

ISSN 2738-2923

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ,
ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

«ՎԱՆԱԶՈՐԻ Հ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ»
ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ



ՎԱՆԱԶՈՐԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ

ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

Բնական և ճշգրիտ գիտություններ

1

ՎԱՆԱԶՈՐ - 2026

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ,
ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

«ՎԱՆԱԶՈՐԻ Հ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ
ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ» ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ

ՎԱՆԱԶՈՐԻ ՊԵՏԱԿԱՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ
ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

Բնական և ճշգրիտ գիտություններ

1

ՎԱՆԱԶՈՐ – 2026

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ,
КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РА**

**ФОНД «ВАНАДЗОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ О. ТУМАНЯНА»**

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

**ВАНАДЗОРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Естественные и точные науки

1

ВАНАДЗОР – 2026

**RA MINISTRY OF EDUCATION, SCIENCE,
CULTURE AND SPORT**

**“VANADZOR STATE UNIVERSITY AFTER H. TUMANYAN”
FOUNDATION**

**SCIENTIFIC PROCEEDINGS OF
VANADZOR STATE UNIVERSITY**

Natural and Exact Sciences

1

VANADZOR – 2026

Տպագրվում է «Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան
պետական համալսարան» հիմնադրամի գիտական խորհրդի որոշմամբ

Խմբագրական խորհուրդ

Մատուրյան Ա. Մ., մ. գ. դ. (խմբագրական խորհրդի նախագահ, գլխավոր խմբագիր)

Հարությունյան Ա. Մ., կ. գ. թ. (խմբագրական խորհրդի նախագահի տեղակալ)

Թովմասյան Մ. Հ., ֆ-մ. գ. թ. (պատասխանատու քարտուղար)

Խմբագրական խորհրդի անդամներ

Ղազարյան Է. Մ., ֆ-մ. գ. դ., ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս

Օսիպյան Լ. Լ., կ. գ. դ., ՀՀ ԳԱԱ ակադեմիկոս

Դալլաքյան Ռ. Վ., ֆ-մ. գ. դ.

Ժաբկո Ա. Պ., ֆ-մ. գ. դ.

Լարչենկովա Լ. Ա., մ. գ. դ.

Կիպրուշկինա Ե. Ի., տեխն. գ. դ.

Հակոբյան Ռ. Ս., ֆ-մ. գ. դ.

Հարությունյան Լ. Ռ., ք. գ. դ.

Հունական Ս. Ա., գ. գ. դ.

Ղազարյան Հ. Ա., ք. գ. դ.

Սահակյան Մ. Գ., ֆ. գ. դ. (Ph.D.)

Սուքիասյան Գ. Ս., տեխն. գ. դ.

Վարդանյան Զ. Ս., կ. գ. դ.

Ցիլլին Ա. Մ. տեխն. գ. դ.

Քամայան Ռ. Զ., տեխն. գ. դ.

Բայրամյան Լ. Ե., գ. գ. թ.

Թադևոսյան Գ. Պ., ա. գ. թ.

Կյուրեղյան Ա. Ս., ֆ-մ. գ. թ.

Ղազարյան Ա. Հ., ք. գ. թ.

Սահակյան Գ. Ռ., կ. գ. թ.

Մայադյան Մ. Կ., մ. գ. թ.

Մաքանյան Մ. Ա., ֆ-մ. գ. թ.

Փարսադանյան Ս. Մ., ֆ-մ. գ. թ.

Օհանյան Հ. Հ., տեխն. գ. թ.

ՎԱՆԱԶՈՐԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

/ Բնական և ճշգրիտ գիտություններ, 1 // ՀՀ կրթության, գիտության, մշակույթի և սպորտի նախարարություն, «Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարան» հիմնադրամ/: Խմբ. խորհուրդ՝ Ա. Մատուրյան և այլք. – Վանաձոր: 2026.
–158 էջ:

Ժողովածուն ամփոփում է մաթեմատիկական, բնագիտական, տեխնիկական գիտությունների տարաբնույթ հարցերին վերաբերող գիտական և գիտամեթոդական հոդվածներ, որոնք խմբագրական խորհրդի անդամները գրախոսել, խմբագրել և երաշխավորել են տպագրության:

ISSN 2738-2923

© Հեղինակային խումբ, 2026

© «Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարան» հիմնադրամ, 2026

Печатается по решению ученого совета
Фонда «Ванадзорский государственный университет имени О. Туманяна»

Редакционный совет

А. М. Цатурян, д. пед. н. (председатель редакционного совета, главный редактор)

А. М. Арутюнян, к. б. н. (заместитель председателя редакционного совета)

М. А. Товмасян, к. физ.-мат. н. (ответственный секретарь)

Члены редакционного совета

Э. М. Казарян, д. физ.-мат. н., академик НАН РА

Л. Л. Осипян, д. б. н., академик НАН РА

Р. В. Даллакян, д. физ.-мат. н.

А. П. Жабко, д. физ.-мат. н.

Л. А. Ларченкова, д. пед. наук

Е. И. Кипрушкина, д. тех. н.

Р. С. Акопян, д. физ.-мат. н.

Л. Р. Арутюнян, д. х. н.

С. А. Унанян, д. с./х. н.

Г. А. Казарян, д. х. н.

М. Г. Саакян, д. ф. н.

Г. С. Сукиасян, д. тех. н.

З. С. Вардадян, д. б. н.

А. М. Цирилин, д. тех. н.

Р. З. Камалян, д. тех. н.

Л. Е. Байрамян, к. с./х. н.

Г. П. Тадевоян, к. г. н.

А. С. Кюрегян, к. физ.-мат. н.

А. Г. Казарян, к. х. н.

Г. Р. Саакян, к. б. н.

М. К. Саядян, к. пед. н.

М. А. Саканян, к. физ.-мат. н.

С. М. Парсаданян, к. физ.-мат. н.

Г. Г. Оганян, к. тех. н.

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ ВАНАДЗОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
/ Естественные и точные науки, 1 // Министерство образования, науки, культуры и
спорта РА, Фонд «Ванадзорский государственный университет имени О. Туманяна»/
Ред. совет – А. Цатурян и др. – Ванадзор, 2026. – 158 с.

В сборнике представлены научные и научно-методические статьи, относящиеся к различным вопросам математических, естественных, технических наук, которые после рецензирования и редактирования были рекомендованы к печати по решению редакционного совета.

ISSN 2738-2923

© Авторская группа, 2026

© Фонд «Ванадзорский государственный университет имени О. Туманяна», 2026

Editorial Board

- A. M. Tsaturyan**, Doctor of Pedagogical Sciences (Chairman of the Editorial Board,
Chief Editor)
A. M. Harutyunyan, Candidate of Biological Sciences (Deputy Chairman of the Editorial Board)
M. H. Tovmasyan, Candidate of Physical and Mathematical Sciences (Secretary-in-Charge)

Editorial Board Members

- E. M. Ghazaryan**, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Academician of NAS RA
L. L. Osipyan, Doctor of Biological Sciences, Academician of NAS RA
R. V. Dallakyan, Doctor of Physical and Mathematical Sciences
A. P. Zhabko, Doctor of Physical and Mathematical Sciences
L. A. Larchenkova, Doctor of Pedagogical Sciences
E. I. Kiprushkina, Doctor of Technical Sciences
R. S. Hakobyan, Doctor of Physical and Mathematical Sciences
L. R. Harutyunyan, Doctor of Chemical Sciences
S. A. Hunanyan, Doctor of Agricultural Sciences
H. A. Ghazaryan, Doctor of Chemical Sciences
M. G. Sahakyan, PhD in Physics
G. S. Sukiasyan, Doctor of Technical Sciences
Z. S. Vardanyan, Doctor of Biological Sciences
A. M. Tsirilin, Doctor of Technical Sciences
R. Z. Kamalyan, Doctor of Technical Sciences
L. Y. Bayramyan, Candidate of Agricultural Sciences
G. P. Tadevosyan, Candidate of Geographical Sciences
A. S. Kyureghyan, Candidate of Physical and Mathematical Sciences
A. H. Ghazaryan, Candidate of Chemical Sciences
G. R. Sahakyan, Candidate of Biological Sciences
M. K. Sayadyan, Candidate of Pedagogical Sciences
M. A. Saqanyan, Candidate of Physical and Mathematical Sciences
S. M. Parsadanyan, Candidate of Physical and Mathematical Sciences
H. H. Ohanyan, Candidate of Technical Sciences

SCIENTIFIC PROCEEDINGS OF VANADZOR STATE UNIVERSITY / Natural and Exact
Sciences, 2 / RA Ministry of Education, Science, Culture and Sport, “Vanadzor State
University after H. Tumanyan” Foundation/. Editorial Board: A. Tsaturyan, etc. – Vanadzor.
2026. – 158 p.

The collection summarizes various issues on Mathematical, Natural and Technical Sciences,
as well as the scientific, scientific and methodological articles, which have been reviewed, edited
and recommended for publication by the members of the Editorial Board.

ISSN 2738-2923

ՖԻԶԻԿԱ

ФИЗИКА

PHYSICS

Օդատեսիլների (միրաժների) առաջացումը մթնոլորտում

Քոչարյան Վիլեն

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-8>

Հանգուցային բառեր. *ռեֆրակցիայի երևույթ, փոփոխական բեկման ցուցիչ, Ֆերմայի սկզբունք, էյլերի առնչություն, լուսային ճառագայթի հետագծի հավասարում, պարաբոլային հետագիծ*

Ներածություն

Մթնոլորտում դիտվող բազմազան օպտիկական երևույթները պայմանավորված են ինչպես մթնոլորտում օդի բեկման ցուցիչի փոփոխություններով, այնպես էլ լույսի տարածման ընթացքում լույսի կլանումով և ցրումով:

Բարոմետրական բանաձևից հետևում է, որ Երկրի մակերևույթից ունեցած բարձրությունից և ջերմաստիճանից կախված՝ մթնոլորտում օդի խտությունը սահուն փոփոխվում է: Հետևաբար, մթնոլորտում խտության նորմալ բաշխման դեպքում պետք է դիտվի ռեֆրակցիայի երևույթը, երբ երկնային լուսատուներից հորիզոնի նկատմամբ ինչ-որ անկյան տակ եկող լույսի ճառագայթը անընդհատ փոխում է իր ուղղությունը և դիտողին է հասնում սովորաբար ավելի մեծ անկյան տակ [2, 247]:

Այն դեպքերում, երբ օդի ջերմաստիճանը բարձրությունից կախված կտրուկ փոփոխվում է, օրինակ, երբ Երկրի մակերևույթին այն ցածր է (բարձր է) և բարձրության հետ անոմալ աճում է (սվազում է), ապա կարող են տեղի ունենալ մթնոլորտային ռեֆրակցիայի անոմալ երևույթներ, որոնք առաջացնում են օդատեսիլներ (միրաժներ): Երբ բարձրության հետ օդի ջերմաստիճանը աճում է, իսկ խտությունը՝ նվազում, օդի բեկման ցուցիչը փոքրանում է, նկատվում է վերին օդատեսիլ, և Երկրի մակերևույթի առարկաները թվում են մակերևույթից բարձրացված, երբեմն նաև բարձրացված և շրջված:

Երբ օդի ներքին շերտերի ջերմաստիճանը ավելի բարձր է, քան վերին շերտերում (ինչը հիմնականում տեղի ունի անապատներում), դիտվում է ներքին օդատեսիլ: Այս դեպքերում որոշ բարձրության վրա գտնվող դիտողին լույսի աղբյուրը կամ առարկաները թվում են Երկրի մակերևույթի վրա [2, 248]:

Երկրի մակերևույթից հաշված մի քանի կմ բարձրություններում (տրոպոսֆերայում) կիրառելի է բարոմետրական բանաձևը, ընդ որում՝ օդի մասնիկները հիմնականում լիցքավորված չեն, մթնոլորտն ընդունվում է որպես աննշան կլանումով, մեկին մոտ բեկման n ցուցիչով դիէլեկտրիկ, այսինքն՝ կարող ենք ընդունել, որ օդի ε դիէլեկտրիկ թափանցելիությունը $\varepsilon = n^2$ [4, 274]:

Այս պայմաններում դիէլեկտրիկների համար Կլաուզիուս-Մոսոտտիի հայտնի

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{1}{3} N\beta \tag{1}$$

բանաձևը [3, 254], որտեղ N -ը մասնիկների (դիպոլների) կոնցենտրացիան է, β -ն՝ դիպոլների բևեռացվելիությունը, կարող ենք ներկայացնել $\frac{n^2-1}{n^2+2} = \frac{1}{3} N\beta$ տեսքով և հաշվի առնելով, որ $n \approx 1$ և $N = N_U \frac{d}{\mu}$ (N_U -Ավոգադրոյի թիվն է, d և μ օդի խտությունը և մոլյար զանգվածը), կստանանք

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{\mu}{d} = \frac{1}{3} N_U \beta = \frac{(n-1)(n+1)\mu}{n^2 + 2} \frac{1}{d} = \frac{2}{3} (n-1) \frac{\mu}{d} \text{ կամ } (n-1) \frac{\mu}{d} = \frac{N_U \beta}{2} = \text{const} \quad (2)$$

(2)-ից

$$n - 1 = c \cdot d; (c = \frac{N_U \beta}{2} = \text{const}) \quad (3)$$

Մթնոլորտում օդի d խտությունը z բարձրությունում կարելի է որոշել՝ օգտվելով բարոմետրական բանաձևից [2, 426] (որտեղ $T = \text{const}$) $d = d_0 e^{-\frac{\mu g z}{RT}} \approx d_0 \left(1 - \frac{\mu g z}{RT}\right)$, որը ստեղծարարելով (3)-ում, կստանանք

$$n - 1 = c d_0 \left(1 - \frac{\mu g z}{RT}\right) \quad (4)$$

Հետևաբար՝ կարող ենք ընդունել, որ առաջին մոտավորությամբ օդի բեկման ցուցիչը, կախված էրկրի մակերևույթից ունեցած z բարձրությունից, փոփոխվում է գծային օրենքով:

$$n = 1 + c d_0 - c d_0 \frac{\mu g z}{RT} = n_0 \left(1 - \frac{z}{b}\right) \quad (5)$$

(5)-ում $n_0 = (1 + c d_0)$ և $b = \frac{1 + c d_0}{c d_0} \frac{RT}{\mu g}$ հաստատուններ են:

Գնահատենք b հաստատունի արժեքները: Ընդունելով Երկրի մակերևույթին օդի բեկման ցուցիչի համար $n_0 \approx 1.000315$ արժեքը ($c d_0 = 0.000315$)՝ կստանանք $b \approx \frac{1.000315 \cdot 8.31 \cdot T}{0.000315 \cdot 29.8 \cdot 10^{-3} \cdot 9.8} \approx 9,0362 \cdot T$ կմ: $T=250^{\circ}-300^{\circ}\text{C}$ միջակայքում b -ն 2500 կմ կարգի է:

Լույսի ճառագայթների ընթացքը փոփոխական բեկման ցուցիչով միջավայրում

Օգտվելով Ֆերմայի սկզբունքից [1, 250]՝ ստանանք լուսային ճառագայթների տարածման հետազոծերի հավասարումը (5) գծային օրենքով փոփոխվող բեկման ցուցիչով մթնոլորտում:

$$\int dt = \int \frac{dS}{V} = \int \frac{ndS}{C} = \min \text{ կամ } \int ndS = \min \quad (6)$$

Ընդունենք, որ լույսի ճառագայթը տարածվում է XZ հարթության մեջ: Հաշվի առնելով, որ $z' = \frac{dz}{dx}$, կունենանք

$$dS = \sqrt{dx^2 + dz^2} = \sqrt{\left(\frac{dz}{dx}\right)^2 + 1} dx = \sqrt{1 + z'^2} dx \quad (7)$$

(6)-ից և (7)-ից կունենանք

$$\int n(z) dS = \int n(z) \sqrt{1 + z'^2} dx = \int L(z, z', x) dx = \min \quad (7 \text{ ա})$$

որտեղ $L(z, z', x) = n(z) \sqrt{1 + z'^2}$:

(7 ա) հավասարումը հանդիսանում է Լագրանժի վարիացիոն հաշվի հավասարում, որի լուծումը պետք է բավարարի Էյլերի առնչությանը [3, 126]:

$$\frac{d}{dx} \frac{\partial L}{\partial z'} = \frac{\partial L}{\partial z} \quad (8)$$

Որոշենք $\frac{\partial L}{\partial z'}$ և $\frac{\partial L}{\partial z}$ մասնակի ածանցյալները և տեղադրենք (8)-ում.

$$\frac{\partial L}{\partial z'} = \frac{n(z)z'}{\sqrt{1+z'^2}}; \quad \frac{\partial L}{\partial t} = \sqrt{1+z'^2} \frac{dn(z)}{dz} \quad (8 \text{ ա})$$

$$\frac{d}{dx} \frac{n(z)z'}{\sqrt{1+z'^2}} = \sqrt{1+z'^2} \frac{dn(z)}{dz} \quad \text{կամ} \quad \frac{n(z)}{\sqrt{1+z'^2}} \frac{d}{dx} \frac{dz}{dx} = \sqrt{1+z'^2} \frac{dn(z)}{dz} \quad (8 \text{ բ})$$

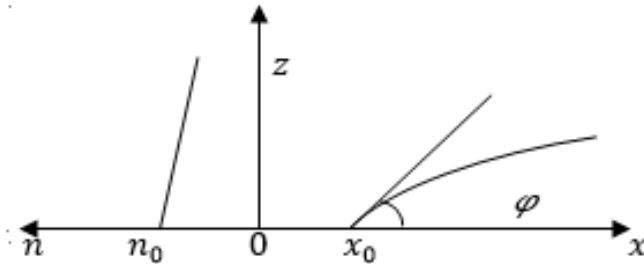
(8 բ)-ից ստացվում է լույսի ճառագայթի տարածման հետագծի հավասարումը

$$\frac{z''}{1+z'^2} = \frac{1}{n(z)} \frac{dn(z)}{dz} \quad (9)$$

Վերին և ներքին օդատեսիլներ

Ենթադրենք՝ լույսի աղբյուրը գտնվում է $x = x_0$ և $z = 0$ կոորդինատներով կետում, և լույսի ճառագայթը սկզբնակետում տարածվում է հորիզոնի նկատմամբ φ անկյան տակ (նկ. 1): Պարզ է, որ $z' = \frac{dz}{dx} = \operatorname{tg} \varphi$:

(5) բեկման ցուցիչի դեպքում $\frac{1}{n(z)} \frac{dn(z)}{dz} = \frac{1}{z-b}$, որը տեղադրելով՝ (9)-ով կստանանք



Նկար 1. Լույսի ճառագայթի բեկումը նվազող բեկման ցուցիչով մթնոլորտում

$$\frac{z''}{1+z'^2} = \frac{1}{z-b} \quad (10)$$

հավասարումը, որը բերվում է առաջին կարգի դիֆերենցիալ հավասարման $z' = p$ տեղադրումով. $z'' = p \frac{dp}{dz} = \frac{1}{2} \frac{dp^2}{dz}$: (10)-ից կստանանք

$$1 + p^2 = (z-b)^2 \cdot c \quad (11)$$

c ինտեգրման հաստատունը որոշվում է սկզբնական պայմաններից ($z = 0$ $z' = p = \operatorname{tg} \varphi$) դեպքում $c = \frac{1}{b^2 \cos^2 \varphi}$: Տեղադրելով c հաստատունի արժեքը, (11) հավասարումը կբերվի

$$1 + z'^2 = (z-b)^2 \cdot \frac{1}{b^2 \cos^2 \varphi} \quad (12)$$

տեսքի, որտեղից

$$dx = \frac{dz}{\sqrt{\left(\frac{z-b}{bcos\varphi}\right)^2 - 1}} \quad (13)$$

(13)-ի լուծումից կստանանք

$$\frac{z-b}{bcos\varphi} + \sqrt{\left(\frac{z-b}{bcos\varphi}\right)^2 - 1} = e^{\frac{x}{bcos\varphi}} \cdot c' \quad (14)$$

c' ինտեգրման հաստատունը որոշվում է $z = 0$; $x = x_0$ սկզբնական պայմանից

$$c' = \frac{sin\varphi - 1}{cos\varphi} e^{-\frac{x_0}{bcos\varphi}} \quad (14 \text{ ա})$$

Հաշվի առնելով (14 ա)-ն, (14) լուծումը ներկայացնենք

$$z - b + \sqrt{(z-b)^2 - b^2 \cos^2 \varphi} = b(sin\varphi - 1) e^{\frac{x-x_0}{bcos\varphi}} \quad (15)$$

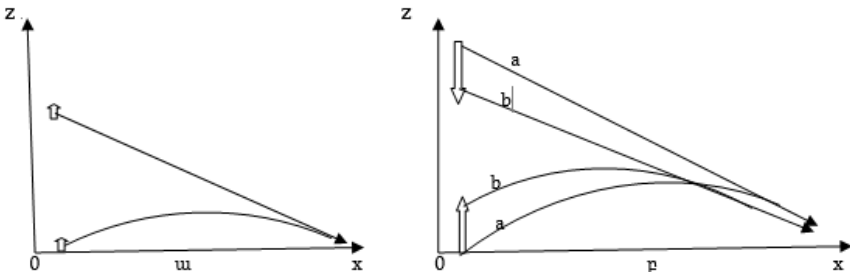
տեսքով, որտեղից կստանանք լույսի ճառագայթի տարածման հետագծի հավասարումը.

$$z = b \left(1 - ch \frac{x-x_0}{bcos\varphi} + sin\varphi sh \frac{x-x_0}{bcos\varphi} \right) \quad (16)$$

Փոքր φ անկյունների դեպքում կարող ենք ընդունել $cos \varphi \approx 1$, $sin\varphi \approx \varphi$ և հաշվի առնելով, որ b գործակիցը շատ մեծ է $(x - x_0)$ -ից, հիպերբոլական ֆունկցիաները ներկայացնելով $sh \frac{x-x_0}{bcos\varphi} \approx \frac{x-x_0}{b}$ և $ch \frac{x-x_0}{bcos\varphi} \approx 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{x-x_0}{b} \right)^2$ մոտավորությամբ, (16)-ից կստանանք, որ լույսի ճառագայթի տարածման հետագիծը պարաբոլ է

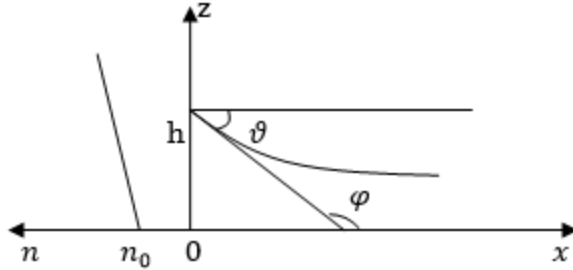
$$z = \varphi(x - x_0) - \frac{(x - x_0)^2}{2b} \quad (17)$$

(17)-ից հետևում է, որ դիտորդից մեծ հեռավորության վրա գտնվող առարկաները (շատ փոքր φ անկյունների համար) թվում են Երկրի մակերևույթից բարձրացած (առաջանում է վերին օդատեսիլ, նկ. 2 ա): Ճառագայթների տարածման համեմատաբար մեծ φ անկյունների դեպքում հնարավոր է, որ առարկաները երևան նաև շրջված (նկ. 2բ):



Նկար 2. Վերին օդատեսիլի առաջացում

Ներքին օդատեսիլների դեպքում, երբ օդի բեկման ցուցիչը բարձրությունից կախված մեծանում է, (5) բանաձևը պետք է ներկայացնել $n = n_0 \left(1 + \frac{z}{b}\right)$ տեսքով և (9) հավասարումը լուծել $x = 0$, $z = h$, $z' = tg\varphi = -tg\vartheta$ ($\vartheta = \pi - \varphi$) սկզբնական պայմանների համար (նկ. 3):



Նկար 3. Լույսի ճառագայթի բեկումը աճող բեկման ցուցիչով մթնոլորտում

Ներքին օդատեսիլի դեպքում տրված սկզբնական պայմաններում ստանում ենք լույսի ճառագայթի տարածման հետագծի համար հետևյալ արտահայտությունը.

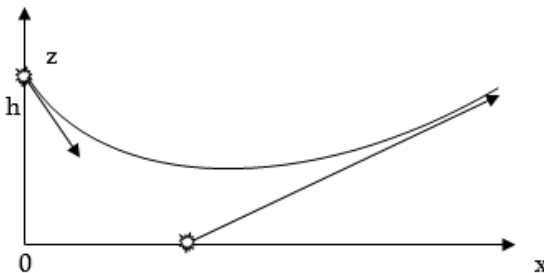
$$z = -b + (b + h) \left[ch \frac{x}{(b + h)\cos\varphi} + \sin\varphi \operatorname{sh} \frac{x}{(b + h)\cos\varphi} \right] \quad (18)$$

(18) արտահայտության մեջ հարմար է φ անկյան փոխարեն օգտվել $\vartheta = \pi - \varphi$ անկյունից ($\cos\varphi = -\cos\vartheta$; $tg\varphi = -tg\vartheta$): Նորից համարելով, որ ϑ անկյունը փոքր է և $b \gg x$, օգտվենք հիպերբոլական ֆունկցիաների համար մոտավորություններից, կստանանք

$$(\cos\vartheta \approx 1, \sin\varphi = \sin\vartheta \approx tg\vartheta \approx \vartheta)$$

$$z = h - \vartheta x + \frac{x^2}{2(b + h)} \quad (19)$$

Ստացանք, որ այս դեպքում ևս փոքր անկյունների համար լույսի ճառագայթը տարածվում է պարաբոլային հետագծով, և լույսի աղբյուրը (առարկան) դիտողին թվում է Երկրի մակերևույթի վրա (նկար 4):



Նկար 4. Ներքին օդատեսիլի առաջացում

Եզրակացություններ

1. Հաշվի առնելով, որ մթնոլորտում օդի բեկման ցուցիչի արժեքը մոտ է մեկին և էապես չի փոփոխվում, այն կարող ենք ներկայացնել Երկրի մակերևույթից ունեցած բարձրությունից կախված գծային ֆունկցիայով:
2. Փոփոխական բեկման ցուցիչով միջավայրում լույսի ճառագայթների ընթացքը նկարագրվում է երկրորդ կարգի դիֆերենցիալ հավասարումով:
3. Գծային օրենքով փոփոխվող բեկման ցուցիչով մթնոլորտում լույսի ճառագայթը անընդհատ բեկվում է և տարածվում պարաբոլային հետագծով:
4. Փոփոխական բեկման ցուցիչով մթնոլորտում առաջանում են օպտիկական օդատեսիլներ, երբ նվազող բեկման ցուցիչի դեպքում դիտորդից մեծ հեռավորության վրա գտնվող առարկաները թվում են Երկրի մակերևույթից բարձրացած (երբեմն նաև շրջված), իսկ աճող բեկման ցուցիչի դեպքում առարկաները դիտողին թվում են Երկրի մակերևույթի վրա:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-8>

Գրականություն

1. Լանդսբերգ Գ.Ս., Օպտիկա, թարգմ. ռուսերենից, ԵՊՀ հրատ., Երևան, 1973, 997 էջ:
2. Королев Ф. А. Курс физики, оптика, атомная и ядерная физика. Просвещение, 1974, 608 стр.
3. Маркузе Д. Оптические волноводы, пер. с англ, изд. «Мир», Москва, 1974, 289 стр.
4. Поль Р. В. Введение в оптику, пер. с немец., ОГИЗ, Гостехиздат, Москва, 1947, 484 стр.

Образование миражей в атмосфере

Кочарян Вилен

Резюме

Ключевые слова: рефракция, переменный показатель преломления, принцип Ферма, соотношение Эйлера, уравнение траектории светового луча, параболическая траектория

В работе показано, что в тропосфере Земли, где частицы воздуха в основном не заряжены и атмосфера считается диэлектриком с пренебрежимо малым поглощением и с показателем преломления, близким к единице, зависимость показателя преломления воздуха от высоты может быть представлена линейной функцией. Получено уравнение траекторий распространения световых лучей в среде с переменным показателем преломления. Решение этого уравнения показывает, что в атмосфере с показателем преломления, изменяющимся по линейному закону, световые лучи постоянно преломляются и распространяются по параболическим траекториям, и в атмосфере возникают явления рефракций и оптические миражи. В случае уменьшения показателя преломления воздуха с высотой, объекты, находящиеся на большом расстоянии от наблюдателя, кажутся приподнятыми (иногда также перевернутыми) над поверхностью Земли (верхние миражи), тогда как в случае увеличения показателя преломления с высотой (что в основном может иметь место в пустынях), объекты кажутся наблюдателю находящимися на поверхности Земли (нижние миражи).

Formation of Mirages in the Atmosphere

Kocharyan Vilen

Summary

Key words: refraction, variable refractive index, Fermat's principle, Euler's relation, equation of the light ray trajectory, parabolic trajectory

The paper demonstrates that in the Earth's troposphere, where air particles are largely uncharged and the atmosphere behaves as a dielectric with negligible absorption and a refractive index close to unity, the dependence of the refractive index of air on altitude can be approximated by a linear function. An equation is derived for the trajectories of light rays in a medium with a variable refractive index. The solution to this equation shows that in an atmosphere with a linearly varying refractive index, light rays are continuously refracted and propagate along parabolic trajectories, resulting in atmospheric refraction and optical mirages. When the refractive index of air decreases with altitude, objects located at a large distance from the observer appear elevated (sometimes inverted) above the Earth's surface (superior mirages). When the refractive index increases with altitude (as is often the case in deserts), objects appear to be located on the Earth's surface (inferior mirages).

Ներկայացվել է 27. 03. 2026 թ.

Գրախոսվել է 13. 04. 2026 թ

Ընդունվել է սպազորության 27. 05. 2026 թ.

ՎԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

БИОЛОГИЯ

BIOLOGY

Исследование антибактериальной и противогрибковой активности водных и спиртовых экстрактов *Mentha piperita L.* и *Thymus serpyllum L.*

Овсепян Вардун

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-16>

Ключевые слова: мята перечная, тимьян ползучий, растительные экстракты, эфирные масла, *Escherichia coli*, *Aspergillus niger*

Введение

Растущая распространённость инфекционных заболеваний, особенно вызванных резистентными бактериальными и грибковыми патогенами, обуславливает необходимость поиска альтернативных терапевтических средств природного происхождения. Лекарственные растения рассматриваются как перспективный источник биологически активных соединений, обладающих антибактериальной и противогрибковой активностью. Среди них особый научный интерес представляют *Mentha piperita L.* и *Thymus serpyllum L.*, благодаря их богатому фитохимическому составу и широкому спектру фармакологических эффектов.

Мята перечная (*Mentha piperita L.*) характеризуется высоким содержанием эфирных масел, полифенолов и флавоноидов. В составе ее эфирного масла доминируют ментол, ментон и метилацетат, которые в значительной степени определяют ее биологическую активность [9; 12]. Данные соединения играют ключевую роль в формировании антимикробных свойств растения. Установлено, что мята перечная проявляет широкий спектр антибактериальной активности как в отношении грамположительных, так и грамотрицательных бактерий, включая *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa* [5; 10; 12]. Кроме того, доказана выраженная противогрибковая активность *Mentha piperita* в отношении таких патогенов, как *Candida albicans* и представителей рода *Aspergillus*. Механизм действия связывают с нарушением целостности клеточных мембран грибов, повышением их проницаемости и ингибированием ключевых ферментативных систем, что в конечном итоге приводит к гибели клеток [2; 9].

Тимьян ползучий (*Thymus serpyllum L.*) характеризуется высоким содержанием эфирных масел, прежде всего тимола и карвакрола, обладающих выраженными антимикробными свойствами [12]. Указанные монотерпены являются основными компонентами, определяющими биологическую активность данного растения.

Антибактериальная и противогрибковая активность *Thymus serpyllum* хорошо изучена и экспериментально подтверждена. Тимол и карвакрол нарушают целостность клеточных мембран микроорганизмов, изменяют их проницаемость и ингибируют ключевые метаболические процессы, что приводит к гибели клеток. Данные эффекты продемонстрированы в отношении представителей рода *Candida*, дерматофитов, а также широкого спектра патогенных бактерий [11; 12].

Научные исследования показывают значительный биологический потенциал *Mentha piperita L.* и *Thymus serpyllum L.* как богатых источников биоактивных соедине-

ний, обладающих антибактериальными и противогрибковыми свойствами. Несмотря на то, что оба растения демонстрируют выраженную фармакологическую активность, их эффективность в значительной степени определяется различиями в фитохимическом составе и механизмах действия.

Биологическая активность *Mentha piperita* преимущественно обусловлена содержанием ментола, ментона и фенольных соединений, которые обеспечивают выраженный антиоксидантный эффект за счёт нейтрализации свободных радикалов и снижения уровня окислительного стресса [5; 10]. В то же время *Thymus serpyllum* характеризуется высоким содержанием тимола и карвакрола — соединений, обладающих мощными антимикробными и противогрибковыми свойствами [12].

Сравнительные исследования показывают, что *Thymus serpyllum*, как правило, демонстрирует более выраженное антимикробное, в особенности, противогрибковое действие [3, 12]. Данное различие в первую очередь обусловлено присутствием в тимьяне фенольных монотерпенов, таких как тимол и карвакрол, которые оказывают прямое воздействие на клеточные мембраны микроорганизмов и их внутриклеточные структуры [4].

Таблица 1

Сравнительная характеристика биологически активных соединений и обусловленных ими фармакологических свойств у лекарственных растений тимьяна и мяты

Биологически активные соединения	Фармакологические эффекты	Мята (<i>Mentha piperita</i> L.)	Тимьян (<i>Thymus serpyllum</i> L.)
Эфирные масла (ментол, ментон / тимол, карвакрол)	Антимикробное, противогрибковое, противовирусное	+	+++
Фенольные соединения	Антиоксидантное, противовоспалительное, антимикробное, противогрибковое	++	+++
Флавоноиды	Антиоксидантное, спазмолитическое, противовоспалительное, ангиопротекторное	+	++
Свободные органические кислоты	Антиоксидантное, детоксикационное, диуретическое	+	+

Оба растения характеризуются сходным механизмом действия, связанным с нарушением целостности клеточных мембран, однако степень выраженности этого эффекта различается. Ментол преимущественно влияет на текучесть и проницаемость мембраны, тогда как тимол и карвакрол вызывают более глубокие структурные повреждения, приводящие к утечке внутриклеточного содержимого и гибели клеток [2]. Это объясняет

более высокую эффективность *Thymus serpyllum* в отношении грибковых патогенов, таких как *Candida spp.* и *Aspergillus spp.*

Современные исследования также подчёркивают выраженный синергетический потенциал сочетания данных растительных экстрактов. Взаимодействие ментола, тимола и карвакрола усиливает биологическую активность за счёт взаимодополняющих механизмов действия. В то время как мята перечная вносит значительный вклад в антиоксидантную защиту и умеренную антимикробную активность, тимьян усиливает антимикробное и противогрибковое действие. В результате комбинированные экстракты демонстрируют более высокую эффективность по сравнению с отдельными компонентами [3].

Таким образом, *Mentha piperita L.* и *Thymus serpyllum L.* являются ценными источниками биологически активных соединений с высоким терапевтическим потенциалом. Однако их активность различается по механизму и степени выраженности: мята перечная преимущественно проявляет антиоксидантные свойства, тогда как тимьян обладает более сильным антимикробным и противогрибковым действием. Их комбинированное применение может рассматриваться как перспективное направление для разработки новых фитопрепаратов, особенно в условиях роста устойчивости микроорганизмов к традиционным антимикробным средствам.

Синергический эффект обусловлен взаимодополняющими механизмами действия основных компонентов. Ментол влияет на текучесть и функциональное состояние клеточных мембран, тогда как тимол и карвакрол дополнительно нарушают их целостность и ингибируют ключевые клеточные процессы. Такое комбинированное воздействие приводит к усилению антимикробной и противогрибковой эффективности [3, 12].

Анализ литературных данных показывает, что *Mentha piperita L.* и *Thymus serpyllum L.* являются ценными источниками биологически активных соединений, обладающих выраженными антиоксидантными, антибактериальными и противогрибковыми свойствами. Их эфирные масла и фенольные компоненты играют ключевую роль в реализации указанных эффектов. Учитывая растущую устойчивость микроорганизмов к традиционным антимикробным препаратам, данные растения представляют значительный интерес как перспективные источники для разработки новых природных терапевтических средств и фитопрепаратов.

Целью настоящего исследования является оценка противогрибкового и антибактериального потенциала водных и спиртовых экстрактов *Mentha piperita L.* и *Thymus serpyllum L.*. Задачами исследования являлись оценка антибактериальной активности экстрактов в отношении *Escherichia coli*, определение их противогрибковой активности в отношении *Aspergillus niger*, проведение сравнительного анализа водных и спиртовых экстрактов, изучение синергетического эффекта комбинированных экстрактов.

Материалы и методы исследования

В качестве объектов исследования были использованы свежие и высушенные образцы растений *Mentha piperita L.* и *Thymus serpyllum L.* Для оценки биологической активности были приготовлены водные настои и спиртовые экстракты из высушенного растительного сырья.

Водные настои готовили путем растворения 10 г высушенного растительного материала в 100 мл кипячёной воды. Для получения спиртовых экстрактов 4 столовые ложки высушенного сырья помещали в 50 мл 96% этанола с последующим добавлением 25 мл воды. Полученные растворы выдерживали в тёмном месте в течение 24 часов [1].

Антибактериальную и противогрибковую активность оценивали методом диффузии в лунках с использованием питательной среды Мюллера–Хинтона (Muller–Hinton, M173). Исследования проводили с использованием 18–20-часовых культур микроорганизмов.

Антибактериальная активность изучалась в отношении штаммов *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus*. Противогрибковую активность определяли в отношении штаммов *Aspergillus niger*. Оценку активности проводили по диаметру зон ингибирования роста микроорганизмов.

Согласно критериям, CLSI [6], уровни антибактериальной активности классифицировали следующим образом:

11-18 мм – умеренная активность;

20-27 мм – высокая активность;

28 мм и более – очень высокая активность.

Результаты исследования и обсуждение

Исследование антибактериальной активности показало, что водные и спиртовые экстракты обоих растений проявляют различную степень ингибирования роста *Escherichia coli*. Водные экстракты характеризовались умеренной активностью: для мяты диаметр зоны ингибирования составил 13 мм, тогда как для тимьяна – 20 мм, что соответствует высокой активности. При этом установлено, что тимьян оказывает более выраженное антибактериальное действие по сравнению с мятой.

Спиртовые экстракты продемонстрировали более высокую эффективность по сравнению с водными. Диаметр зоны ингибирования для спиртового экстракта мяты составил 20 мм, а для тимьяна – 25 мм, что свидетельствует о высокой антибактериальной активности. Таким образом, спиртовые экстракты обоих растений обладают более выраженным антимикробным действием.

Таблица 2

Антибактериальная активность водных и спиртовых экстрактов мяты и тимьяна в отношении *Escherichia coli*

Образец	Диаметр зоны ингибирования
Водный экстракт мяты	13мм
Спиртовой экстракт мяты	20мм
Водный экстракт тимьяна	20мм
Спиртовой экстракт тимьяна	25мм

Наименьшая активность была зафиксирована у водного экстракта мяты, который подавлял рост бактерий на 33%. В то же время спиртовой экстракт мяты продемонстри-

ровал более выраженное действие, увеличивая степень ингибирования до 50%, что указывает на более эффективное извлечение биологически активных соединений спиртом.

Аналогичная тенденция наблюдается и для тимьяна. Водный экстракт тимьяна подавлял рост *E. coli* на 50%, тогда как спиртовой экстракт обеспечивал максимальный эффект – 63% ингибирования (Диаграмма 1).



Диаграмма 1. Подавление роста *Escherichia coli* под воздействием водных и спиртовых экстрактов мяты и тимьяна

Изучение противогрибковых свойств показало, что водные и спиртовые экстракты *Mentha piperita L.* и *Thymus serpyllum L.* проявляют выраженную, но неодинаковую по интенсивности и стабильности противогрибковую активность в отношении *Aspergillus niger*.

На 5-е сутки исследования наиболее высокая активность наблюдалась у спиртового экстракта мяты (75 %) и спиртового экстракта тимьяна (71 %), тогда как водные экстракты проявляли более умеренный эффект (50% для мяты и 27 % для тимьяна).

На 7-е сутки отмечается снижение активности большинства образцов. Однако водный экстракт мяты, напротив, демонстрирует увеличение активности до 68 %, что может свидетельствовать о постепенном высвобождении активных соединений. В то же время водный экстракт тимьяна показывает снижение до 13 %, что указывает на меньшую устойчивость его действия.

К 9-м суткам наблюдается общее снижение противогрибковой активности всех исследованных образцов. Наиболее выраженный эффект сохраняется у спиртового экстракта тимьяна (40 %) и спиртового экстракта мяты (44 %), тогда как водные экстракты характеризуются более низкой активностью (37 % для мяты и 20 % для тимьяна) (Диаграмма 2).



Диаграмма 2. Динамика противогрибковой активности водных и спиртовых экстрактов мяты и тимьяна в отношении *Aspergillus niger*

Сравнительный анализ показывает, что спиртовые экстракты обладают более высокой и устойчивой противогрибковой активностью по сравнению с водными, что обусловлено лучшей экстракцией гидрофобных биоактивных соединений, таких как эфирные масла.

В целом, полученные результаты свидетельствуют о том, что противогрибковая активность исследуемых растений носит временный характер и снижается с течением времени, что, вероятно, связано с адаптацией *Aspergillus niger* к действию биологически активных веществ.

Анализ представленных данных показывает, что комбинированные экстракты *Mentha piperita L.* и *Thymus serpyllum L.* обладают выраженной противогрибковой активностью в отношении *Aspergillus niger*, которая изменяется во времени.



Диаграмма 3. Динамика противогрибковой активности комбинированных водных и спиртовых экстрактов мяты и тимьяна в отношении *Aspergillus niger*

На 5-е сутки исследования спиртовой экстракт смеси продемонстрировал более высокую активность (67 %) по сравнению с водным экстрактом (48 %), что свидетельствует о более эффективной экстракции биологически активных соединений спиртом (Диаграмма 3).

На 7-е сутки наблюдается снижение активности обоих экстрактов: до 60 % для спиртового и до 43 % для водного. Несмотря на это, спиртовой экстракт сохраняет более выраженный ингибирующий эффект.

К 9-м суткам снижение активности становится более выраженным: водный экстракт подавляет рост грибка на 30 %, тогда как спиртовой – на 58 %. При этом важно отметить, что спиртовой экстракт сохраняет относительно высокую активность даже на поздних этапах исследования.

Сравнительный анализ показывает, что комбинированные экстракты обладают более стабильной и продолжительной противогрибковой активностью по сравнению с индивидуальными экстрактами, что указывает на наличие синергетического эффекта между компонентами мяты и тимьяна.

Таким образом, полученные результаты подтверждают, что сочетание *Mentha piperita* L. и *Thymus serpyllum* L. усиливает и пролонгирует противогрибковое действие, особенно при использовании спиртовых экстрактов.

Заключение

Проведённое исследование показало, что водные и спиртовые экстракты *Mentha piperita* L. и *Thymus serpyllum* L. обладают выраженной антибактериальной и противогрибковой активностью. Установлено, что уровень биологической активности зависит как от вида растения, так и от способа экстракции.

Результаты экспериментов свидетельствуют о том, что *Thymus serpyllum* L. проявляет более выраженное антибактериальное и противогрибковое действие по сравнению с *Mentha piperita* L., что, вероятно, обусловлено более высоким содержанием биологически активных соединений, в частности эфирных масел и фенольных компонентов. Показано, что спиртовые экстракты обладают более высокой эффективностью по сравнению с водными, что связано с более эффективной экстракцией гидрофобных биоактивных веществ.

Установлено, что противогрибковая активность исследуемых экстрактов носит временный характер и снижается в процессе культивирования, что вероятно связано с адаптацией микроорганизмов.

Особый интерес представляет изучение комбинированных экстрактов, продемонстрировавшее наличие синергетического эффекта. Показано, что сочетание экстрактов мяты и тимьяна обеспечивает более выраженное и пролонгированное противогрибковое действие по сравнению с индивидуальными экстрактами.

Таким образом, полученные результаты подтверждают перспективность использования *Mentha piperita* L. и *Thymus serpyllum* L. в качестве источников природных антимикробных средств и могут служить основой для разработки новых фитопрепаратов.

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-16>

Լիտերատուրա

1. Հովհաննիսյան Ա., Հեղուկ դեղաձևեր, Երևան, ԵՊՀ հրատարակչություն, 2016, էջ 105-126:
2. Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. Biological effects of essential oils. A review Food and Chemical Toxicology, Volume 46, Issue 2, 2008, p. 446-475.
3. Bozin B., Mimica-Dukuc Neda, Simin Natasa, Anackov G.T. Characterization of the Volatile Composition of Essential Oils of Some Lamiaceae Spices and the Antimicrobial and Antioxidant Activities of the Entire Oils. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54(5), p. 1822-1828.
4. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and applications in foods. International Journal of Food Microbiology, 2006, 94(3), 2004, p. 223-253.
5. Camele I., Grušová D., Elshafie H. S. Chemical Composition and Antimicrobial Properties of *Mentha piperita* cv. 'Kristinka' Essential Oil, Plants (Basel), 10(8), 2021 p. 1567.
6. CLSI, Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests, Approved Standard, 7th ed., CLSI document M02-A11. Clinical and Laboratory Standards Institute, 2012.
7. Gulluce M., Sahin F., Sokmen M., Daferera D. Antimicrobial and antioxidant properties of the essential oils and methanol extract from *Mentha longifolia* L. ssp. *Longifolia*, Food Chemistry, 103(4), 2007, p. 1449.
8. McKay D. L., Blumberg J. B. A review of the bioactivity of peppermint tea. Phytotherapy Research, 20(8), 2006, p. 619-633.
9. Naureen I., Saleem A., Sagheer F., Liaqat S., Gull S., Fatima M., Arshad Z. Chemical Composition and Therapeutic Effect of *Mentha* Species on Human Physiology, Scholars Bulletin, 8(1), 2022, p. 25-32.
10. Porwal O, Koye BJ, Bahdeen K, Abdulqadir SK, Khurshid RSH, Abdlarhman A, Abdalwahid R, Al-Khafaf LR, Kamal SK A Review on Comparative studies on Chemical Composition and Biological Properties of *Mentha piperita* L, Journal of Drug Delivery and Therapeutics. 15(5), 2025, p. 219-231.
11. Sateriale D., Forgione G., Gristaforo G., Pagliuca C., Colocchio R., Salvatore P., Paolucci M., Pagliarulo C. Antibacterial and Antibiofilm Efficacy of Thyme (*Thymus vulgaris* L.) Essential Oil against Foodborne Illness Pathogens, 2023, 12(3), p. 485.
12. Soković M., Glamoclija J., Marin D.Petar., Brkic D., Leo J.L.D van Griensven Antibacterial Effects of the Essential Oils of Commonly Consumed Medicinal Herbs Using an In Vitro Model, *Molecules*, 2010, 15(11), p 7532-7546.

**Դաղձի (*Mentha piperita L.*) և ուրցի (*Thymus serpyllum L.*)
ջրային և սպիրտային էքստրակտների հակաբակտերիալ և հակասնկային
ակտիվության ուսումնասիրություն**

Հովսեփյան Վարդուհի

Ամփոփում

Հանգուցային բառեր. դաղձ, ուրց սողացող, բուսական էքստրակտներ, էթերալուղեր, *Escherichia coli*, *Aspergillus niger*

Վերջին տարիներին աճում է հետաքրքրությունը դեղաբույսերի կիրառման նկատմամբ՝ որպես բնական ծագման հակամանրէային և հակասնկային միջոցների այլընտրանքային աղբյուրների: Աշխատանքի նպատակն էր գնահատել *Mentha piperita L.* և *Thymus serpyllum L.* բույսերից ստացված ջրային և սպիրտային էքստրակտների հակաբակտերիալ և հակասնկային ակտիվությունը:

Հետազոտության ընթացքում օգտագործվել են բուսական հումքից ստացված ջրային և սպիրտային էքստրակտներ: Հակաբակտերիալ ակտիվությունը գնահատվել է դիֆուզիոն մեթոդով՝ *Escherichia coli*-ի նկատմամբ, իսկ հակասնկային ակտիվությունը՝ *Aspergillus niger*-ի նկատմամբ: Էքստրակտների արդյունավետությունը որոշվել է ինհիբիցիայի գոտիների տրամագծով և միկրոօրգանիզմների աճի ճնշման դինամիկայով:

Արդյունքները ցույց տվեցին, որ ուսումնասիրված երկու բույսերն էլ ունեն արտահայտված հակաբակտերիալ և հակասնկային ակտիվություն: Միաժամանակ *Thymus serpyllum L.*-ը ցուցաբերել է ավելի բարձր ակտիվություն՝ համեմատած *Mentha piperita L.*-ի հետ: Պարզվել է, որ սպիրտային էքստրակտներն ավելի արդյունավետ են, քան ջրայինները: Բացի այդ, համակցված էքստրակտները ցուցաբերել են ավելի կայուն և երկարատև ազդեցություն, ինչը վկայում է սիներգետիկ ազդեցության առկայության մասին: Այսպիսով, *Mentha piperita L.* և *Thymus serpyllum L.* բույսերը հանդիսանում են կենսաբանորեն ակտիվ միացությունների հեռանկարային աղբյուրներ հակամանրէային և հակասնկային ազդեցությամբ և կարող են ծառայել որպես հիմք նոր ֆիտոպրեպարատների մշակման համար:

**Investigation of the Antibacterial and Antifungal Activity of Aqueous
and Alcoholic Extracts of *Mentha piperita L.* and *Thymus serpyllum L.***

Hovsepyan Varduhi

Summary

Key words: *peppermint, creeping thyme, plant extracts, essential oils, Escherichia coli, Aspergillus niger*

In recent years, there has been increasing interest in the use of medicinal plants as alternative sources of natural antibacterial and antifungal agents. The aim of this study was to evaluate the antibacterial and antifungal activity of aqueous and alcoholic extracts of *Mentha piperita L.* and *Thymus serpyllum L.*

Aqueous and alcoholic extracts obtained from plant material were used in this study. Antibacterial activity was assessed using the diffusion method against *Escherichia coli*, while antifungal activity was evaluated against *Aspergillus niger*. The effectiveness of the extracts was determined based on the diameter of inhibition zones and the dynamics of microbial growth suppression.

The results demonstrated that both plants exhibit significant antibacterial and antifungal activity. However, *Thymus serpyllum L.* showed higher activity compared to *Mentha piperita L.* Alcoholic extracts were found to be more effective than aqueous extracts. In addition, combined extracts exhibited more stable and prolonged activity, indicating a synergistic effect.

In conclusion, *Mentha piperita L.* and *Thymus serpyllum L.* represent promising sources of bioactive compounds with antibacterial and antifungal properties and may serve as a basis for the development of new phytopharmaceuticals.

