

ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემია

XXV

მეცნიერებათა
მეცნიერებათა

მეცნიერებათა XXV

ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემია

ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემია
Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences

შ რ ო მ ე ბ ი
PROCEEDINGS
XXV

რეცენზირებადი და რეფერირებადი სამეცნიერო ჟურნალი
Peer-reviewed and refereed scientific journal

Google Scholar

თბილისი 2025
Tbilisi 2025

მთავარი რედაქტორი: თემურ ჩილაჩავა

რედაქტორები: ოთარ ჭკადუა, თემურ შენგელია

პასუხისმგებელი მდივანი: გიორგი ფოჩხუა

სარედაქციო საბჭო

სანდრა პინელასი, პორტუგალია (მათემატიკა), მარია კორნელია ბარლიბა, რუმინეთი (კულტუროლოგია), ბადრი გოგია, საფრანგეთი (ისტორია), ნიკოლა დურა, რუმინეთი (თეოლოგია), ტანია კაპიკი, საბერძნეთი (ტურიზმი), კატალინა მიტიტელუ, რუმინეთი (თეოლოგია), ანზორ მიქაია, აშშ (ქიმია), ჰენრიკ პაპროცკი, პოლონეთი (თეოლოგია), დავით ყოლბაია, პოლონეთი (ისტორია).

სარედაქციო კოლეგია

ჭიათურისა და საჩხერის მიტროპოლიტი დანიელი (დათუაშვილი), როინ მეტრეველი, ოთარ ჟორდანია, თემურ ჩილაჩავა, ოთარ ჭკადუა, თეიმურაზ შენგელია, ზოია ადამია, მერი გაბედავა, ნუგზარ ებანოიძე, ეკა ვარდოშვილი, თამარ კაჭარავა, ნუგზარ კერესელიძე, გია კვაშილავა, მაია მარღანია, ჰამლეტ მელაძე, ტიტე მოსია, ქეთევან პავლიაშვილი, ავთანდილ სილაგაძე, ნონა უშვერიძე, გიორგი ფოჩხუა, გულნარა ქარჩავა, მალხაზ ლვინჯილია, ვაჟა შენგელია, რაულ ჩილაჩავა, ნოდარ ჩხარტიშვილი, მინედა ჭანტურია, გულნაზ ხუხუა, თემურ ჯანგველაძე, ლევან ჯინჯიხაძე, ჯემალ ჯინჯიხაძე.

Editor-in-Chief: Temur Chilachava

Editors: Otar Chkadua, Temur Shengelia

Executive Secretary: George Pochkhua

EDITORIAL COUNCIL

Sandra Pinelas, Portugal (Mathematics), Maria Cornelia Barliba, Romania (Culture Studies), Badri Gogia, France (History), Nikola Dura, Romania (Theology), Tania Kapiki, Greece (Tourism), Katalina Mititelu, Romania (Theology), Anzor Mikaia, USA (Chemistry), Henrik Paprotsky, Poland (Theology), David Kolbaia, Poland (History).

EDITORIAL BOARD

Metropolitan Daniel (Datuashvili) of Chiatura and Sachkhere Eparchy, Roin Metreveli, Otar Zhordania, Temur Chilachava, Otar Chkadua, Teimuraz Shengelia, Zoia Adamia, Meri Gabedava, Mineda Chanturia, Raul Chilachava, Nodar Chkhartishvili, Nugzar Ebanoidze, Malkhaz Ghvinjilia, Temur Jangveladze, Jemal Jinjikhadze, Levan Jinjikhadze, Tamar Kacharava, Gulnara Karchava, Nugzar Kereselidze, Gulnaz Khukhua, Gia Kvashilava, Maia Marghania, Hamlet Meladze, Tite Mosia, Ketevan Pavliashvili, George Pochkhua, Avtandil Silagadze, Vazha Shengelia, Nona Ushveridze, Eka Vardoshvili.

მისამართი:

ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემია

საქართველო, 0186, თბილისი, მ. თამარაშვილის ქ. 15ა

Address:

Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences

15a Tamarashvili st., 0186, Tbilisi, Georgia

www.taas.ge; info@taas.ge; Tel. 555 72 05 05

© ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემია

© Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences

ISSN 2233-3363 (Print)

ISSN 2720-8370 (On-line)

უკ (UDC) 908(479.224)

c-998

MATHEMATICAL MODEL DESCRIBING THE PROCESS OF INTERACTION BETWEEN GEORGIAN, LAZ, MINGRELIAN, AND SVAN POPULATIONS

Temur Chilachava

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, President
of Tskhum-Amkhazian Academy of Sciences, Sokhumi
State University, Professor

E-mail: temo_chilachava@yahoo.com

Gia Kvashilava

Doctor of Mathematics and Economics, President of the
Academy of Phasis, Member of the Tskhum-Abkhazian
Academy of Sciences, Caucasus International University,
Professor

E-mail: gia.kvashilava@tsu.ge

George Pochkhua

Doctor of Mathematics, Corresponding Member of the
Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences, Sokhumi State
University, Assistant Professor

E-mail: g.pochkhua@sou.edu.ge

*Presented by the Institute of Mathematics named after Academician Ilia Vekua of the
Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences*

Abstract. This paper examines the fourth period of Kartvelian population transformation, during which Laz and Mingrelian languages emerged from the Zan linguistic base, leading to the formation of four Kartvelian languages: Georgian, Laz, Mingrelian, and Svan. This process involves internal linguistic-cultural interactions and external influences (assimilation, dissimilation).

A mathematical model, formulated as a four-dimensional nonlinear dynamic system, describes the interactions and demographic changes of Kartvelian populations, incorporating demographic parameters, linguistic-cultural interactions, and external factors (wars, migrations, epidemics).

The model enables analysis of historical development. Methods for finding first integrals in four- and three-dimensional systems are discussed. Using two first integrals, the system is reduced to a two-dimensional system, capturing Georgian-Laz linguistic dynamics, with Mingrelian and Svan population sizes derived algebraically.

Theorems establish the coexistence dynamics of Georgian, Laz, Mingrelian, and Svan populations. The Poincaré-Bendixson theorem confirms closed integral trajectories, ensuring no Kartvelian language group becomes extinct.

Keywords: *Mathematical model, transformation of the Proto-Kartvelian population, Georgian, Laz, Mingrelian, and Svan populations and languages, mathematical models, Lotka-Volterra system, analytical solution, first integrals, four-dimensional hyperspace, Poincaré-Bendixson theorem.*

Introduction. The study of a range of social processes - such as information warfare, assimilation of peoples, globalization, predicting political election results, resolution of political conflicts through economic cooperation, secession of regions, territorial integrity of states, etc. - is of great theoretical and practical interest. From our point of view, the only scientific approach for adequately and quantitatively describing these pressing issues is the creation of **mathematical models** and the study of the corresponding **mathematical problems** [1–8].

Synergetics gave a powerful push using of mathematical models in social sciences. Mathematical modeling of social processes compared to modeling in natural science is more original due to the complexity of model justifications.

From a historical point of view, we see mathematical modeling as an innovative approach to describe the area of distribution of the Proto-Kartvelian speaking population and the process of further transformation of the language, determining the number of the population speaking the corresponding language in each time period.

To describe the process of transformation of the Proto-Kartvelian population into four populations speaking four different languages, Georgian, Mengrelian, Laz and Svan, we divided mathematical modeling into four separate stages: the first stage (L–XXV BC), at the end of which there is a division of the Proto-Kartvelian population into three parts: the first part emigrated to Europe and gradually completely or partially assimilated, the second part speaking the Svan language, the third part speaking the Colchian-Georgian language; second stage (XXV–X century BC), at the end of which the Colchian-Georgian population fell into two parts: the Colchian and Georgian populations; the third stage (X–I century BC. e.), at the end of which the Colchian population broke up into Mengrelian and Laz; moreover, in (X–III century BC) the Colchian population prevailed over others, and in (III–I century BC. e.) the Georgian population prevailed over others; the fourth stage (1st century BC – to this day), when four multilingual populations Georgian, Mengrelian, Laz, Svan live peacefully in the Caucasus and western Asia in a small area.

Mathematical modeling of the first stage is considered in [9]. Mathematical and computer modeling of the second stage is considered in [10–12]. Mathematical modeling of the third stage is considered in [13]. Computer modeling of the third stage is considered in [14].

1. MATHEMATICAL MODEL OF THE POPULATION DYNAMICS OF GEORGIAN, LAZ, MINGRELIAN, AND SVAN POPULATIONS (1ST CENTURY BC TO PRESENT)

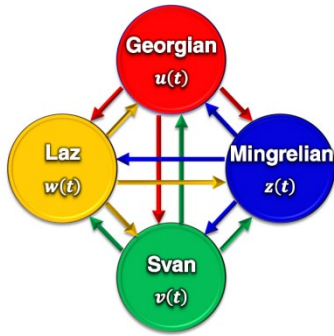


Fig. 1.1

Problem Statement. This study presents a general mathematical model designed to describe the quantitative changes in the populations of Georgian, Laz, Mingrelian, and Svan communities, including the processes of ongoing linguistic-cultural influences and interactions, spanning from the 1st century BC to the present day (see Fig. 1.1).

The aforementioned model is presented below in the form of a four-dimensional nonlinear dynamic system with variable coefficients, where each equation correspondingly describes the processes of quantitative changes in the populations of Georgian, Laz, Mingrelian, and Svan populations. This system is formalized as follows:

$$\begin{cases} \frac{du(t)}{dt} = \alpha_{10}(t)u(t) + \gamma_{15}(t)w(t)u(t) + \gamma_{16}(t)z(t)u(t) + \gamma_{17}(t)v(t)u(t) - \delta_6(t)u(t) \\ \frac{dw(t)}{dt} = \alpha_{11}(t)w(t) - \gamma_{18}(t)u(t)w(t) + \gamma_{19}(t)z(t)w(t) + \gamma_{20}(t)v(t)w(t) - \delta_7(t)w(t) \\ \frac{dz(t)}{dt} = \alpha_{12}(t)z(t) - \gamma_{21}(t)u(t)z(t) - \gamma_{22}(t)w(t)z(t) + \gamma_{23}(t)v(t)z(t) - \delta_8(t)z(t) \\ \frac{dv(t)}{dt} = \alpha_{13}(t)v(t) - \gamma_{24}(t)u(t)v(t) - \gamma_{25}(t)w(t)v(t) - \gamma_{26}(t)z(t)v(t) - \delta_9(t)v(t) \end{cases} \quad (1.1)$$

$$u(t_4) = u_4, \quad w(t_4) = w_4, \quad z(t_4) = z_4, \quad v(t_4) = v_4$$

where $u(t), w(t), z(t), v(t) \in C^1[t_4, t_5]$; $\alpha_i(t) \in C[t_4, t_5]$, $i = \overline{10-13}$, $\alpha_{13}(t) > 0$; $\gamma_j(t) \in C[t_4, t_5]$, $\gamma_j(t) > 0$, $j = \overline{15-26}$; $\delta_k(t) \in C[t_4, t_5]$, $\delta_k(t) > 0$, $k = \overline{6-9}$; $t \in [t_4, t_5]$, $t_4 = 4900$ years (1st century BC) and $t_5 = 7025$ years (2025 CE); $u(t)$ represents the number of the Georgian-speaking population at time t ; $w(t)$ represents the number of the Laz-speaking population at time t ; $z(t)$ represents the number of the Mingrelian-speaking population at time t ; $v(t)$ represents the number of the Svan-speaking population at time t ; $\alpha_i(t)$, $i = \overline{10-13}$, corresponds to the demographic factors of the Georgian, Laz, Mingrelian, and Svan populations, respectively, i.e., the natural birth-death rate; $\gamma_j(t)$, $j = \overline{15-26}$, corresponds to the coefficients of interaction (assimilation) among these linguistic groups; $\delta_k(t) > 0$, $k = \overline{6-9}$, corresponds to the losses of the aforementioned linguistic groups (due to wars, ecosystems, migrations, and other external factors).

The mathematical model presented in (1.1) belongs to the class of nonlinear dynamic systems, which, through the analysis of historical-archaeological, linguistic, and ethnographic materials, it accounts for demographic factors (birth rates, mortality rates), migration, socio-economic conditions (urbanization, living conditions, economic stability), and historical events (wars, epidemics, cultural assimilations).

Thus, this mathematical model enables the study of the historical development dynamics of populations speaking Kartvelian languages, as well as the impact of key factors that determine the processes of integration or differentiation among them.

2. FIRST INTEGRALS OF FOUR- AND THREE-DIMENSIONAL NONLINEAR DYNAMIC SYSTEMS

Suppose that the coefficients of the dynamic system (1.1) are constant. In this case, the Cauchy problem for system (1.1) can be rewritten as follows:

$$\begin{cases} \frac{du(t)}{dt} = (\alpha_{10} - \delta_6)u(t) + \gamma_{15}w(t)u(t) + \gamma_{16}z(t)u(t) + \gamma_{17}v(t)u(t) \\ \frac{dw(t)}{dt} = (\alpha_{11} - \delta_7)w(t) - \gamma_{18}u(t)w(t) + \gamma_{19}z(t)w(t) + \gamma_{20}v(t)w(t) \\ \frac{dz(t)}{dt} = (\alpha_{12} - \delta_8)z(t) - \gamma_{21}u(t)z(t) - \gamma_{22}w(t)z(t) + \gamma_{23}v(t)z(t) \\ \frac{dv(t)}{dt} = (\alpha_{13} - \delta_9)v(t) - \gamma_{24}u(t)v(t) - \gamma_{25}w(t)v(t) - \gamma_{26}z(t)v(t) \\ u(t_4) = u_4, \quad w(t_4) = w_4, \quad z(t_4) = z_4, \quad v(t_4) = v_4 \end{cases} \quad (2.1)$$

As a result of transforming the dynamic system (2.1), we obtain:

$$\begin{cases} \frac{du(t)}{u dt} = (\alpha_{10} - \delta_6) + \gamma_{15}w(t) + \gamma_{16}z(t) + \gamma_{17}v(t) \\ \frac{dw(t)}{w dt} = (\alpha_{11} - \delta_7) - \gamma_{18}u(t) + \gamma_{19}z(t) + \gamma_{20}v(t) \\ \frac{dz(t)}{z dt} = (\alpha_{12} - \delta_8) - \gamma_{21}u(t) - \gamma_{22}w(t) + \gamma_{23}v(t) \\ \frac{dv(t)}{v dt} = (\alpha_{13} - \delta_9) - \gamma_{24}u(t) - \gamma_{25}w(t) - \gamma_{26}z(t) \\ (t_4) = u_4, \quad w(t_4) = w_4, \quad z(t_4) = z_4, \quad v(t_4) = v_4 \end{cases} \quad (2.2)$$

To ensure the adequacy and non-triviality of the mathematical model (2.1), it is necessary that the constant coefficients of the system satisfy the following additional condition:

$$\begin{cases} \alpha_{10} - \delta_6 < 0 \\ \alpha_{13} - \delta_9 > 0 \end{cases} \quad (2.3)$$

The first condition of system (2.3) indicates that the number of the Georgian-speaking population decreases at time t due to demographic and other factors. However, this decline is balanced by the assimilation of the Laz, Mingrelian, and Svan linguistic groups, which contributes to an increase in the Georgian population. Simultaneously, according to the second condition of system (2.3), the Svan-speaking population naturally increases, but its growth is

slowed by the influence of the Georgian, Laz, and Mingrelian populations, which is associated with linguistic, cultural, and socio-economic transformation processes.

To investigate the system of equations (2.1), it is necessary to find the first integral. In this regard, if we add the first and fourth equations of system (2.2) and subtract the second and third equations of the same system from the resulting sum, we obtain the following equality:

$$\begin{aligned} \frac{du(t)}{u dt} + \frac{dv(t)}{v dt} - \frac{dw(t)}{w dt} - \frac{dz(t)}{z dt} = & (\alpha_{10} - \delta_6) + (\alpha_{13} - \delta_9) - (\alpha_{11} - \delta_7) - \\ & - (\alpha_{12} - \delta_8) + (\gamma_{18} + \gamma_{21} - \gamma_{24})u(t) + (\gamma_{15} + \gamma_{22} - \gamma_{25})w(t) + \\ & + (\gamma_{16} - \gamma_{19} - \gamma_{26})z(t) + (\gamma_{17} - \gamma_{20} - \gamma_{23})v(t). \end{aligned} \quad (2.4)$$

Let us assume that the constant coefficients of equation (2.4) satisfy the following additional system:

$$\begin{cases} (\alpha_{10} - \delta_6) + (\alpha_{13} - \delta_9) - (\alpha_{11} - \delta_7) - (\alpha_{12} - \delta_8) = 0 \\ \gamma_{18} + \gamma_{21} - \gamma_{24} = 0 \\ \gamma_{15} + \gamma_{22} - \gamma_{25} = 0 \\ \gamma_{16} - \gamma_{19} - \gamma_{26} = 0 \\ \gamma_{17} - \gamma_{20} - \gamma_{23} = 0 \end{cases} . \quad (2.5)$$

These conditions do not contradict the system (2.3).

Taking into account the conditions of (2.3) and (2.5), equation (2.4) can be rewritten as follows:

$$\frac{du(t)}{u dt} + \frac{dv(t)}{v dt} - \frac{dw(t)}{w dt} - \frac{dz(t)}{z dt} = 0. \quad (2.6)$$

From this, in the phase hyperspace of solutions $(O, v(t), z(t), w(t), u(t))$, we obtain the first integral of the Cauchy problem for the dynamic system (2.1):

$$\left[\ln \frac{u(t)v(t)}{w(t)z(t)} \right]' = 0 \Leftrightarrow \frac{u(t)v(t)}{w(t)z(t)} = \text{const} \Leftrightarrow u(t)v(t) = pw(t)z(t), \quad (2.7)$$

where $p \equiv \frac{u_4 v_4}{w_4 z_4} = \text{const} > 0$.

Equation (2.7) represents a nonlinear relationship (equation) among the four unknown functions, indicating that this equality remains invariant over time t , and the unknowns are interdependent. Equation (2.7) defines a certain hypersurface in the phase space of solutions $(O, v(t), z(t), w(t), u(t))$ for the four-dimensional dynamic system (2.1). As previously noted, (2.7) characterizes a four-dimensional hyperspace that expresses the mutual dependence of the system's state variables in (2.1), where the variation of one unknown significantly affects the others. The stability of such interdependence is crucial for understanding the long-term behavior of the system, as it underlies the balance and stability of the processes involved.

Let us consider the first three equations of system (2.2), and multiply the second equation by 2. As a result, we obtain the following system of equations:

$$\begin{cases} \frac{du(t)}{u dt} = (\alpha_{10} - \delta_6) + \gamma_{15}w(t) + \gamma_{16}z(t) + \gamma_{17}v(t) \\ 2 \frac{dw(t)}{w dt} = 2(\alpha_{11} - \delta_7) - 2\gamma_{18}u(t) + 2\gamma_{19}z(t) + 2\gamma_{20}v(t). \\ \frac{dz(t)}{z dt} = (\alpha_{12} - \delta_8) - \gamma_{21}u(t) - \gamma_{22}w(t) + \gamma_{23}v(t) \end{cases} \quad (2.8)$$

If we add the first and third equations of system (2.8) and then subtract the second equation of the same system from the resulting sum, we obtain the following equality:

$$\begin{aligned} \frac{du(t)}{u dt} + \frac{dz(t)}{z dt} - 2 \frac{dw(t)}{w dt} &= (\alpha_{10} - \delta_6) + (\alpha_{12} - \delta_8) - 2(\alpha_{11} - \delta_7) + (2\gamma_{18} - \gamma_{21})u(t) + \\ &+ (\gamma_{15} - \gamma_{22})w(t) + (\gamma_{16} - 2\gamma_{19})z(t) + (\gamma_{17} + \gamma_{23} - 2\gamma_{20})v(t). \end{aligned} \quad (2.9)$$

To find the second first integral, it is necessary to examine the conditions under which the right-hand side of equation (2.9) becomes zero. If we assume that the right-hand side of identity (2.9) vanishes for all values of t , then each term must independently be equal to zero.

Thus, the constant coefficients in equation (2.9) must satisfy the following additional conditions:

$$\begin{cases} (\alpha_{10} - \delta_6) + (\alpha_{12} - \delta_8) - 2(\alpha_{11} - \delta_7) = 0 \\ 2\gamma_{18} - \gamma_{21} = 0 \\ \gamma_{15} - \gamma_{22} = 0 \\ \gamma_{16} - 2\gamma_{19} = 0 \\ \gamma_{17} + \gamma_{23} - 2\gamma_{20} = 0 \end{cases} \quad (2.10)$$

which do not contradict systems (2.3) and (2.5).

If system (2.10) holds, then the identity (2.9) takes the following form:

$$\frac{du(t)}{u dt} + \frac{dz(t)}{z dt} - 2 \frac{dw(t)}{w dt} = 0 \Leftrightarrow \left[\ln \frac{u(t)z(t)}{w^2(t)} \right]' = 0,$$

from which, in the phase space of solutions $(O, z(t), w(t), u(t))$, we obtain the second first integral of the Cauchy problem for the dynamic system (2.1):

$$u(t)z(t) = qw^2(t). \quad (2.11)$$

where $q \equiv \frac{u_4 z_4}{w_4^2} = \text{const} > 0$.

From (2.7) and (2.11), we derive the following system:

$$\begin{cases} u(t)v(t) = pw(t)z(t) \\ u(t)z(t) = qw^2(t) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} v(t) = p \frac{w(t)z(t)}{u(t)} \\ z(t) = q \frac{w^2(t)}{u(t)} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} v(t) = pq \frac{w^3(t)}{u^2(t)} \\ z(t) = q \frac{w^2(t)}{u(t)} \end{cases} \quad (2.12)$$

Accounting for the system of relations (2.12), the four-dimensional dynamic system (2.1) is reduced to the following two-dimensional dynamic system containing only the unknown functions $u(t)$ and $w(t)$:

$$\begin{cases} \frac{du(t)}{u dt} = (\alpha_{10} - \delta_6)u(t) + \gamma_{15}w(t)u(t) + \gamma_{16}qw^2(t) + \gamma_{17}pq \frac{w^3(t)}{u(t)} \\ \frac{dw(t)}{w dt} = (\alpha_{11} - \delta_7)w(t) - \gamma_{18}u(t)w(t) + \gamma_{19}q \frac{w^3(t)}{u(t)} + \gamma_{20}pq \frac{w^4(t)}{u^2(t)}, \\ u(t_4) = u_4, \quad w(t_4) = w_4 \end{cases} \quad (2.13)$$

Let us now introduce the following notations:

$$\begin{cases} F_1(u(t), w(t)) \equiv (\alpha_{10} - \delta_6)u(t) + \gamma_{15}w(t)u(t) + \gamma_{16}qw^2(t) + \gamma_{17}pq \frac{w^3(t)}{u(t)} \\ F_2(u(t), w(t)) \equiv (\alpha_{11} - \delta_7)w(t) - \gamma_{18}u(t)w(t) + \gamma_{19}q \frac{w^3(t)}{u(t)} + \gamma_{20}pq \frac{w^4(t)}{u^2(t)}. \end{cases} \quad (2.14)$$

To study the nonlinear system of differential equations (2.13), let us consider the divergence of the vector field $\vec{F}(F_1, F_2)$:

$$\begin{aligned} G(w, u) \equiv \operatorname{div} \vec{F} &= \frac{\partial F_1(u, w)}{\partial u} + \frac{\partial F_2(u, w)}{\partial w} = (\alpha_{10} - \delta_6) + (\alpha_{11} - \delta_7) + \gamma_{15}w(t) - \\ &- \gamma_{18}u(t) + 3\gamma_{19}q \frac{w^2(t)}{u(t)} + (4\gamma_{20} - \gamma_{17})pq \frac{w^3(t)}{u^2(t)}. \end{aligned} \quad (2.15)$$

Let us now consider the curve in the phase plane $(O, w(t), u(t))$, on which the divergence of the vector field vanishes:

$$G(w, u) = 0. \quad (2.16)$$

3. THEOREMS ON THE COEXISTENCE OF GEORGIAN, LAZ, MINGRELIAN, AND SVAN POPULATIONS

For equation (2.16), we consider three cases below [7].

First Case. Suppose the following condition is satisfied:

$$\begin{cases} (\alpha_{10} - \delta_6) + (\alpha_{11} - \delta_7) = 0 \\ 4\gamma_{20} - \gamma_{17} = 0 \end{cases}. \quad (3.1)$$

which does not contradict the previously established conditions (2.3), (2.5), and (2.10). In this case, the divergence of the vector field in (2.15) and (2.16) becomes zero on the following curve in the phase plane $(O, w(t), u(t))$:

$$\begin{aligned} G(w, u) &= \gamma_{15}w(t) - \gamma_{18}u(t) + 3\gamma_{19}q \frac{w^2(t)}{u(t)} = 0 \Leftrightarrow \\ \gamma_{18}u^2(t) - \gamma_{15}w(t)u(t) - 3\gamma_{19}qw^2(t) &= 0. \end{aligned} \quad (3.2)$$

Let us introduce a new notation in (3.2):

$$\varphi \equiv \frac{u}{w}.$$

such that $u = \varphi w$. Substituting into equation (3.2), we obtain the quadratic equation:

$$\begin{aligned} w^2(t) [\gamma_{18}\varphi^2(t) - \gamma_{15}\varphi(t) - 3\gamma_{19}q] &= 0 \Leftrightarrow \\ \gamma_{18}u^2(t) - \gamma_{15}w(t)u(t) - 3\gamma_{19}qw^2(t) &= 0. \end{aligned} \quad (3.3)$$

since $w \neq 0$.

We seek the positive solution of (3.3):

$$\varphi = \frac{\gamma_{15} + \sqrt{\gamma_{15}^2 + 12\gamma_{18}\gamma_{19}q}}{2\gamma_{18}},$$

since only the first quadrant of the phase plane $(O, w(t), u(t))$ has physical meaning.

Thus, (3.2) represents a half-line located in the phase plane of solutions $(O, w(t), u(t))$ of system (2.13), passing through the origin of the coordinate system. The half-line is expressed as follows:

$$\begin{cases} u = \varphi w \\ \varphi = \frac{\gamma_{15} + \sqrt{\gamma_{15}^2 + 12\gamma_{18}\gamma_{19}q}}{2\gamma_{18}} = \text{const} > 0. \\ w(t) > 0 \end{cases} \quad (3.4)$$

The following theorem holds true.

Theorem 3.1. The problem (2.13), (2.14), (2.3), (2.5), (2.10), (3.1) has a solution in the form of a closed integral trajectory within some simply connected domain $D \subset (O, w(t), u(t))$ in the first quadrant of the phase plane of solutions $(O, w(t), u(t))$ with physical significance, where the solution is entirely contained.

Proof. Consider a curve located on the phase plane $(O, w(t), u(t))$, where the divergence of the vector field $\vec{F}(F_1, F_2)$ is equal to zero. Taking into account equations (2.15) and (3.1), the curve (3.2) will be a half-line of the form described in (3.4).

The divergence of the vector field $\vec{F}(F_1, F_2)$ becomes zero in the first quadrant of the phase plane $(O, w(t), u(t))$ along the half-line (3.4). Suppose that this half-line also includes the point $M(w_4, u_4)$, where $w(t) > 0$.

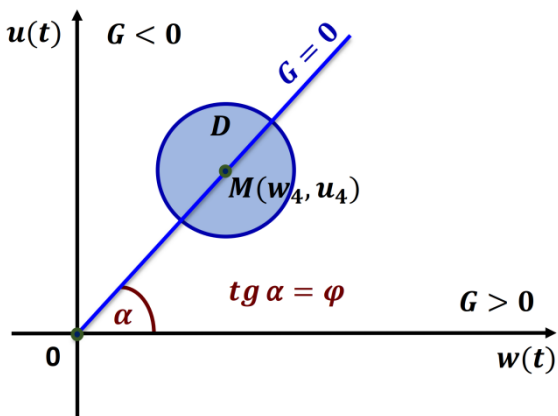


Fig. 3.1

It is evident that the divergence of the vector field $\vec{F}(F_1, F_2)$, denoted as $G(w(t), u(t))$ in (3.2), changes sign in some simply connected domain $D \subset (O, w(t), u(t))$ that contains the point $M(w_4, u_4)$ (see Fig. 3.1).

