გამო ბევრი მათგანი გაქრა და XX საუკუნის დასაწყისში მხოლოდ რამდენიმე არხი იყო დარჩენილი.

მიწით გონივრული სარგებლობის საუკუნეების განმავლობაში დაგროვილი მდიდარი გამოცდილება თანდათან დავიწყებას მიეცა. XX საუკუნეში სოფლის მეურნეობის ცალკეული დარგების არასწორმა წარმართვამ, მექანიზაციის არასწორად გამოყენებამ და აგროწესების დარღვევებმა გამოიწვია ნიადაგის ნაყოფიერების დაცემა. ტყის მასობრივი ჩეხვა, სავარგულების დამუშავება ხრამებისა და მდინარეთა ფლატეების სიახლოვეს, ღია არტეზიული ჭებებიდან და სარწყავი არხებიდან წყლების უსისტემო გადაგდება სავარგულებში, მათი კრიტიკული სიჩქარეები, ეროზიის ბაზისის ხელოვნური დაწევა, დეფექტები მდინარეთა ჩამონადენის რეგულირებაში, იწვევენ ეროზიული პროცესების გაძლიერებას. აღსანიშნავია, რომ სამიწათმოქმედო ზონაში, რომლის მეტი წილი ფერდობებზე მოდის, ჰორიზონტული დანაწევრების სიხშირე 2–3 კმ-ია ერთ კვადრატულ კილომეტრზე, რაც ხელშემწყობ ბუნებრივ საფუძველს წარმოადგენს ეროზიის განვითარებისთვის. მოჭრილი ხე-ტყის გამოსატანად მთაში მაღალი გამავლობის მძიმეწონიანი მანქანები შეჰყავთ, რაც იწვევს ზედაპირული ჩამონადენის კონცენტრაციას ბორბლებით გაყვანილ კვლებში და ახალი ეროზიული ქსელის განვითარებას. ასეთი მდგომარეობა იქმნება თითქმის ყველგან, სადაც კი ტყის

მასივებია. სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით, გასული საუკუნის მეორე ნახევარში, საქართველოს მიწის ფონდს ეროზიამ 0,5 მილ. ჰა ნაყოფიერი სავარგულები წაართვა.

სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება საქართველოში ჯერ კიდევ გვიანი ქვის ხანაში იწყება, როცა ადამიანი კაჟის იარაღებს ქმნიდა. ბრინჯაოსა და რკინის ხანაში ვითარდება მეტალურგია, რის შედეგადაც განთქმული ხალიბური ფოლადი შეიქმნა. სამთო სამუშაოები წარსულში და შემდგომაც რთულ გეოლოგიურ და გეომორფოლოგიურ პირობებში მიმდინარეობდა. მიწისქვეშა და შემდეგში ღია კარიერული სამუშაოები იწვევდნენ არსებით ცვლილებებს მიწის ზედაპირზე: ჩნდებოდა ჩაქცევითი ფორმები დეფორმირებული მიწისქვეშა კომუნიკაციების თავზე, იქმნებოდა კარიერების ქვაბულები, ფუჭ გამონამუშევართა ყრილები, რასაც თან ერთვოდა გრავიტაციულ-დენუდაციური და ეროზიული პროცესების წარმოქმნა-გააქტიურება. შედეგად მივიღეთ რელიეფის კარდინალური ცვლილებები ჭიათურის, ტყიბულის, ტყვარჩელის, ვალეს, მადნეულის, გუმბრის, ასკანას, კასპის, კურსების და მრავალი სხვა სამთამადნო რეგიონის ტერიტორიაზე. მაგალითად, ჭიათურის პლატოზე რელიეფი და მთლიანად ლანდშაფტური გარემო შეცვლილია თითქმის 70 კვადრატულ კილომეტრ ფართობზე. თანამედროვე კრიზისული მდგომარეობის პირობებში, სამთო სამუშაოების მკვეთრად შემცირებული მასშტაბების მიუხედავად, თანმდევი ეგზოგენური პროცესები – გამოფიტვა, ეროზია, დენუდაცია, მეწყერული მოვლენები, ინტენსიურად მიმდინარეობს ყველა ზემოთჩამოთვლილ რეგიონში. ეს გამოწვეულია ამ პროცესების შეუქცევადობით, ანუ ერთხელ წარმოქმნილი ან გააქტიურებული პროცესის შეჩერება თითქმის შეუძლებელი ხდება.

სხვადასხვა დანიშნულების სამშენებლო სამუშაოები ასევე მკვეთრად ცვლიან ლანდშაფტურ გარემოს და კერძოდ რელიეფს. ალიზისაგან ნაგები პრიმიტიული საცხოვრებლები საქართველოში ჩნდება ჯერ კიდევ მიწათმოქმედების ჩასახვის პერიოდში, რომელთა ნაშთები ქვემო ქართლის დაბლობზეა აღმოჩენილი. ამჟამად ისინი დეფორმირებულია და ჯგუფებად განლაგებულ ხელოვნურ ბორცვებს წარმოადგენენ. ადრებრინჯაოს ხანას, ე.წ. მტკვარ-არაქსის კულტურას მიეკუთვნება თეთრიწყაროს, აბელიას, შულავერის, სადახლოს, ხიზანათგორას, ახალციხის ამირანის გორას დასახლებები. ეს უკანასკნელი ფერდობზე ხელოვნურად შექმნილ ტერასებზე, 10 500 კვ. მეტრ ფართობზე იყო განლაგებული. ამ პერიოდში საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე ფართოდ იყო გავრცელებული ყორღანული სამარხები. ნიალის პლატოზე, ვარძიასთან, გვხვდება მსხვილი ღოდნარით გადაფარული აკლდამური სამარხები, რომელთა ზომები მართლაც შთამბეჭდავია: ყორღანული ბორცვების სიმაღლე 2,5–3 მ-ია, ხოლო დიამეტრი 10–15 მ-ს აღწევს. უფ-

რო გვიანდელი – ბედენის კულტურის დროინდელი ყორღანები გვხვდება თრიალეთში, ქვემო და შიდა ქართლში. საინტერესოა მარტყოფის ყორღანის აგებულება – 12 მ სიმაღლისა და 100 მ დიამეტრის ბორცვი ლოდნართაა დაფარული, რომელსაც ზევიდან მიწაყრილი ფარავს. შუა ბრინჯაოს ხანიდან საქართველოში თრიალეთის კულტურა ვითარდება, ამ პერიოდის ყორღანები გვხვდება წალკის ქვაბულში, მდ. ქციის ხეობაში, სამგორში. ზურტაკეტის პლატოზე ერთ-ერთ მათგანს 8 ჰა უკავია, ხოლო თვით სამარხის ფართობი 160 კვ. მეტრია. შუა ბრინჯაოს და ნაწილობრივ რკინის ხანას მიეკუთვნება კოლხეთის დაბლობზე არსებული საცხოვრებელი ბორცვები „დიხა-გუძუბა“. ისინი დაჭაობებულ ადგილებში ხელოვნურად შექმნილ რამდენიმე ათეული მეტრი დიამეტრის მიწაყრილებს წარმოადგენენ, რომლებზეც მთელი დასახლებები იქმნებოდა. ცნობილია რეკის, ქვაბლონის, ანაკლიის, ოჩაძირის დიხა-გუძუბები. ადრე და შუა ფეოდალურ ხანაში ფართოდ იყო გავრცელებული კლდეში ნაკვეთი საცხოვრებლები, რომლებიც თავშესაფრებს, საკულტო და თავდაცვით ნაგებობებს წარმოადგენდნენ ერთდროულად (უფლისციხე, ვარძია, ვანისქვაბები, ქციისა და მისი შენაკადების კანიონებში ადამიანის მიერ გაფართოებული ბუნებრივი სიღრუეები).

თანამედროვე პირობებში სამშენებლო სამუშაოები განსაკუთრებით ქალაქების ტერიტორიას უცვლის სახეს. აქ არსებული ჰიდროქსელი ღია მდგომარეობიდან დახურულში გადადის, ფერდობებზე აგებული შენობები ცვლიან მის კონფიგურაციას, ხოლო მათს ჩამოჭრილ კალთებზე ხშირად ინტენსიური გამოფიტვისა და ფერდობულ-გრავიტაციული პროცესები მიმდინარეობს. მაგალითად, თბილისში, მთაწმინდის ფერდობის გასწვრივ წყალგაყვანილობის თხრილისთვის ფერდობის ჩაჭრამ ქვიშაქვის უხარმაზარი ფენის მოცურება გამოწვია, რასაც ნგრევა და ადამიანის მსხვერპლი მოყვა. რამდენიმე წლის წინ, იგივე ადგილას, ადამიანის მოკლე მეხსიერების გამო, ისევ დაიწყეს ფერდობის ჩამოჭრა ბანზინგასამართი სადგურის მშენებლობის მიზნით, რამაც ანალოგიური შედეგი და ასევე ადამიანის დაღუპვა გამოიწვია.

რელიეფის საგრძნობ ცვლილებებსა და ეგზოდინამიკური პროცესების გააქტიურებას იწვევს საგზაო მშენებლობა. საკმარისია აღინიშნოს ახლახან დასრულებული თბილისი-თელავის ავტომაგისტრალი, სადაც საშიშროება ემუქრება გომბორის უღელტეხილის მონაკვეთს. აქ იმდენად რთულ და ღრმა მეწყერთან გვაქვს საქმე, რომ მისი სტაბილიზაციის კარდინალური ღონისძიებების განხორციელება შეუძლებელია. მძლავრი ფერდობულ-გრავიტაციული პროცესები განვითარდება მომავალში ამ გზის უჯარმა – გომბორის მონაკვეთზე, სადაც გზის გაფართოების მიზნით ფერდობების მრავალ ადგილას ჩამოჭრამ წარმოქმნა გრანდიოზული გაშიშ-

ვლებები, რომელთა სიგრძეები 30-100 მ-ის, ხოლო სიმაღლეები 10-15 მ-ის ფარგლებში მერყეობს. მეწყრული პროცესების განვითარება მოსალოდნელია, აგრეთვე, ახმეტა-თიანეთის საავტომობილო გზის მრავალ უბანზე და მის არეალში მდებარე დასახლებულ პუნქტებში.

თუ შევაჯამებთ საქართველოში ადამიანის რელიეფზე ზემოქმედების ამ ძალზე მოკლე და ზოგად მიმოხილვას, შეიძლება ითქვას, რომ აქაურმა ბუნებრივმა პირობებმა ჩამოაყალიბა ადამიანის განსახლების ტიპი, მეურნეობის მიმართულებები და ინტენსივობა, რაც განაპირობებდა ბუნებასთან ადამიანის ჰარმონიულ თანაცხოვრებას საზოგადოების განვითარების პირველ ათასწლეულებში. შემდგომ, ტექნიკური განვითარების, შრომის ახალი იარაღების შექმნის, ადამიანთა რაოდენობისა და მათი მატერიალური მოთხოვნილებების ზრდასთან ერთად გაჩნდა ბუნებრივი პირობების თავის სასარგებლოდ გამოყენებისა და უფრო მეტიც – მისი გარდაქმნის მოთხოვნილებაც. ჩვენდა სავალალოდ, ადამიანმა ამ მიზნებს გარკვეულწილად მიაღწია და ახლა ჩვენ ამ პროცესის შედეგებს ვიმკით.

თანამედროვე ეტაპზე, გარემოს დაცვის ეროვნული სააგენტოს და გეოგრაფიის ინსტიტუტის ძალებით მიმდინარეობს მუდმივი კვლევა-დაკვირვებები ქვეყანაში შექმნილ რთულ გეოეკოლოგიურ მდგომარეობაზე, რის შედეგადაც შექმნილია მოკლევადიანი საპროგნოზო სქემები ადამიანის მიერ გააქტიურებული ეგზოღენეტიკური პროცესების სხვადასხვა რეგიონებში შესაძლო განვითარების, ასევე მათი პრევენციული ღონისძიებების შესახებ[3]. თუ სამხარეო მმართველი ორგანოები გაეცნობიან ამ მასალებს, გაითვალისწინებენ სპეციალისტთა რეკომენდაციებს და შეძლებისდაგვარად შეასრულებენ მათ, დროთა განმავლობაში მდგომარეობა შესამჩნევად გამოსწორდება, რაც აისახება სტიქიური მოვლენებით შეჭირვებული მოსახლეობის სოციალურ-ეკონომიკურ ყოფაზე.

ლიტერატურა:

1. *საქართველოს ისტორიის ნარკვევები*. ტ. I. თბ., 1970.
2. **ვახუშტი ბატონიშვილი**. აღწერა სამეფოსა საქართველოსა. თბ., 1941.
3. *გარემოს ეროვნული სააგენტოს საინფორმაციო ბიულეტენი*. თბილისი, 2010

MERAB GONGADZE

HUMAN'S INFLUENCE TENDENCIES ON THE RELIEF AND ITS

Nowadays the relationship between human and nature is a crucial problem in mankind's evolutionary process and it can be a reason of progress or regress of society in the future. Especially it strongly concerns mountainous countries and among them Georgia, where the 70% of whole territory disposes in the higher level from the sea than 800 meters. During the centuries this difficult conditions of nature formed human's settlement styles, the character of farming, its direction and intensiveness.

The influence of human on the relief is connected to the three sphere: farming, exploring fossil foils and different kinds of building activities. In the result we receive transformed relief and activated exodinamical processes. these catastrophical natural phenomena causes the enormous damage of nature and farming. It is very important to carry out geographical researches and on this base will be created prevential measures.

ლანა მზარაშა

კოლხეთის მცენარეული საფარის ანთროპოგენური ტრანსფორმაცია

თანამედროვე ლანდშაფტის ბუნებრივ-ტერიტორიული კომპლექსის ასოციაცია და, თუ შეიძლება ითქვას, არეკვლის ზედაპირი ანუ „სარკე“ ამა თუ იმ ტერიტორიის მცენარეული საფარი წარმოადგენს. აქედან გამომდინარე, ეკრანირების უნარის მქონე ამ კომპონენტის - მცენარეული საფარის მიმართ, როგორც მეცნიერული ისე პრაქტიკულ-პრაგმატურლი თვალსაზრისით, მიზანშეწონილია განსაკუთრებული ყურადღების გამახვილება. საკმაოდ დეტალურად შესწავლილ კოლხეთის უნიკალურ და მრავალფეროვან მცენარეულობას ავტორი მხოლოდ შიგაღანდშაფტური დიფერენციაციის მიზნით განიხილავს.

ისტორიული წყაროების (საქართველოს ატლასი, თბილისი-მოსკოვი, 1964, გვ. 141-142) მიხედვით, კოლხეთი და მათ შორის მისი დასავლეთი, დაჭაობებული ნაწილი, თითქმის მთლიანად “გაუვალი” ტყეებით იყო დაფარული, რომლის ფლორისტულ ფორმაციებს წარმოადგენდა ტყიანი და ბალახიანი ჭაობები, ასევე დაბლობის კოლხური ტყე მრავალფეროვანი ფოთლოვანებით.

ადამიანის სამეურნეო ჩარევის შედეგად, ამჟამად (Природные ресурсы..., 1985) მცენარეული საფარის საკმაოდ დიფერენცირებულია და, ამავე დროს, თითოეული მათგანიც სივრცეებრივად უფრო მკვეთრადაა გამოხატული, დარღვეულია და „დანაგვიანებულია“ უმთავრესად კულტურული ფორმებით. ზღვისპირა ზოლისთვის დამახასიათებელი ბუნებრივ პირობებში დამახასიათებელია ბუნქნარები – ძეძვი, კუნელი, ზოგან ქაცვი, ზღმარტლი, მურყანი. აღსანიშნავია, რომ კოლხეთის სანაპირო ზოლის (ქობულეთი-ურეკი-გრიგოლეთი-მალთაყვა-ყულევი-ანაკლია-ფიჩორი-გაგიდა) პერიმეტრზე ამჟამად ხელოვნურად გაშენებული ფიჭვისა და ფიჭვნარ-ეკალიპტიანი ტყეების ცალკეული ფრაგმენტები ქვიშიანი დიუნების ზოლის ანთროპოგენურ მიკროლანდშაფტს ჰქმნის. შავი ზღვისპირა დიუნების ზოლის მიმდებარე ხმელეთზე ჭაობის – ბალახოვან-ბუნქნარიანი და ტყიანი ჭაობების მცენარეულობა ვრცელდება.

სანაპირო დაბლობებსა და ძლიერ დაჭაობებულ უბნებზე ფართო გავრცელებით სარგებლობს დაჭაობებული მურყნის ტყეები – მურყნარები. მურყნართან ერთად აქ ხარობს რცხილა, იმერული და კოლხური მუხა, თელა, იფანი, ლაფანი. დაბლობის მდინა-

რეთა ჭალებსა და მიმდებარე „ნარიონალებზე“ გავრცელებულია წყალ-ჭაობის მცენარეულობა – წყლის პერი, წყლის კაკალი, წყლის სურო, დუმფარა, წყლის გვიმრა, წყლის ვაზი და სხვ.

მურყნიანი ჭაობებისგან განსხვავებით, ჰიგროფილური ტიპის დაბლობის კოლხურ ტყეებში მურყანს უერთდება აგრეთვე სხვა ჯიშები – რცხილა, იმერული მუხა, იფანი, ლაფანი, ნეკერჩხალი, თელა, თუთა, ლედვი და სხვ. ბუჩქნარებიდან ამ ტყეებში ხარობს: ძახველი, ანწლი, კუნელი, თხილი; მარადმწვანე ბუჩქნარი – ჭყორი, თაგვისარა. მრავლადაა ღიანები და ბალახოვნები.

შედარებით დრენირებულ ფრაგმენტებზე - „პლაკორებზე“ შედარებით დიდი ფართობი უჭირავს მეზოფილური, კოლხური ტიპის ტყეებს. გრუნტის წყალი ამ ტყეების გავრცელების არეალში დრმადაა ჩაწოლილი და ზედაპირიც იშვიათად იტბორება. ამის გამო, ამ ტიპის ტყეებში მურყანს გაბატონებული მდგომარეობა არ უჭირავს და მისი არეალიც რამდენადმე შეზღუდულია. თუმცა, ამის ნაცვლად, უხვადაა გავრცელებული მარადმწვანე ქვეტყე, ხოლო ბალახოვნები საგრძნობლად მცირეა, რადგანაც ხეების ხშირი ვარჯი ხელს უშლის მათ განვითარებას.

მეზოფილური კოლხური ტყეების შემადგენელი ელემენტებია: მუხა, რცხილა, თელა, წიფელი, მურყანი, იფანი, იშვიათად წაბლი, ცაცხვი, მაჟალო, პანტა და სხვ. ხშირია ღიანები (კოლხური სურო, კრიკინა, ღვედკეცი, ეკალდიჭი), გავრცელებულია აგრეთვე ვაზი, კატაბარდა, სვია და სხვ. ცხადია, რომ მცენარეების მაღალი სისშირე აქ ძნელად გასაგავალი ტყის შთაბეჭდილებას ტოვებს.

კოლხეთის დაჭაობებულ დაბლობზე ტყის გაჩეხვის შედეგად, ბევრგან ჩამოყალიბებულია მეორადი ბუჩქნარები, რომელიც შეხამებულია მდელო მცენარეულობასთან, ყველაზე ფართოდაა გავრცელებული ღიანებით გადახლართული მურყანის ბუჩქები, ლაფანი. ბუჩქებს შორის გავრცელებულია მდელოს ელემენტები – თეთრი სამყურა, გობისცხვირა, ჭილი, ზამბახი, შროშანი და სხვ. მდინარეთა გასწვრივ, დაბალ ტერასებზე გავრცელებულია ჭალის მცენარეულობა, სადაც ტყე-ბუჩქნარი და კულტურული ლანდშაფტი კარგადაა შეხამებული.

აღსანიშნავია, რომ ტყის მცენარეულობა კოლხეთში და კერძოდ, მის დასავლეთ ნაწილში გაჩეხილია და მკვეთრად სახეშეცვლილია. თუმცა ფლორისტული სამყაროს ბუნებრივი ფორმაციების მიმოხილვიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ კოლხეთის მცენარეული საფარი ძალზე მდიდარი, მრავალფეროვანი და ორიგინალურია. მხოლოდ აქ შეიძლება ვიხილოთ ჩრდილოეთისა და სამხრეთის ფლორისტული ელემენტების შეხამება, მრავალფეროვანი ენდემური და რელიქტური სახეობების არსებობა, მცენარეთა შორის უნიკალური შეხამებები. თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ბუნებრივი ურთიერთდამოკიდებულება მცენარეთა ასოციაციებს შორის

აქ უსაზღვროდ დარღვეულია კოლხეთის ეკოსისტემის ანთროპოგენური სახეცვლილების შედეგად.

კოლხეთის დაბლობის მცენარეულობის ანთროპოგენური ცვალებადობის სურათი ასეთია: კოლხეთის დაბლობის გაუვალი ტყიანი და ბალახოვანი ჭაობისა და კოლხური დაბლობი ტყეების ნაცვლად, რომელიც აქ არც თუ ისე დიდი ხნის წინათ იყო გაბატონებული, ამჟამად არა თუ კულტურული სავარგულები ჭარბობს, არამედ შემორჩენილი ბუნებრივი მცენარეულობის ცალკეული უბნებიც კი მნიშვნელოვნად სახეშეცვლილია. ცხადია, რომ ის გამომწვეულია ტყის გაჩეხვის, ამოშრობისა და ცხოველთა ზედმეტი ძოვების გავლენით. ამავე მიზეზებით დაბლობის ტყეებში შემცირებულია ლაფნის, თელისა და იფნის რაოდენობა. სამაგიეროდ, ფართოდ გავრცელდა მეორადი წმინდა მურყანის კორომები, გაუარესდა ხეების ბონიტეტი, ფართოდ გავრცელდა ლიანები. ადვეტური მცენარეულობის ხარჯზე წარმოიქმნა სრულიად ახალი მცენარეული თანასახოგადობა.