Ներկայացվել է	31. 03. 2026 թ.
Գրախոսվել է	25. 04. 2026 թ.
Ընդունվել է տպագրության	27. 05. 2026 թ.

Հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերի ազդեցությունը ուռուի և լոբու աճի, զարգացման, ֆենոլոգիական փուլերի անցման և բերքատվության վրա լեռնային գոտու պայմաններում

Ղարիբյան Պարզև

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-26>

Հանգուցային բառեր. ուսումնասիրություն, բերք, ռիզոտորֆին, հաստիկաընդեղեն, կենսահումուս, էկոբիոֆիդ, ֆենոլոգիա, վեգետացիա

Նախաբան: Բույսերի և կենդանիների կյանքում, անկենդան բնության մեջ կան բազմաթիվ երևույթներ, որոնք սերտորեն կապված են տարվա եղանակների հաջորդական փոփոխման հետ և կրում են սեզոնային բնույթ: Այդպիսի երևույթների փոփոխման օրինաչափությունների ուսումնասիրմամբ զբաղվում է հատուկ գիտություն՝ ֆենոլոգիան: Ֆենոլոգիայի նպատակն է վեր հանել սեզոնային երևույթների զարգացման օրինաչափությունները, ինչպես նաև այս կամ այն գործոնի ազդեցությամբ տեղի ունեցող փոփոխությունները, գտնել այդ փոփոխություններով առաջացած երևույթները և դրանով կառավարելի դարձնել դրանք [1, 4, 12]:

Ֆենոլոգների հիմնական նպատակներից է նաև օգնել գյուղատնտեսության և այլ բնագավառների մասնագետներին՝ առաջադրված խնդիրներին ճիշտ լուծում տալու համար: Օրինակ՝ զարնանային աշխատանքների ժամանակաշրջանում գյուղատնտեսներին առաջին հերթին հետաքրքրում են տարբեր մշակաբույսերի ցանքի ժամկետները, որոնք մոտավոր ճշտությամբ կարելի է որոշել երկար տարիների ընթացքում կատարած դիտարկումների հիման վրա ստացված ֆենոլոգիտարկումների օգնությամբ: Այսպես, ֆենոլոգիական դիտարկումները ցույց են տվել, որ կարտոֆիլի տնկումը համընկնում է խստուտիկի ծաղկման, իսկ եգիպտացորենի և լոբու ցանքի լավագույն ժամկետը՝ բալենու ծաղկման հետ: Գյուղատնտեսական մշակաբույսերի բերքի հասունացման ընթացքի նկատմամբ կատարած դիտարկումները թույլ են տալիս որոշել բերքահավաքի լավագույն ժամկետները և միջոցառումներ ձեռնարկել բերքն անկորուստ հավաքելու համար:

Լեռնային շրջաններում բնության յուրահատկությունն այն է, որ երևույթների հաջորդականությունը դիտվում է ըստ ուղղաձիգ գոտիականության: Բազմաթիվ գյուղատնտեսական մշակաբույսերի և վայրի բուսատեսակների ֆենոլոգիական տվյալների վերլուծությունները ցույց են տվել, որ յուրաքանչյուր 100 մ բարձրանալիս, զարնանը բույսերի զարգացումն ուշանում է միջին հաշվով 3-5 օրով, իսկ աշնանը դա կատարվում է համեմատաբար արագ, միայն հակառակ ուղղությամբ. վերևից դեպի ներքև ժամկետները ուշանում են [2, 3, 12, 18]: Պարզված է նաև, որ ոչ միշտ է, որ ծովի մակերևույթից մինևույն բարձրության վրա, բայց տարբեր շրջաններում աճեցված նույն բույսը իր զարգացման այս կամ այն փուլն անցնում է միաժամանակ: Այն պայմանավորված է բազմաթիվ պատճառներով՝ լանջերի դիրքայնությամբ, հողի խոնավությամբ, սննդատարրերի ապահովվածության աստիճանով, սորտային առանձնահատկություններով և այլն: Բացահայտված է, որ բույսերի աճի ու զարգացման մինևույն փուլը ամենից շատ նկատվում է հարավահայաց լանջերին, ինչը հիմնականում պայմանա-

վորված է այդ լանջերի ճառագայթային առավելության, ինչպես նաև հողերի մեխանիկական կազմով ու խոնավության պայմաններով [6, 7, 9, 14, 16]:

Հետևաբար չափազանց կարևոր է նաև ուսումնասիրել ու պարզել հանքային ու կենսաբանական պարարտանյութերի կիրառմամբ ինչպիսի փոփոխություններ են նկատվել հատիկալընդեղեն մշակաբույսերից ոլոռի և լոբու աճի, զարգացման և դրանցով պայմանավորված ազդեցությունը նշված մշակաբույսերի բերքի կառուցվածքային տարրերի և բերքատվության վրա:

Հետազոտության մեթոդները: Աշխատանքի նպատակն է առաջին անգամ ուսումնասիրելու և պարզելու Սևանի ավազանի ջրովի երկրագործության պայմաններում հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերի տարբեր չափաքանակների ազդեցությունը ոլոռի և լոբու աճի, զարգացման, ֆենոլոգիական փուլերի անցման և բերքատվության վրա:

Հետազոտությունները կատարվել են 2024-2025 թվականներին Մարտունի խոշորացված համայնքի Արծվանիստ վարչական տարածքի կրակերծված սևահողերի վրա, որոնք զբաղեցնում են տարածաշրջանի վարելահողերի 34,8 % (6,52 հազ. հա), որը բնութագրական է Սևանի ավազանի համար, նաև այն առումով, որ հատիկալընդեղենները (հիմնականում ոլոռը և լոբին) մշակվում են այդ հողատարածքների վրա: Այստեղ հողերը հիմնականում միջակ հումուսացված են (3,4-5 % սահմաններում, իսկ առանձին դեպքերում 5,5-6 %):

Դաշտային փորձերը յուրաքանչյուր մշակաբույսի համար դրվել են 5 տարբերակով, 3 կրկնողությամբ, փորձամարզի մեծությունը՝ 50 մ², փորձադաշտերի մեծությունը ինչպես ոլոռի, այնպես էլ լոբու համար կազմել է 750-ական մ²: Փորձադաշտերի հողերը ունեն չեզոքին մոտ ռեակցիաներ (Ph-ը 6,9-7,2), հեշտ հիդրոլիզվող ազոտով թույլ են ապահովված (N-5.2-5.4 մգ 100գ հողում), շարժուն ֆոսֆորով (P₂O₅-7.4-9.2 մգ 100գ հողում)՝ միջակ և լավ, իսկ փոխանակային կալիումով՝ լավ (K-36-40 մգ 100գ հողում), (ՀՀ ԷՆ ԳԾԿ ՊՈԱԿ-ի ագրոքիմիական ծառայությունների տվյալներով, 30 ապրիլի 2024 թվական և 3 հունիսի 2025 թվական):

Դաշտային փորձերը, հողի պարարտացման վերաբերյալ դրվել են 5-ական տարբերակով հետևյալ սխեմայով, նախապես ոլոռի և լոբու սերմերը ցանքից առաջ մշակելով ռիզոտորֆինով (1 կգ/հա նորմայով):

Ռիզոտորֆինով թրջելու ազդեցությունը պարզելու համար միայն ստուգիչ տարբերակը առանձին ցանվել է նաև առանց ռիզոտորֆինի թրջմամբ [15, 19, 21]:

1. Ստուգիչ (առանց պարարտացման, ռիզոտորֆինով սերմերը թրջելով և ստուգիչ առանց պարարտացման սերմերը ռիզոտորֆինով չթրջելով (50+50-ական մ²)),
2. N₃₀P₆₀K₆₀ - ցանքակից,
3. N₃₀ + Էկոբիոֆիդ* 10 լ/հա, ցանքակից և տերևային սնուցում,
4. Էկոբիոֆիդ* 10 լ/հա - ցանքակից և տերևային սնուցում,
5. Կենսահումուս 2 տ/հա ցանքակից:

Հանքային պարարտանյութերի (2-րդ տարբերակ) և կենսահումուսի 2 տ/հա նորման (5-րդ տարբերակ) ընտրվել են որպես համարժեք չափաքանակներ՝ կենսահումուսում NPK-ի պարունակությունների հաշվարկով:

Վեգետացիայի ընթացքում ոլոռի և լոբու աճի, զարգացման փուլերում կատարվել

են ֆենոլոգիական դիտարկումներ և կենսամետրիկ չափումներ ըստ Ա. Ռուդենկոյի [14] և Ռ. Ս. Մկրտչյանի [4, 12]:

Ոլոռի և լոբու բերքը հաշվառվել է բերքահավաքի համատարած հաշվառման մեթոդով, իսկ բերքատվության տվյալները ենթարկվել են մաթեմատիկական վերլուծության, դիսպերսիոն անալիզի մեթոդով, փորձի սխալի (S_x , %) և ամենաէական տարբերության (ԱէՏ⁰⁹⁵, g) որոշումով [8]:

Դաշտային փորձերում օգտագործվել են ամոնիումային սելիտրա NH_4NO_3 (N 33-34%), հարստացված սուլպերֆոսֆատ PC (P_2O_5) 18-19 %, կալիումական աղ KCl (K_2O) 40%, կենսահումուսում NPK-ի պարունակությունը համապատասխանաբար կազմել է 1.7, 2.95, [11] 3.1 %, «Էկոբիոֆիդ+»-ը պարունակում է բարձր ակտիվությամբ ազոտ ֆիքսող միկրոօրգանիզմներ, վիտամիններ, ամինաթթուներ, մակրո- և միկրոէլեմենտներ, P, K, Ca, Zn, Mg, Mn, Fe, Cu, Al, Mo [22]:

Փորձարարական վերլուծությունը և արդյունքները: Դաշտային փորձերի ոլոռի 2 և լոբու մեկ տարվա կրկնողությունների միջին տվյալներով հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերում որոշակի ազդեցություն են ունեցել այդ մշակաբույսերի ծլման, աճի ու զարգացման, ինչպես նաև ֆենոլոգիական փուլերի անցման վրա:

Երկու տարիների ընթացքում ոլոռի սերմերը, էթե առանց պարարտացման տարբերակում, ինչպես ռիզոտրոֆիկ սերմերը մշակված, այնպես էլ առանց մշակման, ծլել են ցանքից 13-14 օր հետո: Հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերի ազդեցությունը առավել ակնհայտ է երևացել ծաղկման, ունդերի կազմակերպման և ունդերի ու սերմերի հասունացման հետագա փուլերի ընթացքում: Եթե ոլոռի դեպքում ծաղկումը, ունդերի կազմակերպումը և ունդերի հասունացումը առանց պարարտացման տարբերակում համապատասխանաբար տեղի է ունեցել 38, 63 և 87 օրերի ընթացքում, ապա հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերի մեր կողմից փորձարկված տարբերակներում ծաղկումը տեղի է ունեցել 4-6 օր ուշացումով (ստուգիչի համեմատությամբ), ունդերի կազմակերպումը՝ 6-9 օր և ոլոռի հասունացումը տեղի է ունեցել 93-96 օրերի ընթացքում, կամ ստուգիչի համեմատությամբ վեգետացիան ձգձգվել է 6-9 օրով: Անկասկած աղյուսակ 1-ում բերված, վերևում հիշատակված ոլոռի վեգետացիայի ավարտի երկարացումը կամ ծաղկման ու ունդերի կազմակերպման ձգձգումները ստուգիչ տարբերակի համեմատ, հիմնականում պայմանավորված է կիրառված պարարտանյութերում եղած ազոտի պարունակություններով, որոնք նպաստել են բույսերի նորմալ, փարթամ աճին ու զարգացմանը, որոնք էլ դարձել են նաև առանց պարարտացման տարբերակի բույսերի համեմատ առավել բարձր բերքի ապահովման պատճառը:

Կատարված կենսամետրիկ չափումների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ առանց պարարտացման տարբերակի համեմատ ինչպես ոլոռի, այնպես էլ լոբու բույսերի բարձրության, ունդերի քանակի, հազար սերմի կշռի և մեկ ունդում եղած սերմերի քանակի վրա էական ազդեցություն են ունեցել հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերը (աղյուսակ 2): Աղյուսակի տվյալներից երևում է, որ ոլոռի 2 տարվա միջին ցուցանիշներով, էթե առանց պարարտացման տարբերակում ոլոռի բույսերի բարձրությունը կազմել է 57,5 սմ, ունդերի քանակը մեկ բույսի հաշվով՝ 11 հատ, հազար սերմի կշիռը՝ 200 գրամ և մեկ ունդում սերմերի քանակը ընդամենը եղել է մոտ 4 հատ, ապա հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերի տարբերակներում

հիշյալ ցուցանիշները ավելի բարձր են եղել, քան առանց պարարտացման տարբերակի բույսերինը: Պարարտացված տարբերակների բույսերի բարձրությունը կազմել է 59,2-68,8 սմ, ունդերի քանակը մեկ բույսի հաշվով 13,5-14,1 հատ, հազար սերմի կշիռը՝ 230-245 գրամ և մեկ ունդում սերմի քանակը՝ 5-6 հատ: Հատկանշական է, որ մեր ուսումնասիրությունների արդյունքները հիմնականում համընկնում են հայրենական և արտասահմանյան հեղինակների հետազոտությունների արդյունքների հետ [5, 8, 10 12, 13, 17, 18, 19, 20]:

Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ հանքային պարարտանյութերի ($N_{30}P_{60}K_{60}$) և կենսաառուժի (2 տ/հա) մակրոսնդատարբերի համաժժեք չափաքանակները ամենուրեք հավասարապես են ազդել ինչպես ոլոռի, այնպես էլ լոբու աճի, զարգացման (բույսեր բարձրություն, ֆենոփուլերի անցման) և բերքի կառուցվածքային տարրերի վրա:

Հատկանշական է, որ ստուգիչ (առանց պարարտացման) տարբերակի համեմատությամբ հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերը նույն օրինաչափությամբ են ազդել լոբու աճի, զարգացման և բերքի կառուցվածքային տարրերի վրա, ինչն օրինաչափություն է, որ դրսևորվել էր ոլոռի ցանքերում, միայն այն տարբերությամբ, որ այն պայմանավորված է այդ 2 հատիկաընդունների կենսաբանական առանձնահատկություններով (բույսերի բարձրություն, ցանքի ժամկետով պայմանավորված (լոբու ցանքը կատարվել է ոլոռի ցանքից 9 օր հետո)), ինչպես նաև ֆենոլոգիական փուլերի անցման տևողությամբ (աղյուսակ 1):

Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ ստուգիչ տարբերակներում, եթե ոլոռի սերմերը հասունացել են ծլելուց 89 օր հետո, իսկ լոբին՝ 85 օրվա ընթացքում, ապա կիրառված պարարտանյութերի ազդեցությամբ ոլոռի սերմերի հասունացումը տեղի է ունեցել 95-101 օրերի ընթացքում, իսկ լոբու սերմերի հասունացումը՝ 92-94 օր հետո: Չնայած ունդերի քանակով ոլոռի և լոբու ստուգիչ տարբերակում և առիասարակ մյուս ցուցանիշներով (կառուցվածքային տարրերի) լոբին ամենուրեք ոլոռի համեմատ առավել է, սակայն հարց է առաջանում, ինչո՞ւ է լոբու բերքատվությունը 1 հեկտարի հաշվով և ստուգիչում և պարարտացման նույն տարբերակներում գրեթե 40-50 %-ով պակաս: Այդ հանգամանքը մեկնաբանվում է 2 մշակաբույսերի կենսաբանական առանձնահատկություններով, մշակության տեխնոլոգիայով (ցանքի նորմա, միջշարային և միջբուսային հեռավորություններով, աճի ու զարգացման ընթացքում սննդառության նկատմամբ տարբերությամբ և այլն):

Ինչպես ցույց են տալիս ուսումնասիրությունների արդյունքները, հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերը էական ազդեցություն են ունեցել ոլոռի և լոբու բերքատվության վրա (աղյուսակ 3): Այսպես, եթե ստուգիչ տարբերակում ոլոռի բերքատվությունը (երկու տարվա միջին տվյալներով) կազմել է 20,4 գ/հա, լոբունը՝ 12,8 գ/հա, ապա հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերի կիրառությունից ոլոռի բերքատվությունը կազմել է 27,2-31,9 գ/հա, իսկ լոբու բերքատվությունը՝ (1 տարվա կրկնողությունների միջինով) կազմել է 15,8-22,4 գ/հա: Աղյուսակ 3-ի տվյալները միևնույն ժամանակ ցույց են տալիս, որ ինչպես ոլոռի, այնպես էլ լոբու ցանքերում առավել բարձր բերք են ապահովել $N_{30} + էկոբիոֆիդ + 10$ լ/հա և կենսաառուժու 2տ/հա տարբերակները, որտեղ ոլոռի ցանքերում բերքատվությունը համապատասխանաբար կազմել է 29,9 և 31,9 գ/հա, իսկ լոբու ցանքերում՝ 20,6 և 22,4 գ/հա: Մինչդեռ միայն հան-

քային պարարտանյութերի ($N_{30}P_{60}K_{60}$) և Էկոբֆիդ+ 10 լ/հա-ի ազդեցությամբ ոլոռի սերմի բերքատվությունը համապատասխանաբար կազմել է 28,6 և 27,2 գ/հա, իսկ լոբու սերմի բերքատվությունը՝ համապատասխանաբար 18,9 և 15,8 գ/հա:

Ինչպես նշվել է մեթոդիկայի բաժնում, ստուգիչ (առանց պարարտացման) 2 տարբերակ է ընտրվել, մեկը ռիզոտոբֆինով մշակված, մյուսը՝ առանց ռիզոտոբֆինի: Ինչպես ցույց են տվել այդ երկու տարբերակներում ոլոռի և լոբու բույսերի աճի, զարգացման և բերքատվության տվյալները, այն տարբերակներում, որտեղ մշակաբույսերի սերմերը մշակվել են ռիզոտոբֆինով, բույսերը առավել փարթամ են աճել, ունեցել են մուգ կանաչ գույն և առավել բարձր բերք են ապահովել, քան այն տարբերակներում, որտեղ սերմերի ցանքը կատարվել է առանց ռիզոտոբֆինով մշակման: Արդյունքում, եթե ռիզոտոբֆինով սերմերը մշակված ոլոռի բերքատվությունը 2024 և 2025 թվականներին կազմել է համապատասխանաբար 18,2, 22,6 գ/հա, լոբու դաշտում՝ 12,8 գ/հա, միջդեռ սերմերը ռիզոտոբֆինով չմշակված հատվածում ոլոռի բերքատվությունը կազմել է 16,6 և 18,5 գ/հա, լոբու դեպքում՝ 10,7 գ/հա, կամ միայն ռիզոտոբֆինի ազդեցությամբ ոլոռի բերքատվությունն ավելացել է 1,6 և 4,1 գ/հա, համապատասխանաբար 9,6 % և 22,1 %-ով, իսկ լոբու բերքատվությունը՝ 2,1 գ/հա և 19,6 %-ով: Այս հանգամանքը մեկ անգամ ևս հաստատում է, որ հատիկաընդեղենների ցանքը պետք է կատարել սերմերը ռիզոտոբֆինով մշակելուց հետո, որի արդյունքում կբարելավվի այդ մշակաբույսերի սիմբիոտիկ հատկությունները, հողի միրոֆլորան, և կբարձրանա բերքի քանակը:

Եզրակացություն: Ամփոփելով ոլոռի երկամյա և լոբու մեկ տարվա դաշտային փորձերի արդյունքները՝ կարելի է հանգել հետևյալ եզրակացությունների և դրանով պայմանավորված առաջարկություններ անել:

1. Հատիկաընդեղեն մշակաբույսերի սերմերը առանց ռիզոտոբֆինով մշակման ցանքի համեմատությամբ, ռիզոտոբֆինով մշակելու դեպքում բարելավվում է բույսերի աճն ու զարգացումը, արմատային համակարգի ու բակտերիաների սիմբիոտիկ հատկությունները, հողի միկրոֆլորան, և էականորեն բարձրանում է բերքի քանակությունը՝ ոլոռի դեպքում 1,6-4,1 գ/հա-ով (9,6 - 22,1 %), իսկ լոբու ցանքերում՝ 2,1 գ/հա-ով կամ 19,6 %-ով:
2. Հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերի կիրառությունը նպաստել է ոլոռի և լոբու աճին, զարգացմանը ֆենոլոգիական փուլերի, այդ մշակաբույսերի կենսաբանական առանձնահատկությունների շրջանակներում, անցմանը և բերքատվության բարձրացմանը: Սերմերը ռիզոտոբֆինով մշակված, առանց պարարտացման տարբերակի համեմատությամբ, հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերի ազդեցությամբ ոլոռի բերքի հավելումը երկու տարվա միջինով կազմել է 6,8 – 11,5 գ/հա (33,3 – 56,4 %), իսկ լոբու բերքի հավելումը ստուգիչի նկատմամբ՝ 3,0 – 9,6 գ/հա կամ 23,4 – 75 %:
3. Ոլոռի և լոբու ցանքերում առավել բարձր բերք են ապահովել ազոտի և էկոբիոֆիդ+ -ի համատեղ ($N_{30}+Էկոբիոֆիդ+ 10$ լ/հա) և կենսահումուսի կիրառման (կենսահումուս 2 տ/հա) տարբերակները, որոնք ոլոռի ցանքերում համապատասխանաբար ապահովել են 29,9 և 31,9 գ/հա (բերքի հավելումը ստուգիչի համեմատ 9,5 և 11,5 գ/հա), իսկ լոբու ցանքերում 20,6 և 22,4 գ/հա, հավելումը 7,8 և 9,6 գ/հա:

Աղյուսակ 1

Հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերի ազդեցությունը ուտոթի և լոբու վեգետացիայի տեսչության վրա, օրերով

	Ուտո				Լոբի							
	2024 թ.		2025 թ.		2024 թ.		2025 թ.					
	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական				
Տարբերակներ	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական				
	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական				
	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական				
	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական				
	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական	Միավոր միջև	Երկրորդական				
1.	13	87	29	43	68	91	89	13	30	40	60	85
2.	14	93	30	48	69	97	95	13	32	44	67	92
3.	14	95	31	51	74	98	101,5	13	33	45	66	94
4.	13	93	31	49	71	96	94,5	13	33	43	65	92
5.	13	96	30	50	72	96	96	13	33	44	66	93

Աղյուսակ 2
Հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերի ազդեցությունը ուրոսի և լոբու բույսերի և բերքի կառուցվածքային տարրերի վրա (2024-2025 թթ. միջինով)

	Ուրոս					Լոբի									
	Մեկ բույսի միջինով					Մեկ բույսի միջինով									
	յոս Կնդրտեղումսմվ վմեկերի	տոս Կնդրտեղումսմվ վմեկերի	Ե Կնդրտեղումսմվ վմեկերի	Ե Կնդրտեղումսմվ վմեկերի	Ե Կնդրտեղումսմվ վմեկերի	յոս Կնդրտեղումսմվ վմեկերի	տոս Կնդրտեղումսմվ վմեկերի	Ե Կնդրտեղումսմվ վմեկերի	Ե Կնդրտեղումսմվ վմեկերի	Ե Կնդրտեղումսմվ վմեկերի					
Տարբերակները															
Ստուգիչ (տարանց պարարտացումն)	57,5	11	200	4	10,6	39,4	18,3	627	5,4	70,1					
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	59,2	13,8	232	5	17,1	48,0	21	715	5,8	87,1					
N ₃₀ +Էկոբիոֆիոյ*10 լ/հա	63,4	14,0	244	6	20,1	46,4	23,5	730	6,0	104,6					
Էկոբիոֆիոյ* 10 լ/հա	58,9	13,5	230	5	16,2	42,0	20,3	700	5,6	79,5					
Կենսահումուս 2 տ/հա	68,8	14,1	245	6	20,3	49,0	25,4	735	6,0	114,9					

Աղյուսակ 3
Հանրային և կենսաբանական պարամետրների ազդեցությունը ոլորտի և լրբու բեռքատվության վրա

	Ոլորտ						Լրբի		
	2024 թ.			2025 թ.			2025 թ.		
	Սերմերի միջին ուց/մմ ²	Հավելում		Սերմերի միջին ուց/մմ ²	Հավելում		Սերմերի միջին բեռքը, գ/հա	Հավելում	
		գ/հա	%		գ/հա	%			
Ստուգիչ (առանց արարտացման)	18,2	-	-	22,6	-	-	12,8	-	
N ₃₀ P ₆₀ K ₆₀	24,0	5,8	31,9	33,2	6,6	29,2	18,9	6,1	
N ₃₀ +Էկոբիոֆիդ+10լ հա	25,0	6,8	37,4	34,8	12,2	54,0	20,6	7,8	
Էկոբիոֆիդ+10լ	22,6	4,4	24,2	31,8	9,2	40,7	15,8	3,0	
Կենսահումուս Հտ հա	25,5	7,3	40,1	38,7	16,2	71,7	22,4	9,6	
							Sx% - 1,4	Sx% - 2	
							UF ₅ S ₀₅ - 1,0	UF ₅ S ₀₅ - 1,1	

Գրականություն

1. Ավագյան Վ. Ա., Ագրոէկոլոգիա, Երևան, 2004, 100 էջ;
2. Գալստյան Մ. Հ., Օրգանական պարարտանյութերի ֆոնի վրա նվազեցված չափաքանակներով հանրային պարարտանյութերի ազդեցությունը կարտոֆիլի բերքի քանակի և որակի վրա ՀՀ Սևանի ավազանի պայմաններում, Երևան, Ագրոգիտություն, 2007, N 5-6, էջ 250-254;
3. Հայկազյան Վ. Ց., Նոր երկրագործության փիլիսոփայություն, Երևան, Ակտուալ արվեստ, 2019, 422 էջ;
4. Մկրտչյան Ռ. Ս., Հայրապետյան Ֆ. Փ., Հայաստանի բնության օրացույց (երկրորդ բարեփոխված հրատարակություն), Երևան, ԵՊՀ հրատ., 2008, 300 էջ;
5. Брова Б. С., Бекова Г. М. Роль микроэлементов в жизни растений авторское исследование. Вестник науки, 2024, с. 693-697.
6. Вашедский Н.Н., Кулыгин В.А. Влияние приемов возделывания на урожайность и водопотребление гороха в условиях Ростовской области. Мелиорация и гидротехника. 2024, т. 14, N3, с. 211-227.
7. Джандуров А. Н., Гаджиумаров Р. Г. и др., Влияние технологий возделывания на урожайность и экономическую эффективность гороха, 2022, т. 59, N 1, с. 20-26.
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва, «Колос», 1978, 336 с.
9. Зеленская Г. М., Гончаров В. Г. Продуктивность сортов гороха при разной площади питания. Аграрная наука и производство в условиях становления цифровой экономики РФ, 2023 с. 107-113.
10. Кожухова Е. В. Реакция образцов гороха на ранние и поздние сроки сева, 2023, с. 20-26.
11. Минеев В. Г. Агрохимия, Москва, «Колос», 2004, 719 с.
12. Мкртчян Р.С. Особенности фенологических сезонов года в ССР и их сельскохозяйственное значение, 1990, 16 с.
13. Рахимова О. В., Храмой В. К. Влияние уровней минерального питания на продуктивность гороха пологового, Аграрная наука. 2010, с. 611-612.
14. Руденко А. И. Определение фаз развития сельскохозяйственных растений. Москва, 1950, 150 с.
15. Хакимов Р. А., Шакирзанова М. М. Эффективность предпосевной обработки семян гороха препаратом “Ризоторфин” и микроэлементом молибдена на разных уровнях минерального питания, 2018, с. 92-98.
16. Усенко С. В., Усенко В. И. Приемы основной обработки почвы, минеральные удобрения и средства защиты растений. Достижения науки и техники АПК. 2018, т 32, No 11, с. 14-17.
17. Федюшкина А. В., Пасько С. В. Эффективность возделывания гороха. Мелиорация и гидротехника, 2023, т. 13, с. 212-227.
18. Шульц Г. Э. Общая фенология, 1981, 287 с.
19. Fatih E., Haluk K. The Effect of Inorganic and Microbial Fertilizer Applications on the Grain Yield and Some Agronomic Characters of the bean (*Phaseolus vulgaris* L.), 2025 volume 48, issue 4, p. 696-704.

20. Hala S., Nidal S., Sleiman S., Ihab J., Hassane M. Effect of mineral fertilization and native microbial preparations on productivity of Borlotti beans (*Phaseolus vulgaris*), DOI: 10.5586/aa/201391, 2025 / Volume 78, 12 p.
21. Olivera S., Dusica D. Improvement of common bean growth by co-inoculation with *Rhizobium* and plant growth-promoting bacteria Romanian Biotechnological Letters, Vol. 16, No. 1, 2011, p. 5919-5926.
22. <https://armbiotech.am/>

Влияние минеральных и биологических удобрений на рост, развитие, фенологические стадии и урожайность гороха и фасоли в горных условиях

Гарибян Паргев

Резюме

Ключевые слова: *изучение, урожай, ризоторфин, зернобобовые, биогумус, экибиофид, фенология, вегетация*

В работе приведены результаты влияния различных доз минеральных и биологических удобрений на рост, развитие, прохождение фенологических фаз и урожайность гороха и фасоли в горных условиях (бассейн озера Севан). Полевые эксперименты были проведены в 2024–2025 годах в общине Мартуни.

Полевые эксперименты по каждой сельскохозяйственной культуре были заложены в 5 вариантах и 3 повторностях, площадь одной делянки составляла 50 м². Варианты (N₃₀P₆₀K₆₀, N₃₀ + экибиофид⁺ 10 л/га, экибиофид⁺ 10 л/га, биогумус 2 т/га) были изучены путем сравнения с контрольным вариантом, а также был оценен эффект обработки семян ризоторфином.

Результаты показали, что внесение удобрений способствовало активизации роста растений, удлинению вегетации (6–9 дней), а также улучшению структурных элементов урожая. В удобренных вариантах было зарегистрировано увеличение высоты растений, количества бобов, веса в тысячу семян и количества семян в бобах. Урожайность гороха составила 27,2–31,9 ц/га (Контрольная: 20,4 ц/га), фасоли – 15,8–22,4 ц/га (Контрольная: 12,8 ц/га). Наиболее эффективными были варианты N₃₀ + экибиофид⁺ 10 л/га и биогумус 2 т/га.

Обработка семян ризоторфином также обеспечила значительную добавку: 9,6–22,1 % для гороха и 19,6 % для фасоли. Полученные результаты свидетельствуют о том, что комбинированное внесение минеральных и биологических удобрений в условиях горной зоны повышает урожайность бобовых культур и может быть рекомендовано для практического сельскохозяйственного использования.

The Influence of Mineral and Biological Fertilizers on the Growth, Development, Phenological Stages and Yield of Peas and Beans in Mountainous Conditions

Gharibyan Pargev

Summary

Key words: *research, crop, rizotorphin, legumes, biohumus, ecobiofid, phenology, vegetation*

The paper presents the results of the effects of various doses of mineral and biological fertilizers on the growth, development, progression of phenological stages, and yield of pea and bean crops under mountain conditions (Lake Sevan basin). Field experiments were conducted in 2024-2025 in the Martuni community.

Field experiments for each crop were established using five variants with three replications; the area of each experimental plot was 50 m². Variants (N₃₀P₆₀K₆₀, N₃₀ + ecobiofid⁺ 10 l/ha, ecobiofid⁺ 10 l/ha, and biohumus 2 t/ha) were compared with the control variant, in addition the effect of seed treatment with rhizotorphin was also assessed.

The results showed that fertilization promoted plant growth, extended the vegetation (6-9 days), and improved the structural elements of the crop. Increases in plant height, pod number, weight per thousand seeds, and number of seeds per pod were recorded in the fertilized variants. Pea yields ranged from 27.2 to 31.9 c/ha (Control: 20.4 c/ha), and bean yields ranged from 15.8 to 22.4 c/ha (Control: 12.8 c/ha). The most effective variants were N₃₀ + ecobiofid⁺ 10 l/ha and biohumus 2 t/ha.

Seed treatment with rhizotorphin also resulted in significant yield increases: 9.6-22.1 % in peas and 19.6 % in beans. These results indicate that the combined application of mineral and biological fertilizers under mountainous conditions increases legume yields and can get the recommendation for practical agricultural use.

Ներկայացվել է 07. 04. 2026 թ.

Գրախոսվել է 13. 04. 2026 թ.

Ընդունվել է տպագրության 27. 05. 2026 թ.

**Фунгицидная активность растительных биоцидов
в отношении микромицетов-биодеструкторов рукописных и
старопечатных книг Матенадарана**

Пароникян Армине

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-37>

Ключевые слова: эфирные масла, биодеструкция, сохранение архивных материалов, противогрибковые агенты, парофазная активность, контактное ингибирование, консервация культурного наследия, летучие соединения

Введение

Биодеструкция рукописных и архивных материалов является одной из наиболее актуальных проблем сохранения культурного наследия. В условиях длительного хранения библиотечных и архивных фондов наблюдается постепенное разрушение бумажных и пергаментных носителей, обусловленное воздействием биологических агентов, среди которых ведущую роль играют микромицеты, а также бактерии и насекомые [1, 8].

Микроскопические грибы широко распространены в воздушной среде книгохранилищ и обладают высокой экологической пластичностью, что позволяет им адаптироваться к пониженной влажности и ограниченному содержанию питательных веществ. Их споры сохраняют жизнеспособность длительное время, что способствует повторному заражению библиотечных материалов и формированию устойчивых очагов биоповреждений [8]. В результате их жизнедеятельности происходят биохимические изменения целлюлозы, сопровождающиеся снижением механической прочности и изменением структуры бумажных носителей [5; 6].

Традиционно для борьбы с биодеструкторами применяются синтетические фунгициды, однако их использование ограничено рядом факторов, включая потенциальную токсичность для человека, воздействие на материалы культурного наследия и возможное формирование устойчивых форм микроорганизмов [7]. В связи с этим особую актуальность приобретает поиск экологически безопасных и эффективных альтернативных средств защиты.

Одним из перспективных направлений является использование эфирных масел растений, обладающих выраженной антимикробной, антибактериальной и фунгицидной активностью [3; 4; 7]. Многочисленные исследования подтверждают их эффективность в отношении различных патогенных и сапротрофных микроорганизмов, что делает их потенциально пригодными для применения в области консервации библиотечных и архивных фондов.

Важным аспектом является также обращение к традиционным знаниям, зафиксированным в средневековых рукописях, где описаны рецептуры растительных средств с антимикробными свойствами. Ранее проведённые исследования в Институте древних рукописей Матенадаран имени Месропа Маштоца выявили значительное разнообразие микромицетов-биодеструкторов в рукописных и старопечатных фондах, а также подтвердили эффективность растительных экстрактов в их подавлении [1; 2].

Настоящее исследование направлено на изучение фунгицидной активности эфирных масел растений Армянского нагорья в отношении микромицетов, выделенных из рукописных и архивных материалов Матенадарана, а также на сравнительный анализ их контактного и парофазного действия с целью выявления наиболее эффективных природных биоцидов для защиты библиотечных фондов.

Материалы и методы

Растительный материал и эфирные масла. В работе исследована фунгицидная активность водных растворов эфирных масел, полученных из следующих видов растений: *Cotinus coggygria* Scop., *Achillea tenuifolia* Lam., *Ziziphora tenuior* L., *Thymus ararati-minoris* Klokov & Des.-Shost., *Artemisia maritima* var. *erevanica* Willd., *Pelargonium graveolens* L'Her., *Tanacetum argyrophyllum* (C. Koch) Tzvel. и *Capparis spinosa* L. (рисунок 1).



Рисунок 1. Названия исследованных растений по номерам: *Cotinus coggygria* Scop. (1), *Achillea tenuifolia* Lam. (2), *Ziziphora tenuior* L. (3), *Thymus ararati-minoris* Klokov & Des. - Shost. (4), *Artemisia maritima* var. *erevanica* Willd. (5), *Pelargonium graveolens* L'Her. (6), *Tanacetum argyrophyllum* (C. Koch) Tzvel. (7), *Capparis spinosa* L. (8)

Данные виды широко распространены на территории Армении и были отобраны в связи с их известной или предполагаемой антимикробной активностью. Используемые части растений для получения эфирных масел представлены в таблице 1.

Таблица 1

Видовой состав растений и их использованные части для получения эфирных масел

Латинское название растения	Русское название растения	Использованные части растений
<i>Cotinus coggygia</i> Scop.	Скумпия кожевенная	Листья
<i>Achillea tenuifolia</i> Lam.	Тысячелистник узколистный	Соцветия
<i>Ziziphora tenuior</i> L.	Зизифора тонкая	Надземная часть в фазе цветения
<i>Thymus ararati-minoris</i> Klokov & Des.-Shost.	Тимьян араратский	Надземная
<i>Artemisia maritima</i> var. <i>erevanica</i> Willd.	Польнь душистая	Соцветия
<i>Pelargonium graveolens</i> L'Her.	Пеларгония пахучая	Надземная зелёная
<i>Tanacetum argyrophyllum</i> (C. Koch) Tzvel.	Копеечник серебристолистый	Сухое соцветие с семенами
<i>Capparis spinosa</i> L.	Каперсы колючие	Надземная зелёная

Микологический материал. В качестве тест-организмов использовали микромицеты-микромрицеты-биодеструкторы, выделенные с повреждённых рукописей, старопечатных книг и архивных документов Матенадарана: *Penicillium cyclopium* Westling, *Aspergillus niger* Tiegh., *Aspergillus ochraceus* G. Wilh., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. (syn. *A. tenuis* Nees).

Постановка эксперимента и оценка активности

Водные растворы эфирных масел готовили в концентрации 25 %. Для обеспечения равномерного распределения масла в водной фазе смесь интенсивно перемешивали с использованием вортексного миксера. Экспериментальные образцы наносили в объёме 1 мл на поверхность питательной среды в чашках Петри.

Антимикотическая активность растительных биоцидов оценивалась с использованием модифицированного чашечного метода Петри [2]. В каждую стерильную чашку Петри с агаризованной питательной средой помещали три агаровых блока размером 1 × 1 см, вырезанных из активно растущей чистой культуры исследуемого микромицета. Два агаровых блока обрабатывали водным раствором биоцидов, приготовленным на основе эфирных масел исследуемых растений в объёме 1 мл. на блок при концентрациях 1:4 соответственно. Третий агаровый блок оставляли без обработки.

Все эксперименты проводили в трёхкратной повторности (n = 3).

Инкубацию проводили при температуре 26°C в течение 5 суток. Дополнительную оценку динамики роста микромицетов осуществляли на 10-е сутки от начала эксперимента.

Эффективность биоцидного действия оценивали по следующим показателям:

- скорость и интенсивность радиального роста колоний;
- степень ингибирования роста;

- наличие и размер зоны подавления роста;
- процент ингибирования роста, рассчитываемый по формуле:

$$I = (D_c - D_t) / D_c \times 100$$

где I – процент ингибирования роста, D_c - диаметр колонии в контрольных вариантах (примерно 90 мм), D_t – диаметр колонии в опыте.

Расчёт процента ингибирования роста проводили по стандартной методике, широко применяемой в исследованиях антимикотической активности эфирных масел и основанной на сравнении диаметра колоний в контроле и опыте [9].

В качестве контроля использовали рост микромицетов на питательной среде без воздействия эфирных масел, где колонии достигали края чашки Петри.

Активный рост микромицетов в вариантах без выраженного ингибирующего эффекта рассматривали как нормальное развитие культуры и использовали в качестве сравнительного (условного) контроля. Снижение роста или его полное подавление в опытных образцах интерпретировали как проявление фунгицидного эффекта биоцидов.

Отдельно оценивали влияние летучих компонентов эфирных масел. Ингибирование роста грибов без прямого контакта с раствором интерпретировали как проявление фумигантной (парофазной) антимикотической активности.

В данной постановке эксперимента классический контроль без воздействия летучих компонентов эфирных масел в пределах одной чашки Петри отсутствовал, поскольку все агаровые блоки находились в замкнутом объёме и подвергались воздействию паров исследуемых веществ. В связи с этим для оценки фумигантного эффекта использовали сравнительный подход, при котором за условный контроль принимали варианты с отсутствием выраженной летучей активности эфирных масел.

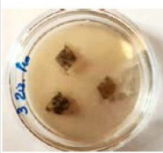

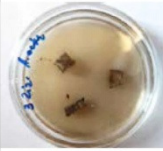
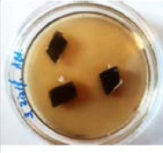
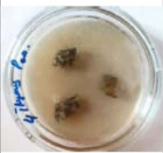
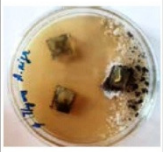
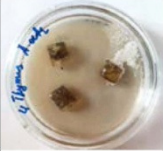
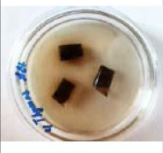

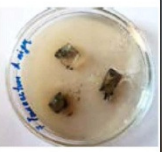
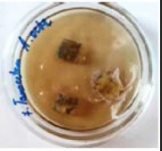
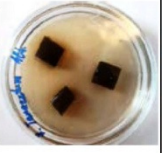
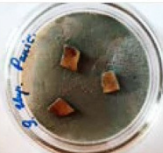



Результаты

Результаты проведённого исследования (табл. 2) показали, что эфирные масла растений Армянского нагорья обладают выраженной, но неоднородной антимикотической активностью, зависящей как от вида растения, так и от вида микромицета, а также от характера воздействия (контактного или парофазного).

Степень ингибирования роста варьировала в широких пределах - от отсутствия эффекта до полного подавления (0-100 %), что свидетельствует о выраженной селективности действия исследуемых растительных биоцидов.

Таблица 2

Влияние эфирных масел отдельных растений на рост
микромикро-биодеструкторов рукописных и старопечатных книг
(на рисунках представлен рост микроскопических грибов в течение 7 дней)

Биоцидная жидкость	Виды микодеструкторов			
	<i>Penicillium cyclopium</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus ochraceus</i>	<i>Alternaria alternata</i>
<i>Ziziphora tenuior</i>				
<i>Thymus ararati-minoris</i>				
<i>Tanacetum argyrophyllum</i>				
Контроль				

Контактное действие

При непосредственном контакте с эфирными маслами (табл. 3) наблюдалось наиболее выраженное подавление роста микромицетов. Полное ингибирование роста (100%) в течение всего периода наблюдения отмечено для эфирных масел *Thymus ararati-minoris*, *Ziziphora tenuior* и *Tanacetum argyrophyllum* в отношении большинства исследованных видов грибов, что указывает на их выраженное фунгицидное действие.

Таблица 3

Контактная антимикотическая активность эфирных масел в отношении микромицетов-биодеструкторов

Эфирное масло	<i>Penicillium cyclopium</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus ochraceus</i>	<i>Alternaria alternata</i>
<i>Cotinus coggygria</i>	0%	0%	0%	0%
<i>Achillea tenuifolia</i>	100%	85-90%	100%	100%
<i>Ziziphora tenuior</i>	100%	100%	100%	100%
<i>Thymus ararati-minoris</i>	100%	100%	100%	100%
<i>Artemisia erivanica</i>	60%	100%	100%	100%
<i>Pelargonium graveolens</i>	100%	100%	100%	100%
<i>Tanacetum argyrophyllum</i>	100%	100%	100%	100%
<i>Capparis spinosa</i>	0%	0%	0%	0%

Эфирное масло *Achillea tenuifolia* также демонстрировало высокую активность, обеспечивая практически полное подавление роста *Aspergillus ochraceus* и *Alternaria alternata*, а также значительное ингибирование *Aspergillus niger* (до 85-90 %). Вместе с тем в ряде случаев отмечалась частичная обратимость эффекта, что позволяет характеризовать действие данного масла как преимущественно фунгистатическое.

Pelargonium graveolens характеризовалось выраженной контактной активностью (до 100% ингибирования) в отношении всех исследованных микромицетов. При этом визуально наблюдаемые светлые участки в зоне контакта соответствовали остаткам агаровых блоков и не отражали реального роста мицелия.

Artemisia maritima var. *erevanica* проявляла вариабельную активность: от умеренного ингибирования роста *Penicillium cyclopium* (около 60%) до полного подавления роста *Aspergillus ochraceus* и *Alternaria alternata*.

В противоположность указанным видам, эфирные масла *Cotinus coggygria* и *Capparis spinosa* не оказывали выраженного контактного воздействия: развитие колоний всех исследованных микромицетов соответствовало контрольным значениям.

Парофазное (фумигантное) действие

Анализ парофазной активности показал (табл. 4), что летучие компоненты эфирных масел способны оказывать выраженное ингибирующее действие без прямого контакта с субстратом, однако его интенсивность в целом была ниже по сравнению с контактным воздействием и носила более селективный характер.

Наиболее выраженная фумигантная активность установлена для эфирных масел *Thymus ararati-minoris* и *Ziziphora tenuior*, обеспечивающих полное подавление роста

Alternaria alternata, *Aspergillus ochraceus* и *Penicillium cyclopium*. В то же время *Aspergillus niger* демонстрировал меньшую чувствительность к летучим компонентам, сохраняя частичный рост.

Таблица 4

Парофазная (фумигантная) антимикотическая активность эфирных масел в отношении микромицетов-биодеструкторов

Эфирное масло	<i>Penicillium cyclopium</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus ochraceus</i>	<i>Alternaria alternata</i>
<i>Cotinus coggygria</i>	0 %	0 %	0 %	65–70 %
<i>Achillea tenuifolia</i>	60 %	50 %	70–75 %	75–80 %
<i>Ziziphora tenuior</i>	100 %	20–25 %	100 %	100 %
<i>Thymus ararati-minoris</i>	100 %	50 %	85–90 %	100 %
<i>Artemisia erevanica</i>	20–25 %	65–70 %	100 %	100 %
<i>Pelargonium graveolens</i>	10–15 %	35–40 %	60–65 %	65–70 %
<i>Tanacetum argyrophyllum</i>	65–70 %	~70–75 %	~0–75 %	100 %
<i>Capparis spinosa</i>	0 %	0 %	0 %	0 %

Tanacetum argyrophyllum характеризовалось стабильно высокой парофазной активностью (70-75%) в отношении всех исследованных микромицетов, а также полным ингибированием роста *Alternaria alternata*, что свидетельствует о высокой биологической активности его летучих соединений.

Achillea tenuifolia проявляла умеренную фумигантную активность (50-80 %), сопровождающуюся формированием угнетённых, морфологически изменённых колоний.

Pelargonium graveolens демонстрировало выраженную зависимость эффекта от вида микромицета: при слабом ингибировании *Penicillium cyclopium* (10-15 %) наблюдалось более значительное подавление роста *Alternaria alternata* и *Aspergillus ochraceus* (до 60-70 %).

Artemisia maritima var. *erevanica* проявляла селективную фумигантную активность: от слабого ингибирования *Penicillium cyclopium* (20-25 %) до полного подавления роста *Aspergillus ochraceus* и *Alternaria alternata*.

Cotinus coggygria характеризовалось узкоспециализированным действием, проявляя выраженную активность только в отношении *Alternaria alternata* (65-70 %) при отсутствии эффекта на другие виды.

Capparis spinosa не проявляло парофазной активности, что подтверждается отсутствием достоверных различий с контрольными вариантами.

Обобщение результатов

Установлено, что эфирные масла исследованных растений обладают выраженной селективностью антимикотического действия. Наиболее перспективными являются

Thymus ararati-minoris, *Ziziphora tenuior* и *Tanacetum argyrophyllum*, демонстрирующие высокую эффективность как при контактном, так и при парофазном воздействии. Полученные результаты подтверждают потенциал использования растительных биоцидов в качестве экологически безопасной альтернативы синтетическим фунгицидам при сохранении культурного наследия.

Выводы

1. Установлено, что эфирные масла исследованных растений проявляют выраженную, но селективную антимикотическую активность в отношении микромицетов-биодеструкторов рукописных и старопечатных материалов.

2. Наиболее высокой фунгицидной активностью обладают эфирные масла *Thymus ararati-minoris*, *Ziziphora tenuior* и *Tanacetum argyrophyllum*, обеспечивающие полное ингибирование роста большинства исследованных микромицетов (до 100 %) при контактном воздействии.

3. Показано, что эфирные масла *Thymus ararati-minoris* и *Ziziphora tenuior*, а также *Tanacetum argyrophyllum* обладают выраженной фумигантной (парофазной) активностью, обеспечивая подавление роста микромицетов без прямого контакта, что существенно расширяет возможности их практического применения.

4. Эфирные масла *Achillea tenuifolia*, *Pelargonium graveolens* и *Artemisia maritima* var. *erevanica* характеризуются вариабельной активностью и преимущественно фунгистатическим действием, зависящим от вида микромицета и формы воздействия.

5. Установлена выраженная видоспецифическая чувствительность микромицетов: наиболее устойчивым к парофазному воздействию оказался *Aspergillus niger*, тогда как *Alternaria alternata* и *Aspergillus ochraceus* демонстрировали высокую чувствительность к летучим компонентам эфирных масел.

6. Эфирные масла *Cotinus coggygria* и *Capparis spinosa* не проявили значимой антимикотической активности в исследуемых условиях, за исключением селективного действия *Cotinus coggygria* в отношении *Alternaria alternata*.

7. Показано, что летучие компоненты эфирных масел способны обеспечивать эффективное ингибирование роста микромицетов в замкнутом объеме, что имеет практическое значение для разработки методов профилактики биоповреждений архивных и библиотечных материалов.

8. Полученные результаты подтверждают перспективность использования эфирных масел в качестве экологически безопасной альтернативы синтетическим фунгицидам при сохранении объектов культурного наследия.

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-37>

Литература

1. Абрамян Дж. Г., Нанаголян С. Г., Элиазян Г. А., Пароникян А. Е., Маркарян Л. Ю. Микодеструкторы, поражающие книжный фонд Матенадарана. Современная микология в России. Москва, 2012, т. 3, с. 208.
2. Пароникян А. Е., Нанаголян С. Г., Элиазян Г. А. Выявление биоповреждений рукописного фонда Матенадарана Армении и их консервация биоцидами растительного происхождения. Современная микология в России. Москва, 2015, т. 4, с. 291-294.

3. Bakkali F., Averbeck S., Averbeck D., Idaomar M. Biological effects of essential oils: a review. *Food and Chemical Toxicology*, 2008. Vol. 46, pp. 446-475.
4. Florian M. L. *Fungal Facts: Solving Fungal Problems in Heritage Collections*. London: Archetype Publications, 2002, - 146 p.
5. Gutarowska B. Metabolic activity of modules as a factor of building materials biodegradation // *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2010. Vol. 64, p. 247-252.
6. Michaelsen A., Pinzari F., Ripka K., Lubitz W., Piñar G. Application of molecular techniques for identification of fungal communities on paper material. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2009. Vol. 63, pp. 110-118.
7. Rakotonirainy M. S., Lavédrine B. Screening for antifungal activity of essential oils and related compounds // *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2005. Vol. 55, pp. 141-147.
8. Sterflinger K. Fungi: their role in deterioration of cultural heritage // *Fungal Biology Reviews*. 2010. Vol. 24, pp. 47-55.
9. Mahilraj S., Nandakumar J., Kailayalingam R., Manoharan N., Srivastava S. Screening the antifungal activity of essential oils against decay fungi from cultural heritage materials. *Brazilian Journal of Microbiology*. 2014. Vol. 45(1), pp. 143-151.