According to the Poincaré-Bendixson theorem [15 - 18], for the dynamic system defined by equations (2.13), (2.14), (2.3), (2.5), (2.10), and (3.1), there exists a closed integral

curve that is entirely contained within this domain.

Thus, **Theorem 3.1 is proved.**

Second Case. Suppose the following condition is satisfied:

$$\begin{cases} (\alpha_{10} - \delta_6) + (\alpha_{11} - \delta_7) = 0 \\ \gamma_{17} - 4\gamma_{20} > 0 \\ \frac{\gamma_{18}}{\gamma_{15}} = \frac{3\gamma_{19}}{p(\gamma_{17} - 4\gamma_{20})} \end{cases}, \quad (3.5)$$

which does not contradict the previously established conditions (2.3), (2.5), and (2.10). Then, taking into account (2.15), from (2.16) we obtain:

$$\begin{aligned} G(w, u) &= \gamma_{15}w(t) - \gamma_{18}u(t) + 3q\gamma_{19}\frac{w^2(t)}{u(t)} + (4\gamma_{20} - \gamma_{17})pq\frac{w^3(t)}{u^2(t)} = \\ &= \gamma_{15}w(t) - \gamma_{18}u(t) + 3q\gamma_{19}\frac{w^2(t)}{u(t)} - 3q\frac{\gamma_{15}\gamma_{19}}{\gamma_{18}}\frac{w^3(t)}{u^2(t)} = \\ &= \gamma_{15}\left[w(t) - \frac{\gamma_{18}}{\gamma_{15}}u(t)\right] - 3q\frac{\gamma_{15}\gamma_{19}}{\gamma_{18}}\frac{w^2(t)}{u^2(t)}\left[w(t) - \frac{\gamma_{18}}{\gamma_{15}}u(t)\right] = \\ &= \gamma_{15}\left[w(t) - \frac{\gamma_{18}}{\gamma_{15}}u(t)\right]\left[1 - 3q\frac{\gamma_{19}}{\gamma_{18}}\frac{w^2(t)}{u^2(t)}\right] = 0. \end{aligned} \quad (3.6)$$

For (3.6), we consider two subcases.

First Subcase. For equation (3.6), let us first consider the case where

$$w(t) = \frac{\gamma_{18}}{\gamma_{15}}u(t). \quad (3.7)$$

The following theorem holds.

Theorem 3.2.1. The problem (2.13), (2.14), (2.3), (2.5), (2.10), (3.5), (3.7) has a solution in the form of a closed integral trajectory within some simply connected domain $D \subset (O, w(t), u(t))$ in the first quadrant of the phase plane of solutions $(O, w(t), u(t))$ with physical significance, where the solution is entirely contained.

Proof. Consider a curve located on the phase plane $(O, w(t), u(t))$, where the divergence of the vector field $\vec{F}(F_1, F_2)$ is equal to zero. Taking into account equations (2.15), (2.16), and (3.5), one of the solution curves of (3.6) will be a half-line of the form described in (3.7).

The divergence of the vector field $\vec{F}(F_1, F_2)$ becomes zero in the first quadrant of the phase plane $(O, w(t), u(t))$ along the half-line (3.7). Suppose that this half-line also includes the point $M(w_4, u_4)$, where $w(t) > 0$.

It is evident that the divergence of the vector field $\vec{F}(F_1, F_2)$, denoted as $G(w(t), u(t))$ in (2.15), changes sign in some simply connected domain $D \subset (O, w(t), u(t))$ that contains the point $M(w_4, u_4)$.

According to the Poincaré-Bendixson theorem [15 - 18], for the dynamic system defined by equations (2.13), (2.14), (2.3), (2.5), (2.10), (3.5), and (3.7), there exists a closed integral curve that is entirely contained within this domain.

Thus, **Theorem 3.2.1 is proved.**

Second Subcase. For equation (3.6), consider the second case where

$$w(t) = \sqrt{\frac{\gamma_{18}}{3q\gamma_{19}}} u(t), \quad (3.8)$$

then the following theorem is proved.

Theorem 3.2.2. The problem (2.13), (2.14), (2.3), (2.5), (2.10), (3.5), (3.8) has a solution in the form of a closed integral trajectory within some simply connected domain $D \subset (O, w(t), u(t))$ in the first quadrant of the phase plane of solutions $(O, w(t), u(t))$ with physical significance, where the solution is entirely contained.

Proof. Consider a curve located on the phase plane $(O, w(t), u(t))$, where the divergence of the vector field $\vec{F}(F_1, F_2)$ is equal to zero. Taking into account equations (2.15), (2.16), and (3.5), the second solution curve of (3.6) will be a half-line of the form described in (3.8).

The divergence of the vector field $\vec{F}(F_1, F_2)$ becomes zero in the first quadrant of the phase plane $(O, w(t), u(t))$ along the half-line (3.8). Suppose that this half-line also includes the point $M(w_4, u_4)$, where $w(t) > 0$.

It is evident that the divergence of the vector field $\vec{F}(F_1, F_2)$, denoted as $G(w(t), u(t))$ in (2.15), changes sign in some simply connected domain $D \subset (O, w(t), u(t))$ that contains the point $M(w_4, u_4)$.

According to the Poincaré-Bendixson theorem [15 - 18], for the dynamic system defined by equations (2.13), (2.14), (2.3), (2.5), (2.10), (3.5), and (3.8), there exists a closed integral curve that is entirely contained within this domain.

Thus, **Theorem 3.2.2 is proved.**

Third Case. Suppose the following condition is satisfied:

$$\begin{cases} (\alpha_{10} - \delta_6) + (\alpha_{11} - \delta_7) = 0 \\ 4\gamma_{20} - \gamma_{17} \neq 0 \end{cases}, \quad (3.9)$$

which does not contradict the previously established conditions (2.3), (2.5), and (2.10). Then, taking into account (2.15), from (2.16) we obtain:

$$G(w, u) = \gamma_{15}w(t) - \gamma_{18}u(t) + 3q\gamma_{19}\frac{w^2(t)}{u(t)} + (4\gamma_{20} - \gamma_{17})pq\frac{w^3(t)}{u^2(t)} = 0. \quad (3.10)$$

In the first quadrant of the phase plane $(O, w(t), u(t))$, which has physical significance, we seek a solution to (3.10) in the following form:

$$w(t) = xu(t), \quad (3.11)$$

where $u > 0, w > 0, x > 0$, then, from (3.10), we obtain:

$$\begin{aligned} G(xu, u) &= \gamma_{15}xu(t) - \gamma_{18}u(t) + 3q\gamma_{19}x^2u(t) + (4\gamma_{20} - \gamma_{17})pqx^3u(t) = \\ &= u(t)[(4\gamma_{20} - \gamma_{17})pqx^3 + 3q\gamma_{19}x^2 + \gamma_{15}x - \gamma_{18}] = u(t)f(x), \end{aligned}$$

where

$$f(x) \equiv (4\gamma_{20} - \gamma_{17})pqx^3 + 3q\gamma_{19}x^2 + \gamma_{15}x - \gamma_{18}. \quad (3.12)$$

We now consider the cubic function (3.12).

First Subcase. Suppose that

$$4\gamma_{20} - \gamma_{17} > 0, \quad (3.13)$$

then, for the cubic function $f(x)$, the following holds:

$$f(0) = -\gamma_{18} < 0, f(-\infty) = -\infty, f(+\infty) = +\infty. \quad (3.14)$$

According to the Bolzano-Cauchy theorem, since the continuous function $f(x)$ takes values of opposite signs on the interval $(-\infty, +\infty)$, it must have at least one zero in this interval.

Furthermore,

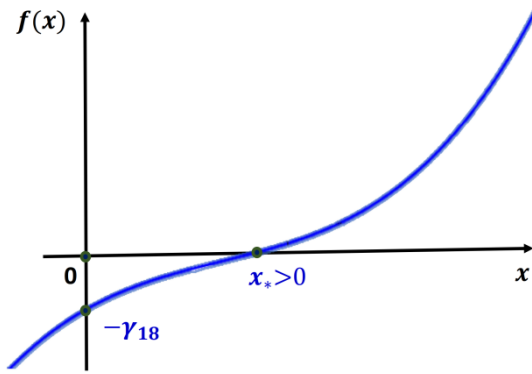


Fig. 3.3.1

$$f'(x) = 3(4\gamma_{20} - \gamma_{17})pqx^2 + 6q\gamma_{19}x + \gamma_{15} > 0,$$

$$f''(x) = 6(4\gamma_{20} - \gamma_{17})pqx + 6q\gamma_{19} > 0,$$

implying that the function $f(x)$ is increasing for positive x , and thus, it has no inflection points.

Consequently, the equation $f(x) = 0$ has exactly one positive root x_* (see Fig. 3.3.1).

Consider the cubic equation

$$(4\gamma_{20} - \gamma_{17})pqx^3 + 3q\gamma_{19}x^2 + \gamma_{15}x - \gamma_{18} = 0 \Leftrightarrow x^3 + \frac{3\gamma_{19}}{(4\gamma_{20} - \gamma_{17})p}x^2 + \frac{\gamma_{15}}{(4\gamma_{20} - \gamma_{17})pq}x - \frac{\gamma_{18}}{(4\gamma_{20} - \gamma_{17})pq} = 0. \quad (3.15)$$

Using the Tartaglia transformation

$$x = y - \frac{\gamma_{19}}{(4\gamma_{20} - \gamma_{17})p} \quad (3.16)$$

equation (3.15) is reduced to the following depressed cubic equation:

$$y^3 + p_1y + q_1 = 0, \quad (3.17)$$

where

$$p_1 = \frac{\gamma_{15}}{(4\gamma_{20} - \gamma_{17})pq} - \frac{3\gamma_{19}^2}{(4\gamma_{20} - \gamma_{17})^2p^2}, \quad (3.18)$$

$$q_1 = -\frac{\gamma_{18}}{(4\gamma_{20} - \gamma_{17})pq} + \frac{2\gamma_{19}^3}{(4\gamma_{20} - \gamma_{17})^3p^3} - \frac{\gamma_{15}\gamma_{19}}{(4\gamma_{20} - \gamma_{17})^2p^2q}.$$

Equation (3.17) has exactly one positive root, which is computed using the Ferro-Tartaglia-Cardano formula:

$$y = \sqrt[3]{-\frac{q_1}{2} + \sqrt{\frac{q_1^2}{4} + \frac{p_1^3}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{q_1}{2} - \sqrt{\frac{q_1^2}{4} + \frac{p_1^3}{27}}}, \quad (3.19)$$

Taking (3.19) into account, from (3.16), the value of x is obtained as:

$$x = \sqrt[3]{-\frac{q_1}{2} + \sqrt{\frac{q_1^2}{4} + \frac{p_1^3}{27}}} + \sqrt[3]{-\frac{q_1}{2} - \sqrt{\frac{q_1^2}{4} + \frac{p_1^3}{27}}} - \frac{\gamma_{19}}{(4\gamma_{20} - \gamma_{17})p} > 0, \quad (3.20)$$

The following theorem holds.

Theorem 3.3.1. The problem (2.13), (2.14), (2.3), (2.5), (2.10), (3.9), (3.13) has a solution in the form of a closed integral trajectory within some simply connected domain $D \subset (0, w(t), u(t))$ in the first quadrant of the phase plane of solutions $(0, w(t), u(t))$ with physical significance, where the solution is entirely contained.

Proof. Consider a curve located on the phase plane $(0, w(t), u(t))$, where the divergence of the vector field $\vec{F}(F_1, F_2)$ is equal to zero. Taking into account equations (3.9) and (3.13), the curve (2.15) will be a half-line of the form described in (3.11).

The divergence of the vector field $\vec{F}(F_1, F_2)$ becomes zero in the first quadrant of the phase plane $(0, w(t), u(t))$ along the half-line (3.11). Suppose that this half-line also includes the point $M(w_4, u_4)$, where $w(t) > 0$.

It is evident that the divergence of the vector field $\vec{F}(F_1, F_2)$, denoted as $G(w(t), u(t))$ in (3.10), changes sign in some simply connected domain $D \subset (0, w(t), u(t))$ that contains the point $M(w_4, u_4)$.

According to the Poincaré-Bendixson theorem [15 - 18], for the dynamic system defined by equations (2.13), (2.14), (2.3), (2.5), (2.10), (3.9), and (3.13), there exists a closed integral curve that is entirely contained within this domain.

Thus, **Theorem 3.3.1 is proved.**

Second Subcase. When the condition

$$4\gamma_{20} - \gamma_{17} < 0, \quad (3.21)$$

is satisfied, then for the function $f(x)$ in (3.12), the following holds:

$$f(-\infty) = +\infty, f(+\infty) = -\infty. \quad (3.22)$$

In this case, the root x_* takes a negative value (see Fig. 3.3.2), which contradicts the condition defined by (3.11), according to which the point x_* must be positive.

Thus, during the fourth period, influenced by state governance and cultural factors, the number of Georgian-speaking populations significantly increases. The Georgian language emerges as one of the leading languages in the Caucasus, resulting in its complete dominance as both a state and religious language. Other Kartvelian languages – Laz, Mingrelian, and Svan

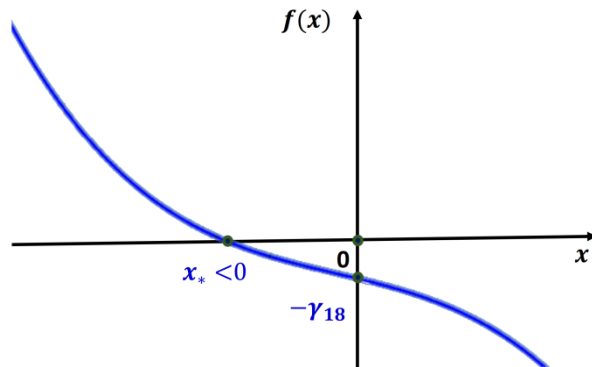


Fig. 3.3.2

– remain relatively balanced, as they retain their linguistic distinctiveness, which, despite assimilation processes, ensures their cultural space. The Georgian language exerts a powerful influence on these languages, further intensifying assimilation processes. Nevertheless, populations speaking all four languages ($u(t) > 0$,

$w(t) > 0$, $z(t) > 0$, $v(t) > 0$) continue to coexist, despite the Georgian language's full dominance in the spheres of state, religious, and cultural interactions.

Conclusion

In the fourth period (from the 1st century BC to the present), mathematical models describing the dynamics of populations speaking Georgian, Laz, Mingrelian, and Svan languages are formulated as a Cauchy problem for a four-dimensional nonlinear dynamic system with variable coefficients (a system of four equations with four unknowns). By employing first integrals, this constant-coefficient dynamic system was reduced to a two-dimensional system, focusing on the dynamics of the Georgian and Laz populations, while the dynamics of the Mingrelian and Svan populations are expressed through the demographic data of the Georgian and Laz populations. Using the Poincaré-Bendixson criterion, the existence of bounded integral trajectories in the physically meaningful first quadrant of the phase plane of the dynamic system's solutions is proven in four theorems for various cases, within certain simply connected regions. This demonstrates that the growth of the Georgian population leads to a decline in the Laz, Mingrelian, and Svan populations. However, the stability of the collective ethnolinguistic diversity, cultural identity, and the strengthening and dominance of the Georgian language are also established. These populations stably coexist within the same region.

Thus, mathematical models and corresponding computer simulations serve as powerful and unique tools that effectively describe the demographic changes of the proto-Kartvelian populations and the evolution of Kartvelian languages – Georgian, Laz, Mingrelian, and Svan – as well as the preservation of their cultural identity and stable coexistence.

References:

1. Chilachava, T.; Pochkhua, G. Research of a three-dimensional dynamic system describing the process of assimilation. LECTURE NOTES of TICMI , v. 22,, 2022, pp. 63 - 72
2. Chilachava, T.; Karalashvili, L.; Kereselidze, N., Integrated Models of Non-permanent Information Warfare, International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, Vol. 10, No. 6, 2020, pp. 2222–2230.
3. Chilachava, T.; Pochkhua G., Conflict Resolution Models and Resource Minimization Problems, Applications of Mathematics and Informatics in Natural Sciences and Engineering, Springer Proceedings in Mathematics and Statistics, Vol. 334, 2020, pp. 47–59.
4. Chilachava, T.; Pochkhua, G., Mathematical and Computer Models of Settlements of Political Conflicts and Problems of Optimization of Resources, International Journal of Modeling and Optimization, Vol. 10, Issue 4, 2020, pp. 132–138.
5. Chilachava, T.; Sulava, L., Mathematical and Computer Modeling of Nonlinear Processes of Elections with Two Selective Subjects, Georgian Electronic Scientific Journal: Computer Science and Telecommunications, Vol. 46, Issue 2, 2015, pp. 61–78.
6. Chilachava, T.; Gvinjilia, T., Nonlinear Mathematical Model of Interference of Fundamental and Applied Researches, International Journal of Systems Science and Applied Mathematics, Vol. 2, Issue 6, 2017, pp. 110–115.
7. Chilachava, T.; Gvinjilia, T., Research of the Dynamic Systems Describing Mathematical Models of Training of the Diplomaed Scientists, Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, Vol. 43, 2017, pp. 17–29.
8. Chilachava, T.; Sulava, L., Mathematical and Computer Modeling of Three-party Elections, Georgian Electronic Scientific Journals: Computer Sciences and Telecommunications, Vol. 48, Issue 2, 2016, pp. 59–72.
9. T. Chilachava, G. Kvashilava, G. Pochkhua, Mathematical model for the Proto-Kartvelian population dynamics, Reports of Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, Vol. 37 (2023), pp. 7–10.
10. Chilachava, T.; Kvashilava, G.; Pochkhua, G., Mathematical Model Describing the Transformation of the Proto-Kartvelian population, Journal of Mathematical Sciences (N.Y.), Vol. 280, Issue 3, Springer, 2024, pp. 300–308.
11. Chilachava, T.; Kvashilava, G.; Pochkhua, G., Mathematical and Computer Models of the Transformation of the Proto-Kartvelian population into the Svan and Georgian-Colchian Populations, Reports of Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, Vol. 38, 2024, pp. 19–22.

12. Chilachava, T.; Kvashilava, G.; Pochkhua, G.; Dzidziguri, T.; Sulava, L., Research of Nonlinear Dynamic System Describing Interaction between Colchian-Georgian and Svan Population, Proceedings XXIV, Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences, Tbilisi, 2024, pp. 3–13.
13. Chilachava, T.; Kvashilava, G.; Pochkhua, G., Research of a Nonlinear Dynamic System Describing the Process of Interaction between Colchian, Georgian, and Svan Populations, Transactions of A. Razmadze Mathematical Institute, 2025, Vol. 179, Issue 3, pp. 355-368.
14. Chilachava, T.; Kvashilava, G.; Pochkhua, G., Computer Modeling of the Interactions Between the Georgian, Colchian, and Svan Populations, Reports of Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, Vol. 39, 2025, pp. 17-20.
15. Poincaré, H., Sur les courbes définies par les équations différentielles, Journal de Mathématiques Pures et Appliquées, 1885, Serie 4, Vol. 1, pp. 167–244.
16. Bendixson, I., Sur les courbes définies par des équations différentielles, Acta Mathematica, Vol. 24, No. 1, 1901, pp. 1–88.
17. Dulac, H., Sur les cycles limites, Bulletin de la Société Mathématique de France, T. 51, 1923, pp. 45–188.
18. Dulac, H., Analyse Mathématique. - Recherche des cycles limites, Comptes Rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, Tome deux-cent-quatrième, janvier-juin, 1937, pp. 1703–1706.

**ქართული, ლაზური, მეგრული და სვანური მოსახლეობების
ურთიერთქმედების პროცესის აღმწერი მათემატიკური მოდელი**

თემურ ჩილაჩავა	ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, პროფესორი E-mail: temo_chilachava@yahoo.com
გია კვაშილავა	მათემატიკისა და ეკონომიკის დოქტორი, ფაზისის აკადემიის პრეზიდენტი, ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, კავკასიის საერთაშორისო უნივერსიტეტი, პროფესორი E-mail: gia.kvashilava@tsu.ge
გიორგი ფოჩხუა	მათემატიკის დოქტორი, ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ასისტენტ- პროფესორი E-mail: g.pochkhua@sou.edu.ge

*წარმოდგინა ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს ილია
ვეკუას სახელობის მათემატიკის ინსტიტუტმა*

აბსტრაქტი. ნაშრომში წარმოდგენილია ქართველური მოსახლეობის ტრანსფორმაციის მეოთხე პერიოდი, რომლის პირველი მეოთხედის შემდეგ კოლხურ (ზანურ) ენიდან წარმოიშვა ლაზური და მეგრული. საბოლოოდ აღნიშნულ ეტაპზე ჩამოყალიბდა და განვითარდა ლინგვისტურად დადასტურებული ოთხი ქართველური ენები: ქართული, ლაზური, მეგრული და სვანური. ეს პროცესი დაკავშირებულია მათ შორის მიმდინარე კულტურულ-ენობრივ ურთიერთქმედებებთან, ისე გარე ფაქტორების ზეგავლენებთან, მათ შორის ინდოევროპული და ნაწილობრივ სემიტური ეთნიკური ჯგუფების ზემოქმედებებთან, როგორცაა ასიმილაცია თუ დისიმილაცია.

ქართველურ ენებზე მეტყველ მოსახლეობათა შორის ურთიერთქმედებისა და მათი დემოგრაფიული ტრანსფორმაციის პროცესები და რაოდენობრივი დინამიკა აღიწერება მათემატიკური მოდელით, რომელიც ჩაწერილია ოთხგანზომილებიანი (ოთხუცნობიანი) ცვლადკოეფიციენტებიანი არაწრფივი დინამიური სისტემის სახით, რომლისთვის კომის ამოცანაა დასმული. სისტემის თითოეული განტოლება ასახავს კონკრეტული ქართველური ენობრივი ჯგუფის რაოდენობრივი ცვლილების პროცესის დროის ფუნქციას. მოდელში გათვალისწინებულია ამ მოსახლეობების შემდეგი ფაქტორები: დემოგრაფიული (ბუნებრივი შობადობა-სიკვდილიანობის) მაჩვენებლები, ენობრივ-კულტურული ურთიერთქმედებები (ასიმილაცია), ასევე გარე ფაქტორები (ომები, ეკოლოგიური კრიზისები, მიგრაციები, ეპიდემიები) და სხვა.

აღნიშნული მოდელი იძლევა ქართველურ ენებზე მოსაუბრე მოსახლეობათა ისტორიული განვითარების, ინტეგრაციისა და დიფერენციაციის ტენდენციების რაოდენობრივი ანალიზის შესაძლებლობას, რაც ქმნის საფუძველს მათი ევოლუციური პროცესების კომპლექსური შეფასებისთვის.

განხილულია აღნიშნული სისტემების პირველი ინტეგრალების პოვნის მეთოდები. კვლევა ეფუძნება ოთხგანზომილებიანი დინამიური სისტემის ანალიზს, რომელიც აღწერს ქართველური – ქართული, ლაზური, მეგრული და სვანური მოსახლეობების ენობრივ ტრანსფორმაციებსა და მათ შორის მიმდინარე ურთიერთქმედებებს დროში. ძირითადად ყურადღება გამახვილებულია დინამიური სისტემის შესწავლაზე მუდმივი კოეფიციენტების შემთხვევაში, რაც ადეკვატურია ქართველური მოსახლეობის ტრანსფორმაციის მეოთხე პერიოდის ანალიზისთვის.

აღნიშნული დინამიური სისტემა გარდაიქმნება ლოგარითმული სახით, რაც მის ანალიზს ეფექტურს ხდის. შესაბამისი კოეფიციენტებისთვის გარკვეული პირობების დაკმაყოფილების შემთხვევაში, შესაძლებელია ოთხ- და შემდეგ სამგანზომილებიანი დინამიური სისტემების პირველი ინტეგრალების პოვნა, რომლებიც აღწერს უცნობი ფუნქციების ურთიერთდამოკიდებულებას ოთხგანზომილებიან ჰიპერსივრცეში. ორი პირველი ინტეგრალის გამოყენებით ოთხგანზომილებიანი არაწრფივი სისტემა დაიყვანება ორგანზომილებიან

სისტემაზე, რომელიც მხოლოდ ქართული და ლაზური ჯგუფის დინამიკას აღწერს. მეგრულენოვანისა და სვანურენოვანის რაოდენობები დაკავშირებულია ქართულენოვანისა და ლაზურენოვანის რაოდენობებთან პირველი ინტეგრალების ამსახველი ალგებრული თანაფარდობებით. ვექტორული ველის დივერგენციის ნულის ტოლობის პირობის დროს სხვადასხვა შემთხვევაში ორგანზომილებიანი დინამიური სისტემა გამოკველულია.

დამტკიცებულია თეორემები ქართული, ლაზური, მეგრული და სვანური მოსახლეობების თანაცხოვრობის შესახებ. მასში შესწავლილია მათემატიკური მოდელი, რომელიც, ორგანზომილებიანი დინამიური სისტემის სახით, აღწერს ქართველური – ქართული და ლაზური მოსახლეობების ენობრივ ტრანსფორმაციებსა და დემოგრაფიულ ცვლილებებს. განსაზღვრულია ქართული, ლაზური, მეგრული და სვანური მოსახლეობების თანაცხოვრების დინამიკის პირობები სხვადასხვა სცენარისთვის, რისთვისაც მათემატიკურად ფორმულირებული და დამტკიცებულია ოთხი თეორემა. აღნიშნული თეორემების დასამტკიცებლად გამოყენებულია პუანკარე-ბენდიქსონის პრინციპი, რომელიც ადასტურებს შეკრული ინტეგრალური ტრაექტორიების არსებობას ორგანზომილებიანი დინამიურ სისტემისთვის. ამით ნაჩვენებია, რომ არცერთი ქართველური ენობრივი ჯგუფი არ გაქრება. ოთხივე ინარჩუნებს თავიანთ არსებობას განსაზღვრული პირობების ფარგლებში.

საკვანძო სიტყვები: მათემატიკური მოდელირება, პროტო-ქართველური მოსახლეობის ტრანსფორმაცია, ქართული, ლაზური, მეგრული და სვანური მოსახლეობები და ენები, მათემატიკური მოდელები, ლოტკა-ვოლტერას სისტემა, ანალიტიკური ამონახსნი, პირველი ინტეგრალები, ოთხგანზომილებიანი ჰიპერსივრცე, პუანკარე-ბენდიქსონის თეორემა.

INTERNET CLIENT-SIDE TECHNOLOGY IN EDUCATION

Elza Imnadze

Doctoral student of the Faculty of Natural Sciences,
Mathematics, Technology and Pharmacy of Sukhumi State
University in the Computer Science Program; Ilia State
University, Senior Specialist of Information Technologies
Office

E-mail: elza.imnadze@iliauni.edu.ge

Nugzar Kereselidze

Doctor of Informatics, Corresponding Member of the
Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences, Director of the
Institute of Computer Science of the Academy of Sciences
of Tskhum-Abkhazia, Sukhumi State University, Associate
Professor

E-mail: nkereselidze@sou.edu.ge

Presented by the Institute of Computer Sciences of the Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences

Abstract. An Internet-based application was developed using client-side technologies. The capabilities of modern browsers were used, which in addition to editing capabilities for the programming languages JavaScript, HTML, have built-in Storage for Data. Specifically, storage capabilities are considered LocalStorage. Using browser storages, a Comprehensive System of Testing (CST) has been built. With the help of the CST, the interested person can independently deepen knowledge of individual topics of any subject, or pass the exam in the form of a test, even in the absence of the Internet. CST allows the subject teacher to autonomously create a test on a separate topic, and each time, for example, the examinee displays different test questions in a different sequence. The program code was created using HTML, JavaScript and JSON.