კოლხეთის დაბლობზე ადამიანის ზემოქმედებით წარმოებს ბუნებრივი მცენარეული საფარის მკვეთრი ანთროპოგენური ცვალებადობა, რომელიც უდაოდ მიგვიყვანს ადვენტურ და სარეველა მცენარეთა თავდასხმამდე, მეორადი ბალახეული თანასახოგადობის უპირატესობით. ამიტომ, ავტორის აზრით აუცილებელია ამ პროცესების შეჩერება ან შენელება და მეცნიერულად დასაბუთებული პრაქტიკულ ღონისძიებათა დროული დასახვა და რეალიზაცია. მათ შორისაა:

1. ბუნებრივი დაბლობის ეკოსისტემების (ნაკრძალები და აღკვეთილები) – განსაკუთრებით, კოლხეთის რელიქტური და ჭაობიანი ტყეების, ზღვისპირა ქვიშიანი დიუნების ფსამოფილური თავისებური მცენარეულობით, უნიკალური ტორფიან-სფაგნუმიანი ჭაობების შენარჩუნება;
2. ძნელად დასაშრობი ბალახეული ჭაობების, ასევე მათი ბუნებრივი ეკოსისტემის (სათიბი, სამონადირეო, თევზსატყერი, რეკრეაციული) დაურღვევლად გაფართოვება და რაციონალური გამოყენების მიღწევა;
3. დაშრობილ მიწებზე აგროტექნიკური წესების მკაცრი დაცვა, რუდერალური მცენარეების გავრცელების შეზღუდვა;
4. ქარსაცავი ზოლების ინტენსიურად გაშენება, დასახლებული პუნქტების და ზღვისპირა დიუნების გამწვანება, ბუჩქებისა და ხეების ფართო ასორტიმენტის გამოყენება;
5. საქართველოს წითელ წიგნში შეტანილი მცენარეების გენოფონდის დაცვის რეალური განხორციელება.

როგორც ცნობილია, დაჭაობებული ვაკის პირობებში, ტყის მასივებს მაღალი დესუგირებისა და ბიოდრენაჟული როლი აქვთ

მინიჭებული. მისი მნიშვნელობა მკვეთრად იზრდება და განსაკუთრებული როლი ენიჭება ეკოსისტემის ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესების მიზნით. ასე, მაგალითად, მურყინიანი ტყის მასივებში ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა წლის განმავლობაში 1,3-ჯერ ნაკლებია, ხოლო ტყის ვარჯით ტენის დაკავებულობის სიდიდე 47%-ს აღწევს. ტენის ტრანსპირაციული ხარჯი, 15-17 წლიანი მურყინისა 1 ჰა-ზე, მთელი სავეგეტაციო პერიოდის განმავლობაში 2040 მმ-მდე აღწევს. აქედან გამომდინარე, ვეთანხმებით რა, ავტორთა (Колхидская..., 1990) მოსაზრებას ბიოდრენაჟისა და ეკოსისტემის ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესების შესახებ, ჯერ ერთი მიზანშეწონილია კოლხეთის ბუნებრივი მცენარეულობის მაქსიმალური შენარჩუნება და, მეორეც – ავტორის მოსაზრებით აუცილებელია მაღალი დესუგირებისა და ბიოდრენაჟული როლი მქონე დაჭაობებული ვაკის მცენარეულობით გამდიდრება, რომელსაც განსაკუთრებული როლი ენიჭება ეკოსისტემის ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესების მიზნით. არადა, კოლხეთის უნიკალური ეკოსისტემის იშვიათი და უნიკალური კომპონენტი დღემდე უმოწყალოდ ნადგურდება.

საქართველოს მცირემიწიანობის ფონზეკოლხეთის მიწების ათვისება საკმაოდ მიმზიდველი საქმიანობაა. რეგიონის მიწის ფონდის ((751 ათასი ჰა) მხოლოდ მცირე (27%) ნაწილია ვარგისი (აღფენიძე, დავითაია, 2003) დამუშავებისათვის. ამავე დროს, აღნიშნული ავტორები მიუთითებენ ტერიტორიის ათვისებულობის მაღალ დაქსაქსულობასა და მიწების ცალკეულ ფრაგმენტებად გავრცელებას. ასევე დიდი ცვლილებები მომხდარა მიწის სავარგულეების სტრუქტურაშიც: გასული საუკუნის მეორე ნახევარში მათი საერთო ზრდის (13%) ფონზე სახნავი მიწების ფართობი 22%-ით შემცირებულა, თუმცა რამდენადმე შესამჩნევი ყოფილა მრავალწლიანი ნარგავებისა (63%) და საძოვრების (29%) ხვედრითი წილის ზრდა. იმავე ავტორების მითითებით, ბუნებათსარგებლობის თვალსაზრისით, მეტად ნეგატიური გამოდგარა ტყეებისა და ბუჩქნარების 19%-ით შემცირება. მიწის რესურსების ათვისების პრობლემას უკავშირდება აგრეთვე დაშრობილი მიწების ყოველწლიური ნამატის საკმაოდ დაბალი (1,6 ათასი ჰა) მაჩვენებელი, რაც კოლხეთის ვრცელი მეორადი დაჭაობებით აიხსნება.

ამრიგად, კოლხეთის შავიზღვისპირეთის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პრობლემაა ბუნებრივი მცენარეულობის ანთროპოგენური ტრანსფორმაცია, რომელიც ინდიკაციურად ასახავს ბუნებრივი პირობების ცვალებადობას. ეს პროცესები ისეთი ჩქარი ტემპით მიმდინარეობს, რომ აუცილებელია თანამედროვე მდგომარეობის ცვალებადობის მნიშვნელობის შეფასება და პერსპექტივების პროგნოზირება.

ლიტერატურა:

1. მ. ალფენიძე, ე. დავითაია. კოლხეთის შავი ზღვისპირეთის რაციონალური ბუნებათსარგებლობის რეგიონალურ-გეოგრაფიული საკითხები. – *გეოგრაფია და თანამედროვეობა*. თბ., 2003, 135-143.
2. ნ. ბერუჩაშვილი. საქართველოს პოტენციურად შესაძლებელი ხელუხლებელი ლანდშაფტები. – *საქართველოს ბიოლოგიური და ლანდშაფტური მრავალფეროვნება*. თბ., 2000.
3. ნ. ელიზბარაშვილი. საქართველოს ბუნებრივი ლანდშაფტები. ანთროპოგენული ტრანსფორმაციის მრავალფეროვნება და მათი დაგეგმარების პრობლემები. – *საქართველოს ბიოლოგიური და ლანდშაფტური მრავალფეროვნება*. თბ., 2000.
4. *საქართველოს ატლასი*. თბ.-მ., 1964, გვ. 141-142.
5. *Колхидская низменность*. Научные предпосылки освоения. М., 1990.
6. Природные ресурсы Колхидской низменности. – *Информационное обеспечение целевых, комплексных, научно-технических программ*. Вып. 21. Тб., 1985

LANA MZARELUA

KOLKHETI'S PLANT COVER AND ITS ANTHROLOGICAL TRANSFORMATION

In the article is given kolkheti's black sea littoral vegetable cover and its anthropological transformation wich reflects the changes of natural conditions in the region. To avoid with negative anthropological changes of vegetable cover, in the labour is given to preserve kolkheti's unique vegetable cover's natural expression's and improvement arrangement of situation.

კობა კორსანტია

**სამეგრელოს ქარის რეჟიმი და მისი
ენერგეტიკული პოტენციალი**

ცნობილია რომ, საქართველოს განედებზე ჰაერის მასათა საერთო გადანაცვლება ხდება დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ, რასაც გარკვეულ წილად არღვევს ქვეფენილი ზედაპირის აღრევი-თი მოქმედება. სამეგრელოს ტერიტორიაზე ამას ემატება ხმელეთისა და ზღვის, პლატოების და ბარის არათანაბარი გათბობა, რაც ხელს უწყობს ატმოსფეროს ადგილობრივ ცირკულაციას – შედეგად წარმოიშობა მთა-ბარისა და სანაპირო (ბრიზები, მუსონები) ცირკულაცია, რასაც ხელს უწყობს ატმოსფერული წნევის სეზონური განაწილება, რომელიც აპირობებს დასავლეთის ქარების ბატონობას თბილ პერიოდში და აღმოსავლეთისას – ცივ პერიოდში, რაც აძლევს მას მუსონური ცირკულაციის ხასიათს.

სამეგრელოსათვის დამახასიათებელია მუსონური ტიპის ქარები წლის ცივ და თბილ პერიოდებში, როცა შავ ზღვაზე, კავკასიონის ცენტრალურ რაიონებზე განლაგებულია შესაბამისად მაღალი და დაბალი წნევის არეები. კოლხეთის დაბლობზე, რომლის ზღვისპირა ნაწილია სამეგრელო, წლის თბილ პერიოდში სჭარბობს ქარები დასავლეთიდან (ქარები ზღვიდან), ხოლო ცივ პერიოდში – აღმოსავლეთიდან (ქარები ხმელეთიდან). თუმცა ზაფხულში მთისწინეთში გადანაცვლებასთან ერთად აღინიშნება მთა-ბარის ცირკულაციაც, რომელიც თან ერთვის მუსონური ხასიათის ქარებს, რაც იწვევს ქარის მიმართულების განმეორადობის ზრდას დასავლეთის მდგენელით.

ჰაერის ცივი მასების ჩამოდინება კავკასიონის თოვლიანი მწვერვალებიდან და გვერდითი ქედებიდან ხელს უწყობს ქარების განმეორადობის ზრდას ჩრდილოეთის მდგენელით სამეგრელოს ჩრდილოეთ ნაწილში.

სამეგრელოს ტერიტორიაზე ქარები ზღვიდან ქრის უმეტესად აპრილ-მაისიდან აგვისტო-სექტემბრამდე, ხოლო ხმელეთიდან – სექტემბრიდან აპრილ-მაისამდე (ჩათვლით) კარგადაა განვითარებული ბრიზული ცირკულაცია, რაც გამოწვეულია ზღვისა და ხმელეთის არათანაბარი გათბობით დღის განმავლობაში. ბრიზები დაიკვირვება წლის თითქმის ყველა სეზონში და ახასიათებთ მნიშვნელოვანი განმეორებადობანი (ცხრილი 1) სამეგრელოს ზღვისპირა ზოლში.

**ქარის მიმართულების განმეორადობა (%) ზღვიდან
და სმელეთიდან**

ცხრილი 1.

სადგური, ქარის მიმართუ- ლება	ოკე											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
ანაკლია ზღვიდან (დ+სდ) სმელეთი- დან (აღ- +ჩად)	14 69	18 60	26 47	35 36	39 30	44 24	48 24	39 35	31 41	18 55	12 68	5 73
ზუგდიდი ზღვიდან (დ) სმელეთი- დან (აღ)	11 56	14 50	20 43	30 30	44 27	49 20	47 16	44 15	32 26	19 37	12 53	6 53
სენაკი ზღვიდან (დ+სდ) სმელეთი- დან (აღ- +ჩად)	17 71	25 61	35 47	47 38	55 28	61 23	66 17	55 27	48 33	36 57	15 70	11 80
მარტვილი ზღვიდან (დ) სმელეთი- დან (აღ)	20 35	22 40	33 29	38 25	42 17	46 16	47 9	41 20	41 19	29 34	20 39	13 49
ფოთი ზღვიდან (დ+სდ) სმელეთი- დან (აღ)	18 62	26 50	36 28	48 36	51 20	56 16	64 12	56 18	45 26	25 45	17 61	15 65

ქარის საშუალო წლიური სიჩქარე სამეგრელოს ტერიტორიაზე 1.0მ/წმ –4 მ/წმ ფარგლებში მერყეობს, მაქსიმუმით ენგურის ხეობის შუა წელში (ჯვარი) და მინიმუმით წალენჯიხის და მარტვილის რაიონებში. სამეგრელოს ტერიტორიის იმ ნაწილზე, რომელიც კოლხეთის დაბლობშია მოქცეული, ქარის საშუალო სიჩქარეები საკმაოდ დიდია და შეადგენს 2-4 მ/წმ-ს.

ქარის საშუალო თვიური სიჩქარეები, ისევე როგორც საშუალო წლიური, დიდ ფარგლებში ცვალებადობს–0,4მ/წმ-დან 7,8მ/წმ-მდე. საშუალო თვიური სიჩქარეების მაქსიმუმებისა აღინიშნება განსხვავებული კანონზომიერება. მაქსიმალური საშუალო თვიური სიჩქარე მოდის წლის ცივ პერიოდზე–ნოემბრიდან მარტის ჩათვლით, ხოლო მინიმალური წლის თბილ პერიოდზე–ივნის-სექტემბერზე, რაც გამოწვეულია ქარის აქ გაბატონებული დასავლეთის მდგენელის შესუსტებით (ნახ. 2 და 3.).



ნახ. 1. ქარის სიჩქარე. იანვარი. მ/წმ



ნახ. 2. ქარის სიჩქარე. ივლისი. მ/წმ

ქარის ენერჯია ერთერთი მძლავრი წყაროა, ის დიდი ეკონომიური ეფექტით შეიძლება გამოყენებულ იქნას წარმოების იმ დარგებში, სადაც დასაშვებია ხანმოკლე წვევტა ენერჯიის მიწოდებაში. ქა-

რის დანადგარების წარმოების განსაზღვრისათვის და შესაბამისად მისი მშენებლობის მიზანშეწონილობისათვის, დადგენილია, რომ კოლხეთის დაბლობის უმეტეს ნაწილზე (გ. სვანიძე, ვ. გაგუა, ე. სუხიშვილი), კერძოდ სამეგრელოში, შესაძლებელია ქარის ენერგეტიკული რესურსების ეფექტური გამოყენება იმ პუნქტებისათვის, სადაც ქარის წლიური საშუალო სიჩქარე მეტია 2მ/წმ-ში.



ნახ. 3. ქარის სიჩქარე. წელიწადი. მ/წმ

ქარის ენერჯის გამოყენების შესაძლებლობას გამოხატავენ ქარის სამუშაო და არააქტიური სიჩქარეების განმეორადობით და ხანგრძლივობით. არააქტიური სიჩქარეები, ისეთი სიჩქარეებია, რომლებიც პრაქტიკულად არ იძლევა ენერჯის მიღების საშუალებას, ხოლო სამუშაო სიჩქარეები კი ისეთი სიჩქარეებია, როდესაც ქარის ძრავა მუშაობს.

ჩქარმაგალი ქარის ძრავა მუშაობას იწყებს 4,5-5 მ/წმ სიჩქარის დროს, ხოლო ნელმაგალი მრავალფრთიანი ქარის ძრავა – 3-3,5 მ/წმ სიჩქარის დროს, ამიტომ სამუშაო სიჩქარის ყველა საზღვრად მიზანშეწონილია სიჩქარე 3მ/წმ. რადგან ქარის ძრავას მუდმივი სიჩქარე და სიმძლავრე ფიქსირდება რეგულირების დაწყების შემდეგ ე.ი. 7,5 მ/წმ სიჩქარის შემდეგ (ზოგიერთი ძრავისათვის 10 მ/წმ-ის შემდეგ), ქარის ძირითად დიაპაზონში კი 3-7 მ/წმ (3-9მ/წმ) ქარის ძრავა მუშაობს ცვალებადი ბრუნვით და იძლევა ცვალებად სიმძლავრეს.

აქედან გამომდინარე ქარის ენერგეტიკული რესურსების შესაფასებლად შევადგინეთ ქარის სამუშაო სიჩქარეთა წლიური ხანგრძლივობის ნახაზი (ნახ. 4). ეს მაჩვენებელი სამეგრელოს ტერი-

ტორიაზე ცვალებადობს დაახლოებით 2500-დან -4000-ზე მეტ საათის ფარგლებში. სამუშაო სიჩქარეთა უდიდესი ხანგრძლივობა აღინიშნება შავი ზღვის სანაპიროს მონაკვეთზე ფოთიდან მისი სამხრეთით, სადაც იგი აჭარბებს 4000 საათს და ფოთში აღწევს 4200 საათს, რა თქმა უნდა სიმაღლის ზრდასთან ერთად მცირდება მისი ხანგრძლივობა და დადის 2500 საათამდე.



ნახ. 4. ქარის სამუშაო სიჩქარეთა (3მ/10მ მეტი) ჯამური ხანგრძლივობა წელიწადში. სთ

ქარის ენერგეტიკული რესურსების ეფექტური გამოყენება შესაძლებელია იმ რაიონებში, სადაც ქარის სამუშაო სიჩქარეთა საერთო ხანგრძლივობა აღემატება 5000 საათს. ასეთი პირობები სამეგრელოს არც ერთ რაიონში არ იქმნება. ქარის დანადგარების ეფექტური გამოყენების პირობები იქმნება რაიონებში, სადაც ქარის სამუშაო სიჩქარეთა ხანგრძლივობა 4000-5000 საათია. ასეთი პირობებია ფოთში და მის მიმდებარე სანაპირო ზოლში. ნელმავალი ქარდანადგარებისათვის მუშაობის რენტაბელური პირობები იქმნება თუ კი ქარის სამუშაო სიჩქარეთა ხანგრძლივობა შეადგენს 3000-4000 საათს. ასეთი პირობებია წალენჯიხაში, მუხურში, ჯვარში. შედარებით ნაკლებია ქარის ენერგეტიკული რესურსების გამოყენების პერსპექტივები სენაკში, ზუგდიდში და მარტვილში, სადაც ქარის სამუშაო სიჩქარეთა საერთო ხანგრძლივობა 2000-3000 საათია.

ქარის კონკრეტული დანადგარის ტექნიკური შესაძლებლობების გათვალისწინებით გამოვიანგარიშეთ ქარის რეალური რესურსები სამეგრელოს ზოგიერთი პურქტისათვის. ამისათვის გამოვიყენეთ შუა აზიის ჰიდრომეტეოროლოგიის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში დამუშავებული მეთოდი—ქარის ენერგორესურსების გა-

ანგარიება სტანდარტული ცხრილების გამოყენებით (Дробышев А.Д.. 1989). აღნიშნული მეთოდის გამოსაყენებლად საჭიროა ვიცოდეთ მხოლოდ ქარის საშუალო სიჩქარე და მისი ვარიაციის კოეფიციენტი, რაც მოცემულია კლიმატურ ცნობარებში.

ამ მეთოდის დასაბუთებას საფუძველად აეროდინამიკის ცნობილი კანონები უდევს. ამ შემთხვევაში საჭიროა ვიცოდეთ ქარის ძრავას შემდეგი პარამეტრები: ქარბორბალას დაძვრის სიჩქარე, ქარის რეგულირების სიჩქარე, ქარის სიჩქარე, როდესაც ქარბორბალა გამოდის მწყობრიდან და დანადგარის ნომინალური სიმძლავრე. ეს პარამეტრები სხვადასხვა დანადგარისათვის განსხვავებულია. USW-56-100–tipis დანადგარისათვის ზემოდ მითითებული პარამეტრები შესაბამისად უდრის 5მ/წმ, 13მ/წმ, 27მ/წმ და 100კვტ-ს. ამ პირობების გათვალისწინებით და ზემოთ მითითებული მეთოდის გამოყენებით გამოანგარიშებულია ქარბორბალას უტილიზირებული ენერგია და დანადგარის წარმოებადობა სამეგრელოს ზოგიერთი პუნქტისათვის. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია ცხრილში.

ქარის ენერგეტიკული რესურსების შეფასების შედეგები
ცხრილი 3.

გეოგრაფიული პუნქტი	ქარბორბალას უტილიზირებული ენერგია, კვტ/სთ. კვ.მ	დანადგარის წარმოებადობა, კვტ/სთ
ფოთი	880	63 430
ჯვარი	550	38 500
სენაკი	230	16 450

როგორც ცხრილიდან ჩანს, USW-56-100–tipis დანადგარს წლის განმავლობაში შეუძლია გამოიმუშავოს ფოთში 64, ჯვარში 39 , ხოლო სენაკში 17 ათასამდე კვტ/სთ-ში ენერგია. ამრიგად ქარის ენერგეტიკული რესურსების გამოყენებას სამეგრელოს რეგიონში დიდი პერსპექტივები აქვს, განსაკუთრებით გამოირჩევა ფოთი და შავი ზღვის სანაპირო ზოლი, სადაც კონკრეტული ტიპის დანადგარის გამოყენება საშუალებას იძლევა ვაწარმოოთ წელიწადში დაახლოებით 64 ათასი კვტ/სთ ენერგია.