Մատենադարանի ձեռագիր և հնատիպ գրքերի կենսաքայքայիչ միկրոմիցետների նկատմամբ բուսական կենսասպանների հակասնկային ակտիվությունը

Պարոնիկյան Արմինե

Ամփոփում

Հանգուցային բառեր. էթերային յուղեր, կենսաքայքայում, արխիվային նյութերի պահպանում, հակասնկային միջոցներ, գոլորշի ֆազի ակտիվություն, կոնսակտային արգելակում, մշակութային ժառանգության պահպանում, ցնդող միացություններ

Աշխատանքում ուսումնասիրվել է Հայկական լեռնաշխարհում աճող տեսակներից ստացված բուսական էքստրակտների հակասնկային ակտիվությունը Մատենադարանի ֆոնդերի ձեռագիր և հնատիպ գրքերի մակերեսից անջատված միկրոմիցետների կենսաքայքայիչների նկատմամբ: Որպես թեստային օրգանիզմներ օգտագործվել են միկրոմիցետներ՝ կենսաքայքայիչ միկրոմիցետներ՝ *Penicillium cyclopium* Westling, *Aspergillus niger* Tiegh., *Aspergillus ochraceus* G. Wilh., *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. (syn. *A. tenuis* Nees), որոնք նույնականացվել են վարակված նյութերի մանրէաբանական վերլուծության ընթացքում:

Փորձարարական պայմաններում գնահատվել է էթերային յուղերի ջրային լուծույթների ($n = 8$) ազդեցությունը նշված միկրոմիցետների աճի և զարգացման վրա: Պարզվել է, որ ուսումնասիրված էթերային յուղերի մի շարք օժտված է արտահայտված հակասնկային ակտիվությամբ: Առավել բարձր արգելակող ազդեցություն են ցուցաբերել *Tanacetum argyrophyllum* (C. Koch) Tzvel., *Ziziphora tenuior* L., *Thymus araraticus* Klokov & Des.-Shost բույսերից ստացված էթերային յուղերը:

Ստացված արդյունքները վկայում են բուսական կենսասպանների կիրառման հեռանկարայնության մասին որպես գրադարանային և արխիվային նյութերի կենսավնասվածքների կանխարգելման և վերահսկման համար սինթետիկ ֆունգիցիդների էկոլոգիապես անվտանգ այլընտրանք:

Antifungal Activity of Plant-Based Biocides against Micromycete Biodeteriorators isolated from Manuscripts and Early Printed Books of the Matenadaran

Paronikyan Armine

Summary

Key words: *essential oils, biodeterioration, archival preservation, antifungal agents, vapor-phase activity, contact inhibition, cultural heritage conservation, volatile compounds*

The present study investigates the antifungal activity of plant-derived extracts obtained from species growing in the Armenian Highlands against micromycete biodeteriorators isolated from the surface of manuscript and early printed book collections of the Matenadaran. The test organisms included *Penicillium cyclopium* Westling, *Aspergillus niger* Tiegh., *Aspergillus ochraceus* G. Wilh., and *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl. (syn. *A. tenuis* Nees), identified through microbiological analysis of contaminated materials. Under experimental conditions, the effects of aqueous solutions of essential oils ($n = 8$) on the growth and development of the studied micromycetes were evaluated. The results demonstrated that several tested essential oils exhibited pronounced antifungal activity. The strongest inhibitory effect was observed for essential oils derived from *Tanacetum argyrophyllum* (C. Koch) Tzvel., *Ziziphora tenuior* L. and *Thymus ararati-minoris* Klokov & Des. -Shost. The findings indicate the potential of plant-based biocides as environmentally friendly alternatives to synthetic fungicides for the prevention and control of biodeterioration of library and archival materials.

Ներկայացվել է 14. 04. 2026 թ.

Գրախոսվել է 19. 04. 2026 թ.

Ընդունվել է տպագրության 27. 05. 2026 թ.

Լոռու և Գեղարքունիքի մարզերի տարբեր աճելավայրերի չիչխան դժնիկանման (*Hippophae rhamnoides L.*) բուսատեսակի թարմ պտուղներից ստացված հյութի ուսումնասիրություն

*Վարդանյան Զարուհի,
Պայյան Բգարեղա*

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-47>

Հանգույցային բառեր. *աճելավայր, ասկորբինաթթու, սախարոզա, ռեֆրակտոմետր, հողակլիմայական պայմաններ, բեկման ցուցիչ, «բուսապատման պիտներ», հյութ*

Ներածություն

Հանրապետության տարածքը հարուստ է վայրի հատապտղատու ծառափառատեսակներով, որտեղ կարևոր տեղ է զբաղեցնում չիչխան դժնիկանման (*Hippophae rhamnoides L.*) բուսատեսակը: Այն չորասեր, անբարենպաստ պայմանների նկատմամբ դիմացկուն տեսակ է [11, 10-12]: Չիչխան դժնիկանման բուսատեսակն աճում է էռոզացված հողամասերում: Բուսապատման «պիտներներից» է, աճում է զառիթափ լանջերին, ամրացնում է էռոզիայի ենթարկված լանջերը: Դա պայմանավորված է բույսի ակտիվ մացառային և արմատամացառային վերաճով [21, 6-28]: Տեսակը բուսապատման «պիտներներից» է, ինչը շատ կարևոր է էռոզացված լեռնային ռելիեֆի յուրահատուկ կենսացենոզների ձևավորման համար [12, 50-51]:

Ե. Ի. Պանտելևան իր մենագրության մեջ անդրադարձել է Չիչխան դժնիկանման բույսի բազմացման տեխնոլոգիային, սելեկցիայի խնդիրներին և արհեստական աճեցման առանձնահատկություններին [12]: Ղազախստանի հարավարևելյան շրջանում ծ. մ. 1450 մ բարձրության վրա ուսումնասիրել են Չիչխան դժնիկանման բույսի բազմացման առանձնահատկությունները՝ կախված աճելավայրի ծովի մակարդակից ունեցած բարձրությունից: Ըստ նրանց գործնականում չիչխանը բազմացնում են վեգետատիվ և սերմնային եղանակներով: Ընդ որում, սերմնային բազմացման դեպքում արժեքավոր շատ հատկանիշներ չեն փոխանցվում սերունդներին՝ մայրական ձևի հետերոզիգոտության պատճառով: Վեգետատիվ բազմացման տարբերակ է կտրոններով բազմացումը [10]:

Գրականության ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ կան աշխատանքներ, որոնք նվիրված են բույսի պտուղներում կենսաբանորեն ակտիվ նյութերի պարունակությանը և պահպանմանը: Օ.Վ.Տրինեևայի կողմից ուսումնասիրվել են կենսաբանորեն ակտիվ նյութերը բույսի պտուղներում պահպանման և սառցակալման պայմաններում՝ -40°C – 80°C պայմաններում հեղուկ ազոտում: Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ վակուոմային պայմաններում պտուղների չորացման դեպքում դրանցում կենսաբանորեն ակտիվ նյութերի մոտ 90 տոկոսը պահպանվում է [25; 27]:

Տերևային մզվածքում էքստրակտի որոշման ուղղությամբ ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ տերևային մզվածքում էքստրակտի քանակությունը շատ է լինում պտուղների զանգվածային հասումացման շրջանում [15]:

Բույսի ֆիզիոլոգիական առանձնահատկությունների ուսումնասիրման ուղղու-

թյամբ կատարված աշխատանքները ցույց են տվել, որ խոնավ վայրերում աճող բույսերում ընդհանուր ջրի պարունակության ցուցանիշը բարձր է: Բացի այդ՝ տվյալները թույլ են տալիս եզրակացնել, որ թթվածնի օգտագործման ինտենսիվությունը բարձր է այն վայրերում, որտեղ քամիներն ավելի շատ են [13]:

Աշխատանքի նպատակն է ուսումնասիրել չիչխան դժնիկանման բուսատեսակի պտուղներից ստացված օշարակում սախարոզայի և ասկորբինաթթվի պարունակությունը: Պտուղներից օշարակի ստացման համար կիրառվել է հատուկ մեխանիզմ [14]:

Նյութը և մեթոդը

Հետազոտության օբյեկտ է ընտրվել *Elaeagnaceae* ընտանիքին պատկանող *Hippophae rhamnoides* L (Չիչխան դժնիկանման) տեսակը:

Փշատագիների ընտանիքին պատկանող խոշոր, փշոտ թուփ է, երբեմն էլ ծառ: Ընձյուղները սկզբում թեփուկների և աստղաձև մազվուկների առկայության շնորհիվ արծաթափայլ են, այնուհետև ստանում են ժանգագորշավուն գունավորում [5; 9]:

Հայկական տարածություններն են՝ լավախի, ծովափուշ, ձիափշատ, ձիափուշ [4; 9]:

Հետազոտվել է բուսատեսակի աճման, զարգացման պայմանների ազդեցությունը պտուղներում շաքարների պարունակության վրա: Ծառերի վրա աճում են նուրբ դեղին, իսկ թփերի վրա՝ նարնջագույն պտուղներ: Ծառերի պտուղները երկարավուն են, թփերի պտուղները՝ տակառանման: Պտուղները մանր են՝ մոտ 0.25-0.7 գրամ, տրամագիծը՝ 0.5-1սմ: Պտուղները պահպանում են որակը նաև բացասական ջերմաստիճաններում: Թփերի պտուղները հյութալի են, ծառերի պտուղները՝ մանր, չոր, խոշոր կորիզներով: Տերևների չափումներից պարզ երևում է, որ թփերի տերևներն ավելի երկար են, քան ծառերինը: Հավանաբար, դա կապված է աճելավայրի պայմաններով և նրանց արմատային համակարգի դիրքով: Ծառերի մակերեսային արմատները ջուրը չեն հասցնում մինչև սաղարթի գագաթը: Այդ պատճառով էլ ծառերի սաղարթների վերևի մասի տերևները մանր, քսերոմորֆ բնույթի են [3; 17]:

Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ արևոտ, չոր եղանակին պտուղներում հավաքվում է ավելի շատ շաքար, քան անձրևոտ ամռան ընթացքում: Հետևաբար՝ էրոզացված հողերում, առվակներից, լեռնային գետերից հեռու աճելու դեպքում բույսի պտուղներում ածխաջրերի քանակն ավելի շատ է լինում: Պարզվել է՝ որքան խոշոր են հատապտուղները, այնքան ածխաջրերի պարունակությունը նրանցում քիչ է, քանի որ պտուղներում ջրի քանակը շատ է: Թեք, էրոզացված և չոր լանջերին աճող բույսի հատապտուղները համեմատաբար ավելի քաղցր են, և ընդհակառակը: Չնայած ծառերի պտուղները մանր են և անբարետես, բայց նրանց հասուն պտուղներում շաքարի քանակը մի փոքր գերազանցում է խոնավ ձորակների թփերի հատապտուղների շաքարի քանակին [9; 17]:

Փորձանմուշները վերցվել են Լոռու մարզում Սպիտակի շրջանի Շիրակամուտ գյուղի շրջակա տարածքում աճող բույսի թփուտներից: Գեղարքունիքի մարզում փորձանմուշները վերցվել են Ծովագյուղի հարակից տարածքի թփուտներից:

Սպիտակի շրջանը գտնվում է ՀՀ Լոռու մարզի հարավ-արևմուտքում՝ Փամբակի հովտում, Փամբակ գետի վերին հոսանքի շրջանում: Գտնվում է ծովի մակարդակից 1650 մ բարձրության վրա: Տարածքի հյուսիսում ձգվում են Բագումի, հարավում՝ Փամբակի լեռնաշղթաները: Լեռների միջին բարձրությունը չի գերազանցում 2800 մ: Միջին տարեկան ջերմաստիճանը 7-8°C, լեռնային բարձրադիր շրջաններում՝ 2-3°C: Տեղումների տարեկան քանակը 500-550 մմ է (առավելագույնը՝ գարնանը): Ձնածածկույթով

օրերի թիվը՝ 75-80: Չիչխան գետի հովտում զգալի տեղ են գրավում չիչխան դժնիկանման տեսակի մացառուտները [7]:

Գեղարքունիքի մարզը գտնվում է ՀՀ արևելյան մասում:

Կլիման բավականին մեղմ է: Տարածքը հիմնականում գտնվում է 1900–2500 մ բարձրության վրա, իսկ որոշ լեռնային հատվածներ հասնում են ավելի քան 3000 մ-ի: Այդ պատճառով այստեղ տարածված են հատկապես լեռնաափաստանային, ենթալպյան և ալպյան բուսական գոտիները: Գեղարքունիքի մարզի բուսականությունը ձևավորվել է լեռնային կլիմայական պայմանների ազդեցությամբ: Բուսականության ձևավորման վրա մեծ ազդեցություն են ունենում նաև խոնավությունը, հողի տեսակը և Սևանա լիճի ջրային ազդեցությունը [27]:

Գեղարքունիքում դիտվող տարեկան միջին ջերմաստիճանը գրանցվել է 3.3 °C | 38.0 °F: Այս վայրում տարեկան տեղումները կազմում են մոտավորապես 1232 մմ | 48.5 դյույմ:

Ամենացածր տեղումների ամիսը հունվարն է՝ ընդամենը 53 մմ | 2.1 դյույմ: Սա նշանակում է, որ այդ ժամանակահատվածում եղել է բացառիկ չորային շրջան: Այստեղ տեղումների մեծ մասը ընկնում է հունիսին՝ միջինը 153 մմ | 6.0 դյույմ:

Տարվա ընթացքում ամենաբարձր ջերմաստիճան ունեցող ամիսը օգոստոսն է, որտեղ գերակշռում է 14.7 °C | 58.5 °F միջին ջերմաստիճանը: Հունվարը ամենացուրտ ամիսն է միջին ջերմաստիճանը -8.2 °C | 17.3 °F է:

Ամենաքիչ տեղումներ ունեցող և ամենաշատ տեղատարափ անձրևներ ունեցող ամիսների միջև տեղումների մակարդակի տատանումը կազմում է 100 մմ | 4 դյույմ: Տարվա ընթացքում ջերմաստիճանը տատանվում է 22.9 °C | 41.2 °F-ով:

Այս վայրում ամենաշատ արևոտ ամիսը հունիսն է՝ օրական միջին ժամերի քանակով 9.23: Նշված օրացուցային ժամանակահատվածի ամբողջ տևողության ընթացքում արևի լույսի ընդհանուր քանակը կազմում է 276.87 ժամ:

Գեղարքունիքում ամսական միջինում հաշվարկվում է 231.59 ժամ արևի լույս, իսկ տարվա ընթացքում՝ մոտ 2779.13 ժամ [28]:

Նկատվել է, որ չոր արևկող լանջերին աճում է բույսի ծառային կենսաձևը, իսկ խոնավ ձորակներում՝ թփայինը [16, 83-84]: Մպիտակում հանդիպում են բույսի ծառային և թփային կենսաձևերը՝ կախված աճելավայրից:

Հետազոտելով բույսի կենսաձևերը [23]՝ ենթադրում են, որ փոշեհատիկի ճառագայթման միջոցով հնարավոր է ստանալ բույսի դիպլոիդ պարթենոգենետիկ սերունդ: Հետազոտելով ինդուցված ապոմիքսիսը բույսի մոտ՝ գտնում են, որ առաջարկված մեթոդով հնարավոր է արհեստականորեն կարգավորել 1:1 հարաբերությունը արական և իգական առանձնյակների մոտ ցանկալի քանակի ուղղությամբ: Գամմա ճառագայթումը կապահովի մայրական բույսերի ստացում կարճ ժամանակահատվածում ցանկալի քանակով:

Պարթենոգենետիկ սերնդի ստացման նմանատիպ հետազոտություններ կատարել են այլ գիտնականներ ցիտրուսային բույսերի օրինակով [20].

Լաբորատոր ուսումնասիրությունները կատարվել են ընդունված մեթոդներով: Այդ նպատակով տվյալ տարածքի տարբեր մասերում աճած թփուտներից ընտրվել են 12-15 առանձնյակներ, որոնց վրա իրականացվել են փորձեր: Անհրաժեշտ բուսանյութը վերցնելուց և ֆիքսելուց հետո այն անմիջապես տեղափոխվել է փորձասենյակ: Փորձերը կատարվել են 3-4 կրկնողությամբ, իսկ այնուհետև՝ որոշվել է միջին ցուցանիշը [26]:

Փորձերը կատարվել են ՎՊՀ-ի Քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի և ՎՊՀ-ի համալիր բնագիտական լաբորատորիաներում:

Հավաքված փորձանմուշներում ռեֆրակտոմետրի միջոցով որոշվել է պտուղների մզվածքի բեկման ցուցիչը և սախարոզայի տոկոսը [1-2]:

Ասկորբինաթթվի քանակությունը որոշվել է յոդաչափական եղանակով, որը ծավալային անալիզի մեթոդներից է՝ հիմնված յոդի օքսիդավերականգնիչ հատկության վրա:

Ասկորբինաթթվի քանակական որոշումը հիմնված է նրա վերականգնողական հատկությունների վրա: Յոդի հետ փոխազդելով՝ այն օքսիդացվում է մինչև դիհիդրո-ասկորբինաթթվի: Մեթոդի էությունը այն է, որ կալիումի յոդիդը ասկորբինաթթվի ազդեցությամբ վերականգնվում է ազատ յոդի, որը ներկում են օսլայի լուծույթով [6]:

Փորձեր և արդյունքներ

Ուսումնասիրվել է Չիչյան դժնիկանման բույսի թարմ պտուղներից հաստված մեխանիզմով պատրաստված հյութում սախարոզայի և ասկորբինաթթվի պարունակությունը: Արևի ճառագայթների ազդեցությունը հյութի բաղադրության վրա պարզելու նպատակով հյութի պատրաստումը կատարվել է երկու տարբերակով՝ լույս և մութ պայմաններում: Փորձանմուշները խմբավորվել են այսպես.

Փորձանմուշ 1 – Լոռու մարզ, Մալիտակի տարածաշրջան (լույս պայմաններում)

Փորձանմուշ 2 – Լոռու մարզ, Մալիտակի տարածաշրջան (մութ պայմաններում)

Փորձանմուշ 3 – Գեղարքունիքի մարզ, Ծովագյուղի տարածաշրջան (լույս պայմաններում)

Փորձանմուշ 4 – Գեղարքունիքի մարզ, Ծովագյուղի տարածաշրջան (մութ պայմաններում)

Ուսումնասիրելով ածխաջրերի տարբեր խմբերի, ստերինների, ալիֆատիկ և ալիցիկլիկ սպիրտների քանակությունը բույսի տերևներում՝ Օ. Վ. Տրինեան և Ն. Ա. Կովալյովան պտուղների հասունացման փուլում նկատել են, որ հատկապես այդ փուլում է հայտնաբերվում նշված նյութերի առավելագույն քանակը [25]: Լ. Վ. Տերեշուկի և Ս. Ս. Պավլովայի կողմից ուսումնասիրվել են կենսաբանորեն ակտիվ նյութերը բույսի պտուղներում [22]:

Բույսի պտուղներում ածխաջրերի, սպիտակուցների, ճարպերի, հանքային աղերի պարունակությունը ուսումնասիրվել է Ռուսաստանում և Գերմանիայում, ստացված արդյունքները համեմատվել են միմյանց հետ [18]:

Պտուղներում սախարոզայի պարունակության տվյալները բերված են աղյուսակ 1-ում:

Աղյուսակ 1

Սախարոզայի պարունակությունը Չիչյան դժնիկանման բուսատեսակի թարմ հասուն պտուղներից պատրաստված հյութում

Վայր	Բեկման ցուցիչ	Սախարոզայի պարունակությունը (%)
Փորձանմուշ 1	1370	21 ± 0.1
Փորձանմուշ 2	1375	20 ± 0.21
Փորձանմուշ 3	1367	23 ± 0.9
Փորձանմուշ 4	1380	29 ± 1.1

Աղյուսակ 1-ից երևում է, որ սախարոզայի պարունակությունը ամենից բարձր է Փորձանմուշ 4-ում, այսինքն Գեղարքունիքի մարզի Շովպեղուղի տարածքից վերցված փորձանմուշներում, որոնք պահվել են մթության մեջ: Ստացված ցուցանիշը գերազանցել է լույս պայմաններում պահված փորձանմուշ 3-ում ստացված տվյալներին 1,26 անգամ, այսինքն՝ 6 տոկոսով: Ստացվում է, որ մթության մեջ սախարոզայի քանակությունն ավելի լավ է պահպանվել, քան լույսի տակ: Կարելի է ենթադրել, որ լույսի ճառագայթների տակ փորձանմուշ 3-ում սախարոզան քայքայվել է:

Սախարոզայի պարունակությունը ամենից ցածր է փորձանմուշ 2-ում, այսինքն Լոռու մարզի Շիրակամուտի տարածքից վերցված փորձանմուշներում, որոնք պահվել են մթության մեջ, իսկ լույս պայմաններում պահված փորձանմուշում սախարոզայի պարունակությունը կազմել է 21 %, որը գերազանցել է մութ պայմաններում պահված փորձանմուշներին 1 տոկոսով: Փորձանմուշ 1-ում և 2-ում սախարոզայի քանակությունը գրեթե հավասար է մնացել: Ստացվում է, որ Լոռու մարզից վերցված փորձանմուշներում լույսի (արևի) ճառագայթները չեն ազդել սախարոզայի քայքայման վրա, այն գրեթե ամբողջությամբ պահպանվել է փորձանմուշում:

Այլ պատկեր է ստացվել Գեղարքունիքի մարզից վերցված փորձանմուշներում: Լույսի ճառագայթների ազդեցությամբ փորձանմուշում սախարոզայի պարունակությունը նվազել է, իսկ մթության մեջ՝ պահպանվել: Ստացվում է, որ Լոռու և Գեղարքունիքի մարզերից վերցված փորձանմուշներում, որոնք պահպանվել են լույս և մութ պայմաններում, սախարոզայի պարունակությունը բարձր է Գեղարքունիքի մարզից վերցված փորձանմուշներում:

Երկու մարզերում ստացված արդյունքների տարբերությունը հավանաբար պայմանավորված է տեղանքի բնակլիմայական պայմաններով:

Հաշվարկվել է ասկորբինաթթվի պարունակությունը հետազոտված փորձանմուշներում: Փորձերի արդյունքները բերված են աղյուսակ 2-ում:

Աղյուսակ 2

Ասկորբինաթթվի պարունակությունը Չիչխան դժնիկանման բուսատեսակի հետազոտված փորձանմուշներում

Փորձանմուշ	Ասկորբինաթթվի քանակ (մգ%)
Փորձանմուշ 1	3,09 ± 0.11
Փորձանմուշ 2	2,35 ± 0.18
Փորձանմուշ 3	2,16 ± 0.17
Փորձանմուշ 4	1,64 ± 0.08

Աղյուսակ 2-ից երևում է, որ լույսի տակ պահված փորձանմուշներից ասկորբինաթթվի պարունակությունը բարձր է փորձանմուշ 1-ում: Այն գերազանցում է փորձանմուշ 3-ի տվյալներին 1,43 անգամ: Մթության մեջ պահված փորձանմուշներում պատկերն այսպիսին է. ասկորբինաթթվի պարունակությունը ամենից ցածր է փորձանմուշ 4-ում. ի տարբերություն փորձանմուշ 2-ի՝ այն 1,43 անգամ քիչ է: Ստացվում է, որ լույսի տակ և մթության մեջ պահված փորձանմուշներում ասկորբինաթթվի պարունակության տարբերությունը նույնն է Լոռու և Գեղարքունիքի մարզերից վերցված փորձանմուշներում: Ի տարբերություն, Գեղարքունիքի մարզից վերցված փորձանմուշների՝ Լոռու մարզում աճող Չիչխան դժնիկանման բույսի պտուղներում ասկորբինաթթվի պարունակությունն ավելի մեծ է:

Ստացված արդյունքները վկայում են, որ մթության մեջ ասկորբինաթթվի պարունակությունը նվազել է: Կարելի է ենթադրել, որ մթության մեջ ասկորբինաթթուն քայքայվել է:

Փորձանմուշներում լույսի տակ և մթության մեջ ասկորբինաթթվի պարունակության համեմատության ցուցանիշները նման են Լոռու և Գեղարքունիքի փորձանմուշներում: Երկու տեղամասերում էլ փորձանմուշներում մթության մեջ ասկորբինաթթվի քանակությունն իջել է 1.31 անգամ:

Կատարված ուսումնասիրությունների հիման վրա եկել ենք այն եզրահանգման, որ

- Գեղարքունիքի մարզից վերցված փորձանմուշներում լույսի ճառագայթների ազդեցությամբ փորձանմուշում սախարոզայի պարունակությունը նվազել է, իսկ մթության մեջ՝ պահպանվել:
- Լոռու մարզում լույսի (արևի) ճառագայթները գրեթե չեն ազդել սախարոզայի քայքայման վրա. մթության մեջ պարունակությունը նվազել է մեկ տոկոսով:
- Լոռու և Գեղարքունիքի մարզերից վերցված փորձանմուշներում, որոնք պահպանվել են լույս և մութ պայմաններում, սախարոզայի պարունակությունը բարձր է Գեղարքունիքի մարզից վերցված փորձանմուշներում: Ստացված արդյունքների տարբերությունը հավանաբար պայմանավորված է տեղանքի բնակլիմայական պայմաններով:
- Փորձանմուշներում լույսի տակ և մթության մեջ ասկորբինաթթվի պարունակության համեմատության ցուցանիշները նման են Լոռու և Գեղարքունիքի փորձանմուշներում: Երկու տեղամասերում էլ փորձանմուշներում մթության մեջ ասկորբինաթթվի քանակությունն իջել է 1.31 անգամ:
- Մթության մեջ ասկորբինաթթվի պարունակությունը նվազել է: Կարելի է ենթադրել, որ մթության մեջ ասկորբինաթթուն քայքայվել է:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-47>

Գրականություն

1. Եղյան Ռ. Հ., Վարդանյան Ջ. Ս., Բույսերի ֆիզիոլոգիայի լաբորատոր աշխատանքների ձեռնարկ, Երևան 2006, էջ 37-49:
2. Թանգամյան Ս. Վ., Բույսերի ֆիզիոլոգիայի գործնական աշխատանքներ, Երևան, 2000, «Մանկավարժ» հրատարակչություն, 295 էջ:
3. Թանգամյան Ս. Վ., Աղաջանյան Մ. Ա., Բույսերի ֆիզիոլոգիա, Երևան, 2006, էջ 287, էջ 111-114:
4. Թորոսյան Ա., Հայաստանի դեղաբույսեր, Երևան, 1983, 291 էջ:
5. Հարությունյան Լ. Վ., Հարությունյան Ս. Լ., Հայաստանի դենդրոֆլորան, Երևան, 1987, 427 էջ:
6. Հովհաննիսյան Ա., Հեղուկ դեղաձևեր, Երևան, ԵՊՀ հրատարակչություն, 2016, էջ 105-126:
7. Մանասյան Մ. Գ., Գրիգորյան Ա. Թ., Եղյան Գ. Բ., Լոռու մարզ, Երևան, 2003, 203 էջ:
8. Ռուբին Բ. Ա., Բույսերի ֆիզիոլոգիայի դասընթաց, Երևան, 1985, 682 էջ:
9. Վարդանյան Ժ. Հ., Շառագիտություն, Երևան, 2005, 359 էջ:
10. Бессчетнов В. П., Кентбаев Е. Ж. Опыт зеленого черенкования облепихи круши-

- новидной в условиях юго-востока Казахстана/ISSN 0536-1036.ИВУЗ «Лесной журнал». 2018. №4 DOI: 10.17238/issn0536-1036.2018.4.56
11. Буглова Т., Шишкина Е. Взаимосвязь между некоторыми показателями химического состава и массой плодов у облепихи // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, №1, 1978.
 12. Букштынов А. Д., Трофимов Т. Т. Облепиха, Москва, 1978.
 13. Варданян З. С., Байрамян Л. Е., Саакян Г. Р., Мхитарян А. К., Лебедев А. В. Биоэкологическая характеристика растений облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides L.*) в различных местообитаниях Лорийского марза Армении. Тимирязевский биологический журнал. 2025, т. 3, № 1. <https://doi.org/10.26897/2949-4710-2025-3-1-2-02>, стр. 1-14.
 14. Варданян З. С. Байрамян Л. Е. Саакян Г. Р. Мхитарян А. К. Способ приготовления настойки из растения бузины черной.
 15. Ковалева Н. А., Тринеева О. В., Носова Д. К., Колотнева А. И. Определение экстрактивных веществ в листьях облепихи крушиновидной. Воронежский государственный университет, Вестник ВГУ, серия: химия, биология, фармация, 2022 №1, стр. 105-109.
 16. Кольтюгина О. В. Исследование химического состава плодов облепихи и возможности использования ее в продуктах питания // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, № 1 (87), 2012.
 17. Лебедев С. И. Физиология растений. Издательство Колос, 1982, 462 стр.
 18. Мезенова О. Я., Мерзелий Й. Т., Воронцов С. А., Воронцов П. А. Оценка биопотенциала дикорастущей облепихи перспектив ее комплексного использования. Технология продовольственных продуктов, вестник МАХ №3, 2020, стр. 44-61.
 19. Пантелеева Е. И. Облепиха крушиновая (*Hippophae rhamnoides L.*): Монография, 2006, 249 с.
 20. Реденко И. С. Апомиксис и селекция, Москва: Наука, 1970, с. 225-238.
 21. Скуридин Г. М. Биологические особенности облепихи // Облепиха в лесостепи Приобья, Новосибирск, 1999.
 22. Терещук Л. В., Павлова С. С. Получение биологически ценных продуктов из плодов облепихи. Пищевая технология, № 1, 2000, стр. 46-48.
 23. Тодуа В. А., Цквитаия Ц. Р. Результаты исследования облепихи крушиновидной в Грузии. Сухумский государственный университет, Грузия, Тбилиси, с. 126-146.
 24. Тринеева О. В. Биологически активные вещества плодов облепихи крушиновидной при хранении с применением различных способов консервации: обзор предметного поля // Теоретические аспекты хранения и переработки сельхозпродукции ХИПС №1-2022, с. 32-49.
 25. Тринеева О. В., Ковалева Н. А. Исследование состава биологически активных веществ облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides L.*) листьев методом ГХ-МС, Химия растительного сырья. 2023. №4, с. 219-229. DOI:10.14258/jcprrm.20230412467
 26. Dospekhov V. A. Methodology of Field Experiment, Moscow, 1973, p. 336.
 27. <https://www.armgeo.am/en/gegharkunik/>
 28. <https://en.climate-data.org/asia/armenia/gegharkunik/gegharkunik-47873/#climate-graph>

**Исследование сока, полученного из свежих плодов
облепихи (*Hipporhae rhamnoides L.*) из разных мест обитания
в Лорийской и Гегаркуникской областях.**

**Варданян Заруи,
Палян Изабела**

Резюме

Ключевые слова: местообитание, аскорбиновая кислота, сахароза, рефрактометр, почвенно-климатические условия, показатель преломления, «пионер растительности», сок

Территория Республики Армения богата дикорастущими плодово-ягодными древесно-кустарниковыми видами, среди которых важное место занимает облепиха крушиновидная (*Hipporhae rhamnoides L.*). Анализ литературных данных показывает, что существуют исследования, посвящённые содержанию и сохранности биологически активных веществ в плодах данного растения. Целью настоящей работы является изучение содержания сахарозы и аскорбиновой кислоты в сиропе, полученном из плодов облепихи крушиновидной. Объектом исследования выбран вид *Hipporhae rhamnoides L.*, относящийся к семейству Elaeagnaceae (Лоховые). Изучено содержание сахарозы и аскорбиновой кислоты в соке, полученном из свежих плодов облепихи крушиновидной с использованием специального механизма. С целью выявления влияния солнечного излучения на состав сока его приготовление осуществлялось в двух вариантах – в условиях освещённости и в темноте.

Сравнительные показатели содержания аскорбиновой кислоты в образцах, хранившихся на свету и в темноте, были сходными как для Лорийской, так и для Гегаркуникской областей. В обоих случаях содержание аскорбиновой кислоты в условиях темноты снизилось в 1,31 раза. Таким образом, в темноте наблюдается уменьшение содержания аскорбиновой кислоты, что позволяет предположить её частичное разложение в темноте.

The Study of Juice Obtained from Fresh Fruits of *Hippophae rhamnoides* L. from Different Habitats in Lori and Gegharkunik Regions.

*Vardanyan Zaruhi,
Palyan Izabela*

Summary

Key words: *growing site, ascorbic acid, sucrose, refractometer, edaphoclimatic conditions, refractive index, pioneer plant, juice*

The territory of the Republic of Armenia is rich in wild fruit-bearing tree and shrub species, among which *Hippophae rhamnoides* L. occupies an important place. A review of the literature shows that there are studies devoted to the content and preservation of biologically active substances in the fruits of this plant. The aim of this study is to investigate the content of sucrose and ascorbic acid in the syrup obtained from the fruits of *Hippophae rhamnoides* L. The object of the study was *Hippophae rhamnoides* L., belonging to the Elaeagnaceae family. The content of sucrose and ascorbic acid was studied in the juice obtained from fresh fruits of *Hippophae rhamnoides* L. using a special mechanism. In order to determine the effect of sunlight on the composition of juice, its preparation was carried out under two conditions: in the presence of light and in darkness.

The comparative indicators of ascorbic acid content in samples stored in light and darkness were similar for both Lori and Gegharkunik samples. In both regions, the amount of ascorbic acid decreased by 1.31 times under dark conditions. Thus, the content of ascorbic acid decreased in darkness, suggesting that it underwent degradation under these conditions.

Ներկայացվել է 24. 03. 2026 թ.
Գրախոսվել է 15. 04. 2026 թ.
Ընդունվել է տպագրության 27. 05. 2026 թ.

Monitoring of Some Aquatic Ecosystems in the Northeastern Part of Armenia

Vardanyan Zaruhi,
Bayramyan Liliya,
Sahakyan Gayane,
Mkhitarian Hasmik

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-56>

Key words: *aquatic plants, ecosystem, landscape diversity, monitoring, succession, species diversity*

Abstract

The geographical location of Armenia determines its landscape diversity. Natural ecosystems and vegetation cover are extremely rapidly changing elements. The object of research is the wetland flora of Tashir area, located in the center of the Lori plateau of the Lori floristic region, at an altitude of 1400-1600 m at sea level, between the Bazum and Virahayots ridges. In the lakes of the Tashir area of Armenia, monopotulations of the species *Nymphoides peltata* (S. G. Gmelin) O. Kuntze were identified, which indicates the eutrophication of these lakes. Climatic conditions and anthropogenic changes in landscapes contribute to succession processes and a reduction in the species composition of plants in aquatic ecosystems.

Introduction

The geographical location of Armenia determines the landscape diversity. The historical development of the territory of Armenia, complex physical and geographical conditions, biogeographic position, altitude zone, hypsothermal fluctuations, climatic conditions, geological processes and anthropogenic factor contributed to the formation and development of various ecosystems and biodiversity (Ziroyan & Manasyan, 2018). Natural ecosystems and vegetation cover are extremely rapidly changing elements. Climatic and anthropogenic impacts on ecosystems lead to successional changes in vegetation, both its general character and the distribution and ratio of habitats change. Armenia is experiencing degradation not only of land resources, depletion of biodiversity and biological resources of terrestrial, but also aquatic ecosystems. This is a global environmental problem and includes a set of undesirable and harmful processes and their consequences. (Vardevanyan, 2002). In Armenia, there are wetland (hydro-hygrophilic) ecosystems that are distributed in all belts, covering an area of 1774 km². The species of wetland vegetation varies depending on environmental conditions and altitude (Barseghyan 1990, Ziroyan & Manasyan, 2018).

More than 755 species of higher plants have been registered in the wetland cenoses of Armenia, of which dicotyledons make up 387 species or 62.4 % of the flora, monocotyledons make up 225 species or 36.3 %, horsetails and ferns make up 8 species or 1.3 %. The increased role of monocots in the formation of flora is characteristic of wetland habitats. The family *Cyperaceae* is the richest in edificatory species (85 species, 13.7 % of the flowering flora). The second place in the composition of vegetation is occupied by the *Poaceae* family (69-11.1%). In third place is the family *Asteraceae* (40 species - 6.4 %), which indicates the boreal origin of the wetland flora.

The northeastern part of Armenia belongs to the Lesser Caucasus mesophilic type of

altitudinal zone (Grigoryan, 1987). The landscape diversity of the study area is due to its geographical location, the large difference in relative heights, complex topography, and the characteristics of the mesophilic Ponto-Hyrcanian floristic province. (Takhtajyan, 1941).

The territory of the Lori region is located in the northeastern part of Armenia and is part of the Caucasian floristic province of the Circumboreal region of the Boreal subkingdom of the Holarctic kingdom (Takhtajyan, 1978).

Material and Methods

The object of research is the wetland flora of the Tashir district, located in the center of the Lori plateau of the Lori floristic region, at an altitude of 1400-1600m at sea level, between the Bazum and Viraaoyts ridges. (Takhtajyan, 1941, Tamanyan & Faivush, 2009, Fayvush & Aleksanyan, 2016). The geographical location and topography of the region shaped the nature, climate, soil and vegetation cover and other elements of the entire territory (Mnatsakanyan & Tadevosyan, 2007) (Table 1).

Table 1

Spatial distribution of average annual and extreme temperatures, duration of the frost-free period and sum of temperatures in the Tashir district

Station	Height M	Average, Annual temperature	Transition time 10°C			Sum of temperatures		Average t° January	Average t° July
			Spring	Autumn	Duration	Higher 5°C	Higher 10°C		
Tashir	1507	5.8	13.05	3.10	142	2376	1956	-4,9	+18-20

The physical and geographical conditions of the region are not conducive to the formation of aquatic ecosystems. However, they exist in the territory of Lori region. The wetland flora has a significant supply of various raw materials of medicinal, essential oil, tanning, edible and other plants. It should be noted that the lake and wetland habitats of Tashir largely correspond to those of other areas of northern Armenia. The region is rich in mesotrophic lakes (Mnatsakanyan & Tadevosyan, 2007). The surface is almost flat, slightly hilly in places. The soils are mountain-meadow, meadow-steppe. The natural resources of Tashir are swamps, alpine meadows, black soil. The vegetation of the region was formed under the influence of the characteristic features of the Caucasian mesophilic flora. Climatic factors are closely related to the height of the area and landforms (Table 2). The climate is moderate (Mnatsakanyan & Tadevosyan, 2007).

Table 2

Distribution of average precipitation values and air humidity in the territory of Tashir

Station	Total precipitation Mm			Average snow depth Intercession			Duration of snow cover	Relative humidity air (mb)
	In year	4-9	11-3	Average	Max.	Min.		
Tashir	713	556	157	17	37	2	72	75

However, climate warming and active human economic activity in the region contribute to the degradation of aquatic ecosystems. Numerous studies have shown the impact of climate change on aquatic ecosystems (Bates et al., 2008).

During the research, we used the route method, as well as methods adopted in hydroecology (Zilov, 2009).

Results

A special study of the plants of the lakes of the Lori plateau was first conducted by academician A. L. Takhtajyan in the period from 1931 to 1932. About 50 species were recorded in the surveyed seven lakesplains (Takhtajyan, 1939). According to the research by the renowned expert on wetland flora and vegetation in Armenia, A. M. Barseghyan, the lakes in this area boast a flora that encompasses 66 species of vascular plants. (Barseghyan, 1981, Barseghyan, 1990). Many species are relics of the Tertiary and Postglacial periods. Some of them are endangered (Barseghyan, 1978).

The object of research is four unnamed lakes on the segment of the Stepanavan-Tashir highway, numbered 1, 2, 3, 4. The first, second, and third lakes are located to the left of the highway, while the fourth lake is on the right.

The lakes studied belong to level C1.2 (surface standing waters) (Permanent mesotrophic lakes, ponds and pools). C1.2 represents lakes that are not very rich in trophic substances (nitrogen and phosphorus) and dissolved bases, with pH levels often ranging between 6 and 7.

The C1.2 category is most common among the habitats with stagnant waters in Armenia. Several communities are found here: C1.23 – Rooted underwater vegetation of mesotrophic reservoirs (Rooted submerged vegetation of mesotrophic waterbodies) *Ceratophyllum demersum L.*

C1.231 – Thickets of large pondweed beds *Potamogeton lucens L.*

C1.232 – Small pondweed communities. *Potamogeton crispus L.*

C1.24 – The rooted floating vegetation of the studied mesotrophic reservoirs (Rooted floating vegetation of mesotrophic waterbodies) is very poor floristically. They are dominated by several species: *Nymphoides peltata* (S. G. Gmelin) O. Kuntze, *Potamogeton natans L.*, *Potamogeton lucens L.*, *Ceratophyllum demersum L.* Occasionally, the free-floating species *Utricularia vulgaris L.* also forms a community of floating broad-leaved carpets - C1.241.

A special place is occupied by Carpets made of marsh flower (Fringed waterlily carpets) - C1.2413. Communities of aquatic plants with floating leaves dominated by *Nymphoides peltata* (S. G. Gmelin) O. Kuntze.

C1.2414 – Broad-leaved pondweed carpets. Communities of aquatic plants with floating leaves dominated by *Potamogeton natans L.*

The geographical characteristics of mesotrophic reservoirs - Bezymyane, Tashir, Pyatachok - are most typical for lakes of the Lori upland plain, as well as for the habitats of lakes 1-4. Presumably, the depth of lakes 1-3 in different places ranges from 3 to 7 meters (Mnatsakanyan & Tadevosyan, 2007).

Lakes 1-3 are located along the Stepanavan-Tashir highway. The free-floating vegetation (Lemna covers) in these waters, which are not very rich in trophic substances typical of mesotrophic reservoirs (Free-floating vegetation of mesotrophic waterbodies), is represented by species of the genus *Lemna L.* of the Araceae family and various algae.

Ecosystems like these are typical for eutrophic reservoirs. The dominance of species of the genus *Lemna L.* in the lake indicates processes of eutrophication and succession in the ecosystem (Fayvush & Aleksanyan, 2016). The lakes cover a significant area, and the presence of *Lemna minor L.*, in the coastal areas indicates the initiation of eutrophication processes (Fig. 1).



Figure 1. *Lemna minor* L., 2023.

The processes of eutrophication of all three lakes begin with water-fringing large sedge communities (Water-fringing large sedge communities) of large sedges *Carex acuta* L., *Juncus effusus* L. and 2-2.5 meter thickets (Great reedmace beds) of *Typha latifolia* L. widespread along the edges of the lakes, *Typha angustifolia* L. (Fig. 2)



Figure 2. *Typha latifolia* L., 2023.

Free-floating communities of common bladderwort (*Utricularia vulgaris* L.) in Lakes 1-3, which are not very rich in trophic substances, form floating colonies of bladderwort (Floating bladderwort colonies). The species occurs in the central part of the lakes and forms monopoulations.

The shores of the lakes are slightly indented, swampy, bordered by tall reeds, cattails, and sedges. The lake bottom is smooth and muddy. The silt layer in the coastal zone reaches up to 30 cm. The water is clear with a marsh taste and smell.

The fluctuation of the lake level is almost not observed, contributing to the flowering of water (Fayvush & Aleksanyan, 2016).

In eutrophic Lakes 1-3, we found carpets of plants with floating leaves of marsh flower (Fringed waterlily carpets), dominated by *Nymphoides peltata* (S. G. Gmelin) O. Kuntze (Fayvush & Aleksanyan, 2016).

There are studies in the literature related to populations of *Nymphoides peltata* (S. G. Gmelin) O. Kuntze. In Japan, the species is native and vulnerable (Mikulyuk & Nault, 2018). According to Lansdown (R. V. 2014 1), in Spain, Belarus, the Czech Republic, Lithuania, Germany, Switzerland, the species *Nymphoides peltata* (S. G. Gmelin) O. Kuntze is on the verge of extinction.

This species, a perennial rooting aquatic plant with floating leaves of the Menyanthaceae family, was described by Takhtajyan in 1981 (Life of rast 5(2) p. 370). At the beginning of the 21st century, *Nymphoides peltata* (S. G. Gmelin) O. Kuntze was primarily found in local lakes in the coastal zone, at a depth of 1 to 1.5 m. In the 20^s of the 21st century, populations of the species spread over the entire surface of the lakes, reaching greater depths, up to 4.0 meters. It blooms from May to October. At the end of the 20th century, the northernmost limit of the distribution of *N. Peltata* (S. G. Gmelin) O. Kuntze was considered to be the temperature of +16 °C. This temperature regime for the growth of plants of the species was also noted in the works of Van der Voo (Van der Voo & Westhoff, 1961). This is further confirmed by the research of G. Fayvush. According to his data, the population of the species *N. Peltata* (S. G. Gmelin) O. Kuntze at the beginning of the 21st century is found only in the coastal zone (Fayvush & Aleksanyan, 2016).

However, in the Tashir area in recent decades, the average temperature in July reaches +18-20 °C (Vardevanyan 2002; Mnatsakanyan & Tadevosyan, 2007) (Fig. 3, 4).



Figure 3. Mono population of *Nymphoides peltata* (S. G. Gmelin) O. Kuntze. 2023



Figure 4. The plant of *Nymphoides peltata* (S. G. Gmelin) O. Kuntze. 2023

Currently, the species almost covers the entire surface of lakes 1-3 and is a monodominant population.

The surface heats up and dries up a lot on summer days. Petrophytes have adapted to group growth, with a minimum amount of fine-grained soil. The herbage of the rocky steppes is generally poorly developed and sparse. The most common species are stony steppe perennial essential oil plants from the family *Lamiaceae*, including low-growing aromatic shrubs such as *Thymus serpyllum* L., as well as low reddish mats formed by the perennial species *Sedum hispanicum minus* from the family *Crassulaceae*, and *Saxifraga aizoides* L. from the *Saxifragaceae* family. These species demonstrate good drought tolerance. In the Poludiherbosa zone of Lake 4, reed beds form focal populations along the lake's border, dominating the vacated shoreline of the swampy lake. Additionally, isolated *Lemna minor* L. plants float in the water gaps. The banks are bordered by *Carex vaginata* Tausch, *Carex appropinquata* Schumach, *Carex elata* Bell ex All, *Peplis alternifolia* Bieb.

At the end of hot August 2023, a rare phenomenon of duckweed flowering was observed on swampy lake 4. This can be explained by a decrease in water in the lake and the active process of swamping. The same phenomenon was noted by A. Takhtajyan in the 30^s of the 20th century (Takhtajyan, 1939).

It should be noted that in lakes 1-4, some species for this period do not have independent phytocenological significance and are components of coastal phytocenoses.

The most common types of aquatic plants in lakes and grass on rocky shores (Table 3).

Table 3

The most common types of aquatic plants and herbage of rocky shores of lakes 1-4, 2023

Lakes			Herbage of stony steppes		
Species	Genus	Family	Species	Genus	Family
<i>Lemna minor</i> L.	<i>Lemna</i> L.	Araceae	<i>Carex acuta</i> L.		
<i>Typha latifolia</i> L.	<i>Typha</i> L.	Typhaceae	<i>Carex vaginata</i> Tausch		
<i>Typha angustifolia</i> L.	<i>Typha</i> L.		<i>Carex appropinquata</i> Schum		
<i>Utricularia vulgaris</i> L.					
<i>Utricularia minor</i> L.	<i>Utricularia</i> L.	Lentibulariaceae	<i>Carex elata</i> Bell ex ALL	<i>Carex</i> L.	Cyperaceae
<i>Utricularia intermedium</i> Hayne					
<i>Nymphaeoides peltata</i> (S. G. Gmelin) O. Kuntze	<i>Nymphaeoides</i>	Menyanthaceae	<i>Juncus effusus</i> L.	<i>Juncus</i> L.	Juncaceae
<i>Potamogeton natans</i> L.	<i>Potamogeton</i> L.	Potamogetonaceae	<i>Thymus serpyllum</i> L.	<i>Thymus</i> L.	Lamiaceae
<i>Potamogeton lucens</i> L.					
<i>Potamogeton crispus</i> L.	<i>Potamogeton</i> L.	Potamogetonaceae			
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	<i>Ceratophyllum</i> L.	Ceratophyllaceae	<i>Sedum hispanicum minus</i>	<i>Sedum</i> L.	Crassulaceae
<i>Sparganium minimum</i> Wallr	<i>Sparganium</i> L.	Sparganiaceae	<i>Saxifraga aizoides</i> L.	<i>Saxifraga</i>	Saxifragaceae
			<i>Peplis ternifolia</i> Bieb.		

Thus, table 3 shows that 10 species are most common in the coastal grassland, and 12 species are the most common in lakes 1-4. In recent decades, there has been a drop in the water level of the studied lakes, which contributes to undesirable changes, eutrophication and processes of structural and functional relationships between the ecosystem and the species composition of aquatic organisms. As a result, phytoplankton biomass has now increased, and lakes regularly “bloom” due to the massive reproduction of green algae and higher aquatic plants.

Discussion

In the area of Tashir, on average, there are about 30 small relict lakes (from 0.5 to 10 hectares) located at an altitude of 1400-1600 m above sea level. The plateau, along with these lakes, stands out as an "Important vegetation area" (Asatryan 2008; Khanjyan & Tumanyan, 2011). The current state of flora and vegetation of 11 lakes was studied by A. A. Tumanyan, Aleksanyan A. S., Fayvush G. M. (Tumanyan et al., 2018).

The wetland complexes of the region are formed mainly by ecologically close boreal species, although there are suggestions that some species are introduced by migratory birds. As a result of the plant inventory, it was found that the wetland flora of the Lori lakes is represented by 174 species of vascular plants belonging to 74 genera from 34 families. In terms of species richness, the leading families are *Cyperaceae* (30) and *Poaceae* (22) (Barseghyan, 1981). The purpose of the study is to monitor and identify plant species of the inland fresh surface waters of the Tashir district.

The EUNIS classification, as chosen for the classification of aquatic habitats (Fayvush & Aleksanyan, 2016), categorizes these habitats into the following categories:

- C. (inland surface waters)(Category C. Inland surface waters)
- D. (swamps and waterlogged habitats) (Category D. Mires, bogs and fens). Ecosystems of category D are located either on the margins of lakes, or in areas of overgrowth or drying of lakes.

C1.26 Sphagnum–vesicular communities of oligotrophic reservoirs (Peatmoss and bladderwort communities of mesotrophic waterbodies). Floating, partly above water, communities of moss species (*Sphagnum spp.*), pemphigus (*Utricularia minor L.*, *U. Intermedium Hayne*), Sparganium (*Sparganium minimum Wallr.*), formed in swamp lakes. In Armenia, these habitats are formed only in some mesotrophic lakes of the Lori upland plain with swampy shores (Fayvush & Aleksanyan, 2016).

