

ISSN 2738-2923

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ,
ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՄՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

«ՎԱՆԱԶՈՐԻ Հ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ»
ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ



ՎԱՆԱԶՈՐԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ

ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

Բնական և ճշգրիտ գիտություններ

2

ՎԱՆԱԶՈՐ – 2025

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ,
ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

«ՎԱՆԱԶՈՐԻ Հ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ
ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ» ՀԻՄՆԱԴՐԱՄ

ՎԱՆԱԶՈՐԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

Բնական և ճշգրիտ գիտություններ

2

ՎԱՆԱԶՈՐ – 2025

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

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

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

**ВАНАДЗОРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Естественные и точные науки

2

ВАНАДЗОР – 2025

**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

2

VANADZOR – 2025

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

Խմբագրական խորհուրդ

Սահակյան Ռ. Ռ., տեխն. գ. դ. (խմբագրական խորհրդի նախագահ, գլխավոր
խմբագիր)

Հովսեփյան Վ. Վ., կ. գ. թ. (խմբագրական խորհրդի նախագահի տեղակալ)

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

Խմբագրական խորհրդի անդամներ

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

Ցիրլին Ա. Մ., տեխն. գ. դ.

Ժաֆև Ա. Պ., ֆ-մ. գ. դ.

Քամայան Ռ. Զ., տեխն. գ. դ.

Կիպրուշկինա Ե. Ի., տեխն. գ. դ.

Հակոբյան Ռ. Ս., ֆ-մ. գ. դ.

Սուքիասյան Գ. Ս., տեխն. գ. դ.

Հունանյան Ս. Ա., գ. գ. դ.

Հարությունյան Լ. Ռ., ք. գ. դ.

Դավաթյան Ռ. Վ., ֆ-մ. գ. դ.

Ղազարյան Հ. Ա., ք. գ. դ.

Վարդանյան Զ. Ս., կ. գ. դ.

Թադևոսյան Գ. Պ., ա. գ. թ.

Ծատուրյան Ա. Մ., մ. գ. դ.

Կյուրեղյան Ա. Ս., ֆ-մ. գ. թ.

Ղազարյան Ա. Հ., ք. գ. թ.

Մամիկոնյան Հ. Ա., ֆ-մ. գ. թ.

Սայադյան Մ. Կ., մ. գ. թ.

Սաքանյան 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, 2 // ՀՀ կրթության, գիտության, մշակույթի և
սպորտի նախարարություն, «Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական
համալսարան» հիմնադրամ/։ Խմբ. խորհուրդ՝ Ռ. Սահակյան և այլք. – Վանաձոր:
2025. –186 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, 2025

© «Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարան» հիմնադրամ, 2025

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

Редакционный совет

Р. Р. Саакян, д. тех. н. (председатель редакционного совета, главный редактор)

В. В. Овсепян, к. б. н. (заместитель председателя редакционного совета)

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

Члены редакционного совета

Л. Л. Осипян, д. б. н., член-корр. НАН РА

А. М. Цирилин, д. тех. н.

А. П. Жабко, д. физ.-мат. н.

Р. З. Камалян, д. тех. н.

Е. И. Кипрушкина, д. тех. н.

Р. С. Акопян, д. физ.-мат. н.

Г. С. Сукиасян, д. тех. н.

С. А. Унанян, д. с./х. н.

Л. Р. Арутюнян, д. х. н.

Р. В. Даллакян, д. физ.-мат. н.

Г. А. Казарян, д. х. н.

З. С. Вардanian, д. б. н.

Г. П. Тадевосян, к. г. н.

А. М. Цатурян, д. пед. н.

А. С. Кюрегян, к. физ.-мат. н.

А. Г. Казарян, к. х. н.

А. А. Мамиконян, к. физ.-мат. н.

М. К. Саядян, к. пед. н.

М. А. Саканян, к. физ.-мат. н.

С. М. Парсадanian, к. физ.-мат. н.

Э. Г. Оганян, к. тех. н.

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ ВАНАДЗОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА / Естественные и точные науки, 2 // Министерство образования,
науки, культуры и спорта РА, Фонд «Ванадзорский государственный университет
имени О. Туманяна»/. Ред. совет – Р. Саакян и др. – Ванадзор, 2025. – 186 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, 2025

© Фонд «Ванадзорский государственный университет имени О. Туманяна», 2025

Editorial Board

R. R. Saakyan, Doctor of Technical Sciences (Chairman of the Editorial Board,
Chief Editor)

V. V. Hovsepyan, 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

L. L. Osipyanyan, Doctor of Biological Sciences, Member of NAS

A. M. Tsirilin, Doctor of Technical Sciences

A. P. Zhabko, Doctor of Physical and Mathematical Sciences

R. Z. Kamalyan, Doctor of Technical Sciences

E. I. Kiprushkina, Doctor of Technical Sciences

R. S. Hakobyan, Doctor of Physical and Mathematical Sciences

G. S. Sukiasyan, Doctor of Technical Sciences

S. A. Hunanyan, Doctor of Agricultural Sciences

L. R. Harutyunyan, Doctor of Chemical Sciences

R. V. Dallakyan, Doctor of Physical and Mathematical Sciences

H. A. Ghazaryan, Doctor of Chemical Sciences

Z. S. Vardanyan, Doctor of Biological Sciences

G. P. Tadevosyan, Candidate of Geographical Sciences

A. M. Tsaturyan, Doctor of Pedagogical Sciences

A. S. Kyureghyan, Candidate of Physical and Mathematical Sciences

A. H. Ghazaryan, Candidate of Chemical Sciences

H. A. Mamikonyan, Candidate of Physical and Mathematical 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: R. Saakyan, etc. – Vanadzor. 2025. – 186 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

**Ջերմափոխանակումով և ներքին շփումով պայմանավորված
ջերմաստիճանի փոփոխությունը տրոպոսֆերայում**

**Քոչարյան Վիլեն,
Պայան Արսենա**

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-8>

Հանգուցային բառեր. *թերմոդինամիկայի առաջին օրենք, տրոպոսֆերա, էնտրոպիա, ջերմաստիճանի գրադիենտ, ներքին շփում, էնտալպիա*

Նախաբան

Երկրագնդի մակերևույթին մոտ բարձրություններում մթնոլորտային ճնշումը հաշվելու համար ընդունվում է, որ մթնոլորտն իզոթերմական է և գտնվում է մեխանիկական հավասարակշռության մեջ [1, 49; 2, 30]: Այս պայմաններում մթնոլորտային ճնշումը օդի վրա Երկրի ձգողությունով պայմանավորված աերոստատիկ ճնշումն է, որը Երկրի մակերևույթից հեռանալուն զուգընթաց նվազում է գծային օրենքով, այսինքն մթնոլորտում գոյություն ունի ճնշման հաստատուն $\left(-\frac{dP}{dh}\right)$ գրադիենտ:

Հետևաբար, անշարժ մթնոլորտի մեխանիկական հավասարակշռության պայմանն ունի հետևյալ տեսքը [1, 50]՝

$$-\frac{dP}{dh} = \rho \cdot g \quad (1)$$

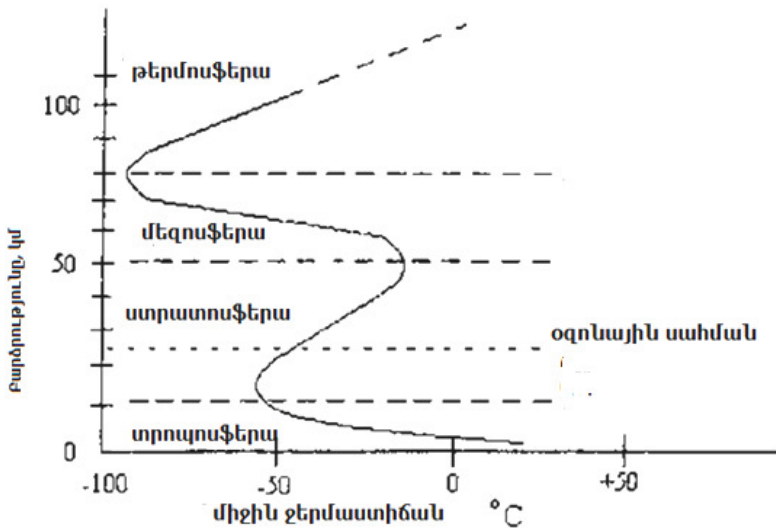
որտեղ ρ տվյալ բարձրության վրա օդի խտությունն է, g ՝ ազատ անկման արագացումը:

Սակայն, ինչպես հայտնի է, Երկրի մակերևույթից բարձրանալուն զուգընթաց նվազում է ինչպես ճնշումը, այնպես էլ մթնոլորտի ջերմաստիճանը և կոնցենտրացիան:

Մթնոլորտի բազմամյա հետազոտման փորձնական տվյալները ներկայացված են նկար 1-ում [4]: Ինչպես երևում է փորձնական տվյալներից, դիտարկվող՝ մինչև 12-15 կմ բարձրություններում (տրոպոսֆերայում) մթնոլորտի ջերմաստիճանը խիստ նվազում է միջինը $\frac{dT}{dh} = -6,5^\circ\text{C}/\text{կմ}$ օրենքով, որից հետո մինչև մոտ 20-25 կմ բարձրություններ (ներքին ստրատոսֆերա) ջերմաստիճանը մոտավորապես հաստատուն է (190-200Կ), ընդ որում ստրատոսֆերայում այն նորից աճում է, այսինքն մթնոլորտը իզոթերմական չէ:

Հողվածի բովանդակություն

Ինչպես նշվեց նախաբանում, Երկրի ձգողական դաշտն առաջացնում է ճնշման գրադիենտ, ինչի շնորհիվ հոսուն միջավայրերում (գազերում և հեղուկներում) առաջանում են բարձր ճնշման տիրույթից դեպի ցածր ճնշման տիրույթ ուղղված հոսքեր:



Նկար 1. Երկրի մթնոլորտում ջերմաստիճանի կախումը բարձրությունից

Պարզ է, որ Երկրի մթնոլորտը մեծ չափերի բաց (չմեկուսացված) թերմոդինամիկական համակարգ է, որտեղ ինչպես Երկրի ձգողական դաշտի ազդեցության, այնպես էլ արտաքին այլ ազդեցությունների (օրինակ՝ տարբեր ուղղություններով ճնշման, ջերմաստիճանի, խոնավության, խտության տարբերությունների և այլն) պատճառով մթնոլորտային գազերը գտնվում են անընդհատ (հիմնականում՝ տուրբուլենտ) շարժման մեջ, և հնարավոր չէ իրականացնել մեխանիկական հավասարակշռություն, հետևաբար, մթնոլորտում չկա նաև թերմոդինամիկական հավասարակշռված վիճակ:

Թերմոդինամիկական անհավասարակշռված վիճակի պահպանման մյուս պատճառներից է Երկրի մթնոլորտի ճառագայթումը և Արևից եկող տարբեր տիպի ճառագայթումների կլանումը: Հարկ է նշել, որ ճառագայթումների ազդեցությունները հիմնականում տեղի ունեն մթնոլորտի բարձր շերտերում, և առաջին մոտավորությամբ կարող ենք տրոպոսֆերան ընդունել որպես ջերմամեկուսացված համակարգ, որի մեխանիկական հավասարակշռությունը որոշվում է (1) պայմանով: Տրոպոսֆերայի ջերմային վիճակը բնութագրելու համար ենթադրենք, որ մթնոլորտի այն մասերում, որտեղ կա մեխանիկական հավասարակշռություն, օդի մոլային էնտալպիան հաստատուն է (մթնոլորտը իզոէնտրոպիական է), այսինքն՝

$$S = c_p \ln T - R \ln P = \text{const}; dS = 0 \quad (2)$$

(2)-ից կստանանք՝

$$\frac{c_p}{T} \frac{dT}{dh} - \frac{R}{P} \frac{dP}{dh} = 0 \quad \text{և} \quad \frac{dP}{dh} = c_p \frac{P}{RT} \frac{dT}{dh} \quad (3)$$

Հաշվի առնելով, որ $\frac{P}{RT} = \frac{1}{V}$ և $V \cdot \rho = \mu$, (1)-ից և (3)-ից կստանանք

$$\frac{dT}{dh} = -\frac{\mu \cdot g}{c_p} \quad (4)$$

Տեղադրելով օդի համար հայտնի $\mu = 29$ կգ/կմոլ, $c_p = 7 \cdot 4,18 \cdot 10^3$ Ջ/կմոլ·Կ արժեքները [1, 131] և $g = 9,8$ մ/վ², (4)-ից կստանանք

$$\frac{dT}{dh} = -9,7 \text{ Կ/կմ} \quad (5)$$

Ստացանք, որ իզոենտրոպիական տրոպոսֆերայում պետք է գոյություն ունենա ջերմաստիճանի կայուն գրադիենտ, սակայն ստացված (5) արժեքը չի համապատասխանում փորձնական տվյալներին: Բացի այդ՝ պարզ չէ այդ գրադիենտի առաջացման մեխանիզմը ծանրության ուժի դաշտում:

Մթնոլորտում ջերմաստիճանի գրադիենտի արժեքի ճշգրտման և առաջացման մեխանիզմը բացատրելու համար դիտարկենք Երկրի ձգողության դաշտում թերմոդինամիկայի առաջին օրենքը

$$dQ = dU + dA \quad (6)$$

օդի հոսքերի և ջերմափոխանակման առկայության դեպքում [4]:

Ենթադրենք մթնոլորտում գազի շարժումը տեղի է ունենում Երկրի ձգողության և ճնշումների տարբերության շնորհիվ՝ $\vec{V}$ արագությունով, $\varphi = \varphi(x, y, z)$ պոտենցիալով արտաքին ուժային դաշտում: Պարզ է, որ գազային համակարգի U ներքին էներգիան, բացի քառասային շարժման կինետիկ և միջմոլեկուլային փոխազդեցության պոտենցիալ միկրոսկոպական էներգիաներից, պետք է ներառի նաև m զանգվածով գազի մասնիկների համընթաց շարժման $\frac{mv^2}{2}$ կինետիկ և արտաքին դաշտում $m \cdot \varphi(x, y, z)$ պոտենցիալ մակրոսկոպական էներգիաները, այսինքն (6) հավասարման մեջ պետք է կատարել փոխարինում՝ $dU \rightarrow d\left(U + \frac{mv^2}{2} + m\varphi\right)$:

Ճնշման գրադիենտի առկայության դեպքում հոսող միջավայրում, բացի ծավալի փոփոխությամբ պայմանավորված ընդարձակման $dA_1 = PdV$ աշխատանքից, պետք է հաշվի առնել նաև ճնշման փոփոխությամբ պայմանավորված dA_2 տեղափոխման աշխատանքը [3, 9]: Ենթադրենք Z ուղղությամբ հոսող միջավայրում գոյություն ունի ճնշման $-\frac{dP}{dz}$ գրադիենտ: Այս դեպքում z -ի ուղղահայաց ΔS մակերեսով և Δz

լայնությամբ շերտի վրա կազդի $f = -\frac{dP}{dz} \cdot \Delta z \cdot \Delta S = -V \frac{dP}{dz}$ ուժը, որն այդ ծավալը dz -ով տեղափոխելու համար կկատարի $dA' = f \cdot dz = -VdP$ աշխատանք: Այդ աշխատանքը հավասար է գազի կողմից կատարած dA_2 աշխատանքին՝ հակառակ նշանով, այսինքն՝ $dA_2 = VdP$: Հետևաբար, հոսող միջավայրում կատարվող լրիվ աշխատանքը կազմված է գազի ընդարձակման և գազի տեղափոխման աշխատանքներից՝

$$dA = dA_1 + dA_2 = PdV + VdP = d(PV) \quad (7)$$

Ընդհանուր դեպքում հոսքում գազի էներգիայի միկրոսկոպական փոփոխությունը նույնպես որոշվում է երկու բաղադրիչով՝ $dQ = dQ_1 + dQ_2$, որոնցից առաջինը համապատասխանում է ջերմափոխանակման պրոցեսում փոխանցված ջերմության քանակին, իսկ երկրորդը բնութագրում է էներգիայի հաղորդման և ձևափոխման այլ միկրոֆիզիկական պրոցեսները [3, 295; 2, 10]: Դիտարկվող դեպքում այն պայմանավորված է շարժվող միջավայրում ներքին շփումով (մածուցիկությամբ):

Հետևաբար, թերմոդինամիկայի առաջին օրենքը հոսքերի առկայության դեպքում կլինի $dQ_1 + dQ_2 = d\left(U + \frac{mv^2}{2} + m\varphi\right) + d(PV) = d\left(U + \frac{mv^2}{2} + m\varphi + PV\right) \quad (8)$

$\Phi = U + \frac{mv^2}{2} + m\varphi + PV = H + \frac{mv^2}{2} + m\varphi$ մեծությունը կոչվում է տվյալ V ծա-

լալի ընդհանրացված էներգիա, որտեղ $H = U + PV$ համակարգի էնտալպիան է:

(8) օրենքը կարող ենք ներկայացնել հետևյալ տեսքով՝

$$dQ_1 = dU + PdV \quad (9a)$$

$$dQ_2 = VdP + md\varphi + d\frac{mv^2}{2} \quad (9բ)$$

Այստեղից կարող ենք եզրակացնել, որ միջավայրի հոսքի դեպքում տեղի ունեն երկու տիպի պրոցեսներ՝ ջերմային (9ա) և վերջերմային (9բ), որոնք անալիտիկորեն միավորված են այնքանով, որ պոտենցիալային PV ֆունկցիայի փոփոխությունը ազդում է նրանց երկուսի վրա էլ:

Առաջին մոտավորությամբ տրոպոսֆերայում մթնոլորտն ընդունելով որպես

իդեալական գազ, որի էնտալպիան՝ $H = \frac{m}{\mu} c_p T$, կատանանք՝

$$\Phi = \frac{m}{\mu} c_p T + \frac{mv^2}{2} + m\varphi \quad (10)$$

Φ ընդհանրացված էներգիայի մեջ մտնող մեծությունների փոփոխությունները (գրադիենտները) առաջացնում են համակարգի էներգիայի փոխանցման ինչպես մակրոֆիզիկական, այնպես էլ միկրոֆիզիկական պրոցեսներ:

Դիտարկենք մթնոլորտում ջերմահաղորդման և ներքին շփման պրոցեսները: (10)-ի առաջին գումարելին համակարգի էնտալպիան է, և ջերմաստիճանի գրադիենտի հետ կապված նրա գրադիենտը պայմանավորում է ջերմահաղորդումը [3, 315]:

Հ. առանցքի ուղղությամբ ջերմային հոսքի համար կարող ենք գրել

$$q_z = -\varepsilon \frac{d}{dz} \left(\frac{m}{\mu} c_p T \right) = -\varepsilon \frac{m}{\mu} c_p \frac{dT}{dz} = -m\chi \frac{dT}{dz} \quad (11)$$

որտեղ ε համակարգի էնտալպիայի փոխանցման գործակիցն է, χ ջերմահաղորդման գործակիցը:

(10)-ի վերջին երկու գումարելիները բնութագրում են հոսքում m զանգվածով

գազի մեխանիկական էներգիան: Ինչպես հայտնի է, ջերմային շարժումով իրականացվող մեխանիկական էներգիայի փոխանցումը պայմանավորված է միջավայրում առկա ներքին շփումով (մածուցիկությամբ): Հետևաբար, ընդհանուր դեպքում արտաքին ուժերի պոտենցիալային դաշտում $\vec{v}$ արագությամբ շարժվող գազային միջավայրում ներքին շփումով պայմանավորված մեխանիկական էներգիայի հոսքի խտությանը կլինի՝

$$G_z = -\eta \frac{d}{dz} \left(\frac{mv^2}{2} + m\varphi \right) \quad (12)$$

որտեղ η մածուցիկության գործակիցն է:

Պարզության համար ընդունենք, որ գազը գտնվում է մեխանիկական հավասարակշռության մեջ ($v = 0$) միայն ձգողության դաշտում (այլ ազդեցություններից մեկուսացված է): Այս դեպքում (11) և (12) հոսքերը պետք է միմյանց հավասարակշռեն, այսինքն՝ $q_z + G_z = 0$ կամ

$$\chi \frac{dT}{dz} + \eta \frac{d\varphi}{dz} = 0 \quad (13)$$

Այստեղից կստանանք

$$\frac{dT}{dz} = -\frac{\eta}{\chi} \frac{d\varphi}{dz} \quad (14)$$

Ստացանք, որ արտաքին պոտենցիալային դաշտում գազի վիճակի ստացիոնարության պայմանն իրականացնելու համար անհրաժեշտ է ջերմաստիճանի որոշակի գրադիենտի առկայությունը:

Ինչպես նշվել է սկզբում, Երկրի տրոպոսֆերան կարելի է առաջին մոտավորությամբ ընդունել որպես մեկուսացված համակարգ: (14)-ում ընդունելով $\varphi = g \cdot h$ և $z = h$, կստանանք

$$\frac{dT}{dh} = -\frac{\eta}{\chi} g \quad (15)$$

Տեղադրելով $g = 9,8 \text{ մ/վ}^2$, նորմալ պայմաններում օդի համար $\eta = 1,72 \cdot 10^{-5}$ Պա վ և $\chi = 2,427 \cdot 10^{-2} \text{ Ջ/մ վ}^\circ\text{C}$ [3, 315], կստանանք

$$\frac{dT}{dh} \approx -6,95 \text{ }^\circ\text{C/կմ} \quad (16)$$

Տրոպոսֆերայում ջերմաստիճանի գրադիենտի համար ստացված (16) արժեքը որոշ չափով գերազանցում է փորձնական տվյալներից ստացված միջին $-6,5 \text{ }^\circ\text{C/կմ}$ արժեքին, ինչը կարելի է պատճառաբանել նրանով, որ հաշվի չենք առել օդի մոլեկուլների կողմից ջերմային ճառագայթումը, ինչն ստեղծում է էներգիայի լրացուցիչ փոխանցում ջերմաստիճանի նվազման ուղղությամբ [3, 316]:

Էնտալպիայի հոսքի (11) բանաձևից ստացվող $\chi = \frac{\mathcal{E} \cdot c_p}{\mu}$ արտահայտությունը տեղադրենք (15)-ում, կստանանք

$$\frac{dT}{dh} = -\frac{\eta}{\varepsilon} \frac{\mu g}{c_p} \quad (17)$$

(17)-ը (4)-ից տարբերվում է $\frac{\eta}{\varepsilon}$ արտադրիչով: Թվային արժեքների համեմատու-

թյունից հետևում է, որ բոլոր գազերի համար $\frac{\eta}{\varepsilon} < 1$, այսինքն գազերում ջերմային շարժումով պայմանավորված էնտալպիայի փոխանցումն իրականացվում է ավելի ինտենսիվ, քան մեխանիկական էներգիայի փոխանցումը:

Եզրակացություններ

1. Արտաքին պոտենցիալային դաշտում գազի վիճակի ստացիոնարության պայմանն իրականացնելու համար անհրաժեշտ է ջերմաստիճանի որոշակի գրադիենտի առկայություն:

2. Տրոպոսֆերայում ջերմափոխանակման և օդի հոսքերում ներքին շփումով պայմանավորված ջերմաստիճանի գրադիենտի համար ստացված արժեքը որոշ չափով տարբերվում է փորձնական տվյալներից ստացված միջին արժեքին, ինչը կարելի է պատճառաբանել նրանով, որ հաշվի չենք առել օդի մոլեկուլների կոոլմից ջերմային ճառագայթումը, ինչն ստեղծում է էներգիայի լրացուցիչ փոխանցում ջերմաստիճանի նվազման ուղղությամբ:

3. Բոլոր գազերի համար $\eta < \varepsilon$, այսինքն գազերում ջերմային շարժումով պայմանավորված էնտալպիայի փոխանցումն իրականացվում է ավելի ինտենսիվ, քան մեխանիկական էներգիայի փոխանցումը:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-8>

Գրականություն

1. Կիկոին Ի. Կ., Կիկոին Ա. Կ., Մոլեկուլյար ֆիզիկա, Երևան, «Լույս», 1968, 526 էջ:
2. Քոչարյան Վ. Ռ., Ջերմադինամիկայի օրենքները հոսող միջավայրում, ՎՊՀ Գիտական տեղեկագիր, Պրակ Բ 2, 2020, էջ 8-15:
3. Яковлев В. Ф. Курс физики. Теплота и молекулярная физика, Москва, «Просвещение», 1978, 319 с.
4. <http://bse.sci-lib.com/article112422.html>

Изменение температуры в тропосфере, обусловленное теплообменом и внутренним трением

*Кочарян Вилен,
Палян Аксанна*

Резюме

Ключевые слова: первый закон термодинамики, тропосфера, энтропия, градиент температуры, внутреннее трение, энтальпия

В методической работе рассмотрено изменение температуры в тропосфере, связанное с теплообменом в гравитационном поле Земли и внутренним трением в атмосферных потоках. Для объяснения механизма формирования и уточнения величины градиента температуры в атмосфере рассматривается первый закон термодинамики в гравитационном поле Земли. Выяснено, что при наличии потоков воздуха в среде происходят два типа процессов: тепловые и субтепловые. Показано, что для стационарности состояния газа во внешнем потенциальном поле необходимо наличие определенного градиента температуры. Рассматривая тропосферу Земли как изолированную систему, рассчитано численное значение этого градиента, которое с хорошим приближением соответствует экспериментальным данным. Из полученных результатов следует, что перенос энтальпии за счет теплового движения в газах осуществляется интенсивнее, чем перенос механической энергии.

Temperature Change in the Troposphere Due to Heat Exchange and Internal Friction

*Kocharyan Vilen,
Palyan Aksanna*

Summary

Key words: the first law of thermodynamics, troposphere, entropy, temperature gradient, internal friction, enthalpy

The methodological work examines the temperature change in the troposphere caused by heat exchange in the Earth's gravitational field and by internal friction in atmospheric flows. To explain the mechanism of adjustment and formation of the temperature gradient value in the atmosphere, the first law of thermodynamics in the Earth's gravitational field is considered. It has been clarified that in the presence of airflows two types of processes occur: thermal and non-thermal (subthermal). It has been shown that the presence of a certain temperature gradient is necessary for the stationarity of the gas state in an external potential field. Considering the Earth's troposphere as an isolated system, the numerical value of this gradient has been calculated, which corresponds to experimental data with a good approximation. From the results obtained, it follows that the transfer of enthalpy, due to thermal motion in gases, occurs more intensively than the transfer of mechanical energy.

Ներկայացվել է 01. 10. 2025 թ.
Գրախոսվել է 20. 10. 2025 թ.
Ընդունվել է տպագրության 26. 11. 2025 թ.

අර්ථනාමය
ХИМИЯ
CHEMISTRY

Տիտանի հիդրիդի ստացման եղանակի ազդեցությունը նրա կոռոզիոն և թթվային հատկությունների վրա

Թովմասյան Մարտուն,
Գալստյան Անի

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-16>

Հանգուցային բառեր. բյուրեղական կառուցվածք, կոռոզիոն դիմադրություն, ուղիղ հիդրոգենացում, քիմիական վերականգնում, էլեկտրաքիմիական մեթոդ, մեխանոքիմիական մեթոդ

Նախաբան

Մետաղական հիդրիդները առանձնահատուկ հետաքրքրություն են ներկայացնում գիտության և տեխնիկայի համար՝ շնորհիվ ջրածին կլանելու և արձակելու ունակության: Դրանց շարքում առանձնանում են տիտանի հիդրիդները (TiH_x , $x \approx 1.5 \div 2$), որոնք կիրառվում են մետալուրգիայում, էներգետիկայում և նյութագիտության տարբեր ոլորտներում [5]: Հատկապես մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում տիտանի դիհիդրիդը (TiH_2), որը համարվում է արդյունավետ ջրածնային կրող նյութ [1, 2]:

Այսօր տիտանի հիդրիդը բավականին լայն գործնական կիրառություն ունի, որոնց թվում են այնպիսի կարևոր ուղղություններ, ինչպիսիք են մեքենաշինությունը և մետալուրգիան: Այն գործնականում անփոխարինելի է տիեզերական, ավիացիոն, քիմիական արդյունաբերության ոլորտներում և միջուկային էներգետիկայում [6: 7]: Հատուկ հետաքրքրություն են ներկայացնում տիտանի հիդրիդի վրա հիմնված նյութերը, որոնք ունեն նեյտրոնապաշտպան բարձր հատկություններ, ինչը պայմանավորված է նեյտրոնների ցրման հատկանշական հատույթով և ջրածնի բարձր պարունակությամբ (4,04 %) [8]:

Գիտական հետազոտությունները ցույց են տվել, որ TiH_2 -ի հատկությունները խիստ կախված են ստացման եղանակից: Դրա կառուցվածքային առանձնահատկությունները որոշում են նաև մակերևութային կինետիկան, թթվային կայունությունը և կոռոզիոն դիմադրությունը [3]:

Տիտանի հիդրիդի սինթեզման ժամանակակից մեթոդներից է ինքնատարածվող բարձրջերմաստիճանային սինթեզի (ԻԲՋՍ) մեթոդը: Մեթոդն ունի մի շարք առավելություններ ինչպիսիք են.