ლიტერატურა:

1. მ. ალფენიძე, ზ. სეფერთელაძე, ე. დავითაია, კ. ხარაძე. საქართველოს ფიზიკური გეოგრაფია. თბ. 2009.
2. ე. ელიზბარაშვილი. საქართველოს კლიმატური რესურსები. თბ., 2007.
3. მ. ელიზბარაშვილი. საქართველოს ტერიტორიის ტემპერატურული ველი. თბ., 1999.
4. კ. თავართქილაძე და სხვ. ჰავის თანამედროვე ცვლილება საქართველოში. ჰავის განმსაზღვრელი ზოგიერთი პარამეტრის რეჟიმი და მათი ცვალებადობა. თბ., 2006.
5. მ. კორძახია. საქართველოს ჰავა. თბ., 1961
6. გ. მელაძე, ე. გოგლიძე. აგრომეტეოროლოგია. თბ., 1991.
7. დ. მუმლაძე. საქართველოს კლიმატის თანამედროვე ცვლილება. თბ., 1991.
8. მ. არდია, ჭ. ჯანელიძე. სამეგრელო. თბილისი-ზუგდიდი, 1999.
9. მ. ალფენიძე, ნ. ბერუჩაშვილი და სხვ. საქართველოს გეოგრაფია. თბ., 1999.
10. ე. ელიზბარაშვილი, რ. სამუკაშვილი, ჯ. ვაჩნაძე. საქართველოს ჰავა. ტ.3, სამეგრელო-ზემო სვანეთი. – *ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომები*, ტ.113, 2010.
11. შ. ჯავახიშვილი. საქართველოს ჰავა თვეების მიხედვით. თბ., თსუ, 1981.
12. К. С. Гогошвили. Исследование циркуляционных факторов генезиса климата Грузии. Тб., 1974.
13. А. Д. Дробышев. Определение ветроэнергоресурсов с помощью стандартных таблиц. – *Труды ЗСРНИГМИ*, вып.86. 1989, გვ. 3-14.
14. Климат и климатические ресурсы Грузии. Тр. ЗаКНИГМИ, вып. 40 (55), Л., 1971.
15. Г. Г. Сванидзе, В. П. Гагуа, Э. В. Сухишвили. Возобновляемые энергоресурсы Грузии. Л., 1987.
16. К. И. Папинашвили. Атмосферные процессы в Закавказье и их связь с макроциркуляционными процессами над Евразией. Л., 1963.
17. Э. Ш. Элизбарашвили. Вертикальная зональность климатов Закавказья. – *Известия АН СССР*, серия географическая, №4, 1978.

KOBA KORSANTIA

SAMEGRELO WIND REGIME AND ITS ENERGETIC POTENCIAL

With the aim of the estimation of the regime of the wind and its energetic potential of Samegrelo on the basis of the result of material of analysis of natural investigation and empirical calculation by the author is established: the speed of territorial division of the wind and it is shown general geographical law regulatory of these speeds: annual speed of the wind hesitates between of the limits of 1.0 m/sc- 4 m/sc, maximum in the middle waist of The River Enguri (Jvari) and with the minimum in the regions of Tsalendjikha and Martvili. For the estimation of the energetic resources of wind it is created the draught of the annual duration of the speed of the wind work. The longest duration of the speed of the wind work is fixed on the embankment of Black Sea from Poti with its South, where it is overplays 4000 hours and in Poti achieves 4200 hours. Here there is possible effective using of the installation of a wind. According to calculated energetic resources for specific installation of a wind, installation of the USW-56-100-type can produce during the year in Poti 64, in Jvari 39 and in Senaki till 17 thousand kWatt/h energy.

თენგიზ ბორღუნიანი, რევაზ თოლორდავა

კარტოგრაფიის ხუთი ასპექტი

მეცნიერებისა და პრაქტიკის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე გადაიწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება ისეთ სისტემებს (დარგებს), რომლებიც თავიანთი სტრუქტურითა და მეთოდოლოგიური საფუძვლებით გამჭოლნი არიან. სწორედ ასეთი სისტემაა თანამედროვე კარტოგრაფია.

საქართველოს რესპუბლიკის სახელმწიფოებრიობის მშენებლობისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მეცნიერებისა და პრაქტიკის ორგანულ ერთიანობას. ქართველმა კარტოგრაფებმა ამ დარგის პატრიარქის, დიდი **ვახუშტი ბაგრატიონის** თაოსნობით ჩვენამდე მოიტანეს საკმაოდ მდიდარი კარტოგრაფიული მემკვიდრეობა, რომელსაც მსოფლიო კარტოგრაფიის განვითარების ისტორიაში ერთ-ერთი თვალსაჩინო ადგილი უკავია. ისეთმა მცირერიცხოვანმა ერმა, როგორც ქართველი ერია, თავისი შთამბეჭდავი სიტყვა თქვა, როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული კარტოგრაფიის დამკვიდრებასა და განვითარებაში. კარტოგრაფია, როგორც მეცნიერების დარგი, დღეისათვის საკმაოდ რთული სისტემაა რომელიც ხუთი ასპექტით შეიძლება წარმოვადგინოთ. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ თითოეული ამ ასპექტთაგანი მეტად მნიშვნელოვანია დამოუკიდებელი ქართული სახელმწიფოსათვის. აქედან გამომდინარე, ჩვენს ქვეყანას აუცილებლად უნდა ქონდეს კარტოგრაფიის ეროვნული კონცეფცია, რომლის ძირითად მიზანს შეადგენს ქვეყნის სასიცოცხლო საშუალებების ხალხის სამსახურში ჩაყენება და ერის ინტელექტუალური პოტენციალის მაქსიმალური გამოყენება.

ამრიგად, კარტოგრაფია, როგორც სისტემა, ხუთი ასპექტით შეიძლება იქნას წარმოდგენილი:

1. **კარტოგრაფია – როგორც აკადემიური მეცნიერება.** იგი საშემსრულებლო-მომსახურე ტექნიკური დარგიდან გადაიქცა აკადემიურ მეცნიერებად, რომელსაც გააჩნია თავისი საგანი, მეთოდი, სტრუქტურა, კავშირის წესი სხვა მეცნიერებებთან და განვითარების საკუთარი ტენდენციები. მისი საგანი დაკავშირებულია რეალობის საგნებისა და მოვლენების უნივერსალურ სივრცე-დროით პროცესთან, რომელსაც იგი იკვლევს დედამიწის ლანდშაფტურ გარსში გეოგრაფიასთან, ხოლო მის ფარგლებს გარეთ სხვა მეცნიერებებთან ერთად (ასლანიკაშვილი, 1968; ასლანიკაშვილი, 1981).

წარმოდგენილ სტატიაში კარტოგრაფიის, როგორც მეცნიერების დამკვიდრებისა და განვითარების ოთხი ეტაპის გამოყოფა შეიძლება. ეს ის ეტაპებია, რომლებიც წარმოადგენს უკვე არსებული კარტოგრაფიუ-

ლი ემპირიული მასალის გამოძახილს და ასახავს მის მეცნიერულ პოტენციალს:

ა) პირველი ეტაპი – ჩვენი საუკუნის პირველი ოცწლეულიდან 60-იან წლებამდე.

ამ პერიოდის კარტოგრაფია ვერ სცილდება საშემსრულებლო-მომსახურე ტექნიკური დარგის მოღვაწეობის ფარგლებს. იგი გეოდეზიის და ტოპოგრაფიის შემაღენლობაში, მათ სტრუქტურულ ნაწილად განიხილებოდა. ეს ეტაპი დაკავშირებულია კარტოგრაფიის მიერ რუკების შექმნის ხერხებისა და მეთოდების – კარტოგრაფიული მეთოდის სრულყოფა-განვითარებასთან. ამ პერიოდში იქმნება ზოგადგეოგრაფიული რუკები, თემატური რუკები და პირველი კაპიტალური ატლასები.

ბ) მეორე ეტაპი – ჩვენი საუკუნის 60-იანი წლებიდან 80-იან წლებამდე – როდესაც კარტოგრაფიამ შეძლო თავისი კვლევის საგნის მიგნება და მეთოდოლოგიური საფუძვლების შექმნა. აქედან დაიშვიდრა მან თავისი კუთვნილი ადგილი მეცნიერებათა საკლასიფიკაციო სქემაში და ჩამოაყალიბა სხვა მეცნიერებებთან კავშირის წესი. ეს ეტაპი მსოფლიო მასშტაბით თამამად შეიძლება ჩაითვალოს ქართული კარტოგრაფიული სკოლის დიდი წარმატების პერიოდად. სკოლისა, რომელსაც გამოჩენილი ქართველი გეოგრაფი და კარტოგრაფი – **ალექსანდრე ასლანიკაშვილი** ხელმძღვანელობდა. ამ ეტაპზე კარტოგრაფიაში ინერგება კვლევის აეროკოსმოსური მეთოდები და წამყვან როლს ასრულებს კოსმოსური ინფორმაციის გამოყენება. კარტოგრაფია აღწევს მეცნიერების რიგ დარგებში თემატური დისციპლინების სახით და ფუნქციონირებს, როგორც კვლევის მეთოდი.

გ) მესამე ეტაპი – გასული საუკუნის ბოლო 30-წლიანი პერიოდი

– კარტოგრაფიის გადაქცევა გეოგრაფიასთან ერთად კონსტრუქციულ დარგად. ეს ის ეტაპია, როდესაც კარტოგრაფია თავისი მიზნების მისაღწევად ფართოდ იყენებს უახლეს ტექნიკურ საშუალებებს, დაწყებული რუკების ავტომატიზირებული მეთოდებით შექმნიდან, დამთავრებული ბოლო თაობების პერსონალური კომპიუტერების გამოყენებით. ეს ეტაპი შეიძლება ჩაითვალოს კარტოგრაფიის ახალ მიმართულებათა – ოთხგანზომილებიანი (სივრცე-დროითი) კარტოგრაფირებისა და გეოინფორმაციული კარტოგრაფირების სწრაფი განვითარების პერიოდად. ეს უკანასკნელი საქართველოში პროფ. **ნ. ბერუჩაშვილის** სახელთან არის დაკავშირებული (Беруцашвили, 1993). კარტოგრაფიის ძირითადი ასპექტების მთავარ წარმმართველ ძალად შეიძლება ჩაითვალოს, თითოეული ასპექტის სრულყოფისაკენ მიმართული მომავალი კონტურების დასახვა და მათი განვითარების ტენდენციების წარმოდგენა. კარტოგრაფიის, როგორც მეცნიერებისა და პრაქტიკის დარგის, ყველა ასპექტი აუცილებლად უნდა განვიხილოთ მისი განვითარების ზემოთწარმოდგენილი ეტაპების ბოლო-მეოთხე პუნქტის კონტექსტში, რამეთუ კარტოგრაფიას უკვე მყარად აქვს განსაზღვრული თავისი საგანი, მეთოდი, ენა, სტრუქტურა და კავშირის წესი სხვა მეცნიერებებთან. შემდგომი დისკუსიების

გაგრძელება ამ თემებზე უკვე აღარ წარმოადგენს რაიმე მეცნიერულ ფასეულობებს.

ქართულ კარტოგრაფიულ მეცნიერებას განვითარების საკუთარი გზა გააჩნია. ეს უკანასკნელი დაკავშირებულია ქვეყნის პრაქტიკულ მოთხოვნილებებთან. პრაქტიკა კი, თავის მხრივ, კვებას კარტოგრაფიის თეორიას მთელი რიგი საკითხების დამუშავების აუცილებლობით. ასეთ საკითხთა შორის კი ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ადგილი უნდა დაიჭიროს სინთეზის კარტოგრაფიული ფორმის კვლევამ მოვლენათა დინამიკის ასახვის დროს. სინთეზის პრობლემა კარტოგრაფიაში მჭიდროდ უკავშირდება *კარტოგრაფიულ გენერალიზაციას*. ამ სფეროში უკვე არსებული შრომების გამოყენებით უნდა შეიქმნას დროითი სინთეზის კარტოგრაფიული ფორმის ერთიანი სისტემა. გამოკვლეულ უნდა იქნას დინამიკური გენერალლიზაციის თავისებურებანი, რაც კარტოგრაფიის, როგორც მეცნიერების, ერთ-ერთ საკვანძო საკითხს წარმოადგენს.

კარტოგრაფიის თეორიის ერთ-ერთი ცენტრალური პრობლემაა **მასშტაბის საკითხი**. საბოლოოდ უნდა იქნას გარკვეული მასშტაბის ძირითად სახეობათა შორის კავშირის წესი. განსაკუთრებული აქცენტი უნდა გაკეთდეს მასშტაბის ყველაზე ნაკლებად შესწავლილ სახეზე – დროის მასშტაბზე, რამეთუ იგი პირდაპირ კავშირშია დინამიკის კარტოგრაფირებასთან.

კარტოგრაფიულ მეცნიერებაში ყველა დროის ერთ-ერთ საკვანძო საკითხად კვლავინდებურად რჩება *ენის პრობლემის* კვლევა. რუკის ენის – სპეციფიკური ნიშნობრივი სისტემის შესწავლა გასული საუკუნის ბოლო 30-წლეულის გამოცდილებაზე დაყრდნობით, როდესაც წინა პლანზე წამოიწია მოვლენათა დინამიკის ასახვამ, განსაკუთრებული ინტენსივობით მიმდინარეობს. ამ მიმართულებით ქართული კარტოგრაფია კვლავინდებურად უნდა დარჩეს წარმმართველი ძალის როლში.

ჩვენი საუკუნის ბოლო ათწლეულისათვის, კარტოგრაფიაში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ადგილს დაიჭერს ამ მეცნიერების ტერმინოლოგიური აპარატის დამუშავება, რასაც მონოგრაფიული ხასიათი ექნება. ამ მიმართულებით უკვე დაწყებულია კვლევა (კეკელია, 1998). კარტოგრაფიის ერთ-ერთ წამყვან მიმართულებად უნდა დარჩეს მისი ტრადიციული დარგი – ატლასური კარტოგრაფირება. გადაუდებელ ამოცანად რჩება საქართველოს რესპუბლიკის განახლებული კომპლექსურ – გეოგრაფიული ეროვნული ატლასის გამოცემა, რომელიც ვახუშტის გეოგრაფიის ინსტიტუტის მიერ მომზადდა. უნდა განვითარდეს ასევე რეგიონული ატლასური კარტოგრაფირება. *კოლხეთის ატლასის* კვალდაკვალ, რომელიც მომზადებულია გამოსაცემად, უნდა დამუშავდეს საქართველოს ისტორიულ-ეთნოგრაფიული პროვინციების და მხარეების ატლასების შექმნის ერთიანი მეთოდოლოგია. ამ მიმართულებით უკვე ჩატარებულია სამუშაოები (ბერუჩაშვილი, 1996, 1997). უნდა განვითარდეს ასევე დარგობრივი ატლასური კარტოგრაფირება. კერძოდ: *სახოფლო-სამეურნეო, ეკოლოგიური, სამხედრო, ტურისტული, ისტორიული* და ა.შ. ატლასების შექმნისათვის გამოყენებულ უნდა იქნას უკვე გამოსაცემად მომზადებული სა-

ქართველოს სამედიცინო ატლასის შედგენის გამოცდილება და მეთოდო-
კა (ჯ. კეკელია, 1990). აუცილებელია საქართველოს ქალაქების ატლასე-
ბის ერთიანი მეთოდოკის დამუშავება (ამ მიმართულებით უკვე გამოსა-
ცემად მომზადებულია ქ. ქუთაისის კომპიუტერული გეოინფორმაციული
ატლასი (გორგოძე, 2003). მიმდინარეობს სამუშაოები თბილისის გეოინ-
ფორმაციული ატლასის შესაქმნელად. დასამუშავებელია ასევე ჯიბის
საცნობარო ატლასების შექმნის მეთოდოკა. პერსპექტიულ დარგად ით-
ვლება ახლად დანერგილი სპორტის თემატური და ატლასური კარტოგ-
რაფირებაც და ა.შ. მსგავსად სხვა, დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერე-
ბებისა, კარტოგრაფიაშიც ჩვენი საუკუნის 20-წლიანი პერიოდის(რომელი
საუკუნის?) სიახლეს წარმოადგენს მის წიაღში დინამიკური მიმართუ-
ლების ჩახსება და სწრაფი განვითარება. ამჟამად პრაქტიკა კარტოგრა-
ფიისაგან მოითხოვს ოპერატიული რუკების მთელს სიმრავლეს, რაც
პრაქტიკული ამოცანების სწრაფ და ზუსტ გადაწყვეტასთან არის დაკავ-
შირებული. მდენად, ახალი საუკუნის დასაწყისის კარტოგრაფიაში, მი-
სი დინამიკური მიმართულება უთუოდ წამყვან ადგილს დაიჭერს. ამ მი-
მართულების სწრაფი განვითარების საქმეში წამყვანი როლი დაეთმობა
აერო და კოსმოსური ინფორმაციის ინტენსიურ გამოყენებას და მათ
კომპიუტერულ დამუშავებას.

კარტოგრაფიის მეცნიერული ასპექტის განხილვისას აუცილებლად
წინა პლანზე უნდა წამოიწიოს უკვე მიღწეულის აღნუსხვამ, პასპორტი-
ზაცია და დეტალურმა მეცნიერულმა ანალიზმა. ამ მხრივ აუცილებ-
ლად უნდა შესრულდეს კაპიტალური კარტოგრაფიული ნაშრომი – *სა-
ქართველოს კარტოგრაფია*, რომელიც თავისი დანიშნულებით ერთგვარი
კარტოგრაფიული ენციკლოპედია იქნება. მასში აღნუსხული, აღწერილი
და გაანალიზებული უნდა იქნას ყველა კარტოგრაფიული ნაწარმოები,
როგორც ლიტერატურული ისე საცნობარო და წმინდა კარტოგრაფიუ-
ლი, რაც კი დღემდე საქართველოში შექმნილა. იგი უნდა იყოს ღია
სისტემა, რომელშიც კარტოგრაფიის განვითარების კვალდაკვალ შევა
ყველა ახლადშესრულებადი კარტოგრაფიული შრომა თუ კარტოგრაფი-
ული ნაწარმოები.

ქართული კარტოგრაფიის განვითარებაში მნიშვნელოვანი ადგილი
უნდა დაიჭიროს მისმა ახალმა მიმართულებამ – გეოინფორმაციულმა
კარტოგრაფირებამ. კომპიუტერული ტექნიკის გამოყენებით ახალი ფორმა
და შინაარსი უნდა შეიძინოს: *კარტოგრაფიულმა მოდელირებამ, დინამი-
კურმა კარტოგრაფიამ, ატლასურმა კარტოგრაფირებამ, კარტოგრაფიული
გენერალიზაციის, ენისა და სივრცე-დროითი სინთეზის საკითხებმა.*

**2) კარტოგრაფიის, როგორც სისტემის, მეორე ასფექტს წამოად-
გენს კარტოგრაფია – წარმოების დარგი (ტექნოლოგიურ საშუალებათა
სისტემა).** კარტოგრაფია საქართველოში ამჟამად წარმოების სამი ძირი-
თადი ატრიბუტით არის წარმოდგენილი. ესენია: *კარტოგრაფიული ფაბ-
რიკა (სააქციონერო საზოგადოება “კარტოგრაფია”), სააქციონერო სა-
ზოგადოება აეროგეოდეზია (ყოფილი მეოთხე წარმოება) და სამხედრო
კარტოგრაფიული ფაბრიკა, რომელიც ფუნქციონირებს საქართველოს*

თავდაცვის სამინისტროს კარტოგრაფიული ცენტრის სტრუქტურული ერთეულის სახით. აქედან პირველი ძირითადად დაკავებულია თემატური რუკების, ატლასებისა და გლობუსების ბეჭდვითა და გამოცემით, მეორე – ტოპოგრაფიული რუკებისა და მსხვილმასშტაბიანი ზოგადგეოგრაფიული რუკების ბეჭდვითა და გამოცემით, ასევე კადასტრული კარტოგრაფირებით, მესამე – კი, დაკავებულია მხოლოდ სამხედრო დანიშნულების ტოპოგრაფიული რუკებისა და გეგმების ბეჭდვითა და გამოცემით. კარტოგრაფიის ეს მიმართულება უნდა ვითარდებოდეს წარმოების კანონებით. ზემოთხამოთვილილი სამი საწარმოო ორგანიზაცია რესპუბლიკის სხვადასხვა უწყებებს ეკუთვნის, რაც ამართლებს მომხმარებელთან მათი ურთიერთდამოკიდებულების პრინციპებს. თუმცა ქვეყანაში კერძო ფირმების მიერ ტირაჟულად იბეჭდება არასრულფასოვანი კარტოგრაფიული პროდუქცია. ამის აღკვეთა უნდა ითავოს *საქართველოს გეოგრაფიულმა საზოგადოებამ* და *საქართველოს კარტოგრაფთა ასოციაციამ*, რომელიც 1998 წელს შეიქმნა. აუცილებელია კარტოგრაფიული საწარმოების კავშირების გაუმჯობესება მეზობელ ქვეყნებთან და ასევე ახალი კავშირების ძიება სხვა ქვეყნებთანაც.

3) კარტოგრაფიის მესამე ასპექტს წარმოადგენს კარტოგრაფია, როგორც მეთოდი. კარტოგრაფია აღწევს ყველა იმ მეცნიერებაში, რომელიც თავის კვლევის საგანს კონკრეტულ ტერიტორიასთან მიმართებაში სწავლობს. ასეთებია პირველ რიგში დედამიწის შემსწავლელი მეცნიერებები: გეოგრაფია, გეოლოგია, გეოდეზია, გეოფიზიკა, გეოქიმიკა, ფოტოგრამეტრია. კარტოგრაფია აღწევს, ასევე საზოგადოებრივ მეცნიერებებშიც. ასეთთა შორის აღსანიშნავია: ისტორია, სოციოლოგია, დემოგრაფია, ეთნოლოგია, არქეოლოგია. კვლევის კარტოგრაფიულ მეთოდს იყენებენ ბიოლოგიის დარგებიც – ბოტანიკა და ზოოლოგია, რომლებიც იკვლევენ ფლორისა და ფაუნის გავრცელების თავისებურებებს კონკრეტულ ტერიტორიებზე. ზემოთქმულიდან გამომდინარე კარტოგრაფიის მეთოდოლოგიური არსენალი, ძირითადად **გეოგრაფიული კარტოგრაფიის** სახელით მოიხსენიება, ამიტომ გეოგრაფიული კარტოგრაფია წარმოადგენს არა გეოგრაფიის შემადგენელ ნაწილს, არამედ მისი სისტემური ერთიანობის *ლოგიკურ-მეთოდოლოგიურ საფუძველს*. მეცნიერებისა და პრაქტიკის განვითარების თანამედროვე ეტაპზე წარმოქმნილი *გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება* ნებისმიერ მეცნიერებაში აღწევს და წარმოადგენს ერთ-ერთ ლიდერ მეთოდს მეცნიერებათა სისტემისათვის საერთოდ.