Previously studied by scientists (Takhtajyan, 1939, Barseghyan, 1981, Barseghyan, 1990; Khanjyan & Tumanyan, 2011).

According to Takhtajyan, the vegetation of lakes and their surroundings is divided into the following formations:

1. Wet meadow Prata
2. Wetland or coastal Poludi -herbosa
3. Aquatic Aquiherbosa. There is no sharp boundary between them (Takhtajyan, 1939).

We assume that the species is most actively distributed in eutrophic lakes, swamps and wetlands. (Nault & Mikulyuk, 2009). As a result, lake biodiversity is declining. In India, the distribution of populations of the species *N. Peltata* (S. G. Gmelin) *O. Kuntze.* investigated by Sivarajan (Sivarajan & Joseph, 1993).

Dense populations of *N. peltata* destroy entire food chains. As a result, monopoulations are created that interfere with fishing, swimming, and shipping (Kelly & Maguire, 2009).

There are no known effective biological means of controlling *N. peltata*. Although the amur white species can feed on parts of *N. peltata*, the fish usually eats submerged macrophytes first, and it has not been proven that it feeds on *N. peltata*. (Di Tomaso et al., 2013). Researchers find that a mechanical method of control is most effective against the invasive species *N. peltata*. The species is also invasive in Canada (Darbyshire & Francis, 2008).

It can be assumed that successional processes occur in these aquatic ecosystems. According to Van der Velden, the distribution of the species *N. peltata* indicates the eutrophication of aquatic ecosystems (Van der Velder et al., 1979).

The surrounding slopes to the border with the water of the fourth lake are rocky, dry, and covered with various types of scale lichens and petrophyte mosses. The slopes are prone to denudation. Upland xerophytic vegetation is widespread, with subtypes of tragacanth and tomillaries (Grechushkina, 2011).

Conclusion

- Lakes 1-4 located on the Stepanavan-Tashir highway are characterized by low species diversity, unlike the lakes studied by A.L.Takhtajyan and A.M. Barseghyan.
- in lakes 1-3, monopoulations of the species *Nymphoides peltata* (S. G. Gmelin) *O. Kuntze*. have been identified, which indicates eutrophication of these lakes.
- an in-depth study of the lakes of the Lori plateau is necessary, since climatic conditions and anthropogenic changes in landscapes contribute to successional processes and a reduction in the species composition of plants in aquatic ecosystems.

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-56>

Bibliography

1. Asatryan A. T. Important Plant Areas selection: one more step towards conservation of plant diversity in Armenia. Materials of the International Conference "Actual problems of botany in Armenia". Yerevan, 2008, pp. 67-68.
2. Barseghyan A. M. The state and protection of the wetland flora and vegetation of Armenia. Scientific notes of Yerevan State University. Natural sciences. Biology. No.2, 1978, pp. 114-117.
3. Barseghyan, A. M. Collection of scientific papers. Flora, vegetation and plant resources of the Armenian SSR, 1978, pp. 53-120.
4. Barseghyan A. M. Wetland vegetation of the Armenian SSR. Academy of Sciences of the Armenian SSR, Yerevan, 1990, 354 p.
5. Bates B. C., Kundzewicz Z. W., Wu S. and Palutikof J. P. Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Secretariat, Geneva, 2008, pp. 26.
6. Darbyshire S. J., Francis A. The biology of invasive alien plants in Canada. 10. *Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) *Kuntze*. Canadian Journal of Plant Science. 88 (4), 2008, pp. 811-829. <https://doi.org/10.4141/CJPS07208>.
7. DiTomaso J. M., Kyser G. B., Oneto S. R., Wilson R. G., Orloff S. B., Anderson L. W., Wright S. D., Roncoroni J. A., Miller T. L., Prather T. S., Ransom C., Beck K. G. Duncan, C. Wilson, K. A. & Mann, J. J. Weed control in natural Areas in the Western United States: Weed Research and Information Center, University of California, Davis, California, 2013, 544 p.

8. Fayvush G. M., Aleksanyan A. S. Habitats of Armenia. National Academy of Sciences of the republic of Armenia. Institute of Botany, Yerevan. 2016, pp. 9-39. DOI:10.13140/RG.2.1.1695.9601.
9. Grechushkina N. A. Petrophytic vegetation and its classification, Samarskaya Luka: problems of regional and global ecology, vol. 20, N 1, 2011, pp. 14-31.
10. Grigoryan G. B. Regional landscape differentiation of the territories of the Armenian SSR, Academy of Sciences of the Armenian SSR. Earth Sciences, 40 (1), 1987, pp. 48-56.
11. Kelly J. and Maguire C.M. Fringed Water Lily (*Nymphoides peltata*): Invasive Species Action Plan. Prepared for NIEA and NPWS as part of Invasive Species Ireland, 2009, 14 p.
12. Khanjyan, N. S., Tumanyan, A. A. Aquatic flower plants of the Lori plateau (northern Armenia). Current problems of botany in Armenia. Materials of International Conference, Yerevan, 2008, pp. 194-197.
13. Khanjyan N. S., Tumanyan A. A. Rare species of wetland flora of the Lori plateau. Abstracts of the international conference dedicated to the 100th anniversary of the birth of A. L. Takhtajyan, 2010, Yerevan, pp. 69-71.
14. Khanjyan N. S., Tumanyan A. A. Checklist of wetland flora of lakes on Lori plateau (Armenia), Yerevan, 2011, pp. 178-180.
15. Lansdown R. V. *Nymphoides peltata* (*S. G. Gmel.*) *Kuntze*. The IUCN Red List of Threatened Species, 2014, 9 p. <https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T164309A42398483.en>.
16. Mikulyuk A., Nault M. *Nymphoides peltata* (yellow floating heart): A Technical Review of Distribution, Ecology, Impacts, and Management. Wisconsin DNR, 2018, <https://doi.org/10.1079/cabicompndium.107746>.
17. Mnatsakanyan B. P., Tadevosyan G. P. Climate and water of Lori. Vanadzor, 2007, pp. 232-240.
18. Nault M. E. and Mikulyuk A. Yellow Floating Heart (*Nymphoides peltata*): A Technical Review of Distribution, Ecology, Impacts, and Management. Wisconsin Department of Natural Resources Bureau of Science Services, PUB-SS-1051. Madison, Wisconsin, USA, 2009. <http://dnr.wi.gov/files/PDF/pubs/ss/SS1051.pdf>.
19. Sivarajan V. V., Joseph K. T. The genus *Nymphoides Seguier* (Menyanthaceae) in India. Aquatic Botany, pp.145-170. doi:10.1016/0304-3770(93)90019-s.
20. Takhtajyan A. L. Towards the knowledge of aquatic vegetation of the Lori upland plain. Transactions of the Biological Institute, Academy of Sciences USSR, 1939, pp. 19-35.
21. Takhtajyan A. L. Phytogeographic survey of Armenian SSR. The works of Botanic Institute. vol. 2, Academy of Sciences USSR, Armenian branch of Tbilisi, 1941, pp. 17-20.
22. Takhtajyan A. L. Floristic regions of the Earth. Science Publishing House. Saint-Petersburg, 1978, pp. 27-41. <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=42376>.
23. Takhtajyan A. L. Plant life. Flowering plants, vol. 5 (2), Moscow, 1981, p. 370.
24. Tamanyan K. G., Fayvush G. M. On the problem of floristic regions of Armenia. Flora, vegetation and plant resources of Armenia, Yerevan, 2009, pp. 73-78.
25. Tumanyan A. A., Aleksanyan A. S. Fayvush G. M. Main ecosystems of the lakes of Lori plateau (Armenia). Collection of scientific papers. Flora, vegetation and plant resources. Yerevan, 2018, pp. 44-49.

26. Van der Velder G., Giesen T. G., Van der Heijden, L. Structure, biomass and seasonal changes in biomass of *Nymphoides peltata* (Gmel.) O. Kuntze (Menyanthaceae), a preliminary study. Aquatic Botany, 1979, pp. 279-399. doi:10.1016/0304-3770(79)90029-9.
27. Van der Voo E.E., Westhoff V. An autecological study of some limnophytes and helophytes in the area of the large rivers. Wentia, vol. 5, 1961, pp. 163-258. <https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1961.tb00008.x>.
28. Vardevanyan A. Action program to combat desertification in Armenia. Ministry of Nature Protection of the Republic of Armenia. Yerevan, 2002, 193 p.
29. Zilov E. A. Hydrobiology and aquatic ecology (organization, functioning and pollution of aquatic ecosystems), Publishing House of the Irkutsk State University, 2009, Irkutsk, 147 p.
30. Ziroyan A. N., Manasyan G. G. Biodiversity, Edith print, Yerevan, 2018, 520 p.

Հայաստանի հյուսիսարևելյան հատվածի որոշ ջրային էկոհամակարգերի մոնիթորինգ

**Վարդանյան Չարուհի,
Բայրամյան Լիլիյա,
Սահակյան Գայանե,
Մխիթարյան Հասմիկ**

Անվտվում

Հանգուցային բառեր. ջրային բույսեր, էկոհամակարգ, լանդշաֆտային բազմազանություն, մոնիթորինգ, սուկցեսիա, տեսակային բազմազանություն

Հայաստանի աշխարհագրական դիրքը որոշում է նրա լանդշաֆտային բազմազանությունը, սակայն բնական էկոհամակարգերն ու բուսական ծածկույթը կլիմայական և մարդածին գործոնների ազդեցությամբ շատ արագ են փոփոխվում: Հետազոտության օբյեկտն է Տաշիրի տարածաշրջանի խոնավ տարածքների ֆլորան, որը գտնվում է Լոռու սարահարթի կենտրոնում՝ Լոռու ֆլորիստիկ շրջանում, ծովի մակարդակից 1400–1600 մ բարձրության վրա, Բագումի և Վիրահայոց լեռնաշղթաների միջև: Հողվածում ներկայացվում է Տաշիրի տարածաշրջանի ջրային էկոհամակարգերի (լճերի) մոնիթորինգը: Հետազոտության օբյեկտ են ընտրվել Ստեփանավան–Տաշիր ճանապարհի վրա գտնվող չորս լճերը (№ 1-4), որոնք դասակարգվում են C1.2 (մշտական մեզոտրոֆիկ լճեր, ավազաններ և ջրամբարներ) կատեգորիայի մեջ: Հետազոտության ընթացքում կիրառվել են երթուղային մեթոդը և հիդրոէկոլոգիայում ընդունված մեթոդները: Արդյունքները ցույց են տվել, որ 1–3-ում լճերում գերակշռում են *Nymphoides peltata* (*S. G. Gmelin*) *O. Kuntze* տեսակի մոնոպոպուլյացիաները, ինչը վկայում է էվտրոֆիկացման և սուկցեսիայի գործընթացների մասին: Ափային հատվածներում նկատվում են լայն տերևավոր լողացող բույսերի և *Lemna* տաքսոնի ազատ լողացող տեսակների տարածված զանգվածներ, ինչը նույնպես ցույց է տալիս ջրամբարների վիճակի փոփոխությունը: Կլիմայական պայմանները և լանդշաֆտների մարդածին փոփոխությունները նպաստում են ջրային էկոհամակարգերում բուսականության տեսակային կազմի նվազմանը, ինչը պահանջում է այդ էկոհամակարգերի շարունակական մոնիթորինգ և պահպանություն:

Мониторинг некоторых водных экосистем северо-восточной части Армении

*Варданян Заруи,
Байрамян Лилия,
Саакян Гаяне,
Мхитарян Асмик*

Резюме

Ключевые слова: водные растения, экосистема, ландшафтное разнообразие, мониторинг, сукцессия, видовое разнообразие

Географическое положение Армении определяет её ландшафтное разнообразие, однако природные экосистемы и растительный покров под воздействием климатических и антропогенных факторов отличаются высокой динамичностью. Объектом исследования является флора влажных местообитаний Таширского региона, расположенного в центральной части Лорийского плато Лорийского флористического района, на высоте 1400–1600 м над уровнем моря, между хребтами Базум и Вирахаёц.

В статье представлен мониторинг водных экосистем (озёр) Таширского региона. В качестве объектов исследования выбраны четыре озера (№1–4), расположенные вдоль автодороги Степанаван–Ташир, которые относятся к категории С1.2 (постоянные мезотрофные озёра, пруды и водоёмы). В ходе исследования применялись маршрутный метод и методы, принятые в гидроэкологии.

Результаты показали, что в озёрах 1–3 доминируют монопопуляции вида *Nymphoides peltata* (S. G. Gmelin) O. Kuntze, что свидетельствует о процессах эвтрофикации и сукцессии. В прибрежных зонах отмечены обширные скопления широколистных плавающих растений и свободноплавающих видов таксона *Lemna*, что также указывает на изменение состояния водоёмов. Климатические условия и антропогенные изменения ландшафтов способствуют сокращению видового состава растительности водных экосистем, что обуславливает необходимость их постоянного мониторинга и охраны.

Ներկայացվել է 21. 03. 2026 թ.
Գրախոսվել է 10. 04. 2026 թ.
Ընդունվել է տպագրության 27. 05. 2026 թ.

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ
ИНФОРМАТИКА
INFORMATICS

Моделирование гедонистического синапса в LIF-нейроне и его применение в спайковых нейронных сетях

Азарян Сергей,
Отарян Кнар

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-69>

Ключевые слова: пластичность, модулируемая вознаграждением, гедонистическое обучение, суррогатный градиент, обучение с подкреплением, временная обработка сигналов, численное моделирование

Введение

Данная работа посвящена концепции гедонистического синапса - особого типа нейронной связи, сила которого динамически изменяется под воздействием **глобального сигнала вознаграждения**. Цель исследования заключается в изучении и формализации механизма *reward-modulated learning* в рамках динамики нейрона типа *Leaky Integrate-and-Fire (LIF)* и демонстрации его применимости в гибридных SNN+RL системах и задачах классификации **многомерных временных сигналов**.

Для достижения поставленной цели решены следующие задачи:

1. Смоделировать LIF нейрон и гедонистический синапс в среде Python 3.12.2, обеспечивая корректное численное интегрирование мембранного потенциала и синаптических весов.
2. Реализовать правило *reward-punishment* и исследовать его влияние на динамику синаптических связей.
3. Провести теоретический анализ устойчивости модели, определить условия ограниченности синаптических весов и проверить стабильность численной схемы.
4. Выполнить численное моделирование и визуализацию результатов, включая динамику мембранного потенциала и *spike raster plot*.

Новизна работы заключается в интеграции глобально-модулируемого сигнала вознаграждения с динамикой LIF нейрона и применении surrogate gradient методов для обучения на основе спайков, что открывает возможности для построения биологически правдоподобных гибридных SNN + RL архитектур.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью динамически адаптивных связей в современных задачах обработки временных рядов и *reinforcement learning*, где классические локальные правила пластичности не обеспечивают достаточную эффективность.

Теоретическая значимость работы состоит в разработке формализованной модели гедонистического синапса, включающей мембранный потенциал, синаптические веса, функцию eligibility trace и дофаминоподобный сигнал вознаграждения, с проведением анализа устойчивости.

Практическая значимость заключается в возможности применения модели для построения эффективных и стабильных гибридных систем SNN + RL, а также для задач классификации многомерных временных сигналов, что может способствовать дальнейшему развитию методов biologically plausible learning и спайковых нейронных сетей.

1. Численные методы моделирования динамических систем

Моделирование спайковых нейронных сетей основано на решении систем дифференциальных уравнений, описывающих динамику мембранного потенциала нейрона. В рамках численной реализации используются методы дискретизации, в частности явные схемы интегрирования типа метода Эйлера, позволяющие аппроксимировать непрерывную динамику во временной сетке. Теоретические основы численных методов решения дифференциальных уравнений и анализа устойчивости изложены в работе [1; 3].

Численная устойчивость и шаг интегрирования являются критически важными параметрами при моделировании спайковых процессов, поскольку нелинейная пороговая динамика чувствительна к величине дискретизации.

Спайковые нейронные сети (SNN) [2-3; 7] представляют третье поколение искусственных нейронных сетей и моделируют обработку информации посредством дискретных событий - спайков. В отличие от классических многослойных сетей с непрерывными активациями [3], SNN учитывают временную структуру сигналов, что делает их особенно эффективными для обработки временных и событийных данных. Базовой моделью нейрона в работе используется модель интегрирования и порога (LIF — Leaky Integrate-and-Fire), описываемая дифференциальным уравнением:

$$T_m \frac{dV(t)}{dt} = -V(t) + RI(t) \quad (1)$$

Где

$V(t)$ — мембранный потенциал, $I(t)$ — входной ток, T_m — постоянная времени мембраны,

R — сопротивление

Мембранный потенциал нейрона, $V(t)$, изменяется в соответствии с дифференциальным уравнением:

$$T \frac{dV(t)}{dt} = -(V - V_{rest}) + wI_{ext} + \sigma\xi(t) \quad (2)$$

Где

V_{rest} — потенциал покоя, T — постоянная времени, w — синаптический вес,

I_{ext} — внешний поток, $\sigma\xi(t)$ — гауссовский шум,

В коде используется дискретизация Эйлера.

$$V_{t+dt} = V_t + dV \quad (3)$$

Где

$$dV = \left(\frac{-(V - V_{rest}) + wI_{ext}}{T} + \sigma N(0,1) \right) dt \quad (4)$$

При достижении порогового значения $V_i(t) \geq V_{th}$ генерируется спайк, после чего потенциал сбрасывается до значения покоя. Таким образом, динамика LIF-нейрона позволяет формализовать временную интеграцию входных сигналов и реализовать событийно-ориентированное вычисление.

SNN широко применяются в задачах распознавания образов, сенсорной обработки и обработки событийных потоков что подтверждает их вычислительный потенциал в задачах временной динамики. SNN широко применяются в задачах распознавания

образов и сенсорной обработки, что подтверждает их вычислительный потенциал в задачах обработки событийных потоков.

Гедонистические синапсы особенно тесно связаны с системой вознаграждения мозга. Дофамин играет ключевую роль в формировании ощущения удовольствия и мотивации. Центральное значение имеют области среднего мозга, включая вентральную область покрышки (VTA) и прилежащее ядро, которые участвуют в механизмах вознаграждения.

Гедонистические синапсы часто активируются приятными стимулами, такими как еда, музыка, физическая активность или социальное взаимодействие. Такой синапс представляет собой нейронное соединение, сила которого (вес) изменяется в зависимости от сигналов о награде или наказании. Это означает, что если действие привело к положительному результату (награде), эта связь усиливается. Если действие привело к отрицательному результату (наказанию), эта связь ослабевает.

Таблица 1

Сравнение с нормальным синапсом

Тип синапса	Изменение силы	Реакция
Обычный (Hebbian)	Зависит от соответствия активности до и после (fire together, wire together)	Обучение на основе точной синхронной активации
Гедонистический	Зависит от переменных внешних сигналов (reward/punishment)	Более «программируемое» или каноническое обучение, соответствующее цели.

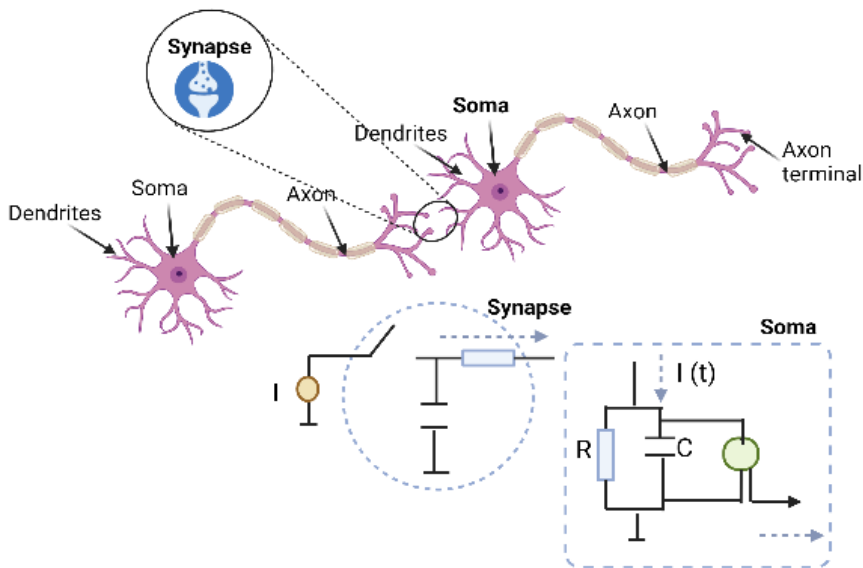


Рисунок 1. Структура нейрона и его электрическая модель

В рамках данного исследования мы моделировали концепцию гедонистического синапса с использованием языка Python, реализуя простую нейронную сеть или алгоритм, функционирующий по принципу вознаграждения и наказания. Такой подход позволяет изучать механизмы адаптивной синаптической пластичности в контролируемой вычислительной среде и обеспечивает наглядное представление процессов обучения нейронов.

2. Глобальная модуляция пластичности и гедонистический принцип

В биологических нейронных системах изменение силы синаптических связей определяется не только локальными корреляциями активности, например, механизмом STDP, но и глобальными нейромодуляторными сигналами. Гедонистическая пластичность функционально связана с системой вознаграждения мозга, включающей дофаминергические пути и структуры среднего мозга, участвующие в формировании мотивационного подкрепления.

С вычислительной точки зрения, гедонистический синапс представляет собой синаптическую связь, изменение веса которой регулируется глобальным сигналом подкрепления $r(t)$. Простейшее правило адаптации можно записать следующим образом:

$$\Delta w = \eta r(t) S_{pre} \quad (2)$$

где η – коэффициент обучения, $r(t)$ – сигнал вознаграждения (положительный или отрицательный), S_{pre} – активность пресинаптического нейрона [7].

Если результат действия приводит к положительному подкреплению ($r > 0$), связь усиливается; при отрицательном ($r < 0$) – ослабляется. Таким образом, обучение носит глобально-модулируемый характер и не требует вычисления градиента ошибки, что делает модель биологически интерпретируемой и вычислительно простой.

2.1. Импульсные нейронные сети

Отсутствие возможности выразить временную динамику биологических нейронов в смоделированных до сих пор искусственных нейронных сетях привело к появлению новых методов построения искусственных нейронных сетей, основанных на более биологически надежных нейронных моделях: импульсных нейронных сетях.

Нейроморфные вычисления предполагают выполнение вычислений биологически правдоподобным образом. Одним из важнейших типов нейроморфных вычислений являются нейронные сети. Спайковая нейронная сеть [5] – один из ведущих подходов к преодолению ограничений нейронных вычислений и эффективному использованию алгоритмов машинного обучения в реальных приложениях. Концепция сверточных нейронных сетей, часто считающихся нейронными сетями третьего поколения, реализуется с использованием биологических нейронных механизмов: Mami, который может эффективно обрабатывать дискретные пространственно-временные сигналы (**spikes**).

Интеграторно-активирующий нейрон с уткой (LIF-нейрон) – это простая модель активирующего нейрона, который можно охарактеризовать внутренним состоянием, называемым мембранным потенциалом. Мембранный потенциал интегрирует входные сигналы с течением времени и генерирует выходной импульс, когда этот потенциал пересекает порог активации нейрона. В последнее время такие нейроны были разработаны для использования в специализированном оборудовании, основанном на асинхронной архитектуре сигналов.

Что означает, что нейрон «сработал» (произошел импульс)?

В нейронных сетях, особенно в импульсных нейронных сетях (SNN-Spiking Neural Networks), нейрон «срабатывает», когда его мембранный потенциал (membrane potential) превышает определенный порог (threshold).

• **Spiking** означает, что нейрон посылает электрический импульс, который воздействует на соединённые с ним нейроны. С биологической точки зрения это то же самое, что «активация» нервной клетки при передаче информации через синапс к следующему нейрону.

• **Hedonic Synapse Learning** – Гедонистический синапс устроен таким образом, что сила (weight) синапса регулируется в зависимости от «привлекательности» – то есть, если дан правильный ответ, он усиливает соответствующие связи.

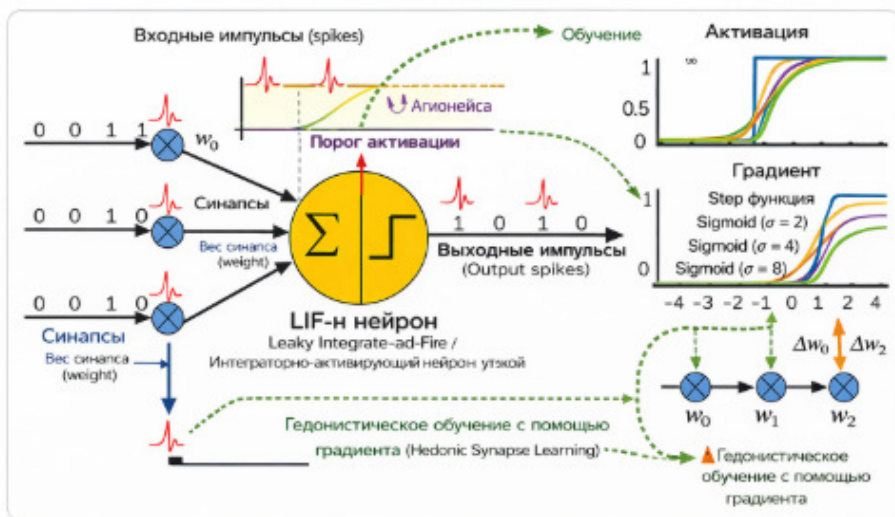


Рисунок 2. Схема работы и обучения нейрона типа Leaky Integrate-and-Fire neuron в спайковых нейронных сетях

На рис. 2 представлена полная вычислительная и обучающая схема нейрона типа Leaky Integrate-and-Fire (LIF). Мембранный потенциал нейрона не только интегрирует входные сигналы во времени, но и подвержен процессу естественного затухания (утечки), что обеспечивает динамическое моделирование биологически правдоподобного поведения. При превышении порогового значения формируется выходной импульс (спайк), после чего мембранный потенциал сбрасывается.

Поскольку функция генерации спайка является дискретной и недифференцируемой, в процессе обучения применяются методы surrogate gradient, позволяющие аппроксимировать производную пороговой функции гладкой заменой и тем самым обеспечить возможность градиентной оптимизации.

Изменение синаптических весов (Δw) осуществляется на основе градиентного подхода и может зависеть от сигнала ошибки или вознаграждения, что реализует меха-

низм гедонистического обучения. Вся система функционирует в рамках замкнутого контура обратной связи, где выходная активность нейрона влияет на последующую корректировку синаптических параметров, обеспечивая адаптивное обучение сети.

3. Кодирование информации

В спайковых нейронных сетях информация передаётся дискретными импульсами. Основными механизмами кодирования считаются частотное кодирование (rate coding) и временное кодирование (temporal coding). В первом случае информация определяется средней частотой спайков, во втором – точным временем их возникновения.

Несмотря на широкое использование частотного подхода, нейробиологические исследования показывают, что исключительно частотный механизм не полностью объясняет высокоскоростную обработку информации в мозге. Поэтому в моделях SNN учитывается как частота, так и временная структура спайков.

Локальные механизмы обучения, такие как STDP (Spike-Timing-Dependent Plasticity), корректируют вес синапса в зависимости от относительного времени пресинаптических и постсинаптических спайков.

Если пресинаптический спайк предшествует постсинаптическому, вес увеличивается; в противоположном случае – уменьшается. Такое правило является локальным по пространству и времени и эффективно для обработки пространственно-временных паттернов.

3.1 Метод обратного распространения и модель LIF

Для достижения более высокой точности классификации в SNN используются градиентные методы обучения. Однако функция активации спайкового нейрона недифференцируема, что затрудняет применение стандартного обратного распространения ошибки.

В работе используется модель Leaky Integrate-and-Fire (LIF), описываемая уравнением:

$$T_m \frac{dV_{mem}}{dt} = -V_{mem} + I(t); \quad (3)$$

где

$$I(t) = \sum_{i=1}^{n^l} \left\{ w_i * \sum_k [\theta_i(t - t_k)] \right\}; \quad (4)$$

$$\theta_i(t - t_k) = \begin{cases} 1, & \text{если } t = t_k; \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}; \quad (5)$$

Это взвешенная сумма входных импульсов, n^l – количество нейронов, t_k – время импульса.

При достижении порога нейрон генерирует спайк и его потенциал сбрасывается. Дискретизация уравнения выполняется методом Эйлера.

3.2 Кодирование входных данных и прямой проход

Поскольку входные изображения являются статическими, их пиксельные значения преобразуются в пуассоновские спайковые поезда. Пусть $x_i \in [0,1]$ нормированное значение i -го пикселя. Тогда входной процесс моделируется как

$$S_i(t) \sim \text{Poisson}(\lambda_i), \quad \lambda_i = \alpha x_i \quad (6)$$

В прямом проходе входные спайки умножаются на соответствующие синаптические веса, формируя входной ток, интегрируемый в мембранном потенциале постсинаптического нейрона согласно уравнению (3).

3.3. Приближение производной функции активации и переход к гедонистическому обучению

В спайковых нейронных сетях функция активации LIF-нейрона является ступенчатой и недифференцируемой, что делает невозможным прямое применение стандартных методов градиентного спуска. Для решения данной проблемы вводится аппроксимация производной с использованием непрерывной функции.

С учётом эффекта утечки мембранного потенциала вклад каждого входного спайка со временем экспоненциально затухает:

$$f(t) = \sum_k \exp\left(-\frac{t - t_k}{T_m}\right) \quad (7)$$

где:

t_k — момент k -го входного спайка,

T_m — постоянная времени мембраны.

Функция $f(t)$ моделирует фильтрацию низких частот, отражая постепенное угасание влияния предыдущих спайков на мембранный потенциал.

На её основе приближённая производная функции активации LIF-нейрона определяется как:

$$\frac{\partial \alpha_{LIF}}{\partial net} = \frac{1}{V_{th}} f(t) \quad (8)$$

где:

V_{th} — порог активации нейрона,

net — суммарный входной сигнал нейрона.

Такой подход позволяет учитывать динамическую фильтрацию и масштабирование производной при обучении с помощью метода обратного распространения.

3.3.1 Двухэтапное вычисление производной в скрытых слоях

В скрытых слоях вычисление производной происходит в **два этапа**:

1. Линейная аппроксимация без учёта утечки.
2. Экспоненциальная фильтрация с помощью функции $f(t)$, которая одновременно:
 - сглаживает временные флуктуации,
 - масштабирует производную,
 - выполняет роль фильтра низких частот.

В последнем слое влияние утечки рассматривается как шум, а суммарный потенциал оценивается как взвешенная сумма входных спайков.

Примечание: Такая аппроксимация сохраняет вычислительную устойчивость градиентного метода и предотвращает взрыв или затухание градиентов.

Однако данный метод является **эвристическим**. Он широко используется в

литературе [3,7], но не имеет строгого биологического обоснования и не учитывает глобальные сигналы вознаграждения.

3.3.2. Переход к гедонистическому обучению

В качестве альтернативы можно использовать **гедонистический принцип (hedonic learning rule)**.

Идея: изменение силы синапсов модулируется не только локальными корреляциями, но и **глобальным сигналом вознаграждения или наказания**.

В этом случае производная функции активации заменяется величиной, пропорциональной **гедонистическому сигналу**.

Такой подход позволяет интегрировать динамику LIF-нейрона с механизмом глобальной оценки полезности действий сети.

Глобальный сигнал вознаграждения можно интерпретировать как аналог **дофаминергического сигнала** в биологических системах. В задачах обучения с подкреплением он соответствует функции вознаграждения.

Таким образом предложенный подход объединяет:

- аппроксимацию производной LIF-нейрона,
- механизм глобальной модуляции обучения.

Это расширяет возможности применения SNN в задачах, где важно учитывать:

- **временную динамику,**
- **сигналы подкрепления.**

Иллюстрация временной динамики мембранного потенциала и различий между градиентным и гедонистическим обучением представлена на рис. 3.

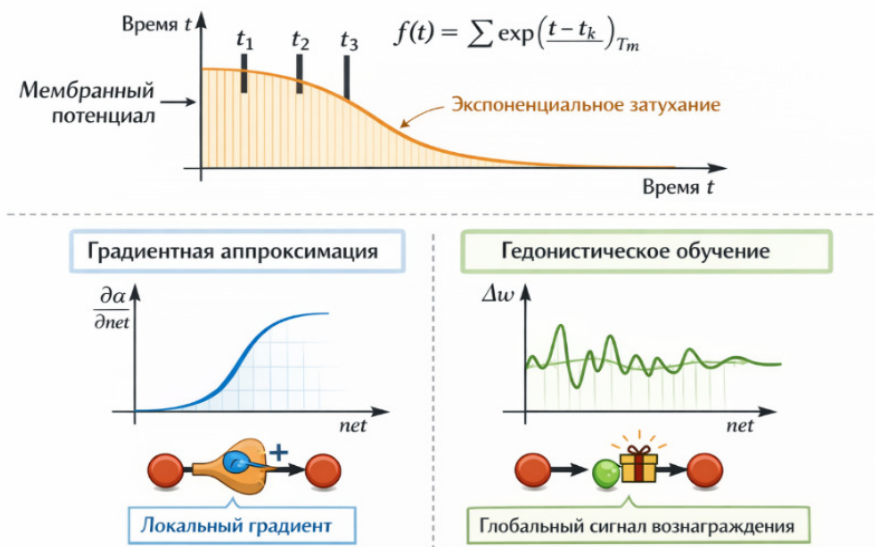


Рисунок 3. Временная динамика мембранного потенциала LIF-нейрона и приближение производной функции активации в рамках градиентного и гедонистического обучения.

4. Численная реализация и экспериментальные результаты

4.1. Параметры модели

Численное моделирование выполнено для LIF-нейрона с гедонистически модулируемой синаптической пластичностью. Использовались следующие параметры:

- постоянная времени мембраны $\tau=20$ ms,
- шаг дискретизации $dt=0.1$ ms,
- порог активации $V_{th}=1.0$,
- скорость обучения $\eta=0.01$,
- максимальный вес $w_{max}=3.0$

Мембранный потенциал эволюционирует согласно дискретизированному уравнению LIF (схема Эйлера):

$$V_{t+1} = V_t + \frac{dt}{T}(-V_t + I_t), \quad (9)$$

где входной ток определяется взвешенной суммой спайковых сигналов.

4.2. Алгоритм гедонистического обновления весов

Изменение синаптического веса осуществляется под действием глобального сигнала вознаграждения:

$$w_{t+1} = w_t + \eta R_t,$$

Где $R_t = N_{target} - N_{actual}$ -

разность между целевым и фактическим числом спайков. Для обеспечения устойчивости используется ограничение весов:

$$w \in [0, w_{max}].$$

Ниже приведён фрагмент программной реализации.

```
File Edit Format Run Options Window Help
import numpy as np
for t in range(T):
    v += dt/tau * (-v + I[t])
    if v >= v_th:
        spike = 1
        v = 0.0
    else:
        spike = 0
    spike_count += spike
reward = target_spikes - spike_count
w += eta * reward
w = np.clip(w, 0.0, w_max)
```

Представленный код отражает ключевой механизм адаптации, тогда как вспомогательные процедуры (инициализация, визуализация, экспорт данных) опущены для компактности изложения.

4.3. Экспорт и визуализация результатов

Моделирование выполнено на языке Python 3.12 с использованием библиотек NumPy и Matplotlib.

В ходе эксперимента автоматически формировались графики:

- динамики мембранного потенциала;

- спайковой активности (spike-raster);
- эволюции синаптического веса.

Результаты сохранялись в формате PDF, что обеспечивает воспроизводимость вычислительного эксперимента.

4.4. Анализ полученных результатов

Численный эксперимент показал (см. рис. 4–5):

- устойчивость динамики мембранного потенциала при малом шаге дискретизации;
- ограниченность весов при использовании процедуры отсечения;
- эффективную адаптацию синаптических коэффициентов к целевой активности;
- отсутствие дивергенции при корректном выборе скорости обучения.

Таким образом, гедонистический механизм демонстрирует стабильное поведение даже в многонейронной конфигурации. Полученные результаты (см. рис. 4, 5) подтверждают возможность интеграции глобального сигнала вознаграждения в динамические модели спайковых нейронов без потери численной устойчивости.

Trial 2: Multi-neuron SNN + RL + Raster

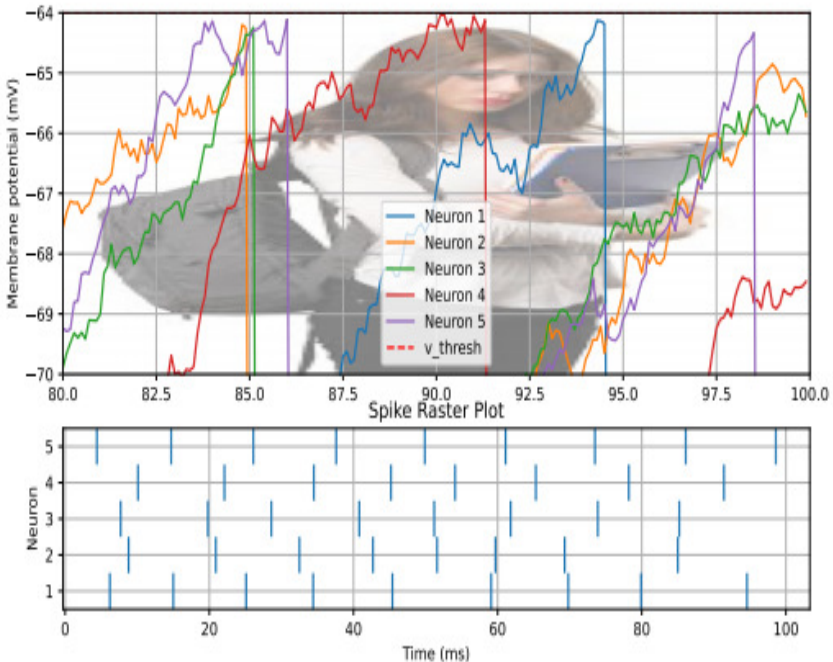


Рисунок 4. Мембранные потенциалы и spike-raster SNN (испытание 2)

Trial 5: Multi-neuron SNN + RL + Raster

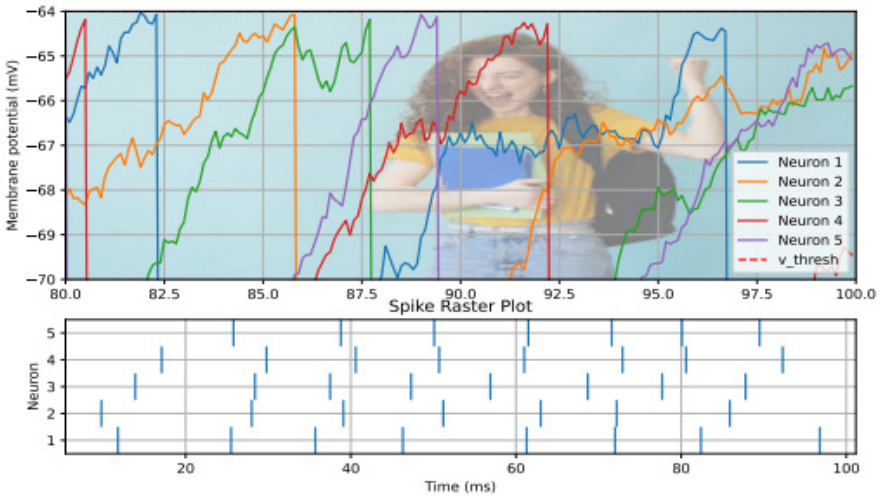


Рисунок 5. Мембранные потенциалы и spike-raster SNN (испытание 5)

Заключение

Показано, что гедонистические синапсы обеспечивают эффективный механизм глобально-модулируемой пластичности в спайковых нейронных сетях. Предложенная модель объединяет динамику LIF-нейрона и сигнал вознаграждения, что позволяет реализовать биологически правдоподобное обучение.

Численные эксперименты подтверждают устойчивость системы и способность весов адаптироваться под действием глобального сигнала. Модель может служить основой для построения гибридных SNN-RL архитектур и дальнейших исследований глобальной пластичности.

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-69>

Литература

1. Նավոյան Վ. Խ., Օթարյան Բ. Վ. Բարձրագույն մաթեմատիկայի լաբորատոր աշխատանքներ (թվային մեթոդներ). Երևան, ԵՊՀ հրատ., 2011, 68 էջ:
2. Евграфов В. А., Ильюшин Е. А. Спайковые нейронные сети // International Journal of Open Information Technologies, 2021. № 7.
3. Gerstner W., Kistler W. Spiking Neuron Models: Single Neurons, Populations, Plasticity, Cambridge: Cambridge University Press, 2002, 496 p.
4. Kloeden P. E., Platen E. Numerical Solution of Stochastic Differential Equations. Berlin, Heidelberg: Springer, 1992, 632 p.
5. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks // Advances in Neural Information Processing Systems, 2012, Vol. 25, p. 1097-1105.

6. Ke L., Hu M. Spatio Temporal Cluster Triggered Encoding for Spiking Neural Networks, 2025.
7. Paugam-Moisy H., Bohte S. Computing with Spiking Neuron Networks. Handbook of Natural Computing. Berlin, Heidelberg: Springer, 2012, p. 335-376.
8. Ratnasingam S., McGinnity T. A spiking neural network for tactile form-based object recognition // Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), 2011, p. 880-885.
9. Frémaux N., Sprekeler H., Gerstner W. Functional requirements for reward-modulated spike-timing-dependent plasticity. Journal of Neuroscience, 2010, Vol. 30, No. 40, p. 13326-13337.

**Հեղոնիկ սինապսի մոդելավորում LIF նեյրոնում և
դրա կիրառությունը սփայթային նեյրոնային ցանցերում**

*Ազարյան Սերգեյ,
Օթարյան Քնար*

Ամփոփում

***Հանգուցային բառեր.** (LIF), պարզևով մոդուլացվող պլաստիկություն (Reward-Modulated Plasticity), հեղոնիկ ուսուցում, փոխարինող գրադիենտ, ամրապնդմամբ ուսուցում, ժամանակային ազդանշանների մշակում, թվային մոդելավորում*

Ներկայացված աշխատանքում ուսումնասիրվում են հեղոնիկ սինապսի մոդելը և դրա կիրառությունը սպայթային նեյրոնային ցանցերում (SNN): Քննարկվում է Leaky Integrate-and-Fire (LIF) նեյրոնի մոդելը, որտեղ սինապսային կշիռների փոփոխությունը պայմանավորված է գլոբալ պարզևատրման ազդանշանով: Առաջարկված մոտեցումը լրացնում է տեղային պլաստիկության մեխանիզմները (օրինակ՝ STDP) և հնարավորություն է տալիս իրականացնել գլոբալ մոդուլացվող ուսուցում: Մոդելավորումը իրականացվել է Python 3.12 միջավայրում՝ կիրառելով էյլերի թվային մեթոդը: Ուսուցումը հիմնված է պարզև/պատիժ մեխանիզմի վրա՝ կախված նպատակային արժեքից սպայթերի թվի շեղումից: Ստացված արդյունքները ցույց են տալիս համակարգի թվային կայունությունը, կշիռների սահմանափակվածությունը և սինապսային գործակիցների արդյունավետ ադապտացիան: Ցույց է տրվել, որ հեղոնիկ ուսուցումը կարող է արդյունավետ կիրառվել ժամանակային ազդանշանների մշակման խնդիրներում և հանդիսանալ կենսաբանական առումով հավաստի ուսուցման հիմք: Առաջարկված մոդելը կարող է օգտագործվել որպես փորձարարական հարթակ՝ գլոբալ պլաստիկության ուսումնասիրության և SNN-RL հիբրիդային համակարգերի զարգացման համար:

Modeling of a Hedonic Synapse in a LIF Neuron and its Application to Spiking Neural Networks

*Azaryan Sergey,
Otaryan Knar*

Summary

Key words: (LIF), Reward-Modulated Plasticity, Hedonic Learning, Surrogate Gradient, Reinforcement Learning, Temporal Signal Processing, Numerical Simulation

This work investigates hedonic synapses as a mechanism for global learning in spiking neural networks. A Leaky Integrate-and-Fire (LIF) neuron model with reward-modulated synaptic plasticity is proposed, where synaptic weights are updated using a global reinforcement signal. The approach complements local plasticity rules such as STDP and supports integration into hybrid SNN-RL architectures. The model is implemented in Python 3.12 using a Euler-based numerical scheme. Learning is driven by a reward/penalty signal defined as the difference between target and actual spike counts. Simulation results demonstrate numerical stability, bounded weight dynamics, and effective adaptation of synaptic parameters. The findings confirm that hedonic learning is a promising framework for temporal signal processing and biologically inspired learning systems. The model provides high interpretability and can serve as a flexible testbed for studying global plasticity. Future work may include scaling to larger networks and analyzing the effects of noise and stochasticity.

Ներկայացվել է 25. 02. 2026 թ.
Գրախոսվել է 04. 05. 2026 թ.
Ընդունվել է տպագրության 27. 05. 2026 թ.

**Դինամիկ մուլտիմոդալ թվային կերպարի հիման վրա
օգտատիրոջ ապագա կարիքները կանխատեսող ինտելեկտուալ համակարգի
մշակման խնդրի ձևակերպում**

*Վարդանյան Հայարփի,
Սահակյան Ռուստամ*

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-82>

***Հանգուցային բառեր.** ռեակտիվ ազենտներ, պրոակտիվ ազենտներ, մուլտիմոդալ
ուսուցում, վարքագծային մոդելավորում, դինամիկ մոդել, օգտատիրոջ մոդելավորում*

Նախաբան

Ժամանակակից թվային էկոհամակարգերում մարդու և մեքենայի փոխազդեցու-
թյունը դեռևս կրում է «հարցում-պատասխան» ավանդական բնույթը: Չնայած արհես-
տական բանականության (AI) բուռն զարգացմանը, թվային գործիքների համար օգ-
տատիրոջ կողմից կարիքների ձևակերպումը շարունակում է շատ ժամանակ պահանջել:

Մեծ լեզվական մոդելների (LLM) վրա հիմնված գործակալները (agent) բարդ
խնդիրների լուծման գործընթացում ցուցաբերում են բարձր արդյունավետություն:
Այդուհանդերձ, այդպիսի համակարգերի մեծ մասը հիմնականում պահպանում է
ռեակտիվ (reactive) բնույթ, ինչը էապես սահմանափակում է դրանց արդյունավետու-
թյունը այնպիսի սցենարներում, որոնք պահանջում են կանխատեսողական վերլուծու-
թյուն և ինքնուրույն որոշումների կայացում:

Սույն հոդվածում ներկայացվում է դինամիկ մուլտիմոդալ թվային կերպարի
հիման վրա օգտատիրոջ ապագա կարիքները կանխատեսող ինտելեկտուալ համա-
կարգի մշակման խնդրի ձևակերպումը: Առաջարկվող մոտեցումը հիմնված է դինամիկ
մուլտիմոդալ թվային կերպարի վրա, որն ինտեգրում է օգտատիրոջ վարքային, կոն-
տեքստային և էմոցիոնալ տվյալները: Ի տարբերություն ռեակտիվ համակարգերի,
որոնց դեպքում գործողությունը հետևում է հարցմանը, դիտարկվող մոտեցումը հնա-
րավորություն է տալիս կանխատեսել կարիքը մինչև նրա ձևակերպումը:

Արդիականություն

Արհեստական բանականության համակարգերի արագ զարգացման ֆոնին ժա-
մանակակից թվային տեխնոլոգիաներն ավելի խորն են ներթափանցում մարդկային
կյանքի տարբեր ոլորտներ: Ինֆորմացիայի ստացման, ծառայությունների կառավար-
ման, կրթության և առողջապահության ոլորտներում AI-ի կիրառումը մեծացրել է ան-
հատականացված (personalization) բովանդակության պահանջը, ինչն իր հերթին ան-
հրաժեշտ է դարձրել օգտատերերի մոդելավորման և պրոֆիլավորման առաջադեմ
մեթոդների կիրառումը: Այս մեթոդները նպատակ ունեն կառուցել օգտատերերի
ճշգրիտ պատկերներ՝ հիմնվելով այն հսկայական տվյալների և տեղեկությունների
վրա, որոնք գեներացվում են այդ համակարգերի հետ փոխազդեցությունների արդ-
յունքում [12]: Չնայած այս առաջընթացին՝ գոյություն ունեցող համակարգերի ճնշող
մեծամասնությունը գործում է ռեակտիվ (reactive) սկզբունքով. օգտատիրոջ հարցմանը
արձագանքում են, երբ կարիքն արդեն ձևակերպված է: Նման մոտեցումը հանգեցնում
է ժամանակի կորստի՝ պահանջի ձևակերպման և արդյունքի ստացման գործըն-

թացնե՞րում, ինչը սահմանափակում է համակարգերի ինտելեկտուալ ներուժը: Ուստի, ռեակտիվ համակարգերից անցումը դեպի պրոակտիվ (proactive) և կանխատեսելի (anticipatory) համակարգեր դառնում է տեխնոլոգիական զարգացման հրամայական, որը հնարավորություն կտա պարզեցնել ոչ միայն մարդ-մեքենա փոխհարաբերությունը, այլև ապահովել օգտատերերի կարիքների բավարարումը մինչ դրանց բացահայտ ձևակերպումը:

Նպատակ

Սույն աշխատանքի նպատակն է ներկայացնել դինամիկ մուլտիմոդալ թվային կերպարի վրա հիմնված օգտատիրոջ ապագա կարիքները կանխատեսող ինտելեկտուալ համակարգի մշակման խնդիրը:

Որպես հետազոտության օբյեկտ դիտարկվում են պրոակտիվ ազենտների (գործակալների) և օգտատերերի միջև փոխազդեցության գործընթացները ժամանակակից թվային միջավայրում, իսկ ուսումնասիրության առարկան՝ օգտատիրոջ ապագա կարիքների կանխատեսմանը միտված ինտելեկտուալ համակարգերի մշակումն ու իրականացումն է հիմնված դինամիկ մուլտիմոդալ թվային կերպարի վրա:

Հետազոտության գիտական նորույթի հիմնավորում

Հետազոտության գիտական նորույթը հետևյալն է.