- էներգախնայողությունը, քանի որ ռեակցիան ընթանում է ինքնուրույն՝ առանց արտաքին ջերմության երկարատև մատակարարման,
- արագությունը՝ սինթեզը տևում է վայրկյաններից մինչև մի քանի րոպե,
- բարձր մաքրություն, քանի որ միջավայրը սովորաբար իներտ է կամ հիդրոգենային, ստացվող TiH_2 -ն ունի քիչ օքսիդներ:
- Թերմոդինամիկ կայունություն. TiH_2 -ը հեշտությամբ է ստացվում Ti-ի հետ ռեակցիայից՝ ապահովելով ամբողջական հիդրոգենացում:
- Հնարավորություն՝ ստանալ նուրբ կամ նանոկառուցվածք (փոշիներ, պոռոզ նյութեր):
- Լավ համատեղելիություն այլ մետաղների հետ՝ TiH_2 -ը կարելի է օգտագործել որպես ակտիվ միջանկյալ փուլ Ti-Al, Ti-Ni, Ti-B համակարգերի սինթեզի համար [9]:

Նկատի ունենալով, որ (ԻԲՋՍ) մեթոդով ստացված տիտանի հիդրիդի կոռոզիոն հատկությունները քիչ ուսումնասիրված են, ապա նպատակ է դրվել համակողմանիորեն ուսումնասիրել այդ մեթոդով ստացված նմուշները թթվային տարբեր միջավայրերում և կատարել համեմատական վերլուծություն նույն միջավայրերում առավել ուսումնասիրված ուղիղ հիդրոգենացման մեթոդով ստացված նմուշների կոռոզիոն վարքը: Պարզել, թե ստացման մեթոդը ինչպես է ազդում նրա կոռոզիոն վարքի վրա:

Հողվածի բովանդակությունը

Որպես ուսումնասիրության նյութ ընտրվել է բարձր ջերմաստիճաններ և բարձր ճնշումներ պահանջող H_2 -ի հետ ուղիղ փոխազդեցության հիդրոգենացման մեթոդով ստացված և ինքնատարածվող բարձրջերմաստիճանային սինթեզի (ԻԲՋՍ) մեթոդով ստացված տիտանի հիդրիդի նմուշներ: Ուսումնասիրվել են դրանց քիմիական կալու-նությունը մի շարք թթուների լուծույթների միջավայրում և կատարվել է համեմատա-կան վերլուծություն:

Հետազոտությունների համար օգտագործվել ենք 100 գ, 1 սմ² մակերեսով հաշ-վարկված հաբավորված նմուշներ, HCl , H_2SO_4 , HNO_3 , HF , CH_3COOH թթուների լու-ծույթներ, անալիտիկ կշեռք, ջերմաստիճանի կարգավորիչ, գազի հավաքիչ (ջրի մեջ շրջված չափանոթ գլան), անգազային խողովակներ, pH մետր, չորացնող պահարան և այլ օժանդակ նյութեր:

Աշխատանքի իրականացման համար 25 °C ջերմաստիճանում պատրաստվել են աղյուսակ 1-ում բերված կոնցենտրացիաներով լուծույթները, որպես բուֆերային լուծույթ օգտագործվել է pH=4 քացախաթթվի լուծույթ:

Աղյուսակ 1

Օգտագործված թթուների լուծույթները և կոնցենտրացիաները

Թթու	Կոնցենտրացիա (M)		Ջերմաստիճան (°C)
HCl	1.0	0.1	25
H_2SO_4	1.0	-	25
HNO_3	1.0	-	25
HF	0.1	0.01	25
CH_3COOH	1.0	-	25
pH=4 բուֆերային լուծույթ	-	-	25

Ուսումնասիրման տևողությունը յուրաքանչյուր նմուշի ուսումնասիրման համար ընտրվել է 60 րոպե:

Յուրաքանչյուր փորձի ավարտին նմուշը հանվել է, արագ ու կոկիկ լվացվել թորած ջրով և լավ չորացրվել չորացնող պահարանում 60 °C ջերմաստիճանում, որից հետո կշռվել ու հաշվվել է զանգվածի կորուստը.

$$\Delta m = m_0 - m_t, (մգ), \quad (1)$$

որտեղ Δm -ը զանգվածի կորուստն է ժամանակի t պահին,

m_0 -ն նմուշի սկզբնական զանգվածն է:

Զանգվածի կորստի արագությունը գնահատելու համար վերը նշված գործողու-թյունները կատարվել են ժամանակի երեք միջակայքերի համար՝ 20, 40 և 60 րոպե:

Զանգվածի կորստի արագությունը հաշվվել է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$\Delta m_t = \frac{m_0 - m_t}{S_t}, (\text{մգ.սմ}^{-2}.\text{րոպե}^{-1}), \quad (2)$$

որտեղ Δm_t -ն զանգվածի կորստի արագությունն է,

S -ը նմուշի մակերեսն է,

t -ն փորձարկման ժամանակն է:

Ջրածնի արտազատուման ծավալը չափվել է ռեակտորից գազի ելքը միացնելով ջրով լցված, չափանշված բյուրեղին, իսկ արտազատման արագության հաշվարկը կատարվել է հետևյալ արտահայտությամբ.

$$V_{H_2,t} = \frac{V_{H_2}}{t}, (\text{մլ.րոպե}^{-1}), \quad (3)$$

որտեղ $V_{H_2,t}$ -ն ժամանակի t պահին արտազատված ջրածնի ծավալն է,

V_{H_2} -ը արտազատված ջրածնի ծավալն է,

t -ն փորձարկման ժամանակն է:

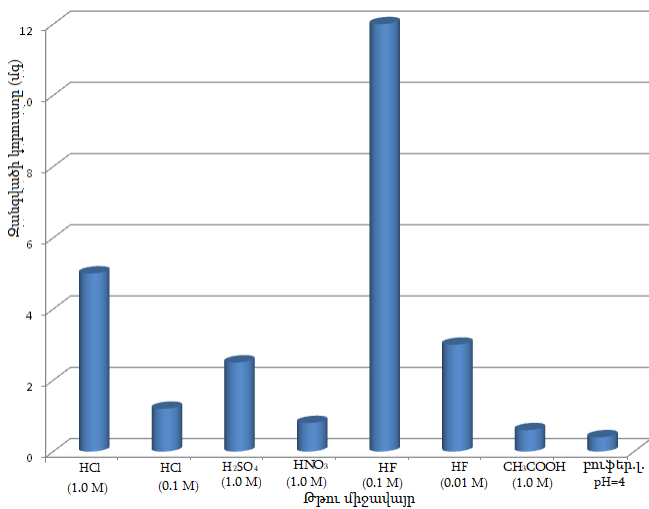
Արդյունքներ և քննարկում

Ուղիղ հիդրոգենացման մեթոդով ստացված տիտանի հիդրիդի (TiH_2) թթվային միջավայրում կոռոզիայի ուսումնասիրման արդյունքները բերված են աղյուսակ 2-ում և 1-4 տրամագրերում:

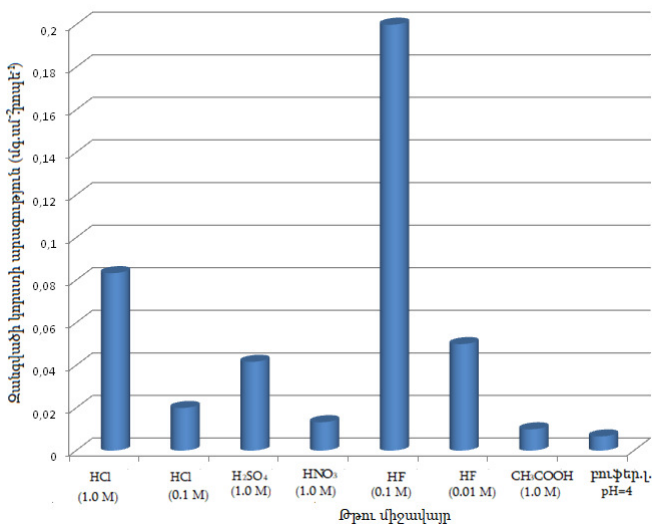
Աղյուսակ 2

Ուղիղ հիդրոգենացման մեթոդով ստացված տիտանի հիդրիդի (TiH_2 -ի) քիմիական կոռոզիայի տվյալներ տարբեր թթվային միջավայրերում

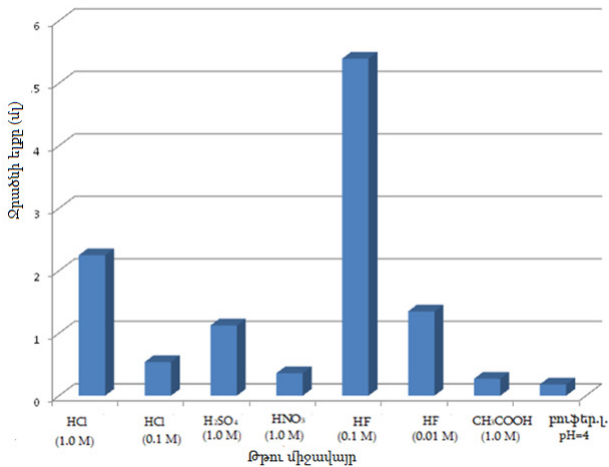
Թթու	Կոնց. (M)	Ջերմ. (°C)	Էքսպոզ. (րոպե)	Ջանգ- վածի կորուստ (մգ)	Ջանգվածի կորստի արագ. (մգ.սմ ⁻² .րո- պե ⁻¹)	H ₂ -ի ելքը (մլ)	H ₂ -ի ելքի արագ. (մլ.գ ⁻¹ .րոպե ⁻¹)
HCl	1.0	25	60	5.0	0.08333	2.248	0.37473
HCl	0.1	25	60	1.2	0.02000	0.539	0.08994
H ₂ SO ₄	1.0	25	60	2.5	0.04167	1.124	0.18736
HNO ₃	1.0	25	60	0.8	0.01333	0.360	0.05996
HF	0.1	25	60	12.0	0.20000	5.394	0.89850
HF	0.01	25	60	3.0	0.05000	1.349	0.22462
CH ₃ COOH	1.0	25	60	0.6	0.01000	0.270	0.04497
pH=4 բուֆերային լուծույթ (ացետատ)	–	25	60	0.4	0.00667	0.180	0.02998



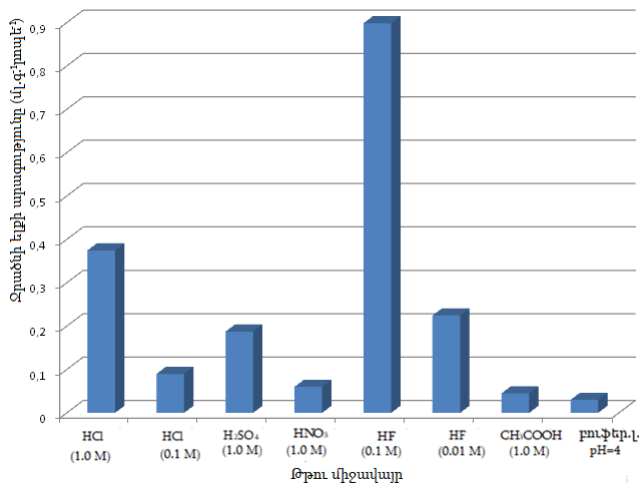
Տրամագիր 1. Ուղիղ հիդրոգենացման մեթոդով ստացված տիտանի հիդրիդի զանգվածի կորուստը տարբեր թթվային միջավայրերում



Տրամագիր 2. Ուղիղ հիդրոգենացման մեթոդով ստացված տիտանի հիդրիդի զանգվածի կորուստի արագությունը տարբեր թթվային միջավայրերում



Տրամագիր 3. Ուղիղ հիդրոգենացման մեթոդով ստացված տիտանի հիդրիդի կոռոզիայի ժամանակ ջրածնի ելքը



Տրամագիր 4. Ուղիղ հիդրոգենացման մեթոդով ստացված տիտանի հիդրիդի կոռոզիայի ժամանակ ջրածնի ելքի արագությունը

Ինչպես երևում է բերված տվյալներից, միատեսակ կոնցենտրացիայով լուծույթներում՝ HCl, H₂SO₄, HNO₃, CH₃COOH (1,0 M) քիմիական կոռոզիան նվազում է բերված հաջորդականությամբ, այն բարձր է աղաթթվի լուծույթում և ամենացածրն է (ինչը սպասելի էր) քացախաթթվում: (0,1 M) կոնցենտրացիայով HCl-ի և HF-ի դեպքում կոռոզիայի արագությունը անհամեմատ բարձր է HF-ի լուծույթում:

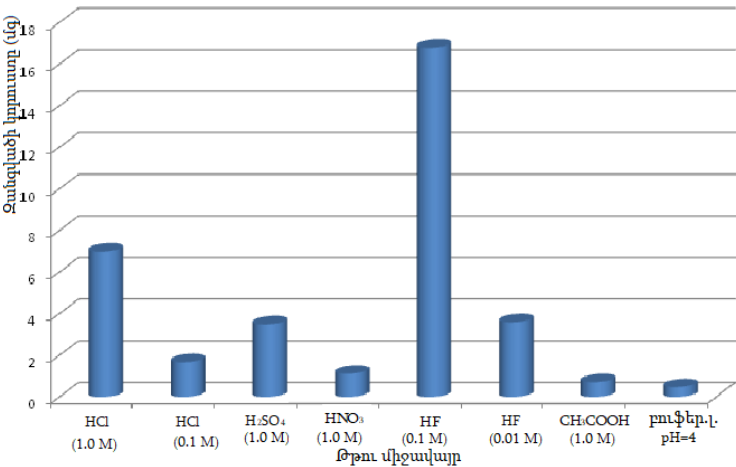
Ինքնատարաձվող բարձրջերմաստիճանային սինթեզի (PFSU) մեթոդով ստաց-