Keywords: *Internet technologies, JavaScript, HTML, JSON, testing system, local storage.*

Introduction. The testing phase is widely used to effectively assimilate the curricula of higher and secondary schools. With the help of Testing training, an interested person can not only master, improve knowledge on the topic, but also pass exams in individual subjects. Today,

there are technologies for creating tests and testing students' knowledge with their help, offered by leading organizations working in the digital world, such as Google and others. However, the products offered often have limited testing capabilities and are often expensive. Testing is usually done with server-hosted questions, but an interesting model is when testing is done entirely on the client side. An interesting question related to the introduction of questions for the test. In existing systems, only as many questions are entered for a given topic as determined during testing, which does not allow generating random questions. To expand the number of questions, they are added from the very beginning. Therefore, it would be better if a database of questions were created from the very beginning, and questions for testing were selected from it randomly. When testing, sometimes it is necessary to conduct unified testing on several topics, and the proposed systems do not have such an opportunity. Such a need arises when preparing for intermediate and final exams or when conducting such exams. During the testing training period, the complex testing software system should be able to show the user the correct answers along with the assessment if necessary. It is necessary to provide for a restriction on the conduct of tests in the form of an exam, which should exclude the possibility of re-passing the tests by the same person. CST includes the creation of a database of questions on various topics. The user will be able to pass various testing modes: to study a specific topic - in person; for examination; testing one or more topics.

I. STRUCTURE OF THE COMPREHENSIVE SYSTEM OF TESTING

Structure of the Comprehensive System of Testing (CST) must necessarily reflect the functional purpose of the CST. Thus, as components of a complex system, subsystems should be created that ensure the creation of a single database of test issues and the use of this database to create a specific test, provide a specific test to the user, evaluate the test performed, etc. The structure diagram of the comprehensive system of testing can be represented as follows:

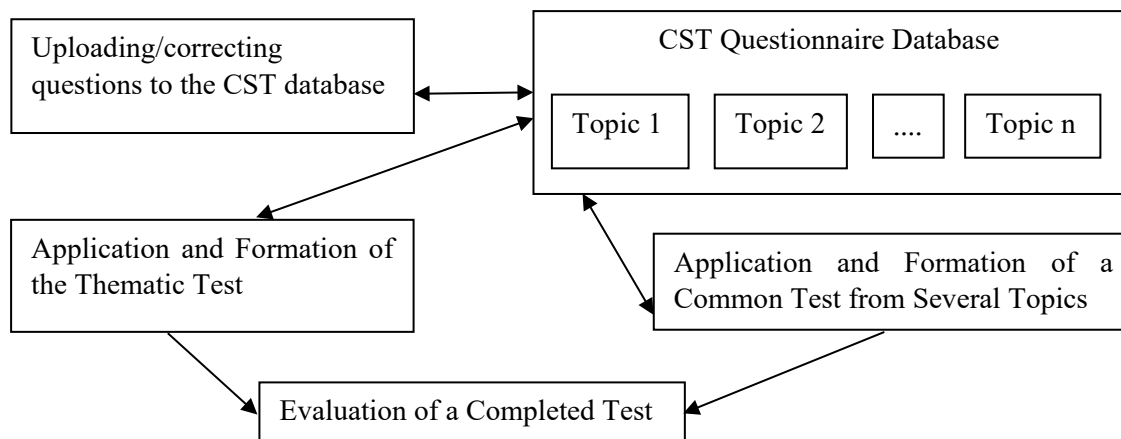


Fig. 1. Structural Scheme of a CST

Let's consider uploading/correcting the questionnaire of the CST and the unified database of questionnaires as a subsystem called: the Subsystem for Uploading Questions for Tests (SUQT). Let's imagine the substructure of thematic test application and formation, its connection with the database of questionnaires as a Subsystem for Forming Questions from the Thematic Test Database (SFQTTD). Let's imagine the substructure of evaluating the completed thematic and cross-thematic test as a Subsystem for Evaluating Test Answers (SETA). Let's imagine the substructure of applying and forming a common test from several topics as two subsystems: as a Subsystem for Midterm Exams from the General Test Database (SMEGTD) and as a Subsystem for Final Exams from the General Test Database (SFEGTD).

II. SUBSYSTEM FOR UPLOADING QUESTIONS FOR TESTS (SUQT)

The main cornerstone of a complex software system for testing is a single database of questions and possible answers necessary for testing. Since the CST should function without an Internet connection to the server, the database required for testing should be located on the client side, namely in the browser. Such a database can be Local Storage or LocalStorage. We will not consider other data storage in the browser - cookies and WebSQL. We will now discuss the possibility of using LocalStorage in CST.

A brief description of LocalStorage. LocalStorage is a non-relational database that is built into the browser. It can store data for a long time - permanently, represented as key:value pairs. An LocalStorage created in one browser will not appear in another browser. To see where LocalStorage is located in the browser, open the developer panel in the browser you are working in. Consider the developer panel for the Chrome browser, which is open in the Windows operating system - for this, use the keyboard shortcut Ctrl + Shift + I (or F12) to enter the panel, which will look like this:

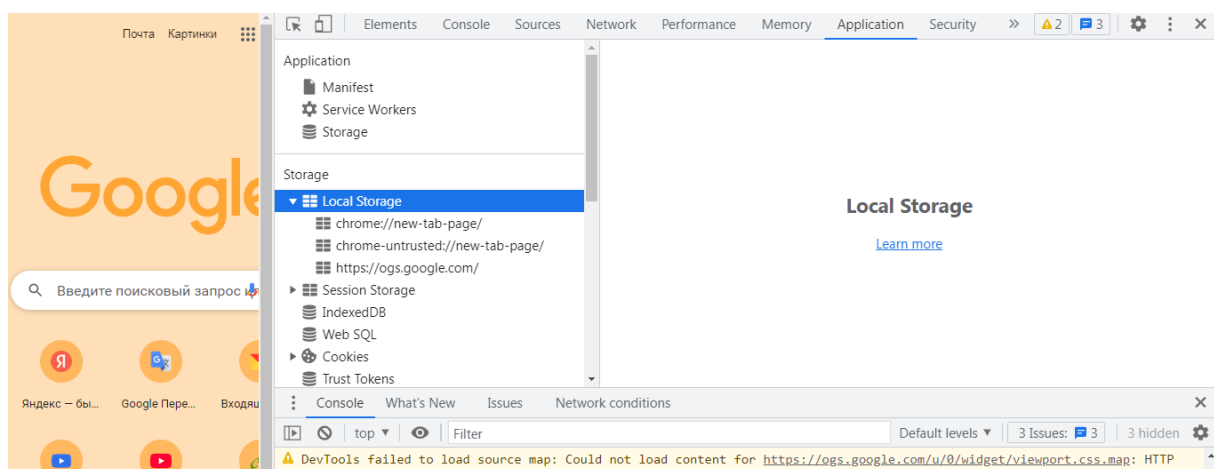


Figure 2. Developer panel, LocalStorage location

In the Application tab of the developer panel, LocalStorage is visible, and there is also a data storage - Local Storage. Here are also cookies and WebSQL. In LocalStorage and Local Storage, data is stored in the form of 'key': 'value', similar to a so-called indexed array.

Based on the DOM principle, LocalStorage is a window element, this can be checked as follows: in the developer panel, we go to the console tab and type the command - `console.log(window);` - that is, we will display the window list log, where you will see LocalStorage in the list along with other objects. In LocalStorage, data can be written, deleted, and called. We do this using JavaScript. Since LocalStorage is a JavaScript object. It has methods that perform the above operations.

Method **setItem**. This method adds a new element to LocalStorage, which consists of a pair - key:value. For example

```
localStorage.setItem("თემა 1","JS-ის შესავალი");
```

Listing 1. Adding a new element to LocalStorage

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE>CTS-1</title>
<SCRIPT LANGUAGE="JavaScript">
localStorage.setItem("თემა 1","JS-ის შესავალი");
document.write("შეგვყავს ახალი მონაცემები ლოკალურ
საცავში");
</script>
</head>
<body bgcolor=yellow>
</body>
</html>
```

After implementing Listing 1, new data will be added to LocalStorage

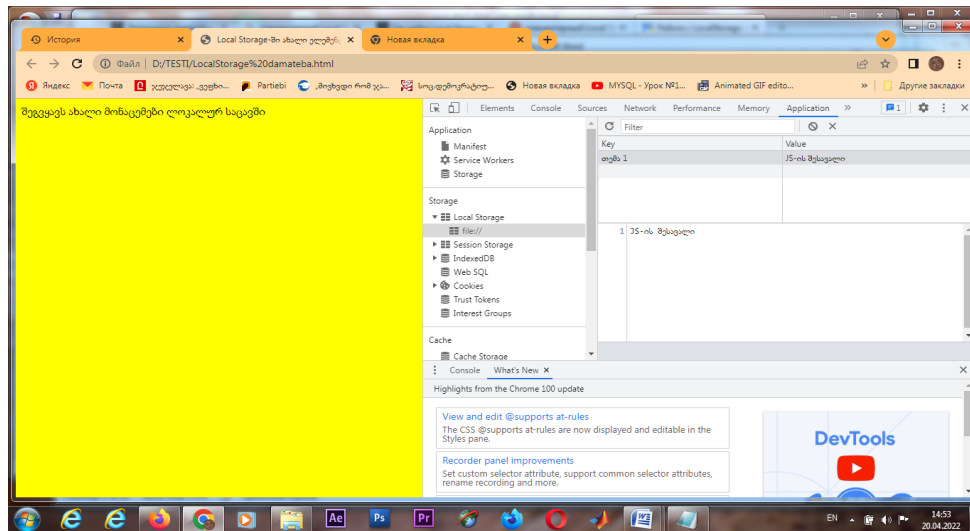


Figure 3. Adding new data to LocalStorage

We can automate data entry, if there are, for example, 5 topics with their names to enter, we can put it in a loop:

Listing 2. Entering topic numbers and their names

```
<HTML>
<HEAD>
<TITLE> Local Storage-ში ახალი ელემენტის დამატება </title>
<SCRIPT LANGUAGE="JavaScript">
for (i=1; i<6; i++){
document.write("შეგვყავს ახალი მონაცემები Local Storage
ლოკალურ საცავში - თემა "+i+" და მისი დასახელება"+"<br>");
a="თემა "+ i;
b=prompt("შეიყვანეთ "+i+"-ური თემის დასახელება");
localStorage.setItem(a,b);
}
</script>
</head>
<body bgcolor=yellow>
</body>
</html>
```

In the data store, we need to record the test questions, the possible answers and highlight the correct answer. This information will be recorded for a long time and will be stored on the client side/browser, even after the computer is turned off from the power source.

The operator should enter the test information and write it to localStorage, he can also add or change questions, answers, topics if necessary.

It is logical to encode the test information in JSON format in the SCRIPT section of the HTML code. Obviously, a separate JSON should be encoded for each topic. Since the information in JSON format needs to be transferred to localStorage, it should be converted to string format accordingly - for which we should use the appropriate method - JSON.stringify(). In the future, when we need to download the test information from localStorage, which is stored in string format, we should convert it to JSON format - for which we should use the appropriate method JSON.parse();

Writing data in JSON format is a time-consuming task and it is desirable to automate it so that anyone interested can use it. The relevant code for uploading the test questions and answers for Topic 1 can be found here [1]. As a result of implementing this code, the window shown in Figure 4 will appear and Test 1 will be uploaded interactively.

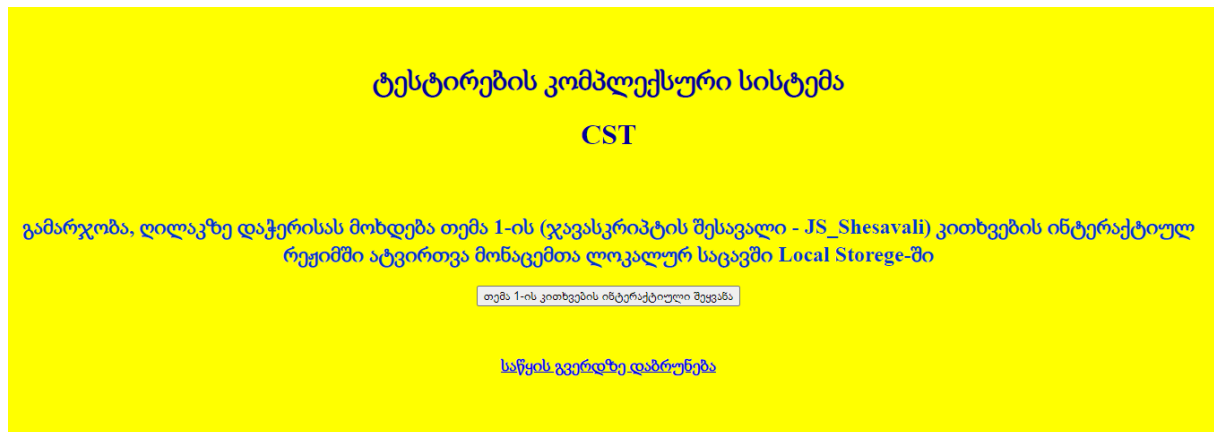


Figure 4. Adding new data to LocalStorage

For example, in CST we will have 5 topics and the interactive completion code for each topic is given in [2-5] respectively. Thus, in principle, a subsystem for uploading questions for tests has been created. In particular, in the client-side data storage - localStorage, it is possible to enter the name of the topic and the questions corresponding to this topic, the estimated and correct answers. The questions, estimated and correct answers are written to the localStorage storage in the form of a string type, but its formation is carried out in JSON format. Then the questions, estimated and correct answers written in JSON format are converted into a string - a string variable and only then are they loaded into localStorage in this form.

III. SUBSYSTEMS FOR GENERATING QUESTIONS FROM THEMATIC TEST DATABASE (SFQTTD AND EVALUATING TEST ANSWERS (SETA

After we have recorded several topics for testing and their corresponding questions, probable and correct answers in localStorage, it is necessary to fill out a test/quiz within a

specific topic. But before that, we need to select questions for this test. As we remember, our goal is to create a specific test from a certain number of questions at random each time of testing. Let's set a goal to select several different questions each time from the set of questions, probable and correct answers corresponding to a specific topic. For example, we have recorded 15 questions in Topic1, with their answers, to prepare a test consisting of five questions for the interested person to check, and in addition, in each created test these five questions should be different, in a different order.

Let's define the solution to this task as follows: first - download the questions and answers of the topic of interest, in our case Topic1, from localStorage; Second - let's create a five-element random array of integers, where each number is from 0 to 15 (inclusive). Third - with the help of this random array, we will extract five questions from the downloaded topic 1 with their answers.

The first issue is solved with one command - get the value corresponding to the key of topic 1 and write it in JSON format to some variable, say - gadmowerili. In code, this will be the following command:

```
var gadmowerili= JSON.parse(localStorage.getItem("Topic 1"));
```

In this command, first the value corresponding to the key of topic 1 is retrieved from the local storage using localStorage.getItem, then this value is converted to JSON format and given the identifier gadmowerili. After that, we can access the gadmowerili JSON object, for example, if we want to display the third question of topic 1 on the monitor, then we get the following statement:

```
document.write( "Third question i=", gadmowerili.JS_Shesavali[2].shekiTxva);
```

The codes for randomly selecting questions and evaluating the answers given in the test for all five topics are given accordingly [6-10]. Figure 5 illustrates the randomization of questions for testing Topic 2 and the scoring of the answers provided.

ტესტირების კომპლექსური პროგრამული სისტემა

CTSS

თემა 2-ის - ჯგავსკრიპტის ცვლადები - JS_cvladebi-ის კითხვების შემთხვევითი შერჩევა და შეფასება

კითხვა 5. რას აკეთებს .length

- ☒ მეთოდია და სტრიქონული ცვლადის სიგრძეს აბრუნებს
- ☐ მეთოდია და სტრიქონული ცვლადის სიგრძეს აბრუნებს
- ☐ თვისებაა და სტრიქონული ცვლადის სიგრძეს აბრუნებს
- ☐ თვისებაა და სტრიქონული ცვლადის სიგრძეს აბრუნებს

კითხვა 10. დაპროგრამების რომელ ენაში განთავსდება javascript ენაზე დაწერილი კოდი

- ☒ HTML
- ☐ FORTRAN
- ☐ XML
- ☐ DHTML

კითხვა 3. ცვლადი განსხვავდება თუ არა დიდსა და პატარა ასოებს

- ☐ არა
- ☒ კი
- ☐ შეიძლება
- ☐ არცერთი პასუხი არ არის სწორი

კითხვა 11. რა არის ლოკალური ცვლადი

- ☐ ცვლადი, რომლის წმინდულობა მოცემდეს ზედა კონტაინერულ პროგრამულ კოდში
- ☒ ცვლადი, რომლის წმინდულობა მოცემდეს ზედა კონტაინერულ ფუნქციონალში
- ☐ ცვლადი, რომლის წმინდულობა მოცემდეს ცვლა პროგრამულ კოდში
- ☐ ცვლადი, რომლის წმინდულობა მოცემდეს გლობალურ ფუნქციონალში

კითხვა 4. რომელი საშუალოთი განიჭები ცვლად წმინდულობას

- ☒ =
- ☐ *
- ☐ x
- ☐ +

შედეგის ჩვენება ფორმის განახლება-გასუფთავება

ტესტის რეზულტატი

სწორი პასუხების რაოდენობა: 5 -- 5-დან.

გელოცავთ, საუკეთესო რეზულტატია!

[საწყისი გვერდი](#)

Figure 5. Randomly generating questions for testing topic 2 and evaluating the answers given

IV. SUBSYSTEM FOR FORMING AND EVALUATING MIDTERM (SMEGTD AND FINAL EXAM QUESTIONS FROM THE GENERAL TEST DATABASE (SFEGTD)

Before building a subsystem for forming and evaluating midterm exam questions from the general test base, let's consider the principles of selecting questions for the midterm exam. As a rule, the midterm exam takes place after the eighth week of study, that is, when, say, 8 lectures out of 15 lectures have been taught, that is, more than half of the teaching material. Taking this principle into account, in our case, since we have chosen the number of topics equal to five, then let's assume that the midterm exam in the TKP includes an assessment of the mastery of the first three topics in the form of a test. If the number of midterm exam questions is 30, then we select ten questions for the assessment of each topic, naturally by a random principle. Thus, we can, taking into account the results of Chapters 2 and 3, present the principles of building a subsystem for forming and evaluating midterm exam questions. First of all, we should randomly select ten questions from each of the first three topics. Therefore, for the first topic, we will create a ten-element array of output question numbers - `massTem_1[]`, similarly, for the second topic, we will create a ten-element array of output question numbers - `massTem_2[]`, and for the third topic, we will create a ten-element array of output question numbers - `massTem_3[]`. As a result, we will get three arrays: `massTem_1[]`, `massTem_2[]`,

massTem_3[], which contain 10 non-repeating random numbers from 0 to 14. After that, we need to select the corresponding questions from each topic in this array. Thus, for the midterm exam, the specific options for questions, probable and correct answers are in six combined arrays, and from these, we need to extract the first five in the form of a form. To do this, we will use the experience that we accumulated in Chapter 3 - when forming quizzes on individual topics. The code for displaying the midterm exam quiz and evaluating the answers is here [11].

For the construction of a subsystem for the formation and evaluation of questions for the final exam from the general test base, it is essential to clarify the following issue - by what principle will the questions for the final exam be selected? Should we select the same number of questions from all topics? If, taking into account that the first topics (in our case, the first three topics) were already used in the midterm exam, we select a smaller number of questions from them, and the share of more questions should be distributed to the remaining topics. Since this is a more methodical type of question, we will consider the case when we select an equal number of questions from all topics for the final exam - that is, eight questions from five topics.

To solve this problem, we will use the experience of the subsystem for the formation and evaluation of questions for the midterm exam from the general test base and adapt these subsystems. In particular, we should use questions from all topics. The code for the subsystem for forming and evaluating final exam questions is located here [12].

Let's integrate the subsystems into a complex testing system and build a local website. The first page of which has the code that can be found here [13]. From the home page of the website, we can navigate to the pages that actually represent a specific implementation of a certain subsystem of the project. The interface of the home page is given in Fig. 6.

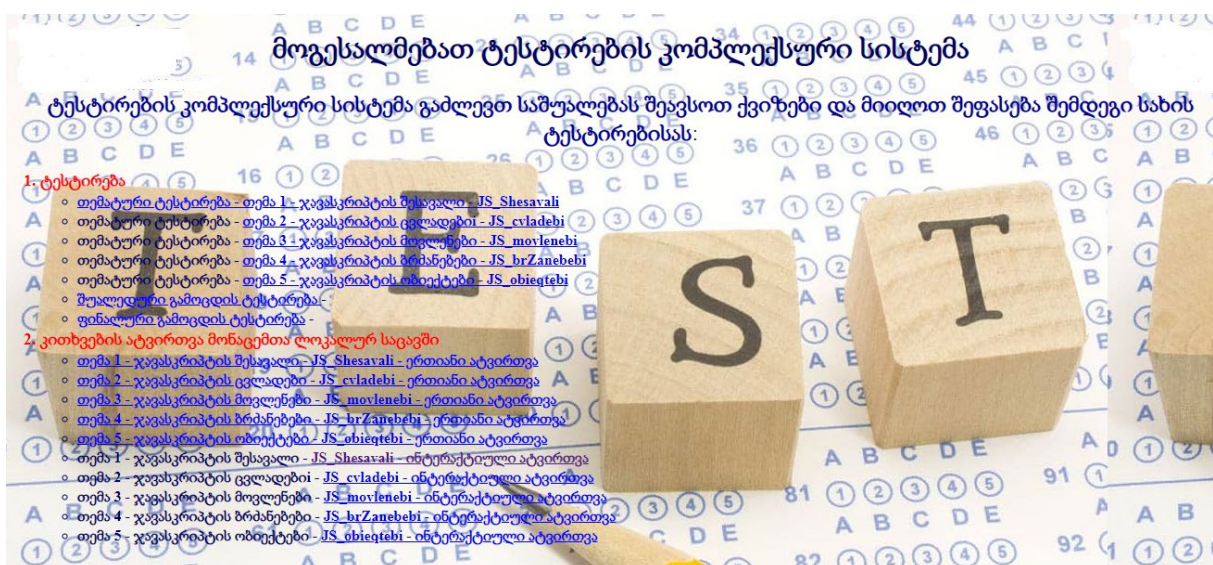


Fig. 6. Complex testing system home page interface

Conclusion. Thus, a "complex testing system" (CST) has been built. As a result, a local site has been obtained, through which various stages of testing are presented. At the initial stage of creating a "complex testing system", the task was presented as a set of several subsystems.

Client programming languages - **HTML, Javascript, CSS** were used when creating the CST software code. The questions intended for testing, their probable answers, including the correct answer, are placed in the local data storage - Local Storage. Testing is carried out with a radio-type switch, that is, only one is selected from several probable answers given to the question. It is possible to name topics and place their corresponding questions and probable answers in the local storage. Their placement is done in two ways: a) the user personally enters data in an interactive mode and b) the data is placed in the software code in **JSON** format and then, by pressing one button, this data is uploaded to the local data storage. The number of questions stored in the local storage is much larger than the number of questions offered during testing. Each time during thematic testing, the questions offered are randomly generated; after the user selects the answers and uploads them, the work is automatically and instantly evaluated and the result is displayed on the testing website. In addition to thematic testing, it is possible to conduct testing for midterm and final exams with the same random questions and automatic evaluation. A unified interface has been created, which makes it easy to switch to a specific form of testing.

References:

1. <http://kereseli.sou.edu.ge/CST/tema%201-is%20kiTxvebis%20interaqtuli%20damateba.txt>
2. <http://kereseli.sou.edu.ge/CST/tema%202-is%20kiTxvebis%20interaqtuli%20damateba.txt>
3. <http://kereseli.sou.edu.ge/CST/tema%203-is%20kiTxvebis%20interaqtuli%20damateba.txt>
4. <http://kereseli.sou.edu.ge/CST/tema%204-is%20kiTxvebis%20interaqtuli%20damateba.txt>
5. <http://kereseli.sou.edu.ge/CST/tema%205-is%20kiTxvebis%20interaqtuli%20damateba.txt>
6. https://kereseli.sou.edu.ge/CST/Tema_1_is%20testi.txt
7. https://kereseli.sou.edu.ge/CST/Tema_2_is%20testi.txt
8. https://kereseli.sou.edu.ge/CST/Tema_3_is%20testi.txt
9. https://kereseli.sou.edu.ge/CST/Tema_4_is%20testi.txt
10. https://kereseli.sou.edu.ge/CST/Tema_5_is%20testi.txt

11. <https://kereseli.sou.edu.ge/CST/shualeduri%20gamocdis%20testi.txt>
12. <https://kereseli.sou.edu.ge/CST/finaluri%20gamocdis%20testi.txt>
13. <https://kereseli.sou.edu.ge/CST/finaluri%20gamocdis%20testi.txt>

კლიენტის მხარის ინტერნეტ ტექნოლოგიები განათლებაში

ელზა იმნაძე

სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტის
საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების, მათემატიკის,
ტექნოლოგიისა და ფარმაციის ფაკულტეტის
დოქტორანტი, კომპიუტერული მეცნიერებების
პროგრამა; ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი,
საინფორმაციო ტექნოლოგიების ოფისის უფროსი
სპეციალისტი

E-mail: elza.imnadze@iliauni.edu.ge

ნუგზარ კერესელიძე

ინფორმატიკის დოქტორი, ცხუმ-აფხაზეთის
მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი,
ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის
კომპიუტერულ მეცნიერებათა ინსტიტუტის
დირექტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,
ასოცირებული პროფესორი

E-mail: nkereselidze@sou.edu.ge

*წარმოადგინა ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის კომპიუტერულ
მეცნიერებათა ინსტიტუტმა*

აბსტრაქტი. შემოთავაზებული ინტერნეტ ტექნოლოგიების აპლიკაცია შეიქმნა კლიენტის მხარის შესაძლებლობების საფუძველზე. გამოყენებული იქნა თანამედროვე ბრაუზერების შესაძლებლობები, რომლებსაც JavaScript-ის, HTML-ის პროგრამირების ენების რედაქტირების შესაძლებლობების გარდა, აქვთ ჩაშენებული მონაცემთა შენახვის ფუნქცია. კერძოდ, შენახვის შესაძლებლობები განიხილება როგორც Local Storage . ბრაუზერის საცავების გამოყენებით, შექმნილია ტესტირების ყოვლისმომცველი სისტემა (CST). CST-ის დახმარებით, დაინტერესებულ პირს შეუძლია დამოუკიდებლად გაიდრმავოს ცოდნა ნებისმიერი საგნის ცალკეულ თემებზე, ან ჩააბაროს გამოცდა ტესტის სახით, ინტერნეტის

არარსებობის შემთხვევაშიც კი. CST საშუალებას აძლევს საგნის მასწავლებელს დამოუკიდებლად შექმნას ტესტი ცალკეულ თემაზე და ყოველ ჯერზე, მაგალითად, გამოსაცდელს აჩვენოს სხვადასხვა ტესტის კითხვები განსხვავებული თანმიმდევრობით. შექმნილია პროგრამული კოდი HTML, JavaScript და JSON-ზე დაყრდნობით.

საკვანძო სიტყვები: ინტერნეტ ტექნოლოგიები, JavaScript, HTML, JSON, ტესტირების სისტემა, ლოკალური საცავი.

POLYMERS IN MEDICINE

- Marina Karchkhadze** Doctor of Chemistry, Chair of Polymer Chemistry,
Department of Chemistry, Ivane Javakhishvili Tbilisi State
University
E-mail: marina.karchkhadze@tsu.ge
- Mineda Chanturia** Doctor of Chemistry, Corresponding Member of the
Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences, Director of
Institute of Chemistry of the Tskhum-Abkhazian Academy
of Sciences, Sokhumi State University, Associate Professor
E-mail: minedachanturia1@gmail.com
- Antonina Mskhiladze** Doctor of Chemistry, Sokhumi State University, Associate
Professor
E-mail: a.mskhiladze@sou.edu.ge

Presented by the Institute of Chemistry of the Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences

Abstract. Polymers have truly revolutionized modern medicine. Healthcare and everyday life are unimaginable without their wide-ranging use. Often it becomes necessary to completely replace a damaged organ or tissue. This is possible via transplantation or implantation. Transplantation brings up a number of problems: include scientific, moral-ethical, legal issues. Existing tissue and organ banks can only satisfy about 10% of general demand and in transplant cases the most important problem is compatibility of cells. The use of polymeric materials solves all of the above problems. Polymers and polymer-based materials are extensively applied in reconstructive surgery, traumatology, orthopedics, dentistry, ophthalmology, for prosthetics of damaged organs, and so on. Special preference is given to synthetic polymeric materials because their production process allows targeted modification of the properties. Unlike donor organs, polymers have very low immunogenicity, which reduces the risk of incompatibility and the possibility of rejection by the immune system. Every implant must meet certain requirements: they must be biologically inert, maintain the necessary physical and mechanical properties for long periods of time, and possess extremely high purity (impurities must not exceed $10^{-5} - 10^{-6}\%$). Polymers are also used in “targeted drug delivery systems,” protecting medications from inactivation and ensuring their gradual release. Current research aims to increase the longevity, functional universality, and miniaturization of artificial organs.

Keywords: *Biodegradable and non-biodegradable medical polymers, transplantation, implantation.*

Modern medicine, as well as our daily life, is unthinkable without the use of a wide range of polymers. Polymers have made a real revolution in medicine. In recent decades, research into the synthesis and use of polymers has been particularly intensified.

Polymers for medical and biological purposes include polymers that are in contact with the biological environment of the organism.

In modern medicine, polymers are widely used in reconstructive surgery, traumatology, orthopedics, urology, dentistry, ophthalmology. Polymer materials are used as medicines, sanitary and hygienic items, packaging materials, parts of machines and devices, and are used to create artificial human organs and prosthetics of damaged organs. Both natural and synthetic and artificial polymers are used for these purposes.

Today, synthetic polymer materials are predominantly used in medicine, as their production process allows for the purposeful modification of the consumer properties of medical products.

It is well known that a living organism adapts to external factors, in particular, its ability to self-repair in the event of various wounds or traumas. For example, when the skin is damaged, the blood clotting system is activated, the blood clots, and the blood vessels close, which protects the organism from bleeding and death.

However, sometimes, depending on the causes of the trauma and the depth of the injury, in the case of severe damage, the body does not have the ability to heal and restore any organ, so external intervention, either surgically or by some other means, becomes necessary. In particularly difficult cases, it may be necessary to completely replace the damaged tissue or organ.

The question arises, how can a tissue or organ be replaced? It is possible to use the corresponding organ from a living or dying donor, or a special prosthesis that can at least partially restore the biological function of the removed organ. Today, it is possible to model almost all human organs and create a corresponding prosthesis, except for the brain and stomach.

Since the 20s and 30s of the 20th century, studies have been conducted and, accordingly, operations to replace damaged organs through transplantation. In the 30s, a kidney from a man who died of a head injury was transplanted to a girl. The patient died 48 hours later. Of great importance was the operation performed in Cape Town on December 3, 1967, when the heart

of a girl who tragically died in a car accident was transplanted to a man. The patient died 18 days later. The cause of death was not the heart, but a decrease in immunity. The patient died of lung failure. Today, numerous transplant operations have been performed in the world, which have made it possible to extend the life of patients by ten or more years. For example, a resident of Marseille walked for hours after a heart transplant operation, cycled 30 kilometers twice a week, swam, and lived more than 15 years after the operation.

In a number of clinics, more complex operations were performed simultaneously, including the heart and another organ, e.g. the liver, or both lungs. In 1986, the English surgeon D. Wallwork was the first in the world to perform a triple transplant. A 35-year-old woman was successfully transplanted with the heart, lungs, and liver of a 14-year-old girl who had died in a car accident.

Despite the amazing successes in transplantation, there are a number of reasons that hinder the wider use of transplantation. These are scientific, moral-ethical and legal problems that hinder the use of the organ transplantation method. Many aspects of donation are insufficiently studied, the exact time of death of a person, etc. In addition, existing tissue and organ banks can only meet 10% of the total demand. Therefore, in America, organ transplantation from other types of donors began, in particular, they resorted to the use of animal tissues and organs. In January 1984, a monkey heart was transplanted into a baby on the 15th day after birth. Three weeks later, the patient died of kidney failure.

One of the most important problems of transplantation is the compatibility of organs and cells. In case of incompatibility, the body rejects the transplanted organ. Virtually all cells in the body are covered with a set of proteins called tissue compatibility antigens. The antigens of the same organ in different people are different. During transplantation, the body's defense system is activated, the entire immune system comes into play. Immunity is the body's protective reaction to any non-genetic. These can be microbes, a transplanted organ or tissue, as well as its own altered cells (tumor cells). Immunogenic control over the preservation of a person's individuality throughout life is carried out by lymphocytes, which circulate throughout the body in the blood and fluid tissue. Sensing foreign cells and molecules, they destroy them, or special proteins are produced that remove foreign antigens.

In order for the transplant to be successful, they act in two directions: 1. The antigens of the donor and the patient must be compatible with each other, or, 2. They reduce the activity of the immune system. Usually, both methods are used: the transplanted organ is processed and its immunogenicity is reduced, or the patient is given an immunosuppressant, which leads to a radical decrease in immunity and, in many cases, a fatal outcome. Therefore, they try to use medications that selectively regulate the immune response.

The vast majority of the listed problems disappear when using structures made of synthetic materials. In addition, polymers are characterized by very low immunogenicity. In addition, in the case of polymers, there are no moral-ethical and legal problems. Today, tons of polymeric materials are already used to replace human organs. Initially, existing polymers were used. In addition, the main requirement that was imposed on them was inertness and the ability to maintain the appropriate physical and mechanical properties for a long time. The scale of the use of polymeric materials has put a new problem on the agenda, namely, the problem of biocompatibility of polymers.

Today there is no need to talk about the importance of polymers. We know that living organisms consist of polymers: polysaccharides and proteins. In addition, every day at every step we encounter synthetic polymer materials, which are produced in millions of tons. Therefore, the question naturally arises - is it necessary to synthesize new polymers? Why can't we limit ourselves to using existing natural and synthetic polymers with different chemical, physicochemical and mechanical properties? At the initial stage of the use of polymer materials in medicine, the main advantages of polymers were considered to be biological inertness and a complex of physic-mechanical characteristics. Only later, after the not very successful implantation of polymer products into a living organism, it became clear that medicine is a specific field that requires either improving the synthesis conditions and processing of existing polymers, or creating fundamentally new types of materials.

It should be noted that all polymeric materials are perceived by the body as a foreign body. The first reaction that the implanted body causes is irritation, which is manifested in the inflammatory process.

The final result of endoprosthesis depends on the external shape of the endoprosthesis. The effect of materials of different shapes - triangular, pentagonal and smooth - on the surrounding tissue was studied. It turned out that the triangular material caused the most tissue damage, the smooth one caused the least. In addition, it is important where the implant is inserted into the body. An essential requirement is the placement of the implant between the layers of tissue.

In the manufacture of polymer prostheses, the purity of the polymer material is of great importance. As is known, there is no absolutely pure substance. In this regard, polymers that may contain monomer residues, initiators, dyes, stabilizers, etc. are particularly problematic. The presence of impurities in medical polymers should not exceed 10^{-5} , 10^{-6} %, which is consistent with the purity of materials used in electronics. It is not enough to obtain a pure polymer, it must be processed into a product and sterilized. It is necessary to process the polymer material, give it a shape, which occurs at high temperatures. At high temperatures, the

polymer may undergo destruction, which in itself leads to contamination of the polymer. The polymer material must necessarily withstand sterilization conditions and must not undergo changes, since sterilization liquids are often adsorbed on the polymer surface. In most cases, ethylene oxide is used for sterilization. In some cases, ethylene oxide interacts with the polymer.

The role of polymers in creating artificial organs of the human body is especially important. It is worth noting that, except for the brain and stomach, which, according to the current scientific level, are not subject to replacement, all organs are being studied and modeled to create an appropriate analogue-substitute. While the functionality of natural organs is in the case when, due to trauma or other reasons, natural organs can no longer perform their intended functions, it becomes necessary to replace them with artificial ones. Since the 80s of the twentieth century, a boom in the use of artificial organs has begun. In 1990, the use of artificial organs in Japan was expressed in the following figures: artificial bones and joints - 3,000 people, blood vessels - 24,000; heart-lungs - 100,000; valves - 6,000; pacemakers - 20,000; kidneys - 38,000; hearts - 10,000 people.

Today, there is a wide range of polymeric materials that are successfully used in various fields of medicine. Demand and supply for artificial organs often do not coincide. Artificial hearts, lungs, kidneys and some other organs are used only temporarily, so the same set can be used several times, the number of used can reach several hundred. It is clear that the number of such sets will be small compared to the number of patients.

Scientific research work to create artificial organs is carried out in three directions:

- 1) Increasing the viability of the artificial organ;
- 2) Maximum universalization of functions;
- 3) Miniaturization of size. Creation of portable and self-healing artificial organs.

Artificial kidneys are widely used in patients with not only acute, but also chronic renal failure. Intensive research is being conducted in the field of artificial hearts and lungs. The goal of research is to extend the life of artificial organs.

When conducting experiments on a living heart, it is quite common for it to be unclear whether a medication circulating in the body is affecting the circulatory system or the heart. Whereas experiments conducted on animals with artificial hearts provide a clear answer to this question.

The effectiveness of scientific research work in the direction of creating, improving and using artificial organs, as we have mentioned, depends on the achievements of both medicine and natural sciences and technology. The list of substances that are necessary for creating artificial organs should include the following materials:

1. Biological, compatible with a living organism - Such materials include substances that, having penetrated the body, do not cause any reaction during their long-term presence in the body. Silicone, Teflon, polycarbonates, polyethylene, hydrogels and other synthetic polymer materials are widely used in this direction, as well as some metals, e.g. special grade stainless steel and titanium. A material that would be absolutely inert to a living organism does not exist today. That is, no matter what the nature of the substance and in what quantity we use it in a living organism, sooner or later, locally or throughout the body, it will inevitably cause a biological reaction.
2. Which have antithrombogenic properties (these are materials that are suitable for prolonged contact with blood and are used to make vascular prostheses, heart valves, artificial pericardium and diaphragms). Numerous fundamental studies have been conducted in the world to create antithrombogenic materials. In the case when an artificial organ is used once or several times, the problem is easily solved by adding heparin or another antithrombogenic agent. In addition, a substance has been obtained, the duration of use of which reaches several months. Thus, the prospect of creating a material with antithrombogenic properties is real.
3. Adsorbents - materials used in the construction of artificial organ devices (lungs, heart, kidneys). Currently, activated carbon, zirconium, ion-exchange resins, etc. are used as adsorbents for this purpose.
4. Artificial dialysis-diffusion aphasic materials (dialysis membranes are also made on their basis, which allow for the selective removal of urea, creatinine, and other metabolic products from the body).
5. Oxygen-carrying substances (this is a class of fluorocarbon-type substances that can dissolve in high concentrations of oxygen, as well as high-molecular compounds chemically bound to the heme of erythrocytes).
6. Fibrous materials (microporous materials with high metabolic activity, used in the construction of artificial organs, e.g. vinyl acetate fiber (artificial kidney), silicone capillaries of artificial lungs).
7. Materials for microencapsulation (which are necessary for the production of microcapsules with a diameter of the order of microns and are intended for drug delivery systems and oxygen carriers. Organosilicon polymer compounds, serum albumin, etc. are successfully used as materials for microcapsules).

The use of polymers in drug delivery systems. One of the most important problems in drug treatment is the selective (targeted) delivery of drugs to the body, since most traditional drugs act on the target and provide the desired effect, but at the same time

act on other systems of the body and cause undesirable complications. Theoretically, selective drug delivery can be achieved in two ways: by different sensitivity of organs to the drug, or by different -targeted delivery of the drug. That is, drugs can be used that are distributed throughout the body, but actively affect only the target (i.e. do not / or less affect other organs), or those that are potentially capable of affecting many organs, but are arranged in such a way that they reach only the target. Traditionally, the first type of drugs is predominantly used in therapy. A good example of them are antibacterial agents that act on bacterial cells and are less harmful to human and animal cells. Obviously, the effectiveness of drug therapy will increase significantly if the drugs have a targeted delivery mechanism. The dream of giving drugs such “magic bullet” properties dates back to the time of P. Ehrlich, although this idea has only begun to be realized in recent years (P. Ehrlich is a German bacteriologist and chemotherapist, who was awarded the Nobel Prize in Physiology or Medicine in 1908. His works are devoted to the study of immunity problems, the development of methods for treating infectious diseases. P. Ehrlich is considered the founder of chemotherapy). It is no exaggeration to say that the creation of targeted drugs is tantamount to a revolution in therapy. One of the effective ways of targeted drug delivery is the use of various types of carriers. Both natural and synthetic polymers and more complex structures can be used as drug carriers, the function of which is often not limited to drug transport. They protect drugs and other biologically active substances (e.g. enzymes) from inactivation, and also perform the function of a reservoir from which the drug is gradually released.

In recent years, much work has been devoted to the use of synthetic polymers to construct drug delivery systems, which can be explained by the diversity of properties of these polymers and, in many cases, their biocompatibility.

The antibiotic doxorubicin is polymerized using pH-sensitive micelles based on an amphiphilic, self-assembling diblock copolymer. The copolymer is obtained by anionic polymerization (ring-opening) of allyl glycidyl ether in the presence of polyethylene oxide monomethyl ether as a macroinitiator.

Hydrogels, which are characterized by high water content and biocompatibility, have a wide range of applications in medical practice. They are used as surgical implants, controlled drug delivery systems, and more.

The brain has a natural protective system that protects it from the penetration of harmful substances. But at the same time, this barrier also limits the penetration of a number of therapeutic agents (especially water-soluble) for the treatment of cerebral

diseases. Biodegradable polyanhydrides - polybis -p-carboxyphenoxyp propane / sebacic acid, which are characterized by high hydrophobicity and the ability to non-enzymatic (chemical) biodegradation, were obtained. Chemotherapeutic agents were introduced into the polyanhydride (directly at the site of tumor resection) for local and prolonged delivery to brain cells. Polyanhydrides are promising for local delivery of water-soluble drugs to brain tissue, which ensures a high concentration of the drug at the target site.

Polymers that form micelles and are promising for drug delivery have been obtained through polymer-analogous transformations of cellulose.