1. կիրառվում է կառուցվածքային ընդլայնման մոտեցում, որն ապահովում է օգտատիրոջ վարքագծային, համատեքստային և ներքին վիճակի տվյալների բազմաշերտ սինթեզ: Այն հնարավորություն է տալիս հաղթահարել ավանդական մոտեցումների սահմանափակումները, որտեղ անտեսվում է օգտատիրոջ ներքին վիճակի ուղղակի ազդեցությունը կարիքների ձևավորման վրա,

2. առաջարկվող մոտեցման շրջանակում օգտատիրոջ կարիքների կանխատեսումը դիտարկում է որպես անձի բազմաշերտ, դինամիկ թվային կերպարի շարունակական թարմացման գործընթաց, որտեղ վարքագծային, համատեքստային և էմոցիոնալ բաղադրիչները փոխկապակցված են և հիմք են հանդիսանում կանխատեսման համար,

3. ներկայացվում է «հարցում-պատասխան» ռեակտիվ պարադիգմից կանխատեսողական-պրոակտիվ փոխազդեցության անցման հայեցակարգային մոդել, որն IDEFO ֆունկցիոնալ մոդելավորման նոտացիայի հիման վրա ինտեգրում է մուլտիմոդալ ուսուցման, վարքագծային մոդելավորման և օգտատիրոջ թվային կերպարի ձևավորման մոտեցումները մեկ կոհերենտ ֆունկցիոնալ ճարտարապետությունում:

1. Առարկայական ոլորտի ուսումնասիրություն

1.1 Ռեակտիվ և պրոակտիվ ազենտներ

Մեծ լեզվական մոդելների (LLM) ի հայտ գալը զգալիորեն առաջ մղեց ինքնավար գործակալների զարգացումը: Այդպիսի գործակալները կարող են հասկանալ մարդկային հրահանգները, կազմել պլաններ, հետազոտել միջավայրը և օգտագործել գործիքներ՝ բարդ առաջադրանքներ կատարելու համար: Արդյունքում օգտատիրոջ հարցմանը արձագանքելու և պատասխան տրամադրելու համար դրանք հիմնականում գործում են ռեակտիվ սկզբունքով:

Ռեակտիվ ազենտները սովորաբար սպասում են օգտատիրոջ հստակ հրամաններին, ինչը կարող է հանգեցնել անարդյունավետության, երբ առաջադրանքների բարդությունն աճում է [10]:

Ի տարբերություն ռեակտիվ ազենտի, պրոակտիվ ազենտը չի սպասում, որ որևէ բան տեղի ունենա: Այն վերլուծում է օրինաչափությունները, հաշվի է առնում կոն-

տեքստը և փորձում է կանխատեսել, թե օգտատերը ինչի կարիք կարող է ունենալ հաջորդ պահին, այնուհետև համապատասխան գործողություն է կատարում [8]:

Ստորև ներկայացված է ռեակտիվ և պրոակտիվ ազենտների հիմնական հատկանիշների համեմատական վերլուծությունը:

Աղյուսակ 1

Ռեակտիվ և պրոակտիվ ազենտների համամատական վերլուծություն [8]

Հատկանիշ	Ռեակտիվ AI ազենտներ	Պրոակտիվ AI ազենտներ
Գործողության սկիզբ	Գործում է միայն կոնկրետ ազդակի կամ մուտքային տվյալների ստացումից հետո:	Գործում է մինչև ազդակի առաջացումը՝ հիմնվելով կանխատեսումների կամ կոնտեքստի վրա:
Հիշողություն և կոնտեքստ	Չի օգտագործում հիշողություն և հաշվի չի առնում նախկին վարքագիծը կամ միջավայրը:	Օգտագործում է նախկին տվյալները, ընթացիկ կոնտեքստը և երբեմն նաև օգտատիրոջ պատմությունը:
Որոշումների ընդունման տրամաբանություն	Պարզ, կանոնների վրա հիմնված կամ մոդելի վրա հիմնված որոշումներ, որոնք կապված են տվյալ պահին ստացված մուտքային տվյալների հետ:	Նպատակին ուղղված որոշումներ, որոնք ձևավորվում են ուսուցանված օրինաչափությունների ազդեցությամբ:
Ուսուցանվելու կարողություն	Սովորաբար ստատիկ է: Կարող է օգտագործել նախապես ուսուցված մոդելներ:	Շարունակաբար ուսուցանվում է տվյալներից, արձագանքներից և արդյունքներից:
Արագություն և պարզություն	Արագ է և քիչ ռեսուրսներ է պահանջում: Հարմար է պարզ խնդիրների համար:	Ավելի դանդաղ և բարդ է: Պահանջում է ավելի շատ հաշվարկային ռեսուրսներ և տվյալներ:

Բնչպես երևում է վերոնշյալ վերլուծությունից, պրոակտիվ ազենտի արդյունավետությունը անմիջականորեն կախված է օգտատիրոջ կոնտեքստի և վարքագծի ճշգրիտ ըմբռնումից: Նետևաբար, կանխատեսողական համակարգի հիմքում պետք է ընկած լինի օգտատիրոջ դինամիկ, շարունակաբար թարմացվող մոդելը, որը հանդիսանում է նրա թվային կերպարը:

1.2.Թվային կերպար

Թվային անձն (Digital Persona) անհատի մոդել է, որը ստեղծվում է այդ անձի մասին տվյալների հավաքագրման, պահպանման և վերլուծության միջոցով [5]:

Նման կերպարի կառուցման համար կարևոր է հստակ սահմանել հիմնական հասկացությունները՝ օգտատիրոջ պրոֆիլ, մոդել, պրոֆիլավորում և մոդելավորում:

Դիտարկենք ուսումնասիրվող հասկացություններին առնչվող յուրաքանչյուր նշանակալի տերմինի հետ կապված մեկնաբանությունները:

1. *Օգտատիրոջ պրոֆիլը (User profile)*

- յուրաքանչյուր անհատ օգտատիրոջ նախասիրությունների ներկայացումն է, որի միջոցով որոնողական համակարգը պետք է գործի մեկ կամ մի քանի նպատակների ուղղությամբ՝ ինքնավար կերպով իրականացնելով օգտատիրոջ դրված նպատակները [2],
- օգտատիրոջ վարքագծի, հետաքրքրությունների, բնութագրերի և նախասիրությունների նկարագրությունն է, որն ստացվել է հարցազրույցների և հարցաթերթիկների միջոցով կամ դինամիկ կերպով՝ մեքենայական ուսուցման ալգորիթմների և տվյալների արդյունահանման (data mining) մեթոդների կիրառմամբ [6],
- օգտատիրոջը նկարագրող տեղեկությունների համախումբ է, որը բաղկացած է ժողովրդագրական տվյալներից, ինչպիսիք են օգտատիրոջ անունը, տարիքը, երկիրը և կրթության մակարդակը, որոնք ներկայացնում են մեկ օգտատիրոջ կամ օգտատերերի խմբի նախասիրություններն ու հետաքրքրությունները [11]:

2. *Օգտատիրոջ մոդելը (User model)*

- տվյալների կառուցվածք է, որն օգտագործվում է անհատ օգտատիրոջն առնչվող հատուկ բնութագրերը որսալու համար [12],
- օգտատերերի գիտելիքների և նախասիրությունների ներկայացումն է. այն ծրագրային ապահովման պարտադիր մաս չէ, բայց օգնում է համակարգին ավելի լավ ապասարկել օգտատիրոջը: Օգտատիրոջ կամ օգտագործման օրինաչափության մասին պահպանված ցանկացած տեղեկություն չի համարվում օգտատիրոջ մոդել, քանի դեռ այն չի կարող օգտագործվել օգտատիրոջ վերաբերյալ որոշակի հստակ ենթադրությունն ստանալու համար [1]:

3. *Օգտատիրոջ պրոֆիլավորումը (User profiling)*

- օգտատերերի հատկանիշների ձեռքբերման, արդյունահանման և ներկայացման գործընթաց է [12],
- գեներացված տվյալներից անհատի հետաքրքրությունների, անհատականության գծերի կամ վարքագծի վերհանման գործընթացն է [4]:

4. *Օգտատիրոջ մոդելավորումը (User modeling)*

- օգտատիրոջ հետաքրքրությունների մասին տեղեկատվության հավաքագրման, ինչպես նաև օգտատիրոջ պրոֆիլների կառուցման, պահպանման և օգտագործման գործընթացն է [9]:
- օգտատիրոջ պրոֆիլի ձեռքբերման գործընթաց է, որն իրենից ներկայացնում է անհատականացված առաջարկությունների համակարգերի համար օգտատիրոջ հայեցակարգային ընկալում: Հիմնական զաղափարն է սովորել յուրաքանչյուր օգտատիրոջ ներկայացումը՝ օգտագործելով այն օբյեկտները կամ այդ օբյեկտների հատկանիշները, որոնց հետ օգտատերը փոխազդել է [12]:

Վերոնշյալ հասկացությունների վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ օգտատիրոջ պրոֆիլը և մոդելը հիմնականում արտացոլում են ստատիկ բնութագրեր՝ ժողովրդագրական տվյալներ, նախասիրություններ, հայտնի հետաքրքրություններ: Սակայն պրոակտիվ կանխատեսողական համակարգի համար ստատիկ պատկերը բավարար չէ. անհրաժեշտ է նաև հասկանալ, թե ինչպես է օգտատերն իրականում վարվում և իրեն դրսևորում ժամանակի ընթացքում: Հենց այստեղ է, որ առաջին պլան է մղվում օգտատիրոջ վարքագծային մոդելավորումը, որն ուղղված է ոչ թե «ով է» օգտատերը, այլ «ինչ է անում» հարցին:

Օգտատիրոջ վարքագծային մոդելավորում

Օգտատիրոջ վարքագծի ուսումնասիրությունը զգալիորեն զարգացել է՝ ներառելով մոդելավորման մի շարք բարդ մեթոդներ, որոնք ապահովում են օգտատիրոջ վարքագծի ավելի խորը ըմբռնում տարբեր համատեքստերում:

Միկրո և մակրո վարքագծի մոդելավորում. Միկրո վարքագծի մոդելավորումը վերաբերում է օգտատիրոջ կողմից իրականացված անմիջական գործողությունների վերլուծությանը, որոնք արտացոլում են նրա կարճաժամկետ նախասիրությունները: Այս գործողությունները կարող են ներառել սեղմումները (clicks), դիտումները, ինչպես նաև վեբ էջի կամ հավելվածի կոնկրետ բաղադրիչների հետ փոխազդեցությունները: Մյուս կողմից, մակրո վարքագծի մոդելավորումը դիտարկում է լայնածավալ գործողությունները, ինչպիսիք են գնումների պատմությունը կամ բաժանորդագրությունների թարմացումները:

Multi-behavior մոդելավորում. Այս մոտեցումն ինտեգրում է օգտատիրոջ և օբյեկտների միջև փոխազդեցության տարբեր ձևերը: Multi-behavior մոդելավորումն ընդունում է, որ օգտատերերը հաճախ հարթակների հետ փոխազդում են բազմաթիվ ձևերով (օրինակ՝ սեղմելով, ընտրվածների մեջ ավելացնելով, կարծիք գրելով, գնում կատարելով և այլն), և այդ վարքագծերից յուրաքանչյուրը կարող է արժեքավոր պատկերացումներ տալ նրանց նախասիրությունների ու մտադրությունների մասին [11]:

1.3. Մուլտիմոդալ ուսուցում

Մուլտիմոդալ ուսուցումը արհեստական բանականության բարդ մոտեցում է, որը սովորեցնում է ալգորիթմներին մշակել, հասկանալ և համադրել տվյալների տարբեր տեսակներից կամ «մոդալություններից» ստացված տեղեկատվությունը: Ի տարբերություն ավանդական համակարգերի, որոնք մասնագիտանում են մեկ տեսակի մուտքային տվյալների վրա (օրինակ՝ տեքստը թարգմանության համար կամ պիքսելները՝ պատկերների ճանաչման համար), մուլտիմոդալ ուսուցումը նմանակում է մարդկային ճանաչողությանը՝ ինտեգրելով տարբեր զգայական մուտքային տվյալներ, ինչպիսիք են տեսողական տվյալները, խոսքային ատլիոձայնագրությունները, տեքստային նկարագրությունները և տվիչների (սենսորների) ցուցմունքները: Այս ամբողջական մոտեցումը մեքենայական ուսուցման մոդելներին թույլ է տալիս զարգացնել աշխարհի ավելի խորը և համատեքստային ընկալում, ինչը հանգեցնում է ավելի հուսալի և ունիվերսալ կանխատեսումների:

Մուլտիմոդալ ուսուցման հիմնական խնդիրն է տարբեր տեսակի տվյալները վերածել ընդհանուր մաթեմատիկական տարածության, որտեղ դրանք կարելի է համեմատել [3]:

Դա անալոգն է նրա, թե ինչպես է մեր ուղեղը ինտեգրում տարբեր զգայարաններից ստացված տեղեկատվությունը՝ աշխարհի ամբողջական պատկերը ստեղծելու համար:

Գոյություն ունեն տարբեր մոդալություններից ստացված տեղեկատվության միավորման մի քանի հիմնական ռազմավարություններ.

1. *վաղ ինտեգրում (Early Fusion)* – յուրաքանչյուր մոդալությունից ստացված չմշակված կամ մասնակի մշակված տվյալների միավորում նախքան վերլուծության հիմնական փուլը:

2. *ուշ ինտեգրում (Late Fusion)* – յուրաքանչյուր մոդալության համար անկախ մոդելների արդյունքների ստեղծում և միավորում:

3. *հիբրիդային ինտեգրում (Hybrid Fusion)* - վաղ և ուշ ինտեգրման համակցում ստաբիլ մակարդակներում [7]:

Այսպիսով՝ մուլտիմոդալ ուսուցումը կիրառվում է ամենատարբեր ոլորտներում, որտեղ կարևոր է հաշվի առնել տեղեկատվության ոչ թե մեկ, այլ միանգամից մի քանի աղբյուր:

Մուլտիմոդալ ուսուցման կիրառումը հնարավոր է դարձնում օգտատիրոջ վարքային, կոնտեքստային և էմոցիոնալ տվյալների համադրումը, ինչն էլ հիմք է հանդիսանում դինամիկ թվային կերպարի ձևավորման համար:

2. *Առաջարկվող ինֆորմացիոն համակարգի ֆունկցիոնալ մոդել*

Նկար 1-ում բերված արդյունքները արտացոլում են առաջարկվող համակարգի ամբողջական կառուցվածքը:

Նկար 1-ում ներկայացված է օգտատիրոջ գործողությունների և ընթացիկ վիճակի վերաբերյալ տվյալների հիման վրա թվային կերպարի ստեղծման և հետագա քայլերի կանխատեսման գործընթացի ֆունկցիոնալ մոդելը: Որպես մուտքային տվյալներ օգտագործվում են օգտատիրոջ չմշակված տվյալները: Հավաքագրված նախնական տեղեկատվությունը փոխանցվում է հաջորդ փուլ, որտեղ տվյալները պատրաստվում են հատուկ մեթոդաբանությամբ, որպեսզի կիրառելի դառնան կանխատեսող մոդելավորման համար: Տվյալների մշակմանը հաջորդում է օգտատիրոջ դինամիկ մուլտիմոդալ թվային կերպարի ստեղծումը, որը հանդիսանում է օգտատիրոջ վիրտուալ կրկնօրինակը և անընդհատ թարմացվում է: Այնուհետև այդ կերպարի և հավաքագրված բազայի հիման վրա իրականացվում է ուսուցում՝ հաշվի առնելով որակի գնահատման հիմնական մետրիկաները:

Վերջնական փուլում ուսուցանված մոդելի և ձևավորված կերպարի համադրմամբ ձևակերպվում է կանխատեսումը, որը թույլ է տալիս սահմանել օգտատիրոջ հաջորդ հավանական գործողությունը:

3. *Խնդրի դրվածքի հստակեցում*

Հիմք ընդունելով ֆունկցիոնալ մոդելի վերը նշված նկարագրությունը՝ առաջարկվում է խնդրի դրվածք, որի համար հիմք կլինի [10]-ը:

Պրոակտիվ ագենտի (proactive agent) գործառույթն է իրականացնել կանխատեսումներ՝ հիմնվելով օգտատիրոջ A : գործունեության, շրջակա միջավայրի E : իրադարձությունների և S : վիճակի վրա, ինչը կարելի է ձևակերպել հետևյալ կերպ.

$$P_t = f_t(E_t, A_t, S_t),$$

որտեղ f_t -ն ներկայացնում է պրոակտիվ ագենտին, իսկ P_t -ն նշանակում է t պահին հնարավոր առաջադրանքի կանխատեսումը: Հարկ է նշել, որ P_t կանխատեսումը կարող է լինել կա մ կանխատեսելի առաջադրանք, կա մ դատարկ արժեք, եթե ագենտը գտնում է, որ որևէ առաջադրանքի անհրաժեշտություն չկա:

Օգտատիրոջ A_t գործունեությունը ներառում է օգտատիրոջ փոխազդեցությունը շրջակա միջավայրի և ագենտի հետ, ինչպիսիք են մուտքագրումը ստեղծաշարով կամ ագենտի հետ գրույցը:

Շրջակա միջավայրի E_t իրադարձությունները պարունակում են ագենտի կողմից արձանագրված իրադարձություններ՝ նոր նամակ ստանալուց մինչև հավելվածի փակում:

Շրջակա միջավայրի S_t վիճակը արտացոլում է ընթացիկ միջավայրի վիճակը, օրինակ ֆայլային համակարգի վիճակը կամ բացված վեբ էջերի բովանդակությունը:

Պրոակտիվ ազենտի օգտագործման նպատակն է առավելագույնի հասցնել առաջարկվող առաջադրանքների նկատմամբ օգտատիրոջ կողմից ընդունման ցուցանիշը (acceptance rate): Հիմնվելով օգտատիրոջ A_t գործունեության, շրջակա միջավայրի S_t ընթացիկ վիճակի և ազենտի կողմից առաջարկված P_t կանխատեսման վրա՝ օգտատերը կայացնում է երկուական (binary) որոշում.

$$R_t = g(P_t, A_t, S_t),$$

որտեղ R_t -ն երկուական փոփոխական է, որը ցույց է տալիս կանխատեսման ընդունումը ($R_t = 1$) կամ մերժումը ($R_t = 0$): Որպեսզի միավորենք այն դեպքերը, երբ P_t կանխատեսումը չի պարունակում առաջադրանք և երբ այն պարունակում է որևէ առաջադրանք, ներմուծվում է օժանդակ փոփոխական (N_t), որը ցույց է տալիս, թե արդյոք օգտատիրոջը անհրաժեշտ է աջակցություն.

- $N_t = 1$, եթե օգտատիրոջը անհրաժեշտ է աջակցություն.
- $N_t = 0$, եթե օգտատիրոջը աջակցություն անհրաժեշտ չէ:

Օգտատիրոջ ընդունման R_t որոշումը, սահմանվում է հետևյալ կերպ.

$$R_t = \begin{cases} 1, & \text{եթե } (P_t \neq \emptyset \text{ և } \text{օգտատերը ընդունում է } P_t) \text{ կամ } (P_t = \emptyset \text{ և } N_t = 0) \\ 0, & \text{հակառակ դեպքում} \end{cases}$$

Այսպիսով, եթե P_t կանխատեսումը առաջադրանք չի պարունակում (այսինքն՝ ազենտը կարծում է, որ օգտատիրոջն աջակցություն հարկավոր չէ), ստուգվում է օգտատիրոջ աջակցության իրական կարիքը՝ N_t : Եթե օգտատիրոջն իրոք աջակցություն հարկավոր չէ ($N_t = 0$), ապա դա գրանցվում է որպես ընդունում ($R_t = 1$): Հակառակ դեպքում, եթե օգտատիրոջն անհրաժեշտ է աջակցություն ($N_t = 1$), ապա դա գրանցվում է որպես մերժում ($R_t = 0$): Պրոակտիվ ազենտի նպատակն է առավելագույնի հասցնել առաջարկվող առաջադրանքների ընդունման ապավող ցուցանիշը [10].

$$\max_{\theta} E[R_t]:$$

Այսպիսով [10]-ում ներկայացված մոդելը ձևակերպում է պրոակտիվ ազենտի կանխատեսումը որպես $P_t = f_{\theta}(E_t, A_t, S_t)$: Այդուհանդերձ, այն չի ներառում օգտատիրոջ ներքին վիճակի (emotional state, cognitive load) ներկայացումը, ինչը կարող է սահմանափակել կանխատեսման ճշգրտությունը:

Նշված բացը լրացնելու համար առաջարկվում է ներմուծել նոր վիճակ՝ U_t (User State), որն ինտեգրում է 3 բաղադրիչ.

$$U_t = (U_b, U_c, U_e),$$

որտեղ՝

- U_b – վարքագծային (behavioral) տվյալներ (սեղմումներ (clicks), նավիգացիա և այլն),
 - U_c – կոնտեքստային (contextual) տվյալներ (ժամ, սարք, վայր),
 - U_e – էմոցիոնալ (emotional) ազդանշաններ (ձայնի տոն, ընդմիջումների դիֆոմ):
- Այս դեպքում կանխատեսման ֆունկցիան կարելի է ձևակերպել հետևյալ կերպ.

$$P_t = f_{\theta}(E_t, A_t, S_t, U_t):$$

Ֆունկցիայի այս ընդլայնված տարբերակը հնարավորություն կտա կատարել կանխատեսումներ՝ հաշվի առնելով նաև, թե «ինչ վիճակում է» օգտատերը, ինչը կարող է բարձրացնել կանխատեսման ճշգրտությունը:

Եզրակացություն

Սույն աշխատանքում ներկայացվել է օգտատիրոջ ապագա կարիքները կանխատեսող ինտելեկտուալ համակարգի խնդրի ձևակերպումը, որը հիմնված է դինամիկ մուլտիմոդալ թվային կերպարի վրա: Առարկայական ոլորտի ուսումնասիրությունը հնարավոր դարձրեց հստակ տարանջատել ռեակտիվ և պրոակտիվ ագենտների հիմնական հատկանիշները՝ ցույց տալով, որ կանխատեսողական համակարգի կառուցման անհրաժեշտ նախապայմանն է օգտատիրոջ խորը և բազմաշերտ ճանաչումը:

Հետազոտության ընթացքում հիմնավորվել է, որ օգտատիրոջ պրոֆիլի և մոդելի գոյություն ունեցող հասկացությունները, լինելով հիմնականում ստատիկ բնույթի, բավարար չեն պրոակտիվ կանխատեսման համար: Ի լրումն դրանց՝ անհրաժեշտ է վարքագծային մոդելավորման դինամիկ մոտեցումների կիրառումը, որոնք ընդգրկում են միկրո և մակրո մակարդակների, ինչպես նաև multi-behavior փոխազդեցությունների վերլուծությունը:

Ներկայացված վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ ռեակտիվ «հարցում-պատասխան» պարադիգմից անցումը դեպի կանխատեսողական, պրոակտիվ փոխազդեցություն հնարավոր է պայմանով, որ համակարգն ունենա օգտատիրոջ բազմաչափ, շարունակաբար թարմացվող թվային կերպար: Քանի որ ավանդական ստատիկ մոդելները չեն հարմարվում թվային տիրույթի արագ փոփոխություններին, առաջարկվում է անցում կատարել վարքագծային բազմաշերտ մոդելավորմանը՝ կանխատեսումների ճշգրտությունը բարձրացնելու նպատակով: Նման մոտեցումն ունի կիրառական նշանակություն կրթության, առողջապահության, տեղեկատվական ծառայությունների և անհատականացված համակարգերի ոլորտներում:

Հետագա ուսումնասիրությունները կնվիրվեն ներկայացված մոդելի հիման վրա համակարգի մշակմանը և բազմաոլորտ սվալների հիման վրա դրա կիրառական վավերացմանը:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-82>

Գրականություն

1. Al Seraj M.S. A Survey on User Modeling in HCI // *Computer Applications: An International Journal*, 2018, Vol. 5, No. 1, pp. 21–28. doi:10.5121/caij.2018.5102. URL: <http://airccse.com/caij/papers/5118caij02.pdf>
2. Amato G., Straccia U. *User Profile Modeling and Applications to Digital Libraries // Research and Advanced Technology for Digital Libraries*, Vol. 1696, Springer Berlin Heidelberg, 1999, pp. 184–197. doi:10.1007/3-540-48155-9_13. URL: http://link.springer.com/10.1007/3-540-48155-9_13
3. Baltrusaitis T., Ahuja C., & Morency L. P. Multimodal machine learning: A survey and taxonomy. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 41(2), pp. 423–443. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2018.2798607>
4. Chen W., Gu Y., Ren Z., He X., Xie H., Guo T., Yin D., Zhang Y. Semi-supervised User Profiling with Heterogeneous Graph Attention Networks. *Proceedings of the Twenty-Eighth International Joint Conference on Artificial Intelligence*, Macao, China, 2019, pp. 2116–2122. doi: <https://doi.org/10.24963/ijcai.2019/293>. URL <https://www.ijcai.org/proceedings/2019/293>
5. Clarke R. Digital Persona, URL: <https://www.rogerclarke.com/DV/DigPersona.html>

6. Godoy D., Amandi A. User profiling in personal information agents: a survey. The Knowledge Engineering Review, 2005, Vol. 20, No. 4, pp. 329-361. doi:10.1017/S0269888906000397.
7. Jiao T., Guo C., Feng X., Chen Y., & Song, J. A comprehensive survey on deep learning multi-modal fusion: Methods, technologies and applications. *Computers, Materials & Continua*, 80 (1), 2024, pp. 1-35. <https://doi.org/10.32604/cmc.2024.053204> (hуuuu-
uᵗjᵗ ᵗ 08.03.2026)
8. Jonwal S. Reactive vs Proactive AI Agents: Key Differences Explained. Young Urban Project (Artificial Intelligence), 2025. URL: <https://www.youngurbanproject.com/reactive-vs-proactive-ai-agents/>
9. Kim S., Lee N., Kim D., Yang M., Park C. Task Relation-aware Continual User Representation Learning // Proceedings of the 29th ACM SIGKDD Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, KDD '23, New York, NY, USA, 2023, pp. 1107-1119. doi:10.1145/3580305.3599516. URL: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3580305.3599516>
10. Lu Y., Yang S., Qian C. et al. Proactive Agent: Shifting LLM Agents from Reactive Responses to Active Assistance. URL: <https://arxiv.org/abs/2410.12361>
11. Ouafoutouh S., Zellou A., Idri A. User profile model: A user Dimension-based classification, 10th International Conference on Intelligent Systems: Theories and Applications (SITA), Rabat, 2015, pp. 1-5. IEEE. doi:10.1109/SITA.2015.7358378.
12. Purificato E., Boratto L., De Luca E.W. User Modeling and User Profiling: A Comprehensive Survey // Doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2402.09660>

Постановка задачи разработки интеллектуальной системы прогнозирования будущих потребностей пользователя на основе динамического мультимодального цифрового образа

Варданын Айарпи

Саакян Рустам

Резюме

***Ключевые слова:** реактивные агенты, проактивные агенты, мультимодальное обучение, поведенческое моделирование, динамическая модель, моделирование пользователя*

В настоящей работе представлена постановка задачи интеллектуальной системы прогнозирования будущих потребностей пользователя, основанной на динамическом мультимодальном цифровом образе. Изучение предметной области позволило чётко разграничить ключевые характеристики реактивных и проактивных агентов, показав, что необходимым условием построения прогностической системы является глубокое и многоуровневое знание о пользователе.

В ходе исследования было обосновано, что существующие концепции профиля и модели пользователя, носящие преимущественно статический характер, недостаточны для проактивного прогнозирования. Помимо них, необходимо применение динамических подходов к поведенческому моделированию, охватывающих анализ взаимодействий на микро- и макроуровнях, а также взаимодействий типа multi-behavior.

Представленный анализ показывает, что переход от реактивной парадигмы «запрос–ответ» к прогностическому, проактивному взаимодействию возможен при

условии, что система располагает многомерным, непрерывно обновляемым цифровым образом пользователя. Поскольку традиционные статические модели не адаптируются к быстрым изменениям цифровой среды, предлагается перейти к многоуровневому поведенческому моделированию с целью повышения точности прогнозов. Данный подход имеет прикладное значение в сферах образования, здравоохранения, информационных услуг и персонализированных систем.

Дальнейшие исследования будут посвящены разработке системы на основе представленной модели и её прикладной валидации на основе многодоменных данных.

Problem Formulation for the Development of an Intelligent System for Predicting Future User Needs Based on a Dynamic Multimodal Digital Persona

*Vardanyan Hayarpi
Saakyan Rustam*

Summary

Key words: *reactive agents, proactive agents, multimodal learning, behavioral modeling, dynamic model, user modeling*

This paper presents the problem formulation of an intelligent system for predicting future user needs, based on a dynamic multimodal digital persona. The study of the subject domain made it possible to clearly distinguish the key characteristics of reactive and proactive agents, demonstrating that a deep and multi-layered understanding of the user is a necessary precondition for building a predictive system.

In the course of the research, it was substantiated that existing concepts of user profiles and models, being predominantly static in nature, are insufficient for proactive prediction. In addition to these, it is necessary to apply dynamic approaches to behavioral modeling, encompassing the analysis of micro- and macro-level interactions as well as multi-behavior interactions.

The presented analysis demonstrates that the transition from the reactive “request–response” paradigm toward predictive, proactive interaction is achievable, provided that the system possesses a multidimensional, continuously updated digital persona of the user. Since traditional static models do not adapt to the rapid changes of the digital domain, a transition to multilayered behavioral modeling is proposed in order to enhance the accuracy of predictions. This approach holds applied significance in the fields of education, healthcare, information services, and personalized systems.

Future research will focus on the development of a system based on the proposed model and its applied validation using multi-domain data.

Ներկայացվել է 01. 04. 2026 թ.
Գրախոսվել է 01. 25. 2026 թ.
Ընդունվել է տպագրության 27. 05. 2026 թ.

ՄԱՆԿԱՎԱՐԺՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ
ՄԵԹՈԴԻԿԱ

ПЕДАГОГИКА И
МЕТОДИКА

PEDAGOGY AND
METHODOLOGY

«Արհեստական բանականության կիրառություններ» թեմայի ուսուցումը նախագծային մեթոդի կիրառմամբ

Ասրյան Գայանե

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-94>

Հանգուցային բառեր. նախագծային ուսուցում, քննադատական մտածողություն, ինտերակտիվ խաղ, անվտանգության ուղեցույց, էթիկական որոշումներ, սովորողի ինքնավարություն, մենթորություն

Նախաբան

Ժամանակակից կրթությունը հայտնվել է տեխնոլոգիական հեղափոխության ազդեցության ներքո, որտեղ թվային գործիքները և արհեստական բանականությունը (ԱԲ) ավելի հաճախ են ներթափանցում սովորողների առօրյա կյանք: Սովորողները օգտվում են տարբեր ԱԲ ծառայություններից՝ տեղեկատվություն որոնելու, ստեղծագործական խնդիրներ լուծելու և ինքնուրույն ուսումնական նախագծեր մշակելու համար, ինչը խթանում է նրանց ակտիվ մասնակցությունը և ինքնավարությունը [7, 42]: Սակայն տեխնոլոգիաների այս ներխուժումը նաև նոր մարտահրավերներ է առաջ բերում: Երբ ԱԲ-ն դառնում է մշտական օգնական, անհրաժեշտ է ճիշտ կազմակերպել դրա կիրառումը, որպեսզի այն չփոխարինի ուսուցչին և չսահմանափակի էթիկական ու քննադատական մտածողության զարգացումը [6, 112]: Այս պարագայում ուսուցիչը շարունակում է մնալ առանցքային դերակատար: Արդի տեխնոլոգիաների պարագայում նրա առաքելությունը ոչ միայն գիտելիքի փոխանցումն է, այլև ապահով միջավայրի ստեղծումը, որտեղ սովորողները կարող են հիմնավորված որոշումներ ընդունել և զարգացնել սոցիալական հմտություններ [1, 84]:

Հոդվածի բովանդակությունը

Ներկայիս բոլոր ուսուցիչներին մտահոգող կրթության հիմնական հարցն այն է, թե ինչպես ստեղծել մի միջավայր, որտեղ ԱԲ-ն կծառայի որպես արդյունավետ գործիք՝ չվնասելով սովորողի ընտրության ազատությունն ու պատասխանատվությունը: ԱԲ-ի վրա հիմնված լուծումները կարող են խաթիլել սովորողի ինքնուրույն մտածողությունը, առաջացնել անվստահություն թե՛ ուսուցչի, թե՛ շրջապատի նկատմամբ, եթե չկա ճիշտ մեթոդական ուղղորդում:

Այս հոդվածի նպատակն է ցույց տալ «Արհեստական բանականության կիրառություններ» թեմայի արդյունավետ ուսումնասիրումը նախագծային մեթոդի կիրառությամբ:

Նախագծի համար սահմանված էին հետևյալ նպատակները.

- Տալ գիտելիք արհեստական բանականության կիրառման, դրա նշանակության և օգտակարության մասին:
- Նկարագրել, թե ինչպես է արհեստական բանականությունը առաջ տանում բազմաթիվ համակարգչային ծրագրերի և ֆիզիկական համակարգերի զարգացումը:

- Ուսումնասիրել ԱԲ-ի ազդեցությունը մարդկային կյանքի վրա:
- Ջարգացնել բանավեճի հմտություններ:
- Ջարգացնել էթիկական որոշումներ կայացնելու հմտություններ:
- Ստեղծել ապագայի սցենարների ինտերակտիվ մոդել (խաղ):
- Ուսումնասիրել ԱԲ գործիքների (ChatGPT, Gemini, Sumo և այլն) ինտեգրման հնարավորությունները նախագծային ուսուցման գործընթացում:

Ինչպես գիտենք, նախագծային մեթոդը թույլ է տալիս սովորողին դուրս գալ պասսիվ սպառողի դերից և դառնալ հետազոտող [3, 24]: Նախագծային աշխատանքի շրջանակներում սովորողները զարգացնում են.

- տեղեկատվության հավաքագրման և վերլուծության հմտություններ,
- փաստարկների մշակման և որոշումների կայացման կարողություններ,
- թիմային համագործակցություն [5, 115]:

Հոդվածի նորույթը ԱԲ գործիքների և նախագծային մեթոդի համադրման մեջ է՝ որպես էթիկապես հիմնավորված ուսուցման ձև: Նախագիծը սկսելու և ռիսկերը վեր հանելու համար սովորողներին տրամադրել են հետևյալ ուղղորդող հարցերը.

1. Որո՞նք են այն մարդկային հմտությունները, որոնք ԱԲ-ն երբեք չի կարողանա փոխարինել:
2. Ինչպե՞ս կփոխվի դպրոցը 10 տարի հետո, եթե յուրաքանչյուր աշակերտ ունենա անհատական ԱԲ-ուսուցիչ:
3. Արդյո՞ք ԱԲ-ն կստեղծի նոր մասնագիտություններ, թե՞ պարզապես կվերացնի եղածները:
4. Ինչպիսի՞ն կլինի աշխարհը, եթե մենք ընդհանրապես հրաժարվենք ԱԲ-ից և վերադառնանք «իրական» կյանքին:
5. Ի՞նչ որոշում կկայացնեն աշակերտները խնդրի լուծմանը ծանոթանալու դեպքում:
6. Ո՞րտեղ կօգտագործվի սովորողների ստեղծածը:

Սովորողների ներկայացրած փաստարկների հիման վրա **առաջին փուլում** ծանոթացրել են նախագծի հիմնախնդրին՝ «Ինչպե՞ս կառուցել տեխնոլոգիական ապագա, որտեղ ԱԲ-ն կլինի օգտակար գործիք, բայց չի զրկի մարդուն իր ազատ ընտրության իրավունքից և էթիկական պատասխանատվությունից»: Իրականացրել են խմբերի բաժանում: Յուրաքանչյուր խմբի հանձնարարել ընտրել մի բնագավառ (օրինակ՝ բժշկություն, տրանսպորտ կամ կրթություն), որտեղ ԱԲ-ն մեծ ազդեցություն ունի:

Երկրորդ փուլում խմբերը սկսել են տեղեկատվություն հավաքել իրենց ընտրած բնագավառում ԱԲ-ի կիրառման մասին: Ուսումնասիրել են իրական օրինակներ (օրինակ՝ Tesla-ի ինքնավար մեքենաները, բժշկական նորագույն սարքավորումները կամ ChatGPT-ն կրթության մեջ) և պարզել, թե ի՞նչ խնդիրներ է լուծում ԱԲ-ն թվարկած բնագավառներից յուրաքանչյուրում և ի՞նչ նոր հարցեր է առաջացնում:

Երրորդ փուլում սովորողները վերլուծել են իրենց իրականացրած հետազոտությունները «Աշխատանքային թերթիկի» միջոցով: Գծել են աղյուսակ, որի մի կողմում նշել են տեխնոլոգիական առավելությունները (արագություն, ճշգրտություն), իսկ մյուս

կողմում՝ մարդկային ռիսկերը (գաղտնիություն, պատասխանատվություն): Կիրառելով ԱԲ գործիքներ՝ ստեղծել են իրենց ուսումնասիրած ԱԲ գործիքների (ChatGPT, Gemini, Suno, Sora, Deepseek, Nano Banana, Qwen Chat) մասին պատմող ինտերակտիվ և շատ ուսուցանող տեսանյութ, որտեղ ներկայացրել են յուրաքանչյուր ԱԲ գործիքի այսպես ասած «գործառնություն» խոսելով առավելությունների և թերությունների մասին: Այս փուլերի ավարտին սովորողների մոտ զարգացել են սովորելու կարողունակություն, թվային և մեդիա կարողունակություն:

Չորրորդ փուլում սովորողները իրականացրել են էթիկական երկընտրանքների մշակում, որի ժամանակ հորինել են «Ի՞նչ կլինի, եթե...» սցենարներ: Ստեղծել են մի իրավիճակ, որտեղ չկա միանշանակ «ճիշտ» կամ «սխալ» պատասխան (օրինակ՝ ԱԲ-ն պետք է ընտրի երկու մարդու կյանքի միջև): Այս մոտեցումը թույլ է տալիս վերլուծել ԱԲ-ի հնարավոր դրական և բացասական ազդեցությունները: Նմանատիպ նորարարական տեխնոլոգիաները պահանջում են ուսուցչի վերափոխումը մենթորի և համակարգողի, ով օգնում է սովորողին հասկանալ տեխնոլոգիայի ազդեցությունը հասարակության վրա [6, 168]:

Հինգերորդ փուլում դասարանը վերափոխվում է բանավեճի ակումբի՝ ձևավորելով «Փրկություն» և «Սպառնալիք» թիմերը: Հայտնի է, որ բանավեճը նպաստում է սովորողների քննադատական մտածողության զարգացմանը, քանի որ նրանք ստիպված են լինում վերլուծել փաստերը, գտնել հիմնավորումներ և հասկանալ հարցի տարբեր կողմերը: Այն զարգացնում է նաև հաղորդակցման հմտություններ, սեփական տեսակետը հստակ ձևակերպելու և դիմացինին հարգալից լսելու կարողություն [4, 28]: Բանավեճի դերը կարևորել են հետևյալ պարզ պատճառով, եթե ԱԲ-ն կարող է տալ պատրաստի պատասխաններ, ապա բանավեճը ստիպում է սովորողին ինքնուրույն կշռադատել այդ պատասխանների արժանահավատությունը և էթիկականությունը: Թիմերը բանավիճում են «ԱԲ. Փրկություն՝, թե՞՝ սպառնալիք» թեմայի շուրջ: Յուրաքանչյուր խումբ փորձում է գտնել լուծումներ՝ օգտագործելով փաստարկներ, որի ընթացքում էլ վեր են հանվում ամենատարբեր հակասությունները: Ստորև ներկայացնում են իրականացրած բանավեճի համառոտ սցենարը.

1. Անհատական թիմային հարցեր

«Փրկություն» թիմի հարցեր և պատասխաններ

1. Ի՞նչ օգտակարություն ունի ԱԲ-ն մարդկանց համար:

Պատասխան՝ ԱԲ-ն օգնում է մարդկանց կյանքը դարձնել ավելի հեշտ և անվտանգ:

Օրինակ՝ բժշկության մեջ այն կարող է արագ հայտնաբերել հիվանդությունները, իսկ կրթության մեջ՝ օգնել յուրաքանչյուրին սովորել իր մակարդակով:

2. ԱԲ-ն կարո՞ղ է փոխարինել մարդուն:

Պատասխան՝ ԱԲ-ն չի փոխարինում մարդուն, այլ օգնում է նրան: Այն կարող է կատարել կրկնվող աշխատանքներ, բայց չի կարող փոխարինել մարդու ստեղծագործ մտածողությանը և զգացմունքներին:

3. Ինչպե՞ս կարելի է կանխել ԱԲ-ի վտանգները:

Պատասխան՝ Պետք է ստեղծել օրենքներ և վերահսկողություն: Եթե ԱԲ-ն ճիշտ օգտագործվի, այն կլինի օգտակար գործիք, ոչ թե վտանգ:

4. Ինչո՞ւ է ԱԲ-ն կարևոր ապագայի համար:

Պատասխան՝ ԱԲ-ն զարգացնում է գիտությունը, տեխնոլոգիան և կրթությունը: Առանց դրա մարդկությունը չի կարող արագ առաջընթաց գրանցել:

«Սպառնալիք» թիմի հարցեր և պատասխաններ

1. Ինչո՞ւ է ԱԲ-ն վտանգավոր:

Պատասխան՝ ԱԲ-ն կարող է դուրս գալ վերահսկողությունից և սխալ որոշումներ ընդունել: Բացի այդ՝ այն կարող է օգտագործվել կեղծ տեղեկություն տարածելու համար:

2. ԱԲ-ն խլո՞ւմ է աշխատատեղերը:

Պատասխան՝ Այո, շատ աշխատանքներ ավտոմատացվում են, և մարդիկ կարող են կորցնել իրենց աշխատանքը: Սա մեծ սոցիալական խնդիր է:

3. Կարո՞ղ է ԱԲ-ն վնասել մարդկանց:

Պատասխան՝ Եթե սխալ ծրագրավորվի կամ օգտագործվի, կարող է վնասել: Օրինակ՝ սխալ բժշկական խորհուրդ կամ վտանգավոր որոշում:

4. Ինչո՞ւ չպետք է լիովին վստահել ԱԲ-ին:

Պատասխան՝ ԱԲ-ն չունի զգացմունքներ և բարոյական արժեքներ: Այն գործում է տվյալների հիման վրա, որոնք միշտ չէ, որ ճիշտ են:

2. Հակադարձ պատասխաններ

Փրկություն: Եթե քեզ հարցնեն «ԱԲ-ն մարդկանց ծուլյ չի՞ դարձնի»:

Պատասխան՝ ԱԲ-ն ազատում է մարդուն ծանր աշխատանքից, որպեսզի նա գրավի ավելի ստեղծարար ու կարևոր գործերով:

Սպառնալիք: Եթե քեզ հարցնեն «Բայց ԱԲ-ն օգնում է բժշկությանը, դա վա՞տ է»:

Պատասխան՝ Այո, օգնում է, բայց սխալների դեպքում հետևանքները շատ վտանգավոր կարող են լինել: Մարդկային վերահսկողությունը պարտադիր է:

Փրկություն: «ԱԲ-ն վտանգավոր է, չէ՞»:

Պատասխան՝ Ցանկացած տեխնոլոգիա կարող է վտանգավոր լինել, եթե սխալ օգտագործվի: Խնդիրը ոչ թե ԱԲ-ն է, այլ նրա օգտագործումը:

Սպառնալիք: «ԱԲ-ն չի՞ օգնում զարգանալ»:

Պատասխան՝ Օգնում է, բայց չափից շատ կախվածությունը կարող է թուլացնել մարդկանց մտածողությունը:

«Ինչպե՞ս կարող ենք վերահսկել ԱԲ-ն»

«Փրկություն» թիմ

Պատասխան՝ ԱԲ-ն հնարավոր է վերահսկել հստակ օրենքների, մասնագետների վերահսկողության և պատասխանատու օգտագործման միջոցով: Պետությունները և կազմակերպությունները կարող են սահմանել կանոններ, որպեսզի ԱԲ-ն գործի մարդու շահերի համար:

Կարճ տարբերակ՝ «ԱԲ-ն գործիք է, և ինչպես ցանկացած գործիք, այն վերահսկվում է մարդու կողմից»:

«Սպառնալիք» թիվ

Պատասխան՝ ԱԲ-ն ամբողջությամբ վերահսկելը շատ բարդ է, քանի որ այն արագ զարգանում է և կարող է ինքնուրույն որոշումներ ընդունել: Կա վտանգ, որ այն կարող է դուրս գալ մարդկային վերահսկողությունից:

Կարճ տարբերակ՝ «Մենք չենք կարող լիովին վերահսկել մի բան, որը մեզանից արագ է զարգանում»:

«Արդյո՞ք ԱԲ-ն կարող է փոխարինել ուսուցչին»

«Փրկություն» թիվ

Պատասխան՝ ԱԲ-ն չի կարող ամբողջությամբ փոխարինել ուսուցչին, բայց կարող է լինել շատ օգտակար օգնական: Ուսուցիչը ոչ միայն գիտելիք է տալիս, այլ նաև դաստիարակում, հասկանում աշակերտին, ինչը ԱԲ-ն չի կարող անել:

Կարճ տարբերակ՝ «ԱԲ-ն կարող է օգնել ուսուցչին, բայց չի կարող փոխարինել նրան»:

«Սպառնալիք» թիվ

Պատասխան՝ ԱԲ-ն արդեն կարող է փոխանցել գիտելիք և բացատրել նյութը, ու ժամանակի ընթացքում կարող է մասամբ փոխարինել ուսուցչին: Մա կարող է հանգեցնել ուսուցիչների դերի նվազմանը:

Կարճ տարբերակ՝ «ԱԲ-ն աստիճանաբար փոխարինում է ուսուցչի որոշ գործառույթներ»:

«Փրկություն» թիվ – Եզրակացություն

Ամփոփելով մենք համոզված ենք, որ ԱԲ-ն մարդկության համար մեծ հնարավորություն է: Այն օգնում է բժշկությանը, կրթությանը և առօրյա կյանքին: Այո, կան որոշ վտանգներ, բայց դրանք կարելի է վերահսկել ճիշտ օգտագործման միջոցով: ԱԲ-ն մեր թշնամին չէ, այլ մեր ապագայի կարևոր գործիքը:

«Սպառնալիք» թիվ – Եզրակացություն

ԱԲ-ն ունի օգտակար կողմեր, սակայն դրա վտանգները անտեսել չի կարելի: ԱԲ-ն հզոր ուժ է, բայց հենց դրա մեջ է վտանգը: Այն կարող է ոչ միայն օգնել, այլ նաև վնասել, եթե դուրս գա վերահսկողությունից: Ապագան չպետք է թողնենք տեխնոլոգիայի ձեռքին առանց սահմանների: Մենք տեսնում ենք նրան որպես **սպառնալիք**, որը պետք է վերահսկել: Բանավեճի միջոցով սովորողների մոտ զարգացել են լեզվական գրագիտություն և կարողունակությունը և ժողովրդավարական և քաղաքացիական կարողունակությունը:

Վեցերորդ փուլում իրականացվել է նախագծի կարևոր բաղադրիչներից մեկը՝ ԱԲ-ի վրա հիմնված ինտերակտիվ խաղի ստեղծումը, որտեղ սովորողը պետք է ընտրի՝ ապավինել սեփական դատողությանը, թե՞ տեխնոլոգիային: Մա զարգացնում է քննադատական մտածողությունը և օգնում խուսափել ԱԲ-ից կուրորեն կախվածություն ունենալուց: Սովորողները բանավեճից ստացած մտքերը վերածեցին խաղի՝ ընտրեցին խաղի կերպար, որին տվեցին «ԱԲԻՆԱ» անունը: Գծեցին խաղի «ճյուղավորվող քար-

տեզը», մշակեցին անհրաժեշտ իրավիճակներն ու առաջարկվող ընտրանքները: Ստեղծեցին իրավիճակային քարտեր և խաղի կանոնների թերթիկ, որում հստակ ներկայացրեցին նաև գնահատման չափանիշները, համաձայն որի՝ խաղի ավարտին պարզ է դառնում խաղացողի կարգավիճակը.

- ԱԲ-ի գերի է,
- Կարողանում է դատել և կատարել ճիշտ ընտրություն,
- Ընդհանրապես չի օգտագործում ԱԲ, սակայն միշտ չէ, որ դա օգտակար է:

Ցոթերորդ փուլում սովորողները պատրաստեցին խաղի թղթային տարբերակը և փորձարկեցին, որպեսզի վեր հանեն թերությունները և անկանխատեսելի ռիսկերը: Տվեցին հետադարձ կապ. «Արդյո՞ք ընտրությունը դժվար էր», «Արդյո՞ք հետևանքը տրամաբանական էր»:

Ութերորդ և իններորդ փուլերում հիմնվելով խաղի մեջ տեսած վտանգների վրա՝ սովորողները ձևակերպեցին իրենց **«Ինչպե՞ս աշխատել ԱԲ-ի հետ»** անվտանգության կանոնները, որոնք էլ հանդիսացան նախագծի գործնական ուղեցույցի կարևորագույն բաղադրիչները: Ուղեցույցի մեջ սովորողները ներառեցին հետևյալ 10 կետերը.

1. Մի՛ տրամադրիչ անձնական տվյալներ:
2. Մի՛ վստահիր ներկայացված տվյալներին, պարտադիր ստուգիր:
3. ԱԲ-ն օգտագործի՛ր որպես օգնական, այլ ոչ թե ուղեղի փոխարինող:
4. Մի՛ փոխարինիր մասնագետին, հիշի՛ր, որ գործ ունես վիրտուալ գործիքի հետ:
5. Քննարկի՛ր հնարավոր լուծումները:
6. Մի՛ օգտագործիր վնասակար նպատակներով:
7. Մաքրի՛ր բոլոր գլույցների պատմությունները:
8. Զգուշացի՛ր քո կողմից գեներացված նկարներից և տեսանյութերից:
9. Եղի՛ր հարգալից, օգտագործի՛ր էթիկայի կանոնները:
10. Օգտագործի՛ր խելամիտ և պատասխանատվորեն:

Նախագծային ուսուցման ընթացքում ստեղծված ԱԲ անվտանգության ուղեցույցը սովորողներին մղում է իրականացնել տվյալների պաշտպանություն և աղբյուրների ստուգում: Թվային տիրույթում անվտանգության կանոնների պահպանումը և անձնական տվյալների գիտակցված կառավարումը ժամանակակից քաղաքացու անկյունաքարային հմտություններն են [2, 56]: Այս նորարար մոտեցումը թույլ է տալիս գնահատել սովորողների կարողունակությունների բազմակողմանի զարգացումը՝ սկսած տվյալների կառավարումից մինչև ստեղծարարություն [4, 152]: Կարևոր է նաև այն գիտակցությունը, որ ԱԲ-ն դառնում է ավելի ուժեղ, երբ մենք համագործակցում ենք հանուն վաղվա օրվա:

Տասներորդ փուլում ներկայացրին իրենց կողմից իրականացված ավարտուն նախագծի արդյունքները:

Եզրակացություն

Այս աշխատանքում ուսումնասիրվել են 10-րդ դասարանում ուսումնասիրվող «Արհեստական բանականության կիրառություններ» թեմայի դասավանդման առանձնահատկությունները նախագծային մեթոդի միջոցով: Հետազոտության կենտրոնում եղել է տեխնոլոգիական գործիքների և մանկավարժական ժամանակակից մոտեցումների համադրումը՝ սովորողների քննադատական մտածողության և թվային գրագիտության բարձրացման նպատակով: Հետազոտության ընթացքում իրականացվել է նախագծային ուսուցում, որտեղ ԱԲ գործիքները դիտարկվել են ոչ թե որպես պատրաստի լուծումներ սովորող միջոցներ, այլ որպես հետազոտության օգնականներ: Աշխատանքը ներառել է բանավեճի և էթիկական երկրնորանքների վերլուծություն, թվային անվտանգության ուղեցույցի մշակում և ինտերակտիվ խաղի կիրառում:

Ամփոփելով՝ կարող ենք պնդել, որ ժամանակակից կրթության գլխավոր մարտահրավերը ոչ թե ԱԲ-ից հրաժարվելն է, այլ դրա խելամիտ և էթիկապես հիմնավորված ինտեգրումը դպրոցական ծրագրերում: Նախագծային մեթոդը թույլ է տալիս կրթել մի սերունդ, որը տեխնոլոգիան դիտարկում է որպես հզոր օգնական՝ միաժամանակ պահպանելով մարդկային անփոխարինելի արժեքները՝ ստեղծարարությունը, ապրումնականությունը և ազատ ընտրության իրավունքը:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-94>

Գրականություն

1. Ադամյան Ն., Դասավանդման մեթոդիկայի արդի տեխնոլոգիաներ: Ուսումնական ձեռնարկ, Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2018, 264 էջ:
2. Գյոզալյան Ս., Թվային գրագիտություն և սովյալների անվտանգություն, Երևան, 2019, 144 էջ:
3. Գյոզալյան Ս., Նախագծային ուսուցում: Ուսումնական ձեռնարկ, Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2021, 128 էջ:
4. Խաչատրյան Ս., Ուսուցման արդյունավետ մեթոդներ, Երևան, Ֆրիդրիխ Էբերտ հիմնադրամ, Հայաստան, 2020, 74 էջ:
5. Մարգարյան Ա., Պետրոսյան Լ., Դասավանդման ժամանակակից մեթոդներ և տեխնոլոգիաներ, Երևան, 2018, 208 էջ:
6. Полат Е. С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования, Москва: Издательский центр «Академия», 2008. – 272 с.
7. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning, Center for Curriculum Redesign, 2019, 256 p.