4) კარტოგრაფიის მეოთხე ასპექტია – კარტოგრაფია, როგორც სამხედრო დარგი. ქვეყნის თავდაცვისუნარიანობის ამაღლება, მისი შეიარაღებული ძალების ნატო-ს სტანდარტებთან დაახლოება მოითხოვს სამხედრო კარტოგრაფიის როგორც დარგის განვითარებას ორი მიმართულებით: 1. *სამხედრო კადრების კარტოგრაფიული განათლება* – სამხედრო კარტოგრაფია, სამხედრო ტოპოგრაფიასთან ერთად, უნდა გახდეს სამხედრო სასწავლებლებისა და სამხედრო ნაწილების ერთ-ერთი წამყვანი სასწავლო დისციპლინა. ამისათვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს სამხედრო კარტოგრაფიის ქართულენოვანი სახელმძღვანე-

ლოს მომზადება და გამოცემა, რომლითაც ამ დარგს შეისწავლიან არამარტო სამხედრო სასწავლებლის კურსანტები, არამედ სამოქალაქო უმაღლესი სასწავლებლების სტუდენტებიც. 2. *საქართველოს ნატოში გაწევრიანების პერსპექტივამ* დღის წესრიგში დააყენა ჩვენი ქვეყნის სამხედრო უწყების ამ ორგანიზაციის სტანდარტებთან შესაბამისობაში მოყვანილი კარტოგრაფიული პროდუქციით (სამხედრო ტოპოგრაფიული რუკები) უზრუნველყოფა. ამას მოითხოვს ასევე ჩვენი შეიარაღებული ძალების ნატოს ეგიდით საერთაშორისო სამშვიდობო ოპერაციებში მონაწილეობის პრაქტიკაში დაწერვა.

ამასთან, გასათვალისწინებელია ისიც, რომ დასავლეთის სამხედრო უწყებებში მიმდინარეობს ტრადიციული სამხედრო კარტოგრაფიის თანდათანობით ჩანაცვლება გეოინფორმატიკით: გის-ი სამხედროებს ეხმარება სიტუაციის უკეთ აღქმაში და წარმოადგენს უფრო სრულყოფილ ინსტრუმენტს ვინემ ტრადიციული რუკა. ჩვენი აზრით, საქართველო-სათვის მისაღებია კარტოგრაფია-ტოპოგრაფიის ტრადიციული მეთოდების შეხამება რუკათშექმნის თანამედროვე ელექტრონულ მეთოდებთან.

5) კარტოგრაფია, როგორც ხელოვნების დარგი – კარტოგრაფიას ხშირად ხელოვნების დარგის რანგშიც განიხილავენ. ბრიტანეთის გეოგრაფიული საზოგადოების აზრით, რომელიც დაფიქსირებულია 1964 წელს – *„კარტოგრაფია – ეს არის ხელოვნება, მეცნიერება და რუკების დამზადების ტექნოლოგია, ასევე როგორც მეცნიერული დოკუმენტებისა და ხელოვნების ნაწარმოებების შესწავლა“*. უცხოურ სამეცნიერო კარტოგრაფიულ ლიტერატურაში ცნების ქვეშ – კარტოგრაფია, გაერთიანებულია ამ დარგის მეცნიერული, ტექნიკური და მხატვრული ასპექტები. ყოველივე ზემოაღნიშნულის მტკიცება, შეიძლება ადეკვატურად მივიჩნიოთ, თუ კარტოგრაფიის ისტორიის ღრმა ფესვებს გადავხედავთ. აღორძინების ეპოქის გამოჩენილი მხატვრების: *ლეონარდო და ვინჩისა და დიურერის* მოღვაწეობა გარკვეულ წილად კარტოგრაფიას უკავშირდება. XVIII–XIX სს მრავალი რუკა, თავისი საშემსრულებლო მხარით, განსაკუთრებით კი, რუკის “მინდორზე” არსებული დეკორატიული სიუჟეტებით, ხელოვნების ნაწარმოებებს წარმოადგენენ. რუკის ენა, პირდაპირ აკავშირებს მას ხელოვნებასთან. ესაა კარტოგრაფიულ სახვით საშუალებათა მთელი სისტემა, რითაც კარტოგრაფიული ნაწარმოები (რუკა, კარტოგრაფია, კარტოდიագრაფია, ფიზიოგრაფიული მოდელები, მოცულობითი მოდელები, ბლოკ-დიագრაფია, ატლასი, კომპიუტერული რუკა და სხვა) დებულობს საბოლოო დასრულებულ სახეს. კარტოგრაფიულ გამოსახულებათა სიმრავლეში არის ისეთი ნაწარმოებები, რომლებიც მიგვანიშნებენ კარტოგრაფიის პირდაპირ კავშირზე: ფერწარასთან, გრაფიკასთან და ქანდაკებასთან. ქალაქზე შესრულებული ე.წ. ულევანდო რუკები, ანუ *ფიზიოგრაფიული მოდელები*, რომელიც მორეცხვისა და დაჩრდილვის ხერხით არის შესრულებული, კარტოგრაფიული ფერწერის კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს. ამ მეთოდის ფუძემდებლის – შვეიცარიელი **გიმპოფის** მიერ შესრულებული ფიზიოგრაფიული ატლასი ერთდროულად კარტოგრაფიისა და ხელოვნების ნიმუშს წარმოადგენს. ანალოგიური

გამოსახულებები შესრულდა აჭარის ატლასისათვის ვახუშტის გეოგრაფიულ ინსტიტუტში, **დ. ტაბიძის** მიერ. მის მიერვე გაკეთდა საქართველოს ფიზიოგრაფიული მოდელი, რომელიც ბუნების ქანდაკების მაგალითია. ქართული კარტოგრაფიის ფუძემდებლის – **ვახუშტი ბაგრატიონის** – მიერ შესრულებული რუკები, რომელიც XVIII საუკუნეს განეკუთვნება, მხატვრული ნაწარმოების ნიმუშებად ითვლება. ამ რუკებზე ნატურალური ფორმით არის გამოსახული ყველა ზოგადგეოგრაფიული ელემენტი. ბოლო ათეული წელია, რაც კარტოგრაფიაში წარმატებით დაინერგა პერსონალური კომპიუტერების გამოყენება. გრაფიკული პროგრამების საშუალებით დგება ყველა მასშტაბისა და შინაარსის რუკები და სხვა კარტოგრაფიული გამოსახულებები. კომპიუტერს გააჩნია ფერების, შრაფირების და სიმბოლოების ამოწურავი სპექტრი. აქედან გამომდინარე, ხდება რუკების გაფორმება კომპიუტერული გრაფიკის გამოყენებით, რის შედეგადაც კარტოგრაფიაში დამკვიდრდა ახალი ტერმინი – **„გრაფიკული დიზაინი“**, რაც კარტოგრაფიული გამოსახულების გრაფიკულ გაფორმებას გულისხმობს. დიზაინით შესრულებული კომპიუტერული რუკა ახლოს დგას ხელოვნებასთან. კომპიუტერთვე ხორციელდება ფიზიოგრაფიული და მოცულობითი მოდელებისა და ბლოკდიაგრამების შედგენა. საბოლოოდ შეიძლება აღინიშნოს, რომ ყველა კარტოგრაფი, რომელსაც რუკათშედგენის ურთულეს პროცესთან აქვს საქმე, თავისი განათლებითა და ერუდიციით მხატვარიცაა (ხელოვანიცაა). სუბიექტ-კარტოგრაფში ერთმანეთთან შერწყმულია: მოვლენათა სივრცითი ხედვა, ფერთა შეხამების მაღალი გემოვნება, სიმბოლოების სწორად შერჩევის უნარი, ხატვისა და ხაზვის (გაფორმების) საშემსრულებლო კულტურა. ზემოთდასახელებული თვისებები და განათლება მომადლებულია ყველა პროფესიონალ კარტოგრაფში. ასეთები იყვნენ: **დიდი ვახუშტი ბაგრატიონი, სერგი ცხაკაია, ალექსანდრე ასლანიკაშვილი, დემურ ტაბიძე და სხვანი.**

საკვანძო სიტყვები: რუკის ენა, გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება, ატლასური კარტოგრაფირება, კარტოგრაფიული გამოსახულება, კარტოგრაფიული დიზაინი.

ლიტერატურა:

1. **ალ. ასლანიკაშვილი.** კარტოგრაფია ზოგადი თეორიის საკითხები. თბ., 1968.
2. **ნ. ბერუჩაშვილი.** რაჭა-ლეჩხუმისა და ქვემო სვანეთის გეოინფორმაციული ატლასი. თბ., 1997. საფონდო მასალები.
3. **თ. გორგოძე.** ქ. ქუთაისისა და მისი შემოგარენის კომპლექსური გეოინფორმაციული ატლასი. თბ., 2006. საფონდო მასალები.
4. **თ. გორდუზიანი, რ. მაისურაძე.** რუკათმცოდნეობა და გეოინფორმაციული კარტოგრაფირება. თბ., 2011.
5. **ჯ. კეკელია.** საქართველოს სამედიცინო ატლასი. თბ., 1990. საფონდო მასალა.

6. ჯ. კეკელია. კარტოსემიოტიკა. კარტოგრაფიულ ნიშანთა თეორიის საკითხები. თბ., 1998.
7. А. Ф. Асланикашвили. Единство и системная сущность географии и картографии. – Сб.: «Человек и природа в географической науке». Тб. 1981. გვ. 6-27.
8. Н. Л. Беручашвили. Персональные компьютеры в географии. Тб. Изд-во ТГУ, 1993.
9. N. Beroutchachvili, J. Radvanyi. Atlas geopolitique informatique du Caucase. 1996.

TENGIS GORDEZIANI, REVAZ TOLORDAVA

FIVE ASPECTS OF CARTOGRAPHY

Contemporary cartography is difficult system, which is considered in five aspect with its subjectively methodic, technological and applied part.

Cartography as an Academic Science. This aspect of cartography directly has gnosiological function and is researching the side of reality, which is not applied by other members of Sciences System. Cartography is appearing as a horological science. For adequate conducting of research, cartography is considering subject's reality and contently part of appearance and is researching their horological part, as during this process cartography is using its own, special language. Therefore, cartography has own "autonomous" place in classification system of science.

Cartography, as a system of technological means. In science and practice, before introduction of computer techniques, this aspect of cartography was mentioned as as production of cartography. From eighties of last century the most sensible science system for geoinformatical technology was cartography and in its system was emerged a kind of technological direction - geoinformational cartography making, which later was established as a concept of cartographic cycle.

Cartography, as a methodological system. Since the science exists there is no case, which would show us that scientific researches about territory are implicating without map or other cartographic image. Therefore, in all analogical science cartography has its methodical face and is servicing for systematic unity of science.

Cartography, as a Military Area. Nowadays military cartography with military topography has main role for provide concrete state's defense. Therefore military cartography is not only academic discipline for all step of military schools, but it is part of cartography's system, which has its subject, method and concrete aims.

Cartography, as an Art. In one elder explanation cartography is mentioned as an art, science and map making technology and researcher of science documents and art works too. Indeed, creation of all types and contents of cartographic work demands from cartographer the full knowledge of art.

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომათა

ტ. X, 2011

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია

მალსაზ ღვინჯილია

**ეკოტურიზტული განათლების ცალკეული
ასპექტები საქართველოში**

გარემოსა და ადამიანის ურთიერთდამოკიდებულების პროცესი ის მნიშვნელოვანი ჯაჭვია, რაც გეოგერსუმში მიზეზ-შედეგობრივი კანონზომიერებების ჩამოყალიბებას უზრუნველყოფს. ამ პროცესში განსაზღვრულ როლს თამაშობს რაციონალური ბუნებათსარგებლობის პრინციპები, რაც ბუნებრივ-რესურსული პოტენციალის კვლავწარმოების ოპტიმალურ საფუძველს ქმნის.

საქართველოში არსებული უნიკალური ბიომრავალფეროვნებისა და ბუნებრივი ფენომენების სიუხვეს საკუთარი ადგილის დამკვიდრება შეუძლია მხოლოდ ტურიზმის მდგრადი განვითარების პირობებში. ბუნებადაცვითი ნორმებისა და მოთხოვნების, საპროექტო სამუშაოების დაგეგმვისა და ინფრასტრუქტურული ობიექტების მშენებლობა დელიკატურ მიდგომას მოითხოვს, ვინაიდან იგი შერწყმული უნდა იყოს, როგორც ბუნებრივ ლანდშაფტთან, ასევე კულტურულ გარემოსთან. მდგრადი ტურიზმი უზრუნველყოფს ბუნებრივი რესურსების, საზოგადოების სოციალური და კულტურული ფასეულობების გრძელვადიანი განვითარების შესაძლებლობებს. ამავდროულად ეკონომიკური ზრდისა და მომავალი თაობებისათვის ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუმჯობესების შესაბამისად, მთავარ გამოწვევას წარმოადგენს მოსახლეობის ცხოვრების დონის ამაღლება. განსაზღვრავს რა ახალი ტურისტული ბრენდის ფორმირებას, არსებული მიდგომა ტურიზმის საერთაშორისო ტენდენციებს ეხმიანება. პროცესს განაპირობებს ბუნებრივი და კულტურული კომპლექსების მაღალი დაცულობა, რაც საბოლოო ჯამში მდგრადი განვითარებისა და მოგების საფუძველი გახდება.

თანამედროვე პერიოდში საქართველოში ტურიზმი ეკონომიკის ერთ-ერთ პრიორიტეტულ მიმართულებას წარმოადგენს. იგი განიხილება, როგორც ეკონომიკის განვითარების მნიშვნელოვანი ფაქტორი, რასაც ადასტურებს ტურისტთა მაჩვენებლების ყოველწლიური მატების ტენდენცია. მთელ რიგ მაჩვენებელთა კომპლექსებითაც (ინვესტიციები, შემოსავლები, დასაქმება და ინფრასტრუქტურული პროექტების რეალიზაცია) ტურიზმი დინამურად ვითარდება ჩვენს ქვეყანაში. ტურისტული ნაკადების ყოველწლიური მატება 20-30%-ის ფარგლებშია (ბოლო 3 წლის განმავლობაში).

ტუროპერატორის საქმიანობა ტურიზმის ეკოლოგიურ და სა-
თავგადასავლო სფეროში ექვემდებარება სერთიფიკაციას. ასეთი
სახით სახელმწიფო აკონტროლებს ხარისხიანი მომსახურების მი-
ნიმალური პირობების დაცვას (პერსონალის შესაბამისი მომზადე-
ბა, საჭირო აღჭურვილობის არსებობა, ტურისტული ფირმის მხრი-
დან საჭირო კანონმდებლობის დაცვა და ა.შ). საერთაშორისო კან-
ონმდებლობა ითვალისწინებს ტურისტის უფლებებს ხარისხიან
მომსახურებაზე და ბუნებრივი გარემოს მიმართ ყურადღებიანი
მოპყრობის აუცილებლობას.

უცხოური ეკოტურისტული ორგანიზაციები ხარისხს ტურისტების
მოთხოვნის შესაბამისად განიხილავენ. აქ გათვალისწინებულია
შემდეგი: ზუსტი ცოდნა იმისა, თუ რას მოელის მომხმარებე-
ლი; ტურორგანიზაციების თანამშრომლები უნდა გრძნობდნენ პა-
სუხისმგებლობას ხელმძღვანელობისა და ტურისტების წინაშე. თა-
ნამშრომლებმა უნდა იცოდნენ იმ სვლების შესახებ, რომლებიც არ
აკმაყოფილებენ სტანდარტულ ხარისხს.

რადგან ტურისტული მომსახურება პირველ რიგში ითვალის-
წინებს ადამიანურ ურთიერთობებს ტურისტებსა და თანამშრომ-
ლებს შორის, ამიტომ ბევრია დამოკიდებული თანამშრომლების
პროფესიულ მომზადებასა და მათ მორალურ თვისებებზე. რეს-
ტორნების სასტუმროების და ტურორგანიზაციების ტექნიკური აღ-
ჭურვილობა ხშირად იდენტურია, ამიტომ თანამედროვე კონკურენ-
ციის პირობებში პერსონალის სისტემატური პროფესიული ზრდა
ერთადერთი პირობაა წარმატების მისაღწევად. პერსონალს უნდა
სჯეროდეს, რომ მხოლოდ „ხარისხის დიქტატურას“ (TQM - Total
Quality Management) შეუძლია გახადოს ფირმა ტურსაქმიანობის ღი-
დერად. მაგალითად: „Niagara Nature Tours“ რეგულარულად ატარებს
კურსებს თავისი გიდების კვალიფიკაციის ასამაღლებლად. ისინი
არჩევენ ხალხს, რომლებიც ადვილად ითვისებენ ამ პროფესიას,
მეცნიერ მუშაკებს, პედაგოგებს, ხალხთან მუშაობის გამოცდილე-
ბის და ბუნების შესახებ გადმოცემის უნარის მქონე პირებს.

ტურისტული მომსახურების მომწოდებლების (სასტუმროები,
რესტორნები, გადამზიდავები და ა.შ) არჩევისასას გათვალისწინე-
ბულ უნდა იქნას მათი მომსახურების ხარისხის მახასიათებლები.

გაცივებული და შეუწვავი მწვადი შეიძლება გახდეს ტურისტის
უკმაყოფილების მიზეზი ტუროპერატორის ან გიდის მიმართ, მიუხე-
დავად იმისა რომ ამ უკანასკნელს არ აქვს არანაირი ურთიერთობა
უკმაყოფილების მიზეზთან. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მი-
ექცეს ამა თუ იმ ქვეყნის, სოფლისა და მთის რეგიონის სასტუმრო-
ებში ოთახების რაოდენობას. სასტუმროს უნდა გააჩნდეს შესაბამი-
სი სერთიფიკატი. ხშირად უფრო მომგებიანია პატარა, მაგრამ ახა-
ლი და კომფორტული კერძო სასტუმროს მომსახურებით სარგებ-
ლობა, ვიდრე ოცი წლის წინ აშენებული დიდი სასტუმროთი.

ეკოტურიზმი სხვა სახის ტურიზმისგან განსხვავდება იმით, რომ კვალიფიციური გიდი და ჯგუფის გამცილებელი დიდ როლს ასრულებს ბუნების დაცვის საკითხებში. მათ ტურისტს, რომელიც უპირატესობას ანიჭებს კომფორტს, შეუძლიათ განუმარტონ, რომ ეკოტურიზმში ეს ცნება „მეორეხარისხოვნად“ ითვლება. აქ აუცილებელია საკუთარი კომფორტის დათმობა ბუნების სასარგებლოდ. გამოცდილი ეკოტურისტები თავისუფლად თანხმდებიან კომფორტის შეზღუდვას.

კომპანია „Earth Rhythms“ მომხმარებლებს წინასწარ აწვდიან შეზღუდული კომფორტების სიას, რაც ტურისტისგან მოსალოდნელ კულტურულ და ეკოლოგიურ გარემოში ქცევას უზრუნველყოფს, ასევე განუმარტავენ ახალბედებს კომფორტის მიმართ არსებულ მცდარ შეხედულებებზე.

კომპანია „Espirit Rafting“–ში ამბობენ: „ჩვენ არ გვაქვს ოფიციალური „ქცევის ნორმები“ მომხმარებლებისათვის, მაგრამ ისინი წინასწარ არიან ინფორმირებულნი სპირტიანი სასმელების და ნარკოტიკების მოხმარების აკრძალვაზე მოგზაურობის დროს. ჩვენ ვთხოვთ ჩვენს ჯგუფებს არ შეგვიქმნან პრობლემები ეკოლოგიურად სადაო საკითხებში, როგორცაა საკვების და ორგანული ნარჩენების შეგროვება და არა მათი ბუჩქებში გადაყრა. ამ „ქცევის ნორმების“ უმეტესობა ფორმირდება ცხოვრებისეულ მაგალითებზე, ამიტომ ჩვენ ვიზიდავთ მართლაც რომ ეკოლოგიურად პასუხისმგებლობით აღსავსე ტურისტებს.“

თუ დავაკვირდებით, დავინახავთ მნიშვნელოვან სხვაობებს ეკოლოგიურ და სათაგადასავლო ტურების მონაწილეების ქცევებს შორის. უკანასკნელები იქცევიან ბუნების მიმართ უფრო ეგოისტურად. ისინი აცნობიერებენ ბუნების დაბინძურების მინიმუმაციის აუცილებლობას, მაგრამ არ არიან მზად დათმონ საკუთარი დრო და მით უმეტეს კომფორტი ეკოტურების საერთო საქმეში წვლილის შესატანად.

ავსტრიელი ალპინისტების კლუბ „ბუნების მეგობრებისა“ და ალპინიზმის ნაციონალური ფედერაციის წარმომადგენლებზე დაკვირვებებით თავისუფლად შეიძლება თქმა, რომ პირველნი თავისუფლად თანხმდებოდნენ ელბრუსის მთის ფერდობიდან საკუთარი ნაგვის ტრანსპორტირებაზე, როდესაც მეორენი რომლებიც თვლიდნენ საკუთარ თავს უფრო გამოცდილ და სპორტულ ჯგუფად, ყველანაირ ცდილობდნენ ამ საქმეზე თავის არიდებას.

ეკოტურიზმის მომსახურების ხარისხი ასევე გულისხმობს ადგილობრივი მოსახლეობის გათვითცნობიერებას ბუნების დაცვის და ცოდნის დარგში. აქვე უნდა გვესმოდეს, რომ ეკოტურისტების დარიგების დროს ჩვენ საქმე გვაქვს არა ბავშვებთან, არამედ ზრდასრულ ადამიანებთან, რომლებსაც გააჩნიათ საკუთარი შეხედულებები, ამიტომ სწავლების ჩვეულებრივი მეთოდი (ლექცია,

კითხვა) ამ შემთხვევაში მიუღებელია. უკეთესია მივაწოდოთ მათ ნათელი მაგალითები ცხოვრებიდან.