Polymers of various structures containing hydrophobic groups are known in the scientific literature, which find great use both in catalytic processes and for the construction of targeted drug delivery and controlled release systems.

8. Elastic-ductile wear-resistant materials (materials intended for the creation of artificial bone, blood vessels, heart valves. These materials must exhibit complex physical and mechanical properties and must maintain these properties during long-term operation under mechanical load.
9. Biological adhesives for joining living tissue (bioadhesives are used to join skin, tissue, intestinal fragments, blood vessels, bile ducts, etc.). In addition, various types of bioadhesives are created to join artificial organs, e.g. blood vessels, urethra, bile ducts to a living body, as well as to glue an artificial valve to a natural heart. Adhesives must meet the requirements: they must not emit heat, harmful substances, must not react with living substance, must not undergo degradation in the body and must have a fast (instant) effect.
10. Polymer composite materials, including those for multiple use (such materials can be created by combining similar types of polymers, synthetic materials and metals, biopolymers with synthetic polymers, or metals. All possible combinations and combinations are used. The resulting compositions must have properties that would make it possible to create materials for the appropriate purpose from them.

The current level of implant surgery is unthinkable without the use of polymers and materials based on them. An implant is a medical device made of synthetic or artificial material, which is surgically inserted into the human body to perform certain functions for a long time and which has contact with blood and lymph.

All implants, depending on their field of application, will be subject to certain requirements, however, there are requirements that are common to all types of implants.

The introduction of an implant into the body is a complex surgical operation, accompanied by tissue rupture, which causes local and general changes in the body.

These processes are actually a protective reaction of the body to a foreign body, this is a tendency to restore and heal the damaged structure. The body's reaction is the same not only to the implant, but also to natural causes - the formation of hematomas as a result of trauma, bone fragments, etc.

In general, the body's reaction is expressed in the form of a number of processes:

- 1) Inflammatory processes.
- 2) Biodegradation of the implant.
- 3) Adaptation of the organism to the implant, through the formation of a capsule around it.
- 4) In some cases, the body expels the implant. A foreign body - an implant - can cause necrosis of the surrounding tissue, which is accompanied by pathological complications. In this case, it is necessary to surgically remove the implant.
- 5) Crystallization of inorganic salts (calcium-containing salts) - the so-called calcification - can occur on the surface and in the mass of the implant, which leads to a deterioration in the properties of the implant - especially its elasticity.
- 6) Insufficient purity of the implant material can lead to the release of carcinogenic and allergenic substances from it.
- 7) The behavior of an implant in the body is influenced by its dynamic interaction with the surrounding tissue.

Depending on the purpose, the implant can be replaced by living tissue or function in the body for a long time.

Materials that have the ability to decompose in the body by various mechanisms (biodegradable materials) are used to produce a large group of implants, among which the following are important:

1. Sutures.
2. Abutments and sheet materials for covering wounds.
3. Details for connecting bone fractures.
4. Foam-forming materials for filling cavities after surgery.
5. Filler compositions for filling bone defects.

Adhesive compositions used to bond bones and soft tissues must also have high biodegradability.

Replacing an implant with living tissue involves two parallel processes, the rates of which, namely, the rates of biodegradation and tissue regeneration, must match each other.

It should be noted that there are two periods of the “fate” of a polymer material. During the first period, the implant material performs its function, while being replaced by living tissue. During the second period (passive period), the already formed new tissue begins to perform its functions, and the implant continues to only decompose. The duration of the processes is determined by both the type of material and the place of implantation. Both natural and synthetic carbo- and heterochain polymers are widely used to create implants.

References:

1. Манабу С.Э.. Полимеры медицинского назначения (перевод с японского). 1981, 248 с.
2. Штильман М.И.. Полимеры медико-биологического назначения. Москва, 2006, 400 с.
3. Markarashvili E., O. Mukbaniani, T. Chogovadze. Medical organosilicon compounds. Tbilisi, 2011, 232p.
4. Т.В.Волова, В.И.Севастьянов, Е.Иишацкая. Полиоксикалкоанаты-биоразрушаемые полимеры для медицины. Новосибирск, 2003, 331с
5. R. Katsarava, D. Kharadze, G. Jokhadze, N. Neparidze. Functional polymers and their application in scientific research, technologies and biomedicine. Publishing house "Technical University", Tbilisi, 2009, 167 p.
6. <http://www.gtu.ge/publishinghouse/> (Functional polymers and their applications in scientific research, technology and biomedicine ISBN978-9941-14-721-0)

პოლიმერები მედიცინაში

მარინა ქარჩხაძე	ქიმიის დოქტორი, პოლიმერული ქიმიის კათედრის გამგე, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მმნ ქიმიის კათედრა E-mail: marina.karchkhadze@tsu.ge
მინედა ჭანტურია	ქიმიის დოქტორი, ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი, ქიმიის ინსტიტუტის დირექტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ასოცირებული პროფესორი E-mail: minedachanturia1@gmail.com
ანტონინა მსხილაძე	ქიმიის დოქტორი, სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ასოცირებული პროფესორი E-mail: a.mskhiladze@sou.edu.ge

წარმოადგინა ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის ქიმიის ინსტიტუტმა

აბსტრაქტი. პოლიმერებმა ნამდვილი რევოლუცია მოახდინა თანამედროვე მედიცინაში. ჯანდაცვა და ყოველდღიური ცხოვრება წარმოუდგენელია მათი ფართო სპექტრის გამოყენების გარეშე. ხშირად, რთულ შემთხვევებში, აუცილებელი ხდება დაზიანებული ორგანოს, ან ქსოვილის სრული შეცვლა. ეს შესაძლებელია, განხორციელდეს ტრანსპლანტაციის, ან იმპლანტაციის საშუალებით. ტრანსპლანტაციის დროს ჩნდება მთელი რიგი პრობლემები. ეს არის: სამეცნიერო, მორალურ-ეთიკური და იურიდიული, ასევე ქსოვილებისა და ორგანოების დეფიციტი, რადგანაც ქსოვილებისა და ორგანოების არსებულ ბანკებს შეუძლია მხოლოდ საერთო მოთხოვნების 10%-ის დაკმაყოფილება, ასევე გადანერგვის შერმთხვევაში ყველაზე მნიშვნელოვანი პრობლემაა უჯრედების თავსებადობა. პოლიმერული მასალების გამოყენება ხსნის ყველა ჩამოთვლილ პრობლემას. მედიცინაში ფართოდ გამოიყენება როგორც კარბოჟაჭკური, ასევე ჰეტეროჟაჭკური აღნაგობის ბუნებრივი, ხელოვნური და სინთეზური პოლიმერები. პოლიმერები და მათ საფუძველზე მიღებული მასალები გამოიყენება აღდგენით

ქირურგიაში, ტრავმატოლოგიაში, ორთოპედიაში, სტომატოლოგიაში, ოფთალმოლოგიაში, ადამიანის ხელოვნური ორგანოების შესაქმნელად, დაზიანებული ორგანოების პროთეზირებისათვის და ა.შ. დონორის ორგანოებისგან განსხვავებით, პოლიმერებს ახასიათებთ ძალიან დაბალი იმუნოგენურობა, რაც ამცირებს შეუთავსებლობის რისკს და იმუნური სისტემის მიერ მათი მოცილების საფრთხეს. ყველა იმპლანტანტს, მათი გამოყენების სფეროდან გამომდინარე, წაეყენება გარკვეული მოთხოვნები, თუმცა არსებობს მოთხოვნები, რომლებიც საერთოა ყველა იმპლანტანტისთვის. პოლიმერების გამოყენება მკაცრ მოთხოვნებს აწესებს მასალებზე: ისინი უნდა იყოს ბიოლოგიურად ინერტული, შეინარჩუნონ შესაბამისი ფიზიკური და მექანიკური თვისებები ხანგრძლივი დროის განმავლობაში და ჰქონდეთ უკიდურესად მაღალი სისუფთავე. პოლიმერები გამოიყენება ასევე სამკურნალო საშუალებების „მიზნობრივი მიწოდების სისტემებისთვის“, სადაც ისინი მოქმედებენ როგორც გადამტანები, იცავენ წამლებს ინაქტივაციისგან, უზრუნველყოფენ ეტაპობრივ გამოთავისუფლებას და ა.შ. მიმდინარე კვლევები მიზნად ისახავს ხელოვნური ორგანოების სიცოცხლისუნარიანობის გაზრდას, ფუნქციების უნივერსალიზაციასა და მინიატურიზაციას.

საკვანძო სიტყვები: ბიოდეგრადირებადი და არაბიოდეგრადირებადი სამედიცინო პოლიმერები, ტრანსპლანტაცია, იმპლანტაცია.

STRUCTURE AND FUNCTIONING OF THE SUMERIAN ECONOMY

Gia Kvashilava

Doctor of Mathematics and Economics, President of the
Academy of Phasis, Member of the Tskhum-Abkhazian
Academy of Sciences, Caucasus International University,
Professor
E-mail: gia.kvashilava@tsu.ge

*Presented by the Institute of Economics and Business of the Tskhum-Abkhazian Academy
of Sciences*

Abstract. This study discusses the main components of the Sumerian economy: agriculture, temple and palace economies, trade, labour organization, accounting systems, and redistribution mechanisms. The Sumerian economy, which flourished in southern Mesopotamia during the 4th–3rd millennia BC, represented one of the earliest organized economic systems. Agriculture, developed on the fertile soils created by the Tigris and Euphrates rivers, supported the cultivation of staple crops such as barley, wheat, and dates. Temples and palaces, as economic centres, managed land ownership, taxation, and resource redistribution. Sumer engaged in trade with regions such as Anatolia (modern-day Turkey), Elam (southwestern Iran), the Indus Valley (modern-day Pakistan/India), and the Arabian Peninsula (Dilmun, modern-day Bahrain). Strict labour organization and accounting records inscribed in cuneiform ensured efficient management. Institutional frameworks reduced transaction costs, fostering trust and stability in relevant institutions. Despite significant economic achievements, the Sumerian economy remained vulnerable due to soil salinization and external threats. Sumerian bureaucracy, irrigation systems, and writing profoundly influenced the economic and social development of ancient civilizations.

Keywords: *Sumerian economy, agriculture, temple and palace economy, institutions, trade, irrigation systems, accounting, writing system.*

Introduction. Approximately between 4500 and 1900 BCE, the land of Sumer was located in the historical region of southern Mesopotamia, in what is now the south-central part of Iraq, and is considered one of the earliest urban civilizations. In the Sumerian language, it

was called *Ki-en-gi* or *Ki-en-gir*, meaning “the land of noble rulers,” while the Sumerian language itself was known as *Eme-gir*, “the language of the nobles.”

The term *Sumer* was first introduced on January 17, 1869, by the French-German Assyriologist of Jewish origin, Julius Oppert (1825–1905). The Sumerian language was non-Semitic and non-Indo-European, an agglutinative language isolate. According to certain linguistic studies, Sumerian is linked to the Proto-Kartvelian language, and the South Caucasus is regarded as the prehistoric homeland of the Sumerians [3–6; 11–13].

Sumer made a significant contribution to the formation of an organized economic system. The Sumerian economy was based on agriculture, temple and palace institutions, technology, trade, and a complex administrative management structure.

1. Agriculture. The foundation of the Sumerian economy was agriculture, which developed through the reclamation and cultivation of fertile soils created by the rivers Tigris (Idigna) and Euphrates (Buranun). Archaeological evidence indicates that around 3500 BCE the Sumerians developed complex irrigation systems covering more than 3,000 hectares, which ensured stable crop yields (e.g., grain production) and increased productivity despite the arid local climate [1]. The main cultivated crops included barley, wheat, sesame, millet, beans, and peas. The date palm was also of great importance, providing both food and construction materials [17].

From a technological standpoint, the Sumerians were the first to use the seeder plough, which allowed sowing and ploughing to be performed simultaneously. This innovation, described on clay tablets, attests to a major technological advance that enabled the Sumerians to improve sowing efficiency and expand irrigated farmland [2]. Additionally, the specialization of agricultural labor (e.g., field workers, irrigation system managers) improved the division of labor and contributed to the overall sustainability of the Sumerian economy [1; 13]. This process made it possible for Sumerian city-states to achieve agricultural surpluses, laying the foundation for urbanization and the growth of trade [9].

In terms of land ownership, most of the land belonged to temples and palaces, although examples of private ownership are also attested, as recorded on cuneiform tablets [22]. The maintenance of irrigation canals and reservoirs was considered a matter of state importance, requiring centralized management and organized labor [17].

Agricultural products in Sumer were multifunctional, serving vital economic and social purposes:

- **Barley** was used as the primary food source (for making bread, porridge, and beer) and as a means of payment in labor compensation, taxation, and trade transactions, effectively serving as a universal “currency” [22].

- **Wheat** was a major cereal used to produce high-quality food, bread, and pastries. It was sometimes offered in temples for religious rituals. Although less common than barley, wheat was more valuable, as its cultivation required more fertile soil and better irrigation – challenging conditions in Sumer’s dry climate.

- **Date palms** provided a highly nutritious food source consumed widely by the population. Dates were used to make dried fruit, syrup, and beverages. The palm tree also supplied construction materials (wood and leaves). As a durable and easily transportable product, dates became a key export commodity, particularly traded with the Persian Gulf region (Dilmun, modern Bahrain). High yields and ease of storage made them economically profitable. Inscriptions on clay tablets mention date plantations often owned by temples or wealthy landholders [2].

- **Beans and peas** were important legumes primarily consumed by lower social classes and also used as animal fodder.

- **Sesame oil** served multiple purposes – as food, in lighting, cosmetics, religious rituals, and medicine. Like dates, sesame oil was a major export product due to its ease of transport. Clay tablets record sesame fields mainly under temple or elite (bomond) control.

- **Wool** was used to produce high-quality textiles intended for temples and the elite. These fabrics, often dyed and ornamented, became significant export goods traded with regions such as Elam (modern southwestern Iran) and Anatolia (modern Turkey). Clay tablets record that textile production was often organized by temples or royal palaces, employing mainly female artisans [18].

Thus, these agricultural products not only satisfied local consumption but also facilitated the formation of extensive long-distance trade networks, which in turn stimulated the economic, social, and cultural development of the Sumerian city-states. The evidence from clay tablets and archaeological findings clearly demonstrates that the Sumerians established a highly organized system for managing agriculture and harnessing its economic potential.

2. Temple and Palace Economy. In Sumerian society, temples served as centers of socio-economic and religious life, as evidenced by numerous archaeological materials, including clay tablet inscriptions that document their administrative functions [22]. Temples owned large tracts of land, managed irrigation systems, stored grain and other produce, and exercised control over the redistribution of harvests [1]. They were also major employers, providing work for priests, craftsmen, laborers, and scribes [17].

The temple economy functioned as a centralized redistributive system: peasants delivered their produce to the temples [15], which then distributed it among workers and the poor – a

process partially reflected in the written archives of Ur and Lagash [8]. Temples also contributed to strengthening social cohesion. For example, they organized religious festivals that attracted pilgrims, stimulating local economies, particularly in crafts and trade [9].

From the second half of the 3rd millennium BCE, palaces, belonging to the ruling elite, began to assume similar economic functions. Kings and governors controlled landholdings, collected taxes primarily in kind (e.g., grain, livestock), and organized military campaigns and construction projects [2].

The temple and palace economies were often interlinked, forming an institutional system of centralized management, where the redistribution and control of resources were implemented through sophisticated accounting systems recorded on clay tablets [13]. Moreover, the interdependence between temple and palace institutions can be interpreted as an example of power balance, wherein rulers frequently employed religious authority to legitimize their rule, as evidenced in records from the latter half of the 3rd millennium BCE [15].

Thus, these institutions ensured economic stability and efficient resource distribution, while also playing a vital role in reducing transaction costs and enhancing social trust [16; 23].

3. Trade and External Relations. The Sumerian economy largely relied on trade and commercial networks. Due to the scarcity of natural resources such as timber and metals, trade was essential and played a crucial role [2]. Sumer could not produce sufficient quantities of metals or other raw materials on its own. In exchange, it supplied other regions with agricultural products and handicrafts, which led to the establishment of trade routes, as evidenced by clay tablet inscriptions and archaeological findings.

Archaeological excavations indicate that the Sumerians traded with regions including Anatolia, the Iranian plateau, Dilmun, the Indus Valley, and the Arabian Peninsula [18; 22]. Inscriptions on clay tablets show that Dilmun served as an intermediary between Sumer and the civilizations of the Indus Valley, facilitating the transport of raw materials and goods [7].

Trade was mainly organized by state institutions or temples, though private merchants also existed. A notable example is the institution of the *dam-gar* (merchant). Professional traders traveled on behalf of Sumerian city-states (e.g., Ur, Larsa) and conducted international commerce [22]. Surviving commercial records on clay tablets, such as those from 2350–2200 BCE, detail the quantities of goods, prices (mostly measured in shekels), and transaction terms, demonstrating the accuracy of the Sumerians' accounting system [8].

The main export goods included grains, dates, sesame oil, wool, and handicrafts. Imported goods consisted of timber (from the region of modern Lebanon), gold, copper (from the South Caucasus), silver (from Anatolia), and precious stones such as lapis lazuli (“blue sapphire,” from the Badakhshan region of modern Afghanistan) [2]. These trade networks

facilitated not only economic, technological, and cultural exchange but also the dissemination of writing systems, highlighting the role of trade in early proto-globalization processes [13].

Based on written sources, the main trade routes were:

- **Overland route to Anatolia and the South Caucasus** (approx. 1,000–2,000 km), primarily used for importing metals (gold, copper, tin), timber, and other essential raw materials [22; 2; 13].

- **Overland route from Ur or Uruk to Susa, the capital of Elam** (approx. 300–400 km), mainly for exporting grain, textiles, and other goods [18].

- **Maritime route via the Persian Gulf and Dilmun to the Indus Valley** (Mohenjo-Daro and Harappa, modern Pakistan, approx. 2,000 km), used for importing precious stones and spices [18].

These trade networks required sophisticated logistics, including transportation, security, armed protection, and administrative coordination [22]. Such exchanges contributed significantly to the economic and cultural development of Sumerian city-states and had a substantial impact on strengthening Mesopotamia and neighboring regions [13].

4. Labor Organization and Social Structure. Labor in Sumer was primarily organized and supervised by temples. For example, records from the Third Dynasty of Ur (2112–2004 BCE) document the number of workers, working days, and rations, reflecting the central role of labor in shaping the economic, social, and political development of Sumer [1].

The Sumerian economy exhibited a highly structured labor system. The majority of the population, approximately 80–90%, was engaged in agriculture, primarily cultivating barley and wheat. The remaining population, including priests, scribes, and craftsmen, mainly worked in temples and palaces. These institutions not only oversaw production but also coordinated the management of economic resources and organized activities [22].

Sumerian society was socially stratified. The upper class comprised the ruling elite, including kings and priests, who combined political and religious authority. The middle class consisted of free citizens such as merchants, artisans, and small landowners. The lower class included laborers, among them slaves, who were often prisoners of war or individuals enslaved due to debt. Slaves were primarily employed in agriculture or temple construction. However, slavery in Sumer was not institutionalized in the way it later became in the Roman Empire, and in some cases, the status of slaves could improve over time.

Labor compensation was frequently provided in kind, such as grain, textiles, or oil. Surviving clay tablet records indicate that decisions regarding payment were often centralized within institutional frameworks, highlighting the importance of institutional governance in labor management [13].

Particular attention is warranted regarding women's roles. The *naditu* – often unmarried women from high social strata who served in the temples of the sun god Shamash and his consort Aya – exercised considerable autonomy and property rights. They were engaged in textile production, processing of leather and grain, and commercial activities, reflecting a degree of gendered economic participation in Sumerian society [21]. The economic activities of the *naditu* were closely linked to the temple's broader economic network [22].

Overall, the structured labor system, centralized institutions, and defined social hierarchy were fundamental to sustaining economic productivity, managing resources efficiently, and integrating Sumerian society into both local and long-distance trade networks.

5. Writing, Accounting, and Payment Systems. Between c. 8500–3500 BCE, in Mesopotamia, small clay tokens of various shapes – spheres, cones, cylinders, and other forms – were used to represent specific goods (e.g., grain, livestock) and to record their quantities. These tokens were stored in clay envelopes (*bullae*), often with impressions of the tokens on the exterior. This constituted the earliest known accounting system, facilitating trade and economic management, forming the basis of Sumerian logistics, and ensuring transaction security.

By c. 3500–3000 BCE, Sumerians began to inscribe these tokens' shapes onto clay tablets, which gradually evolved into more abstract symbols, eventually forming the cuneiform writing system – a clear example of technological evolution [10–13].

Written economic and administrative documents include records of: worker employment, workforce allocation, plowing and threshing activities, worker illness reports, labor compensation and grain distribution, revenue and expenditure documents, receipts for goods delivered by couriers, fodder distribution, production, allocation, exchange and consumption of goods, trade and major transactions (including private property transfers), loan contracts, judicial decisions, irrigation taxes, dispute settlements, balance sheets, redemption amounts, interest-bearing loans and debts, agricultural product inventories, food rations, urban and rural agreements, property transactions (houses, gardens, land, livestock), marriage, inheritance and divorce records, medical texts (prescriptions), calendars, and more [13].

“The writing system is a crucial instrument for managing economic, political, institutional, and religious organizations; it serves as an informational and communicational technology, establishing relationships during the production of material wealth and enabling the transmission of knowledge and ideas. As a socio-cultural phenomenon, writing emerged at early stages of social development out of the necessity to refine economic activity and account for goods – a major achievement in human civilization” [13].

Sumerians used the “silver shekel” [20] as a unit of payment and value measurement, though physical coins did not yet exist. Payments were often barter-based, using silver, barley, or other products as mediums of exchange.

This process established the framework for institutional and socio-economic organization, including trade guilds and other professional networks. Division of labor created specialized professions, and the development of urban economic activities required improvements in institutional systems and central organizations. This included control over task execution, planning, trade and taxation, management of resources, production, collection and distribution of goods, revenue and expenditures, tithes and offerings, construction of architectural centers, temples, palaces, and public buildings, as well as land registration, measurement, and valuation [13].

The accounting system allowed temple and palace administrators to monitor inventories, taxes, and trade, representing a critical step in the development of bureaucracy and economic management [22]. In the Sumerian economy, temples, palaces, the accounting system, and the institution of the tamkaru (merchant/administrator) functioned as institutional mechanisms that reduced transaction costs and ensured the stability of the economic system. According to D. North’s institutional theory, these institutions can be regarded as formal institutions that reduced transaction costs in multiple ways [15; 16]:

- **Information Costs.** In the Sumerian economy, managing information costs played a crucial role in ensuring effective economic activity. Representatives of temples and palaces were responsible for collecting taxes, which were mainly paid in kind, such as barley or other agricultural products. At the same time, they oversaw the allocation of resources, forming an essential part of the centralized economic system. The accounting system, recorded on clay tablets, was used to precisely document trade and taxes. These tablets recorded details such as the quantity of goods, their price, and the conditions of transactions. This practice demonstrates that scribes actively used accounting records to reduce informational uncertainty and enhance transparency between merchants, temples, and palace representatives. The accounting system significantly reduced information asymmetry that could exist among peasants, priests, and rulers [8].

Thus, the data preserved on clay tablets contributed to the accuracy and reliability of economic interactions, enabling efficient resource management and distribution.

- **Enforcement Costs.** Managing enforcement costs was one of the primary functions of temples and palaces in the Sumerian economy. These institutions were responsible for ensuring the collection of taxes and fulfillment of labor obligations, which maintained the stability and functioning of the economic system. Inscriptions on clay tablets provide information about

taxes, e.g., “60 gur of barley.” Accounting allowed tax collectors to monitor compliance and reduce the risk of contract violations or moral hazard. This indicates that these institutions had a well-organized structure for monitoring and enforcing tax collection.

Consequently, this practice increased the efficiency of the economic system by ensuring proper allocation and management of resources, contributing to the stability of economic relations in society.

- **Contract Costs.** Managing contract costs was another function of temples as resource allocation centers. They facilitated agreements between private individuals or organizations; for example, providing food or other necessities in exchange for a supply of crops such as barley or wheat. This process reduced negotiation and contracting costs, as temples acted as intermediaries ensuring transparency and fairness in transactions. Such a centralized system lowered transaction costs, making economic relations more efficient and organized. The institutional structure established by temples ensured the stability and efficiency of the Sumerian economic system, which was vital for the society’s overall functioning.

- **Property Rights.** Defining and protecting property rights was a key function of centralized institutions, particularly temples and palaces. These institutions controlled significant portions of land and other key resources, allowing them to regulate and enforce property rights. They monitored land use and its associated revenues, ensuring centralized management of economic resources. In addition, the tamkaru institution, acting as merchants and intermediaries, managed export and import transactions. This structure helped define and protect ownership rights, which was crucial for trade development and stability. Clearly defined property rights reduced the risk of disputes and conflicts, thereby increasing the efficiency and reliability of the economic system.