Обучение теме «Применение искусственного интеллекта» с использованием метода проектного обучения

Асрян Гаяне

Резюме

Ключевые слова: проектное обучение, критическое мышление, интерактивная игра, руководство по безопасности, этические решения, автономия учащегося, менторство

В данной работе были изучены особенности преподавания темы «Применения искусственного интеллекта» в 10-м классе с использованием проектного метода. В центре исследования находилось сочетание технологических инструментов и современных педагогических подходов с целью повышения критического мышления и цифровой грамотности учащихся. В ходе исследования было реализовано проектное обучение, в котором инструменты ИИ рассматривались не как средства предоставления готовых решений, а как помощники в исследовании. Работа включала проведение дебатов, анализ этических дилемм, разработку руководства по цифровой безопасности и использование интерактивной игры. Подводя итог, можно утверждать, что главным вызовом современного образования является не отказ от ИИ, а его разумная и этически обоснованная интеграция в школьные программы. Проектный метод позволяет воспитать поколение, которое рассматривает технологии как мощного помощника, сохраняя при этом незаменимые человеческие ценности: креативность, эмпатию и право на свободный выбор.

Teaching the Topic “Applications of Artificial Intelligence” through the Project-Based Learning Method

Asryan Gayane

Summary

Key words: project-based learning, critical thinking, interactive game, safety guide, ethical decisions, learner autonomy, mentoring

This study explored the peculiarities of teaching the topic “Applications of Artificial Intelligence” in the 10th grade through the project-based learning method. The research focused on combining technological tools with modern pedagogical approaches to enhance students' critical thinking and digital literacy. During the study, project-based learning was implemented, where AI tools were viewed not as providers of ready-made solutions, but as research assistants. The work included debates, analysis of ethical dilemmas, development of a digital security guide, and the use of an interactive game. In conclusion, it can be argued that the primary challenge of modern education is not the rejection of AI, but its wise and ethically grounded integration into school curricula. The project-based method allows for the education of a generation that views technology as a powerful assistant while preserving irreplaceable human values: creativity, empathy, and the right to free choice.

Ներկայացվել է 01. 04. 2026 թ.

Գրախոսվել է 03. 04. 2026 թ.

Ընդունվել է տպագրության 27. 05. 2026 թ.

**Պայրոցների ուսումնական արհեստանոցների նյութատեխնիկական
բազաների արդի վիճակի հետազոտում**

*Խողերյան Բորիս,
Հակոբյան Աննա,
Պողոսյան Հովհաննես*

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-102>

***Հանգուցային բառեր.** հաստոցներ, գործիքներ, սարքավորումներ, ուսումնական միջավայր, գործնական հմտություններ, կտրող և չափող գործիքներ, նյութատեխնիկական պայմաններ, կրթության որակ*

Նախաբան

«Տեխնոլոգիա» կրթական ոլորտը հանդիսանում է ուսուցման անհրաժեշտ բաղադրիչներից մեկը դպրոցականների դաստիարակության և զարգացման գործում: Տեխնոլոգիան բազմաբնույթ առարկա է, իր մեջ ընդգրկում է բնական և արհեստական նյութերի մեխանիկական և գեղարվեստական մշակումներ [1-3]: Տեխնոլոգիայի դասերը կրում են համակցված բնույթ՝ ներառելով թե՛ տեսական գիտելիքներ, թե՛ գործնական աշխատանքներ: Նախկինում բոլոր դպրոցները ունեին հազեցված ուսումնական արհեստանոցներ և մասնագիտացված կաբինետներ: Նշված արհեստանոցներում տեղադրված էին փայտամշակման և մետաղամշակման ուսումնասարտադրական հաստոցներ և սարքավորումներ: Բոլոր արհեստանոցները, բացի անհրաժեշտ հաստոցներից, ապահովված էին նաև կտրող և չափիչ գործիքներով [5]: Ցավոք, պետք է նշել, որ հետխորհրդային տարիներին, հատկապես 1990-ականներին մեր հանրապետության դպրոցների մեծամասնությունում ուսումնական արհեստանոցները քայքայվեցին, շատ քիչ դպրոցներում պահպանվեցին դրանք: Մինչդեռ տեխնոլոգիայի արհեստանոցները կարևոր դեր են կատարում սովորողների գործնական հմտությունների ձևավորման, ստեղծագործական մտածողության զարգացման և տեխնիկական գիտելիքների ամրապնդման գործում:

Հետազոտության հիմնախնդիրը: Հետազոտության արդյունքում բացահայտվել է, որ Հայաստանի հանրակրթական դպրոցների մեծամասնությունում տեխնոլոգիայի ուսուցողական արհեստանոցները ապահովված չեն անհրաժեշտ նյութատեխնիկական միջոցներով կամ գտնվում են քայքայված վիճակում, ինչը խոչընդոտում է լիարժեք դասապրոցեսի կազմակերպմանը:

Հետազոտության նպատակը: Հետազոտության նպատակն է ներկայացնել դպրոցում գործող տեխնոլոգիայի ուսումնական արհեստանոցների ներկայիս վիճակը, գնահատել դրանց հազեցվածությունը և պարզել հնարավոր ուղղություններ՝ ուսուցման արդյունավետության և որակի բարելավման համար:

Հետազոտության նորույթը: Հետազոտությունը ներկայացնում է համապարփակ գնահատումը Հայաստանի հանրակրթական դպրոցներում տեխնոլոգիայի ուսումնական արհեստանոցների նյութատեխնիկական բազայի վերաբերյալ ընդգրկելով դրանց սարքավորումներն ու գործիքները, գործունեության մակարդակը:

Հիմնական նյութ: «Տեխնոլոգիա» առարկայի արդյունավետ ուսուցումն անմիջականորեն կախված է դպրոցների նյութատեխնիկական բազայից, որը ապահովում է տեսական գիտելիքների կիրառումը գործնականում:

Նյութատեխնիկական բազան «Տեխնոլոգիա» դասերի համար ընդգրկում է փայտամշակման և մետաղամշակման ուսումնական արհեստանոցները, անհրաժեշտ սարքավորումները և հաստոցները, կտրող և չափիչ գործիքները:

Դպրոցների նյութատեխնիկական բազայի հագեցվածության մասին տեղեկությունները ստացվել են հարցումների միջոցով, ընդգրկվել են մոտ 100 դպրոցներ Երևանում և մարզերում: Այն դրպոցներ, որոնց նյութատեխնիկական բազան գտնվում է բարենպաստ վիճակում, կատարվել է այցելություն, մասնավորապես՝ ՀՀ Արարատի մարզի Արարատ քաղաքի թիվ 4 հիմնական դպրոց, Արմավիրի մարզի Գետաշեն բնակավայրի միջնակարգ դպրոց, Էջմիածին քաղաքի թիվ 5 ավագ դպրոց, Կոտայքի մարզի Արովյանի թիվ 2 հիմնական դպրոց, Եղվարդ քաղաքի թիվ 2 հիմնական դպրոց, Երևան քաղաքի թիվ 33 հիմնական դպրոց, Երևան քաղաքի Նար-Դոսի անվան թիվ 14 հիմնական դպրոց:

Ստորև ներկայացվում են որոշ դպրոցների նյութատեխնիկական բազաների վերաբերյալ տեղեկություններ՝

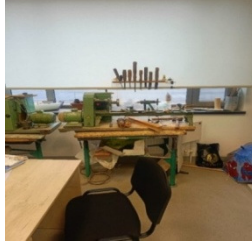
1. Արարատ քաղաքի թիվ 4 հիմնական դպրոց ՊՈԱԿ-ը գտնվում է Արարատ քաղաքի Խանջյան փողոց 63 հասցեում: Դպրոցը գործում է 1976 թվականից և ունի համայնքային կրթօջախի երկարամյա գործունեության պատմություն: Դպրոցի «Տեխնոլոգիայի» ուսումնական արհեստանոցը հագեցված է բոլոր սարքավորումներով: Նկար 1-ում բերվում է Արարատ քաղաքի թիվ 4 հիմնական դպրոցի տեխնոլոգիայի հասկացված ուսումնական արհեստանոցի տեսքը:



Նկար 1. Արարատ քաղաքի թիվ 4 հիմնական դպրոցի ուսումնական արհեստանոցի ընդհանուր տեսքը

2. Արովյան քաղաքի թիվ 2 հիմնական դպրոց ՊՈԱԿ-ը նորակառույց կրթօջախ է: Այն կառուցվել է ՀՀ կառավարության և Ասիական զարգացման բանկի համաֆինանսավորմամբ և նախատեսված է շուրջ 1000 աշակերտի համար: Դպրոցը շահագործման է հանձնվել 2025 թվականի մարտի 1-ին: Շենքն ունի երեք վերելակ, լաբորատոր դասարաններ: Դպրոցը հագեցած է ուսումնական բոլոր սարքավորումներով:

Նկար 2-ում ներկայացված են տեխնոլոգիայի ուսումնական արհեստանոցների նկարները:



Նկար 2. Աբովյան քաղաքի թիվ 2 հիմնական դպրոցի ուսումնական արհեստանոցների ընհանուր տեսքը

3. **Եղվարդի թիվ 2 հիմնական դպրոց ՊՈԱԿ-ը** հագեցած է ուսումնական գործընթացի իրականացման համար անհրաժեշտ բոլոր սարքավորումներով: Նկար 3-ում ներկայացված է դպրոցի ուսումնական արհեստանոցի կահավորումը:



Նկար 3. Եղվարդի թիվ 2 հիմնական դպրոցի ուսումնական արհեստանոցի սարքավորումները

4. **Երևան քաղաքի թիվ 33 հիմնական դպրոց ՊՈԱԿ-ը** հիմնադրվել է 1921 թվականին: 1982 թվականին կառուցվել է Միքայել Նալբանդյանի անվան թիվ 33 միջնակարգ դպրոցի նոր շենքը՝ բաղկացած 2 մասնաշենքերից: Դպրոցը հագեցած է ուսումնական բոլոր սարքավորումներով: Նկար 4-ում ներկայացված են դպրոցի ուսումնական արհեստանոցի կահավորման նկարները:



Նկար 4. Երևան քաղաքի թիվ 33 հիմնական դպրոցի հաստոցները

5. Երևան քաղաքի թիվ 14 հիմնական դպրոց ՊՈԱԿ-ը հիմնադրվել է 1929 թվականին: Ներկայիս տիպային շենքը շահագործման է հանձնվել 1984 թվականին և նախատեսված է 1176 աշակերտի համար: Դպրոցը հագեցած է ուսումնական գործընթացի իրականացման համար անհրաժեշտ բոլոր սարքավորումներով: Նկար 5-ում ներկայացված է դպրոցի ուսումնական արհեստանոցի կահավորումը:



Նկար 5. Երևան քաղաքի թիվ 14 հիմնական դպրոցի ուսումնական արհեստանոցի ընդհանուր տեսքը

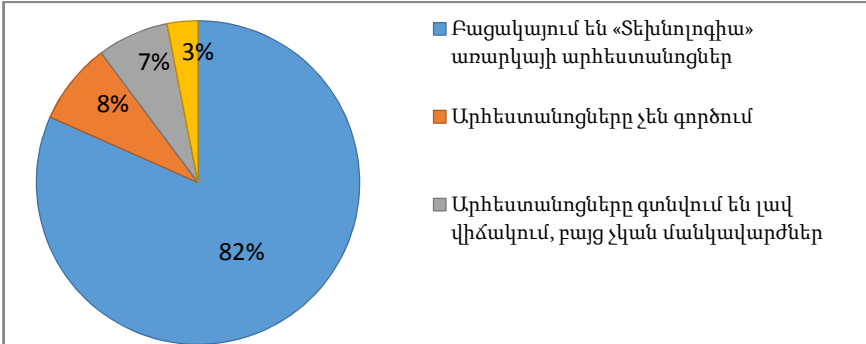
6. Արմավիրի մարզի Գետաշեն բնակավայրի միջնակարգ դպրոց ՊՈԱԿ - ը իրականացնում է «AgroSchool» ջերմոցային ծրագիրը, որի շրջանակում աշակերտները մասնակցում են գյուղատնտեսական աշխատանքների և ձեռք բերում նյութական արտադրության ու սննդի տեխնոլոգիայի գործնական հմտություններ: Դպրոցը հագեցած է ուսումնական գործընթացի իրականացման համար անհրաժեշտ բոլոր սարքավորումներով:

Նկար 6-ում պատկերված են Գետաշենի միջնակարգ դպրոցի ուսումնական հաստոցները:



Նկար 6. Գետաշենի միջնակարգ դպրոցի ուսումնական հաստոցներ

Հետազոտության շրջանակներում Հայաստանի Հանրապետության տարբեր մարզեր կատարված այցերի ընթացքում իրականացվել են հարցումներ տարբեր դպրոցների տնօրենների շրջանում, ինչպես նաև կատարվել է ստացված տվյալների վիճակագրական վերլուծություն: Հարցմանը մասնակցել են շուրջ 100 հանրակրթական դպրոցներ:



Տրամագիր 1. Հանրակրթական դպրոցներում «Տեխնոլոգիա» առարկայի ուսումնական արհեստանոցների առկայության վերաբերյալ

Վերլուծության արդյունքում պարզվել է, որ հարցված դպրոցներից 82-ում տեխնոլոգիայի առարկայի ուսումնական արհեստանոցներ առհասարակ բացակայում են: 8 դպրոցներում առկա արհեստանոցները չեն գործում՝ հին և քայքայված վիճակում գտնվելու պատճառով: 3 դպրոցներում ստեղծված են համեմատաբար նորմալ պայմաններ, սակայն բացակայում են համապատասխան մասնագետ-մանկավարժները, որոնք կարող են շահագործել սարքավորումները և կազմակերպել ուսուցման գործընթացը: Միայն 7 դպրոցներում առկա են գործող և բավարար հազեցվածությամբ ուսումնական արհեստանոցներ, որտեղ իրականացվում է լիարժեք դասապրոցես: Ստացված արդյունքները վկայում են, որ պետական նոր չափորոշիչի համապատասխան տեխնոլոգիա առարկայի արդյունավետ ուսուցման կազմակերպման համար անհրաժեշտ է հանրակրթական դպրոցների նյութատեխնիկական բազայի համալիր վերազինում և արդիականացում:

«Տեխնոլոգիա առարկայի ուսումնական արհեստանոցների նյութատեխնիկական բազաների արդի վիճակի հետազոտումը» թեմայի SWOT վերլուծություն

«Տեխնոլոգիա առարկայի հանրակրթական դպրոցների նյութատեխնիկական բազաների արդի վիճակի հետազոտումը» թեմայի SWOT վերլուծությունը (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats, տե՛ս աղյուսակ 1) կօգնի պարզել ինչ ուժեղ կողմեր և հնարավորություններ ունի հանրակրթական դպրոցների նյութատեխնիկական բազան:

SWOT վերլուծության արդյունքները

<p>Ուժեղ կողմեր (Strengths)</p> <p>Տեխնոլոգիա առարկան ներառում է պրակտիկ աշխատանքներ, որոնց համար անհրաժեշտ են հիանալի նյութատեխնիկական պայմաններ՝ բարձրորակ սարքավորումներով ու նյութերով: Նման պայմանները կարող են ապահովել սովորողներին բարձրորակ կրթություն:</p>	<p>Թույլ կողմեր (Weaknesses)</p> <p>Որպես կանոն, հանրակրթական դպրոցները չեն ունենում բավարար բյուջե նոր տեխնիկայի ձեռքբերման կամ արդիականացման համար, ինչը կարող է սահմանափակել կրթական գործընթացի արդյունավետությունը:</p>
<p>Հնարավորություններ (Opportunities)</p> <p>Համալրված նոր սարքավորումների և ավտոմատացման համակարգերի ներդրումը կարող է էապես բարձրացնել ուսումնական գործընթացի արդյունավետությունը:</p>	<p>Վտանգներ (Threats)</p> <p>Ուսումնական արհեստանոցներում տեխնիկական լուրջ խափանումները կամ սարքավորումների մաշվածությունը կարող են սահմանափակել ուսումնական գործընթացը և միաժամանակ բերել վտանգավոր իրավիճակներ:</p>

Եզրակացություն

Ամփոփելով մեր կողմից իրականացված հետազոտության արդյունքները՝ հանգեցինք հետևյալ եզրակացություններին.

- «Տեխնոլոգիա» առարկայի դասերը կրում են տեսական և գործնական աշխատանքների համակցված բնույթ, ինչը պահանջում է համապատասխան նյութատեխնիկական բազայի առկայություն:
- Միջին դպրոցում լիարժեք կազմակերպելու համար անհրաժեշտ է ունենալ մասնագիտացված փայտամշակման և մետաղամշակման արհեստանոցներ կամ համակցված արհեստանոց:
- «Տեխնոլոգիա» առարկայի դասերը լիարժեք կազմակերպելու և անցկացնելու նպատակով անհրաժեշտ է արհեստանոցները ապահովվել անհրաժեշտ կտրող և չափող գործիքներով:
- Հետազոտության արդյունքները ցույց են տալիս, որ հանրապետության մեծ մասի դպրոցներում «Տեխնոլոգիա» առարկան չունի բավարար նյութատեխնիկական բազա, իսկ որոշ դպրոցներում առկա արհեստանոցները չեն գործում:
- «Տեխնոլոգիա» առարկայի ուսումնական արհեստանոցները անհրաժեշտ է կառավարել ուսումնաարտադրական հաստոցներով, այդ թվում խառատապտուտակահան, հորիզոնական ֆրեզերային, գայլիկոնային և փայտամշակման խառատային հաստոցներով, որոնք արտադրուվում են ՌԴ-ում:

DOI: [https://doi.org/ 10.58726/27382923-2026.1ns-102](https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-102)

Գրականություն

1. Հովսեփյան Ս. և ուրիշներ, «Տեխնոլոգիա» առարկայի հանրակրթական դպրոցի չափորոշիչ և ծրագիր (1–7-րդ դասարաններ), Երևան, 2012, 116 էջ:
2. Հովսեփյան Ս., Լևոնյան Հ., Տեխնոլոգիական կուլտուրայի ձևավորումը որպես «Տեխնոլոգիա» կրթական համակարգի հիմնական նպատակ, Մանկավարժություն, № 4, Երևան, 2003:
3. «Տեխնոլոգիա» առարկայի չափորոշիչ և ծրագիր (1–6-րդ դասարաններ). Երևան, 2021 Հասանելի է՝ <https://escs.am/files/files/2021-05-06/52281f19fbac2f31da817f6997111733.pdf> (դիտվել է 20.09.2025):
4. Тхоржевский Д. А. Методика трудового обучения: учеб. пос. для уч-ся пед. училищ. Москва: Просвещение, 1981, 268 с.
5. Хотунцев Ю. Л. Образовательная область «Технология» в культуросообразной школе. Мир образования – образование в мире, 2002, №2, с. 122–132.

Исследование современного состояния материально-технической базы школьных мастерских

*Ходерян Борис,
Акопян Анна,
Погосян Оганес*

Резюме

Ключевые слова: станки, инструменты, оборудование, учебная среда, практические навыки, режущие и измерительные инструменты, материально-технические условия, качество образования

В статье рассматривается текущее состояние и материально-техническое обеспечение учебных мастерских по предмету «Технология» в общеобразовательных школах Армении. Представлены данные школ Еревана и различных регионов, охватывающие мастерские по деревообработке и металлообработке, необходимое оборудование, станки, режущие и измерительные инструменты, а также средства безопасности. Исследование показывает, что большинство школ не имеют достаточной материально-технической базы, а существующие мастерские часто находятся в ветхом состоянии или лишены квалифицированных педагогов для проведения эффективных занятий. Анализируются ключевые проблемы и потенциальные риски, а также даются рекомендации по повышению качества обучения и результатов учебного процесса, включая внедрение современного оборудования, автоматизированных систем и комплексного обслуживания мастерских. Полностью оснащенные и модернизированные мастерские позволяют педагогам сочетать теоретические знания с практическими навыками, развивая у учеников творческое мышление, технические способности и практические умения при обеспечении безопасной и эффективной учебной среды. Подчеркивается, что совершенствование материально-технической базы необходимо для успешной реализации учебной программы «Технология». Улучшение ресурсов способствует развитию у школьников навыков решения проблем, практического мышления и понимания механических и художественных процессов. Результаты исследования показывают важность постоянных инвестиций в школьные мастерские для обеспечения комплексного обучения и практического опыта.

Study of the Current State of the Material and Technical Base of School Workshops

*Khoderyan Boris,
Hakobyan Anna,
Poghosyan Hovhannes*

Summary

Key words: *machines, tools, equipment, learning environment, practical skills, cutting and measuring tools, material-technical conditions, quality of education*

The article examines the current state and material-technical provision of technology classrooms in Armenian general education schools. Data from schools in Yerevan and various regions are presented, covering woodworking and metalworking workshops, necessary equipment, machinery, cutting/measuring tools, and safety resources. The study reveals that most schools lack sufficient material-technical resources, and existing workshops are often dilapidated or lack qualified instructors to conduct effective lessons. The research analyzes key challenges, potential risks, and provides recommendations to improve teaching quality and learning outcomes, including the introduction of modernized equipment, automation systems, and comprehensive maintenance plans. Fully equipped and modernized workshops allow teachers to combine theoretical knowledge with practical skills, fostering students' creative thinking, technical abilities, and hands-on competencies while ensuring a safe and efficient learning environment. The article emphasizes that improving the material-technical base is essential for the effective implementation of the "Technology" curriculum. Enhancing resources supports the development of students' problem-solving skills, practical thinking, and understanding of mechanical and artistic processes. The findings highlight the importance of continuous investment in school workshops to ensure that students acquire both theoretical knowledge and practical experience in technology education.

Ներկայացվել է 01. 04. 2026 թ.
Գրախոսվել է 13. 04. 2026 թ.
Ընդունվել է տպագրության 27. 05. 2026 թ.

**Երկրաչափական և օպտիկական պատկերացումների փոխկապակցված
զարգացումը. տիպային սխալների ախտորոշում և շտկում**

*Մանուկյան Վարդան,
Նիկողոսյան Գագիկ*

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-110>

Հանգուցային բառեր. միջառարկայական կապեր, կոզնիտիվ տրանսֆեր, պատկերների կառուցում, ուսուցման մեթոդիկա, կրթություն, գիտելիքներ

Նախբան

Ժամանակակից կրթական բարեփոխումների համատեքստում բնագիտամաթեմատիկական առարկաների փոխկապակցված ուսուցումը դիտարկվում է որպես սովորողների վերլուծական մտածողության զարգացման առանցքային գործոն: Սույն հետազոտության արդիականությունը բխում է Հանրակրթության պետական նոր չափորոշիչների պահանջներից, որոնք շեշտադրում են կարողունակությունների վրա հիմնված մոտեցումը և միջառարկայական կապերի միջոցով աշխարհի ամբողջական պատկերի ձևավորումը [1]: Սակայն դպրոցական պրակտիկական ցույց է տալիս, որ հաճախ աշակերտների մոտ առկա է գիտելիքների մասնատվածություն, ինչը հասկապես ակնառու է դառնում երկրաչափության և ֆիզիկայի «Երկրաչափական օպտիկա» բաժնի հպման կետերում: Խնդիրն այն է, որ ֆիզիկայի առարկայական չափորոշիչով նախատեսված վերջնարդյունքները, ինչպիսիք են լուսային ճառագայթների ընթացքի կառուցումը և պատկերների բնութագրումը, ուղղակիորեն կախված են երկրաչափության չափորոշիչով սահմանված հարթաչափական գիտելիքների կիրառման մակարդակից:

Հիմնախնդրի շուրջ իրականացված դասական հետազոտությունների վերլուծությունը թույլ է տալիս փաստել, որ երկրաչափական սխալների արմատները հաճախ թաքնված են կոզնիտիվ զարգացման փուլային բացթողումների մեջ: Ինչպես նշում է Ա. Վ. Պյորիշկինը, օպտիկական երևույթների ընկալման հիմքում ընկած է երկրաչափական մոդելավորումը, և ցանկացած թերացում գծագրական հմտություններում անխուսափելիորեն հանգեցնում է ֆիզիկական սխալ եզրակացությունների [3]: Այս տեսանկյունից էական է Ա. Վ. Պոգորելովի մոտեցումը, ով երկրաչափական պատկերացումների ձևավորումը դիտարկում էր որպես տրամաբանական խիստ շղթա. այդ շղթայի խզումը ֆիզիկական միջավայրում ստեղծում է «մեխանիկական պատկերման» խնդիրը [4]: Պ. Վան Հիլիի տեսության համաձայն՝ երկրաչափական մտածողության ցածր մակարդակը խոչընդոտում է արատրակտ սխեմաների ընկալմանը, ինչը ֆիզիկայում դրսևորվում է որպես ճառագայթների ընթացքի ոչ գիտակցված պատկերում [6]: Եվրոպական մեթոդական դպրոցի ներկայացուցիչները, մասնավորապես Ռ. Դուադին, շեշտում են «գործիքային» և «առարկայական» գիտելիքների տարանջատման վտանգը, երբ աշակերտը չի կարողանում երկրաչափական թեորեմը ծառայեցնել որպես գործիք օպտիկական խնդրի լուծման համար [5]:

* Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ ԿԳՄՄՆ ԲԿԳԿ-ի ֆինանսական աջակցությամբ՝ 25RG-5C032 ծածկագրով գիտական թեմայի շրջանակներում:

Հայրենական մանկավարժական մտքի շրջանակներում միջառարկայական կապերի հարցը դիտարկվել է բազմաթիվ գիտնականների կողմից: Է. Ղազարյանի աշխատություններում ընդգծվում է, որ մաթեմատիկայի և ֆիզիկայի ինտեգրումը պետք է կրի բովանդակային բնույթ՝ կողմնորոշվելով դեպի սովորողների տրամաբանական սխալների կանխարգելումը [2]:

Սույն հետազոտության նպատակն է բացահայտել երկրաչափության դասընթացում հանդիպող տիպային սխալների և օպտիկական թուրքմբռնումների միջև առկա օրինաչափ կապերը և մշակել ու հիմնավորել այդ սխալների հաղթահարման մեթոդական որոշակի մոտեցումներ: Այս նպատակից բխում են հետևյալ խնդիրները՝ իրականացնել սովորողների գծագրական հմտությունների և երկրաչափական տրամաբանության ախտորոշում, վերհանել օպտիկայի բաժնում դրանցից ածանցվող սխալները և հիմնավորել ուսուցման զուգահեռված մոտեցման արդյունավետությունը՝ համահունչ ժամանակակից կրթական չափորոշիչների պահանջներին:

Աշխատանքի գիտամեթոդական նորույթը սխալների դասակարգման «տրանսֆերային մոդելի» առաջադրման մեջ է, որտեղ երկրաչափական սխալը դիտարկվում է որպես ֆիզիկական խնդրի լուծման ձախողման առաջնային պատճառ: Սույն մոտեցումը թույլ է տալիս ստեղծել շտկողական վարժությունների համակարգ, որը միաժամանակ զարգացնում է և՛ տարածական պատկերացումը, և՛ ֆիզիկական երևույթի էության ընկալումը: Այսպիսով, հետազոտությունը փորձ է կատարում կամրջելու երկու առարկաների մեթոդիկաները՝ ստեղծելով միասնական տրամաբանական հենք սովորողների համար:

Անկյունների և ուղղահայացության ընկալման տիպային սխալները երկրաչափության մեջ և դրանց արտացոլումը լույսի անդրադարձման օրենքում

Երկրաչափական օպտիկայի դասընթացի յուրացումը սկսվում է լույսի անդրադարձման օրենքի ուսումնասիրությունից, որտեղ հիմնարար դեր ունեն «ուղղահայաց», «անկման անկյուն» և «անդրադարձման անկյուն» հասկացությունները: Սակայն փորձը ցույց է տալիս, որ աշակերտների զգալի մասը թույլ է տալիս կայուն սխալներ, որոնց ակունքները գտնվում են հարթաչափության դասընթացի թերի յուրացված հատվածներում:

➤ Երկրաչափական ախտորոշում:

Հարթաչափության մեջ աշակերտները սովորաբար աշխատում են անկյունների հետ, որոնց կողմերից մեկը հորիզոնական է: Սա ձևավորում է տեսողական ստերեոտիպ, որտեղ «ուղղահայացը» ընկալվում է որպես թղթի ստորին եզրին ուղղահայաց գիծ: Երբ երկրաչափական խնդրում ուղիղը պատկերվում է թեքությամբ, աշակերտների մոտ դժվարանում է սովյալ կետում ուղղահայացի (կամ բարձրության) ճիշտ կառուցումը: Մյուս խնդիրը կից անկյունների լրացման հատկությունն է: Եթե տրված է որևէ α անկյուն, աշակերտը մեխանիկորեն փնտրում է դրա հարևանությամբ գտնվող անկյունը, բայց հաճախ սխալվում է $90^\circ - \alpha$ և $180^\circ - \alpha$ հարաբերակցությունների մեջ:

➤ Տրանսֆերային սխալը օպտիկայում:

Այս երկրաչափական անճշտությունները ուղղակիորեն պրոյեկտվում են լույսի անդրադարձման օրենքի վրա: Հիմնական սխալներն են.

- Նորմալի (ուղղահայացի) անտեսում. ֆիզիկական խնդիր լուծելիս աշակերտը անկման անկյունը չափում է ոչ թե անկման կետում տարված նորմալից, այլ հայելու մակերևույթից: Սա բխում է այն երկրաչափական սխալից, որ աշակերտը «անկյուն»

ասելով հասկանում է տեսանելի երկու գծերի (ճառագայթի և հայելու) կազմած պատկերը, այլ ոչ թե արստրակտ կառուցված ուղղահայացի նկատմամբ շեղումը:

- Միսլ կողմնորոշում թեք հայելիների դեպքում. եթե հայելին պատկերված է թեքությամբ, աշակերտը նորմալը հաճախ գծում է ուղղահայաց դեպի վեր (ըստ թղթի եզրի), այլ ոչ թե ուղղահայաց հայելու մակերևույթին:

➤ **Հաղթահարման մեթոդական հնարներ:**

Մխակների շտկման համար առաջարկվում է կիրառել «հակադարձ վարժանքի» մեթոդը: Մինչ օպտիկական խնդիրներին անցնելը անհրաժեշտ է կատարել հետևյալ երկրաչափական վարժությունները.

1. «Շրջված ուղղահայացներ». պատկերել տարբեր թեքությամբ ուղիղներ և պահանջել կառուցել դրանց ուղղահայացները տրված կետում՝ օգտագործելով միայն քանոն և անկյունաքանոն:

2. «Թաքնված անկյուն». տրվում է ուղղի հետ կազմած որևէ β անկյուն և պահանջվում է գտնել ուղղահայացի հետ կազմած անկյունը՝ առանց անկյունաչափի, գուտ տրամաբանական լրացման միջոցով:

Այս մոտեցումը թույլ է տալիս աշակերտին գիտակցել, որ օպտիկական անկյունը ոչ թե տեսողական պատկեր է, այլ երկրաչափական կառուցման արդյունք:

Համաչափության (սիմետրիայի) ընկալման խնդիրները երկրաչափության մեջ և պատկերի կառուցումը հարթ հայելու

Հարթ հայելում առարկայի պատկերի կառուցումը ֆիզիկայի դասընթացի այն թեմաներից է, որտեղ աշակերտի երկրաչափական գիտելիքը պետք է վերածվի գործնական հմտության: Մակայն այս փուլում ի հայտ են գալիս խորքային թյուրբմբռնումներ, որոնք կապված են առանցքային համաչափության սխալ ընկալման հետ:

➤ **Երկրաչափական ախտորոշում:**

Մաթեմատիկայի դասերին աշակերտները սովորում են առանցքային համաչափության սահմանումը. երկու կետեր կոչվում են համաչափ ուղղի նկատմամբ, եթե այդ ուղիղը հանդիսանում է այդ կետերը միացնող հատվածի միջնուղղահայացը, այսինքն, եթե կետերը գտնվում են այդ ուղղին ուղղահայաց զծի վրա և նրանից ունեն հավասար հեռավորություն: Տիպային սխալն այստեղ «տեսողական զուգահեռականությունն» է: Երբ համաչափության առանցքը թեք է, աշակերտը հաճախ համաչափ կետը տեղադրում է ոչ թե առանցքին ուղղահայաց զծի վրա, այլ պարզապես առանցքից «աջ» կամ «ձախ»՝ պահպանելով հորիզոնական կապը: Մա նշանակում է, որ աշակերտը չի գիտակցում ուղղահայացության անհրաժեշտությունը որպես սիմետրիայի պարտադիր պայման:

➤ **Տրանսֆերային սխալը օպտիկայում:**

Հարթ հայելում պատկերի կառուցման ժամանակ (որը հանդիսանում է առարկայի համաչափ պատկերը հայելու հարթության նկատմամբ) այս սխալը դրսևորվում է մի քանի ձևով.

- Պատկերի շեղում. աշակերտը պատկերը գծում է հայելու հետևում, բայց ոչ թե առարկայից տարված ուղղահայացի վրա, այլ պարզապես «դիմացը»: Արդյունքում խախտվում է հայելային անդրադարձման հիմնական երկրաչափական սկզբունքը:
- Հեռավորության սխալ գնահատում. հաճախ աշակերտները պատկերը տեղադրում են կամայական հեռավորության վրա՝ անտեսելով այն փաստը, որ հայե-

լուց մինչև առարկա և հայելուց մինչև պատկեր հեռավորությունները պետք է լինեն խստիվ հավասար:

- Ձախի և աջի շվիթություն. քանի որ աշակերտը չի տիրապետում կետ առ կետ համաչափ պատկեր կառուցելու մեթոդին, նա դժվարանում է պատկերել բարդ առարկաների (օրինակ՝ թեքված տառերի կամ սլաքների) հայելային անդրադարձը սխալմամբ պահպանելով առարկայի սկզբնական կողմնորոշումը:

➤ **Հաղթահարման մեթոդական հնարներ:**

Որպեսզի օպտիկական պատկերը չլինի պարզապես «ենթադրյալ գծագիր», առաջարկվում է կիրառել «Կետային պրոյեկցիայի» մոտեցումը:

1. Երկրաչափական նախավարժանք. աշակերտին տրվում է անկանոն բազմանկյուն և մի թեք ուղիղ: Պահանջվում է բազմանկյան յուրաքանչյուր գագաթից տանել ուղղահայաց առանցքին, չափել հեռավորությունը և նույնչափ շարունակել հակառակ կողմում: Սա ստիպում է աշակերտին հասկանալ, որ ամբողջական պատկերը կազմված է առանձին կետերի համաչափությունից:

2. Ինքնաստուգման մեթոդ. օպտիկական խնդիրը լուծելիս աշակերտին հանձնարարվում է թղթի վրա գծված պատկերը ծալել հայելու գծով: Եթե առարկան և պատկերը չեն համընկնում, ուրեմն երկրաչափական կառուցումը սխալ է: Սա վիզուալ և շոշափելի ձևով ապացուցում է սիմետրիայի օրենքը:

Այսպիսով, հարթ հայելում պատկերի կառուցումը դադարում է լինել զուտ ֆիզիկական երևույթի հիշողություն և դառնում է կառուցողական երկրաչափական գործողություն, որտեղ սխալի հավանականությունը նվազում է շնորհիվ հստակ ալգորիթմի:

Նմանության տեսությունը և բարակ ոսպնյակի բանաձևը. մաթեմատիկական համարմանությունների սխալ կիրառումը ֆիզիկական հաշվարկներում

Այս ենթաբաժնում մենք դուրս ենք գալիս զուտ գծագրական տիրույթից և անցնում ենք երկրաչափական տրամաբանության և հանրահաշվական հմտությունների համադրմանը:

➤ **Երկրաչափական ախտորոշում:**

Եռանկյունների նմանության թեման հարթաչափության ամենաբարդ բաժիններից է: Աշակերտների հիմնական սխալները կապված են նմանության գործակցի (k) սխալ որոշման հետ: Հաճախ նրանք չեն կարողանում ճիշտ համադրել համապատասխան կողմերը, հատկապես երբ նման եռանկյունները գտնվում են «ավազի ժամացույցի» դիրքով (գագաթներով միացած, բայց հակադիր ուղղված): Մեկ այլ խնդիր է համեմատականության կանոնների կիրառումը, երբ գործ ունենք կոտորակային հավասարումների հետ. աշակերտները հաճախ դժվարանում են ճիշտ արտահայտել անհայտ կողմը հավասարման մեջ:

➤ **Տրանսֆերային սխալը օպտիկայում:**

Բարակ ոսպնյակի միջոցով պատկերի կառուցման և հաշվարկման ժամանակ այս բացթողումները հանգեցնում են հետևյալ սխալներին.

- Գծային խոշորացման սխալ ընկալում. ֆիզիկայում խոշորացումը սահմանվում է որպես $G = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$ հարաբերություն, որտեղ H -ը պատկերի բարձրությունն է, h -ը՝ առարկայի բարձրությունը, f -ը պատկերի հեռավորությունն է ոսպնյակից, d -ը՝ առարկայի հեռավորությունը ոսպնյակից: Աշակերտները հաճախ շվիթում են համարիչն ու հայտարարը, քանի որ չեն տեսնում այդ բանաձևի երկրաչափական ծագումը՝ նման եռանկյունների կողմերի հարաբերակցությունը: Եթե աշակերտը չի

նույնականացնում առարկայի բարձրությունը և պատկերի հեռավորությունը որպես նման եռանկյունների համապատասխան տարրեր, բանաձևը նրա համար դառնում է գուտ անգիր արած տեքստ:

• Գումարման և հակադարձման շփոթություն. բարակ ոսպնյակի բանաձևում $\left(\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}\right)$ աշակերտները հաճախ կատարում են կոպիտ մաթեմատիկական սխալ՝ ենթադրելով, որ $F = d + f$: Սա վկայում է այն մասին, որ նրանք չեն ընկալում բանաձևի հիմքում ընկած երկրաչափական օպտիկական ուժի $\left(D = \frac{1}{F}\right)$ և հեռավորությունների հակադարձ կապը:

• Կառուցման և հաշվարկի անհամապատասխանություն. հաճախ աշակերտը գծագրում ստանում է մեծացած պատկեր, սակայն հաշվարկի արդյունքում ստանում է փոքրացած պատկեր (կամ հակառակը) և չի նկատում այդ հակասությունը: Սա երկրաչափական պատկերի և թվային արդյունքի միջև կապի բացակայության հետևանք է:

➤ **Հաղթահարման մեթոդական հնարներ:**

Այստեղ արդյունավետ է «Գծագրից դեպի բանաձև» անցումը:

1. Նմանության ակնառու ապացույց. կարելի է ոսպնյակի գծագրի վրա գունավոր մատիտներով առանձնացնել այն երկու եռանկյունները, որոնց նմանությունից բխում է խոշորացման բանաձևը: Սա օգնում է աշակերտին տեսնել «երկրաչափությունը ֆիզիկայի ներսում»:

2. Թվային և երկրաչափական մոդելավորում. կարելի է առաջադրել խնդիրներ, որտեղ նախ պետք է կատարել կառուցումը վանդակավոր թղթի վրա (պահպանելով մասշտաբը), իսկ հետո ստացված արդյունքը ստուգել բանաձևով: Երբ աշակերտը տեսնում է, որ քանոնով չափված հեռավորությունը համընկնում է հաշվարկածի հետ, նրա մոտ ձևավորվում է վստահություն և՛ մաթեմատիկական ապարատի, և՛ ֆիզիկական օրենքի նկատմամբ:

Այսպիսով, բարակ ոսպնյակների թեման դառնում է լավագույն հարթակը՝ ցույց տալու համար, որ երկրաչափական նմանության տեսությունը ոչ թե ինքնանպատակ է, այլ հզոր գործիք իրական աշխարհի օբյեկտները չափելու և կանխատեսելու համար:

Եզրակացություն

Սույն հետազոտության շրջանակներում մեր կողմից իրականացված երկրաչափական և օպտիկական տիպային սխալների համեմատական վերլուծությունը թույլ է տալիս ձևակերպել հետևյալ հիմնարար եզրահանգումները.

1. **Կոգնիտիվ տրանսֆերի օրինաչափությունը.** հաստատվեց այն թեզը, որ ֆիզիկայի «Օպտիկա» բաժնում աշակերտների թույլ տված սխալների զգալի մասը ոչ թե ֆիզիկական օրենքների չիմացության, այլ երկրաչափական պատկերացումների թերի ձևավորման արդյունք է: Երկրաչափական «կադապարված» մտածողությունը, որը սահմանափակվում է միայն ստանդարտ դիրքով պատկերված գծագրերով, ուղղակիորեն խոչընդոտում է ֆիզիկական երևույթների ճիշտ մոդելավորմանը::

2. **Սխալների համակարգային բնույթը.** բացահայտվեց, որ ուղղահայացության, համաչափության և նմանության երկրաչափական հասկացությունները օպտիկայում տրանսֆորմացվում են կայուն սխալների խմբերի: Անկման անկյան սխալ չափումը, հայելում պատկերի շեղված տեղադրումը կամ ոսպնյակի խոշորացման սխալ հաշվարկը ունեն ընդհանուր մեթոդական արմատ՝ արատրակտ մաթեմատիկական գործիքը կիրառական միջավայրում օգտագործելու անկարողությունը:

3. **Միջառարկայական կապերի արդյունավետությունը.** հետազոտությունը ցույց տվեց, որ սխալների շտկման առավել արդյունավետ ճանապարհը ոչ թե ֆիզիկական բանաձևերի կրկնությունն է, այլ նպատակային երկրաչափական «նախավարժանքների» ներմուծումը: Ուսուցման զուգահեռված մոտեցումը, որտեղ շեշտը դրվում է գծագրի կառուցողական ճշգրտության և տրամաբանական հիմնավորման վրա, թույլ է տալիս ոչ միայն նվազեցնել սխալների քանակը, այլև բարձրացնել սովորողների կողմից երևույթի էության գիտակցված ընկալումը:

Ամփոփելով արձանագրում ենք, որ երկրաչափական և օպտիկական պատկերացումների փոխկապակցված զարգացումը համահունչ է ժամանակակից կրթական չափորոշիչների պահանջներին և նպաստում է աշակերտների մոտ համակարգային մտածողության ձևավորմանը: Կարծում ենք՝ մեր կողմից առաջարկված մեթոդական հնարների համակարգը կարող է գործնական հիմք հանդիսանալ ֆիզիկայի և մաթեմատիկայի ուսուցիչների համար՝ դասապրոցեսի արդյունավետությունը բարձրացնելու նպատակով:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-110>

Գրականություն

1. Հանրակրթության պետական չափորոշիչ, ՀՀ Կառավարության որոշում N 136-Ն, 04 փետրվար 2021:
2. Ղազարյան Է., Դպրոցական ֆիզիկայի դասավանդման մեթոդիկայի ընտրովի հարցեր, Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2009, 308 էջ:
3. Перышкин А. В. Курс физики. В 3-х томах. Том 1, Москва: Просвещение, 2013. 192 стр.
4. Погорелов А. В. Геометрия: Учебник для 7-11 классов, Москва: Просвещение, 2014. 383 стр.
5. Douady R. Jeux de cadres et dialectique outil-objet. Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol. 7.3, 1986, pp. 5-31.
6. Van Hiele P. M., Structure and Insight: A Theory of Mathematics Education, Orlando: Academic Press, 1986, 248 p.

Взаимосвязанное развитие геометрических и оптических представлений: диагностика и исправление типичных ошибок

*Манукян Вардан,
Никогосян Гагик*

Резюме

***Ключевые слова:** межпредметные связи, когнитивный трансфер, построение образов, методика обучения, образование, знания*

В рамках данного исследования нами проведен комплексный анализ когнитивных проблем, возникающих в точках соприкосновения курсов геометрии и физики в общеобразовательной школе. Предметом исследования являются типичные ошибки учащихся в разделе «Геометрическая оптика», которые мы рассматриваем как следствие некорректного трансфера математических знаний. В ходе исследования мы поставили задачу выявить те геометрические заблуждения, которые приводят к неудачам при решении оптических задач, и разработать методические приемы для их преодоления. Применяя методы диагностики типичных ошибок и моделирования «визуальных ловушек», мы выявили прямое влияние трудностей учащихся, связанных с построением углов, симметрией и теорией подобия, на изображение хода лучей и характеристику изображений.

Научно-методическая новизна работы заключается в предложенной нами «трансферной модели», в рамках которой оптическая ошибка рассматривается не как отдельное физическое упущение, а как результат неправильного проектирования геометрического инструментария. Нами подтверждено, что геометрическое «стандартизированное» мышление, обычно ограничивающееся чертежами в горизонтальном положении, является основным источником ошибок в оптике. Результаты исследования позволяют нам констатировать, что успех в темах, касающихся тонких линз и зеркал, обусловлен не механическим воспроизведением формул, а устойчивостью графико-конструкторских навыков. Обосновано, что целевые геометрические упражнения, выполняемые до введения физического закона, существенно снижают вероятность возникновения типичных ошибок, способствуя формированию системного мышления и компетенций, определенных предметными стандартами.

**Interconnected Development of Geometric and Optical Representations:
Diagnosis and Correction of Typical Errors**

*Manukyan Vardan,
Nikoghosyan Gagik*

Summary

***Key words:** interdisciplinary links, cognitive transfer, image construction, teaching methodology, education, knowledge*

Within the scope of this research, we have conducted a comprehensive analysis of the cognitive problems arising at the intersection of geometry and physics courses in general education schools. The subject of the study is the typical errors made by students in the "Geometric Optics" section, which we have viewed as a consequence of incorrect transfer of mathematical knowledge. During the research, we aimed to identify the geometric misconceptions that lead to failures in solving optical problems and to develop methodological techniques for overcoming them. By applying methods for diagnosing typical errors and modeling "visual traps," we have identified the direct impact of students' difficulties related to angle construction, symmetry, and similarity theory on the path of light rays and the characterization of images.

The scientific and methodological novelty of this study lies in the proposed "transfer model," according to which an optical error is interpreted not as an isolated physical omission, but rather as the consequence of the incorrect projection or application of a geometric tool. We have confirmed that geometric "standardized" thinking, which is usually limited to diagrams depicted in a horizontal position, is the primary source of errors in optics. The results of the research allow us to state that success in topics involving thin lenses and mirrors is determined not by the mechanical reproduction of formulas, but by the stability of graphic-constructive skills. We have substantiated that targeted geometric exercises performed prior to the introduction of a physical law significantly reduce the likelihood of typical errors, contributing to the formation of systemic thinking and the competencies defined by subject standards.