მაგალითად, „Niagara Nature Tours“ შეიმუშავეს ეკოტურისტების სწავლების პროგრამა, რომელშიც შედის ჰუმანიტარული და ბუნებრივი დისციპლინა, რომელიც ითვალისწინებს თეორიულ და პრაქტიკულ სწავლებას:

- მთხრობელების, მუსიკოსების, ადგილობრივი მსახიობებისა და ხელოვანების დაქირავება ტრადიციული ხელობის დემონსტრაციისათვის;
- შთაბეჭდილებების გასამძაფრებლად იყენებენ სპეციალურ ლამინირებულ ბარათებს ინფორმაციით, სურათებით, დიაგრამებით, რომლებსაც აჩვენებენ მომხმარებლებს საველე პირობებში (მეცნიერული ჩანაწერები გათხრებზე, ან პატარა, პრაქტიკულად უხილავი ველური ბუნების წარმომადგენლები);
- ცხოველების, ჩიტების ხმების ჩანაწერების გამოყენება ფონად.
- გამოფენებზე ბუნების მაგალითების გამოყენება.
- შევარდნების ადგილობრივი, ლიცენზირებული მომთვინიერებლების დაქირავება, მტაცებელი ფრინველების საჩვენებლად, რომლებთანაც შეიძლება სურათების გადაღება, რაც ძალიან ახალისებს ტურისტებს.

ყველაფერი ეს აძლიერებს პედაგოგსა და ტურისტებს შორის ურთიერთქმედებას. დემონსტრაციის ბოლოს ტურისტებს ურიგებენ სარეკლამო ფურცლებს, სხვადასხვა რეგიონალური გარემოს დაცვის ორგანოების ბროშურებს, რომ განამტკიცონ შექმნილი ცოდნა.

გიდები ზრდასრულ ეკოტურისტებთან მუშაობენ შემდეგნაირად: „ჩვენ კი გვიყვარს ჩვენი ხელობა მაგრამ ვცდილობთ ჯგუფებს არ წაუგუითხოთ ლექციები, ამის მაგივრად ვუხსნით ჩვენი ცხოვრების სხვადასხვა მაგალითებით: ღვინის ქარხანაში ექსკურსიის დროს ჩვენ ვაჩვენებთ სლაიდებს, რომლებიც მოიცავენ სურათებს სხვადასხვა ჯიშის ყურძენზე, ნიადაგზე, შემდეგ მიგვყავს სადეგუსტაციო დარბაზში და ვასინჯებთ სხვადასხვა სახის ღვინოს, ვუხსნით თუ რა გავლენა აქვს გეოლოგიას ამა თუ იმ ჯიშის ყურძნის მოშენებაზე, ვაჩვენებთ მაგალითებს ვენახში, ეს მეთოდი ეხმარება ხალხს გამოიყენოს საკუთარი გრძნობა და გამოცდილება.“

მომსახურების ხარისხზე ასევე დიდი გავლენა აქვს ჯგუფში ტურისტებისა და გიდების თანაფარდობას, ეს დამოკიდებულია მარშრუტისა და ექსკურსიის სირთულეზე, მაგ., სათავგადასავლო ტურიზმში 1:1 (ერთი გიდი, ერთი ტურისტი) საშუალოდ კი 1:5, ისტორიულ და შემეცნებით ტურიზმში 1:10-დან 1:20-მდე, ეროვნულ პარ-

კებში, ნაკრძალებში 1:8-ზე. ამ სახით სწავლების და ეკოტურიზმში მომსახურების ხარისხი ერთმანეთზეა დამოკიდებული, მაგალითად „Warner Guiding“ ამტკიცებენ, რომ იმ დროს, როდესაც დამოუკიდებელი დასვენება, კემპინგი და ა.შ. ჯერ კიდევ განვითარებულია ჩვენ ვთვლით ჩვენს კონკურენტულ უპირატესობად – სწავლებას, რომელსაც ვთავაზობთ ჩვენს მომხმარებლებს. ამავედროულად კარგი საჭმელი, მეგობრული გიდები, კარგი ცხენები და საინტერესო მოგზაურობის სცენარი ყოველთვის მნიშვნელოვანია და განასხვავებს დამოუკიდებელ ტურიზმს ორგანიზებულიდან.

საქართველოს სინამდვილეში უნიკალური, იშვიათი და ენდემური პოპულაციების მრავალფეროვნების შესაბამისად მნიშვნელოვანია საზოგადოების ფართო წრეებში ეკოტურისტული განათლების პოპულარიზაცია. ყოველივეს უზრუნველსაყოფად საჭიროა მთელ რიგ ღონისძიებათა ნუსხა, რათა მოსახლეობამ გააცნობიეროს ის სიკეთე, რაც ერთის მხრივ დაცულ ტერიტორიულ სისტემებში მოგზაურობისაგან ელოდება და მეორეს მხრივ მწვანე გარემოს მიმართ მზრუნველი დამოკიდებულების ჩამოყალიბებაში გამოვლინდება. ისევე, როგორც ევროპის წამყვან სახელმწიფოებში წარმოდგენილი, ჩვენი საგანმანათლებლო სისტემის პირველივე საფეხურზე უნდა იქნას შექმნილი ნატურალისტთა კლუბები, სკაუტური წრეები, რომლებიც არა მარტო თეორიულად, არამედ პრაქტიკულადაც ბუნებრივ გარემოში გაეცნობიან ბუნებრივი ფენომენების ატრაქციულ თავისებურებებს. დამოუკიდებლად შეძლებენ ველურ გარემოში ორიენტირებასა და გაგნებას, კრიტიკულ სიტუაციაში (ბუნებრივი კატაკლიზმების დროს) მოქცევას, კარვის გაშლისა და კოცონის დანთების უნარ-ჩვევებს.

ამავედროულად მნიშვნელოვანია ტყეში, წყალსატევებსა და სხვა ბუნებრივ-ტერიტორიულ კომპლექსებში მოქცევის წესების ცოდნა, ბანაკის დაგეგმვის ადგილების, საკვები, საძილე და სანიტარულ-ჰიგიენური წერტილების მოწყობით. ნარჩენების უტილიზაციის მეთოდები მათი ქიმიური შედგენილობის შესაბამისად.

ამ პროცესების ხელშემწყობ ფაქტორს წარმოადგენს დღეს არსებული ახალგაზრდული ტურისტული ბანაკები, რომლებიც ზაფხულის სეზონზე საქართველოს რამდენიმე რეგიონში უზრუნველყოფს მოსწავლე-ახალგაზრდობის დასვენებასა და გართობას. მიზანშეწონილად მიგვაჩნია ამ ბანაკების ბაზაზე მიმდებარე ბუნებრივ-ტერიტორიული კომპლექსების ბიომრავალფეროვნების პოპულარიზაციის მიზნით ეკოტურების ჩასმა მოცემულ პროგრამაში. აქ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს, როგორც სამთო ველოსიპედები, ასევე მდინარეზე დასაშვები ნაგები, საჭაპანო საშუალებები, კანიონსა და ფერდობებზე, ასევე მდინარეებზე გადასასვლელი სპეციალური სტატიკური თოკები. შესაძლებელია კომბინირებული ტურების მოწყობაც.

ყველა ზემოთ აღნიშნული ღონისძიება ხელს შეუწყობს გარემოსდაცვითი განათლების დონის ამაღლებას და ამავედროულად მოსახლეობის სულ უფრო მეტი რაოდენობის ჩართულობას ეკოტურისტულ ინდუსტრიაში.

ლიტერატურა:

1. **მ. მეტრეველი.** ტურიზმი და გარემოს დაცვა. თბ., 2000
2. **В. П. Кекушев, В. П. Сергеев, В. Б. Степаницкий.** Основы менеджмента экологического туризма. Учебное пособие. М., 2001.
3. **В. В. Храбовченко.** Экологический туризм. Учебно-методическое пособие. М., 2003.

MALCHAZ GVINJILIA

**SOME ASPECTS OF ECO-TOURING EDUCATION
IN GEORGIA**

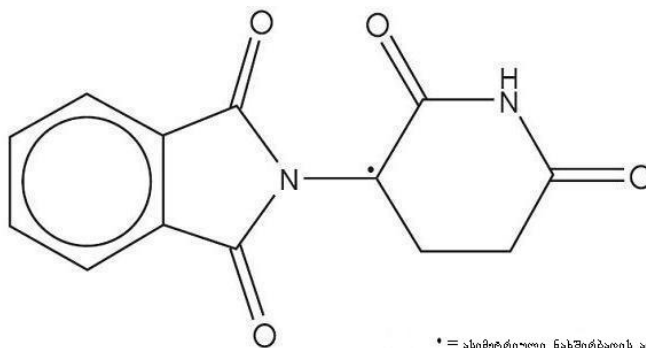
Ecotourism is a special direction of tourism in which rational principals of nature usage play definite role. Optimal realization of natural-touring resources is carried out in eco-touring environment. In the process of relationship of environment and society an important factor is to define the relation of the latter with the exploitation of natural phenomena. Providing with ecological balance in nature from the scientific viewpoint planning and realization of eco-tour represents the foundation for development of steady eco-touring industry. In the epoch of modern natural and ecological cataclysms (the most part of which caused by anthropogenic factors) it is important to have competitive knowledge in protecting of environment. Its realization is impossible both in educational institutions involving ecological study courses and in young touring camps.

ქ ი მ ი ა

ზურაბ ზაჩულია, ანტონ ჩიქოვანი

**ტალიდომიდის სინთეზის რეაქციის
ჰვანტურ-ქიმიური მოდელირება**

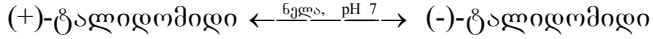
ტალიდომიდი (Thalidomide) (რუსულად – талидамиди), იმუნომოდულატორული აგენტი, რომლის ქიმიური სახელწოდება არის N-(2,6-dioxopiperidin-3-yl) ფტალიმიდი [N-(2,6-dioxopiperidin-3-yl) phthalimide]. მისი სტრუქტურა მოცემულია ქვემოთ:



* = ასიმეტრიული ნახშირბადის ატომი

ტალიდომიდი სინთეზირებულ იქნა 1954 წელს ფარმაცევტული კომპანია CIBA-ს მიერ, რომელიც ინიშნებოდა, როგორც დამამშვიდებელი, ტრანკვილიზატორი და გულისრევის საწინააღმდეგო საშუალება. ქიმიურად ბარბიტურატის (დამამშვიდებელი მედიკამენტი) მსგავსი, წამალი ცნობილი გახდა, როგორც დამამშვიდებელი საშუალება, თუმცა იგი არასოდეს ყოფილა ნებადართული აშშ კვებისა და წამლის ადმინისტრაციის (FDA) მიერ, წარმოშობილი პოტენციურად შეუქცევადი ნევრიტისა და წამლის უსაფრთხოების გამო. ხშირად მოჰყავთ ტალიდომიდის მაგალითი იმის ხაზგასასმელად, რომ აუცილებელია გასაყიდი ნივთიერებების ოპტიკური სისუფთავის აღნიშვნა. ტალიდომიდის შემთხვევაში (+)-იზომერი ეფექტური ანტიემიტიკია (ანტიემიტიკი არის წამალი, რომელიც ეფექტურად მოქმედებს გულისრევისა და ღებინების წინააღმდეგ), ხოლო (-)-იზომერი აღმოჩნდა პასუხისმგებელი ტერატოგენულ (ტერატოგენი არის აგენ-

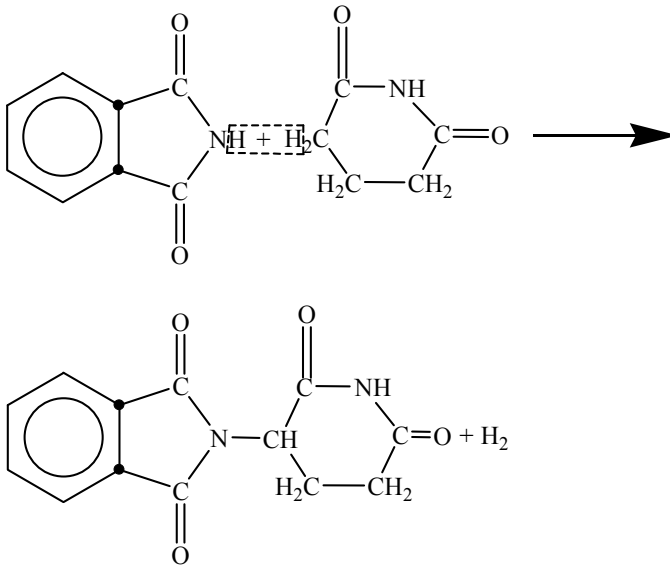
ტი, რომელიც აფერხებს ემბრიონის ან ფეტუსის (ჩანასახის) განვითარებას) თვისებებზე. ნაერთი იყიდებოდა რაცემატის სახით, რამაც გამოიწვია საშინელი შედეგები. თუმცა, მხოლოდ (+)-იზომერის გამოყენება ოპტიკურად სუფთა ფორმით არ შეიძლებოდა ყოფილიყო უსაფრთხო, რადგანაც ფიზიოლოგიურ პირობებში მიმდინარეობს მისი რაცემიზაცია (ენოლური ფორმის გავლით) [1]:



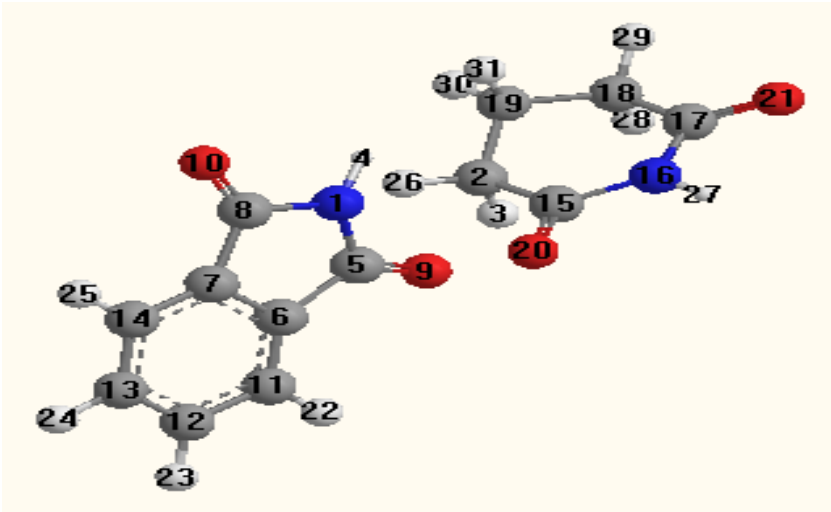
თანამედროვე პირობებში შესაძლებელია მოხდეს მათი რაცემატის დაყოფა-განცალკევება და მიღებულ იქნას ცალ-ცალკე მარჯვენა და მარცხენა ენანტიომერები [2].

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, აქტუალობას იძენს ტალიდომიდის წარმოების საკითხი.

ტალიდომიდის სინთეზის ერთ-ერთი შესაძლო ვარიანტია ფტალიმიდისა და გლუტარამიდის ურთიერთქმედება წყალბადის გამოყოფით (დეჰიდრირების რეაქცია):

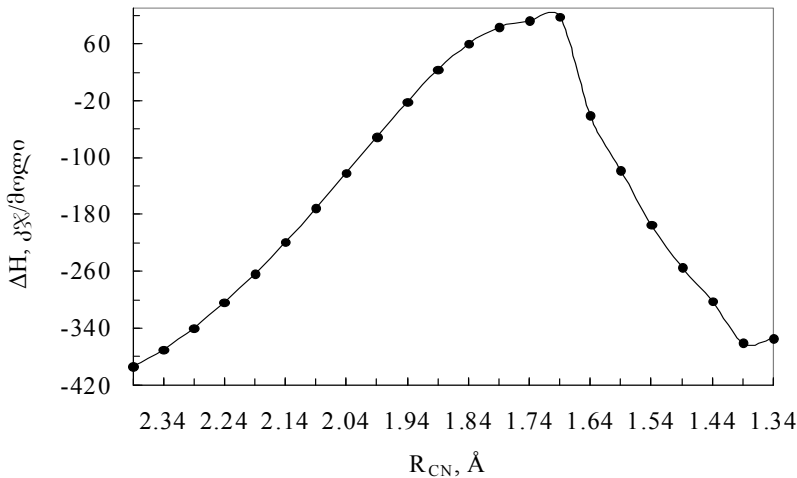


ნახევრადემპირიული ქვანტურ-ქიმიური მეთოდის AM1 [3] გამოყენებით გამოთვლილ იქნა პრეპარატ ტალიდომიდის (+)-ენანტიომერის და მისი შესაძლო სინთეზის პროცესის საწყისი, გარდამავალი და საბოლოო მდგომარეობების გეომეტრიული, ენერგეტიკული და ელექტრონული მახასიათებლები. ქვემოთ ნაჩვენებია რეაქციის საწყისი და გარდამავალი მდგომარეობის და რეაქციის პროდუქტების 3D სტრუქტურა.



ნახ. 1. მორეაგირე ნივთიერებების საწყისი მდგომარეობა.

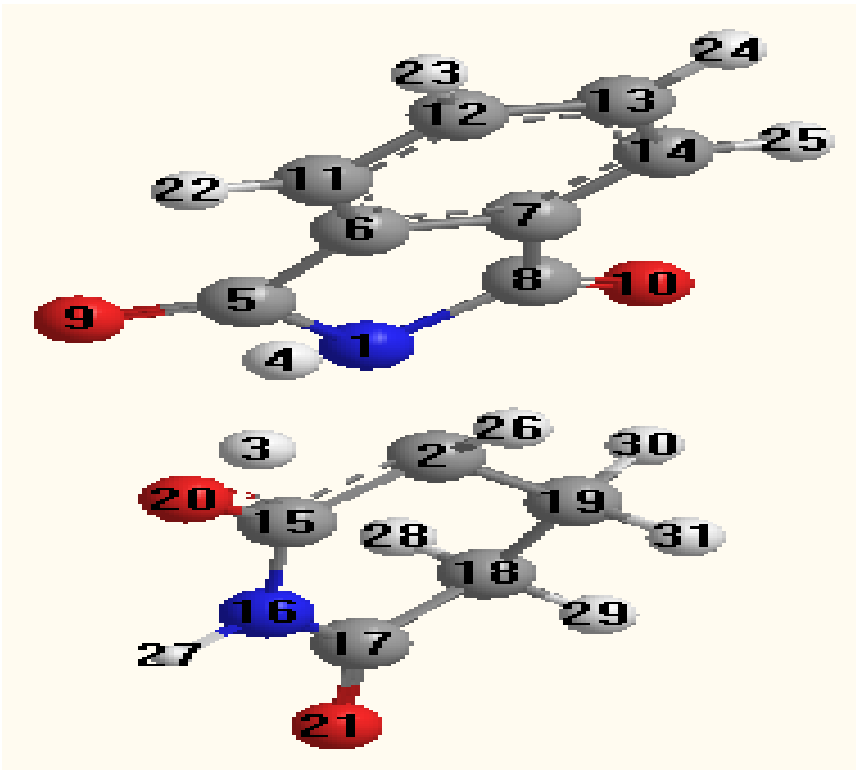
აზოტის N_1 ატომსა და ნახშირბადის C_2 ატომს შორის მანძილი აღებულ იქნა 1.0 \AA -ით მეტი, ვიდრე ბმის მანძილი საბოლოო პროდუქტში (1.39 \AA). $R_{N_1-C_2}$ მანძილის ცვლილება აზოტის N_1 ატომსა და ნახშირბადის C_2 ატომს შორის ხდებოდა 0.05 \AA -ის ინტერვალით. სისტემის ენერჯის ცვლილების (ΔH) დამოკიდებულება აზოტის ატომსა და ნახშირბადის ატომს შორის $R_{N_1-C_2}$ მანძილზე მოცემულია მეორე ნახაზზე.



ნახ.2. სისტემის ენერჯის ცვლილების (ΔH) დამოკიდებულება

აზოტისა და ნახშირბადის ატომებს შორის $R_{N_1-C_2}$ მანძილზე

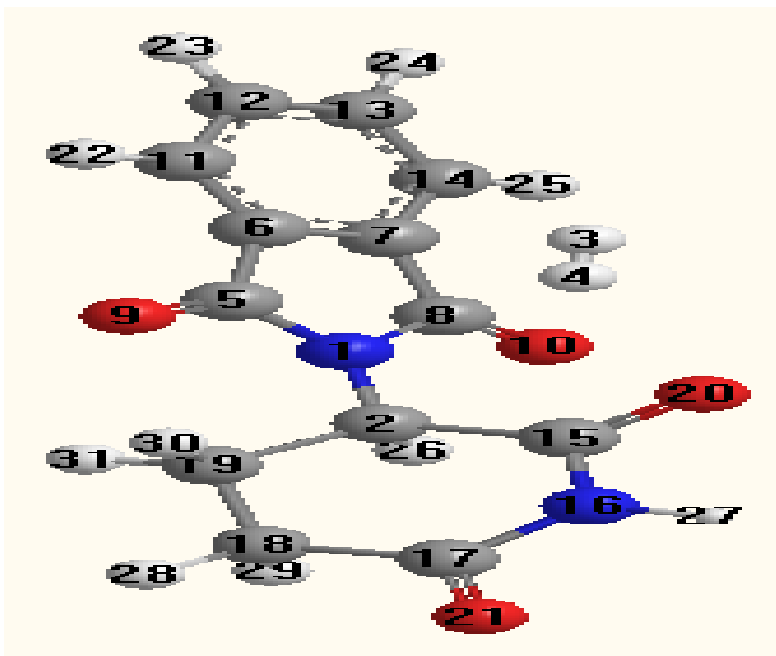
როგორც მეორე ნახაზიდან ჩანს, აზოტის N_1 ატომის მიახლოებისას ნახშირბადის C_2 ატომთან $R_{N_1-C_2} = 1.69 \text{ \AA}$ მანძილამდე, სისტემის ენერგია იზრდება, ბმის რიგი N_1 და C_2 ატომებს შორის იზრდება 0.005-დან 0.636-მდე. ამავე დროს მცირდება ბმის რიგი აზოტის N_1 ატომსა და წყალბადის H_4 ატომს შორის ($P_{N-H} = 0.877-0.619$) და ნახშირბადის C_2 ატომსა და წყალბადის H_3 ატომს შორის ($P_{C-H} = 0.941-0.255$) და მოსალოდნელ პროდუქტებში (talidomidi და წყალბადის მოლეკულა) შეიმჩნევა ახალი ბმების წარმოქმნა ($P_{N_1-C_2} = 0.005-0.636$; $P_{H_3-H_4} = 0.000-0.270$). გარდამავალი მდგომარეობის სტრუქტურა მოცემულია მესამე ნახაზზე.