Thus, these institutions created a stable framework that supported the orderly functioning of economic relations.

- **Social Trust.** Strengthening social trust played a vital role in maintaining the stability of the society’s economic system, and the accounting system served as a key institutional mechanism for this process. Records on clay tablets, documenting taxes, trade details, and other transactions, ensured transparency in economic exchanges. These records allowed peasants, priests, and rulers to access accurate information about transactions, reducing the risk of disagreements or disputes [22].

In this way, the accounting system not only increased the efficiency of economic activity but also contributed to the reinforcement of social trust within Sumerian society.

6. Redistribution System as an Institutional Mechanism. In Sumer, the redistribution system functioned as a centralized institutional mechanism, primarily organized by temples,

aimed at allocating resources – such as crops, food, and textiles – among workers and socially disadvantaged groups, including the poor [22].

To analyze this system, we apply D. North's institutional economic theory, which posits that institutions – formal and informal rules – help ensure economic and social stability [16]. Within this framework, the redistribution system can be seen as an institutional mechanism performing several key functions:

- **Reduction of Social Conflict.** Resource redistribution by temples – through the collection of taxes, e.g., 10% of the harvest, as documented on clay tablets [8] – reduced social inequality. Resources were allocated not only to the elite (bomond) but also to workers and impoverished groups, thereby promoting social stability and preventing conflicts [19].

- **Ensuring Economic Efficiency.** The accounting and redistribution system, grounded in tax collection and recorded on clay tablets, allowed temples and palaces to allocate resources – such as grain – to workers and dependent groups [17]. This process increased labor productivity by providing workers with food and material resources, which in turn supported agricultural production and other economic activities.

- **Limited Social Mobility.** Redistribution by temples contributed to the improvement of the economic status of some citizens, particularly artisans [21]. However, this mobility was limited because the allocation of resources largely depended on temple structures rather than individual initiative. Nevertheless, this mechanism helped maintain economic stability, as evidenced by the construction of temples and irrigation canals funded through the redistribution system [22].

7. Challenges and Constraints. Despite its significant achievements, the Sumerian economy was a fragile system, vulnerable to both environmental and socio-economic pressures.

One major issue was the maintenance of irrigation systems, which required continuous care and coordination. Over time, intensive irrigation led to soil salinization, significantly reducing soil fertility and crop yields. R. Adams notes that the development of irrigation-based agriculture in southern Mesopotamia created environmental constraints that negatively affected economic productivity [1]. J. Postgate emphasizes that salinization was a long-term process that threatened the sustainability of Sumerian agriculture [17].

In addition, socio-political challenges posed risks to economic stability. Wars and external invasions – particularly from Elam – frequently disrupted Sumerian city-states such as Ur and Uruk. M. Liverani highlights that such conflicts often led to disruptions in trade networks and resource redistribution, complicating the functioning of centralized institutions like temples and palaces [9].

Despite these constraints, by the end of the 4th millennium BCE, the Sumerians established urban settlements that significantly influenced the economic systems of neighboring civilizations, including Akkad, Babylon, and Assyria. The innovations in agriculture, trade, and accounting systems contributed to the dissemination of economic knowledge and the development of institutional models across the region [13].

Key Findings. The Sumerian economy, flourishing in southern Mesopotamia during the 4th–3rd millennia BCE, was one of the earliest organized economic systems and had a significant impact on the development of civilization. It was based on agriculture, temple and palace institutions, trade, strict labor organization, and accounting systems.

- **Agriculture.** The development of irrigation systems on the fertile soils of the Tigris and Euphrates, along with innovations such as the seed drill, ensured surplus production (barley, wheat), which facilitated urbanization and the growth of trade. Most of the land was owned by temples and palaces, ensuring centralized management.

- **Temple and Palace Economy.** Temples and palaces served as economic and social centers, managing land ownership, taxes, and the distribution of resources. They functioned as redistribution systems, reducing social inequality and promoting stability.

- **Trade.** The Sumerians actively traded with regions such as Anatolia, Elam, the Indus Valley, and the Arabian Peninsula, compensating for the shortage of natural resources (timber, metals, precious stones). The institution of the *dam-gár* (merchant-administrator) and records on clay tablets ensured the efficient management of trade.

- **Accounting System.** Cuneiform writing and the records preserved on clay tablets (e.g., taxes, income and expenditure, trade) created one of the earliest accounting systems, reducing transaction costs and increasing the transparency of economic exchanges.

- **Institutional Analysis.** Using D. North's institutional theory, Sumerian institutions (temples, palaces, *dam-gár*) reduced informational, enforcement, and contract-related costs, enhancing economic efficiency and trust. From the perspective of modern theories (Williamson, game theory, behavioral economics), these institutions represented advanced mechanisms for social and economic stability.

- **Challenges.** Despite its high level of organization, the Sumerian economy faced significant challenges. Soil salinization, resulting from prolonged irrigation and inadequate agricultural practices, and frequent droughts reduced agricultural productivity. Furthermore, Sumerian city-states (Ur, Uruk, Lagash) often competed with one another, leading to internal conflicts. They lacked a unified military force, leaving them vulnerable to external invasions. Ineffective defense organization and wars with neighboring peoples destabilized the economy

by disrupting trade, resource supply, and labor organization. These challenges highlighted the importance of sustainable development, including rational management of environmental resources, strengthening defensive mechanisms, and developing military technologies. Maintaining soil fertility and ensuring military security were crucial for the stability of the Sumerian economy.

These factors, combined with the gradual loss of fertility, led to the weakening of Sumerian economic and political structures, allowing non-Sumerian peoples, such as the Akkadians and later the Babylonians, to dominate the Mesopotamian region. Historical and archaeological evidence indicates that the reign of the Akkadian ruler Sargon (c. 2334–2279 BCE) marked the beginning of the end of Sumerian autonomy. Later, during the rise of Babylon under Hammurabi (c. 1792–1750 BCE), Sumerian society ultimately failed to overcome these challenges, was absorbed by incoming peoples, and lost its political identity. However, its cultural legacy – including agricultural knowledge, writing, and religious traditions – persisted for a considerable period.

Conclusion. The Sumerian economy, with its centralized institutions, agriculture, trade, and accounting systems, represents one of the most significant stages in the economic development of civilization. Its institutions – particularly temples, palaces, and scribal schools – laid the foundation for pre-economic practices, including accounting, trade, and taxation systems. Applying modern economic theories (North's institutionalism, Williamson's transaction cost economics, behavioral economics) demonstrates that Sumerian institutions effectively ensured social stability and economic efficiency. However, soil salinization and external threats revealed the fragility of the Sumerian economic system, offering an important lesson for contemporary societies regarding sustainable development and environmental management. The legacy of the Sumerian economy, especially in accounting, trade, and institutional governance, underscores its enduring significance in the history of civilizations.

References:

1. Adams, R. M. (2004). Reflections on the Early Southern Mesopotamian Economy. In: G. M. Feinman and L. M. Nicholas, eds., *Archaeological Perspectives on Political Economies*. Salt Lake City, UT: University of Utah Press, pp. 41–60.
2. Algaze, G. (2014). *Ancient Mesopotamia at the Dawn of Civilization: The Evolution of an Urban Landscape*. Chicago: University of Chicago Press.

3. Chilachava, T.; Kvashilava, G.; Pochkhua, G. (2023), Mathematical Model for the Proto-Kartvelian Population Dynamics, Reports of Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, Vol. 37, pp. 7–10.
4. Chilachava, T.; Kvashilava, G.; Pochkhua, G. (2024), Mathematical Model Describing the Transformation of the Proto-Kartvelian population, Journal of Mathematical Sciences (N.Y.), Vol. 280, Issue 3, Springer, 2024, pp. 300–308.
5. Chilachava, T.; Kvashilava, G.; Pochkhua, G. (2024), Mathematical and Computer Models of the Transformation of the Proto-Kartvelian population into the Svan and Georgian-Colchian Populations, Reports of Enlarged Sessions of the Seminar of I. Vekua Institute of Applied Mathematics, Vol. 38, pp. 19–22.
6. Chilachava, T.; Kvashilava, G.; Pochkhua, G.; Dzidziguri, T.; Sulava, L. (2024), Research of Nonlinear Dynamic System Describing Interaction between Colchian-Georgian and Svan Population, Proceedings XXIV, Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences, Tbilisi, pp. 3–13.
7. Crawford, H. (1998). Dilmun and Its Gulf Neighbours. Cambridge: Cambridge University Press.
8. Hudson, M. (2004). The Development of Money-of-Account in Sumer's Temples. In M. Hudson & C. Wunsch (Eds.), Creating Economic Order: Record-Keeping, Standardization, and the Development of Accounting in the Ancient Near East. International Scholars Conference on Ancient Near Eastern Economies, Bethesda: CDL Press, Issue 4, pp. 303–329.
9. Liverani, M. (2006). Uruk: The First City. London: Equinox Publishing.
10. Kvashilava, G. (2021). On the origin and development of economics, mathematics, and the art of writing. New Economist, Vol. 16(1), pp. 44–56 (in Georgian).
11. Kvashilava, G. (2022). On the History of Some Problems of Economic Security According to Ancient Greek and Latin Sources, The New Economist 17 (2), pp. 46-53 (in Georgian).
12. Kvashilava, G. (2023). On the issue of mathematical and economic accounting systems (based on archaeological monuments dated to the 9th–1st millennia BCE). Issues of Linguistics, 2021–2022, pp. 84–125 (in Georgian).
13. Kvashilava, G. (2023). On the Accounting Systems (According to Monuments of the Ancient Near East). Proceedings XXIII. Tbilisi: Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences, pp. 28–34.

14. Kvashilava, G. (2024). On the Development of Economic relations and Origin of Graphic Signs (According to Archaeological Materials Dated Back to 3.3 million – 10,000 years ago), *The New Economist* 19 (2), pp. 11-22 (in Georgian).
15. Kvashilava, G. (2024). A Brief Overview of the Origin and Development of the Science of Economics, *Business-Engineering*, pp. 106–109 (in Georgian).
16. Kvashilava, G. (2024). The Role of the Development of Economic Relations in the Formation of Mathematics and Writing System. Doctoral dissertation in Economics, Georgian Technical University, Tbilisi, 163 pp (in Georgian).
17. Kvashilava, G. 2025, The Origin and Development of Agriculture – The First Economic Revolution, *The New Economist* 20 (1), pp. 60-70.
18. Kvashilava, G., and Sekhniashvili, D. (2022). Economics in prehistoric times. *Business-Engineering*, Vol. 3–4, pp. 230–234 (in Georgian).
19. North, D. C. (1981). *Structure and Change in Economic History*. New York and London: W. W. Norton & Co.
20. North, D. C. (1990). *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge: Cambridge University Press.
21. Postgate, J. N. (2015). *Early Mesopotamia: Society and Economy at the Dawn of History*. London: Routledge.
22. Ratnagar, S. (2004). *Trading Encounters: From the Euphrates to the Indus in the Bronze Age*. New Delhi: Oxford University Press.
23. Scheidel, W. (2017). *The Great Leveler: Violence and the History of Inequality from the Stone Age to the Twenty-First Century*. Princeton: Princeton University Press.
24. Stol, M. (2016). *Women in the Ancient Near East*. Boston: De Gruyter.
25. Van De Mieroop, M. (2016). *A History of the Ancient Near East, ca. 3000-323 BC*. Oxford: Blackwell Publishing.
26. Williamson, O. E. (2000). *The New Institutional Economics: Taking Stock, Looking Ahead*. *Journal of Economic Literature*, 38(3), pp. 595–613.

შუმერული ეკონომიკის სტრუქტურა და ფუნქციონირება

გია კვაშილავა

მათემატიკისა და ეკონომიკის დოქტორი, ფაზისის

აკადემიის პრეზიდენტი, ცხუმ-აფხაზეთის

მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, კავკასიის

საერთაშორისო უნივერსიტეტი, პროფესორი

E-mail: gia.kvashilava@tsu.ge

წარმოადგინა ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის ეკონომიკისა და ბიზნესის ინსტიტუტმა

აბსტრაქტი. ამ შრომაში განიხილულია შუმერის ეკონომიკის ძირითადი კომპონენტები: სოფლის მეურნეობა, ტაძრებისა და სასახლეების ეკონომიკა, ვაჭრობა, შრომის ორგანიზაცია, აღრიცხვის სისტემა და გადანაწილების მექანიზმები. შუმერის ეკონომიკა, რომელიც ძვ.წ. IV-III ათასწლეულებში სამხრეთ შუამდინარეთში ყვაოდა, ერთ-ერთ ყველაზე ადრეული ორგანიზებული სისტემა იყო. სოფლის მეურნეობა, რომელიც განვითარებული იყო მდინარეების, ტიგროსისა და ევფრატის მიერ შექმნილ ნაყოფიერ ნიადაგებზე, უზრუნველყოფდა ძირითადი პროდუქტების, მაგ., ქერის, ხორბლისა და ფინიკის მოყვანას. ტაძრები და სასახლეები, როგორც ეკონომიკური ცენტრები, მართავდნენ მიწის საკუთრებას, გადასახადებსა და რესურსების გადანაწილებას. შუმერი ვაჭრობდა ისეთ რეგიონებთან, როგორებიცაა სამხრეთ კავკასია, ანატოლია (თანამედროვე თურქეთის მხარე), ელამი (თანამედროვე ირანის სამხრეთ-დასავლეთ რეგიონი), ინდის ხეობა (თანამედროვე პაკისტანის მხარე) და არაბეთის ნახევარკუნძული (დილმუნი, თანამედროვე ბაჰრეინი). შრომის მკაცრი ორგანიზაცია და ლურსმული დამწერლობით ჩაწერილი აღრიცხვითი ფორმები უზრუნველყოფდა ეფექტურ მართვას. გარკვეულმა ინსტიტუციურმა ჩარჩოებმა შეამცირა ტრანზაქციული ხარჯები, რაც ზრდიდა სათანადო ინსტიტუტების ნდობასა და სტაბილურობას. შუმერში მნიშვნელოვანი ეკონომიკური მიღწევების მიუხედავად, მისი ეკონომიკა მყიფე რჩებოდა, რაც განპირობებული იყო მიწის დამლაშებითა და გარე

საფრთხეებით. შუმერულმა ბიუროკრატამ, სარწყავმა სისტემებმა და დამწერლობამ დიდი გავლენა მოახდინა უძველესი ცივილიზაციების ეკონომიკურ და სოციალურ განვითარებაზე.

საკვანძო სიტყვები: შუმერის ეკონომიკა, სოფლის მეურნეობა, ტაძრებისა და სასახლეების ეკონომიკა, ინსტიტუტები, ვაჭრობა, სარწყავი სისტემები, აღრიცხვა, დამწერლობა.

პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანია

იზოლდა ბელთაძე

ისტორიის მეცნიერებათა დოქტორი, ბათუმის შოთა

რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,

პროფესორი

E-mail: beltadzeizolda@gmail.com

წარმოადგინა ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის ისტორიის ინსტიტუტმა

აბსტრაქტი. სტატიაში მოცულია პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიის შესწავლის მცდელობა. საინტერესოა როგორ შეიქმნა ეს კომპანია, როგორი იყო მისი სოციალური შემადგენლობა და კომპანიის წევრად მიღების წესი, რა საქონლით ვაჭრობდნენ, გეოგრაფიულად სად იყო გადაჭიმული სავაჭრო გზები, და ბოლოს, რამ განაპირობა ამ კომპანიის არსებობის წარუმატებლად დასრულება.

დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენების შემდეგ სავაჭრო გზებმა გადაინაცვლა ატლანტიკის და წყნარი ოკეანის აუზის ქვეყნებში. ეკონომიკურად აყვავდა ის სახელმწიფოები, რომელთაც ოკეანეში გასასვლელი ჰქონდათ, სწორედ ამიტომ დაწინაურდა: ბრიტანეთი, საფრანგეთი, პორტუგალია, დანია, შვეცია და ჰოლანდია. დაარსდა საპაიო კომპანიები: ბრიტანეთის (1600 წ), ჰოლანდიის (1602 წ), დანიის (1616 წ), პორტუგალიის (1628 წ), საფრანგეთის (1664 წ), ავსტრიის (1717 წ), შვედეთის (1731 წ), რომლებიც ჩაებნენ აღმოსავლეთთან ვაჭრობასა და კოლონიურ ექსპანსიაში.

აღნიშნული კომპანიებიდან ჩვენ შევისწავლეთ ბრიტანეთის, ჰოლანდიის და საფრანგეთის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიები. ეხლა კი ვცდილობთ გავარკვიოთ, რა ადგილი ეჭირა პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიას ზემოთ აღნიშნულ, სხვა კომპანიებთან შედარებით.

ირკვევა, რომ პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანია განსხვავდებოდა სხვა საპაიო (ბრიტანეთის, საფრანგეთის და ჰოლანდიის) კომპანიებისაგან. 1628 წლის აგვისტოში ფილიპე IV-ის ქარტიით დაამტკიცეს

პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანია. თავდაპირველად იგი 6 წლის ვადით დაარსდა, შემდეგ შეიძლებოდა კიდევ 6 წლით განახლებულიყო.

პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიის პოზიციების შესუსება აღმოსავლეთში განაპირობა ბრიტანეთის და ჰოლანდიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიების კონკურენციამ. პორტუგალიაში საქონლის წარმოება და ვაჭრობა არ ვითარდებოდა კაპიტალისტური გზით, როგორც ეს იყო ბრიტანეთში, ამიტომ ბრიტანეთის ხელში მოექცა აღმოსავლეთის ქვეყნების იმპორტი და ექსპორტიც. კომპანია დამოკიდებული იყო სამეფო ხელისუფლებაზე საქონლისა და მგზავრების ტრანსპორტირების საკითხში, საკადრო ცვლილებებში. კომპანია დამოუკიდებლად ვერ წყვეტდა საკითხებს. სახელმწიფო მოხელეები და კერძო პირები საკმარისად არ იყვნენ დაინტერესებული ვაჭრობის გაფართოებით და კოლონიური ექსპანსიით. როგორც აღვნიშნეთ, კომპანიის ძირითადი დამფინანსებელი იყო სამეფო ხელისუფლება და ამიტომაც კომპანია მთლიანად დამოკიდებული იყო მასზე. პაის შეტანის ოდენობის, საპაიო კომპანიის წევრად მიღების დიფერენციაცია დააწესეს კომპანიაში, თანხის შეტანის წახალისების და კომპანიის გაფართოების მიზნით. ასევე ნებისმიერ უცხოელ ვაჭარს პორტუგალიის საპაიო კომპანიის წევრად თავისუფლად იღებდნენ, მაგრამ ყოველივე ეს, საბოლოოდ არ ქმნიდა ამინდს პორტუგალიის საპაიო კომპანიის წარმატებისა. კომპანიაში არ იცავდნენ სავაჭრო წესებს, ადგილობრივების მიმართ ეწეოდნენ ძალმომრეობას და რელიგიურ დევნას, რაც იწვევდა მათ მიმართ სიმულვილს და უკარგავდა სახელს კომპანიას. პორტუგალიის საპაიო კომპანიამ მიიღო მყისიერი მოგება და ვერ იქცა მუდმივი შემოსავლის წყაროდ, როგორც ბრიტანეთის და ჰოლანდიის და საფრანგეთის საპაიო კომპანიები.

ამრიგად, მართალია ამ კომპანიამ ხანმოკლე დროით იარსება (1628-1650 წწ) და აღმოსავლეთის ბაზრებიდან გამოძევებულ იქნა ისეთი გავლენიანი და მდიდარი კომპანიების მიერ, როგორიც იყო ბრიტანეთის და ჰოლანდიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიები, მაგრამ აღნიშნულმა კომპანიამ მაინც მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა პორტუგალიაში საზღვაო ფლოტის განვითარებაში, აღმოსავლეთის საქონლის: ოქროს, ვერცხლის, აბრეშუმის, ბამბის, ფაიფურის და სანელებლების

დიდი რაოდენობით შემოდინებასა და აღმოსავლეთის ქვეყნების კოლონიურ ექსპანსიაში.

საკვანძო სიტყვები: კომპანია, კრუზადო, მილერისი, საპაიო, ტრაქტატი, ქარტია.

დიდი გეოგრაფიული აღმოჩენების შემდეგ სავაჭრო გზებმა გადაინაცვლა ატლანტიკის და წყნარი ოკეანის აუზის ქვეყნებში. ეკონომიკურად აყვავდა ის სახელმწიფოები, რომელთაც ოკეანეში გასასვლელი ჰქონდათ, სწორედ ამიტომ დაწინაურდა: ბრიტანეთი, საფრანგეთი, პორტუგალია, დანია, შვეცია და ჰოლანდია. დაარსდა საპაიო კომპანიები: ბრიტანეთის (1600 წ), ჰოლანდიის (1602 წ), დანიის (1616 წ), პორტუგალიის (1628 წ), საფრანგეთის (1664 წ), ავსტრიის (1717 წ), შვედეთის (1731 წ), რომლებიც ჩაებნენ აღმოსავლეთთან ვაჭრობასა და კოლონიურ ექსპანსიაში.

აღნიშნული კომპანიებიდან ჩვენ შევისწავლეთ ბრიტანეთის {3}, ჰოლანდიის {2} და საფრანგეთის {1} ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიები. საინტერესოა რა ადგილი ეჭირა პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიას სხვა კომპანიებთან შედარებით.

ქართულ ისტორიოგრაფიაში ეს კომპანია სათანადოდ არ არის შესწავლილი.

ამ საკითხების შესწავლაში დაგვახმარება უცხოელი ავტორების რობინსის, [Robbins N.], ჯეიმურის [Jayasuriya S.S.], სანსონის [Santos Y.], სილვას [Silva C.R.] შრომები.

ისმის კითხვა როგორ შეიქმნა პორტუგალიის საპაიო კომპანია?

პორტუგალელმა მოგზაურმა ვასკო დე გამამ 1497-1499 წლებში აღმოაჩინა სავაჭრო გზა ინდოეთში. დაახლოებით 1500 წელს დაარსდა სამეფოს სავაჭრო სახლი-“ Casa de India”. ირკვევა, რომ სავაჭრო სახლის შემოსავალი ინდოეთიდან საკმარისი არ ყოფილა და პორტუგალიის მეფის სებასტიან პირველის (1557-1578 წწ) ბრძანებით 1560 წელს პორტუგალიის ნებისმიერ მოქალაქეს ვაჭრობის უფლება დართეს ინდოეთში.

1580 წელს როდესაც ესპანეთის მეფე ფილიპე II-მ (1555-1598 წწ) პორტუგალია შემოიერთა, შეიცვალა პორტუგალიის კოლონიური პოლიტიკა ინდოეთში. შემოსავლის ახალი წყაროების ძიებამ აზიაში, ბრიტანეთისა და ჰოლანდიის მიზამდით დღის წესრიგში დააყენა საპაიო კომპანიის შექმნა, მაგრამ ეს არ განხორციელდა.

1605 წელს, როდესაც ესპანეთის მეფის ფილიპე III-ის (1598-1621 წწ) ბრძანებით შეიქმნა საბჭო- “Conslho da India”, რითაც ინდოეთი მოექცა ჰაბსბურგთა კონტროლის ქვეშ, ეს კი ეწინააღმდეგებოდა პორტუგალელთა ინტერესებს და 1614 წელს მათ ინდოეთში სავაჭრო საქმიანობა შეწყვიტეს. ამის შემდეგ გაჩნდა იდეა პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიის შექმნისა. ეს იდეა ეკუთვნოდა პორტუგალიელ ვაჭარს დუარტე გომეს სოლოსის, რომელიც ცხოვრობდა მადრიდში და დაწერა „ესპანური ენის ტრაქტატი- “Discursos sobre IOS Comercios de las Indias”. სოლოსი ამტკიცებდა, რომ საპაიო კომპანიას შეეძლო მეტი კაპიტალის მოზიდვა, აზიაში ვაჭრობის განვითარება, ჰოლანდიისა და ბრიტანეთისათვის კონკურენციის გაწევა. ფილიპე IV- მ (1621-1665 წწ) მოიწონა ეს იდეა და 1624 წელს დანიშნა კომისია ჯორჯ მასკარენას მეთაურობით, რომელიც ლისაბონის მერი და სახელმწიფო საბჭოს წევრი იყო. ასევე გასპარ დე ოლივარესმა, რომელიც 1622-1643 წლებში იყო ესპანეთის სამეფოს პირველი მინისტრი, მხარი დაუჭირა პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიის შექმნას და შეიმუშავეს მისი დაარსების გეგმა.

საბოლოოდ 1628 წლის აგვისტოში ფილიპე IV-ის ქარტით დაამტკიცეს პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანია.

თავდაპირველად იგი 6 წლის ვადით დაარსდა, შემდეგ შეიძლებოდა კიდევ 6 წლით განახლებულიყო.

კომპანიის აქციონერთა ფინანსური მდგომარეობა (კაპიტალი) განსაზღვრავდა მათ სოციალურ მდგომარეობას. მინიმალური შესატანი პაი კომპანიაში შეადგენდა 100 მილერისს (კრუზადო). ირკვევა, რომ ყველაზე დიდი ინვესტორი, საფრანგეთის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიის მსგავსად, იყო სამეფო ხელისუფლება, რომელმაც სამი წლის მანძილზე შეიტანა 1 მლნ 500 ათასი მილერისი. კერძო პირების

დაინტერესებისათვის გამოცხადდა წლიური ანაზღაურება 4%, რასაც ემატებოდა დივიდენტები.

კომპანიაში შედიოდნენ უცხოელი ვაჭრებიც: ესპანეთის, იტალიის და ფლანდრიის ვაჭრები, რომელთაც შეეძლოთ პაის შეტანა კომპანიაში. გამოდის რომ, ჰოლანდიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიის მსგავსად, უცხოელსაც შეეძლო პორტუგალიის საპაიო კომპანიის წევრი გამხდარიყო.

მსხვილი ინვესტიციის შემთხვევაში, სხვადასხვა ტიტულის მინიჭებაც ხდებოდა კომპანიის წევრებზე. ასე მაგალითად, 400 მილერისის პაის შეტანით პიროვნება გახდებოდა რაინდი, 12 ათასი მილერისით- სამეფო სახლის ჯენტლმენი, ხოლო გალეონის სრული აღჭურვის შემთხვევაში გახდებოდა სამხედრო ორდენის წევრი, 1- 2 ათასი მილერისის შეტანით პენსია დაენიშნებოდა ყოველწლიურად.

ამდენად, პაის შეტანის ოდენობით, საპაიო კომპანიის წევრად მიღების ასეთი დიფერენციაცია, განპირობებული უნდა ყოფილიყო თანხის შეტანის წახალისების და კომპანიის გაფართოების მიზნით. ასევე ამით უნდა აიხსნას ნებისმიერი უცხოელი ვაჭრის პორტუგალიის საპაიო კომპანიის წევრად თავისუფლად მიღების წესიც.

პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანია, წესდებით ექვემდებარებოდა მეფეს და სავაჭრო საბჭოს მადრიდში. ის თავისუფალი იყო ბიუროკრატიული აპარატის ჩარევისაგან და მიენიჭა მონოპოლიური უფლება ვაჭრობაზე ინდოეთში. ასევე კომპანიას უფლება ჰქონდა უსაფრთხოებისათვის ჰყოლოდა გემზე 300- მდე შეიარღვეული პირი.

წლების განმავლობაში პორტუგალურმა ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიამ მოაწყო მარტო 18 საზღვაო ექსპედიცია ლისაბონსა და გოას შორის, 13 მაღალი ტონაჟის გემებით, რომელთაც წარმატებით გაცურეს წყნარი და ინდოეთის ოკეანის წყლები. 1629 წელს ათი ხომალდიდან 7 დაბრუნდა პორტუგალიაში. იმავე წელს, სამი სამეფო გალეონი საქონლით დატვირთული, ასევე მშვიდობით დაბრუნდა. 1629-1630 წლებში ოსტ-ინდოეთის კომპანია გოაში დაიტვირთა 80 ათასი მილერისის ღირებულების ვერცხლით, ოქროთი და მარჯანით და მათ ასევე შეიძინეს ადგილობრივებისაგან სანელებლები, რამაც დაუტოვა 54-76% მოგება.

განსაკუთრებით ფასობდა წიწაკა. მისი წილი 1630-1633 წლამდე კომპანიის მთლიან მოგებაში, შეადგინა 81-98%-მდე. ამ პროდუქციის ტრანსპორტირებას არ ახლდა რაიმე დანაკარგები და მისი მოგება დიდი იყო.[4, 2006: 218.]

1571 წლამდე პორტუგალიასა და ინდოეთს შორის მოძრავი გემების ტევადობა შემოიფარგლებოდა 350-500 ტონამდე, ხოლო XVI საუკუნის ბოლოს და XVII საუკუნის დასაწყისში გემების ტევადობა აღწევდა 500-600 ტონას.

XVII საუკუნის მეორე ნახევარში პორტუგალიამ აღმოსავლეთის ქვეყნებთან ვაჭრობისათვის საკმაოდ ვრცელი ქსელი ჩამოაყალიბა. პორტუგალიის გამაგრებული პუნქტები გადაჭიმული იყო მოზამბიკიდან იაპონიამდე. ოქრო და ვერცხლი შემოდის სუმატრადან და ჩინეთიდან, ასევე ვერცხლი იაპონიიდან, წიწაკა მალაბარიდან და ინდონეზიიდან, მიხაკი, ჯავზი, ინდიგო და სხვა სანელებლები მალუკის კუნძულებიდან, დარიჩინი შრი-ლანკადან, აბრეშუმი და ფაიფური ჩინეთიდან, ბამბის ქსოვილები გუჯარატიდან [5, 2008 :212].

პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიამ გაზარდა საზღვაო ფლოტი, რომლის ტევადობა 500-600 ტონას აღწევდა.[6, 2009: 248, 8,1974: 152-205].

პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანია კოლონიურ ქსპანსიასთან ერთად, განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობდა რელიგიურ საკითხებს. მაგალითად როდესაც ლისაბონიდან ინდოეთში მიცურავდნენ გემები, გადაჰქონდათ სავაჭრო საქონელი სამხედრო დაცვის თანხლებით და ასევე გადაჰყავდათ სასულიერო პირები (მღვდლები), რათა მოექციათ სხვა აღმსარებლობის ხალხი.

არაერთი ავტორი აღიარებს, რომ რელიგიური საკითხების გადაჭარბებულმა ყურადღებამ ხელი შეუშალა კომპანიის სავაჭრო საქმიანობის წარმატებას და ფიასკოს მიზეზი გახდა.

ინგლისელმა ისტორიკოსების შეაფასებით,მე-16 საუკუნეში, პორტუგალია აზიასთან ვაჭრობდა მონოპოლიის საფუძველზე. ეს მონოპოლია არ იყო მოსაწონისი, ვინაიდან მისი ქვეშევრდომები უფრო ჰგავდნენ ავანტიურისტებს და ყაჩაღებს. მეფის მხარდაჭერით მიმართავდნენ ტერორს და უფრო მეკობრეებს ჰგავდნენ, ვიდრე ნამდვილ ვაჭრებს.

ინგლისელი მოგზაურები მიიჩნევდნენ, რომ პორტუგალიის კოლონიური ექსპანსიის წარუმატებლობის მიზეზი უნდა ყოფილიყო ვაჭრობის წესების დაუცველობა, ბიზნესის ორგანიზებაზე უფრო ნაკლები ყურადღების დათმობა, ვიდრე სხვა აღმსარებლობის ხალხის წინააღმდეგ ბრძოლაზე. მაგალითად ჯერ კიდევ ადრე, ვასკო დე გამას მეორე მოგზაურობის დროს (1502 წ), მისმა ხალხმა სპეციალურად ჩაძირა მექადან მომავალი გემი 700 მომლოცველთან ერთად, გემზე 20 მტრულად განწყობილი მეზღვაური დანით დაჭრეს, 800 კაცი ტყვედ აიყვანეს, რომელთაც ხელები, ყურები და ცხვირი მოაჭრეს [6, 2018: 74-89].

ეს იყო საშინელი სისასტიკე პორტუგალელთა მხრიდან ადგილობრივების მიმართ.

1632 წლის ბოლოდან პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიას ფინანსური სიძნელები შეექმნა და მომდევნო წელს გემების აღჭურვა ვერ მოახერხა, მაგრამ სამი მოგზაურობა მაინც შედგა და ორი გემი ინდური საქონლით დატვირთული დაბრუნდა. 1633 წლის აპრილში გამოიცა ბრძანება ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიის გაუქმების შესახებ და მისი ქონების სამეფო ხაზინაზე გადაცემის შესახებ. ამ დროისათვის კომპანიის ქონება გოაში 117 ათას მილერისს და 5 გემს შეადგენდა. ხოლო კომპანიის მთლიანი ქონება 533 ათას მილერისს.

XVII საუკუნეში კოლონიურ ექსპანსიაში ჩაერთო ბრიტანეთის, ჰოლანდიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიები, რომლებმაც კონკურენცია გაუწიეს პორტუგალიას და 1650 წლისათვის შრი-ლანკადან მთლანად განდევნეს. [7, 2009 : 209-221., 7, 2009: 248].

ამდენად, ოფიციალურად კომპანია გაუქმდა 1633 წელს, ხოლო საქმიანობა შეწყვიტა საბოლოოდ 1650 წელს.

ისმის კითხვა, რამ განაპირობა პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიის პოზიციების შესუსება აღმოსავლეთში?

1. პირველ რიგში ბრიტანეთის დ ჰოლანდიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიების კონკურენციამ.
2. პორტუგალიაში საქონლის წარმოება და ვაჭრობა არ ვითარდებოდა კაპიტალისტური გზით, როგორც ეს იყო ბრიტანეთში, ამიტომ ბრიტანეთის ხელში მოექცა აღმოსავლეთის ქვეყნების იმპორტი და ექსპორტიც.

3. კომპანიის ძირითადი დამფინანსებელი იყო სამეფო ხელისუფლება და ამიტომაც კომპანია მთლიანად დამოკიდებული იყო მასზე. საქონლისა და მგზავრების ტრანსპორტირების საკითხს, საკადრო ცვლილებებს კომპანია დამოუკიდებლად ვერ წყვეტდა.
4. სახელმწიფო მოხელეები და კერძო პირები საკმარისად არ იყვნენ დაინტერესებული ვაჭრობის გაფართოებით და კოლონიური ექსპანსიით.
5. პაის შეტანის ოდენობის, საპაიო კომპანიის წევრად მიღების დიფერენციაცია დააწესეს კომპანიაში, თანხის შეტანის წახალისების და კომპანიის გაფართოების მიზნით. ასევე ნებისმიერ უცხოელ ვაჭარს პორტუგალიის საპაიო კომპანიის წევრად თავისუფლად იღებდნენ, მაგრამ ყოველივე ეს, საბოლოოდ არ ქმნიდა ამინდს პორტუგალიის საპაიო კომპანიის წარმატებისა.
6. კომპანიაში არ იცავდნენ სავაჭრო წესებს, ადგილობრივების მიმართ ეწეოდნენ ძალმომრეობას და რელიგიურ დევნას, რაც იწვევდა მათ მიმართ სიძულვილს და უკარგავდა სახელს კომპანიას.
7. პორტუგალიის საპაიო კომპანია, რომელმაც მიიღო მყისიერი მოგება, ვერ იქცა მუდმივი შემოსავლის წყაროდ, როგორც ბრიტანეთის და ჰოლანდიის საპაიო კომპანიები.

ამრიგად, პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიამ მიუხედავად იმისა, რომ ხანმოკლე დროით იარსება (1628-1650 წწ) და აღმოსავლეთის ბაზრებიდან გამოძევებულ იქნა ისეთი გავლენიანი და მდიდარი კომპანიების მიერ, როგორიც იყო ბრიტანეთის და ჰოლანდიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანიები, მაინც მნიშვნელოვანი როლი შეასრულა ქვეყანაში საზღვაო ფლოტის განვითარებაში, აღმოსავლეთის საქონლის: ოქროს, ვერცხლის, აბრეშუმის, ბამბის, ფაიფურის და სანელებლების შემოძინებასა და აღმოსავლეთის ქვეყნების კოლონიურ ექსპანსიაში.