ված տիտանի հիդրիդի (TiH_2) թթվային միջավայրում կոռոզիայի ուսումնասիրման արդյունքները բերված են աղյուսակ 3-ում և 5-8 տրամագրերում:

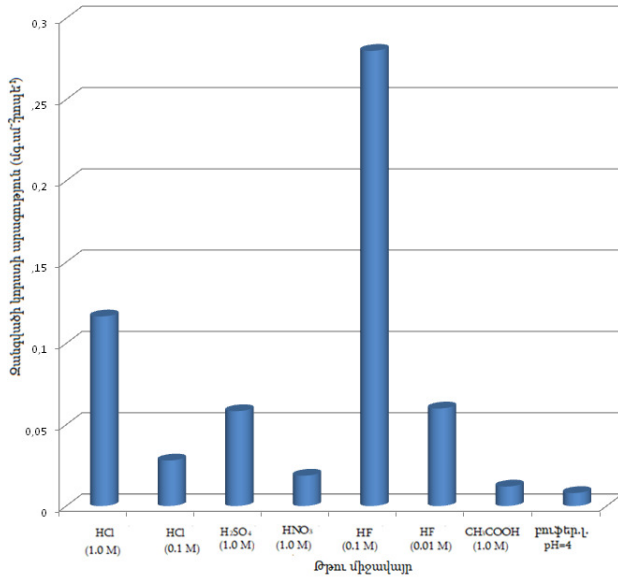
Աղյուսակ 3

Բնքնատարածվող բարձր ջերմաստիճանային սինթեզի (ԲԲՋՄ) մեթոդով ստացված տիտանի հիդրիդի (TiH_2 -ի) քիմիական կոռոզիայի տվյալներ տարբեր թթվային միջավայրերում

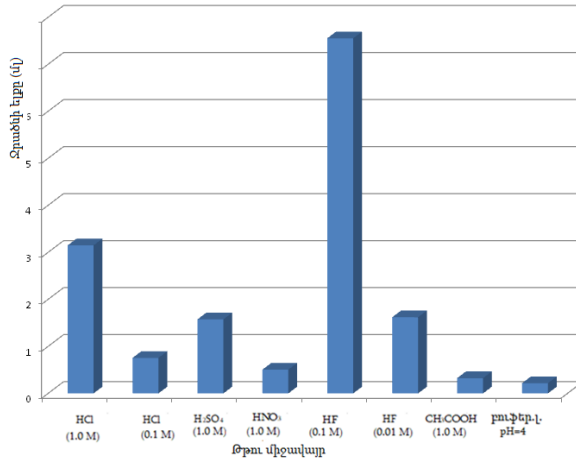
Թթու	Կոնց. (M)	Ջերմ. (°C)	Էքսպոզ. (րոպե)	Զանգվածի կորուստ (մգ)	Զանգվածի կորստի արագ. (մգ·սմ ⁻² ·րոպե ⁻¹)	H ₂ -ի ելքը (մլ)	H ₂ -ի ելքի արագ. (մլ·գ ⁻¹ ·րոպե ⁻¹)
HCl	1.0	25	60	7.0	0.11662	3.1472	0.52462
HCl	0.1	25	60	1.68	0.028	0.7546	0.12592
H ₂ SO ₄	1.0	25	60	3.5	0.05834	1.5736	0.26230
HNO ₃	1.0	25	60	1.12	0.01866	0.504	0.08394
HF	0.1	25	60	16.8	0.28	7.5516	1.2579
HF	0.01	25	60	3,6	0.060	1.6188	0.26954
Ացետա- տային թթու	1.0	25	60	0.72	0.012	0,324	0.53396
pH=4 բուֆեր (ացետատ)	-	25	60	0.48	0.0080	0.216	0.03598



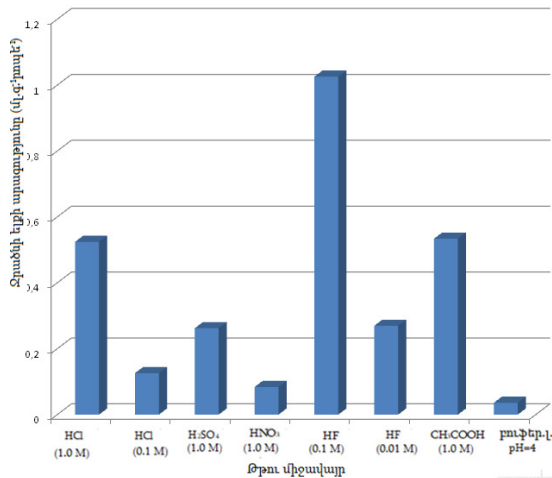
Տրամագիր 5. Բնքնատարածվող բարձր ջերմաստիճանային սինթեզի (ԲԲՋՄ) մեթոդով ստացված տիտանի հիդրիդի զանգվածի կորուստը տարբեր թթվային միջավայրերում



Տրամագիր 6. Ինքնատարածվող բարձր ջերմաստիճանային սինթեզի (ԻԲՋՄ) մեթոդով ստացված տ իտանի հիդրիդի զանգվածի կորոստի արագությունը տարբեր թթվային միջավայրերում



Տրամագիր 7. Ինքնատարածվող բարձր ջերմաստիճանային սինթեզի (ԻԲՋՄ) մեթոդով ստացված տիտանի հիդրիդի կոռոզիայի ժամանակ ջրածնի էլքը



Տրամագիր 8. Ինքնատարածվող բարձր ջերմաստիճանային սինթեզի (ԻԲՋՍ) մեթոդով ստացված տ խտանի հիդրիդի կոռոզիայի ժամանակ ջրածնի էլքի արագությունը

Ինքնատարածվող բարձր ջերմաստիճանային սինթեզի (ԻԲՋՍ) մեթոդով ստացված տիտանի հիդրիդի նմուշների դեպքում կոռոզիայի արդյունքում, կախված թթվի տեսակից, զանգվածի կորստի ընդհանուր օրինաչափությունները նույնն են: Նշանակալից տարբերություններ են դիտվում զանգվածի կորստի արագությանների և ջրածնի էլքի արագությունների միջև: Այդ արագությունները բարձր են ինքնատարածվող բարձր ջերմաստիճանային սինթեզի (ԻԲՋՍ) մեթոդով ստացված նմուշների մոտ (մոտավորապես 1,2 անգամ):

Եզրակացություն

1. Տիտանի հիդրիդի ստացման եղանակը վճռորոշ դեր ունի նրա կառուցվածքային և մակերևութային հատկությունների ձևավորման գործում:
2. Ուղիղ հիդրոգենացումից ստացված նմուշներն առավել կայուն են և պիտանի երկարաժամկետ կիրառությունների համար:
3. Ինքնատարածվող բարձր ջերմաստիճանային սինթեզի (ԻԲՋՍ) մեթոդով ստացված նմուշները թթվային միջավայրում ցուցաբերում են նվազ կայունություն, քան ուղիղ հիդրոգենացման մեթոդով ստացված նմուշները:
4. Թթվային միջավայրերում TiH_2 -ի վարքագիծը կախված է հատիկների չափից և մակերևութի կառուցվածքից, ինչը արտացոլված է կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքում՝
 - Ուղիղ հիդրոգենացումից ստացված նմուշները հիմնականում ձևավորում են խոշոր հատիկներով δ - TiH_2 ֆազա, և մակերևութը արագ պասիվացվում է TiO_2 շերտով:
 - Ինքնատարածվող բարձր ջերմաստիճանային սինթեզի դեպքում ձևավորվում է նուրբ հատիկային, նանո-խոռոչավոր կառուցվածք, որն էլ բերում է կոռոզիայի բարձր արագության:

Գրականություն

1. Flanagan T. B., & Oates W. A. The Palladium-Hydrogen System. *Springer*, 1991.
2. Huot J., Liang G., Schulz R. Mechanochemical synthesis of hydrogen storage materials. *Materials Science and Engineering A*, 2001, 267(2), p. 246–251.
3. Li S., et al. Electrochemical hydrogenation of titanium: mechanism and surface behavior. *Journal of Alloys and Compounds*, 2015, 645, p. 364–368.
4. Züttel A. Hydrogen storage methods. *Naturwissenschaften*, 2004, 91(4), p. 157–172.
5. Bowman R. C., & Fultz B. Titanium and zirconium hydrides. In L. Schlapbach (Ed.), *Hydrogen in Intermetallic Compounds II*, 2002, pp. 95–144.
6. Лучинский Г. П. Химия титана. 1971, с. 164–166, – 472с.
7. Мюллер В. Гидриды металлов. Атомиздат. 1973, с. 432.
8. Черкашина Н. И., Павленко А. Б. Расчет нейтронно-защитных характеристик полимерного композиционного материала. *Известия вузов. Ядерная энергетика*. 2018. № 2, с. 291–296.
9. Kuznetsov M. V. Self-propagating high-temperature synthesis of titanium hydride and its corrosion properties. *Journal of Alloys and Compounds*, p. 831, 2020.

Влияние способа получения гидрида титана на его коррозионные, поверхностно-кинетические и кислотные свойства

*Товмасын Мартун,
Галстян Ани*

Резюме

Ключевые слова: кристаллическая структура, коррозионная стойкость, прямое гидрирование, химическое восстановление, электрохимический метод, механохимический метод

Гидрид титана (TiH_2) является важным материалом в металлургии, водородной энергетике и катализе. Его физико-химические и поверхностные свойства в значительной степени зависят от способа получения. Образцы TiH_2 , полученные различными методами, демонстрируют различные структурные, коррозионные и кислотные свойства. В данной статье сравниваются коррозионные свойства гидрида титана, полученного методами прямого гидрирования и самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, в различных кислотных средах. Анализ показывает, что способ получения определяет не только кристаллическую структуру гидрида, но и стабильность его поверхности, скорость реакции в кислотных средах и коррозионную стойкость. Исследования проводились в растворах кислот HCl , HF , HNO_3 , H_2SO_4 , CH_3COOH различной концентрации. Коррозионные закономерности для образцов, полученных обоими методами, одинаковы, однако наблюдаются значительные различия между скоростями потери массы и скоростями выделения водорода; эти скорости выше для образцов, полученных методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) (примерно в 1,2 раза).

The Influence of the Method of Obtaining Titanium Hydride on its Corrosion, Surface-Kinetic, and Acidic Properties

*Tovmasyan Martun,
Galstyan Ani*

Summary

Key words: *crystal structure, corrosion resistance, direct hydrogenation, chemical reduction, electrochemical method, mechanochemical method*

Titanium hydride (TiH_2) is an important material in metallurgy, hydrogen energy, and catalysis. Its physicochemical and surface properties largely depend on the method of production. TiH_2 samples obtained by different methods demonstrate different structural, corrosive, and acidic properties. This article compares the corrosion properties of titanium hydride obtained by direct hydrogenation and self-propagating high-temperature synthesis in various acidic media. The analysis shows that the production method determines not only the crystal structure of the hydride, but also the stability of its surface, the reaction rate in acidic media, and corrosion resistance. The studies were carried out in solutions of acids HCl , HF , HNO_3 , H_2SO_4 , CH_3COOH of various concentrations. The corrosion patterns for samples obtained by both methods are the same, however, there are significant differences between the rates of mass loss and the rates of hydrogen evolution; these rates are higher for samples obtained by self-propagating high-temperature synthesis (SHS) (approximately 1.2 times).

Ներկայացվել է 13. 10. 2025 թ.

Գրախոսվել է 27. 10. 2025 թ.

Ընդունվել է տպագրության 26. 11. 2025 թ.

ՎԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

БИОЛОГИЯ

BIOLOGY

**«Դիլիջան» ազգային պարկի և նրա հարակից տարածքների
լեպիդոֆաունան**

**Գրիգորյան Հասմիկ,
Խառատյան Ալեքսան**

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-27>

Հանգուցային բառեր. *ձվադրում, թրթուր, թիթեռներ, հարսնյակավորում, տեսակ, ընտանիք, հայտնաբերման վայր*

*«Թիթեռը հիշեցնում է, որ ամենակարճ կյանքն էլ
կարող է լի լինել գեղեցկությամբ»*

Նախաբան: Թիթեռները միջատների դասի ամենահայտնի ներկայացուցիչներից են, որոնք տարածված են աշխարհի տարբեր մասերում: Տեսակների թվով թիթեռները համարվում են միջատների երրորդ ամենամեծ կարգը՝ կարծրաթևավորներից (*Coleoptera*) և թաղանթաթևավորներից (*Hymenoptera*) հետո: Կարգը ներառում է 175000 տեսակ [13]: Ամենահին թիթեռները հայտնաբերվել են Դանիայում և պատկանում են պալեոցենի ժամանակաշրջանին [12]:

Թիթեռները հանդիսանում են սննդային շղթայի կարևորագույն օղակ: Սրանց թրթուրներով և իմացոներով սնվում են բազմաթիվ միջատներ, թռչուններ, չղջիկներ և այլ միջատակեր կենդանիներ [6; 14]:

Թիթեռների դրական նշանակությունը նաև այն է, որ նրանք, սնվելով բույսերի նեկտարով, փոշոտում են կատարում: Այն բույսերը, որոնց նեկտարանոցը շատ խորն է տեղադրված, միայն թիթեռների երկար կնճիթով կարող են փոշոտվել: Որոշ թիթեռների թրթուրներ, որոնք սնվում են մոլախոտերով, կիրառվում են այդ մոլախոտերի դեմ կենսաբանական պայքարում [10]:

Թիթեռները որպես ինդիկատոր կենսաբանների կողմից լայնորեն կիրառվում են էկոլոգիական, կլիմայական, օրգանիզմների վրա միջավայրի գործոնների փոփոխությունների ազդեցության ուսումնասիրություններում և այլ հետազոտությունների ժամանակ: Այսինքն՝ թիթեռները միջավայրի գործոնների փոփոխությունների ցուցիչներ են [11]:

Մարդկության պատմության ընթացքում թիթեռները մեծ տեղ են գրավել արվեստի, գրականության բազմաթիվ աշխատանքներում և երեխաների գեղագիտական դաստիարակության բնագավառում: Թիթեռների օրինակով երեխաները կարող են բնության գեղեցկությունը տեսնել, զարգացնել բնապահպանական ճաշակ և, վերջապես, թիթեռները համարվում են խաղաղության խորհրդանիշ [12]:

Թիթեռների քանակը վերջին տարիներին լուրջ փոփոխությունների է ենթարկվել, ինչը տեսանելի է նույնիսկ անգեն աչքով: Հայաստանի Հանրապետության տարածքում թիթեռների տարածվածության վերաբերյալ վերջին լայնածավալ ուսումնասիրություններն իրականացվել են Ս. Ա. Միրզոյանի [4; 9], Ս. Ա. Վարդիկյանի [5; 6], Հ. Ջ. Գրիգորյանի [7] կողմից: Սակայն 1984 թվականից ի վեր, բնականաբար, այս միջատների քանակական և տեսակային կազմը լուրջ փոփոխությունների է ենթարկվել: «Դիլիջան» ազգային պարկում թեփուկաթևավորների տեսակային կազմի մասնակի ուսումնասի-

րություններ վերջին անգամ կատարվել են 2017 թվականին՝ ՀՀ ԳԱԱ կենդանաբանության ինստիտուտի կողմից, որի արդյունքները ներառվել են Հայաստանի Հանրապետության կենդանիների Կարմիր գրքում [1]: Այժմ հանդիպում են այնպիսի թիթեռներ, որոնք նախկինում մեր տարածաշրջանում չեն եղել, իսկ որոշ տեսակներ ընդհանրապես անհետացել են [2]: Նոր ու դեռ անծանոթ տեսակների հայտնաբերման համար անհրաժեշտ է շարունակական հետազոտություններ կատարել, ինչը մի կողմից կարևոր նշանակություն կունենա կենսաբազմազանության մոնիթորինգի և բնական տարածքների էկոլոգիական գնահատման համար, մյուս կողմից կտրամադրի տեղեկատվություններ հայտնաբերված վնասակար տեսակների դեմ պայքարի ավելի արդյունավետ մեթոդների մշակման համար: Այս ամենը հիմք հանդիսացավ նոր հետազոտություններ կատարելու համար:

Հետազոտության մեթոդը: 2024-2025 թվականներին Դիլիջանում և դրա հարակից տարածքներում իրականացվել են թեփուկաթևավորների ուսումնասիրություններ լաբորատոր և երթուղային եղանակներով: Աշխատանքներն իրականացվել են կենդանաբանության և միջատաբանության ոլորտում ընդունված մեթոդաբանությամբ՝ ներառելով դիտարկումներ, հավաք և լաբորատոր փորձարկումներ [3; 5; 8]: Դաշտային աշխատանքի համար օգտագործվել են միջատաբանական բռնացանց, տարբեր չափերի ծրարներ և տարաներ (100-500 մլ ապակյա բանկաներ):

«Դիլիջան» ազգային պարկի և նրա հարակից տարածքների ուսումնասիրման վայրերի ցանկը ցույց է տրված աղյուսակ 1-ում:

Վեգետացիոն ամբողջ շրջանում մանրակրկիտ ստուգվել են պտղատու ծառերի բները, բողբոջները, ծաղիկներն ու պտուղները, ինչպես նաև բանջարեղենը: Թեփուկաթևավորների ձվեր, թրթուրներ և հարսնյակներ հայտնաբերելու դեպքում դրանք տեղադրվել են ապակյա բանկաների մեջ և տեղափոխվել Վանաձորի պետական համալսարանի կենդանաբանության լաբորատորիա:

Նմուշների համարակալումը և գրանցումները կատարվել են հատուկ մատյանում՝ ներառելով տվյալներ հայտնաբերման վայրի, ամսաթվի և կերաբույսի վերաբերյալ: Թրթուրները հավաքվել են ծառերի ճյուղերը թափ տալու միջոցով՝ օգտագործելով լայն սավան:

Նյութի մշակումը կատարվել է համապատասխան մեթոդով. հավաքած թիթեռները սպանվել են քլորոֆորմով, ապա սփռվել և չորացվել հատուկ փայտյա ուղղիչների վրա: Չորացած թիթեռները գետեղվել են տուփերի մեջ, յուրաքանչյուրին կցվել է պիտակ, որի վրա գրվել է տեսակի անվանումը, հավաքման վայրը, կոորդինատները, ժամանակը (օր, ամիս, տարի) և հավաքողի անունը [8]: Թիթեռների նմուշները պահվել են չոր պայմաններում, իսկ ցեցերից պաշտպանելու համար տուփերի մեջ տեղադրվել են մալթամախոտ և օշինդր:

2024 թ. հուլիսի 21-ից սկսվել է հետազոտական աշխատանքների փուլը, որի շրջանակներում ուսումնասիրվել է կաղամբաթիթեռի (*Pieris brassicae*) կենսաբանական ցիկլը՝ պայմանավորված տվյալ ժամանակահատվածում ակտիվ բազմացմամբ: Հետազոտությունները կատարվել են հետևյալ վայրերում. Վանաձորի «Բազում» և «Շահումյան» թաղամասեր, «Դիլիջան» ազգային պարկի «Շամախյան» և «Հաղարծին» տեղամասեր, Մարգահովիտ և Ֆիզուտովո գյուղեր: Նշված վայրերից հավաքվել են կաղամբաթիթեռի ձվեր, տեղադրվել են առանձին տարաների մեջ և տեղափոխվել լաբորատորիա՝ նրանց զարգացումն ուսումնասիրելու նպատակով: Հետևել ենք թրթուրներին դուրս գալուն, մաշկափոխությանը և հարսնյակավորմանը:

**«Դիլիջան» ազգային պարկում և նրա հարակից տարածքներում
թիթեռների ուսումնասիրման վայրերի ցանկը**

<i>Մարզ</i>	<i>Տեղանուն</i>	<i>Կոորդինատներ</i>	<i>Ծ. մ. բարձրություն (մ)</i>
Լոռի	Արտեկ մանկական ճամբար	40.790191°N, 44.485567°E	1500
	Բագումի հանգրվան	40.877383°N, 44.438860°E	1400
	գ. Մարգահովիտ	40.726857°N, 44.699842°E	1300
	գ. Շահումյան	40.775897°N, 44.541023°E	1800
	Վանաձորի բուսաբանական այգի	40.804545°N, 44.491087°E	1300
	Վանաձորի քաղաքային այգի	40.804545°N, 44.491087°E	1350
	գ. Ֆիոլետովո	40.710833°N, 44.697103°E	1350
Տավուշ	«Դիլիջան» ազգային պարկի այցելուների կենտրոն	40.748183°N, 44.868843°E	1600
	«Դիլիջան» ազգային պարկի «Հին գերեզմանատներ» տեղամաս	40.757102°N, 44.816802°E	1400
	«Դիլիջան» ազգային պարկի Շամախյան 33 ² տեղամաս	40.749313°N, 44.869154°E	1400
	Հաղարծին վանական համալիր	40.802256°N, 44.890194°E	1300
	Ջուխտակ վանք	40.757558°N, 44.802642°E	1400

Թիթեռների տեսակը որոշվել է միջատաբանական տարբեր որոշիչների օգնությամբ [8], զանազան գրական ու մեթոդաբանական աղբյուրների հիման վրա [7; 11], ինչպես նաև կոլեկցիոն նյութի հետ համեմատելով:

Ուսումնասիրության արդյունքները: «Դիլիջան» ազգային պարկում և նրա հարակից տարածքներում հայտնաբերվել են 15 տեսակի թիթեռներ, որոնք պատկանում են 8 ընտանիքների (աղյուսակ 2):

**«Դիլիջան» ազգային պարկի և նրա հարակից տարածքների
թիթեռների տեսակային կազմը**

Ընտ. Կապտաթիթեռներ – <i>Lycaenidae</i>
Կապտաթիթեռ իկար – <i>Polyommatus icarus</i> (Rottemburg, [1775])
Ընտ. Նիմֆալիդներ – <i>Nymphalidae</i>
Արգիյա, կամ կարմիր սաղափաթիթեռ – <i>Argynnis (Speyeria) aglaja</i> (Linnaeus, [1758])
Դրիասի թավշաթիթեռ – <i>Minois dryas</i> (Scopoli, [1763])
Եզրաչքավոր Էգերիա – <i>Pararge aegeria</i> (Linnaeus, [1758])
Ադմիրալ, կամ ծովակալ – <i>Vanessa atalanta</i> (Linnaeus, [1758])
Ընտ. Արջաթիթեռներ – <i>Arctiidae</i>
Արջաթիթեռ հերա – <i>Callimorpha quadripunctata</i> (Linnaeus, [1758])
Սովորական կեղծ խայտաթիթեռ – <i>Syntomis (Amata) phegea</i> (Linnaeus, [1758])
Արջաթիթեռ-տիրուհի – <i>Callimorpha dominula</i> (Linnaeus, [1758])
Ընտ. Ճերմակաթիթեռներ – <i>Pieridae</i>
Զաֆրանե դեղնաթիթեռ – <i>Colias croceus</i> (Geoffroy, [1785])
Կաղամբաթիթեռ – <i>Pieris brassicae</i> (Linnaeus, [1758])
Ընտ. Առագաստավորներ – <i>Papilionidae</i>
Պողայիքիուս – <i>Iphiclides podalirius</i> (Linnaeus, [1758])
Ընտ. Իլիկաթիթեռներ – <i>Sphingidae</i>
Գծավոր իլիկաթիթեռ – <i>Hyles livornica</i> (Esper, [1780])
Գանգաթիթեռ – <i>Acherontia Atropos</i> (Linnaeus, [1758])
Ընտ. Բվիկներ – <i>Noctuidae</i>
Սոսյլ ցեց – <i>Orthosia incerta</i> (Hufnagel, [1766])
Ընտ. Սիրամարգաչիկայիններ – <i>Saturniidae</i>
Մեծ սիրամարգակն – <i>Saturnia pyri</i> (Denis & Schiffermuller, [1775])

Ստորև ներկայացված են յուրաքանչյուր ընտանիքի և տեսակի լատիներեն և հայերեն անվանումները, թրթուրների կամ թիթեռների սննդառությունը, այդ նոր տեսակների հայտնաբերման վայրը:

1. Ընտ. *LYCAENIDAE* – ԿԱՊՏԱԹԻԹԵՐՆԵՐ

Ուսումնասիրված տարածքում հայտնաբերվել է մեկ տեսակ. *Polyommatus icarus* R. – Կապտաթիթեռ իկար: Թրթուրները պոլիֆագ են, հավաքվել են հաղարջենու, խնձորենու, տանձենու տերևների վրայից: Հայտնաբերվել են «Դիլիջան» ազգային պարկի Շամախյան տեղամասի «Այցելուների կենտրոնում»:

2. Ընտ. *NYMPHALIDAE* – ՆԻՄՖԱԼԻԴՆԵՐ

Ուսումնասիրված տարածքում հայտնաբերվել են հետևյալ չորս տեսակները.

Argynnis aglaja L. (*Speyeria aglaja* L.) – Արիպպա կամ կարմիր սաղափաթիթեռ: Թրթուրները սնվում են մանուշակի ծաղիկներով և տերևներով: Հայտնաբերվել են Վանաձորի բուսաբանական այգում՝ մասնավորապես Արտեկ մանկական ճամբարի շրջակայքում:

Vanessa atalanta L. – Ծովակալ կամ ադմիրալ: Թրթուրները սնվում են տատասկափշի և եղինջի տերևներով: Հայտնաբերվել են «Դիլիջան» ազգային պարկի «Հին գերեզմանատներ» տեղամասում:

Pararge aegeria L. – Եզրաչափոր էգերիա: Թրթուրները սնվում են հացահատիկային բույսերի տերևներով: Հավաքվել են սեզի վրայից: Հայտնաբերվել են Մարգահովիտ և Ֆիոլետովո գյուղերի տարածքում:

Minois dryas Sc. – Դրիասի թավշաթիթեռ: Թրթուրները հավաքվել են սիզախոտի տերևների վրայից: Հայտնաբերվել են Մարգահովիտ գյուղում:

3. Ընտ. *ARCTIIDAE* – ԱՐԶԱԹԻԹԵՈՆԵՐ

Ուսումնասիրվող տարածքում հայտնաբերվել են հետևյալ երեք տեսակները.

Callimorpha quadripunctata L. – Արջաթիթեռ հերա: Թրթուրները սնվում են եղինջի, մոշենու, մոռենու, կաղնու տերևներով: Հայտնաբերվել են «Դիլիջան» ազգային պարկի Շամախյան տեղամասում՝ մասնավորապես Ջուխտակ վանքի տարածքում:

Syntomis phegea L. (*Amata phegea* L.) – Սովորական կեղծ խայտաթիթեռ: Հավաքվել են խատուտիկի վրայից: Հայտնաբերվել են Հաղարծին վանական համալիրի տարածքում:

Callimorpha dominula L. – Արջաթիթեռ-տիրուհի: Թրթուրները սնվում են եղինջի, խնձորենու տերևներով: Հայտնաբերվել են Վանաձոր քաղաքի հարակից տարածքում՝ մասնավորապես գ. Շահումյանում:

4. Ընտ. *PIERIDAE* – ՃԵՐՄԱԿԱԹԻԹԵՈՆԵՐ

Ուսումնասիրվող տարածքներում առավել մեծ տարածում են ունեցել հետևյալ երկու տեսակները.

Colias croceus G. – Զաֆրանե դեղնաթիթեռ: Թրթուրները սնվում են լոբազգիների տերևներով: Հայտնաբերվել են «Դիլիջան» ազգային պարկի Շամախյան տեղամասում՝ մասնավորապես «Դիլիջան» ազգային պարկի այցելուների կենտրոնի շրջակայքում:

Pieris brassicae L. – Կաղամբաթիթեռ: Թրթուրները սնվում են խաչածաղկավորների տերևներով, հիմնականում՝ կաղամբի: Մասսայական բազմացում է նկատվել «Դիլիջան» ազգային պարկի Շամախյան 33² տեղամասում:

5. Ընտ. *PAPILIONIDAE* – ԱՌԱԳԱՍՍԱՎՈՐՆԵՐ

Ուսումնասիրված տարածքում հայտնաբերվել է մեկ տեսակ՝

Iphiclide podalirius L. – Պողպարիկուս: Թրթուրները սնվում են վարդազգիների տերևներով: Հավաքվել են մասրենու տերևների վրայից: Հայտնաբերվել են Վանաձոր քաղաքի հարակից տարածքում՝ «Բազում» հանգրվանում:

6. Ընտ. *SPHINGIDAE* – ԻԼԻԿԱԹԻԹԵՈՆԵՐ

Ուսումնասիրված տարածքում հայտնաբերվել են հետևյալ երկու տեսակները.