ნახ. 3. მორეაგირე ნივთიერებების გარდამავალი მდგომარეობა

აზოტის N_1 ატომსა და ნახშირბადის C_2 ატომს შორის 1.64 \AA მანძილზე სისტემის ენერგია მცირდება, ბმის რიგი N_1 და C_2 ატომებს შორის იზრდება 0.843-მდე, ხოლო აზოტის N_1 ატომსა და

წყალბადის H_4 ატომს შორის და ნახშირბადის C_2 ატომსა და წყალბადის H_3 ატომს შორის მცირდება შესაბამისად 0.001 და 0.011-მდე. ენერგიის შემცირება გრძელდება $R_{N_1-C_2} = 1.39 \text{ \AA}$ მანძილამდე. ამ დროს ბმის რიგი აზოტის N_1 და ნახშირბადის C_2 ატომებს შორის აღწევს 0.958-ს, ხოლო აზოტის N_1 ატომსა და წყალბადის H_4 ატომს შორის და ნახშირბადის C_2 ატომსა და წყალბადის H_3 ატომს შორის მცირდება შესაბამისად 0.001 და 0.002-მდე. ამგვარად, მიიღება ახალი ნივთიერება – (+)-ტალიდომიდი ($P_{N_1-C_2} = 0.958$), ხოლო წყალბადის ატომები სრულად წყდება აზოტის და ნახშირბადის ატომებს და უერთდება ერთმანეთს წყალბადის მოლეკულის წარმოქმნით ($P_{H_3-H_4} = 0.985$). სისტემის საბოლოო მდგომარეობა მოცემულია მეოთხე ნახაზზე.



ნახ. 4. მორეაგირე ნივთიერებების საბოლოო მდგომარეობა

მართალია, სინთეზის რეაქცია ენდოთერმულია ($\Delta\Delta H = 38.92$ კჯ/მოლი) და აქტივაციის ენერგიაც მაღალია, მაგრამ ხელსაყრელი პირობების შექმნით (ტემპერატურა, წნევა, კატალიზატორი, pH) ტალიდომიდის მედიცინის თვალსაზრისით რეანიმაციის შემთხვევაში სინთეზის მოცემული სქემა შეიძლება გამოყენებულ იქნას ქართული ფარმაცევტული საწარმოების მიერ.

ლიტერატურა:

1. **Ш. Бакстон, С. Робертс.** Введение в стереохимию органических соединений. М., 2005.
2. **В. Chankvetadze (Ed-r).** Chiral Separations, Elsevier Science, Amsterdam, 2001, The Netherlands, 489 pp.
2. **M. J. S. Dewar, E. G. Zoebisch, E. F. Healy, J. J. P. Stewart.** AM1: A New General Purpose Quantum Mechanical Molecular Model. – J. Am. Chem. Soc., 107, p. 3902, 1985.

ZURAB PACHULIA, ANTON CHIKOVANI

**QUANTUM-CHEMICAL MODELING OF THE THALIDOMIDE
SYNTHESIS REACTION**

Were calculated the geometrical and electronic characters of the intermediate products of the synthesis reaction of the Thalidomide, such as the heat of formation (ΔH_f), the ionization potential (I), the dipole moment (μ), the net atomic charges (q_i) and the bond orders (P_{ij}) using quantum-chemical semi-empirical AM1 method.

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომათა

ტ. X, 2011

საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია

ნარბიზა ჭელიძე

**„ქართული“ ლიმონის და პონცირუს ტრიფოლიატას
პროტოპლასტების შერწყმა და გენეტიკური
კონსტრუქცია**

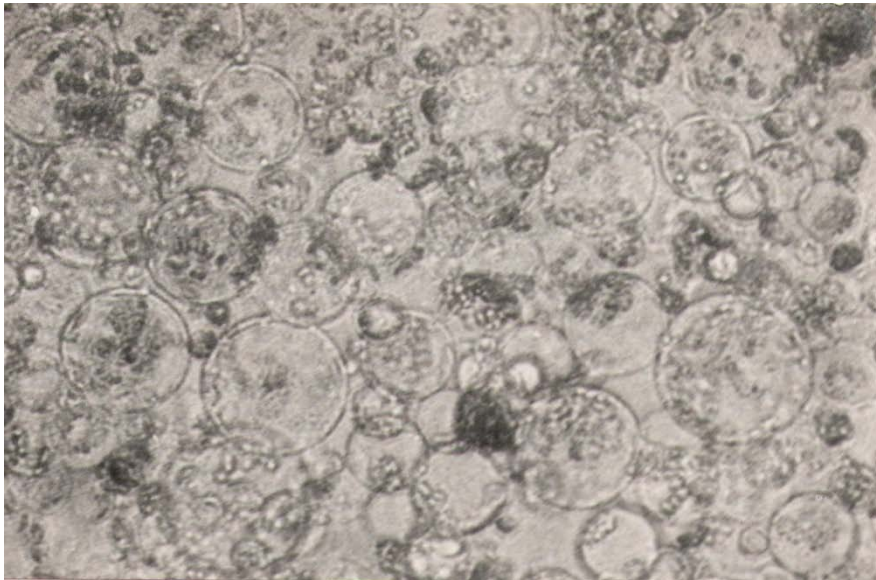
ციტრუსოვან კულტურებს თავისი მაღალი კვებითი და სამკურნალო-დიეტური თვისებების მიხედვით მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავთ ხეხილოვნებს შორის. ადამიანის კვებაში მათი ნაყოფის განსაკუთრებული ღირებულება მდგომარეობს იმაში, რომ მათში ხდება შაქრების, ორგანული მჟავების, პექტინების და სხვა ნივთიერებების დაგროვება.

ციტრუსოვნები წარმოიშვნენ ტროპიკულ და სუბტროპიკულ ზონებში, ამიტომ ისინი ძალზედ მგრძობიარენი არიან დაბალი ტემპერატურების მიმართ. დღეისათვის ცნობილია, რომ ციტრუსოვანთა ყინვაგამძლე ფორმების მიღება შეიძლება მხოლოდ შორეული ჰიბრიდიზაციის გზით. შორეული ჰიბრიდიზაციის დროს წარმოქმნილ სიძნელეებს წარმოადგენს მშობელი ფორმების შეუჯვარებლობა და მიღებული ჰიბრიდის სტერილობა. ამ უკანასკნელ პრობლემათა გადაწყვეტის ერთ-ერთ გზას კი წარმოადგენს სომატური ჰიბრიდიზაცია, რომლის განსახორციელებლად საჭიროა შესაბამისი პროტოპლასტების მიღება.

პროტოპლასტების მისაღებად გამოყენებული იქნა „ქართული“ ლიმონის ღეროსა და ეპიკოტილეს კალუსური ქსოვილი და პონცირუს ტრიფოლიატას ახადგაზრდა ფოთლები (1-3 რიგის).

კალუსური შტამის კულტივირება ხდებოდა სიბნელეში 26°C -ზე, მურასიგე-ტუკერის (1) საკვებ არეზე, რომელსაც ემატებოდა ნაფტილმარმჟავა 1მგ/ლ, ბენზილამინოპურინი 2,5მგ/ლ. პონცირუს ტრიფოლიატა იზრდებოდა ფიტოტრონი 16სთ/დღე, 8სთ სიბნელე ფოტოპერიოდის პირობებში(2).

„ქართული“ ლიმონის ღეროსა და ეპიკოტილეს კალუსური ქსოვილის პროტოპლასტების გამოყოფისათვის გამოყენებულ იქნა შემდეგი შემადგენლობის ფერმენტული ხსნარი: ცელულაზა – ონოზუკა R-10 („სერა“ გერმ.) – 0.3% და დრისელაზა („სიგმა“ აშშ) – 0.4%, პექტინაზა – მაცეროზინი R-10 („სერვა“ გერმ.) – 0.2%, მანიტოლი – 0.45M, გლუკოზა – 0.1%, საქაროზა – 0.1%, CaCl₂– 55 მგ/100 მლ. ეს ფერმენტული ხსნარი ორჯერ ზავდება W – 5 (3) საკვები არით. საფერმენტაციო ხსნარში ინკუბირებისათვის ოპტიმალური დროა 15-16 სთ და 27-28°C ტემპერატურა. (სურ.1.)

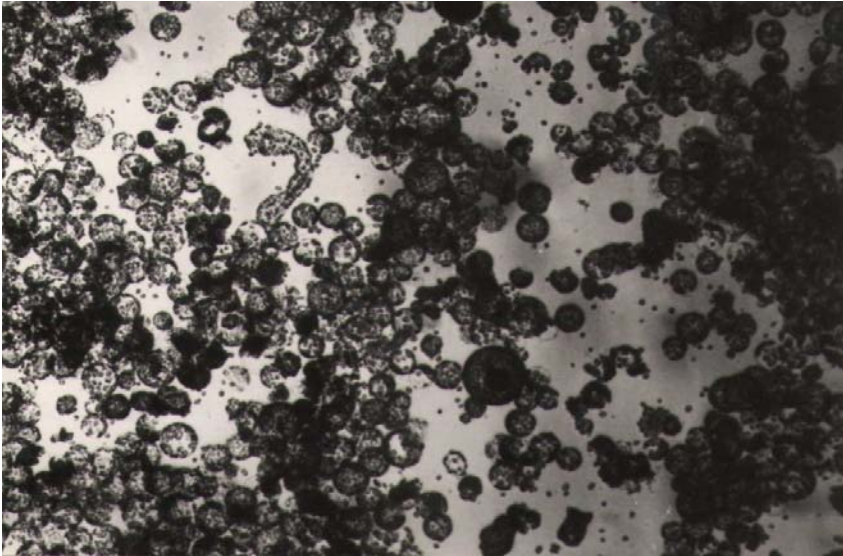


სურ.1. „ქართული“ ლიმონის კალუსური პროტოპლასტები

მეზოფილური პროტოპლასტების მისაღებად ფოთლებს სტერილიზაციის შემდეგ ვათავსებდით მურასიგე-სკუუგის აგარიზებულ საკვებ არეზე (საქაროზა-20გ/ლ, კინეტინი 1მგ/ლ), 2000-3000ლქ, 16-სთ-იანი განათების პირობებში 1-5 დღე-ღამე. შემდეგ ვატარებდით ფერმენტაციას 14-15სთ-ის განმავლობაში შემდეგი შედგენილობის ხსნარში: ონუზუკა R-10 („სერვა“ გფრ) – 3%, მაცეროზინი R-10 („სერვა“ გფრ) – 0.3%, მანიტოლი – 0.7M, საქაროზა – 5%, CaCl_2 – 55 მგ/100 მლ. მიღებულ მეზოფილურ პროტოპლასტებს სამჯერ ვრეცხავდით W – 5 საკვები არით. (სურ.2)

„ქართული“ ლიმონის ღეროს, ეპიკოტილეს კალუსური და პონცირუს ტრიფოლიატას მეზოფილური პროტოპლასტების შერწყმისათვის გამოიყენება მენცელის მეთოდი (5). პარტნიორი მცენარეების პროტოპლასტები, 10^6 უჯრედი/მლ სიმკვრივის სუსპენზიით, ერთმანეთს ერევა 1:1 ან 1:2 (პონცირუს ტრიფოლიატას მეზოფილური და „ქართული“ ლიმონის კალუსური პროტოპლასტები) შეფარდებით, რის შედეგადაც მიიღება 1-2 მლ W -5 საკვებ არეში პროტოპლასტების სუსპენზია, რომელიც პასტერის პიპეტით გადაიტანება 4 სმ დიამეტრის მქონე პეტრის თასზე. წვეთის დიამეტრი შეესაბამება 1 სმ. 20წთ-ის შემდეგ პროტოპლასტები ეკვრიან თასის ფსკერს. მათ ფრთხილად მიკროპიპეტით ემატებათ 1-3 წვეთი პოლიეთილენგლიკოლის ხსნარი. პეგ-ის ხსნარში პროტოპლასტები იმყო-

ფებიან 5-15 წთ. ამის შემდეგად ხდება პეტრის თასის ფსკერთან შეჭიდული პროტოპლასტების შერწყმა და აგრეგაცია ისინი იცვლიან თავიანთ სფერულ ფორმას, აღინიშნება პლაზმოლიზი. ხდება პროტოპლასტების 2-3 ფენოვანი შრეების გარდაქმნა ერთშიან ბადედ.



სურ. 2. პონცირუს ტრიფოლიატას მეზოფილური პროტოპლასტები

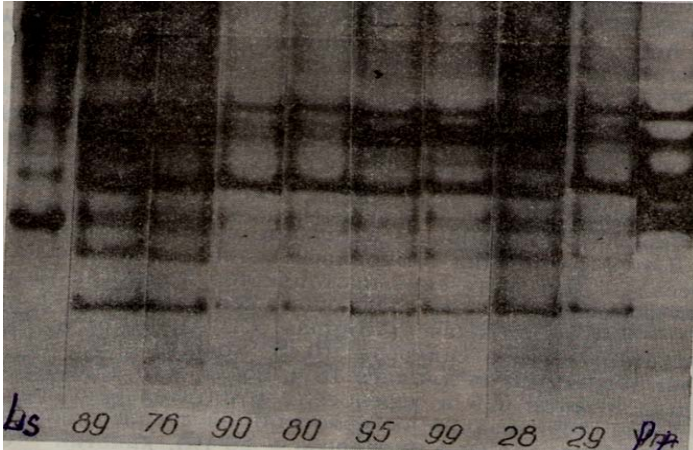
5-15 წთ-ის შემდეგ პროტოპლასტები მუშავდება ბუფერული ხსნარით (მაღალი pH და Ca^{2+} იონებით), 30 წთ-ის შემდეგ კი ხდება მათი გარეცხვა რამოდენიმეჯერ W-5 საკვები არით. გარეცხვის შემდეგ, პროტოპლასტები გადაიტანებიან კაო-მიხაილუკის (6) საკვებ არეზე. რამოდენიმე თასი პროტოპლასტების ნარევით (მშობელი და ჰიბრიდული პროტოპლასტებით) თავსდება თერმოსტატში $26 \pm 1^{\circ}C$ ტემპერატურაზე. სამი ოთხი დღის შემდეგ შეიმჩნევა ჰიბრიდული უჯრედების დაყოფა.

ჰიბრიდული კლონების ჯამური დნმ-ის გამოყოფა ხდებოდა შურეს მეთოდით (4). 2-3მკგ გასუფთავებული დნმ იხლიჩებოდა რესტრიქტაზებით (ესტერაზა, ასპარტატამინოტრანსფერაზა), ფრაგმენტები გადაიტანებოდა კაპრონის ფილტრზე და ჰიბრიდიზირდებოდა პლაზმიდის დანიშნულ დნმ-თან. ცდებში აღმოჩნდა დნმ-ის ახალი ვარიანტები, რომლებიც არ აღინიშნებოდნენ მშობელ ფორმებში.

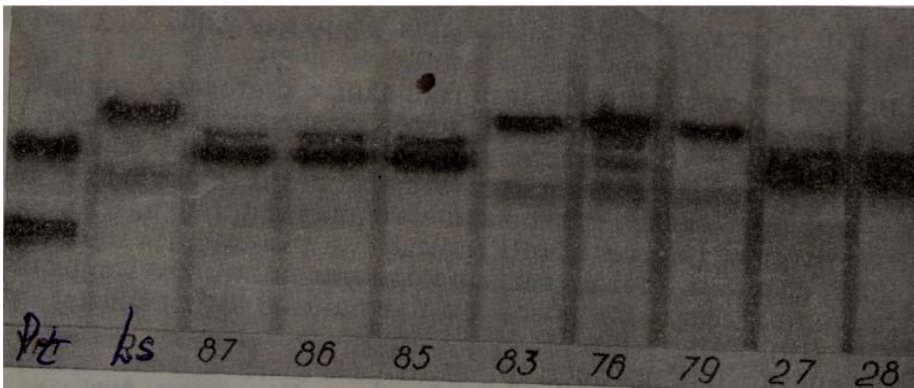
აღმოჩენილი ვარიანტებიდან 52,3% იყო ჰიბრიდი. მათგან 26,8%-ს გააჩნდათ „ქართული“ ლიმონის მსგავსი ტრანსფერაზას

იზოზიმური სპექტრები, ხოლო 4,8%-ს კი პონცირუს ტრიფოლიატას ფოთლებისათვის დამახასიათებელი სპექტრები (სურ.3,4).

ამრიგად, მიღებულ იქნა ქართული „ლიმონისა და პონცირუს ტრიფოლიატას სომატური ჰიბრიდი. მიღებული მასალის ჰიბრიდულობა დამტკიცებულ იქნა ციტოგენეტიკური მეთოდებით.



სურ.3. ესტერაზას იზოზიმური სპექტრები: Ls - „ქართული“ ლიმონი (კალუსი), Pt - პონცირუს ტრიფოლიატა(ფოთოლი), 89-29 - ჰიბრიდული უჯრედები



სურ.4. ტრანსფერაზას იზოზიმური სპექტრები: Pt - პონცირუს ტრიფოლიატე, Ls - „ქართული“ ლიმონი, 87-28 - ჰიბრიდული უჯრედები

ლიტერატურა:

1. **T. Murashige.** Tucker DPH Growth factor requirements of citrus tissue culture. /n; chapman HD (ed) Proc. Ist Int. Citrus Symp., vol. "University of Californis, Reversid Calif., 1969, 1151-1161.
2. **N. Chelidze, M. Ghogoberidze.** Isolation of cell Protoplasts of Lemon varieties "Kartuli" and *Poncirus trifoliata* and optimization of cultivation conditions. *Proceedings of the Georgian Academy of Sciences, Ser.B, Vol.5, No.2,2007*, p. 17-20.
3. **P. Medgyesy, L. Menzel, P. Maliga.** The use of cytoplasmic streptomycin resistance: chloroplast transfer from *Nicotina tabacum* into *Nicotiana Sylvertris* and isolation of their somatic hybrids.-med. and Gen. Genet., 1980, 179, pp. 693-698.
4. **M. Shure, S. Wessler, N. Fedoroff.** Molekularidentification and isolation of the Waxy locus in maize // Cell.-1983.-35.-p.225-233.
5. **L. Menzel, F. Nagy, Z. Kiss, P. Maliga.** Streptomycin resistant and sensitive somatic hybrids of *Nicotiana tabacum* *Nicotina Knighthiana*: Correlation of resistance to *N. tabacum* plastids. – Theor. and Appl. Genet., 1981, 59, pp. 191-195.
6. **T. Murashige, F. Skoog.** A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *physiol. Plant.*, 1962, N15, pp. 473-497.

NARGIZA CHELIDZE

PROTOPLASTS COMBINATION OF GEORGIAN LEMON AND TRIFOLIAT AND GENETIC CONSTRUCTION

The article discusses the Georgian lemon stem, epikotils Georgian lemon and *Poncirus tripoliats* mezophil protoplasts reception.

It is given the technological scheme of merger protoplasts and approved the hybridization of received material by citogenetic methods.

ანტონინა მსხილაძე, მინელა ჭანტურია

**გარემოს დაცვითი ქიმიური განათლების
ეკოლოგიური ასპექტი**

ბუნებრივი რესურსების ეფექტურად მართვისა და გარემოს დაცვის სფეროში არსებული პრობლემების გადასაჭრელად აქტუალურია გარემოსდაცვითი განათლების განვითარება, ეკოლოგიური თემების მიმართ საზოგადოების ინტერესის გაზრდა. განათლების სისტემა განიხილება როგორც ცოდნის, ღირებულებების, ცხოვრების წესისა და ქცევის რეგულირების ძირითადი მექანიზმი, რაც აუცილებელია ახალი შეხედულებების ჩამოყალიბებისა და საქართველოში ამჟამად მიმდინარე განათლების რეფორმის განხორციელებისათვის. უახლოეს მომავალში უმაღლესი სკოლის კურსდამთავრებულებები აიღებენ პასუხისმგებლობას კაცობრიობის წინაშე არსებული ურთულესი ეკოლოგიური პრობლემების გადასაჭრელად. მათ უნდა გააცნობიერონ თანამედროვეობის ეკოლოგიური პრობლემების სიღრმე და სიმწვავე, ადამიანისა და გარემოს ურთიერთდამოკიდებულების ეკოლოგიური ასპექტები.