ლიტერატურა:

1. ი.ბელთაძე. საფრანგეთის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანია. Publishing house "Science Journals" History, Archaeology, Ethnology, No XI. 2024. გვ. 537-546.

2. ი. ბელთაძე. ჰოლანდიის ოსტ-ინდოეთის კომპანია. ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის შრომები. თბ., 2023, ტომი 22, გვ. 70-80.
3. ოსტ-ინდოეთის სავაჭრო კომპანიის სათავეებთან. ბსუ საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი აღმოსავლეთმცოდნეობის მაცნე. ბათუმი, 2022. ტომი V, №1. გვ. 68-80.
4. Robbins N. The Corporation that Changed the World. How the East India Company Shaped the Modern Multinational. London; Ann Arbor, MI, 2006. XV, 218 p.
5. Jayasuriya S.S. The Portuguese in the East: A Cultural History of a Maritime Trading Empire. London: I.B. Tauris, 2008. XV, 212 p.
6. Santos Y. Portuguese Emigration, Shipping Companies and the State: The Business of migrant transport after the Belle Époque // International Journal of Maritime History. 2018. Vol. 30, No. 1. P. 74-89.
7. Silva C.R. Portuguese Encounters with Sri Lanka and the Maldives: Translated Texts from the Age of the Discoveries. Aldershot, VT: Ashgate Publishing, 2009. XXXIV, 248 p.
8. Silva C.R. The Portuguese East India Company 1628-1633 // Luso-Brazilian Review. 1974. Vol. 11, No. 2.

PORTUGUESE EAST INDIA SHAREHOLDER COMPANY

Izolda Beltadze

Doctor of Historical Sciences, Batumi Shota Rustaveli

State University, Professor

E-mail: beltadzeizolda@gmail.com

Presented by the Institute of History of the Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences

Abstract. Our goal is to study the Portuguese East India Company. How was it created, what was its social composition? and the rules for accepting members of the company, what goods they traded, where the trade routes stretched geographically, what ultimately led to the unsuccessful end of this company's existence.

After the Great Geographical Discoveries, trade routes shifted to the countries of the Atlantic and Pacific Ocean basins. Those states that had access to the ocean prospered economically, which is why they advanced: Promoted: Britain, France, Portugal, Denmark, Sweden and Holland. Joint-stock companies were established: British (1600), Dutch (1602), Danish (1616), Portuguese (1628), French (1664), Austrian (1717), Swedish (1731), which engaged in trade with the East and colonial expansion.

In August 1628, the Portuguese East India Company was established by a charter of Philip IV. It was initially established for a period of 6 years, which could be renewed for another 6 years.

The decline of the Portuguese East India Company's position in the East was due to competition from the British and Dutch East India Companies. In Portugal, the production and trade of goods did not develop in a capitalist way, as it did in Britain, so the import and export of Eastern countries fell into British hands. The company was dependent on the royal government for the transportation of goods and passengers, and for personnel changes. The company could not resolve issues independently. Government officials and private individuals were not sufficiently interested in expanding trade and colonial expansion. The main financier of the company was the royal government, and therefore the company was completely dependent on it. The differentiation of membership in the joint-stock company was established in the company in order to encourage and expand the amount of money invested. Also, any foreign merchant was freely accepted as a member of the Portuguese joint-stock company, but all this ultimately did not create the conditions for the success of the Portuguese joint-stock company. The company did not follow the rules of trade, resorted to violence and religious

persecution against the locals, which caused hatred towards them and lost the company's name. The Portuguese joint-stock company received instant profits and could not become a source of permanent income, like the British and Dutch joint-stock companies

Thus The Portuguese East India Company, although it existed for a short time (1628-1650) and was ousted from the Eastern markets by such influential and wealthy companies as the British France, and Dutch East India Companies, Still, it played an important role in the development of the country's navy, the influx of Eastern goods: gold, silver, silk, cotton, porcelain, and spices, and the colonization of Eastern countries.

Keywords: *Company, cruzado, milleris, shareholder, treatise, charter.*

FRATERNITY INSTITUTION IN THE CAUCASIAN HIGHLANDERS

Salome Bakhia-Okruashvili Doctor of Historical Sciences, Corresponding Member of
the Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences
E-mail: salomebakhia@gmail.com

*Presented by the Institute of Ethnology named after Academician Giorgi Chitaia of the
Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences*

Abstract. During the so-called brother adopting custom among the Caucasian highlanders two members of a clan not related by blood would become related with each other. Mostly the habit was spread between men. Both in Georgian and Caucasian highlanders' life various rules of fraternity were stated. As a result of negotiations an oathmaking and rulesharing with one another took place. The oathbreaker was declared a traitor and was tried by customary law.

The rule was spread among the Georgian highlanders: Mtiulis, Khevsurians, Pshavs, Tushes; among non-Georgian highlanders: Kists, Ossetians, Khundzibs, Andis, Dargvels, Kabardians, Kumyks, and etc.

The aim of the custom implied establishing a connection among neighbouring peoples and defence against the outer enemy.

There were different rules in different ethnic groups - the so-called "Pits-Vertskhli eating", "blood mixing" in a cup of drink "from cutfingers". Sometimes by making identical signs on wooden sticks and then their bureal at the fence of the church.

Brother adoption performed a significant function. It brought the neighbouring peoples together who economically and physically helped each other, and when hostilities, defended each other.

The work is based on own field ethnographical materials and literary sources.

Keywords: *Brother adoption, fraternity, oath, ceremonies, mutual aid, defence.*

The custom of brother adopting with all its norms of feasts and legal rights has been stated in all the Caucasian peoples. It is the custom by which non-blood related kinsfolk or two representatives of neighbouring countries got into artificial family ties. In the past, brother adoption set up exogamy between the adopted brothers' sides that would cover four or more

generations. Fraternity institution had been forming through centuries and were conditioned by lives of nearby living different ethnics. Naturally, every nation had own ceremonies, but at the same time they were interested in the ceremonies of neighbours. Of course, brother adoption rules implied ethnical and moral behaviours as well.

In the life of Georgian highlanders various fraternity rules were stated. Such artificial relationship took place not only between men but also between women (sisterhood). Mostly the habit was spread between men. For instance, in Pshavi with the exception of some individs, the representatives of Jvar-Khatebi (Cross-Icons – a sacred place, a family shrine) of different highlander communities were becoming one another's adopted brothers. They were obliged to live in agreement and assistance. If the common people showed themselves in battles, the representatives of Georgian Power and even kings would award the highlanders' shrines, pastures, gardens, and vineyards in the plain. The rulers declared themselves frats of highlanders' shrines such as are Lashari Jvari, Gudauri Jvari and other sacred sites.

By moving up to the mountains, the kings visited the shrine altar, conversed with “cross and icons” and informed the people about their wish and commission.

In Mtiuleti (the historic-geographical area in east Georgian highland) the adopted brothers' and relatives met each other in the shrines, where one of them was bringing an assumed sheep, a calf or the kind animal to make a donation. Before making a sacrafice they prayed, then the khevisberi (elder) slaughtered the animal and sparkeled the blood over the adopted brothers. Now the latter ones administered the oath of love and devotion to each other, at the same time the probable oath-breaker was cursed.

In the past, in Khevsureti, socio-economic conditions of serf-Georgia encouraged the migration from various regions of the plain. The persecuted people migrated to the untrodded ravines of the Caucasus. Locals were not ardent hosts. That time justice was based on Khar-kvabi (bull-boiler) meeting rule. The habit was spread among mountain people. For the purpose the migrant asked one of the families of the community to protect him or fraternise with him. In case of agreement he had to take an animal to slaughter to the Khati (family shrine), then they would drive a Saman (sign stone) outside the territory of the Khati as a sign of oath solidity. The bull was slaughtered, the blood of the bull was poured on the very Saman. Now the migrant was an equal member of the community. Often he would take the surname of the adopted brother. They were to defend each other in the grief and mirth but if the migrant appeared bad, the fraternity was broken and he was expelled from the community.

The cursing Saman was driven into the earth and then the scolded could go anywhere he liked, he was to change his surname.

In Khevsureti the death of the adopted brother was deeply taken to heart. When burial, the alive one took part in the ride, riding the deceased's horse. A year later the dead's family presented him the dead's talavari (clothes).

The habit of fraternity institution was stated in the neighbouring North Caucasian highlanders: Lezgins, Kists, Chechens and Vainakh peoples.

As it is known sometimes Kists, Chechens and Lezgins migrated to Tusheti (Georgia). Naturally the newcomers could not live out of the community, as the community ruled all the activities. Thus, the migrant's aim was to get acquainted with any family, to trust them, and ask to adopt him.

In North Caucasian highlanders the Georgian habit "Khar-kvabi" (bull-boiler) gathering was known. In case of agreement the migrant was obliged to perform the rule. He himself had to prepare bread, vodka (araq), and a bull to slaughter. He would invite the khevisberi and the elders of the family. The Khevisberi would throw some coal in the yard of the shrine and drive the Saman in. Sometimes to strengthen the fraternisation the migrant would take the family name. The khevisberi would inform the community that the family had adopted the migrant. Nobody would think him nameless. "Be unseparable in grief and mirth and protect each other against the enemy". It must be noted that these relations implied farming and economic interests. Besides it helped to make peace i.e. it served their political interests as well.

Different ways of brother adopting was spread among the highlanders. Those wishing to be adopted made a cut on little fingers of right hands with a sharp knife and mix blood by touching bleeding fingers. Generally, all this happened at weddings or feasts where all the village and the invited neighbours gathered. While finger touching, they were pronouncing the oath of love and devotion to each other. Between highlanders and Georgians the so called Pits-vertskhli (Oath-silver) eating was performed. Those intending to fraternize were throwing a thing of silver or copper into the vessel of wine, beer, vodka (araq) or more seldom of milk from their weapon or from any silver item (the type of drink depended on ethnos; muslims mostly drank milk) and pronounced the text: "Your father is my father, your mother – my mother, your brother – my brother, your wife – my sister-in-law, your enemy – my enemy". Then they one after another would take sips from the common cup. Meanwhile the Khevisberi was praying: "Let the Lord never break your brotherhood, love each other till death, let your grandchildren never hate one another after your death".

Sometimes the Caucasian highlanders had such a rule too: they pierced the little fingers of right hands and dropped blood into the common glass of wine or vodka (araq), which they drank in succession. The sortition was necessary, who would drink first. Then they touched with cut fingers again and mixed the blood and pronounced the above-mentioned oath. After

they presented one another with valuable gifts. Nobody could break the oath. They had to back each other in grief and mirth. Also they tried their adopted brother not to be harmed by their family member.

The Kists performed the ritual by scraping the silver into the vessel of milk and honey. With Ossetians this was called “fire eating” or swearing with fire. The rule was based on moral or psychological factors. During the ritual they also were making the oath of friendship and devotion. It was a basis of solid friendship. Then one after another were drinking from the cup where silver was scraped off or a silver or a copper item was put in.

The Ossetians too gave presents after making an oath.

At the end of 19th century in Pankisi Gorge (Georgia, the Kists lived here) the Georgian and Ossetian populations, troubled by robbery and brigandage because of the criminality increase, asked Kist-brothers for help.

The institution of brother adoption began to set in motion very fast. Partially, the adopted brothers regulated the encroachment of others’ property, which meant returning the robbed till it was alienated. In failure, the adopted brothers themselves apologized and promised the behaviour would not be repeated. Though, at the same time no divulgence of criminals’ personality and their handing to the police or punishment ever happened, not to make personality known.

The fraternity rituals in the Caucasian highlanders was performed by lead exchange, as well. This time the oath pronanciation was essential. If a participer accidentally broke the oath at the end of the ceremony, he was cursed.

In many ethnological literary works the information on fraternity in different ethnic representatives of the Caucasian highlanders is dispersed even in the 20th century. The institution performed its significant social function and brought representatives of different habits and groups together. For instance, by fraternity institutions the Chechens and the Ingush (Vainakh people) were establishing socio-economic relations with Georgians, Hundzibs, Andis, Dargvelis, Kabardians, Kumyks, Ossetians and other ethnical representatives. Among them the rule of mutual aid worked. Adopted brothers were obliged to help with building, when disease, blood feuding, weddings or deaths.

In case of the adopted brother’s early death, the left alive was obliged to keep all the rules the deceased brother kept. What’s more, neighbourly and political relations were regulated. Through this rule Georgians and neighbouring highlanders economically and phisically helped each other. Simultaneously, the community elders’ council from both sides stated common marketing rule on commercial behaviour, the members of ethnic group also stated the rule of

mutual trade in case of hostilities – cattle and captive stealing, robbery- and decided the ransom as well.

In conclusion, the aim of social institution yet was to strengthen relations both among own people and with neighbouring peoples too, at the same time to defend themselves from the enemy by the help of each other, to assist in various spheres and situations, to establish friendly and peaceful relations, but when hostilities to defend themselves from outer enemies. Besides, the institution represented the whole complex of legal duties - the safe nature of loyalty, moral support, the help when hostilities, and ethnocultural contacts.

References:

1. V. Bardavelidze, Traditional and Social Cult Monuments of East Georgian Highlands, v.1, Tb, 1974.
2. V. Bardavelidze, From the History of Between the Populations of Highlands and Plain in Georgia, Matsne, #3, 1971.
3. G. Tevdoradze, Five Years in Pshav-Khevsureti, v.2, Tb., 1939.
4. V. Itonishvili, From the History of Relations of Georgian Highlanders, Tb., 1960.
5. S. Makalatia, Khevsureti, Tb., 1984.
6. S. Makalatia, Tusheti, Tb., 1989.
7. N. G. Volkova, Ethnocultural Contacts of Peoples of Mountainous Caucasus in Public Life in XIX c and Beginning of XX c., collection of works, IX., M., 1989.
8. V. K. Gardanov, Social System of Adighe People, M., 1967.
9. N. V. Javakhadze., System of Kinship with the Ossetians, Tb., 1989.
10. Giorgio Interiano, Everyday Life of Zichia People Called Circassians, Adyghe, Balkars, Karachays in European Authors' Works of XIII-XIX cc., Nalchik., 1974.

მომძეობის ინსტიტუტი კავკასიის მთიელებში

სალომე ბახია-

ოქრუაშვილი

ისტორიის მეცნიერებათა დოქტორი, ცხუმ-

აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-

კორესპონდენტი

E-mail: salomebakhia@gmail.com

წარმოდგინა ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს გიორგი ჩიტაიას სახელობის ეთნოლოგიის ინსტიტუტმა

აბსტრაქტი. კავკასიელ მთიელებში ძმადნაფიცობის ჩვეულების დროს არასისხლითი მონათესავე გვარის ორი წარმომადგენელი ერთმანეთს უკავშირდებოდა. უმეტესად ძმადნაფიცობის ჩვეულება მამაკაცებს შორის ხდებოდა. ქართველ მთიელებში და, ასევე, კავკასიელი მთიელების ყოფაში მოძმეობის ინსტიტუტის სხვადასხვაგვარი წესები იყო დადგენილი. სხვადასხვა ეროვნებებს შორის მოლაპარაკებების შედეგად ხდებოდა ფიცის დადება და ერთმანეთის წესის გაზიარება. ფიცის გამტეხი მოღალატედ ცხადდებოდა და იგი ჩვეულებითი სამართლის წესით სამართლდებოდა.

ეს წესი გავრცელებული იყო ქართველ მთიელებში - მთიულებში, ხევსურებში, ფშავლებში, თუშებში; არაქართველ მთიელებში - ქისტებში, ოსებში, ხუნძებში, ანდებში, დარგულებში, ყაბარდოელებში, ყუმიკებში და სხვ. სხვადასხვა ეთნიკურ წარმომადგენლებს შორის მოძმეობის სოციალური ინსტიტუტის ჩვეულების მიზანი მეზობელ ხალხებს შორის კავშირის დამყარება და უცხო გარეშე მტრისგან ერთმანეთის დაცვა იყო.

სხვადასხვა ეთნიკურ ჯგუფებში ძმობილობის სხვადასხვა წესი არსებობდა - ე.წ. „ფიც-ვერცხლის ჭამის“, „გაჭრილი თითებიდან გამონადენი სისხლის სასმელიან ჭიქაში შერევის“, ზოგჯერ ხის ჯოხებზე ერთნაირი კვეთის და შემდეგ ეკლესიის ეზოში, გალავანთან დამარხვის წესი.

ძმადნაფიცობა მნიშვნელოვან სოციალურ ფუნქციას ასრულებდა: მეზობელ ხალხებს ერთმანეთთან აახლოებდა, რომლებიც ეკონომიკურად და ფიზიკურადაც ეხმარებოდნენ და მტერთან ბრძოლაში ერთმანეთს იცავდნენ.

ნაშრომი ეყრდნობა საკუთარი საველე ეთნოგრაფიულ მასალებს და ლიტერატურულ წყაროებს.

საკვანძო სიტყვები: ძმადნაფიცობა, ფიცი, მოძმეობის წეს-ჩვეულებები, ურთიერთდახმარება, დაცვა.

ინფექციური დაავადებები და მათან დაკავშირებული რწმენა-წარმოდგენები აფხაზეთში

ნინო ხარჩილავა

ისტორიის დოქტორი, ცხუმ-აფხაზეთის

მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს გიორგი

ჩიტაიას სახელობის ეთნოლოგიის ინსტიტუტის

სწავლული მდივანი, უფროსი მეცნიერ-

თანამშრომელი

E-mail: kharchilavanin@gmail.com

*წარმოადგინა ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს გიორგი
ჩიტაიას სახელობის ეთნოლოგიის ინსტიტუტმა*

აბსტრაქტი. თანამედროვე აფხაზეთის მოსახლეობის ტრადიციულ რწმენა-წარმოდგენათა შორის საყურადღებოა ინფექციური დაავადებები - ბატონები და მასთან დაკავშირებული წეს-ჩვეულებები. ბატონები ინფექციური დაავადებების ზოგადი სახელწოდებაა, რომელიც საქართველოს თითქმის ყველა კუთხეშია გავრცელებული. ბატონების ტიპის სწავლებათა სახელებს ტრადიციულ საზოგადოებებში მოკრძალებით ახსენებდნენ, რაც მათ ღვთაებრივ ბუნებაზე მიანიშნებდა. ეთნოგრაფიული მასალებით ბატონები ღვთისაგან გამოგზავნილი ანგელოზებია, რომელთა მოვლისა და განკურნების სრულიად განსხვავებული წეს-ჩვეულებებია შემორჩენილი. ბატონების დაბრძანებისას ავადმყოფს იზოლირებულ ოთახში აწვენდნენ და ცდილობდნენ მისი ყველა სურვილის დაკმაყოფილებას. თუ ბატონები გაბრაზდებოდნენ და ავადმყოფი შეწუხდებოდა, სრულდებოდა მობოდიშების რიტუალი.

აფხაზეთში ბატონებთან დაკავშირებით, ისევე, როგორც მთელ საქართველოში მდიდრი რწმენა-წარმოდგენები და წეს-ჩვეულებებია დამოწმებული, რაც ამ დაავადებათა განსაკუთრებული ბუნებითაა განპირობებული. ბატონებს განასხვავებდნენ სირთულის, სიმძიმის მიხედვით. თითოეულ დაავადებას

თავისებური სიმპტომი ახასიათებდა და გართულების შემთხვევაში შეიძლებოდა რამოდენიმე წლითაც დარჩენილიყვნენ ავადმყოფთან.

საკვანძო სიტყვები: ინფექციური დაავადებები, ბატონები, აფხაზეთი.

ბატონები ინფექციური დაავადებების ზოგადი სახელწოდებაა, რომელიც აერთიანებს შვიდ სახეობას და საქართველოს თითქმის ყველა კუთხეშია გავრცელებული [ზედგენიძე, 1946:32; სახოკია, 1956:24; მინდაძე, 1981:117; მინდაძე, 2001:115; ჩირგაძე, 2002:44; ნებიერიძე, 2004:86; Чурсин, 1957:207-211; Пантлюхов, 1867:137-138]. ბატონებთან დაკავშირებით აფხაზეთში ისევე, როგორც მთელ საქართველოში მდიდრი რწმენა-წარმოდგენები და წეს-ჩვეულებებია დამოწმებული, რაც ამ დაავადებათა განსაკუთრებული ბუნებითაა განპირობებული. ინფექციური დაავადებები - ბატონები, საქართველოს სხვადასხვა კუთხეებში ანგელოზების, სახადის [მინდაძე, 2001:157; ჩირგაძე, 2002:44] სახელით მოიხსენიებდნენ, რომლის მიხედვით ირკვევა, რომ ადამიანს გადამდები დაავადება მეორედ აღარ ემართებოდა და მოხდილად ითვლებოდა. გადმოცემით, ბატონები ღვთისაგან გამოგზავნილი ანგელოზები არიან.

აფხაზურად ბატონებს ყვავილს - აცდგრფშმა ეწოდება [ჯანაშია, 1968:162], ხოლო აფხაზურ ენაში ინფექციურ დაავადებების ტაბუირებული ზოგადი სახელია **აჰცა**, რომელიც ზუსტი ანალოგია ქართული სიტყვისა ბატონები. აჰ აფხაზურად ბატონს ნიშნავს, **აჰცა** კი ამ სახელის მრავლობითი რიცხვის ფორმაა. თ. გითოლენდიას აზრით: სახელი **აჰცა** ქართული შესატყვისის კალკირებაა და რაც მთავარია ამ სიტყვას, ქართულის მსგავსად, დღემდე აქვს შენარჩუნებული ორივე მნიშვნელობა - ამოსავალიც და ტაბუირებულიც [გითოლენდია, 2014:48].

აფხაზეთში, როგორც წერილობითი წყაროებით, ისე ეთნოგრაფიული მასალებით სხვადასხვა სახის ბატონებია დამოწმებული და ბატონებს განასხვავებდნენ სირთულის, სიმძიმის მიხედვით. თითოეულ დაავადებას თავისებური სიმპტომი ახასიათებდა, რაც მიუთითებს აღნიშნული დაავადების ფართო დიფერენციაციაზე [ხარჩილავა, 2010:168].

როგორც საქარველოს სხვა კუთხეებში, აფხაზეთშიც ბატონების მფარველი ღვთაებები ანთროპომორფული ნიშნებით იყვნენ დაჯილდოებულნი. ყვავილის „ანგელოზები“ თეთრებში ჩაცმული ღვთაებრივი მხედრების ან მხედარი ქალების სახით არიან წარმოდგენილი, რომლებიც ცხენზე ან ჯორზე სხედან [სახოკია, 1956:27; Аршба, 2007:88-97]. ხალხური შეხედულებით ბატონების მოსვლას სიზმარში იგებდნენ, ეჩვენებოდათ ძირითადად ყვავილების, თეთრსამოსიანი ადამიანის ან თეთრი ცხენის სახით.

აფხაზები ინფექციური დაავადების - ყვავილის „მფარველს“ ახ-ზოსხანს უწოდებდნენ [Салакая, 1974:24]. საინტერესოა წერილობითი წყაროები, რომელიც მიუთითებს აფხაზეთში ყვავილის ეპიდემის გავრცელებას [Пантюхов, 1867:128; Джанашия, 1960:58; Дзидзария, 1982:197]. ი. პანტიუხოვისა და გ. ჩურსინის აზრით: ყვავილის მფარველი წმინდანი აფხაზეთში შედარებით გვიან გამოჩენილა, რადგან ახ-ზოსხანს სახელით ცნობილი წმინდანის შესახებ აფხაზეთში ჯერჯერობით არანაირი გადმოცემები არ დასტურდება [Пантюхов, 1867:128; Чурсин, 1957:88].

ყვავილით დაავადების დროს, როგორც აფხაზები, ისე ქართველებიც ცდილობდნენ მისი სახელი არ წარმოეთქვათ. ისინი ჩვეულებრივ ამბობდნენ: „სტუმარი გვიბრძანდება“. ორივე ენაში ერთი და იმავე სახიფათო სენის აღმნიშვნელად დადებითი კონოტაციის მქონე „კეთილშობილი“ სიტყვები იხმარებოდა. აღსანიშნავია, რომ სიტყვები ბატონები მისი თანმხლები დაუბრძანდა ზმნითურთ და ბედნიერი ხაზს უსვამს მოწიწებასა და შიშს ამ სნეულებათა მიმართ, მაგრამ დადებით კონოტაციას გამოხატავენ [გითოლენდია, 2014:40-41]. ყვავილი „წმინდა“ დაავადებად ითვლებოდა, პაციენტის განკურნებისთვის დაუშვებელი იყო ექიმის მოწვევა, მედიკამენტის გამოყენება, რაც ბატონების გაბრაზებას და დაავადების გამწვავებას გამოიწვევდა. ძველად ბატონების სამედიცინო მკურნალობა აკრძალული იყო.

ბატონების ოჯახში მობრძანების შემდეგ ავადმყოფს ცალკე იზორილებულ ოთახში აწვენდნენ. საწოლსა და ბალიშზეც წითელს გადააფარებდნენ, რადგან ბატონებს წითელი ფერი უყვართ და მასზე ისვენებდნენ. ოთახში, სასიამოვნო არომატი, მშვიდი მუსიკა და ატმოსფერო სუფევდა, რაც ამშვიდებდა პაციენტის ნერვულ სისტემას [Соловьева, 1995:107]. ძველად საქართველოში ბატონებისათვის

ტკბილეულობით, ფერადი ნაჭრებით და სათამაშოებით შემკული, ხის აყვავებული ტოტით, ე. წ. ბატონების მისართმევით მიდიოდნენ [Бардавелидзе, 1957:91]. აქ სიცოცხლის ხის სიმბოლო ჩანს. ავადმყოფს ენიშნებოდა დიეტა (ეკრძალებოდა ღორის ხორცს, ნანადირევს და ყველს, რომელიც ღორის კუჭის კვეთისგან (ნაწი) მირთმევა). სუფრას შემოუწყობდნენ სკამებს, სკამებზე და მაგიდაზე წითელ ან თეთრი ფერის ნაჭერს გადააფარებდნენ. მაგიდაზე ბატონების სახელზე ცარიელი თეფშები და ჭიქები იდგმებოდა.

ბატონებს თავისი მოხვეწე/მლოცველი ჰყავდათ. მოხვეწეს მოხდილი უნდა ჰქონოდა ბატონები. ბატონების საპატივცემლოდ უნდა ლოცულობდეს, ჩონგურზე, ფანდურზე უკრავდეს, მღეროდეს და ცეკვავდეს. მლოცველი, რომელიც კვირაში სამჯერ მოდიოდა, სუფრაზე ყველაფერს გამოცვლიდა, სანთელს აანთებდა და დაიწყებდა ჩონგურზე დაკვრას, სიმღერას და ცეკვას. ბატონებისათვის სუფრის გაშლის ტრადიცია მთელ საქართველოშია გავრცელებული [Бардавелидзе, 1957:88-89; ჩირგაძე, 2002:50]. როგორც ბატონებისათვის ასევე მათი მომსახურე პერსონალისათვის იშლებოდა სუფრა. გავრცელებულია აზრი, რომ ბატონები ცხენებით მოგზაურობდნენ, ამიტომ აივანზე ვედროთი წყალი, თივა და სიმინდი იდგმებოდა. ოთახის კარი, სადაც ავადმყოფი იწვა ღია უნდა ყოფილიყო. მობრძანებული ბატონები ამ ღია კარით შედიოდნენ ავადმყოფთან, ხოლო ცხენები იქვე მოისვენებდნენ წყალს დალევდნენ, თივას ან სიმინდს მიირთმევდნენ [ხარჩილავა, 2010:171]. მლოცველი და ოჯახის წევრები ცდილობდნენ ავადმყოფის ყველა სურვილი დაკმაყოფილებინათ, რათა არ გამოეწვიათ ბატონების გაბრაზება.

ყვავილის ღვთაებებთან დაკავშირებული რიტუალური კომპლექსი სხვა რიტუალურ მოქმედებებსაც მოიცავდა. ბატონების დროს ოჯახში იკრძალებოდა ხმაური, ჩხუბი, ტირილი, თოფის სროლა [ასედ, 2018; სახოკია, 1956:24; Яшвили, 1904:67; Соловьева, 1995:107], საკლავის დაკვლა, წყლის ადუღება, პურის გამოცხობა, ცეცხლის დანთება, თამბაქოს მოწვევა, დაბანვა, რეცხვა, კერვა და სხვა მსგავსი სახის საოჯახო საქმიანობა. ოჯახი არაფერს არ გაანათხოვრებდა, რადგან შეიძლებოდა მას ბატონები წაყოლოდნენ. ავადმყოფს ტანსაცმელს გამოუცვლიდნენ, მაგრამ არ გარეცხავდნენ, სანამ ბატონები არ წაბრძანდებოდნენ. სარეცხს ინახავდნენ.

ბატონების გაცილების დღეს ყვავილების ფოთლებიანი წყლით ბანდნენ ავადმყოფს [ასედ, 2018].

ბატონების მოუმსახურებლობა იწვევდა დიდი ხნით ოჯახში მათ დარჩენას და ავადმყოფობის გართულებას. თუ ბატონები გაბრაზდებოდნენ და ავადმყოფი შეწუხდებოდა, სრულდებოდა მობოდიშების რიტუალი. მობოდიშების რიტუალს მლოცველი ასრულებდა. მლოცველი ავადმყოფს გარს უვლიდა და უმღეროდა „იავნანას“. მკურნალ იავნანას ადრესატი იყო ბატონები ან ანგელოზები, რომლებიც ავადმყოფის სხეულს დაეუფლნენ და შეუძლიათ მისთვის ზიანის მიყენება. ამიტომ მათ განსაკუთრებული პატივისცემით მოიხსენიებენ სიმღერაში, რათა მათი დახმარებით ავადმყოფი გამოჯანმრთელებულიყო. განაწყენებული ბატონები საშიში იყო, როგორც ავადმყოფისათვის, ასევე იმისთვისაც, ვისაც ის მომავალში შეხვდებოდა.

ყვავილით დაავადებულს მუსიკითა და ცეკვით ართობდნენ. ბატონების რიტუალი, როგორც სინკრეტული ხელოვნების ნიმუში, სხვა კომპონენტებთან ერთად, მნიშვნელოვნად მოცავდა ქორეოგრაფიულ ნაწილს, როგორც საფერხულო (შემოვლა, შემოტარება, გარშემოვლება) ასევე საცეკვაო პლასტიკის სახით. საცეკვაო რიტუალი წარმოადგენდა სახადიანი ავადმყოფის განკურნების ქალთა საფერხულო მისტერიას [ალიაშვილი, 2024:78]. ბატონების რიტუალში არსებულ ცეკვებზე და მათ თავისებურებებზე საყურადღებო ინფორმაციებია დაცული საქართველოს სხვადასხვა კუთხეებში [ბარდაველიძე, 1953:130; ჩიჯავაძე, 2009:28; მინდაძე, 2013:226], სადაც საკულტო დანიშნულების რელიგიურ-რიტუალური ფერხული და ცეკვები დასტურდება.

ხალხური შეხედულებით საქართველოში წმ. ბარბარე ბატონების დედად, მფარველად ითვლებოდა. ზოგან არა მხოლოდ ბატონების არამედ თვალის დაავადებათა და საერთოდ, ზოგადად, სნეულთა მფარველადაც იყო მიჩნეული [ბარდაველიძე, 1941:39-54; მაკალათია, 1938:111; Сагараძე, 1899:13; ნებიერიძე 2004:86]. ბატონებით დაავადებული ცუდად რომ შეიქმნებოდა წმინდანის სახელზე შესაწირს შეუთქვამდნენ. აფხაზეთის მოსახლეობა ილორის წმინდა გიორგის სახელობის ეკლესიაში დადიოდა, სადაც მიჰყავდა შესაწირი მამალი, რომელსაც თავს, ფრთებს და ფეხებს წითლად შეუღებავდნენ, ავადმყოფს შემოავლებდნენ და

ბატონების სახელზე გაუშვებდნენ. საქართველოს სხვა კუთხეებშიც ბატონების სტუმრობა მშვიდობიანად რომ დასრულებულიყო და ბატონი ანგელოზებისათვის გული მოეგოთ სხვადასხვა რიტუალები სრულდებოდა [ნიჟარაძე, 1962: 59; აბაკელია, 1987:237-244].

ბატონებით დაავადებული ადამიანი, ხალხების რწმენით, პირდაპირ სამოთხეში მიჰყავდათ ანგელოზებს. იკრძალებოდა გლოვა, ტირილი და შავების ჩაცმა. აფხაზები ყვავილით გარდაცვლილებს არ გლოვობდნენ და მის დაკრძალვას მუსიკაც ახლდა თან [Чурсин, 1957:09; ხარჩილავა, 2010:174].

ბატონების სტუმრობას თავისი განკუთვნილი დრო ჰქონდა, რის შემდეგ ის უნდა წაბრძანებულიყო. ამისთვის ეწყობოდა სუფრა, რასაც გინოხვამა//გადალოცვა ეწოდებოდა. ამ დღეს იკვლება საკლავი, იხარშებოდა ხოზოკვარი რძეში, ცხვებოდა ხაჭაპურები. მლოცველი ავადმყოფს თავზე საკლავს შემოავლებდა, შემდეგ დაკლავდა და იმართებოდა პურობა. პურობის შემდეგ დარჩენილი სურსათი მიჰქონდათ ახლოს მდებარე მდინარესთან და წყალს ატანდნენ. ტაბლის გაყოლება წყალზე, სახლიდან გარეთ ბოძზე ჩამოკიდება ან გზაჯვარედინზე დატოვება საქართველოს სხვა კუთხეებშიცაა ცნობილი [ზედგენიძე 1946:67; მაკალათია, 1938:111; Соловьева, 1995:110].

საქართველოში ყვავილის აცრის პროცესი გვიან შემოდის, რომელსაც აღწერს გიულდენშტეტდი [გიულდენშტეტდის მოგზაურობა საქართველოში, 1962:63]. აცრის ჩატარების შემთხვევაში ყვავილი არ უნდა შეხვედროდა, თუ შეხვდებოდა, მსუბუქად უნდა მოეხადა [ჩირგაძე, 2010:41]. თანამედროვე ყოფაში მიუხედავად აცრისა, არათუ აფხაზეთში, საქართველოს თითქმის ყველა კუთხეში ფიქსირდება ინფექციური დაავადება - ბატონები.

ამრიგად, აფხაზეთში ბატონებთან დაკავშირებული წეს-ჩვეულებები მიუხედავად გარკვეული მსგავსებისა, საგრძნობლად განსხვავდება საქართველოს სხვადასხვა კუთხეებში დამოწმებული წეს-ჩვეულებებისაგან. აფხაზეთში ბატონები მკვეთრად დიფერენცირებული იყო. მასთან დაკავშირებული წეს-ჩვეულებები მრავალფეროვნებით ხასიათდებოდა და მოსახლეობის ყოველდღიური ცხოვრების წესში მნიშვნელოვან როლს ასრულებდა. ბატონების სამკურნალოდ არა მარტო ისტორიულად ჩამოყალიბებული პრაქტიკული ცოდნა, არამედ ტრადიციული