Hyles livornica E. – Գծավոր իլիկաթիթեռ: Թրթուրները սնվում են մատիտեղի տերևներով: Հայտնաբերվել են Վանաձորի բուսաբանական այգում:

Acherontia atropos L. – Գանգաթիթեռ: Թրթուրները պոլիֆագ են: Հավաքվել են կարտոֆիլի տերևների վրայից: Հայտնաբերվել են Մարգահովիտ գյուղում:

7. Ընտ. *NOCTUIDAE* – ԲՎԻԿՆԵՐ

Ուսումնասիրված տարածքում հայտնաբերվել է մեկ տեսակ՝

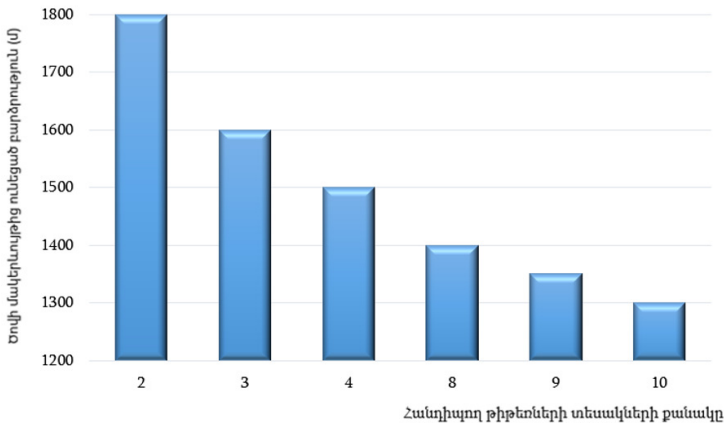
Orthosia incerta Huf. – Մռայլ ցեց: Թրթուրները սնվում են ուռենու տերևներով: Հայտնաբերվել են Վանաձոր քաղաքի քաղաքային այգում:

8. Ընտ. *SATURNIIDAE* – ՍԻՐՄՄԱՐԳԱԱԶԻԿԱՅԻՆՆԵՐ

Ուսումնասիրված տարածքում հայտնաբերվել է հետևյալ մեկ տեսակը՝

Saturnia pyri Schiff. – Մեծ սիրամարգակն: Թրթուրները սնվում են վարդազգիների տերևներով: Հավաքվել են տանձենու և խնձորենու վրայից: Հայտնաբերվել են Մարգահովիտ գյուղի տնամերձ այգիներում:

Հայտնաբերված տեսակների բաշխվածությունը ըստ բարձրության ցույց է տրված տրամագիր 1-ում:



Տրամագիր 1. «Հիլիջան» ազգային պարկում և նրա հարակից տարածքներում հանդիպող թիթեռների քանակը ըստ բարձրության

Ինչպես երևում է տրամագիր 1-ից, ծովի մակերևույթից տարբեր բարձրությունների վրա արձանագրվել է տեսակների անհավասար բաշխվածություն:

Մասնավորապես, թիթեռների ամենաբարձր բազմազանությունը դիտվել է ծ. մ. 1300 մ բարձրության վրա: Այստեղ հայտնաբերվել է թիթեռների տասը տեսակ: Սա կարող է պայմանավորված լինել տվյալ բարձրությանը բնորոշ բարենպաստ միկրոկլիմայական պայմաններով, հողակազմով կամ բուսականության տիպով, որոնք նպաստում են տարբեր տեսակների կենսագործունեությանը և տարածմանը:

Կատարվել է նաև համեմատություն թիթեռների տեսակների տարածվածության վարաբերյալ Լոռու և Տավուշի մարզերում (աղյուսակ 3):

Աղյուսակ 3

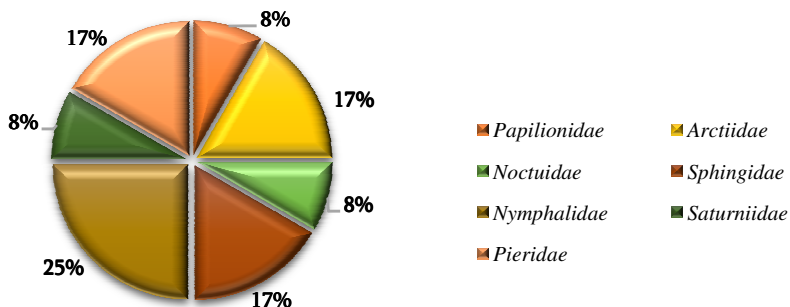
Թիթեռների տեսակների տարածվածությունը Լոռու և Տավուշի մարզերում

Թիթեռի տեսակը	Տարածվածությունը	Լոռու մարզ	Տավուշի մարզ
Ընտ. Առագաստավորներ – Papilionidae			
Պոդալիրիուս – <i>Iphiclides podalirius</i> L.		+	+
Ընտ. Արջաթիթեռներ – Arctiidae			
Արջաթիթեռ Հերա – <i>Callimorpha quadripunctata</i> L.		+	+
Սովորական կեղծ խայտաթիթեռ – <i>Amata phegea</i> L.		-	+
Արջաթիթեռ-տիրուհի – <i>Callimorpha dominula</i> L.		+	-
Ընտ. Բվիկներ – Noctuidae			
Մռայլ ցեց – <i>Orthosia incerta</i> H.		+	-
Ընտ. Իլիկաթիթեռներ – Sphingidae			
Գծավոր իլիկաթիթեռ – <i>Hyles livornica</i> E.		+	-
Գանգաթիթեռ – <i>Acherontia Atropos</i> L.		+	-

Թիթեռի տեսակը	Տարածվածությունը	Լոռու մարզ	Տավուշի մարզ
Ընտ. Կապտաթիթեռներ – <i>Lycaenidae</i>			
Կապտաթիթեռ իկար – <i>Polyommatus icarus</i> R.		-	+
Ընտ. Նիմֆալիդներ – <i>Nymphalidae</i>			
Ադիպալ կամ կարմիր սաղափաթիթեռ – <i>Argynnis aglaja</i> L.		+	-
Դրիասի թավշաթիթեռ – <i>Minois dryas</i> S.		+	+
Եզրաչքավոր էգերիա – <i>Pararge aegeria</i> L.		+	-
Ադմիրալ կամ ծովակալ – <i>Vanessa atalanta</i> L.		-	+
Ընտ. Միրամարգաչիկայիններ – <i>Saturniidae</i>			
Մեծ սիրամարգակն – <i>Saturnia pyri</i> D. & S.		+	-
Ընտ. Ճերմակաթիթեռներ – <i>Pieridae</i>			
Զաֆրանե դեղնաթիթեռ – <i>Colias croceus</i> G.		+	+
Կաղամբաթիթեռ – <i>Pieris brassicae</i> L.		+	+

Ինչպես երևում է աղյուսակ 3-ից, Լոռու մարզում հայտնաբերվել են 5 ընտանիքների պատկանող թիթեռներ, իսկ Տավուշի մարզում՝ 7: Այդ տեսակները հանդիպում են կա՛մ երկու մարզերում միաժամանակ, կա՛մ դրանցից միայն մեկում:

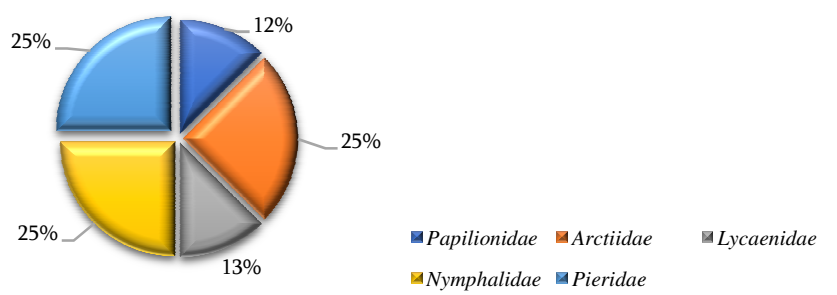
Այս ընտանիքների հանդիպման աստիճանը ցույց է տրված տրամագիր 2-ում:



Տրամագիր 2. Լոռու մարզին պատկանող «Դիլիջան» ազգային պարկի թիթեռների ընտանիքների հանդիպման աստիճանը

Ինչպես երևում է տրամագիր 2-ից, որն արտացոլում է Լոռու մարզում արձանագրված թիթեռների տեսակային կազմի խտությունը, այստեղ առավելապես տարածված են նիմֆալիդները՝ շուրջ 25 %: Արջաթիթեռների, իլիկաթիթեռների և ճերմակաթիթեռների յուրաքանչյուր ընտանիք կազմել է 17 %, մյուս ընտանիքները՝ առաճաստավորները, բվիկները և սիրամարգաչիկայինները կազմել են յուրաքանչյուրը 8 %:

Տավուշի մարզում հանդիպող թիթեռների ընտանիքների հանդիպման աստիճանը ցույց է տրված տրամագիր 3-ում: Այստեղ առավել տարածված են արջաթիթեռների, կապտաթիթեռների և նիսֆալիդների ընտանիքները՝ յուրաքանչյուրը 25 %:



Տրամագիր 3. Տավուշի մարզին պատկանող «Դիլիջան» ազգային պարկի թիթեռների ընտանիքների հանդիպման աստիճանը

Փորձարարական աշխատանքները կատարվել են միայն կաղամբաթիթեռի վերաբերյալ հունիս-հուլիս ամիսներին, որը համապատասխանում է վնասատուի զարգացման երկրորդ սերնդին: Այս սերնդի զանգվածային ձվադրումը սկսվել է հուլիսի 15-ից: Հուլիսի 21-ին հավաքվել են կաղամբաթիթեռի 263 ձվեր և պահվել լաբորատորիայում: Թրթուրները սկսել են ձվերից դուրս գալ հուլիսի 23-ից:

Ձվերից դուրս եկած թրթուրները կերակրվել են կաղամբի թարմ տերևներով: Ջերմաստիճանի և խոնավության փոփոխությունների հետևանքով թրթուրների քանակը լաբորատոր պայմաններում որոշ չափով նվազել է:

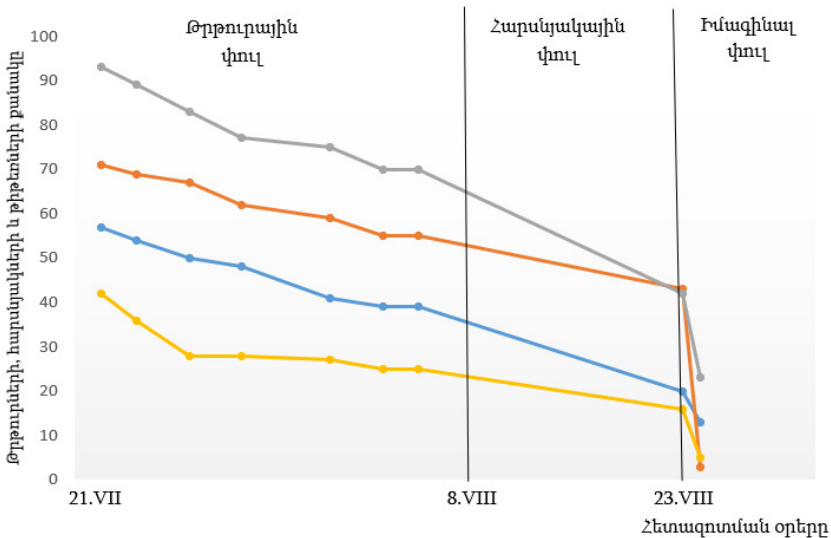
Հետազոտական աշխատանքների արդյունքները ցույց են տրված աղյուսակ 4-ում:

Աղյուսակ 4

Թրթուրների, հարսնյակների և իմազոների քանակը ըստ օրերիտարբեր վայրերի նմուշներում

Հավաքման վայր Ամսաթիվ	Վանաձոր	«Շամախյան» տեղամաս	գ. Մարգահովիտ գ. Ֆիոլետովո	«Հաղարծին» տեղամաս
Թրթուրներ 21/07/2024	57	71	93	42
23/07/2024	54	69	89	36
26/07/2024	50	67	83	28
29/07/2024	48	62	77	28
03/08/2024	41	59	75	27
06/08/2024	39	55	70	25
Հարսնյակներ 08/08/2024	39	55	70	25
Իմազոներ 23/08/2024	20	43	42	16
24/08/2024	13	3	23	5

Ինչպես երևում է աղյուսակ 4-ից, հարսնյակավորման փուլը սկսվել է օգոստոսի 8-ին: Հարսնյակավորվել են 189 թրթուրներ: Օգոստոսի 23-ին հարսնյակներից դուրս է եկել իմագոների մի մասը: Վանաձոր տարածքի նմուշներում հարսնյակներից դուրս են եկել 20 թիթեռ, իսկ հաջորդ օրը՝ 13-ը: Նշված օրը «Շամախյան» տեղամասում հարսնյակներից դուրս են եկել սկզբում 43 թիթեռ, իսկ հաջորդ օրը՝ 3-ը: Մարգահովիտ և Ֆիոլետովո գյուղերի նմուշներում համապատասխանաբար դուրս են եկել 42 և 23 թիթեռներ, իսկ «Հաղարծին» տեղամասում՝ 16 և 5 թիթեռ: Կադամբաթիթեռի ֆենոլոգիական զարգացումը պատկերված է նաև տրամագիր 4-ում:



Տրամագիր 4. Տարբեր տեղամասերից հավաքած կադամբաթիթեռի թրթուրների ֆենոլոգիական զարգացումը (2024թ.)

— Վանաձոր — Շամախյան — Մարգահովիտ, Ֆիոլետովո — Հաղարծին

Եզրակացություն

Այսպիսով, կատարված ուսումնասիրությունների հիման վրա կարող ենք անել հետևյալ եզրակացությունները.