გარემოსდაცვითი ეკოლოგიურ-ქიმიური განათლების მიზანია გააცნოს ბაკალავრს, მაგისტრანტს, დოქტორანტს გარემოს ანთროპოგენული დამაბინძურებლები, მათი გარემოში გავრცელების წყაროები, ზემოქმედება ადამიანის ჯანმრთელობაზე, მცენარეულ და ცხოველურ ორგანიზმებზე; მათთან დაკავშირებული ეკოლოგიური პრობლემები, პრევენციისა და აღმოფხვრის შესაძლებლობები, ბიოსფეროში მიმდინარე პროცესები, ქიმიურ ნაერთთა წრებრუნვა, საქართველოს ატმოსფეროს, ჰიდრორესურსებისა და ნიადაგის დაბინძურების ეკოლოგიურ-ქიმიური ასპექტები, გარემოს ქიმიური დაბინძურების ხარისხის განსაზღვრის მეთოდები და აღმოფხვრის ტექნოლოგიები [1].

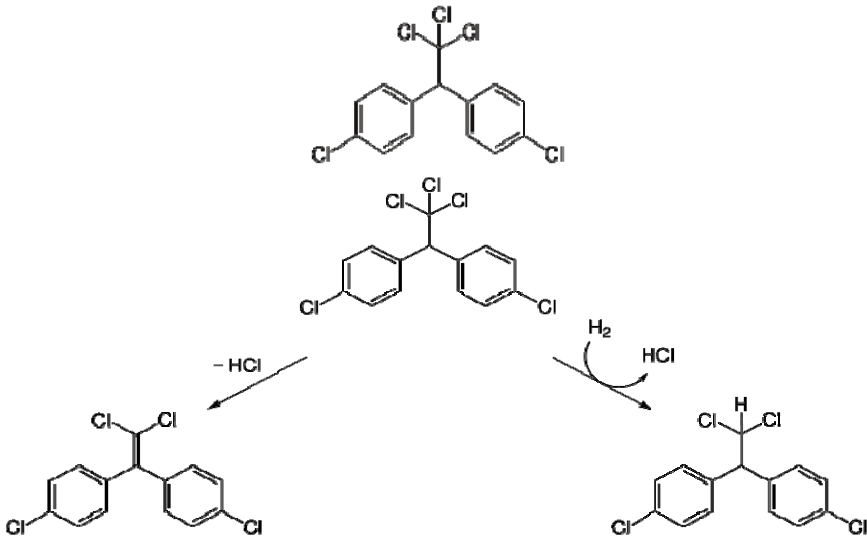
ქიმიურ წარმოებასა და მეცნიერებას ბევრი სარგებლობა მოაქვს საზოგადოებისათვის, მაგრამ ამავე დროს ქიმიური ნივთიერებები აბინძურებენ გარემოს და საფრთხეს უქმნიან ბუნებას, ადამიანის ჯანმრთელობას, სიცოცხლეს დედამიწაზე. მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის შეფასებით, ამჟამად ცნობილი 6 მილიონი ქიმიური ნაერთიდან პრაქტიკულად გამოიყენება 500 000 და მათგან 40 000 არის საშიში ნივთიერება, ხოლო 12 000 – ტოქსიკური. გარემოს დაბინძურება ქიმიური ნარჩენებით ღებულობს გლობალურ ხასიათს და კაცობრიობა მიჰყავს ეკოლოგიური კატასტროფისაკენ.

მომწამლავი ნივთიერებები დანაგვიანებული გარემოდან ხვდებიან მცენარეების, ცხოველებისა და ადამიანების ორგანიზმში, იწვევენ მათ დაავადებასა და ხშირ შემთხვევაში, სიკვდილსაც. თუ გვინდა დედამიწაზე სიცოცხლის შენარჩუნება, უნდა ვისწავლოთ ბუნების დაცვა და მოფრთხილება. ქიმიური დისციპლინების შესწავლის პროცესში ეკოლოგიური განათლების ამ ასპექტზე უნდა გავამახვილოთ ყურადღება.

საქართველოში მოქმედი გარემოსდაცვითი ნორმები და ქიმიურ ნივთიერებათა მართვის სამართლებრივი ბაზა მოიცავს მთელ რიგ კანონებსა და ნორმატიულ აქტებს [1-3]. საქართველოს კანონმდებლობის განუყოფელ ნაწილს წარმოადგენს საერთაშორისო კონვენციები. საქართველოს კანონის, "normatiuli აქტების შესახებ", თანახმად, საერთაშორისო ხელშეკრულებებსა და კონვენციებს გააჩნიათ უპირატესი იურიდიული ძალა ადგილობრივ სამართლებრივ აქტებთან შედარებით. ("თუ საერთაშორისო ხელშეკრულებით, რომელშიც საქართველო მონაწილეობს, დადგენილია მავნე ორგანიზმებისაგან მცენარეთა დაცვის შესახებ საქართველოს კანონმდებლობისაგან განსხვავებული წესები, მაშინ გამოიყენება საერთაშორისო ხელშეკრულების წესები") [2].

ქიმიური ნივთიერებების მართვასთან დაკავშირებულია საქართველოში მოქმედი საერთაშორისო ნორმატიული დოკუმენტები: ვენის კონვენცია „დედამიწის ოზონის შრის დაცვის შესახებ“ (1985 წ.); მონრეალის ოქმი „ოზონის შრის დამშლელი ნივთიერებების შესახებ“ (1987წ.); ბაზელის კონვენცია „სახიფათო ნარჩენების ტრანსსახზღვრო გადაზიდვებისა და მათ განთავსებაზე კონტროლის შესახებ“ (1989 წ.); პარიზის კონვენცია „ქიმიური იარაღის შემუშავების, წარმოების, დაგროვების და გამოყენების აკრძალვის და მისი განადგურების შესახებ“ (1993 წ.); როტერდამის კონვენცია „ცალკეული საშიში ქიმიური ნივთიერებებითა და პესტიციდებით საერთაშორისო ვაჭრობის სფეროში წინასწარ დასაბუთებული თანხმობის პროცედურის შესახებ“ (1998 წ.); სტოკჰოლმის კონვენცია „მდგრადი ორგანული დამბინძურებლების შესახებ“ (2001 წ.), რომელიც რატიფიცირებულია საქართველოს პარლამენტის მიერ 2006 წლის 11 აპრილის N2840-ის დადგენილებით, საქართველოს ტერიტორიაზე იგი ძალაშია 2006 წლის 4 ოქტომბრიდან. სტოკჰოლმის კონვენციის მხარეს წარმოადგენს 150-ზე მეტი ქვეყანა. კონვენციები ავალდებულებს მონაწილე ქვეყნებს დედამიწის ბუნებრივ რესურსებზე ზრუნვას, ვინაიდან კაცობრიობის მომავალი დამოკიდებულია ჯანსაღ გარემოზე. რა უნდა ვიცოდეთ პესტიციდების შესახებ? რას წარმოადგენენ ისინი და რა გავლენას ახდენენ გარემოსა და ადამიანზე?

პესტიციდები ეწოდება ქიმიურ ნივთიერებებს, რომელთაც გააჩნიათ ტოქსიკური თვისებები ამა თუ იმ ცოცხალი ორგანიზმის მიმართ, ბაქტერიებიდან და სოკოებიდან დაწყებული, მცენარეებითა და თბილსისხლიანი ცხოველებით დამთავრებული [5]. პესტიციდების გამოყენების შედეგად პარაზიტების განადგურებასთან ერთად ხდება სასარგებლო სახეობების გადაშენება და სერიოზული საფრთხე ექმნება ადამიანის ჯანმრთელობას. ბოლო წლებში წარმოებულ იქნა 1000-ზე მეტი სხვადასხვა კატეგორიის პესტიციდი: ინსექტიციდები, ჰერბიციდები, ფუნგიციდები. ქიმიური შედეგნილობის მიხედვით პესტიციდები წარმოადგენენ ნახშირწყალბადების ქლორწარმოებულებს, ფოსფორორგანულ, ქლორფენოქსიმუაგების საფუძველზე სინთეზირებულ ნაერთებს. ქლორშემცველი ორგანული პესტიციდების საერთო თვისებაა: მაღალტოქსიკურობა, დაშლის მიმართ მდგრადობა, ცხიმოვან ქსოვილებში დაგროვება და შორ მანძილზე გავრცელების უნარი [4]. განსაკუთრებით ეს ეხება მდგრად პესტიციდებს [6]. მათ მიეკუთვნებათ ნახშირწყალბადების ქლორწარმოებულები. კერძოდ, ბოლო წლებამდე ხშირად გამოყენებული 1,1,1-ტრიქლორ-2,2-ბის-ეთანი – ცნობილი დდტ-ს სახელწოდებით, ამ პრეპარატის გამოყენება 1970 წლიდან ბევრ ქვეყანაში აიკრძალა. პესტიციდები ახდენენ ფართო დიაპაზონის ტოქსიკურ ზემოქმედებას. მდგრადი ორგანული დამაბინძურებლების ზოგიერთი წარმომადგენლის (დიოქსინები, ფურანები) უაღრესად მცირე კონცენტრაციასაც კი შეუძლია მნიშვნელოვნად დააზიანოს ცოცხალ ორგანიზმთა იმუნური და რეპროდუქციული სისტემები, გამოიწვიოს გულ-სისხლძარღვთა და ენდოკრინული პათოლოგიები, ალერგიები, ონკოდაავადებები, ბავშვებში - რკინადეფიციტური ანემია, ტუბერკულოზი, თანდაყოლილი ანომალიები. პესტიციდების მუტაგენური აქტივობა ერთ-ერთი ყველაზე საშიში უარყოფითი გავლენაა ადამიანის ჯანმრთელობაზე, რაც შესაძლოა არ გამოვლინდეს მაშინვე ინტოქსიკაციის სახით და მძიმე შედეგები მოგვიანებით მივიღოთ. მსოფლიოში ყოველწლიურად 2 მლნ ადამიანს აღენიშნება უშალოდ პესტიციდებით მოწამვლები, მათგან 50 ათასი მთავრდება სიკვდილით [3].



1,1,1-ტრიქლორ-2,2-ბის-უთანი და მისი გარდაქმნების პროდუქტები

სახელმწიფოს მხრიდან აუცილებელია პესტიციდების გამოყენების მკაცრი კონტროლი და რეგულირება, რაც შემდეგ ძირითად მიზნებს ემსახურება: ადამიანის ჯანმრთელობისა და გარემოს დაცვა; მავნებლების კონტროლის ეფექტური და უსაფრთხო მეთოდების გამოყენება; პესტიციდების შესახებ ინფორმაციის საზოგადოებისათვის მიწოდების უზრუნველყოფა.

კანონი მკაცრად განსაზღვრავს იმ პესტიციდებს, რომლებიც უნდა გაკონტროლდეს ან აიკრძალოს. ევროპული კანონმდებლობა მიზნად ისახავს მცენარეთა დაცვის საშუალებათა რეგისტრაციის პარმონიზებას ევროკავშირის ფარგლებში.

ქიმიური ნივთიერებების საერთაშორისო რეგულირების მიმართ სტრატეგიული მიდგომა და სწორად მართვა საქართველოში მოითხოვს პირველ რიგში ზუსტი ინფორმაციის ცოდნას იმის შესახებ, თუ რა საშიში ქიმიური ნივთიერებების იმორტ-ექსპორტი ხორციელდება საქართველოში; სად ხდება მათი გამოყენება; რა რაოდენობით და რამდენად არის დაცული უსაფრთხოების ნორმები; რამდენად არის ინფორმირებული მოსახლეობა ამ ნივთიერებების მოხმარებასთან დაკავშირებულ ნორმებზე, ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციაზე, ჯანმრთელობაზე ზემოქმედების რისკებზე.

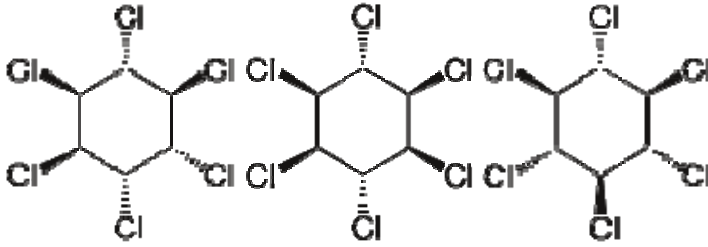
როტერდამის კონვენცია საშუალებას იძლევა განხორციელდეს უფრო ინფორმაციული და საპასუხისმგებლო ვაჭრობა ქვეყნებს შორის. იგი ანვითარებს მხარეთა კოლექტიურ პასუხისმგებლობას, ასევე საშიში ქიმიური ნივთიერებების ექსპორტსა და იმპორტს მათი რისკების შესახებ ინფორმაციის მიწოდებით.

სტოკჰოლმის კონვენცია [3] მოითხოვს, რომ ქვეყანამ აკრძალოს 8 პესტიციდი, რომლებიც ხასითდებიან მდგრადი ორგანული დამბინძურებლების თვისებებით: ალდრინი, ქლორდანი, დიელდრინი, ენდრინი, ჰეპტაქლორი, ტოქსოფენი, მირექსი, ჰექსაქლორბენზოლი. გარდა ამისა, მხარეებისაგან მოითხოვენ დღეს (1,1,1 ტრიქლორ-2,2-ბის ეთანი) აკრძალვას სასოფლო-სამეურნეო მიზნებისათვის.

როტერდამის კონვენცია მოიცავს პესტიციდებისა და პესტიციდური პრეპარატების სიას, რომელიც 37 საშიში ქიმიკატის საერთაშორისო ვაჭრობის პროცედურებს არეგულირებს, რომელთათვის დადგენილ იქნა აკრძალვა ან მკაცრი შეზღუდვა ადამიანთა ჯანმრთელობისა და გარემოს დაცვის მიზნით. როტერდამის კონვენციის სიაში შესულია შემდეგი პესტიციდები: 2,4,5-T, მისი მარილები და ეთერები; ალდრინი; კაფთაფოლი; ქლორდანი; ქლორდიმეფორმი; დღეს; დიელდრინი; დინიდრო-ორთო-კრეზოლი (დნოკი) და მისი მარილები; დინოცები და მისი მარილები; 1,2-დიბრომეთანი; დიქლორეთენი; ეთილენის ჟანგი; ჰექსაქლორციკლოჰექსანი; ჰეპტაქლორი; ჰექსაქლორბენზოლი; ლინდანი; ვერცხლისწყლის ნაერთები; პენტაქლორფენოლი, მისი მარილები და ეთერები; თოქსაფენი (კამფექლორი). პესტიციდური პრეპარატები: პოლიდისპერსული მექანიკური ნარევეები, რომლებიც შეიცავენ ბენომელს 7% და მეტი კონცენტრაციით და კარბოფურანს კონცენტრაციით 10% და მეტი, თიურამს (თირამს) 15% და მეტი კონცენტრაციით; ემულგირებული მეთილპარატიონის კონცენტრატები აქტიური აგენტის 19,5 % და მეტი შემცველობით; დუსტები აქტიური აგენტის 1,5% და მეტი შემცველობით.

სტოკჰოლმის კონვენციით აკრძალულ ნივთიერებების სიას დაემატა კიდევ 9 ნივთიერება: ალფა-ჰექსაქლორციკლოჰექსანი; ბეტა-ჰექსაქლორციკლოჰექსანი; ქლორდეკონი; ჰექსაბრომბიფენილი; ჰექსაბრომდიფენილის ეთერი და ჰექტაბრომდიფენილის ეთერი, (კომერციული ოქტა-ბრომდიფენილეთერი); ლინდანი; პენტაქლორბენზოლი; პერფტოროქტანსულფომჟავა (პფოს); მისი მარილები და პერფტოროქტანური სულფონილფტორიდი; ტეტრაბრომდიფენილის ეთერი და პენტაბრომდიფენილის ეთერი. ენდოსულფანი (მდგრადი ორგანული ნივთიერება). მონრეალის პროტოკოლით პესტიციდი ბრომმეთილი ექვემდებარება მიმოქცევიდან ამოღებასა და ლიკვიდაციას.

ჰექსაქლორციკლოჰექსანი (ჰქცჰ), რომელიც მიუხედავად აკრძალვებისა საკმაოდ დიდი რაოდენობით შემოდის საქართველოში, უცნობია სად და როგორ ხდება მისი გამოყენება, თუმცა დადგენილია მისი გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე.



**A-heqsaqlorcikloheqsani, B-heqsaqlorcikloheqsani,
Г-heqsaqlorcikloheqsani**

გამაჰექსაქლორციკლოჰექსანი (gammexene, Gammallin) – ლინდანი, გამოიყენება როგორც ინსექტიციდი, ასევე ბღერის სამკურნალოდ. იგი არის ნეიროტოქსინი, უარყოფით გავლენას ახდენს ადამიანთა ნერვულ სისტემაზე, აზიანებს ღვიძლს და თირკმლებს, სავარაუდოდ ახასიათებს კანცეროგენული მოქმედებაც. ჯანდაცავის საერთაშორისო ორგანიზაციის კლასიფიკაციით იგი მიეკუთვნება „ზომიერად საშიშ“ ნივთიერებას და მისი საერთაშორისო ვაჭრობა რეგულირდება როტერდამის კონვენციით. 2009 წელს მისი წარმოება და სასოფლო-სამეურნეო მიზნებისათვის გამოყენება აკრძალულ იქნა სტოკჰოლმის კონვენციით, როგორც მდგრადი ორგანული დამბინძურებელი. ბეტა-ჰექსაქლორციკლოჰექსანმა შესაძლოა გამოიწვიოს სისხლის დაავადება, თავის ტკივილი, თავბრუსხვევა, სისხლში ჰორმონების დონის მნიშვნელოვანი ცვლილება. დიდი დოზით მიღებული ბეტა-ჰექსაქლორციკლოჰექსანი იწვევს კრუნჩხვებს და ზოგჯერ სიკვდილს. ჰქცჰ ყველა იზომერი ტოქსიკურ ზემოქმედებას ახდენს ღვიძლსა და თირკმელზე. ლაბორატორიულ თავგებზე დაკვირვებამ აჩვენა, რომ დიდი ხნის განმავლობაში ჰქცჰ მოქმედება იწვევს ღვიძლის კიბოს. აშშ ჯანდაცვისა და სოციალური სამსახურის დასკვნით მოსალოდნელია, რომ ჰქცჰ-მა გამოიწვიოს კიბოს დაავადებები ადამიანებშიც. კიბოს შემსწავლელი საერთაშორისო სააგენტოს მონაცემებით ჰქცჰ კლასიფიცირდება, როგორც კანცეროგენი ადამიანებისათვის [7].

სტოკჰოლმის და როტერდამის კონვენციით გათვალისწინებული პესტიციდები თავისუფალ მიმოქცევაში აკრძალულია და ჩვენს ქვეყანაში დასაშვებია მხოლოდ საქართველოს მთავრობის დადგენილების, №184 (2006 წლის 28 სექტემბერი) „შეზღუდულად ბრუნვადი მასალების წარმოების, ტრანსპორტირების, იმპორტის, ექსპორტის, რექსპორტის ან ტრანზიტის ნებართვის გაცემის წესის შესახებ დებულებისა და შეზღუდულად ბრუნვადი მასალების სიის დამტკიცების თაობაზე“, ნებართვის საფუძველზე. სტოკჰოლმის კონვენციით რეგულირებადი ნივთიერებების დიდი ნაწილი შესუ-

ლია საქართველოში შეზღუდულად ბრუნვადი ნივთიერებების სიაში. როტერდამისა და სტოკჰოლმის კონვენციით რეგულირებადი ნივთიერებები საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2001 წლის №133/ნ (26.03 2001) ბრძანებით საქართველოში წარმოების, იმპორტ-ექსპორტისა და გამოყენებისათვის აკრძალურ ნივთიერებებს მიეკუთვნება. საქართველოში დაშვებულია მხოლოდ იმ პესტიციდების წარმოება, იმპორტი და გამოყენება, რომელიც რეგისტრირებულია საქართველოს სურსათის უვნებლობის, ვეტერინარიისა და მცენარეთა დაცვის სამსახურის მიერ. დღეისათვის ამ სამსახურში რეგისტრირებულია 168 მოქმედი პესტიციდური ნივთიერება და 350-მდე პესტიციდური პრეპარატი. ძირითადად ეს არის ევროკავშირისა და აშშ რეგისტრირებული პესტიციდები, რომლებიც შედის ევროკომისიის 91/414/EEC დირექტივების პირველ დანართში ან USEPA-ს მიერ რეგისტრირებულ აქტიურ ნივთიერებათა სიაში.

ჩვენს მიერ ჩატარდა მოკვლევა სტოკჰოლმისა და როტერდამის კონვენციის შესამე დანართით აკრძალულ ნივთიერებათა და საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის №133/ნ (26.03 2001) ბრძანებით („*საქართველოს ტერიტორიაზე საშიში ქიმიური ნივთიერებების წარმოების, გამოყენებისა და ექსპორტ-იმპორტის აკრძალვასა და მკაცრად შეზღუდულ გამოყენებას დაქვემდებარებული*“) განსაზღვრული ნივთიერებების ექსპორტ-იმპორტის შესახებ. ინფორმაცია მოძიებულ იქნა საქართველოს ფინანსთა სამინისტროს ვებ-გვერდიდან საგადასახადო-საბაჟო, ექსპორტ-იმპორტის ინფორმაცია [7]. ამ საიტების საშუალებით მოძიებულ იქნა ზემოაღნიშნული ნივთიერებების შესაბამისი კოდები (საგარეო-ეკონომიკური საქმიანობის ეროვნული სასაქონლო ნომენკლატურა – *სეს ესნ*) და მათი საშუალებით გადამოწმდა 2009-2011 წლებში ამ ნივთიერებების იმპორტ-ექსპორტი ქვეყანაში, საიდანაც დადგინდა, რომ მიუხედავად ქვეყანაში არსებული საკანონმდებლო აკრძალვებისა დიდი რაოდენობით შემოდის იმპორტის სახით საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის №133/ნ (26.03 2001) ბრძანებით აკრძალული ნივთიერებების სიაში შესული ქიმიკატები.