**Ներկայացվել է 26. 04. 2026 թ.
Գրախոսվել է 13. 04. 2026 թ
Ընդունվել է տպագրության 27. 05. 2026 թ.**

**Տիպային սխալների վերլուծությունը հանրահաշվական
ձևափոխություններում. ԹԱԲ-ից մինչև ֆիզիկական սահմանափակումներ***

*Նիկողոսյան Գագիկ,
Մանուկյան Վարդան*

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-118>

Հանգուցային բառեր. նույնականություն, կողմնակի արմատ, անընդհատության խզում, մոդելավորում, միջառարկայական կապեր, կրթություն

Նախաբան

Բնագիտամաթեմատիկական կրթության ժամանակակից փուլում առանցքային խնդիրներից մեկը աշակերտների կողմից ուսումնական նյութի ֆորմալ յուրացումն է, որտեղ մաթեմատիկական գործիքակազմը դիտարկվում է որպես մաքուր ավգործիքների հավաքածու՝ գուրկ տրամաբանական և բովանդակային սահմանափակումներից: Այս հիմնախնդրի արդիականությունը պայմանավորված է այն հանգամանքով, որ հանրահաշվական ձևափոխությունների փուլում թույլ տրված անգոյվ վերաբերմունքը թույլատրելի արժեքների բազմության (ԹԱԲ) նկատմամբ հանգեցնում է շղթայական սխալների թե՛ մաթեմատիկայում, թե՛ ֆիզիկայում: Ըստ Լ. Ս. Վիգոտսկու «Մտածողություն և լեզու» աշխատության մեջ զարգացրած թեզի՝ գիտական հասկացությունների ձևավորումը չի կարող սահմանափակվել միայն բառային կամ սիմվոլիկ յուրացմամբ. այն պահանջում է գիտակցված անցում ներքին տրամաբանական կառուցվածքին [2]: Երբ աշակերտը մեխանիկորեն կիրառում է բանաձևը՝ առանց հասկանալու դրա գործողության տիրույթը, տեղի է ունենում հենց այդ բովանդակային խզումը, ինչի մասին խստորեն զգուշացնում էր նաև Լ. Լանդաուն՝ քննադատելով «մաթեմատիկական ֆորմալիզմը», որը կտրված է ֆիզիկական իրականությունից և երևույթի էությունից [5]:

Հետազոտության նպատակն է ցույց տալ, որ մաթեմատիկական ԹԱԲ-ը և ֆիզիկական մոդելի կիրառելիության սահմանները նույն տրամաբանական համակարգի երկու կողմերն են: Մեթոդական տեսանկյունից խնդիրը բարդանում է նրանով, որ գործող առարկայական չափորոշիչներում չնայած շեշտադրվում է կարողունակահեն մոտեցումը, նախատեսված անցումը թվային արտահայտություններից դեպի տառային ձևափոխություններ հաճախ կատարվում է՝ առանց բավարար ուշադրություն դարձնելու «նույնականության» գաղափարին: Ինչպես նշում է Ա. Պ. Կիսելյովը, մաթեմատիկական ցանկացած ձևափոխություն պետք է լինի դարձելի [3], սակայն գործնականում մենք հաճախ առերեսվում ենք իրավիճակների, երբ, օրինակ, հավասարումներում և անհավասարումներում ԹԱԲ-ի անտեսումը բերում է կողմնակի արմատների ի հայտ գալուն: Այս գործընթացում հատկապես կարևոր է եվրոպական դիդակտիկայի ներկայացուցիչ Գայ Բրուստյի «դիդակտիկական պայմանագրի» տեսությունը, համաձայն որի՝ աշակերտը հաճախ փորձում է բավարարել ուսուցչի սպասելիքները՝ կիրառելով

* Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ ԿԳՄՍՆ ԲԳԳԿ-ի ֆինանսական աջակցությամբ՝ 25RG-5C032 ծածկագրով գիտական թեմայի շրջանակներում:

հայտնի բանաձևը, նույնիսկ եթե դրա կիրառման պայմանները խախտված են [8]:

Աշխատանքում շեշտադրվում է այն մոտեցումը, որ հավասարումների և անհավասարումների լուծման ժամանակ ԹԱԲ-ի վերլուծությունը պետք է դիտարկել ոչ թե որպես լրացուցիչ քայլ, այլ որպես լուծման ավգործիքի անբաժանելի մաս: Ըստ Ջ. Պոլայի՝ խնդիրը լուծված համարելու համար անհրաժեշտ է կատարել արդյունքների քննադատական վերլուծություն և ստուգել դրանց իրական լինելը [7]: Եթե հավասարման դեպքում կողմնակի արմատը կարելի է հեռացնել ստուգման միջոցով, ապա անհավասարումների պարագայում, որպես կանոն, սխալն անդառնալի է դառնում: Նմանատիպ խնդիրներ են առաջանում նաև ֆիզիկայում, որտեղ մաթեմատիկական ֆունկցիայի ԹԱԲ-ին գումարվում է մեծությունների ֆիզիկական դրական լինելու պայմանը կամ պրոցեսի անընդհատությունը: Ռ. Ֆեյնմանը իր դասախոսություններում շեշտում էր, որ ֆիզիկական մաթեմատիկա չէ, այն ունի իր սեփական տրամաբանությունը, որտեղ բանաձևը միայն նկարագրության լեզու է [1]: Այսպիսով, Ա. Գ. Մորդկովիչի և Պ. Վ. Սեմյոնովի կողմից նկարագրված հանրահաշվական ստանդարտ մեթոդների կիրառումը [6] պետք է մշտապես գուգորդվի Ժան Պիաժեի կողմից առաջ քաշված կոնստրուկտիվիստական մոտեցմամբ [9], որտեղ սովորողը ոչ թե մեխանիկորեն վերարտադրում է բանաձևը, այլ կառուցում է դրա իմաստային դաշտը:

Այս համատեքստում աշխատանքի գիտամեթոդական նորույթը հանրահաշվական ձևափոխությունների նույնականության պահպանման և ֆիզիկական մոդելավորման սահմանափակումների դիդակտիկական միասնության հիմնավորման մեջ է: Հնդվածում առաջ է քաշվում «ֆունկցիոնալ-բովանդակային ԹԱԲ»-ի հայեցակարգը, որը թույլ է տալիս մաթեմատիկական ձևական ապարատը դիտարկել ոչ թե որպես ինքնաբավ համակարգ, այլ որպես ֆիզիկական իրականության աղեկվատ արտապատկերման գործիք: Հայեցակարգային այս մոտեցման շրջանակներում առանձնահատուկ կարևորվել է մաթեմատիկական ձևափոխությունների ժամանակ առաջացող տրամաբանական «խզումների» և ֆիզիկական համակարգերի «ֆազային անցումների» միջև առկա մեթոդաբանական գուգահեռների վերհանումը: Նման գուգահեռների վերլուծությունը հնարավորություն է տալիս կանխատեսել և կանխարգելել սովորողների կողմից սխալները դեռևս մոդելավորման փուլում, քանի որ հաճախ աշակերտը, տիրապետելով անալիտիկ ձևափոխություններին, դառնում է բանաձևի «գերին» կորցնելով կապը իրական երևույթի հետ:

Անալիտիկ ձևափոխությունների ոչ համարժեքությունը

Մաթեմատիկայի դպրոցական դասընթացում ուսումնական գործընթացը կառուցված է աստիճանական բարդացման սկզբունքով՝ թվային արտահայտություններից դեպի տառային ձևափոխություններ, ապա՝ հավասարումներ և անհավասարումներ: Սակայն այս անցումային փուլում հաճախ անտեսվում է այն հանգամանքը, որ ցանկացած հանրահաշվական ձևափոխություն պետք է լինի նույնական իր թույլատրելի արժեքների բազմության (ԹԱԲ) ներսում: Ձևափոխության մեխանիկական կիրառումը՝ առանց դրա տիրույթի վերահսկման, հանգեցնում է համարժեքության խախտման, ինչն էլ իր հերթին հիմք է դառնում կայուն և տիպային սխալների ձևավորման համար:

Նմանատիպ սխալների շարքում իր տարածվածությամբ առանձնանում է ռացիոնալ արտահայտությունների պարզեցման ընթացքում ԹԱԲ-ի անհարկի ընդլայնումը,

ինչը հատկապես ակնառու է դառնում կոտորակների կրճատման ժամանակ: Երբ աշակերտը կատարում է $\frac{f(x) \cdot h(x)}{g(x) \cdot h(x)} = \frac{f(x)}{g(x)}$ ձևափոխությունը, նա հաճախ այն ըն-

կալում է որպես բացարձակ նույնական ձևափոխություն՝ անտեսելով, որ ստացված նոր արտահայտությունը համարժեք է ելակետայինին միայն $h(x) \neq 0$ լրացուցիչ պայմանի պահպանման դեպքում:

Այս երևույթի բացասական հետևանքները տարբեր կերպ են դրսևորվում՝ կախված լուծվող առաջադրանքի տեսակից: Հավասարումների պարագայում, օրինակ՝ $\frac{x^2 - 4}{x - 2} = 4$ դեպքում [4], հավասարման ձախ մասի կոտորակի մեխանիկական կրճատումը հանգեցնում է $x + 2 = 4$ գծային հավասարմանը, որի միակ լուծումը $x = 2$ արժեքն է: Թեև այս փուլում արձանագրվում է մեթոդական սխալ, այն դեռևս «վերահսկելի» է աշակերտի համար, քանի որ ստացված արմատի ստուգումը սկզբնական (ելակետային) հավասարման մեջ անմիջապես ի հայտ է բերում հայտարարի գրո դառնալու փաստը, ինչը թույլ է տալիս հաշվի չառնել ստացված կողմնակի արմատը:

Սակայն համարժեքության խախտման վտանգը կարող է անդառնալի լինել անհավասարումների լուծման ընթացքում, որտեղ ստուգման մեթոդը գործնականում կիրառելի չէ: Օրինակ, դիտարկելով նույն արտահայտությունը անհավասարման տեսքով՝ $\frac{x^2 - 4}{x - 2} \leq 5$, հեշտ է նկատել, որ ԹԱԲ-ի նախնական սահմանման անտեսումը և

անհավասարման ձախ մասի կոտորակի մեխանիկական կրճատումը բերում է $x + 2 \leq 5$ պարզեցմանը, որի լուծումը հանդիսացող $(-\infty; 3]$ միջակայքը պարունակում է սկզբնական անհավասարման համար անթույլատրելի $x = 2$ կետը: Քանի որ անհավասարման պատասխանը բազմություն է, աշակերտը զրկված է պատասխանի մեջ ներառված անթիվ կետերը անհատապես ստուգելու հնարավորությունից: Արդյունքում հանգում ենք վերջնական սխալ պատասխանի, քանի որ ճշմարիտ պատասխանը պետք է լինի $(-\infty; 2) \cup (2; 3]$ բազմությունը:

Այսպիսով, ԹԱԲ-ի ընդլայնումը կոտորակների կրճատման ժամանակ ոչ թե պարզապես տեխնիկական բացթողում է, այլ տրամաբանական սխալ, որը խաթարում է լուծման ողջ ընթացքը՝ հատկապես այնտեղ, որտեղ արդյունքների ստուգման պարզ մեխանիզմները չեն գործում:

Այս տրամաբանական շղթան էլ ավելի է բարդանում, երբ անցում ենք կատարում լոգարիթմական ձևափոխություններին, որտեղ ԹԱԲ-ի տրանսֆորմացիան տեղի է ունենում աննկատ, բայց վճռորոշ հետևանքներով: Որպես այդպիսին, առանձնահատուկ ուշադրության է արժանի լոգարիթմների գումարից արտադրյալի անցումը՝ $\log_a f(x) + \log_a g(x) = \log_a (f(x) \cdot g(x))$: Այստեղ մենք գործ ունենք ԹԱԲ-ի «կույր» ընդլայնման հետ, որը հաճախ դուրս է մնում սովորողի տեսողաշտից:

Եթե սկզբնական արտահայտության մեջ գոյության պարտադիր պայմանը $f(x) > 0$ և $g(x) > 0$ խիստ սահմանափակումներն են, ապա ձևափոխված տարբերակում լոգարիթմական ֆունկցիան սկսում է «գոյություն ունենալ» նաև այնտեղ,

որտեղ երկու ֆունկցիաներն էլ բացասական են ($f(x) < 0$ և $g(x) < 0$), քանի որ նրանց արտադրյալը դառնում է դրական: Այս անցումը ծնում է մի իրավիճակ, երբ մաթեմատիկական ապարատը սկսում է գեներացնել լուծումներ, որոնք սկզբնական հավասարման կամ անհավասարման հետ որևէ տրամաբանական կապ չունեն:

Որպես ասվածի հիմնավորում դիտարկենք $\log_6(x-1) + \log_6(x-2) = 1$ հավասարումը [4]: Ստանդարտ ալգորիթմով առաջնորդվող աշակերտը, միավորելով լոգարիթմները, ի վերջո ստանում է $(x-1)(x-2) = 6$ քառակուսային հավասարումը, որի արմատներն են՝ $x_1 = 4$ և $x_2 = -1$: Ելակետային հավասարման մեջ ստացված արմատների ստուգման ժամանակ ակնհայտ է դառնում, որ $x_2 = -1$ արմատը կողմնակի է և այն չպետք է հաշվի առնել:

Անհավասարման դեպքում խնդիրը ստանում է այլ որակ: Ստանդարտ ալգորիթմով առաջնորդվող աշակերտը, դիտարկելով $\log_6(x-1) + \log_6(x-2) \leq 1$ ելակետային անհավասարումը, միավորելով լոգարիթմները, ի վերջո ստանում է $(x-1)(x-2) \leq 6$ քառակուսային անհավասարումը: Առանց ԹԱԲ-ի նախնական և խիստ սահմանման, աշակերտը որպես պատասխան կներկայացնի $x \in [-1; 4]$ բազմությունը, որի մի զգալի մասը՝ $[-1; 2]$ հատվածը բացարձակապես կապ չունի ելակետային $\log_6(x-2)$ ֆունկցիայի որոշման տիրույթի հետ:

Այսպիսով, եթե հավասարումների լուծման ընթացքում սխալը կարելի է դիտարկել որպես «աշխատանքային» և շտկելի, ապա անհավասարումներում այն վերածվում է հայեցակարգային ձախողման: Սա ևս մեկ անգամ հաստատում է Ջ. Պոյայի այն միտքը, որ մաթեմատիկական խնդրի լուծումը ոչ թե բանաձևերի հաջորդականություն է, այլ տրամաբանական պայմանների անընդհատ վերահսկողություն [7]: Երբ ձևափոխությունը կատարվում է «մեխանիկորեն», ԹԱԲ-ը դադարում է լինել պաշտպանիչ պատնեշ, իսկ վերջինիս անտեսումը դառնում է սխալների հիմնական պատճառ:

Ստդեալվորման սահմանափակումները և ֆիզիկական իմաստի տիրույթը փոփոխական պարամետրերով պրոցեսներում

Ֆիզիկական խնդիրների լուծման գործընթացում մաթեմատիկական ապարատը հանդես է գալիս որպես երևույթի նկարագրության լեզու, սակայն, ինչպես նշում էր Ռ. Ֆեյնմանը, այդ լեզուն ունի իր սեփական տրամաբանությունը, որը միշտ չէ, որ համընկնում է ֆիզիկական օբյեկտի վարքագծի հետ [1]: Այստեղ է, որ հողվածում առաջ քաշված «ֆունկցիոնալ-բովանդակային ԹԱԲ»-ի հայեցակարգը ստանում է գործնական նշանակություն: Այն ենթադրում է, որ ցանկացած մաթեմատիկական արդյունք պետք է անցնի ֆիզիկական «ֆիլտրացիա»՝ հաշվի առնելով մեծությունների բնույթը և պրոցեսի կիրառելիության սահմանները:

➤ Մաթեմատիկական «խզումները» և ֆիզիկական ֆազային անցումները:

Մեր կողմից տրամաբանական խզումների և ֆազային անցումների միջև առանձնահատուկ կարևորված զուգահեռը ամենից ակնառու դրսևորվում է ջերմային երևույթների մոդելավորման մեջ: Դիտարկենք նյութի տաքացման գործընթացը նկարագրող $Q = mc\Delta t$ բանաձևը: Մաթեմատիկորեն սա գծային ֆունկցիա է, որտեղ Q -ն և

Δt -ն ուղիղ համեմատական են: Սակայն ֆիզիկական իրականության մեջ գոյություն ունեն կրիտիկական կետեր (հալման կամ եռման ջերմաստիճան), որտեղ մաթեմատիկական այս ֆորմալիզմը դադարում է գործել:

Այստեղ տեղի է ունենում այն, ինչը մենք անվանում ենք «բովանդակային խզում»: Աշակերտը, տիրապետելով բանաձևին, փորձում է հաշվել ջերմաքանակը մի տիրույթում, որտեղ ջերմաստիճանը չի փոխվում ($\Delta t = 0$), բայց էներգիա շարունակվում է հաղորդվել: Առանց գրաֆիկական մոդելի և ֆազային անցման գիտակցման, աշակերտը դառնում է բանաձևի «գերին»՝ ստանալով $Q = 0$, ինչը հակասում է երևույթի էությունը: Սա հենց այն կոգնիտիվ սխալն է, որը հնարավոր է կանխարգելել, եթե մաթեմատիկական հավասարումը դիտարկվի իր կիրառելիության «կոնտեքստային ԹԱԲ»-ի ներսում:

➤ **Պարամետրական կախվածությունների «ծուղակները».** *Օհմի և Ջոու-Լենցի օրենքները:*

Ֆիզիկական մոդելավորման մեջ նա մեկ տիպային խնդիր է առաջանում, երբ մաթեմատիկական ձևափոխությունը թվում է նույնական, բայց փոխում է պրոցեսի ֆիզիկական իմաստը: Դասական օրինակ է հաղորդչում անջատված ջերմաքանակի որոշումը.

1. $Q = I^2 R t$,

2. $Q = \frac{U^2}{R} t$:

Մաթեմատիկորեն այս երկու բանաձևերը համարժեք են՝ հաշվի առնելով Օհմի օրենքը ($I = U/R$): Սակայն, ըստ Լ. Լանդաուի քննադատած «Ֆորմալիզմի» [5], աշակերտը հաճախ չի ընկալում, թե որ պարամետրն է տվյալ համակարգում հաստատուն: Եթե հաղորդիչները միացված են հաջորդաբար ($I = const$), ապա $Q \propto R$, իսկ եթե գուգահեռ ($U = const$), ապա $Q \propto \frac{1}{R}$:

Մաթեմատիկական ձևափոխությունը՝ $I^2 R = \frac{U^2}{R}$, ճիշտ է, բայց եթե աշակերտը

չի սահմանում իրավիճակի ֆունկցիոնալ ԹԱԲ-ը (պարամետրերի հաստատուն լինելու պայմանը), նա հանգում է սխալ եզրակացության, թե դիմադրության մեծացումը միշտ բերում է ջերմաքանակի աճի (կամ նվազման):

➤ **Ֆիզիկական մեծությունների սահմանափակումները որպես «ներքին ԹԱԲ»:**

Ինչպես նշել էինք նախաբանում, ըստ **ժան Պիաժեի**, սովորողը պետք է կառուցի իմաստային դաշտը [9]: Ֆիզիկայում դա նշանակում է մաթեմատիկական լուծումը ստուգել ֆիզիկական գոյության պայմաններով:

• **ժամանակի ոչ բացասական լինելը:** Քառակուսային հավասարման լուծման արդյունքում ստացված $t = -5$ վայրկյանը մաթեմատիկորեն անթերի է, սակայն ֆիզիկական իրականության մեջ այն հաճախ գտնվում է դիտարկվող պրոցեսի սկզբնակետից դուրս (այսինքն՝ ֆիզիկորեն գտնվում է «ԹԱԲ-ից դուրս»): Սա աշակերտից պահանջում է գիտակցված ընտրություն՝ մաթեմատիկական լուծումների բազմությունից գատելու ֆիզիկական իմաստ ունեցող արժեքը:

• **Բացարձակ ջերմաստիճանի սահմանը:** Իդեալական գազի վիճակի հավասար-

ման ($PV = nRT$) կամ ջերմային մեքենաների ՕԳԳ-ի հաշվարկման ժամանակ Կելվինի սանդղակը դնում է սկզբունքային արգելք՝ $T \geq 0$ Կ: Եթե մաթեմատիկական ձևափոխությունների արդյունքում (օրինակ՝ ջերմային հաշվեկշռի հավասարումը լուծելիս) ստացվում է բացասական արժեք, դա ոչ թե պարզապես «թիվ» է, այլ ազդանշան այն մասին, որ կա՛մ հաշվարկն է սխալ, կա՛մ ընտրված մոդելը տվյալ պայմաններում գոյություն ունենալ չի կարող:

• **Լույսի արագության սահմանափակումը:** Դինամիկայի խնդիրներում արագության համար ստացված ցանկացած արժեք, որը գերազանցում է $c \approx 3 \cdot 10^8$ մ/վ-ը, ազդանշան է այն մասին, որ կիրառված մոդելը (նյութոսկան մեխանիկա) տվյալ տիրույթում այլևս ադեկվատ չէ: Այստեղ մաթեմատիկական ԹԱԲ-ը վերածվում է մեթոդաբանական սահմանի, որից այն կողմ անհրաժեշտ է անցում կատարել ռելյատիվիստական ֆիզիկայի տիրույթ:

Այսպիսով, մեր կողմից առաջարկվող «դիդակտիկական միասնությունը» պահանջում է, որ աշակերտը ոչ թե լուծի հավասարումը և հետո «հարմարեցնի» այն ֆիզիկային, այլ լուծման յուրաքանչյուր քայլում գիտակցի ֆիզիկական սահմանափակումը որպես բովանդակային-մաթեմատիկական հավելյալ արգելք: Սա թույլ է տալիս հաղթահարել Գայ Բրոուսի նկարագրած «դիդակտիկական պայմանագիրը» [8], որտեղ աշակերտը պարզապես բավարարում է ուսուցչի սպասելիքը՝ թիվ ստանալով, և անցնել իրական գիտական մտածողության, որտեղ թիվը երևույթի արտացոլումն է:

Եզրակացություն

Կատարված վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ մաթեմատիկական և ֆիզիկական կրթության միջև առկա «խզումը» հիմնականում հետևանք է ԹԱԲ-ի և մոդելի կիրառելիության սահմանների անջատ դիտարկման: Հոդվածում հիմնավորված «ֆունկցիոնալ-բովանդակային ԹԱԲ»-ի ներդրումը թույլ է տալիս ձևավորել սովորողի վերլուծական մտածողությունը հետևյալ ուղղություններով.

1. **մաթեմատիկական զգոնություն.** ցանկացած ձևափոխություն պետք է ուղեկցվի ԹԱԲ-ի փոփոխության մշտական վերահսկողությամբ՝ խուսափելու համար ոչ համարժեք ձևափոխություններից և կողմնակի արմատներից,

2. **ֆիզիկական ադեկվատություն.** մաթեմատիկական ապարատը պետք է ծառայի ֆիզիկական իրականությանը՝ հաշվի առնելով մեծությունների բնույթից բխող սահմանափակումները,

3. **մեթոդաբանական միասնություն.** տրամաբանական «խզումների» և ֆիզիկական «ֆազային անցումների» միջև տարված զուգահեռը հնարավորություն է տալիս ստեղծելու ուսուցման միասնական մոդել, որտեղ սովորողը տեսնում է բանաձևի հետևում թաքնված իրական պրոցեսը:

Համոզված ենք, որ վերջնարդյունքում, նման մոտեցումը նպաստելու է ոչ թե ֆորմալ գիտելիքի կուտակմանը, այլ գիտակցված կարողունակությունների ձևավորմանը, ինչը ժամանակակից բնագիտական կրթության գլխավոր նպատակն է:

Գրականություն

1. Ֆեյնման Ռ., Ֆիզիկական օրենքների բնույթը, Երևան, «Զանգակ» հրատարակչություն, 2021, 240 էջ:
2. Выготский Л. С. Мышление и речь. Москва, Соцэкгиз. 1934, 324 с.
3. Киселев А. П., Алгебра. Ч II. Москва: ФИЗМАТЛИТ. 2005, 248 с.
4. Куланин Е. Д., Норин В. П., Федин С. Н., Шевченко Ю. А. 3000 конкурсных задач по математике. 7-11 классы. Москва: Айрис-пресс. 2003, 624 с.
5. Ландау Л. Д., Лифшиц, Е. М. Курс теоретической физики. Том 1. Механика. Москва: Наука. 1988, 216 с.
6. Мордкович А. Г., Семенов П. В. Алгебра и начала математического анализа (профильный уровень). Часть 1. Учебник. Москва, Мнемозина. 2009, 424 с.
7. Пойа Д. Как решать задачу? Москва, Учпедгиз. 1959. 208 с.
8. Brousseau G. Theory of Didactical Situations in Mathematics, Kluwer Academic Publishers. 1997. 304 p.
9. Piaget J. Genetic Epistemology. Columbia University Press. 1970, 84 p.

Анализ типичных ошибок в алгебраических преобразованиях: от ОДЗ до физических ограничений

***Никогосян Гагик,
Манукян Вардан***

Резюме

***Ключевые слова:** тождество, посторонний корень, разрыв непрерывности, моделирование, межпредметные связи, образование*

В статье рассматривается одна из важнейших проблем естественно-математического образования - формальное усвоение учебного материала и пути его преодоления. В работе подчеркивается, что игнорирование области допустимых значений (ОДЗ) в процессе алгебраических преобразований может привести не только к математическим ошибкам, но и к искаженному восприятию физической реальности.

Научно-методическая новизна работы заключается в выдвигании концепции «функционально-содержательной ОДЗ», объединяющей идентичность формального математического аппарата и ограничения физического моделирования. В статье подробно анализируются типичные ошибки, возникающие вследствие игнорирования ОДЗ, на примере дробных и логарифмических выражений. Показано, что если в уравнениях посторонние корни можно отсеять путем проверки, то в неравенствах нарушение равносильности приводит к необратимым потерям.

В физическом разделе обосновывается методологическая параллель между логическими «разрывами» и «фазовыми переходами» физических систем. На примерах закона Ома, тепловых явлений и фундаментальных констант (абсолютная температура, скорость света) демонстрируется, как область физического смысла выступает в роли естественного фильтра для математических решений. В работе обосновано, что анализ ОДЗ является не вспомогательным шагом, а неотъемлемым компонентом алгоритма решения. Такой подход позволяет учащемуся преодолеть формульный «формализм» и сформировать целостную научную картину явления.

Analysis of Typical Errors in Algebraic Transformations: From the Domain of Admissible Values to Physical Constraints

***Nikoghosyan Gagik,
Manukyan Vardan***

Summary

Key words: *identity, extraneous root, discontinuity, modeling, interdisciplinary connections, education*

The article examines one of the most critical issues in science and mathematics education: the formal assimilation of instructional material and the methods to overcome it. The study emphasizes that disregarding the domain of admissible values (DAV) during algebraic transformations can lead not only to mathematical errors but also to a distorted perception of physical reality.

The scientific and methodological novelty of the work lies in the introduction of the “functional-semantic DAV” concept, which integrates the identity of the formal mathematical apparatus with the constraints of physical modeling. The article provides detailed analysis of typical errors resulting from the neglect of the DAV, using examples of fractional and logarithmic expressions. It is demonstrated that while extraneous roots in equations can be eliminated through verification, the breach of equivalence in inequalities leads to irreversible losses.

In the physics section, a methodological parallel is established between logical “discontinuities” and the “phase transitions” of physical systems. Using examples such as Ohm’s law, thermal phenomena, and fundamental constants (absolute temperature, the speed of light), it is shown how the domain of physical meaning serves as a natural filter for mathematical solutions. The study substantiates that the analysis of the DAV is not a supplementary step but an essential component of the solution algorithm. This approach enables the learner to overcome formulaic “formalism” and construct a comprehensive scientific understanding of the phenomenon.

Ներկայացվել է 26. 04. 2026 թ.

Գրախոսվել է 13. 04. 2026 թ

Ընդունվել է տպագրության 27. 05. 2026 թ.

Առաջանցիկ ուսուցում իրականացնելիս մաթեմատիկական որոշ պատկերացումների կիրառումը «Մեխանիկա»-ից առանձին դասաթեմաների դասավանդման ժամանակ

*Շատուրյան Արմեն,
Շահբազյան Անի*

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-126>

Հանգուցային բառեր. ֆիզիկայի ուսուցում, դասավանդման մեթոդաբանական մոդելավածություն, գիտելիքների իմպլիցիտ տեղափոխում, մաթեմատիկական մոդելավորում, ասոցիատիվ-առաջանցիկ կապեր, կարողություններ

Նախաբան

Գիտության հարաճուն զարգացումը բերում է կրթական համակարգերի կատարելագործման անհրաժեշտության: Ընդ որում, փոփոխման ենթակա է լինում ոչ միայն ուսուցման գործընթացի բովանդակային բաղադրիչը, այլ նաև կազմակերպակառուցվածքային ձևը:

Ֆիզիկայի դասավանդումն անհրաժեշտ է կազմակերպել այնպիսի մեթոդաբանությամբ, որը թույլ կտա սովորողների մոտ ձևավորել գործնականում իրենց գիտելիքները կիրառելու հմտություններ ու կարողություններ:

Աշխատանքում, մասնանշելով տարբեր տարիքային խմբերին բնորոշ մաթեմատիկական պատրաստվածությունը, կոնկրետ օրինակների միջոցով ցույց է տրվել, թե ինչպես կարելի է ֆիզիկայի «Մեխանիկա» բաժնից տարբեր դասաթեմաներ ուսումնասիրելիս իրականացնել առաջանցիկ ուսուցում:

Մասնավորապես. ներկայացվել է ուսուցման տարբեր աստիճաններում տեսական նյութի բացատրման ժամանակ հանդիպող գրաֆիկական մի մեթոդի կիրառման դերը սովորողների գիտելիքների տեղափոխման գործընթացում:

Բացի այդ՝ որպես առաջանցիկ ուսուցման իրականացման մաթեմատիկական մոդելավորման միջոց՝ քննարկվել է զծային կապ արտահայտող բանաձևերում ֆիզիկական մեծության միջինը որոշող արտահայտության համընդհանուր մոտեցման կիրառումը:

Աշխատանքի արդիականությունը այն է, որ ցույց է տրվել, թե ինչպես կարելի է մաթեմատիկական պատկերացումները ծառայեցնել որպես առաջանցիկ ուսուցման իրականացման միջոց:

Այդ նպատակով կոնկրետ օրինակների միջոցով ցույց է տրված, թե ինչպես որոշ մեխանիկական դասաթեմաների ուսուցման ժամանակ կարելի է իրականացնել առաջանցիկ ուսուցում մաթեմատիկական մոդելների կիրառման հենքի վրա:

Առաջանցիկ ուսուցման ժամանակ ասոցիատիվ-առաջանցիկ կապերի հետևողական կիրառումը բարձրացնում է ուսուցման արդյունավետությունը: Ի տարբերություն միջառարկայական և ներառարկայական կապերի, որոնցում գիտելիքների տեղափոխությունը կատարվում է նախորդ փորձից ընթացիկ ուսումնառություն և ունի էքսպլիցիտ բնույթ, առաջանցիկ ուսուցման ժամանակ իրականացվում է գիտելիքների տեղափոխություն ընթացիկ ուսումնառությունից հետագա ուսումնառություն և ունի իմպլիցիտ (ոչ բացահայտ) բնույթ:

Ֆուլանդակություն

Հանրակրթական դպրոցում ֆիզիկայի ուսուցման կարևորագույն խնդիրներից մեկը սովորողների մոտ ֆիզիկական մտածողության և ստեղծագործական ունակությունների զարգացումն է: Դրա իրականացումը բարդ և տևական խնդիր է և ուսուցչից պահանջում է մեծ վարպետություն ու ջանք: Շատ կարևոր է, որ ուսուցիչը հստակ պատկերացնի այն ուղին, որով պետք է տանի իր աշակերտներին: Ֆիզիկայի դասավանդման մեթոդիկայում այդ խնդրի իրականացման ուղղությամբ կատարած ամենահաջող քայլերը վերաբերում են այն տեխնոլոգիաներին, որոնք ուղղված են ուսուցման գործընթացում դասավանդման մեթոդաբանական ուղղվածության ուժեղացման և ուսուցանվող նյութը հիմնարար գաղափարների վրա կառուցելու սկզբունքի վրա: Վերջիններիս իրականացումը կարող է էապես նպաստել որակյալ ֆիզիկական կրթության ապահովելուն: Հասարակության զարգացման արդի փուլում ֆիզիկական կրթության արդիականացման հիմնական խնդիրները և ճանապարհը որոշվում են ոչ միայն շրջապատող աշխարհի մասին հաղորդած կոնկրետ գիտելիքներով, այլ նաև դրանց մեթոդաբանական հիմքերի ուսուցմամբ և մաթեմատիկական մոդելավորում իրականացնելու կոնկրետ կարողություններով ու հմտություններով:

Ֆիզիկական համակարգերի հետազոտման որակական մեթոդները թույլ են տալիս բարձրացնել ֆիզիկայի ընկալման մակարդակը, որը վերջին հաշվով հիմք է տարբեր ֆիզիկական պրոցեսների ընթացքի վերաբերյալ տեսական կանխատեսումներ անելու ընդունակությունները զարգացնելու համար: Սրա հիմքում էլ ընկած է առաջանցիկ ուսուցման գաղափարը:

Վերջին տարիներին Ա. Օստոյայանի կողմից բազմաթիվ հոդվածներում [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] առաջադրվել է առաջանցիկ ուսուցման իրականացման նոր մեթոդաբանություն:

[3] աշխատանքում առանձնացված են առաջանցիկ ուսուցման իրականացման հետևյալ ուղղությունները.

1. Առաջանցում ֆիզիկայի ընդհանուր տեսությունների, օրենքների, ընդհանուր մեթոդաբանական սկզբունքների և հիմնարար գաղափարների ուսումնասիրման ժամանակ:
2. Առաջանցում առանձին ֆիզիկական հասկացությունների և մեծությունների մեկնաբանման ժամանակ:
3. Առաջանցում հաշվման մաթեմատիկական մեթոդների կիրառման ժամանակ:
4. Անուղղակի (ինպլիցիտ) առաջանցում՝ պայմանավորված ոչ թե ծրագրով, այլ ուսուցման մեթոդիկայով:
5. Առաջանցում ուսուցանվող թեմաների վերաբերյալ խնդիրների լուծման նախապատրաստման մեջ:

Ֆիզիկայի մեթոդաբանական սկզբունքները հանդես են գալիս որպես համակարգաստեղծ տարրեր, որոնք ապահովում են տեսական գիտելիքների համակարգվածությունը, նրանց ներքին զարգացումը և ընդհանրացումը: Լրանց հիման վրա էլ ուսուցման ընթացքում հնարավոր է լինում գիտական աշխարհայացքի համակարգում ընդհանրացնել դպրոցականների գիտելիքները ֆիզիկայից:

Հայտնի է, որ խնդիրների լուծումը կարևոր տեղ է զբաղեցնում ֆիզիկայի ուսուցման գործընթացում: Այն դիտվում է, ոչ միայն տեսական նյութի կոնկրետ կիրառման հնարավորություն, այլ նաև սովորողների մոտ ֆիզիկական և մաթեմատիկական մոդելավորում իրականացնելու կարողությունների զարգացման միջոց: Ֆիզիկական

խնդիրների լուծումը լավագույն միջոց է սովորողների մոտ ֆիզիկական մտածողության և ստեղծագործական ունակությունների զարգացման համար:

Տեսական նյութի բացատրման ընթացքում առավելապես խնդիրների լուծման ժամանակ էական դեր է խաղում ֆիզիկայի և մաթեմատիկայի միջառարկայական կապերի նպատակային օգտագործումը:

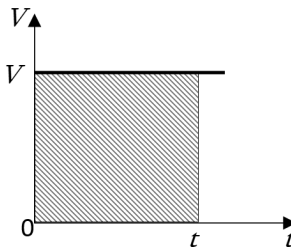
Հաշվի առնելով սովորողների տարիքա-հոգեբանական առանձնահատկությունները, այդ թվում՝ մաթեմատիկական պատրաստվածությունը, որն ավելի զարգացած է ուսուցման երկրորդ աստիճանում, դասավանդողները սովորողների հետ դեռևս ուսուցման առաջին աստիճանում պետք է նշեն և քննարկեն այն բոլորը հնարավոր դեպքերը, որոնցում կարելի է կիրառել տվյալ տեսական նյութը, ինչը կապահովի ուսուցման շարունակականությունը [1]:

Օրինակ, ուսուցման առաջին աստիճանում ֆիզիկայի «Մեխանիկա» բաժինն ուսումնասիրելիս սովորողները, ծանոթանալով հավասարաչափ շարժման «Արագություն» և «Անցած ճանապարհ» ֆիզիկական մեծություններին, նկատում են, որ հավասարաչափ շարժվող մարմնի անցած ճանապարհի և ժամանակի կապը գծային է.

$$S = V \cdot t$$

Շարժման մասին տեղեկություններ կարելի է ստանալ նաև շարժման գրաֆիկից, որը թույլ է տալիս սովորողներին բացատրել գրաֆիկի տակ ընկած պատկերի ֆիզիկական իմաստը՝ կիրառելով ֆիզիկայի և մաթեմատիկայի միջառարկայական կապերը:

Օրինակ, հավասարաչափ շարժման արագության ժամանակից կախվածությունն արտահայտող գրաֆիկի միջոցով կարող ենք որոշել մարմնի անցած ճանապարհը կամայական ժամանակամիջոցում: Նկար 1-ում սովորագծված ուղղանկյան կողմերից մեկը թվապես հավասար է ժամանակին, իսկ մյուսը՝ արագությանը: Ուղղանկյան մակերեսը թվապես հավասար է այդ կողմերի արտադրյալին, որը տվյալ դեպքում հանդիսանում է մարմնի անցած ճանապարհը:



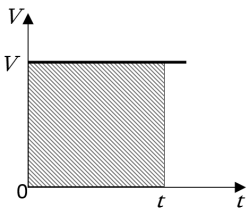
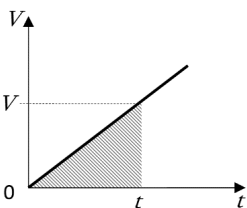
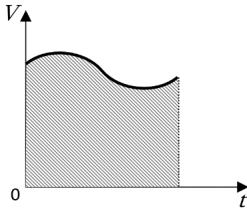
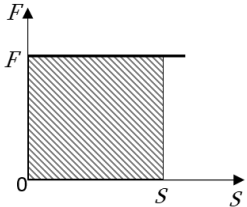
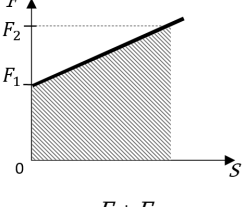
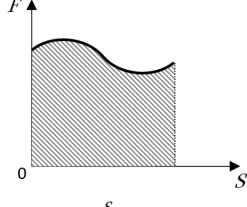
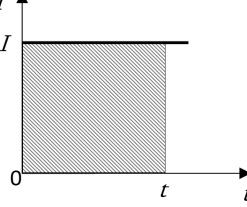
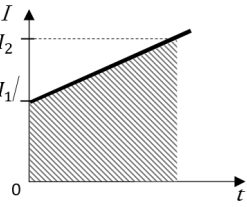
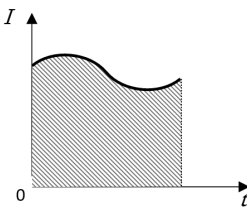
Նկար 1. Հավասարաչափ շարժման արագության կախումը ժամանակից արտահայտող գրաֆիկ

Ուսուցչին հայտնի է, որ հետագայում սովորողները պետք է հանդիպեն նմանատիպ իրադրությունների: Մասնավորապես հոսանքի ուժի (I) և ժամանակի (t) կախումը արտահայտող գրաֆիկի տակ ընկած մակերեսը թվապես հավասար է այդ ընթացքում հաղորդչով անցած լիցքին (q). $q = I \cdot t$:

Կամ այլ օրինակ. մեխանիկական աշխատանք թեման ուսումնասիրելիս, երբ քննարկվում է հաստատուն ուժի կատարած աշխատանքը, կառուցվում է $F = F(S)$

կախվածության գրաֆիկը, որի տակ ընկած պատկերի մակերեսը հավասար է աշխատանքին (A). $A = F \cdot S$:

Այսինքն՝ ստացվում է, որ երբ մի մեծություն հանդիսանում է միայնացից անկախ այլ մեծությունների արտադրյալ, ապա այդ անկախ մեծությունների միջև կախվածության գրաֆիկի տակ ընկած պատկերի մակերեսը թվապես հավասար է դրանց արտադրյալով որոշվող ֆիզիկական մեծությանը (նկար 2):

<i>Ուսուցման առաջին աստիճան</i>	<i>Ուսուցման երկրորդ աստիճան</i>	<i>Բուն</i>
 $S = V \cdot t$	 $S = \frac{1}{2} Vt = \frac{at^2}{2}$	 $S = \int_0^t V(t)dt$
 $A = F \cdot S$	 $A = \frac{F_1 + F_2}{2} \cdot S$	 $A = \int_0^S F(S)dS$
 $q = I \cdot t$	 $q = \frac{I_1 + I_2}{2} \cdot t$	 $q = \int_0^t I(t)dt$

Նկար 2. Անցած ճանապարհի, աշխատանքի և լիցքի որոշումը գրաֆիկական մեթոդով՝ ուսուցման տարբեր աստիճաններում

Մա հուշում է, որ այս դեպքում առաջանցիկ ուսուցումը պետք է կազմակերպել հետևյալ տրամաբանությամբ: Այն փաստը, որ արագության գրաֆիկի երկրաչափական մեկնաբանությունը, բացի այդպիսի կոնկրետ դրսևորումից, ունի նաև լայն դրսևորում, որն առկա է լինում տարբեր ֆիզիկական երևույթներ ու պրոցեսներ ուսումնասիրելիս: Այսինքն, այն ունի մեթոդաբանական նշանակություն:

Այժմ քննարկենք մաթեմատիկական ապարատի մի այլ դրսևորում, որը կարող է հանդիսանալ առաջանցիկ ուսուցման իրականացման նյութ:

Հայտնի է, որ ֆիզիկայի դպրոցական դասընթացին սովորողները ծանոթանում են այնպիսի մեծությունների, որոնց միջև տեղի ունի ուղիղ համեմատական կամ գծային կախվածություն:

Օրինակ. $V = V_0 + a \cdot t$, $F = k \cdot x$, $\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t$ և այլն:

Տարբեր խնդիրներ լուծելիս անհրաժեշտ է լինում գործ ունենալ այդ մեծությունների միջին արժեքների հետ: Դժվար չէ ցույց տալ, որ այդ դեպքերում միջին արժեքը որոշվում է որպես այդ մեծության արժեքների միջին թվաբանական: Այդ հանգամանքը թույլ է տալիս առաջանցիկ ուսուցման իրականացման նպատակով կատարել ընդհանրացումներ: Այն է, որ եթե գործ ունենք ֆիզիկական մեծության գծային կամ ուղիղ համեմատական կապերի հետ, ապա որպես նրանց միջին արժեք կարող ենք վերցնել միջին թվաբանականը:

Հավասարաչափ արագացող շարժումն ուսումնասիրելիս, որի դեպքում արագությունը ժամանակից կախված փոխվում է գծայնորեն, հայտնի է, որ միջին արագության սահմանումը կիրառելով ստացվում է $\bar{v} = \frac{V + V_0}{2}$ արտահայտությունը: Այսինքն՝ այն

ցանկացած ժամանակի միջակայքի համար հանդիսանում է սկզբնական և վերջնական արագությունների կիսագումար:

Հաշվի առնելով, որ դասընթացի ընթացքում նմանատիպ դրսևորումների օրինակներ կան հետագայում, ուսուցիչը կարող է անել ընդհանրացումներ՝ շեշտելով, որ երբ գործ ունենք ուղիղ կամ գծային համեմատականություն ֆունկցիոնալ կապերի հետ, ապա նրանց միջին արագության համար արդեն իսկ գոյություն ունի նմանատիպ մոտեցում: Այսինքն՝ այդ մեծության միջին արժեքը կարող է որոշվել որպես սկզբնական և վերջնական արժեքների միջին թվաբանական: Այս օրինակում որպես ասոցիատիվ դրսևորման նյութ հանդես են գալիս առաձգականության, շփման ուժերը, ինչպես նաև անկյունային արագությունը՝ հավասարաչափ շրջանագծային շարժման դեպքում:

Առաջանցիկ ուսուցում իրականացնելիս սխեմատիկորեն պատկերենք վերոնշյալ մոտեցումը (աղյուսակ 1):

Աղյուսակ 1

Առաջանցիկ ուսուցման իրականացման տրամաբանական շղթան՝ ֆիզիկական մեծության միջին արժեքի որոշման դեպքում, երբ մեծությունների միջև առկա է գծային կապ

Ընթացիկ ուսուցման նյութ	Հետագա ուսումնառության նյութ
$V = V_0 + at$ $\bar{v} = \frac{V + V_0}{2}$	$F = k \cdot x$ ($\bar{F} = \frac{F_1 + F_2}{2} = \frac{kx_1 + kx_2}{2}$) ($\bar{\varphi} = \frac{\varphi_0 + \varphi}{2}$) $F_{2\varphi} = \mu \cdot N$ ($\bar{F}_{2\varphi} = \frac{F_{2\varphi 1} + F_{2\varphi 2}}{2}$) ($\mu = \text{const}$)

Առաջանցիկ ուսուցման վերոհիշյալ դրսևորումները հնարավորություն են տալիս ուսուցման գործընթաց ներդնել ուսուցիչների այն մեծ ռեզերվը, որը նրանք ունեն: Դա առաջին հերթին վերաբերում է դասընթացի ամբողջ նյութին տիրապետելուն: Իրականացնելով ասոցիատիվ-առաջանցիկ կապեր՝ հնարավոր է դառնում մի տեղ գեներացնել բոլոր այն հնարավոր գաղափարները, որոնք իրենց հիմքում ունեն միևնույն մոտեցումները: Այդպիսի գաղափարների ընդհանրացնող և համընդհանուր բնույթը երբեմն ունենում է միջդիսցիպլինար նշանակություն և պիտանի է կրթության բոլոր մակարդակներում: Գիտելիքների այդպիսի իմպլիցիտ տեղափոխումը ուսուցման գործընթացին բերում է մի նոր մակարդակի, որի բնորոշ կողմը մեթոդաբանական ուղղվածության ուժեղացումն է:

Եզրակացություն. Այսպիսով, առաջանցիկ ուսուցման իրականացման մի կարևոր ուղղություն է ասոցիատիվ դատողությունների միջոցով մաթեմատիկական մոդելների միջև անալոգ դրսևորումների հաստատումը: Աշխատանքում կոնկրետ օրինակների վրա ցույց տրվեց, թե ինչպես որոշ մաթեմատիկական պատկերացումներ կարող են առաջանցիկ ուսուցման իրականացման հիմք հանդիսանալ: Մասնավորապես, առանձին ֆիզիկական մեծությունների երկրաչափական մեկնաբանությունների հիմքում ընկած է միևնույն դատողությունների շղթան, մյուս կողմից որոշ ֆիզիկական մեծությունների միջինի որոշման հիմքում ընկած է մեծությունների միջև գոյություն ունեցող ֆունկցիոնալ կապը՝ ուղիղ կամ գծային կախվածությունը: Այդպիսի մոտեցման դեպքում սովորողների մոտ ձևավորվում են ուսուցմանը մեթոդաբանական ուղղվածություն տալու հնարություններ, որոնք կարևոր են մտածողության զարգացման և ձևավորման բարդ գործընթացում:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-126>

Գրականություն

1. Օատուրյան Ա. Մ., Օատուրյան Ա. Շ., Շահբազյան Ա. Խ., Ֆիզիկայից տեսական նյութի բացատրման ժամանակ սովորողներին խնդիրների լուծման նախապատրաստումը // ՎՊՀ գիտական տեղեկագիր. բնական և ճշգրիտ գիտություններ, 1, ՀՀ կրթության, գիտության, մշակույթի և սպորտի նախարարություն, Վանաձորի պետական համալսարան, Վանաձոր, 2022, էջ 151-162:
2. Օատուրյան Ա. Մ., Շահբազյան Ա. Խ., Ֆիզիկայի ուսուցման ժամանակ առաջանցիկ ուսուցման կազմակերպման դիդակտիկական նպատակահարմարությունը // ՇՊՀ գիտական տեղեկագիր, 2021, պրակ Բ, էջ 258-265:
3. Цатурян А. М. Опережающее обучение как один из принципов реализации обобщающего повторения и непрерывного образования в физике. Сибирский педагогический журнал. Научное периодическое издание. Новосибирск: 2013, №2, с. 167-171.
4. Цатурян А. М., Минасян С. М. Психолого-педагогические аспекты опережающего обучения // Cross-Cultural Studies: Education and Science (CCS&ES). 2021. Volume 6, Issue I, p. 95-102.
5. Цатурян А. М., Минасян С. М. Ассоциативно-опережающие связи и их методологические функции при обучении // Cross-Cultural Studies: Education and Science (CCS&ES). 2019. Volume 4, Issue III, p. 79-84.

6. Цатурян А. М. Дидактический феномен опережающего обучения // II Всемирный конгресс в реальном и виртуальном пространстве «Восток-Запад: пересечения культур». Япония, Киото, Университет Киото Сангё, издательство *Tanaka Print*, 2019. Том I, с. 363-369.
7. Tsaturyan A. M. Advanced Learning as an Implicit Model of Continuous Education // Main Issues of Pedagogy and Psychology, Vol. 1, No. 11, 2024, p. 83-97.

**Применение некоторых математических представлений
при реализации опережающего обучения во время преподавания отдельных тем
раздела «Механика»**

*Цатурян Армен,
Шахбазян Ани*

Резюме

***Ключевые слова:** обучение физике, методологическая направленность преподавания, имплицитный перенос знаний, математическое моделирование, ассоциативно-опережающие связи, способности*

В данной работе, с учётом математической подготовки, характерной для различных возрастных групп, на конкретных примерах показано, как можно реализовать опережающее обучение при изучении отдельных тем из раздела физики «Механика». В частности, представлена роль применения графического метода, используемого при объяснении теоретического материала на разных этапах обучения, в процессе переноса знаний учащихся. Кроме того, в качестве средства реализации опережающего обучения рассмотрено применение универсального подхода при определении среднего значения физической величины в формулах, выражающих линейную зависимость, то есть в процессе математического моделирования. Актуальность работы заключается в том, что в ней показано, как математические представления могут быть использованы как средство реализации опережающего обучения. С этой целью на конкретных примерах показано, как при преподавании отдельных тем из механики можно осуществлять опережающее обучение на основе применения математических моделей. Последовательное использование ассоциативно-опережающих связей в процессе опережающего обучения повышает его эффективность. В отличие от межпредметных и внутрипредметных связей, при которых перенос знаний осуществляется из прошлого опыта в текущий процесс обучения и носит эксплицитный (явный) характер, в случае опережающего обучения перенос знаний происходит из текущего процесса обучения в будущую учебную деятельность и имеет имплицитный (неявный) характер.

The Application of Certain Mathematical Concepts in Advanced Learning when Teaching Individual Topics in “Mechanics”

*Tsaturyan Armen,
Shahbazyan Ani*

Summary

Key words: *teaching Physics, methodological direction of teaching, implicit transfer of knowledge, mathematical modeling, associative-progressive connections, abilities*

Taking into account the mathematical training characteristic of different age groups, specific examples in the article show how advanced learning can be implemented when studying individual topics from the section of physics "Mechanics". In particular, the role of the application of the graphical method, used in explaining theoretical material at different stages of training, in the process of transferring students' knowledge is presented. In addition, the application of a universal approach in determining the average value of a physical quantity in formulas expressing a linear relationship, that is, in the process of mathematical modeling, is considered as a means of implementing advanced learning. The relevance of the work lies in the fact that it shows how mathematical representations can be used as a means of implementing advanced learning. To this end, specific examples show how, when teaching individual topics from mechanics, advanced learning can be carried out based on the use of mathematical models. The consistent use of associative-progressive connections in the process of advanced learning increases its effectiveness. Unlike interdisciplinary and intradisciplinary connections, in which knowledge transfer occurs from prior experience to the current learning process and is explicit in nature, anticipatory learning involves the transfer of knowledge from the current learning process to future learning activities and is characterized by an implicit nature.

Ներկայացվել է 14. 11. 2025 թ.

Գրախոսվել է 19. 03. 2026 թ.

Ընդունվել է տպագրության 27. 05. 2026 թ.