1. «Դիլիջան» ազգային պարկի և նրա հարակից տարածքներում հայտնաբերվել են 15 տեսակի թեփուկաթևավորներ, որոնք պատկանում են 8 ընտանիքների:
2. Լոռու մարզում հանդիպել են թիթեռների 12 տեսակ, որոնք պատկանում են 7 ընտանիքների, Տավուշի մարզում՝ 8 տեսակ, որոնք պատկանում են 5 ընտանիքների:
3. Առավել հանդիպող տեսակները 5-ն են՝ պողպիթիուս (*Iphiclide podalirius* L.), արջաթիթեռ հերա (*Callimorpha quadripunctata* L.), դրիասի թավշաթիթեռ (*Minois dryas* Sc.), զաֆրանե դեղնաթիթեռ (*Colias croceus* G.) և կադամբաթիթեռ (*Pieris brassicae* L.):
4. Թիթեռների տեսակների բազմազանությունը կախված է տեղանքի բարձրությունից: Ավելի շատ տեսակներ հանդիպել են ծ. մ. 1300-1400 մ բարձրության վրա:

5. Ուսումնասիրվող տարածքում առավել շատ հանդիպել է կաղամբաթիթեռը, որը մեծ վնաս էր հասցնում կաղամբի ցանքսերին:
6. Կաղամբաթիթեռի երկրորդ սերնդի ձվադրումը սկսվել է հուլիսի 15-ից: Ձվերի ինկուբացիան տևել է 8-10 օր: Ձվերից թրթուրների դուրս գալը դիտվել է հուլիսի 23-ից:
7. Թրթուրների հարսնյակավորումը սկսվել է օգոստոսի 8-ից, իսկ իմազինալ փուլը՝ օգոստոսի 23-ից:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-27>

Գրականություն

1. Աղասյան Ա. Լ., Քալաշյան Մ. Յու., Հայաստանի Կարմիր գիրք: Անողնաշարավորներ և ողնաշարավորներ կենդանիներ, Երևան, Բնապահպանության նախարարություն, 2010, 368 էջ:
2. Գասպարյան Ե., Պահպանենք հայրենի բնությունը, Երևան, Գիտություն և տեխնիկա, պրակ. VI., 1988, էջ 36-39:
3. Զարիկյան Ն. Հ., Հայաստանի Հանրապետության և Սիրիայի Արաբական Հանրապետության ցերեկային թիթեռների (*Lepidoptera, Papilionidae* և *Hesperinoidae*) ֆաունաների համեմատական վերլուծությունը, Կ. Գ. Թ. գիտ. աստիճանի հայցման ատենախոսության սեղմագիր, Երևան, 2019, 21 էջ:
4. Միրզոյան Ս.Ա., Հակոբյան Ս.Գ., Սևանի ավազանի ծառաթփային բույսերով սնվող միջատները, Երևան, Հայաստանի բնություն, պրակ. I, 1980, էջ 25-27:
5. Վարդիկյան Ս. Ա., Հայկական ԽՍՀ վնասակար երկրաչափ թիթեռների որոշիչ, Կենդանաբանության ինստիտուտ, ՀԽՍՀ ԳԱ, Երևան, ՀԽՍՀ ԳԱ հրատարակչություն, 1980, 163 էջ:
6. Վարդիկյան Ս. Ա., Վնասատու երկրաչափ թիթեռները, Երևան, «Հայաստան» հրատ, 1969, 43 էջ:
7. Григорян А.Дж. Чешуекрылые вредители яблони и груши в Лори-Памбакской зоне Армянской ССР, биология основных видов и меры борьбы с яблонной плодожоркой и медведицей госпожой. Тбилиси, 1984, 21 с.
8. Комаров К. М. Методы сбора, препарования и хранения насекомых. Учебно-методическое пособие, Томск, 2005, 167 с.
9. Мирзоян С.А. Дендрофильные насекомые лесов и парков Армении. Ереван: Айтастан, 1977, 452 с.
10. Devictor Vincent, Swaay van Chris, Tom Brereton et al, Differences in the climatic debts of birds and butterflies at a continental scale, 2012.
11. Khanamirian G. G., Aghababayan K. E., Warren M. S., Van Swaay C. A. M. Identification of prime butterfly areas in Meghri district of Armenia. Conference: International conference “Biological diversity and conservation problems of the fauna of the Caucasus”. 2014, p. 201-205.
12. Meyer-Rochow V. B. Insects and their uses in a cold country, Finland, 2008.
13. Tittensor P. D. et al. A mid-term analysis of progress toward international biodiversity targets, 2014.
14. Thomas J. A. Monitoring change in abundance and distribution of insect using butterflies and other indicator groups, 2005.

Лепидофауна национального парка «Дилижан» и прилегающих территорий

Григорян Асмик,
Харатян Алексан

Резюме

Ключевые слова: откладка яиц, гусеницы, бабочки, окукливание, вид, семейство, место выявления бабочек

Фауна бабочек является важным компонентом любой экосистемы и ее ценным биоиндикатором. Их изучение помогает понять, насколько здорова экосистема. Ввиду высокой чувствительности чешуекрылых к изменениям окружающей среды, их фаунистическое изучение представляет особую значимость для мониторинга биоразнообразия и оценки экологического состояния данной природной территории. Изучению этого вопроса и посвящена данная работа. Полевые исследования проводились на различных территориях национального парка «Дилижан», находящихся на высоте 1300–1800 м. над уровнем моря. В результате изучения лепидофауны этих территорий нами выявлены 15 видов бабочек, которые относятся к 8-и семействам: Голубянки – *Lycaenidae*, Нимфалиды – *Nymphalidae*, Белянки – *Pieridae*, Парусники – *Papilionidae*, Бражники – *Sphingidae*, Совки – *Noctuidae*, Павлиноглазки – *Saturniidae*, Медведицы – *Arctiidae*. Наиболее распространены 5 видов бабочек: подалириус (*Iphiclidus podalirius* L.), медведица гера (*Callimorpha quadripunctata* L.), бархатница дриада (*Minois dryas* Sc.), желтушка шафрановая (*Colias croceus* G.) и капустница (*Pieris brassicae* L.). Наибольшее число видов встречалось на высоте 1300 – 1400 м над уровнем моря.

Lepidofauna of the Dilijan National Park and Adjacent Areas

Grigoryan Hasmik,
Kharatyan Aleqsan

Summary

Key words: oviposition, caterpillars, butterflies, pupation, species, family, butterfly occurrence sites

The butterfly fauna represents an important component of any ecosystem and serves as a valuable bioindicator. The study of butterflies provides insight into the overall health of an ecosystem. Due to the high sensitivity of *Lepidoptera* to environmental changes, faunistic research on this group holds particular significance for biodiversity monitoring and for assessing the ecological state of natural habitats. This study is devoted to the investigation of these aspects. Field research was conducted in various areas of the Dilijan National Park, situated at altitudes ranging from 1300 to 1800 meters above sea level. As a result of the examination of the lepidofauna within these areas, we identified 15 species of butterflies belonging to 8 families: *ycacnidae*, *Nymphalidae*, *Pieridae*, *Papilionidae*, *Sphingidae*, *Noctuidae*, *Saturniidae*, and *Arctiidae*. The most common species recorded were *Iphiclidus podalirius* L., *Callimorpha quadripunctata* L., *Minois dryas* Sc., *Colias croceus* G., and *Pieris brassicae* L. The highest diversity of species was observed at altitudes between 1300 and 1400 meters above sea level.

Ներկայացվել է 11. 10. 2025 թ.

Գրախոսվել է 07. 11. 2025 թ.

Հղումով է տպագրության 26. 11. 2025 թ.

Количественный анализ содержания инулина в образцах топинамбура и цикория

*Овсепян Вардуи,
Макарян Эдви́на,
Варта́нова Мари́ам*

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-38>

Ключевые слова: *Helianthus tuberosus L., Cichorium intybus L., пребиотик, дикорастущие клубни топинамбура, корни цикория, цикорийевый кофе*

Введение

В последние десятилетия наблюдается устойчивый рост интереса к природным пребиотикам, способствующим нормализации кишечной микрофлоры и укреплению здоровья человека. Среди наиболее изученных природных пребиотиков особое место занимает инулин – полисахарид из группы фруктанов. Он не подвергается гидролизу ферментами тонкого кишечника и, достигая толстой кишки, служит субстратом для роста бифидо- и лактобактерий, оказывая положительное влияние на пищеварение, обмен веществ и иммунный статус организма [17; 20].

Инулин, представляющий собой гетерогенную смесь полимеров фруктозы, широко распространен в природе, в основном в качестве запасного углевода в растениях. Он широко используется в качестве пребиотика, заменителя жира, сахара, модификатора текстуры, а также для разработки функциональных продуктов питания, улучшающих здоровье благодаря его положительному влиянию на здоровье желудка [21].

Инулин является вторым по распространённости после крахмала запасным углеводом у растений и широко встречается в корнях и клубнях представителей семейства Asteraceae, в том числе цикория (*Cichorium intybus L.*) и топинамбура (*Helianthus tuberosus L.*) [11, 19]. Несмотря на схожий химический состав, эти растения демонстрируют различия в уровне накопления инулина, а также в его технологических и функциональных характеристиках. Эти растения широко используются в пищевой и фармацевтической промышленности как сырьё для получения инулина, а также как функциональные ингредиенты диетических продуктов и сахарозаменителей [9].

Гипертония и диабет считаются одними из самых распространённых заболеваний XXI века. Цикорий и топинамбур – натуральные источники инулина. Эти культуры не только способствуют снижению артериального давления и регулируют уровень сахара в крови, но и положительно влияют на весь организм благодаря своему уникальному составу. Инулин является растворимым пищевым волокном, которое при его употреблении внутрь может помочь снизить уровень липопротеинов низкой плотности. Кроме того, инулин не влияет на уровень глюкозы в крови, поэтому может без опасения использоваться в рационе людей, больных диабетом [13].

Топинамбур широко известен как в народной, так и в научной медицине благодаря своим общим оздоровительным свойствам. Он помогает предотвратить накопление солей в организме, снижает риск инфаркта, инсульта и онкологических заболеваний. Топинамбур особенно эффективен при сахарном диабете II типа, так как снижает уровень сахара в крови и регулирует углеводный обмен. Кроме того, он полезен при

заболеваниях желудочно-кишечного тракта, анемии, мочекаменной болезни, атеросклерозе, ожирении, а также для профилактики и лечения расстройств нервной системы. [2] Топинамбур способствует выделению желчи и ферментов поджелудочной железы, стимулирует синтез гликогена и желчных кислот. Благодаря содержанию пищевых волокон очищает кишечник, снижает уровень холестерина и препятствует развитию атеросклеротических изменений. Также он обладает профилактическим противоопухолевым действием, особенно в отношении колоректального рака, укрепляет иммунную систему и способствует выведению радионуклидов из организма [8].

Цикорий также богат биологически активными веществами: инулином, фруктозами, флавоноидами и фенольными соединениями. Цикорий проявляет выраженный гипогликемический эффект: употребление свежих корней или листьев заметно снижает уровень сахара в крови. Он регулирует обмен микроэлементов, снабжая организм железом, медью, цинком и хромом, что важно для лечения сахарного диабета [4].

Цикорий улучшает липидный обмен, оказывает гипохолестеринемическое и антиатерогенное действие, что очень важно для профилактики атеросклероза. Кроме того, он обладает желчегонным эффектом, улучшает белковый синтез в печени и проявляет гепатопротекторные свойства, уменьшая гистологические проявления гепатита. Цикорий демонстрирует антиоксидантную активность, предотвращая оксидативный стресс и защищая слизистую оболочку от язвенных и воспалительных изменений. Также известны его антимикробные свойства: бактериостатический и фунгистатический эффект [7].

Настой соцветий цикория в экспериментальных условиях показал кардиотоническое действие. По некоторым данным, цикорий может обладать противоопухолевым потенциалом, но это требует дополнительных исследований [3].

В целом и топинамбур, и цикорий богаты инулином и имеют схожую фармакологическую направленность: они эффективны при сахарном диабете, нарушениях липидного обмена, заболеваниях желудочно-кишечного тракта, печени, а также для укрепления иммунной системы. Отличие заключается в том, что цикорий более выражено проявляет желчегонное, гепатопротекторное и седативное действие, тогда как топинамбур чаще применяется для нормализации обмена веществ и общей детоксикации организма [12].

У цикория имеется один недостаток – гликозид интибин, который придает инулину горький привкус и требует дополнительной очистки [18].

Инулин содержится в основном в клубнях топинамбура вместе с полисахаридами (13-20 %). Значительно меньше инулина содержится в стеблях. В листьях топинамбура инулин отсутствует. Содержание инулина в сухой массе составляет 11-21 %, в сырой массе – 51,8-72,4 % [8]. Содержание инулина в корнях дикого цикория достигает 49 %, а в культурных сортах – до 61%. Листья и семена растения также богаты инулином [6].

Цикорий и топинамбур содержат инулин как запасной углевод. *Cichoriumintybus* накапливает его в корнях, где содержание может существенно варьироваться в зависимости от сорта и условий произрастания [1]. Топинамбур, кроме того, хранит инулин в клубнях, которые активно используются для промышленного извлечения [5].

Известно, что содержание инулина в растениях существенно варьируется в зависимости от биологических и экологических факторов: вида растения, условий произрастания, фазы вегетации и методов обработки сырья [16]. Термическая обработка, в част-

ности обжарка, приводит к частичной деградации инулина и уменьшению его концентрации [15], что особенно актуально при производстве растворимого цикорийевого кофе.

В то же время дикорастущие формы растений часто характеризуются повышенным содержанием биологически активных соединений, включая инулин, что объясняется адаптацией к стрессовым условиям среды [14]. Это определяет актуальность сравнительного исследования дикорастущих и культивируемых форм.

В связи с этим целью настоящей работы является сравнительное исследование содержания инулина в различных образцах топинамбура и цикория – тепличных и дикорастущих клубнях топинамбура, корнях, надземной части и растворимом кофе из цикория – с целью оценки влияния условий произрастания и технологической обработки на накопление данного полисахарида.