წრმენა-წარმოდგენების საფუძველზე განხორციელებული საკრალური რიტუალებიც გამოიყენებოდა. ბატონებთან დაკავშირებულმა შეხედულებებმა ბოლო დრომდე მოაღწია და მასში არქაულ ელემენტებთან ერთად ქრისტიანული რელიგიის გავლენის კვალიც აისახა. ბატონებთან დაკავშირებულ წეს-ჩვეულებებში დღემდე იგრძნობა განსაკუთრებული პატივისცემა, შიში და კრძალვა.

ლიტერატურა:

1. ასედ - ავტორის საველე ეთნოგრაფიული დღიური, 2018
2. აბაკელია ნ., კოსმოლოგიური სიმბოლოები დასავლეთ საქართველოში, მსე, XXIII, თბ., 1987
3. ალიაშვილი ლ., ბატონების რიტუალის ქორეოგრაფიული ასპექტები, სახელოვნებო მეცნიერებათა ძიებანი, №3 (96), თბ., 2024
4. ბარდაველიძე ვ., ქართველთა უძველესი სარწმუნოების ისტორიიდან (ღვთაება ბარბარ-ბაბაო), თბ., 1941
5. ბარდაველიძე ვ., ქართული (სვანური) საწესო გრაფიკული ხელოვნების ნიმუშები, თბ., 1953.
6. გითოლენდია თ., პოლისემია და ომონიმია ქართულში აფხაზური პარალელებითურთ, თბ., 2014
7. გულდენშტედტის მოგზაურობა საქართველოში, ტ. I, თბ., 1962
8. ზედგენიძე გ., ჯავახეთი, მშობიარობა, ბავშვის აღზრდა, I. თბ., 1946
9. მაკალათია ს., მესხეთ-ჯავახეთი, თბ., 1938
10. მინდაძე ნ., ქართული ხალხური მედიცინა, თბ., 1981
11. მინდაძე ნ., ქართველი ხალხის ტრადიციული სამედიცინო კულტურა, თბ., 2013
12. მინდაძე ნ., რელიგიური სინკრეტიზმი ქართულ ხალხურ მედიცინაში, ქართველური მემკვიდრეობა, V, ქუთ., 2001
13. ნიჟარაძე ბ., ისტორიულ-ეთნოგრაფიული წერილები, ტ. I, თბ., 1962
14. ნებიერიძე ლ., ბავშვთა ინფექციურ დაავადებათა მკურნალობის ხალხური ტრადიციები იმერეთში (ყივანახველა), მსე, XXIV, თბ., 2004
15. სახოკია თ., ეთნოგრაფიული ნაწერები, თბ., 1956

16. ჩირგაძე ნ., სახადის კულტი სამცხე-ჯავახეთში. კრ.: ამირანი, VII, თბ., 2002
17. ჩირგაძე ნ., სამცხე-ჯავახეთის ტრადიციული სამედიცინო კულტურა, თბ., 2010
18. ჩიჯავაძე ო., ქართული მუსიკალური ფოლკლორის მცირე ენციკლოპედიური ლექსიკონი, თბ., 2009
19. ხარჩილავა ნ., ბატონები და მასთან დაკავშირებული რწმენა-წარმოდგენები (გალის რაიონის ეთნოგრაფიული მასალების მიხედვით), ეთნოკულტურული მრავალფეროვნება და ინტერკულტურული კომუნიკაცია საქართველოში (საერთაშორისო კონფერენციის მოხსენებათა კრებული), თბ., 2021
20. ჯანაშია ს., შრომები ტ. IV, გამომცემლობა მეცნიერება, თბ., 1968
21. Аршба С. Г., Народная медицина абхазов, Мос. 2007
22. Баравелидзе В., Древнейшие религиозные верования и обрядово-графическое искусство грузинских племен, Тб., 1957
23. Пантюхов И. И., Из записок кавказского туриста, Кавказ. № 27, 28. Тиф., 1867
24. Салакая Ш. Х., Обрядовый фольклор абхазов, Фольклор и этнография. Л., 1974
25. Сагарадзе М., Обычаи и верования в Имерети, СМОМПК, вып. 26. Тиф. 1899
26. Соловьева Л. Т., Грузия. Этнография детства. М., 1995
27. Чурсин Г. Ф., Материалы по этнографии Абхазии. Сух., 1957
28. Яшвили А. О., Народная медицина в Закавказском крае. Тиф., 1904

INFECTIOUS DISEASES AND RELATED BELIEFS IN ABKHAZIA

Nino Kharchilava

Doctor of History, Senior Researcher, Scientific Secretary
of the Institute of Ethnology named after Academician
Giorgi Chitaia of the Tskhum-Abkhazian Academy of
Sciences
E-mail: kharchilavanin@gmail.com

*Presented by the Institute of Ethnology named after Academician Giorgi Chitaia of the
Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences*

Abstract. Among the traditional beliefs and representations of the modern Abkhazian population, the infectious disease batonebi and its associated customs are noteworthy. Batonebi is a general name for infectious diseases, which is widespread in almost all corners of Georgia. The names of pantobia-type diseases were mentioned with modesty in traditional societies, which indicated their divine nature. According to ethnographic materials, batonebi are believed to be angels sent by God. Pantobia has been widespread since ancient times therefore, completely different customs for its care and treatment have survived, which have also undergone certain changes over time.

Customs related to gentlemen, despite certain similarities, differ significantly from customs attested in different parts of Georgia. Diseases were distinguished by their complexity and severity. Each disease was characterized by its symptoms, and in case of complications, the sick person could be left with the disease for several years. Medical treatment of diseases was prohibited. For diseases, a flowering branch of a tree decorated with colorful pieces and toys, the so-called disease, was presented to the diseased person. Here, the symbol of the tree of life can be seen. The ideas about the tree of life and fertility seem widespread, both in Abkhazia and throughout Georgia.

At the behest of the masters, the sick person was confined to an isolated room and tried to satisfy all his desires. The room was decorated with red cloth, and the bed and pillows were covered with red, because the masters loved the color red and rested on it. If the masters became angry and the sick person became upset, a ritual of apology was performed. The customs related to the masters, despite some similarities, differ significantly from the customs attested in different parts of Georgia. In Abkhazia, the masters were sharply differentiated.

Keywords: *Infectious diseases, batonebi, Abkhazia.*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A COMPONENT OF MEDIA DIDACTICS

Volodymyr Biletskyi	Doctor of Technical Sciences, NTU „Kharkiv Polytechnic Institute“, Professor E-mail: ukcdb2021@ukr.net
Hanna Onkovych	Doctor of Pedagogical Sciences, Kyiv Medical University, Professor E-mail: onkan@ukr.net
Zoia Adamia	Doctor of Philology, Director of the Institute of Slavic Languages of the Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences, Georgian International University GIU, Professor E-mail: a.zoia777@gmail.com

Presented by the Institute of Slavic Languages of the Tskhum-Abkhazian Academy of Sciences

Abstract. This article addresses the pressing issue of applying artificial intelligence (AI) in education, proposing its consideration as a component of media didactics. A brief overview of the historical development of both AI and media didactics is provided. The paper explores the various fields of AI application, with a particular focus on education. It outlines the stages of AI integration into educational contexts from the 1960s–1970s to the present day.

The potential functions of AI within media didactics are discussed, including adaptive learning, personalized instruction, automated knowledge assessment, information retrieval and sorting, and the generation of educational content. In the context of scientific research, AI can be employed for large-scale data analysis, automated literature searches, and the modeling and simulation of processes and phenomena.

The article examines both the advantages and challenges of using AI in media didactics. The review and analysis lead to the conclusion that artificial intelligence is a powerful tool with significant potential for advancing media didactics by introducing new opportunities for adaptive and individualized learning. AI integration can enhance the efficiency and speed of education, improve accessibility and flexibility, and enable a more personalized learning experience.

At the same time, ethical and technological challenges must be addressed thoughtfully. Maintaining a balance between traditional teaching methods and modern technologies is essential. Going forward, it is crucial that the use of AI in education complements rather than replaces human interaction between teachers and students, serving instead to enhance, support, and inspire the learning process. Furthermore, AI applications should be tailored to specific professions and educational programs.

Keywords: *Artificial intelligence, media didactics, media education, adaptive learning, individualized learning.*

1. Introduction

The term *media didactics* emerged in the second half of the 20th century within the context of educational developments involving mass media and new technologies. As television, radio, and other forms of media advanced in the early 1960s, it became increasingly evident that effective learning was no longer possible without the integration of these tools into the process of knowledge transmission. The idea of incorporating media into education quickly gained support from both educational theorists and practitioners, marking a significant step in the evolution of innovative teaching approaches.

Simultaneously, the rise of information technologies—particularly in the field of computer science—brought the question of integrating advanced intelligent systems into education to the forefront. Artificial Intelligence (AI), as a branch of science and technology, began to gain traction in the late 20th century, fueled by developments in automation, machine learning, neural networks, and computing power. The emergence of tools capable of simulating human cognitive processes provided new momentum for incorporating AI into media didactics. This integration has enabled adaptive learning models and promoted a more personalized and individualized educational experience.

2. History of the Problem: Literature Review and Analysis

Artificial Intelligence (AI) is a branch of computer science that develops systems capable of performing tasks traditionally requiring human intelligence—such as learning, reasoning, speech and image recognition, and decision-making. The evolution of AI can be traced through several key stages and milestones:

- **1950:** Alan Turing publishes "*Computing Machinery and Intelligence*", introducing the Turing Test as a criterion for machine "thinking" [1].

- **1956–1970:** Development of foundational systems such as *Logic Theorist*, *General Problem Solver*, *ELIZA*, and *Shakey* [2].
- **1980s:** Proliferation of expert systems in business and medicine (e.g., *MYCIN*), alongside the growth of neural network research [3].
- **1997:** IBM's *Deep Blue* defeats chess champion Garry Kasparov [4].
- **2010–present:** Rapid progress in machine learning and deep learning; introduction of transformer-based models (e.g., in 2017) [5].
- **2020s:** Expansion of large language models (LLMs) such as ChatGPT and Google Gemini, widespread AI integration into daily life, and growing ethical concerns [6].

AI applications span a wide range of fields, including:

- **Healthcare:** diagnosis of medical images, disease prediction.
- **Transportation:** autonomous vehicles, route optimization.
- **Communications:** voice assistants, speech and text recognition.
- **Education:**
 - personalized learning;
 - automated assessment systems;
 - adaptive learning platforms;
 - interactive AI assistants (e.g., ChatGPT).

Historically, the integration of AI into education began with the automation of assessments and the development of expert systems for skill-specific training. The key stages of AI integration in education include:

- **1960s–1970s:** Early computer programs such as *ELIZA* enabled the simulation of educational dialogues and simple programmed learning experiences [futureoftech.org, globalaivision.com].
- **1980s:** Introduction of adaptive testing and assessment systems based on expert system logic.
- **2000s:** Emergence of adaptive learning platforms leveraging machine learning and student performance data.
- **2020s:** Introduction of modern LLM-based assistants (e.g., ChatGPT, Gemini) designed to support student thinking through inquiry, personalized explanations, and reflective learning processes [businessinsider.com].

Media Didactics: Development and Current Trends

Media didactics is a branch of pedagogy that studies the patterns of acquiring knowledge, skills, and competencies, as well as the formation of values and beliefs through media sources and media products. Its primary goal is the development of media literacy and media

competence. As a subfield of media pedagogy, media didactics is closely associated with media education, which focuses on the pedagogical use of communication materials (media and educational media) [12].

Media didactics is an interdisciplinary scientific field that integrates insights from computer science, psychology, communications, and pedagogy. Its evolution has been closely linked to advances in information technology.

The origins of media didactics can be traced back to the introduction of audiovisual teaching tools—such as film, radio, and television—into school and higher education systems.

- **1950s–1960s:** The concept of "media education" emerged in Western Europe and the United States. During this period, initial approaches to using mass media in education began to take shape, focusing on their influence on students' consciousness and behavior [13, 14].
- **1980s–1990s:** The term *media didactics* was introduced and gained traction, particularly in German-speaking countries, thanks to the works of scholars such as K. Brinker and F. Schneider. During this period, media began to be recognized not only as carriers of educational content but also as tools for interaction within the educational process [15, 16]. In the Soviet Union, the term *press didactics* was used as a rough equivalent of media didactics.

The **digital revolution of the 2000s** marked a new phase in the development of media didactics. With the rapid growth of digital technologies, the Internet, and interactive platforms, media didactics underwent significant transformations. Concepts such as e-learning, distance learning, and blended learning emerged. Media evolved from being a mere conduit for information into a dynamic tool for knowledge construction, communication, and collaboration [17–19].

During the **2010s and into the 2020s**, media didactics continued to evolve with the integration of mobile learning (m-learning), artificial intelligence (AI) in education, and adaptive learning systems. Researchers began exploring how the design of digital content affects learning outcomes and how technological innovations reshape the role of the teacher [20, 21].

The **current stage** (from the 2020s onward) has been notably shaped by the COVID-19 pandemic, which accelerated the adoption of distance and hybrid learning. This period has solidified the role of media didactics as a theoretical and practical foundation for organizing digital education. Principles such as digital pedagogy, interactivity, and media literacy have become central.

Media didactics continues to expand its research focus, now encompassing virtual and augmented reality (VR/AR), educational gaming, and personalized learning. VR (virtual reality) immerses users in entirely digital environments, disconnecting them from the physical world, while AR (augmented reality) overlays digital elements onto the real world, enhancing perception and interaction [22, 23].

Additionally, specialized forms of media didactics are actively developing—such as blog didactics, website didactics, webinar didactics, and wiki didactics—each with practical applications across various fields, including engineering, medicine, and law [24–26].

3. Possible Functions of AI in Media Didactics

Artificial intelligence, with its capacity to process vast amounts of information, learn from data, and adapt to various educational contexts, holds significant potential for enhancing media didactics in the following ways [27–29]:

3.1. Adaptive Learning

Through machine learning algorithms, AI can tailor educational content to each student's level of knowledge, dynamically adjusting task difficulty to improve learning outcomes. A key development in this area is the emergence of adaptive learning platforms, which monitor student progress and automatically personalize educational content. Examples include platforms like *Coursera* and *Khan Academy*, which employ AI algorithms to generate individualized learning pathways.

3.2. Personalized Learning

AI can analyze a student's learning pace, preferences, and strengths to offer customized recommendations and assignments. Interactive systems such as chatbots and virtual assistants provide instant feedback and ongoing support. AI is also applied in game-based learning: for instance, in simulators used for training dispatchers or operating complex technological equipment—especially in fields like medicine or engineering. These gaming platforms adjust scenarios in real time, offering optimized learning experiences. Moreover, AI supports the creation of inclusive learning resources tailored to individuals with special needs (e.g., systems designed for learners with hearing or visual impairments).

3.3. Automated Assessment

AI technologies can automate the assessment of student performance using advanced algorithms to analyze responses and deliver immediate feedback. This process often surpasses traditional evaluation methods in terms of speed and accuracy.

3.4. Intelligent Information Retrieval and Organization

AI-based educational tools can effectively search, filter, and organize large volumes of information, assisting both teachers and learners in preparing for lessons or conducting research on specific topics.

3.5. Generation of Educational Materials

AI can automatically create a wide range of instructional resources, such as test questions, exercises, educational videos, and interactive content, reducing the workload for educators and enabling more engaging learning formats.

AI is also becoming an essential tool in the context of academic research. Its applications include:

- **Large-scale data analysis:** AI helps researchers process and analyze complex datasets, enabling deeper insight into experimental outcomes, theory validation, and the discovery of new scientific facts.
- **Automated literature review:** By processing large volumes of textual information, AI significantly speeds up the search for relevant academic articles, books, and other sources.
- **Modeling and simulation:** In scientific fields, AI is used to simulate physical, social, or biological processes, helping researchers predict outcomes and test hypotheses with greater precision.

4. Advantages and Disadvantages of Using AI in Media Didactics

Advantages:

- **Personalized Learning:** AI can offer tailored recommendations for each student, taking into account their individual learning style and pace of material assimilation.
- **Speed and Accuracy:** Automated assessment and feedback make the learning process faster, more intensive, and more precise.
- **Improved Accessibility:** AI facilitates access to education for individuals with special needs and those in remote or underserved geographical areas.

Disadvantages:

- **Technological Dependence:** Over-reliance on automation may lead to reduced critical thinking, as students might increasingly depend on AI solutions.
- **Privacy Concerns:** The use of personal data for learning personalization raises significant questions regarding privacy and data protection.
- **Technical Limitations:** Not all educational platforms are sufficiently flexible to respond to the dynamic needs of learners—especially during global crises or force majeure situations.

5. Conclusions

1. Artificial intelligence represents a powerful tool with vast potential to enhance media didactics by enabling adaptive and individualized learning. Its implementation can substantially increase the efficiency and flexibility of the educational process, improve accessibility, and ensure a more personalized approach for each learner.
2. However, the integration of AI into education must be approached with caution, addressing both ethical and technological challenges. It is essential to strike a balance between traditional pedagogical methods and technological innovations. Moving forward, AI should be developed in a way that enhances rather than replaces live teacher-student interaction—serving as a complement that supports, motivates, and enriches the learning experience. Furthermore, the specialized application of AI by profession and educational program should be a key focus.

References:

1. A. M. TURING. COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE. *Mind*, Volume LIX, Issue 236, October 1950, Pages 433–460, URL: <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>
2. History and Evolution of Artificial Intelligence: From Early Dreams to Today's Reality. URL: https://globalaivision.com/ai-articles/history-evolution-artificial-intelligence/?utm_source=chatgpt.com
3. The history of artificial intelligence URL: https://www.bosch.com/stories/history-of-artificial-intelligence/?utm_source=chatgpt.com
4. AI is entering an 'unprecedented regime.' Should we stop it — and can we — before it destroys us? URL: https://www.livescience.com/technology/artificial-intelligence/ai-is-entering-an-unprecedented-regime-should-we-stop-it-and-can-we-before-it-destroys-us?utm_source=chatgpt.com
5. Defense Advanced Research Projects Agency, “Toward Machines that Improve with Experience,” March 16, 2017. URL: https://nij.ojp.gov/topics/articles/brief-history-artificial-intelligence?utm_source=chatgpt.com#note10
6. Education becomes a new battlefield in the AI war between OpenAI and Google. URL: https://www.businessinsider.com/chatgpt-study-mode-openai-google-gemini-education-2025-7?utm_source=chatgpt.com
7. Колеснікова О. В. Штучний інтелект в освітньому процесі: теоретичні аспекти та практичне застосування. – Київ : Освіта, 2019.

8. Мельник О. В. Медіадидактика в умовах цифровізації освіти. – Харків : Харківський нац. ун-т, 2020.
9. Павлов І. О. Використання штучного інтелекту в освіті: можливості та виклики. – Львів : Наукова думка, 2018.
10. Anderson C. Artificial Intelligence in Education: Theories, Applications, and Challenges. – New York : Springer, 2018.
11. Selwyn N. Education and Technology: Key Issues and Debates. – London : Bloomsbury Academic, 2020.
12. Tulodziecki G. Medien in Erziehung und Bildung. – 3. Aufl. – Bad Heilbrunn : Klinkhardt, 1997. – S. 45.
13. Hagemann W. Von den Lehrmitteln zu den Neuen Medien — 40 Jahre schulbezogener Medienentwicklung und Mediendiskussion // In: Herzig B. (Hrsg.). Medien machen Schule. Grundlagen, Konzepte und Erfahrungen zur Medienbildung. – Bad Heilbrunn : Klinkhardt, 2001. – S. 31.
14. McLuhan M. Understanding Media: The Extensions of Man. – New York : McGraw-Hill, 1964.
15. Суконкін В. І. Педагогічні технології в умовах інформаційного суспільства. – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009.
16. Tulodziecki G. Medienpädagogik: Konzeption und Beispiele zur Integration in Schule und Unterricht. – Bad Heilbrunn : Klinkhardt, 1997.
17. Brinker K. Didaktische Medienkunde. – Berlin : Cornelsen, 1985.
18. Anderson T. The Theory and Practice of Online Learning. – Athabasca : Athabasca Univ. Press, 2008.
19. Кухаренко В. М., Соколова Т. С. Дистанційне навчання: навч. посіб. – Харків : НТУ «ХП», 2008.
20. Онкович Г. В. Медіаосвіта: сучасний стан і перспективи розвитку // Мова і культура : наук. журн. – 2009. – Вип. 12. – Т. XI (136). – С. 39–45.
21. Siemens G. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age // International Journal of Instructional Technology and Distance Learning. – 2005.
22. Хобзей Н. О. Цифрові технології в освіті: теорія і практика. – Київ : ІМЗО, 2020.
23. Redecker C., Punie Y. European Framework for the Digital Competence of Educators (DigCompEdu). – Luxembourg : JRC Science for Policy Report, 2017.
24. Васильєва Г. П. Медіадидактика цифрової школи. – Київ : НАПН України, 2021
25. Онкович Г.В., Білецький В.С., Онкович А.Д. ІНТЕРНЕТ-ДИДАКТИКА ЯК «ПАРАСОЛЬКОВИЙ» ТЕРМІН» // У збірнику наукових праць «SCIENTIA» за

- матеріалами III Міжнародної науково-теоретичної конференції «Science of XXI century: development, main theories and achievements» (02.12.2022, м. Хельсінкі, FIN), С. 101-107.
<https://previous.scientia.report/index.php/archive/issue/view/02.12.2022>
26. Білецький В. С. Синергетичний ефект від застосування вікі-, кіно-, сайто-, блог-, вебінародидактики та електронних бібліотек у сучасній університетській освіті і науці / Білецький Володимир, Онкович Ганна, Соколівська Любов // Innovative development of science, technology and education : proc. of the 8th Intern. sci. and practical conf., Vancouver, Canada, May 9-11, 2024 / ed. Komarytsky M. L. – Electronic text data. – Vancouver, Canada : Perfect Publishing, 2024. – P. 340-350.
<https://sci-conf.com.ua/viii-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-innovative-development-of-science-technology-and-education-9-11-05-2024-vankuver-kanada-arhiv/>.
 27. Онкович Ганна, Білецький Володимир. Стан медіадидактики в Україні // XXI International Scientific and Practical Conference «Challenges and problems of modern science», April 17-18, 2025, London, United Kingdom. 158 p. P.82-86.
<https://conference-w.com/.../04/GB.L-1718042025.pdfAbstracts>
<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/88706>
 28. Russell, S., Norvig, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th ed. – Pearson, 2020. – Університетський підручник. – Доступно також на: Bosch Global, Wikipedia, lemonde.fr.
 29. Toosi, A., та ін. *A Brief History of AI: how to prevent another winter* [Електронний ресурс] // *arXiv*. – 2021. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2107.10292>. – Критичний огляд ключових етапів розвитку ШІ.
 30. Schmidhuber, J. *Annotated History of Modern AI and Deep Learning* [Електронний ресурс] // *arXiv*. – 2022. – Режим доступу: <https://arxiv.org/abs/2212.11214>. – Історичний контекст з акцентом на нейронні мережі

ხელოვნური ინტელექტი, როგორც მედიადიდაქტიკის კომპონენტი

ვოლოდიმირ ბილეცკი	ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, NTU „ხარკოვის პოლიტექნიკური ინსტიტუტი“, პროფესორი E-mail: ukcdb2021@ukr.net
ჰანა ონკოვიჩი	განათლების მეცნიერებათა დოქტორი, კიევის სამედიცინო უნივერსიტეტი, პროფესორი E-mail: onkan@ukr.net
ზოია ადამია	ფილოლოგიის დოქტორი, ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის სლავური ენების ინსტიტუტის დირექტორი, საქართველოს საერთაშორისო უნივერსიტეტი, პროფესორი E-mail: a.zoia777@gmail.com

წარმოადგინა ცხუმ-აფხაზეთის მეცნიერებათა აკადემიის სლავური ენების ინსტიტუტმა

აბსტრაქტი. ეს სტატია შეეხება ხელოვნური ინტელექტის (AI) გამოყენების აქტუალურ საკითხს განათლებაში და განიხილავს მას მედიადიდაქტიკის ერთ-ერთ კომპონენტად. წარმოდგენილია როგორც ხელოვნური ინტელექტის, ასევე მედიადიდაქტიკის ისტორიული განვითარების მოკლე მიმოხილვა. ნაშრომი იკვლევს ხელოვნური ინტელექტის გამოყენების მრავალმხრივ შესაძლებლობებს, განსაკუთრებული აქცენტით განათლებაზე. იგი აღწერს AI-ის ინტეგრაციის ეტაპებს საგანმანათლებლო კონტექსტში, 1960–1970-იანი წლებიდან დღემდე.

განხილულია ხელოვნური ინტელექტის ძირითადი ფუნქციები მედიადიდაქტიკაში, როგორიცაა ადაპტური და პერსონალიზებული სწავლება, ცოდნის ავტომატიზებული შეფასება, ინფორმაციის ძიება და დახარისხება, ასევე სასწავლო მასალის გენერირება. სამეცნიერო კვლევების კონტექსტში, AI შეიძლება გამოყენებულ იქნას დიდი მონაცემების ანალიზისთვის, ლიტერატურის

ავტომატიზებული მიებისთვის, სხვადასხვა პროცესისა და ფენომენის მოდელირებისა და სიმულაციისთვის.

სტატიაში ასევე განხილულია ხელოვნური ინტელექტის გამოყენების უპირატესობები და გამოწვევები მედიადიდაქტიკაში. ანალიზის საფუძველზე ჩამოყალიბებულია დასკვნა, რომ AI წარმოადგენს ძლიერ ინსტრუმენტს, რომელსაც აქვს მნიშვნელოვანი პოტენციური მედიადიდაქტიკის განვითარებისათვის — ის ქმნის ადაპტური და ინდივიდუალური სწავლების ახალ შესაძლებლობებს. AI-ის ინტეგრაციას შეუძლია გააუმჯობესოს სწავლების ეფექტიანობა და სისწრაფე, გაზარდოს ხელმისაწვდომობა და მოქნილობა, და უზრუნველყოს პერსონალიზებული სასწავლო გამოცდილება.

თუმცა, საჭიროა ეთიკური და ტექნოლოგიური საკითხების გააზრებული მიდგომა. მნიშვნელოვანია ტრადიციული სწავლების მეთოდებსა და თანამედროვე ტექნოლოგიებს შორის ბალანსის დაცვა. მომავალში, აუცილებელია, რომ AI მხოლოდ ავსებდეს და აძლიერებდეს მასწავლებელსა და მოსწავლეს შორის ცოცხალ ურთიერთობას და არ ჩაანაცვლოს იგი. აგრეთვე, უნდა მოხდეს ხელოვნური ინტელექტის აპლიკაციების პროფესიულ და საგანმანათლებლო პროგრამებთან ადაპტაცია.

საკვანძო სიტყვები: ხელოვნური ინტელექტი, მედიადიდაქტიკა, მედიაგანათლება, ადაპტური სწავლება, ინდივიდუალური სწავლება.

სარჩევი — Content

გამოყენებითი მათემატიკა

Applied Mathematics

Temur Chilachava, Gia Kvashilava, George Pochkhua

Mathematical Model Describing the Process of Interaction Between Georgian, Laz, Mingrelian, and Svan Populations 3

თემურ ჩილაჩავა, გია კვაშილავა, გიორგი ფოჩხუა

ქართული, ლაზური, მეგრული და სვანური მოსახლეობების ურთიერთქმედების პროცესის აღმწერი მათემატიკური მოდელი .. 18

კომპიუტერული მეცნიერებები

Computer Sciences

Elza Imnadze, Nugzar Kereselidze

Internet Client-side Technology in Education 21

ელზა იმნაძე, ნუგზარ კერესელიძე

კლიენტის მხარეს ინტერნეტ ტექნოლოგიები განათლებაში 32

ქიმია, ფარმაცია

Chemistry, Pharmacy

Marina Karchkhadze, Mineda Chanturia, Antonina Mskhiladze

Polymers in Medicine 34

მარინა ქარჩხაძე, მინედა ჭანტურია, ანტონინა მსხილაძე

პოლიმერები მედიცინაში 44

ეკონომიკა და ბიზნესი, დემოგრაფია

Economics and Business, Demography

Gia Kvashilava

Structure and Functioning of the Sumerian Economy 46

გია კვაშილავა

შუმერული ეკონომიკის სტრუქტურა და ფუნქციონირება 59

საქართველოს ისტორია, ისტორია

History of Georgia, History

იზოლდა ბელთაძე

პორტუგალიის ოსტ-ინდოეთის საპაიო კომპანია 61

Izolda Beltadze

Portuguese East India Shareholder Company 70

ეთნოლოგია

Ethnology

Salome Bakhia-Okruashvili

Fraternity Institution in the Caucasian Highlanders 72

სალომე ბაზია-ოქრუაშვილი

მოძმეობის ინსტიტუტი კავკასიის მთიელებში 77

ნინო ხარჩილავა

ინფექციური დაავადებები და მათთან დაკავშირებული რწმენა-
წარმოდგენები აფხაზეთში 79

Nino Kharchilava

Infectious Diseases and Related Beliefs in Abkhazia 87

სხვა ფილოლოგია

Other Philology

Volodymyr Biletskyi, Hanna Onkovych, Zoia Adamia

Artificial Intelligence as a Component of Media Didactics 88

ვოლოდიმირ ბილესკი, ჰანა ონკოვიჩი, ზოია ადამია

ხელოვნური ინტელექტი, როგორც მედიადიდაქტის კომპონენტი . 97