**Սովորողների մոտ գրաֆիկական պատկերացումների զարգացումը
հիմնական դպրոցի ֆիզիկայի դասընթացում**

*Օստուրյան Արմեն,
Պապյան Անի*

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-134>

Հանգուցային բառեր. տարիքահոգեբանական առանձնահատկություններ, վերացական մտածողություն, միջառարկայական կապեր, ֆունկցիոնալ կապեր, վերլուծական մտածողություն, ֆիզիկական երևույթներ և պրոցեսներ

Ժամանակակից կրթության առաջնային խնդիրներից է ոչ միայն գիտելիքի փոխանցումը, այլև սովորողի ճանաչողական կարողությունների զարգացումը: Բնագիտական առարկաները, մասնավորապես ֆիզիկան, ունեն բացառիկ հնարավորություն ձևավորելու վերլուծական մտածողություն: Հիմնական դպրոցում ֆիզիկայի ուսուցումը ոչ միայն գիտելիքների փոխանցման գործընթաց է, այլև գիտական մտածողության ձևավորման կարևոր փուլ: Աշակերտներն աստիճանաբար անցում են կատարում կոնկրետ պատկերավոր մտածողությունից դեպի վերացական և վերլուծական մտածողություն: Այս անցումը հաճախ ուղեկցվում է որոշակի դժվարություններով, հատկապես այն դեպքերում, երբ ուսուցումը սահմանափակվում է բանաձևերի մեխանիկական կիրառմամբ: Այդ պատճառով առանձնահատուկ կարևորություն են ստանում գրաֆիկական խնդիրները, որոնք հնարավորություն են տալիս ֆիզիկական երևույթները ներկայացնել տեսողական, կառուցվածքային և տրամաբանական մակարդակում: Գրաֆիկական պատկերացումները հանդիսանում են ֆիզիկայի ուսուցման կարևոր բաղադրիչ: Դրանք ոչ միայն հեշտացնում են ֆիզիկական երևույթների ըմբռնումը, այլև զարգացնում են սովորողների վերլուծական, տրամաբանական և հետազոտական կարողությունները: Ֆիզիկական երևույթների ուսումնասիրությունը հիմնված է մեծությունների միջև առկա փոխկապակցվածությունների բացահայտման վրա: Դպրոցական ֆիզիկայի դասընթացում առանձնահատուկ տեղ է զբաղեցնում այդ կախվածությունների գրաֆիկական ներկայացումը, քանի որ այն հնարավորություն է տալիս ոչ միայն նկարագրել, այլև վերլուծել ուսումնասիրվող գործընթացները: 7–9 դասարաններում գրաֆիկների կառուցման և մեկնաբանման հմտությունների ձևավորումը կարևոր նախադրյալ է հետագա ուսումնառության հաջող կազմակերպման համար:

Հիմնական դպրոցի ֆիզիկայի դասընթացի գործող դասագրքերում [2, 3, 4] առանձնակի ուշադրություն չի դարձվում սովորողների մոտ գրաֆիկական մտածողության զարգացման խնդիրներին:

Դասավանդման փորձը ցույց է տվել, որ հիմնական դպրոցում սովորողները դժվարանում են կառուցել և վերլուծել տարբեր ֆիզիկական բնութագրերի միջև գոյություն ունեցող ֆունկցիոնալ կապերը, որոնք ներկայացվում են գրաֆիկորեն: Դրա պատճառները տարբեր են և ունեն ինչպես տարիքահոգեբանական հիմքեր, այնպես էլ ոչ արդյունավետ ընտրված ուսուցման մեթոդիկա: Անհրաժեշտություն կա վեր հանել այն դժվարությունները, որոնք ի հայտ են գալիս միջին դպրոցական տարիքի սովորող-

ների մոտ գրաֆիկների կառուցման ժամանակ և փորձել համապատասխան մեթոդիկայի կիրառումը լուծել այդ խնդիրները:

Աշխատանքի նպատակն է, կարևորելով ֆիզիկայի ուսուցման ժամանակ ֆունկցիոնալ կախվածությունների գրաֆիկական ներկայացումը, վեր հանել այն դժվարությունները, որոնց բախվում են հիմնական դպրոցի սովորողները և մասնանշել ուսուցման այն մեթոդաբանությունը, որի կիրառումը թույլ կտա բարձրացնել սովորողների մոտ գրաֆիկների վերաբերյալ պատկերացումների զարգացումը:

Տարիքահոգեբանական դժվարությունները, որոնք առկա են միջին դպրոցի սովորողների մոտ՝ կապված քննարկվող հարցի հետ, այն են, որ նրանց մոտ դեռևս զարգացած չէ վերացական մտածողությունը, և նրանք դժվարանում են ֆունկցիոնալ կախվածության անալիտիկ տեսքից անցում կատարել գրաֆիկականի: Մյուս կողմից էլ, ինչպես ցույց է տրված [1] աշխատանքում, սովորողները դժվարանում են մաթեմատիկայի դասընթացից անընդհատ կիրառվող x , y տառային նշանակումները փոխարինել տարբեր ֆիզիկական մեծությունների համապատասխան տառային նշանակումներով: Վերջինիս պատճառը հոգեբանական է: Նշվածներից զատ առավել կարևորվում է այն, թե ինչպես է ֆիզիկայի ուսուցիչը ֆիզիկական բանաձևերի անալիտիկ տեսքից անցում կատարում գրաֆիկականի՝ հաշվի առնելով խնդրի ֆիզիկական էությունը և ֆիզիկական մեծությունների կիրառելիության սահմանները:

Գրաֆիկական խնդիրները զարգացնում են մի քանի կարևոր ուսուցողական կարողություն և նպաստում են սովորողների ճանաչողական զարգացմանը: Առաջին հերթին դրանք զարգացնում են տեսողական-պատկերային ընկալումը, ինչը հատկապես կարևոր է այն փուլում, երբ սովորողները դեռևս դժվարությամբ պատկերացնում են ֆիզիկական երևույթները միայն բառերով կամ բանաձևերով: Երկրորդը, գրաֆիկները օգնում են հասկանալ գործընթացների դինամիկան, օրինակ՝ արագություն-ժամանակ կամ ճանապարհ-ժամանակ գրաֆիկների միջոցով պարզորոշ երևում են փոփոխությունների բնույթը և փոխկապակցվածությունը: Ֆիզիկայում հաճախ անհրաժեշտ է պարզել, թե ինչպես է մի մեծություն փոփոխվում մյուսից կախված: Օրինակ ինչպես է ճանապարհը կախված ժամանակից, կամ ինչպես է արագությունը փոխվում շարժման ընթացքում: Թվային տվյալները միշտ չէ, որ հնարավորություն են տալիս արագ ընկալել փոփոխությունների բնույթը: Գրաֆիկական պատկերումները դարձնում են այդ կապը տեսանելի և հասկանալի:

Գրաֆիկական խնդիրները նաև ամրապնդում են միջառարկայական կապերը, քանի որ սովորողը ստիպված է համադրել ֆիզիկական պատկերացումները և մաթեմատիկական հմտությունները, ինչը միաժամանակ զարգացնում է վերլուծական և սինթետիկ մտածողությունը, ինչպես նաև պատրաստում աշակերտներին առավել բարձր մակարդակի վերացարկումներ կատարելուն: Գրաֆիկական պատկերացումների կիրառումը օլիմպիական խնդիրներում ունի կարևոր նշանակություն, քանի որ դրանք ոչ միայն լուծման ուղի են, այլև մտածողության յուրահատուկ գործիք: Օլիմպիական մակարդակի խնդիրները սովորաբար պահանջում են խորքային վերլուծություն, ստեղծագործական մոտեցում և ոչ ստանդարտ լուծումներ, իսկ գրաֆիկական պատկերացումների կիրառումը հաճախ դառնում է այդ գործընթացի առանցքային մասը:

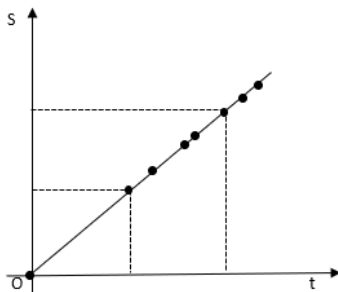
7-9 դասարաններում ձևավորված գրաֆիկական վերլուծության հմտությունները հիմք են հանդիսանում ավագ դպրոցում բարդ ֆիզիկական գործընթացների ուսումնասիրման համար: Բացի այդ՝ տարբեր կախվածությունների գրաֆիկական ներկայաց-

ման կարողությունը կարևոր է հետազոտությունների, նախագծային աշխատանքների և առօրյա կյանքի տարբեր իրավիճակներում, որը թույլ է տալիս ճիշտ գնահատել փոփոխությունների դինամիկան:

Գրաֆիկների կառուցման գործընթացի ուսուցումը պետք է իրականացվի փուլային և համապատասխան մեկնաբանություններով: Առանցքների ընտրությունը, մեծությունների անվանումների և միավորների նշումը, մասշտաբի ընտրությունը և կետերի տեղադրումը պետք է հիմնավորվեն: Երբ ուսուցիչը բացատրում է յուրաքանչյուր քայլի նշանակությունը, աշակերտները սկսում են գիտակցել կառուցման տրամաբանությունը: Հակառակ դեպքում նրանք կարող են շփոթել առանցքները, ընտրել անհարմար մասշտաբ կամ մոռանալ միավորները, ինչը հանգեցնում է սխալ մեկնաբանությունների: Միայնքի վերլուծությունը ևս կարևոր ուսուցողական միջոց է, քանի որ այն ձևավորում է քննադատական մտածողություն և ուշադրություն մանրամասների նկատմամբ:

Ֆիզիկայի ուսուցման ժամանակ, ելնելով նպատակահարմարությունից, ուսուցիչը պետք է անդրադարձ կատարի տվյալ բանաձևում առկա և մաթեմատիկայից հայտնի համապատասխան ֆունկցիոնալ կախվածությանը՝ այն ներկայացնելով նաև մաթեմատիկական սիմվոլիկայով: Այնուհետև, ամենկարևոր փուլն այն է, որ ֆիզիկական բանաձևում բացահայտվի, թե ո՞ր մեծությունների միջև ֆունկցիոնալ ի՞նչ կապեր են առկա: Վերջինս թույլ կտա աշակերտներին համապատասխան գրաֆիկների կառուցման ժամանակ գիտակցական մոտեցում ցույց տալ: Հիմնական դպրոցի ֆիզիկայի դասընթացում դրսևորվող մաթեմատիկական ֆունկցիոնալ կախվածությունները սահմանափակվում են հիմնականում ուղիղ և հակադարձ համեմատական կապերով:

Որևէ կախվածության գրաֆիկ կառուցելիս ուսուցիչները հիմնականում միանգամից կառուցում են համապատասխան կորը, և սովորողների համար անհասկանալի է մնում դրա ծագումը: Մինչդեռ նախ պետք է այդ տարիքի երեխաների համար հասկանալի դարձնել այդ կորի յուրաքանչյուր կետի ծագումը: Օրինակ՝ ուղղագիծ հավասարաչափ շարժման համար $S = V \cdot t$ բանաձևին համապատասխան $S(t)$ կախվածության գրաֆիկը կառուցելիս նախ պետք է նշել ֆունկցիոնալ կապի տեսակը և մաթեմատիկայում դրան համապատասխան գրաֆիկը, այնուհետև ժամանակի գոնե երկու արժեքների համար գտնել ճանապարհների համապատասխան արժեքները: Եվ, որ ամենակարևորն է, նշել, որ այդ գիծը ձևավորվում է որպես տարբեր կետերի բազմություն (նկար 1):



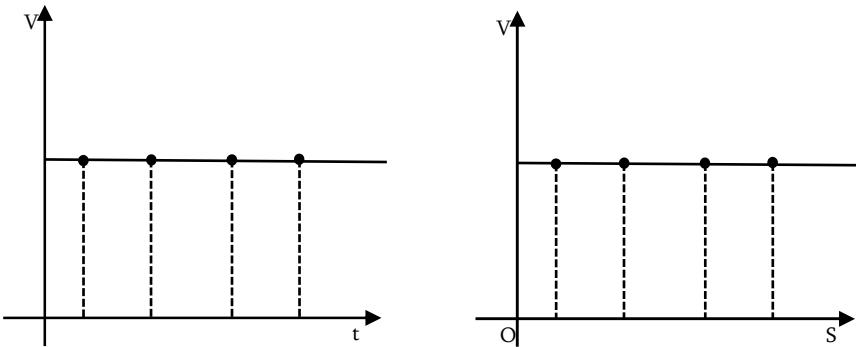
Նկար 1. Ճանապարհի և ժամանակի կախվածության գրաֆիկը

Դասավանդման փորձը ցույց է տվել, որ շատ դեպքերում սովորողները ֆիզիկական բանաձևերն ընկալում են ֆորմալ և հաշվի չեն առնում բանաձևն արտացոլող ֆիզիկական խնդրի էությունը և մեծությունների իմաստը: Դա բերում է նրան, որ սովորողները չեն կարողանում պատասխանել նույնիսկ պարզ թվացող շատ հարցերի, որովհետև մտածում են մաթեմատիկորեն՝ ուշադրություն չդարձնելով խնդրի ֆիզիկական էությանը:

Օրինակ՝ ուղղագիծ հավասարաչափ շարժման ուսումնասիրելիս շատ դեպքերում սխալվում կամ դժվարանում են պատասխանել հետևյալ հարցերին.

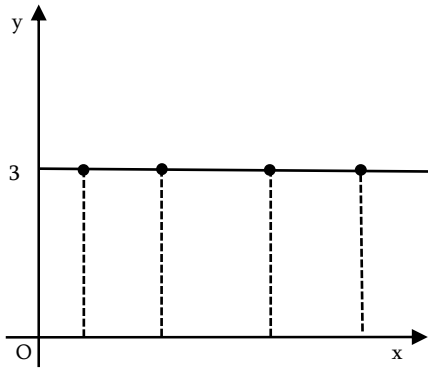
- Որքա՞ն է մեծանում շարժման արագությունը ժամանակը երկու անգամ մեծացնելիս:
- Որքա՞ն է փոխվում արագությունը ճանապարհը երեք անգամ մեծացնելիս:

Սակայն, երբ նրանց հիշեցվում է այն փաստը, որ այդպիսի շարժման ժամանակ արագությունը հաստատուն է, ապա նրանք սկսում են այլ կերպ մտածել և աստիճանաբար գալ այն համոզման, որ արագությունը կախված չէ ո՛չ ժամանակից, ո՛չ էլ ճանապարհից: Սրան արդեն պետք է հաջորդի $V(t)$ և $V(s)$ կախվածությունների գրաֆիկների կառուցումը՝ շեշտադրելով, որ անկախ նրանից, թե ինչ արժեք է ունենում ժամանակը (t) կամ ճանապարհը (s), միևնույն է, նրա արագության արժեքը մնում է նույնը՝ հաստատուն: Գրաֆիկը կառուցելիս ևս պետք է բացատրել կորի (գծի) առաջացման ընթացքը՝ մի քանի կետերի համար կառուցելով գրաֆիկը (նկար 2):



Նկար 2. Արագության կախվածությունը ժամանակից և ճանապարհից

Այստեղ կարելի է համանմանորեն կառուցել օրինակ մաթեմատիկայից հայտնի $y = 3$ ֆունկցիայի գրաֆիկը և նշել, որ այդ բանաձևում x -ը բացակայում է, որը նշանակում է, որ y -ը միշտ հավասար է 3-ի և կախված չէ x -ից: Այսինքն՝ x -ի յուրաքանչյուր արժեքին համապատասխանում է միևնույն $y = 3$ արժեքը (նկ. 3.):



Նկար 3. $y = 3$ ֆունկցիայի գրաֆիկը

Հաշվի առնելով, որ սովորողները հակադարձ համեմատականության գրաֆիկին մաթեմատիկայի դասընթացից ծանոթանում են 8-րդ դասարանի ուսումնառության վերջում, ապա մինչ այդ անհրաժեշտ է միայն մատնանշել հակադարձ համեմատականության էությունը և դրա աղեկվատ մաթեմատիկական բանաձևը՝ $y = \frac{k}{x}$, կարևորելով k գործակցի հաստատուն լինելու պայմանը ($k = const$):

Դա նշանակում է, որ 8-րդ դասարանի վերջում և 9-րդ դասարանում արդեն ֆիզիկայի դասընթացում կարելի է անդրադառնալ ֆիզիկայի դասաթեմաներում հանդիպող հակադարձ համեմատություն արտահայտող բանաձևերի գրաֆիկներին՝ առաջնորդվելով վերոնշյալ տրամաբանությամբ:

Գրաֆիկական խնդիրների համակարգված կիրառումը նաև նպաստում է սովորողների ակտիվ մասնակցությանը դասին: Գրաֆիկի վերլուծությունը կարելի է կազմակերպել հարցադրումների միջոցով՝ ի նչ է ցույց տալիս գրաֆիկի թեքությունը, ի նչ է նշանակում հորիզոնական հատվածը, որ պահին է մեծությունը առավելագույն: Այսպիսի աշխատանքը խթանում է համագործակցային ուսուցումը: Աշակերտները սովորում են հիմնավորել իրենց պատասխանները և պաշտպանել սեփական տեսակետը:

Այսպիսով, գրաֆիկական խնդիրները 7–9-րդ դասարաններում ֆիզիկայի ուսուցման կարևոր բաղադրիչ են: Դրանք ոչ միայն պարզեցնում են բարդ երևույթների ընկալումը, այլ նաև ձևավորում են գիտական մտածողություն, զարգացնում վերլուծական և տրամաբանական կարողությունները, ամրապնդում միջառարկայական կապերը և բարձրացնում ուսուցման արդյունավետությունը: Մասնելի և գիտակցված բացատրության պայմաններում գրաֆիկական խնդիրները դառնում են հզոր մեթոդական գործիք, որը նպաստում է աշակերտների գիտելիքների խորքային և համակարգված յուրացմանը: Ֆիզիկայի ուսուցչի խնդիրը ոչ միայն գրաֆիկ կառուցել սովորեցնելն է, այլ նաև սովորեցնել այդ գրաֆիկը «կարդալ, հասկանալ և մեկնաբանել» որպես բնության օրենքների արտահայտություն:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2026.1ns-134>

Գրականություն

1. Օստոսյան Ա., Առաքելյան Ա., Փարսադանյան Ս., Ֆիզիկայի դասավանդման ժամանակ հանդիպող որոշ մաթեմատիկական իրողությունների մասին, Վանաձոր, Մխիթար Գոշ, 2006, հ. 3, էջ 178-180:
2. Մելիքյան Գ., Մախյան Ս., Ֆիզիկա-7: Հանրակրթական դպրոցի 7-րդ դասարանի դասագիրք, Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2023, 168 էջ:
3. Մելիքյան Գ., Մախյան Ս., Ֆիզիկա-8: Հանրակրթական դպրոցի 8-րդ դասարանի դասագիրք, Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2024, 160 էջ:
4. Մելիքյան Գ., Մախյան Ս., Ֆիզիկա-9: Հանրակրթական դպրոցի 9-րդ դասարանի դասագիրք, Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2025, 156 էջ:

Развитие графических представлений учащихся при обучении физике в основной школе

*Շատուրյան Արմեն,
Քալանթարյան Անի*

Резюме

Ключевые слова: *возрастно-психологические особенности, абстрактное мышление, межпредметные связи, функциональные связи, аналитическое мышление, физические явления и процессы*

Графическое представление зависимостей является важным средством математического моделирования явлений и процессов при обучении физике в основной школе.

Учитывая возрастно-психологические особенности и математическую подготовку учащихся, для развития графических представлений в курсе физики необходимо сочетать функциональную зависимость, представленную в формулах, и физическую сущность задачи, а затем объяснять логику появления каждой точки графика.

Такой подход облегчает развитие графических представлений у учащихся и способствует преодолению тех абстракций, которые возникают в процессе обучения.

В работе на примере прямолинейного равномерного движения показано, как следует организовать обучение для учащихся основной школы, чтобы они строили графики соответствующих формул, понимая происхождение каждой точки, формирующей кривые. Это становится более понятным для учащихся, когда им представляются математические зависимости, адекватные физическим формулам, и по примеру построения графиков последних аналогичным образом строятся графики, соответствующие формуле, описывающей физический процесс или явление.

Development of Learner's Graphical Representations in the Basic School Physics Course

*Tsaturyan Armen,
Papyan Ani*

Summary

Key words: *age-related psychological characteristics, abstract thinking, interdisciplinary connections, functional dependency, analytical thinking, physical phenomena and processes*

The graphical representation of dependencies is an important tool for mathematical modeling of phenomena and processes in teaching physics in basic school.

Considering the age-related psychological characteristics and mathematical training of students, it is necessary to combine the functional dependence represented in formulas and the physical essence of the problem to develop graphical representations in the physics course, and then explain the logic of the appearance of each point on the graph.

This approach facilitates the development of graphical representations in students and helps to overcome the abstractions that arise in the learning process.

The paper uses the example of uniform rectilinear motion to show how to organize training for basic school students so that they can construct graphs of the corresponding formulas, understanding the origin of each point forming the curves. This becomes more understandable for students when they are presented with mathematical dependencies that are adequate to physical formulas, and, following the example of constructing graphs of the latter, graphs corresponding to the formula describing a physical process or phenomenon are constructed in a similar way.

Ներկայացվել է 14. 04. 2026 թ.

Գրախոսվել է 13. 05. 2026 թ.

Ընդունվել է տպագրության 27. 05. 2026 թ.

ՀԱՍՏԱՌՈՏ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՀԵՂԻՆԱԿՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

1. **Ազարյան Սերգեյ** – ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, Երևանի պետական համալսարանի բարձրագույն մաթեմատիկայի ամբիոնի դոցենտ, sergey.azaryan@bk.ru
2. **Ասրյան Գայանե** – Վարդաբլուրի միջնակարգ դպրոց, ուսուցչուհի, gayane.asryan@list.ru
3. **Բայրամյան Լիլիյա** – գյուղատնտեսական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ, Վանաձորի պետական համալսարանի քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի ավագ դասախոս, bayramyanlilia@gmail.com
4. **Խոդերյան Բորիս** – Հայաստանի պետական մանկավարժական համալսարան, տեխնիկական գիտությունների թեկնածու, Տեխնոլոգիական կրթության ամբիոնի դոցենտ, khoderyanboris34@aspu.am
5. **Օսատուրյան Արմեն** – Մանկավարժական գիտությունների դոկտոր, ՌԲԱ պրոֆեսոր, Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարանի ռեկտոր, atsaturyan8587@gmail.com
6. **Հակոբյան Աննա** – Հայաստանի պետական մանկավարժական համալսարան, մանկավարժական գիտությունների թեկնածու, Տեխնոլոգիական կրթության ամբիոնի դասախոս, hakobyananna34@aspu.am
7. **Հովսեփյան Վարդուհի** – ՎՊՀ, կենսաբանական գիտությունների թեկնածու, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի դոցենտ, varduhi@inbox.ru
8. **Ղարիբյան Պարզև** – ՀՀ ԷՆ Երկրագործության գիտական կենտրոն, ասպիրանտ, 999pargev@gmail.com
9. **Մանուկյան Վարդան** – Շիրակի Մ. Նալբանդյանի անվան պետական համալսարան, ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, մաթեմատիկա, ֆիզիկա և տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ ամբիոնի դոցենտ, mvardan_1972@mail.ru
10. **Մխիթարյան Հասմիկ** – Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարան, կենսաբանական գիտությունների թեկնածու, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի դոցենտ, hasmik_mkhitaryan88@mail.ru
11. **Նիկողոսյան Գագիկ** – Շիրակի Մ. Նալբանդյանի անվան պետական համալսարան, ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, մաթեմատիկա, ֆիզիկա և տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ամբիոնի գիտաշխատող, gagonik@mail.ru
12. **Շահբազյան Անի** – Շիրակի Մ. Նալբանդյանի անվան պետական համալսարան, ani.shahbazyan.90@mail.ru
13. **Պալյան Իզաբելա** – Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարան, «կենսաբանություն» մասնագիտության մագիստրատուրայի 1-ին կուրսի ուսանողուհի, palyanisabel@gmail.com
14. **Պապյան Անի** – ՀՀ ԿԳՄՄՆ «Վանաձորի մաթեմատիկայի և բնագիտական առարկաների խորացված ուսուցմամբ հատուկ դպրոց» ՊՈԱԿ, ուսուցչուհի, papyan.ani@yandex.ru
15. **Պարոնիկյան Արմինե** – Մերթոպ Մաշտոցի անվան հին ձեռագրերի գիտահետազոտական ինստիտուտ, Կենսաքիմիական հետազոտությունների լաբորատորիայի կրտսեր գիտաշխատող armineparonikyan@gmail.com
16. **Պողոսյան Հովհաննես** – Հայաստանի պետական մանկավարժական համալսարան, Տեխնոլոգիական կրթության ամբիոնի մագիստրատուրայի ուսանող, hovhannes_poghosyan@internet.ru

17. **Սահակյան Գայանե** – կենսաբանական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ Վանաձորի պետական համալսարանի քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի դոցենտ, sahakyanheghine@mail.ru
18. **Սահակյան Ռուստամ** – տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարան, մաթեմատիկայի և ինֆորմատիկայի ամբիոնի պրոֆեսոր, rsahakyan@yahoo.com
19. **Վարդանյան Ջարուհի** – Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարան, կենսաբանական գիտությունների դոկտոր, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի պրոֆեսոր, zaruhi.vartanyan@mail.ru
20. **Վարդանյան Հայարփի** – vardanyan.hayarpi.02@gmail.com
21. **Քոչարյան Վիլեն** – Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարան, ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի դոցենտ, vilenkoch@gmail.com
22. **Օրարյան Քնար** – «Երևանի պետական համալսարան» հիմնադրամի Իջևանի մասնաճյուղ, ծրագրավորման և ինֆորմացիոն տեխնոլոգիաների ամբիոնի դասախոս, qnar.otaryan@ysu.am

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ СТАТЕЙ

1. **Азарян Сергей** – Ереванский государственный университет, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики, sergey.azaryan@bk.ru
2. **Акопян Анна** – Армянский государственный педагогический университет, кандидат педагогических наук, преподаватель кафедры технологического образования, hakobyananna34@aspu.am
3. **Асрян Гаяне** – Средняя школа села Вардаблур, учительница, gayane.asryan@list.ru
4. **Байрамян Лилия** – Ванадзорский государственный университет, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший преподаватель кафедры химии и биологии, bayramyanlilia@gmail.com
5. **Варданын Айарпи** – vardanyan.hayarpi.02@gmail.com
6. **Варданын Заруи** – Ванадзорский государственный университет, доктор биологических наук, профессор кафедры химии и биологии, zaruhi.vartanyan@mail.ru
7. **Гарибян Паргев** – Министерство Экономики РА, Научный центр земледелия, аспирант, 999pargev@gmail.com
8. **Кочарян Вилен** – Ванадзорский государственный университет, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры химии и биологии, vilenkoch@gmail.com
9. **Манукян Вардан** – Ширакский государственный университет, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, физики и информационных технологий, mvardan_1972@mail.ru
10. **Мхитарян Асмик** – Ванадзорский государственный университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры химии и биологии, hasmik_mkhitaryan88@mail.ru
11. **Никогосян Гагик** – Ширакский государственный университет, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник кафедры математики, физики и информационных технологий, gagonik@mail.ru

12. **Овсепян Вардуи** – Ванадзорский государственный университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры химии и биологии, varduhi@inbox.ru
13. **Отарян Кнар** – Иджеванский филиал Фонда “Ереванский государственный университет”, преподаватель кафедры программирования и информационных технологий, knar.otaryan@ysu.am
14. **Палян Изабела** – Ванадзорский государственный университет, студентка 1-ого курса магистратуры по специальности «Биология», palyanisabel@gmail.com
15. **Палян Ани** – Ванадзорская специализированная школа с углубленным изучением математики и естественных наук МОНКС РА, учительница, paryan.ani@yandex.ru
16. **Пароникян Армине** – Институт древних рукописей имени Месропа Маштоца (Матена-даран), младший научный сотрудник лаборатории биохимических исследований, armineparonikyan@gmail.com
17. **Погосян Оганес** – Армянский государственный педагогический университет, студент магистратуры кафедры технологического образования, ovhannes_poghosyan@internet.ru
18. **Саакян Гаяне** – Ванадзорский государственный университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры химии и биологии, sahakyanheghine@mail.ru
19. **Саакян Рустам** – Ванадзорский государственный университет, доктор технических наук, профессор кафедры математики и информатики, rsahakyan@yahoo.com
20. **Ходерян Борис** – Армянский государственный педагогический университет, кандидат технических наук, доцент кафедры технологического образования, khoderyanboris34@asp.u.am
21. **Цатурян Армен** – Ванадзорский государственный университет, профессор в РАЕН, доктор педагогических наук, ректор Ванадзорского государственного университета, atsaturyan8587@gmail.com
22. **Шахбазян Ани** – Ширакский государственный университет, соискатель, ani.shahbazyan.90@mail.ru

BRIEF INFORMATION ABOUT THE AUTHORS OF THE ARTICLES

1. **Asryan Gayane** – Vardablur Secondary School, Teacher, gayane.asryan@list.ru
2. **Azaryan Sergey** – Yerevan State University, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Chair of Higher Mathematics, sergey.azaryan@bk.ru
3. **Bayramyan Liliya** – Vanadzor State University, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Senior Lecturer at the Chair of Chemistry and Biology, bayramyanlilia@gmail.com
4. **Gharibyan Pargev** – Ministry of Economy of the Republic of Armenia, Scientific Center for Agriculture, PhD Student, 999pargev@gmail.com
5. **Hakobyan Anna** – Armenian State Pedagogical University, Candidate of Pedagogical Sciences, Lecturer at the Chair of the Technological Education, hakobyananna34@asp.u.am
6. **Hovsepyan Varduhi** – Vanadzor State University, Candidate of Biological Science, Associate Professor at the Chair of Chemistry and Biology, varduhi@inbox.ru
7. **Khoderyan Boris** – Armenian State Pedagogical University, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Chair of the Technological Education, khoderyanboris34@asp.u.am
8. **Kocharyan Vilen** – Vanadzor State University, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Chair of Chemistry and Biology, vilenkoch@gmail.com

9. **Manukyan Vardan** – Shirak State University, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Chair of Mathematics, Physics and IT, mvardan_1972@mail.ru
10. **Mkhitaryan Hasmik** – Vanadzor State University, Candidate of Biological Science, Associate Professor at the Chair of Chemistry and Biology, hasmik_mkhitaryan88@mail.ru
11. **Nikoghosyan Gagik** – Shirak State University, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Researcher at the Chair of Mathematics, Physics and IT, gagonik@mail.ru
12. **Otaryan Knar** – Ijevan Branch of “Yerevan State University” Foundation, Lecturer at the Chair of Programming and Information Technology, qnar.otaryan@ysu.am
13. **Palyan Izabela** – Vanadzor State University, 1st Year Master Student in “Biology”, palyanisabel@gmail.com
14. **Papyan Ani** – Vanadzor Specialized School with In-Depth Learning of Mathematics and Natural Sciences of RA MoESCS, Teacher, papyan.ani@yandex.ru
15. **Paronikyan Armine** – Mesrop Mashtots Institute of Ancient Manuscripts (Matenadaran), Junior Researcher at the Biochemical Research Laboratory, armineparonikyan@gmail.com
16. **Poghosyan Hovhannes** – Armenian State Pedagogical University, Master Student at the Chair of the Technological Education, hovhannes_poghosyan@internet.ru
17. **Saakyan Rustam** – Vanadzor State University, Doctor of Technical Sciences, Professor at the Chair of Mathematics and Informatics, rsahakyan@yahoo.com
18. **Sahakyan Gayane** – Vanadzor State University, Candidate of Biological Science, Associate Professor at the Chair of Chemistry and Biology, sahakyanheghine@mail.ru
19. **Shahbazyan Ani** – Shirak State University, Degree Applicant, ani.shahbazyan.90@mail.ru
20. **Tsaturyan Armen** – Vanadzor State University, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor in RANS, Rector of Vanadzor State University, atsaturyan8587@gmail.com
21. **Vardanyan Hayarpi** – vardanyan.hayarpi.02@gmail.com
22. **Vardanyan Zaruhi** – Vanadzor State University, Doctor of Biological Sciences, Professor at the Chair of Chemistry and Biology, zaruhi.vartanyan@mail.ru

ՖԻՉԻԿԱ

Քոչարյան Վիլեն

Օդատեսիլների (միրածների) առաջացումը մթնոլորտում.....8

ԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Հովսեփյան Վարդուհի

Դադձի (*Mentha piperita L.*) և ուրցի (*Thymus serpyllum L.*)

ջրային և սպիրտային էքստրակտների հակաբակտերիալ և հակասնկային
ակտիվության սումնասիրություն.....16

Ղարիբյան Պարզև

Հանքային և կենսաբանական պարարտանյութերի ազդեցությունը
ուլտրի և լոբու աճի, զարգացման, ֆենոլոգիական փուլերի անցման և
բերքատվության վրա լեռնային գոտու պայմաններում26

Պարոնիկյան Արմինե

Մատենադարանի ձեռագիր և հնատիպ գրքերի կենսաքայքայիչ միկրոմիցետների
նկատմամբ բուսական կենսասպանների հակասնկային ակտիվությունը.....37

Վարդանյան Ջարուհի, Պայան Իզաբելա

Լոռու և Գեղարքունիքի մարզերի տարբեր աճելավայրերի
չիչխան դժնիկանման (*Hippophae rhamnoides L.*) բուսատեսակի
թարմ պտուղներից ստացված հյութի ուսումնասիրություն.....47

Վարդանյան Ջարուհի, Բայրամյան Լիլիյա,

Սահակյան Գայանե, Մխիթարյան Հասմիկ

Հայաստանի հյուսիսարևելյան հատվածի որոշ ջրային
էկոհամակարգերի մոնիթորինգ56

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ

Ազարյան Սերգեյ, Օթարյան Քնար

Հեղոնիկ սինապսի մոդելավորում LIF նեյրոնում և
դրա կիրառությունը սփայքային նեյրոնային ցանցերում69

Վարդանյան Հայարփի, Սահակյան Ռուստամ

Դինամիկ մուլտիմոդալ թվային կերպարի հիման վրա
օգտատիրոջ ապագա կարիքները կանխատեսող ինտելեկտուալ
համակարգի մշակման խնդրի ձևակերպում.....82

Ասրյան Գայանե

«Արհեստական բանականության կիրառություններ» թեմայի
ուսուցումը նախագծային մեթոդի կիրառմամբ94

Խողերյան Բորիս, Հակոբյան Աննա, Պողոսյան Հովհաննես

Դպրոցների ուսումնական արհեստանոցների նյութատեխնիկական բազաների
արդի վիճակի հետազոտում.....102

Մանուկյան Վարդան, Նիկողոսյան Գագիկ

Երկրաչափական և օպտիկական պատկերացումների
փոխկապակցված զարգացումը. տիպային սխալների ախտորոշում և շտկում.....110

Նիկողոսյան Գագիկ, Մանուկյան Վարդան

Տիպային սխալների վերլուծությունը հանրահաշվական ձևափոխություններում.
ԹԱԲ-ից մինչև ֆիզիկական սահմանափակումներ118

Ծատուրյան Արմեն, Շահբազյան Անի

Առաջանցիկ ուսուցում իրականացնելիս մաթեմատիկական
որոշ պատկերացումների կիրառումը «Մեխանիկա»-ից
առանձին դասաթեմաների դասավանդման ժամանակ126

Ծատուրյան Արմեն, Պապյան Անի Սովորողների մոտ գրաֆիկական

պատկերացումների զարգացումը հիմնական դպրոցի ֆիզիկայի դասընթացում134

ՀԱՄԱՌՈՏ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

ՀՈԴՎԱԾՆԵՐԻ ՀԵՂԻՆԱԿՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ141

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Кочарян Вилен

Образование миражей в атмосфере 8

БИОЛОГИЯ

Овсепян Вардун

Исследование антибактериальной и противогрибковой активности водных и спиртовых экстрактов *Mentha piperita L.* и *Thymus serpyllum L.*14

Гарибян Паргев

Влияние минеральных и биологических удобрений на рост, развитие, фенологические стадии и урожайность гороха и фасоли в горных условиях15

Пароникян Армине

Фунгицидная активность растительных биоцидов в отношении микромицетов-биодеструкторов рукописных и старопечатных книг Матенадарана12

Варданян Заруи, Палян Изабела

Исследование сока, полученного из свежих плодов облепихи (*Hippophae rhamnoides L.*) из разных мест обитания в Лорийской и Гегаркуникской областях.....47

Варданян Заруи, Байрамян Лилия,

Саакян Гаяне, Мхитарян Асмик

Мониторинг некоторых водных экосистем северо-восточной части Армении56

ИНФОРМАТИКА

Азарян Сергей, Отарян Кнар

Моделирование гедонистического синапса в LIF-нейроне и его применение в спайковых нейронных сетях.....69

Варданян Айарпи, Саакян Рустам

Постановка задачи разработки интеллектуальной системы прогнозирования будущих потребностей пользователя на основе динамического мультимодального цифрового образа82

ПЕДАГОГИКА И МЕТОДИКА

Асрян Гаяне

Обучение теме «Применение искусственного интеллекта» с использованием метода проектного обучения.....94

Ходерян Борис, Акопян Анна, Погосян Оганес	
Исследование современного состояния материально-технической базы школьных мастерских	102
Манукян Вардан, Никогосян Гагик	
Взаимосвязанное развитие геометрических и оптических представлений: диагностика и исправление типичных ошибок.....	110
Никогосян Гагик, Манукян Вардан	
Анализ типичных ошибок в алгебраических преобразованиях: от ОДЗ до физических ограничений.....	118
Цатурян Армен, Шахбазян Ани	
Применение некоторых математических представлений при реализации опережающего обучения во время преподавания отдельных тем раздела «Механика».....	126
Цатурян Армен, Папян Ани	
Развитие графических представлений учащихся при обучении физике в основной школе.....	134
КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ СТАТЕЙ.....	142

CONTENTS

PHYSICS

Kocharyan Vilen

Formation of Mirages in the Atmosphere.....8

BIOLOGY

Hovsepyan Varduhi

Investigation of the Antibacterial and Antifungal Activity of Aqueous and Alcoholic Extracts of *Mentha piperita L.* and *Thymus serpyllum L.*.....16

Gharibyan Pargev

The Influence of Mineral and Biological Fertilizers on the Growth, Development, Phenological Stages and Yield of Peas and Beans in Mountainous Condition.....26

Paronikyan Armine

Antifungal Activity of Plant-Based Biocides against Micromycete Biodeteriorators isolated from Manuscripts and Early Printed Books of the Matenadaran37

Vardanyan Zaruhi, Palyan Izabela

The Study of Juice Obtained from Fresh Fruits of *Hippophae rhamnoides L.* from Different Habitats in Lori and Gegharkunik Regions47

Vardanyan Zaruhi, Bayramyan Liliya,

Sahakyan Gayane, Mkhitaryan Hasmik

Monitoring of Some Aquatic Ecosystems in the Northeastern Part of Armenia56

INFORMATICS

Azaryan Sergey, Otaryan Knar

Modeling of a Hedonic Synapse in a LIF Neuron and its Application to Spiking Neural Networks.....69

Vardanyan Hayarpi, Saakyan Rustam

Problem Formulation for the Development of an Intelligent System for Predicting Future User Needs Based on a Dynamic Multimodal Digital Persona.....82

PEDAGOGY AND METHODOLOGY

Asryan Gayane

Teaching the Topic “Applications of Artificial Intelligence” through the Project-Based Learning Method..... 94

Khoderyan Boris, Hakobyan Anna, Poghosyan Hovhannes

Study of the Current State of the Material and Technical Base of School Workshops.....102

Manukyan Vardan, Nikoghosyan Gagik

Interconnected Development of Geometric and Optical Representations:

Diagnosis and Correction of Typical Errors.....110

Nikoghosyan Gagik, Manukyan Vardan

Analysis of Typical Errors in Algebraic Transformations:

From the Domain of Admissible Values to Physical Constraints118

Tsaturyan Armen, Shahbazyan Ani

The Application of Certain Mathematical Concepts in Advanced Learning

when Teaching Individual Topics in “Mechanics”126

Tsaturyan Armen, Papyan Ani

Development of Learner’s Graphical Representations

in the Basic School Physics Course134

BRIEF INFORMATION ABOUT THE AUTHORS OF THE ARTICLES143

Ի ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

Հոդվածները տպագրվում են հայերեն, ռուսերեն կամ անգլերեն: Հոդվածը պետք է ներկայացնել էլեկտրոնային տարբերակով՝ ուղարկելով նշված էլեկտրոնային հասցեին, նշելով բոլոր հեղինակների տվյալները՝ հայերեն, ռուսերեն և անգլերեն: Համակարգչային շարվածքը՝ Microsoft Office Word 2007 ծրագրով, A4 ձևաչափի թղթի վրա, լուսանցքները վերևից (Top)՝ 20 մմ, ներքևից (Bottom)՝ 25 մմ, ձախից (Left)՝ 30 մմ, աջից (Right)՝ 10 մմ: Տառատեսակը հայերենի դեպքում՝ Unicode (Sylfaen), ռուսերենի և անգլերենի դեպքում՝ Unicode (Times New Roman), տառաչափը՝ 12, միջտողային հեռավորությունը (Line spacing)՝ 1.5, պարբերությունը (First line)՝ 0,75 սմ: Չօգտագործել մեկից ավել տառաբացակ: Աղյուսակները, նկարները, գծագրական պատկերները պետք է ունենան համարակալում, վերնագրային բացատրություն՝ 10 տառաչափով, թավ, շեղ (Bold, Italic): Դրանց բարձրությունը չպետք է գերազանցի 170 մմ-ը, լայնությունը՝ 110 մմ-ը: Աղյուսակների տեքստը պետք է լինի 10 տառաչափով: Բանաձևերը և մաթեմատիկական արտահայտությունները ներկայացվում են Microsoft Equation, շեղ, իսկ հիմնականները՝ առանձին տողով, մեջտեղում. կարող են համարակալվել նույն տողի աջ անկյունում՝ կոր () փակագծերի մեջ: Այն հոդվածների համար, որոնք պարունակում են խորհրդանշաններ և Sylfaen տառատեսակի մեջ չկան, պարտադիր է նաև դրանց էլեկտրոնային ֆոնտը: Առաջին էջի վերևում՝ Ոլորտը և ՀՏԴ, հաջորդ տողում՝ մեջտեղում, տրվում է վերնագիրը՝ թավ, առանց գլխատառերի: Հաջորդ տողում՝ աջ կողմում, անուն, ազգանուն (թավ և շեղ), գիտական աստիճան, կազմակերպություն: Հաջորդ տողում գրել «Հանգուցային բառեր.» արտահայտությունը և 6-8 հանգուցային բառեր կամ բառակապակցություններ: Հանգուցային բառերի շարք չեն ներառվում վերնագրում արդեն իսկ նշված բառերը: Հոդվածները ձևակերպվում են հստակ ենթաբաժիններով՝ ըստ ենթավերնագրերի: Տեքստում հղումները տրվում են ուղղանկյուն փակագծերում []: Ծանոթագրությունները տրվում են հերթական համարակալմամբ: Հոդվածի տեքստին հաջորդող տողի մեջտեղում գրվում է «Գրականություն» բառը՝ թավ, առանց գլխատառերի: Հաջորդ տողից բերվում է գրականության ցանկը՝ այբբենական կարգով, համարակալված: Գրականության ցանկին հաջորդում են ամփոփումները՝ երկու լեզվով, որոնք իրենց բովանդակությամբ և հանգուցային բառերով պետք է լինեն նույնական և բաղկացած լինեն 150-200 բառից: Գրվում է հոդվածի վերնագիրը, հաջորդ տողում՝ անունը, ազգանունը (ձևավորումը՝ ըստ բնագրային հոդվածի), և առանձին տողերով՝ ա) «Ամփոփում» բառը՝ համապատասխան լեզվով, առանց գլխատառերի, բ) հանգուցային բառերը, գ) ամփոփման տեքստը: Ամփոփումները չպետք է պարունակեն հապավումներ, հղումներ և մեջբերումներ: Ամփոփումները պետք է հոդվածի մասին պատկերացում տան հոդվածից առանձին և արտացոլեն հոդվածի բովանդակությունը: Հոդվածի առավելագույն ծավալը 20 էջ է՝ առանց երկու լեզվով ամփոփումների և գրականության, աղբյուրների, համառոտագրությունների ցանկերի: Հոդվածի ծավալի՝ առաջադրված չափանիշներին չհամապատասխանելու դեպքում տպագրության վերաբերյալ որոշումը կայացնում է խմբագրական խորհուրդը:

ՄՍԲԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ

Մեր հասցեն՝ ՀՀ, 2001, ք. Վանաձոր, Տիգրան Մեծի 36

Հեռ.՝ (+374 322) 20917

Կայքէջ՝ www.vsu.am

Էլ. փոստ՝ teghkagirb@vsu.am

К СВЕДЕНИЮ

Статьи публикуются на армянском, русском или английском языках. Статью необходимо представить в электронном виде, отправив ее на указанный адрес электронной почты, указав данные всех авторов на армянском, русском и английском языках. Компьютерное оформление: файл Microsoft Office Word 2007. Размер бумаги – А4. Поля: сверху – 20 мм, снизу – 25 мм, слева – 30 мм, справа – 10 мм. Шрифт для армянского языка – Unicode (Sylfaen), для русского и английского языков – Unicode (Times New Roman), размер шрифта – 12, межстрочный интервал – 1,5, абзац (первая строка) – 0,75 см. Не использовать более одного пробела. Таблицы, рисунки и графические изображения должны иметь нумерацию, их заголовки должны иметь размер шрифта – 10 (Bold, Italic). Их высота не должна превышать 170 мм, ширина – 110 мм. Размер шрифта в таблице – 10. Формулы и математические выражения представляются в формате Microsoft Equation, курсивом, а основные – отдельной строкой в центре; могут быть пронумерованы в правом углу той же строки в круглых скобках (). Если статья содержит символы, не значащиеся в шрифте Sylfaen, то необходим и электронный фонт этих символов. На первой странице сверху указывается Сфера и УДК, а посередине следующей строки указывается заголовок (Bold), без заглавных букв. На следующей строке справа должны быть указаны имя и фамилия автора, ученая степень и название организации (Bold, Italic). Через строку написать словосочетание «Ключевые слова» и 6-8 ключевых слов или словосочетаний. Слова, используемые в заголовке статьи, не должны включаться в ключевые слова. Статьи организованы в специальные подразделения в соответствии с подзаголовками. Ссылки в тексте даются в квадратных скобках []. Примечания даются с возрастающей нумерацией. После текста статьи пишется слово «Литература» по центру строки жирным шрифтом, без заглавных букв. Со следующей строки – список литературы в алфавитном порядке, пронумерованный. После списка литературы представляются резюме на двух языках. Содержание резюме и ключевые слова на двух языках должны быть идентичными и состоять из 150-200 слов. Сначала указывается заглавие статьи, на следующей строке – имя и фамилия автора, (оформление по оригинальной статье) затем отдельными строками: а) слово «Резюме» на соответствующем языке, без заглавных букв, б) ключевые слова, в) текст резюме. Резюме не должны содержать ссылки на литературу, аббревиатуры и цитаты. Резюме статей должны отражать смысл и содержание статьи. Максимальный объем статьи – 20 страниц, без резюме на двух языках, списков литературы, источников и списков сокращений. В случае несоответствия объема статьи установленным критериям, решение о публикации принимает редакционная коллегия.

РЕДАКЦИЯ

Наш адрес: РА, 2001, г. Ванадзор, ул. Тиграна Меца 36

Телефон: (+374 322) 20917

Веб-сайт: www.vsu.am

Эл. почта: teghkagirb@vsu.am

ACKNOWLEDGEMENT

The articles are published in Armenian, Russian or English. The article must be submitted in electronic version by sending it to the indicated e-mail address, providing the data of all authors in Armenian, Russian and English. The computer layout should be in Microsoft Office Word 2007 on A4 paper, margins: top – 20 mm, bottom – 25 mm, left – 30 mm, right – 10 mm. Font in case of Armenian – Unicode (Sylfaen), in case of Russian and English – Times New Roman, font size – 12, line spacing – 1,5, paragraph (First line) – 0.75 cm. No double space. Tables, pictures and graphic images should have numbering; their titles should have the font size – 10 (Bold, Italic). Their height should not exceed 170 mm, width – 110 mm. The font size of the tables should be 10. Formulas and mathematical expressions are presented in Microsoft Equation (Italic), and the main ones are on a separate line in the middle: can be numbered in the right hand corner of the same line, in round brackets (). If the article contains some symbols not found in Sylfaen font, the electronic font of those symbols is required as well. At the top of the first page the Sphere and UDC is mentioned, while in the middle of the next line the title of the article is written in Bold, without uppercase letters. The author's surname, name, academic degree and the name of organization should be in the right hand corner of the next line (Bold, Italic). The next line should start with the phrase – “Key words”, which should comprise 6-8 key words or expressions. Words used in the title should not be included in the key words. Articles are organized into special subdivisions according to subheadings. References in the text are given in square brackets []. References are presented numbered. In the middle of the line following the text of the article, the word “Bibliography” is written in Bold, without uppercase letters. The list of literary sources is presented in alphabetical order, numbered. Bibliography is followed by summaries in two languages, which should be identical in their content and key words and consist of 150-200 words. First, the title of the article is written, the author's name and surname, then in separate lines: a) the word “Summary” in the corresponding language, without uppercase letters, b) key words, c) the text of the summary. Summaries should not contain abbreviations, references and citations. The summaries should reflect the content of the article (should not be taken from the text). The maximum length of the article is 20 pages without summaries in two languages, lists of literary sources and abbreviations. In case the length of the article does not meet the set criteria, the decision concerning the publishing of the article is made by the editorial board.

EDITORSHIP

Our address: RA, 2001, Vanadzor, 36 Tigran Mets Str.
Telephone: (+374 322) 20917
Website: www.vsu.am
E-mail: teghcakagirb@vsu.am

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ,
ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

«ՎԱՆԱԶՈՐԻ Հ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ
ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ» ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ

ՎԱՆԱԶՈՐԻ ՊԵՏԱԿԱՆ
ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ
ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

Բնական և ճշգրիտ գիտություններ

1

ՎԱՆԱԶՈՐ – 2026

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ,
КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РА**

**ФОНД «ВАНАДЗОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ О. ТУМАНЯНА»**

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

**ВАНАДЗОРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Естественные и точные науки

1

ВАНАДЗОР – 2026

**RA MINISTRY OF EDUCATION, SCIENCE,
CULTURE AND SPORT**

**“VANADZOR STATE UNIVERSITY AFTER H. TUMANYAN”
FOUNDATION**

**SCIENTIFIC PROCEEDINGS OF
VANADZOR STATE UNIVERSITY**

Natural and Exact Sciences

1

VANADZOR – 2026

Լեզվական խմբագիր՝ *Վալերի Փիլոյան*
Համակարգչային ձևավորող՝ *Աշխեն Գալստյան*
Օտարալեզու տեքստերի խմբագիր՝ *Զարա Ալեքյան*

ՎԱՆԱԶՈՐ – 2026

Языковой редактор: *Валерий Пилоян*
Компьютерный дизайнер: *Ашхен Галстян*
Корректор иноязычных текстов: *Зара Алесян*

ՎԱՆԱԶՈՐ – 2026

Linguistic Editor: *Valeri Piloyan*
Computer Designer: *Ashkhen Galstyan*
Proofreader of Texts in Foreign Languages: *Zara Alekyan*

VANADZOR – 2026

www.vsu.am