ამრიგად, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სწორედ ქიმიური ინფორმაციის მოპოვება გარემოს ხარისხის შესაფასებლად. ქიმიური დისციპლინების ლექციების კურსში უნდა აისახოს ქიმიური უსაფრთხოების პრობლემები, მათი გავლენა ადამიანის ორგანიზმზე; გარდა ამისა პრაქტიკული მეცადინეობების, სტუდენტური კონფერენციების, სხვადასხვაგვარი შეხვედრებისას სტუდენტები აქტიურად უნდა განიხილავენ ადამიანის უსაფრთხოებასთან დაკავშირებულ საკითხებს, აფასებდნენ პესტიციდების გამოყენებით შექ-

მნილ ეკოლოგიურ მდგომარეობას საქართველოში, სწავლობდნენ მოსახლეობის ჯანმრთელობისა და თანდაყოლილი პათოლოგიების შესახებ არსებულ რეალურ მონაცემებს. მხოლოდ საერთო ძალისხმევითაა შესაძლებელი უმაღლესი სასწავლებლების კურსდამთავრებულთა ეკოლოგიური კულტურის განვითარება, ადამიანის, საზოგადოებისა და ბუნების სწორი ურთიერთობების ჩამოყალიბება. სტუდენტთა ეკოლოგიური განათლება შეუძლებელია განხორციელდეს მხოლოდ ერთი დისციპლინის შესწავლის ფარგლებში. უწყვეტი ეკოლოგიური განათლების უზრუნველსაყოფად შექმნილ პროგრამებში გასათვალისწინებელია ტრადიციული ქიმიური დისციპლინების მიჯნაზე შექმნილი დისციპლინების შემოღება, რაც უმაღლესი სკოლის კურსდამთავრებულს საშუალებას მისცემს კლასიკური ზოგადპროფესიული საგნების შესწავლისას მიღებული ცოდნა გამოიყენოს რეალური ეკოლოგიური ამოცანების გადასაწყვეტად.

ლიტერატურა:

1. *საქართველოს ქიმიური პროფილი*. თბ., 2009.
2. საქართველოს კანონი „ნორმატიული აქტების შესახებ“
3. Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях; ПРОЕКТ РИСКОВ, Проект, подготовленный: Специальной рабочей группы по альфа-и бета-гексахлорциклогексану; Май, 2007
4. **А. А. Белявский, М. М. Падун, Р. С. Фурдуй.** Основы общей экологии. К., Лыбидь. 1995.
5. **В. В. Пржеко и др.** Экологический словарь. Учеб. пособие . Харьков, 1999.
6. **К. В. Корсак, О. В. Плахотник.** Основы экологии, - К.: МАУП, 2000
7. <http://www.poptoolkit.com/about/chemical/betahch.aspx>
8. <http://www.mof.ge/2066>; <http://www.mof.ge/3321>

ANTONINA MSKHILADZE, MINEDA CHANTURIA

ENVIRONMENTAL EDUCATION AND ECOLOGICAL ASPECTS OF CHIMICALA

The paper deals with environmental education and development aspects of: chemical safety problems, Georgiabased environmental standards, chemicalsmanagement, legal framework, environmental anthropogenic pollutants, theatmosphere in the distribution of sources, impacts on human health, plant andanimal organisms, their related environmental problem.

ირაკ ცოგია, ემა ჭურულაია, ხათუნა ფეროქა

ნანოტექნოლოგია წამალთმცოდნეობაში

ნანოტექნოლოგიათა განვითარების პერსპექტივებისადმი ყურადღება მთელ მსოფლიოში იზრდება. ახალი უდიდესი მიღწევები ტექნიკასა და ბუნებისმეტყველებაში – ქიმიასა და ფიზიკაში, ფარმაკოქიმიაში, მიკრობიოლოგიაში, მედიცინაში, სოფლის მეურნეობაში, ბუნებრივია რევოლუციურ ძვრებს იწვევს სოციალურ სფეროშიც. ნანოსამყარო მატერიალური სამყაროს საძირკველშია (ატომების და მოლეკულების დონეზე) განთავსებული და ამდენად, მეცნიერული კვლევების ყველა სფეროს მოიცავს.

ნანოტექნოლოგიების პროგრამირებულ ფართო კვლევებს დასაბამი მიეცა მას შემდეგ, რაც ამერიკის შეერთებული შტატების მთავრობამ 2000 წელს დაამტკიცა ნანოტექნოლოგიების ეროვნული ინიციატივის (National Nanotechnology Initiative-NNI) პროგრამა. მომდევნო წლებში მსგავსი პროგრამები მიიღეს მთელ რიგ სხვა ცივილიზებულ ქვეყნებშიც: იაპონიაში, გერმანიაში, ინგლისში, საფრანგეთში, ჩინეთში. ბევრ ქვეყანაში მოღვაწეობა, რომელიც დაკავშირებულია ნანოტექნოლოგიების უსაფრთხოების დადგენასთან, ინტენსიურად ვითარდება. ამერიკულმა საზოგადოებამ (მერიცან Society for Testing and Materials - ASTM) შეიმუშავა სტანდარტები, რომლებიც ტერმინებს, ნანონაწილაკთა დახასიათებას, ასევე ნანომასალათა სპეციფიკას ეხება.

ნანოტექნოლოგიებზე საუბრისას საყურადღებოა გამოჩენილი ფიზიკოსის, რიჩარდ ფეინმანის (Richard feynman, nobelis premia, 1965w.) მოსაზრება სუბატომურ სამყაროში ბევრი აუთვისებელი ადგილის არსებობის თაობაზე.

რ. ფეინმანის მიერ მეცნიერებისათვის დასახულ ამოცანაზე მოლეკულური სამყაროს, „ნანოსამყაროს“ კვლევის დაწყების აუცილებლობაზე, ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პასუხი იყო 1980-1981 წლებში IBM კომპანიის ციურიხის სამეცნიერო-კვლევით ლაბორატორიაში გ. ბინინგის და ჰ. როსერის მიერ მასკანირებელი ტუნელური მიკროსკოპის (Scanning Tunneling Microscope - STM) შექმნა.

მეთოდის ძალმოსილება ის არის, რომ მისი მეშვეობით შესაძლებელია ატომის ვიზუალიზაციის განხორციელება, მის მიგრაციაზე მოქმედება. ნანოსამყაროს კვლევებისათვის გამიზნული STM და AFT (Atomic Force Microscope) მეთოდების გარდა, მეცნიერები

წარმატებით იყენებდნენ სხვა მეთოდებსაც. დაგროვილმა მეცნიერულმა გამოცდილებამ უჩვენა, რომ არ არსებობს ადამიანის საქმიანობის ისეთი სფერო, რომელშიც ნანოსისტემების გამოყენებას ძირფესვიანი ცვლილებების გამოწვევა არ შეეძლოს.

მე-20 საუკუნის 80-იან წლებში საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სილიკატების ტექნოლოგიის კათედრა ატარებდა დიდ სამეცნიერო-კვლევით, საპროექტო და სამრეწველო სამუშაოებს ნანოტექნოლოგიების მიმართულებით.

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ქიმიისა და ქიმიური ტექნოლოგიების განყოფილების მხარდაჭერით მე-20 საუკუნის 90-იან წლებში ელექტროქიმიისა და არაორგანული ქიმიის ინსტიტუტის ხელმძღვანელობის წინადადებით (პროფ. ლ. ჯაფარიძე) ამავე ინსტიტუტში ჩამოყალიბდა ჯგუფი, რომელიც მუშაობდა სილიკატების ქიმიისა და ტექნოლოგიების მიმართულებით (ხელმძღვანელი, პროფ. თ. გაბადაძე). ჯგუფის პირველივე თემატიკა იყო მაღალი სიმტკიცის ალუმინსილიკატების სპეცნაწარმის მიღება. ნანოტექნოლოგიების დარგში მუშაობა მიმდინარეობდა კათედრაზე, სადაც მიღებულ იქნა მნიშვნელოვანი შედეგები, განსაკუთრებით ქვლეხებური მოლეკულური ხსნარების წარმოების მიმართულებით, რომელთა გამოყენებას დიდი პერსპექტივა აქვს მედიცინასა და ტექნიკაში.

ამჟამად, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ფარმაცევტული ტექნოლოგიების დეპარტამენტში პროფ. ა. ბაკურიძის ხელმძღვანელობით წარმატებით მიმდინარეობს კვლევები ნანოტექნოლოგიების დარგში. კერძოდ კი, სხვადასხვა დანიშნულების თვალის წვეთებისა და საინექციო ხსნარების ლიპოსომებში გადაყვანის მიზნით.

გარემოს დაცვის ამერიკული სააგენტო (Environmental Protection Agency - EPA) ატარებს კვლევებს ნანომასალათა გამოყენებით შექმნილი პროდუქტების ეკოლოგიურ უსაფრთხოებაზე. პირველ რიგში ეს ეხება ვერცხლის შემცველ ნაწარმს, რომელიც ხასიათდება ანტიმიკრობული თვისებებით.

ნანომედიცინის შემსწავლელი მეცნიერები ინტენსიურად მუშაობენ ინდივიდუალური წამლების გამოშვებაზე, რომლებშიც გათვალისწინებული იქნება თითოეული პაციენტის გენური ინფორმაცია და შესაბამისად უახლოეს მომავალში განხორციელდება ინდივიდუალურ პიროვნებაზე ორიენტირებული თერაპია.

ნანომასალების ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებათა და ბიოლოგიურ ქმედებათა ცვლილება

ნანომოცულობის მდგომარეობაში ნივთიერებათა ქცევის ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლები	ფიზიკო-ქიმიურ თვისებათა და ბიოლოგიურ (კერძოდ ტოქსიკური) ქმედებათა ცვლილება
დიდი სიმრუდის ფაზათაშორისი ზღვარის ქიმიურ ნივთიერებათა პოტენციალის ზრდა	ზედაპირზე ატომთა კავშირის ცვლილებას მიყვავართ მათი ქიმიური პოტენციალის ცვლილებასთან, ნანონაწილაკებისა და მათი კომპონენტების რეაქციული და კატალიზური თვისებებისა და ხსნადობის ცვლილებასთან
ნანომასალათა კუთრი ზედაპირის სიდიდე (წონის ერთეულის გათვალისწინებით)	აღსორბციული თვისებების ზრდამ და კატალიზურმა თვისებებმა შესაძლოა გამოიწვიონ თავისუფალი რადიკალების ზრდა და შემდგომში ბიოლოგიურ სტრუქტურა დაზიანება (ლიპიდები, ცილები ნუკლეინის მუკვები)
მაღალი აღსორბციული აქტივობა	შესაძლებელია ნანონაწილაკთა აღსორბცია სხვადასხვა კონტამინანტზე და უჯრედში მათი ტრანსპორტირება, რაც მკვეთრად ზრდის უკანასკნელის ტოქსიკურობას
მაღალი აკუმულაციის უნარი	მცირე ზომის გამო ნანონაწილაკები ვერ გამოიცილობა ორგანიზმის დამცავი სისტემების მიერ, არ ექვემდებარება ბიოტრანსფორმაციას და არ გამოიდევენება ორგანიზმიდან, რაც იწვევს ნანომასალათა დაგროვებას მცენარეულ, ცხოველურ ორგანიზმებში, მიკროორგანიზმებში და საბოლოოდ ზრდის მათ შეღწევადობას ადამიანის ორგანიზმში

ნანოტექნოლოგიებმა გამოყენების განსაკუთრებულად ფართო ასპარეზი პოვეს მედიცინაში, ქიმიის იმ დარგებში, რომლებიც ზედაპირულ მოვლენებთანაა დაკავშირებული (აღსორბცია, ქემოსორბცია, კატალიზი). ნანომედიცინის მიმართულებითაა მოსალოდნელი ადამიანის ჯანმრთელობისათვის ყველაზე მნიშვნელოვანი შედეგის მიღება. დაავადებათა გამომწვევი ობიექტები ნანოზომებით ხასიათდებიან. დღეს მათთან ბრძოლა სწორედ მათი თანაზომადი და კიდევ უფრო მცირე ნანონაწილაკებით და ნანოხელსაწყ-

ობით მიმდინარეობს, რაც მკურნალობის მეთოდების ეფექტურობას მნიშვნელოვნად ზრდის. ნანომასალების ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებათა და ბიოლოგიურ (კერძოდ ტოქსიკური) ქმედებათა ცვლილება მოცემულია ცხრილში.

ნანოტექნოლოგიების გამოყენებით დღეისათვის უკვე შექმნილია მთელი რიგი დაავადებების სამკურნალო ნანომედიკამენტები. ისინი მოლეკულურ დონეზე მოქმედებენ და პათოლოგიური უჯრედების მადალსელექციური გამორჩევის უნარით ხასიათდებიან. შექმნილია მოლეკულური ტუმბოები ადამიანის დაავადებულ ორგანოში მედიკამენტების ზუსტი მისამართით მისატანად (ნანოექტორები), უჯრედის დონეზე პათოლოგიური ცვლილებების აღრეული აღმოჩენისა და დიაგნოსტიკის, რასაც გადამწვევტი მნიშვნელობა აქვს დაავადების დროული მკურნალობისათვის. რაც შეეხება ავთვისებიანი სიმსივნის პრობლემის დაძლევას ნანოტექნოლოგიური მეთოდით, ამ მიმართულებით

ბევრი რამაა მიღწეული, მაგრამ ბევრი ისევ კვლევის პროცესშია. უმთავრესი აქ მაინც აღრეული დიაგნოსტიკაა, რაც მკურნალობას აიოლებს. სწორედ კიბოს დროული გამოვლენა და სწრაფი, შედარებით იოლი მეთოდებით მკურნალობაა ბევრი განვითარებული ქვეყნის კიბოსთან ბრძოლის მთავარი სტრატეგია. მის ხერხემალს სწორედ ნანოტექნოლოგიური მასალები და ზემგრძობიარე ნანოხელსაწყოები წარმოადგენენ.

ნანოტექნოლოგიების განვითარება, მისი დადებითი შესაძლებლობების სწორი, მიზანმიმართული გამოყენება უახლოეს მომავალში შეცვლის სამყაროს, საზოგადოებას და ზოგადად, კაცობრიობის ცხოვრების წესს.

ლიტერატურა:

1. **დ. ჯიშიაშვილი.** ნანოტექნოლოგიის შესავალი. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის გამომცემლობა. თბილისი, 2007.
2. **ა. გერასიმოვი.** ნანოტექნოლოგიების საწყისები. თბილისი, 2009.
3. **ა. ბიბილაშვილი.** ნანოტექნოლოგია და ახალი მასალები. თსუ გამომცემლობა. თბილისი, 2011.
4. **შ. სიღამონიძე.** ნანოქიმია. თბილისი, 2011.
5. **Ф. В. Баллюзек, А. С. Куркаев, Л. Сенте.** Нанотехнологии для медицины. Издательство: Санкт – Петербург, 2008.
6. **Н. Д. Бунятан, Д. Б. Утешев, А. Н. Яворский.** Оценка риска и безопасности нанотехнологии в медицине. – „Фармация“ 8, 2008.

IRMA TSOMAIA, EMMA CHURGULIA, KHATUNA TSERODZE

NANOTECHNOLOGY IN PHARMACOLOGY

Nanotechnology is one of intensively developing branch of science in many fields, including medicine and pharmaceutical. Nowadays many drugs are created for curing number of diseases by using nanotechnology. By using nanomaterials and nanotechnology, it is possible to diagnosis the current pathological changes in body in early stage which is crucial for curing diseases in time.

აკტორები

- **ალექსანდრე მიმინოშვილი** – ფიზიკის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **როინ ბერია** – ფიზიკის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასისტენტ-პროფესორი
- **იზოლდა გაბისონია** – ფიზიკის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- **ვლადიმერ კირცხალია** – ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი
- **რამაზ შამუგია** – მათემატიკის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- **ნატო თოლორაია** – ფიზიკის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- **ლალი ახალაძე** – ბიოლოგიის დოქტორი, ზაზა ფანასკერტელის სახელობის სამედიცინო კოლეჯის ასოცირებული პროფესორი
- **მიხეილ ხანანაშვილი** – მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსი. ივ. ბერიტაშვილის სახელობის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტის პროფესორი
- **მანანა ჩიხლაძე** – ბიოლოგიის დოქტორი, ალერგოლოგიის, ასთმისა და კლინიკური იმუნოლოგიის ინსტიტუტის დირექტორი, პროფესორი.
- **მანანა ბერუღავა** – ბიოლოგიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- **ვაჟა თოდუა** – ბიოლოგიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **ნანა ჯანუყაშვილი** – ბიოლოგიის მეცნიერებათა დოქტორი, ბოტანიკის ინსტიტუტი
- **ხათუნა მებონია** – ბიოლოგიის მაგისტრი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- **მარინა ზარქუა** – ბიოლოგიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **დარეჯან გელაშვილი** – ბიოლოგიის მაგისტრი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- **მელორ ალფენიძე** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი
- **მერაბ გონგაძე** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **ლანა მზარეულა** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასისტენტ პროფესორი
- **კობა კორსანტია** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასისტენტ პროფესორი
- **თენგიზ გორდუზიანი** – გეოგრაფიის დოქტორი. ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- **რევაზ თოლორდავა** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- **მალხაზ დვინჯილია** – გეოგრაფიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- **ზურაბ ფაჩულია** – ქიმიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სრული პროფესორი

- ანტონ ჩიქვანი – დოქტორანტი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- ნარგიზა ჭელიძე – ქიმიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- ანტონინა მსხილაძე – ქიმიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- მინედა ჭანტურია – ქიმიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- ირმა ცომაია – ქიმიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი
- ემა ჭურღულია – ქიმიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- ხათუნა წეროძე – დოქტორანტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

AUTHORS

- **Aleksander Miminoshvili.** Doctor of Physics, Associate Professor of Sokhumi State University
- **Roin Beria.** Doctor of Physics, Assistant Professor of Sokhumi State University
- **Izolda Gabisonia.** Doctor of Physics, Sokhumi State University
- **Vladimer Kirtskalia.** Doctor of Physico–Mathematical Sciences, Professor of Sokhumi State University
- **Ramaz Shamugia.** Doctor of Mathematical, Sokhumi State University
- **Nato Toloraia.** Doctor of Physics, Sokhumi State University
- **Lali Akhaladze.** Doctor of Biology
- **Mikheil Khananashvili.** Doctor of Medical Sciences
- **Manana Chichladze.** Doctor of Biology
- **Manana Berulava.** Doctor of Biology, Sokhumi State University
- **Vazha Todua.** Doctor of Biology, Associate Professor of Sokhumi State University
- **Nana Janukashvili.** Doctor of Biology
- **Khatuna Mebonia.** Master of sciences in biology
- **Marina Zarkua.** Doctor of Biology, Associate Professor of Sokhumi State University
- **Darejan Gelashvili.** Master of sciences in biology
- **Melor Alpenidze.** Doctor of Geography Sciences, Professor of Sokhumi State University
- **Merab Gongadze.** Doctor of Geography, Associate Professor of Sokhumi State University
- **Lana Mzarelua.** Doctor of Geography, Assistant Professor of Sokhumi State University
- **Koba Korsantia.** Doctor of Geography, Assistant Professor of Sokhumi State University
- **Tengiz Gordeziani.** Doctor of Geography, Tbilisi State University
- **Revaz Tolordava.** Doctor of Geography, Associate Professor of Sokhumi State University
- **Malkhaz Gvinjilia.** Doctor of Geography, Associate Professor of Sokhumi State University
- **Zurab Pachulia.** Doctor of Chemistry Sciences, Professor of Sokhumi State University
- **Nargiza Chelidze.** Doctor of Chemistry, Sokhumi State University
- **Antonina Mskhiladze.** Doctor of Chemistry, AssProfessor of Sokhumi State University
- **Mineda Chanturia.** Doctor of Chemistry, AssProfessor of Sokhumi State University
- **Irma Tsomaia.** Doctor of Chemistry, AssProfessor of Sokhumi State University
- **Emma Churgulia.** Doctor of Chemistry, Sokhumi State University

ავტორებისათვის

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომებში (საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია) გამოსაქვეყნებლად მოტანილი ან გამოგზავნილი მასალა უნდა იყოს აკრეფილი ფონტით AcadNusx (ზომა – 12, ინტერვალი – 1,5). სქოლიო უნდა იყოს ასევე AcadNusx-ში (ზომა – 10, ინტერვალი – 1,5). უცხო ენებზე აკრეფილი ტექსტი უნდა იყოს აკრეფილი Times New Roman-ში, ძირითადი ტექსტის ან სქოლიოს შესაბამისი ზომებით. სტატიას თან უნდა ახლდეს რეზიუმე (1000 ასო-ნიშანი, ნახევარი გვერდიდან ერთ გვერდამდე) ქართულ და ინგლისურ ენებზე. სქოლიოს დაკაბადონების წესების შესახებ იხ. „შრომები“ (საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია), ტ. X თბ., 2011 ვებ-გვერდზე:

http://sou.edu.ge/index.php?lang_id=GEO&sec_id=170

რედაქციის მისამართი:

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,

ქ. თბილისი, 0186,

ანა პოლიტოვსკაიას ქ. №9,

ტელ.: 254-14-12

E-mail: zpapaskiri@gmail.com

Web-site: <http://www.sou.edu.ge>

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
შრომები. X
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სერია

PROCEEDINGS OF SOKHUMI STATE UNIVERSITY. X
Natural Sciences Series

ტირაჟი: 100 ეგზემპლარი.

დაიბეჭდა გამომცემლობაში „*მერიდიანი*“:
მისამართი: ქ. თბილისი, ალ. ყაზბეგის, 47;
ტელ.: 239-15-22
E-mail: info@meridianpub.com

Printed in Publishing House “*MERIDIANI*”
Address: 47, Al. Kazbegi Av., Tbilisi, Georgia.
Tel.: +995-32-239-15-22
E-mail: info@meridianpub.com

ISSN 1987-6998