Материалы и методы исследования

Исследованию были подвергнуты образцы:

– Топинамбура (*Helianthus tuberosus* L.) – тепличные образцы, выращенные в контролируемых условиях, и дикорастущие образцы, собранные в естественной среде в окрестностях г. Ванадзор (Армения) в 2024-2025 гг. Использование двух типов образцов позволило оценить влияние условий произрастания на содержание инулина.

– Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.) – исследованы корни и надземная часть растений приобретенные в аптеке. Кроме того, в исследование включены образцы растворимого кофе из цикория промышленного производства, приобретённые в торговой сети, для сравнения содержания инулина до и после термической обработки.

Образцы сушили при температуре 60 °С до постоянной массы, затем измельчали в лабораторной мельнице до порошкообразного состояния. Полученное сухое сырьё хранили в герметичных контейнерах в сухом, тёмном месте [10].

Для количественного анализа навеску 1,0 г измельчённого образца заливали 20 мл дистиллированной воды и выдерживали при температуре 70-80 °С на водяной бане в течение 30 мин. После охлаждения экстракт фильтровали через бумажный фильтр. Полученный фильтрат использовали для определения содержания инулина.

Для повышения точности анализа каждый образец исследовали в трёх параллельных повторностях. Средние значения использовались для расчёта содержания инулина.

Количественное определение инулина проводили фотометрическим методом [10]. Метод основан на образовании окрашенного комплекса продуктов кислотного гидролиза инулина с резорцином при нагревании, измеряемого при 490 нм. Инулин сначала подвергают химическому или ферментативному гидролизу с помощью инулиназы, а затем по количеству образовавшихся моносахаридов определяют его количество фотометрическим методом. Калибровочная зависимость строилась в соответствии со стандартным раствором фруктозы. Содержание инулина выражали в г на 100 г сухой массы.

Результаты исследования и обсуждение. Было проведено количественное определение инулина в различных растительных образцах, включая тепличные и дикорастущие клубни топинамбура, корни и надземную часть цикория, а также растворимый кофе из цикория. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Содержание инулина (г/100 гсухоговещества)
в исследованных образцах**

<i>Образец</i>	<i>Инулин (г/100 г)</i>
Тепличные клубни топинамбура	77,13
Дикорастущие клубни топинамбура	97,65
Корни цикория	56,17
Надземная часть цикория	32,23
Растворимый кофе из цикория	19,94

Результаты показали, что топинамбур является более богатым источником инулина, чем цикорий. При этом дикорастущие клубни топинамбура содержат 97,65 гинулина на 100 г сухого вещества, что значительно превышает показатели тепличных клубней (77,13 г/100 г).

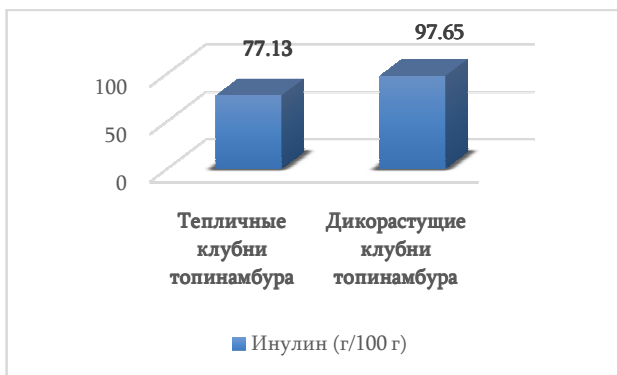


Диаграмма 1. Содержание инулина в исследованных тепличных и дикорастущих образцах топинамбура

Разница между дикорастущими и тепличными клубнями (20 г/100 г) может объясняться следующими факторами:

- **Условия выращивания:** дикорастущие растения развиваются в естественных условиях с большими колебаниями температуры, влажности и солнечной инсоляции, что стимулирует накопление резервного углевода – инулина.
- **Сортовые и генетические особенности:** дикорастущие формы топинамбура могут иметь более высокую способность к синтезу полисахаридов, чем культурные сорта, выращиваемые в теплицах.

В цикории содержание инулина различается между корнями и надземной частью. Эти данные соответствуют литературным источникам, согласно которым основной резервный инулин накапливается в корнях, а в надземной части его концентрация значительно ниже. Это связано с физиологической ролью инулина как запасного углевода,

который используется растением для перезимовки и обеспечения роста при неблагоприятных условиях.

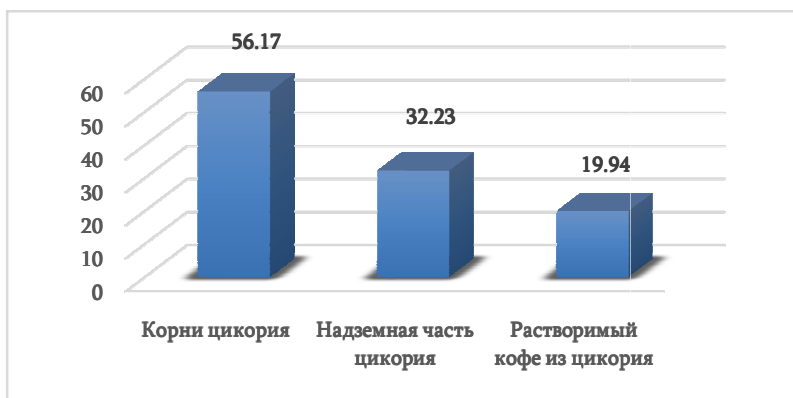


Диаграмма 2. Содержание инулина в исследованных образцах цикория

Растворимый кофе из цикория содержит значительно меньше инулина — 19,94 г/100 г, что связано с технологической обработкой:

- Обжарка и высокотемпературная обработка разрушают инулин, превращая его в фруктозу или другие углеводы.
- Измельчение и растворение в воде дополнительно снижают биодоступное содержание.

Таким образом, готовый напиток содержит лишь небольшую часть исходного инулина, и для терапевтического или пребиотического эффекта предпочтительнее использовать сухие корни или свежие клубни топинамбура.

Топинамбур (особенно дикорастущий) может использоваться как эффективный источник пребиотиков и функционального ингредиента в пищевой промышленности. Корни цикория также ценны, но для максимальной биологической активности их следует использовать в сыром или сушёном виде, избегая высокотемпературной обработки. Готовый цикорийевый кофе остаётся преимущественно пищевым напитком с умеренным пребиотическим эффектом.

Заключение

Проведённое исследование показало, что дикорастущие клубни топинамбура содержат наибольшее количество инулина по сравнению с тепличными образцами и различными частями цикория. Установлено, что технологическая обработка значительно снижает содержание инулина, что делает дикорастущий топинамбур и сухие корни цикория наиболее перспективными источниками природного пребиотика.

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-38>

Литература

1. Баймухаметова Э. А., Швец Д. Ю., Мусина Х. Г., Кулуев Б. Р. Количественное определение содержания инулина в волосовидных корнях цикория обыкновенного *Cichorium intybus* L., 2023 16(2), с. 218-231.
2. Большая Советская энциклопедия: Топинамбур, 2017.
3. Вьютнова О. М., Новикова И. А. Научно-практический журнал овощи России. Хозяйственное значение и целебные свойства культуры цикория. 2017, No5(38). с. 65-66.
4. Горный А. В., Жишкевич М. М., Пищов М. Н. Топинамбур: Лекарственная культура 21 века, Лекарственные растения: биоразнообразие, технологии. Гродно: ГГАУ, 2014, с. 105-108.
5. Гулюк Н. Г., Пучкова Т. С., Пихало Д. М., Гулакова В. А., Коваленок В. А. Исследование процесса диффузии инулина из клубней топинамбура, Достижения науки и техники АПК, 2014, т. 28. № 12, с. 67-69.
6. Зузук Б. М., Куцик Р. В. Ивано-Франковская государственная медицинская академия. Цикорий дикий (Цикорий обыкновенный) *Cichorium intybus* L., Провизор, №22, 2002.
7. Красников А. А. Аннотированный конспект подсемейства цикориевые (Cichorioideae) семейства астровые (Asteraceae, Compositae) азиатской России. Научный журнал Растительный, 2016, No 2(22), с. 32-35.
8. Кривошапкин К. К., Лукина Ф. А. Топинамбур – естественный источник здоровья. Наука и техника в Якутии № 2 (39) 2020, с. 22-24.
9. Леонтьев В. Н., Титок В. В., Дубарь Д. А., Игнатовец О. С., Лугин В. Г., Феськова Е. В. Инулин из топинамбура: биосинтез, структура, свойства, применение, Труды БГУ, том 9, часть 1, 2014, с.180-185.
10. Мелкумян И. Э. Фотометрический метод определения инулина в экстракте клубней топинамбура. Биолог. журн. Армении, 3 (72), 2020, с. 24-28.
11. Сербаяева Э. Р., Якупова А. Б., Магасумова Ю. Р., Фархутдинова К. А., Ахметова Г. Р., Кулуев Б. Р. Инулин: природные источники, особенности метаболизма в растениях и практическое применение. Биомика, 2020, Том 12 № 1, с. 57-79.
12. Сербаяева Э. Р., Якупова А. Б., Магасумова Ю. Р., Фархутдинова К. А., Ахметова Г. Р., Кулуев Б. Р. Инулин: Природные источники, особенности метаболизма в растениях и практическое применен, Биомика, 2020, том 12 № 1, с. 57-79.
13. Barkhatova T. V., Nazarenko M. N., Kozhukhova M. A., Khripko I. A. Identification of inulin from Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) tubers. Foods and Raw Materials. V3, №2, 2015, p. 13–22.
14. Díaz S. Plant functional traits and ecosystem services: a global perspective. Trends in Ecology & Evolution, 29(6), 2014, p.335-344.
15. Kaur N., & Gupta A. K. *Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition*. Journal of Biosciences, 27(7), 2002, p. 703-714.
16. Kays S. J., & Nottingham S. F. Biology and chemistry of Jerusalem artichoke: *Helianthus tuberosus* L. CRC Press., 1st Edition, 2008, 188 p.
17. Kelly G. Inulin-type prebiotics: A review (Part 1). Alternative Medicine Review, 13(4), 2008, p. 315-329.

18. Kreuzberger M., Hahn T., Zibek S., Schiemanna J. Seasonal pattern of biomass and rubber, inulin of wild Russian Dandelion. *Agronomy*. 2016. V. 80, p. 66-77.
19. Mensink M. A., Frijlink H. W., van der Voort Maarschalk K., & Hinrichs W. L. J. Inulin, a flexible oligosaccharide: Review of its physicochemical characteristics. *Carbohydrate Polymers*, 130, 2015, p. 405-419.
20. Roberfroid M. B. Introducing inulin-type fructans. *British Journal of Nutrition*, 93(S1), 2005, p.13-25.
21. Shoaib M., Aamir S., Husnain R., Azam A., Sobia N. Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydrate Polymers*, Volume 147, 2016, p. 444-454.

Գետնախնձորի և ճարճատուկի ինուլինի քանակական վերլուծություն

*Հովսեփյան Վարդուհի,
Մակարյան Էդվինա,
Վարտանովա Մարիամ*

Ամփոփում

Հանգուցային բառեր. *Helianthus tuberosus L., Cichorium intybus L., պրեբիոտիկ, վայրի աճող գետնախնձորի պալարներ, ճարճատուկի արմատներ, ճարճատուկային սուրճ*

Վերջին տասնամյակներում նկատվում է այն բնական պրեբիոտիկների նկատմամբ հետաքրքրության աճ, որոնք նպաստում են աղիքային միկրոֆլորայի նորմալացմանը և մարդու առողջության ամրապնդմանը: Բացառիկ տեղ ունեցող բնական պրեբիոտիկներից մեկն ինուլինն է՝ ֆրուկտանների խմբի պոլիսախարիդը: Ինուլինը օսլայից հետո երկրորդ ամենատարածված պահեստային ածխաջուրն է բույսերում և լայնորեն հանդիպում է *Asteraceae* ընտանիքի ներկայացուցիչների արմատներում և պալարներում:

Հետազոտության արդյունքները ցույց են տվել, որ գետնախնձոր ինուլինի ավելի հարուստ աղբյուր է, քան ճարճատուկը: Վայրի աճող գետնախնձորի պալարները պարունակում են 97,65 գ ինուլին 100 գ չոր զանգվածում, ինչը զգալիորեն գերազանցում է ջերմոցային պալարների ցուցանիշները:

Ճարճատուկում ինուլինի պարունակությունը տարբեր է արմատներում և բույսի վերգետնյա մասում: Ճարճատուկի լուծվող սուրճը պարունակում է շատ ավելի քիչ ինուլին՝ 19,94 գ/100 գ, ինչը պայմանավորված է տեխնոլոգիական մշակմամբ:

Գետնախնձորը, հատկապես վայրի աճողը, կարող է օգտագործվել որպես արդյունավետ պրեբիոտիկների աղբյուր և ֆունկցիոնալ բաղադրիչ սննդային արդյունաբերության մեջ: Ճարճատուկի արմատներն արժեքավոր են, սակայն առավելագույն կենսաբանական ակտիվությունը պահպանելու համար դրանք պետք է օգտագործվեն հում կամ չորացված վիճակում, խուսափելով բարձր ջերմաստիճանում մշակելուց: Պատրաստի ճարճատուկային սուրճը հիմնականում մնում է սննդային ըմպելիք՝ չափավոր պրեբիոտիկ ազդեցությամբ:

Quantitative Analysis of Inulin Content in Jerusalem Artichoke and Chicory Samples

*Hovsepyan Varduhi,
Makaryan Edvina,
Vartanova Mariam*

Summary

Key words: *Helianthus tuberosus L., Cichorium intybus L., prebiotic, wild Jerusalem artichoke tubers, chicory roots, chicory coffee*

In recent decades, there has been a steady increase in interest in natural prebiotics, which help normalize gut microflora and strengthen human health. Among the most studied natural prebiotics, inulin occupies a special place: a polysaccharide from the fructan group. Inulin is the second most common storage carbohydrate in plants after starch and is widely found in the roots and tubers of Asteraceae family plants.

The results showed that Jerusalem artichoke is a richer source of inulin than chicory. Wild Jerusalem artichoke tubers contain 97.65 g of inulin per 100 g of dry matter, which significantly exceeds the levels in greenhouse-grown tubers.

In chicory, inulin content varies between roots and above-ground parts of the plant. Soluble chicory coffee contains significantly less inulin – 19.94 g/100 g, due to technological processing.

Jerusalem artichoke, especially the wild type, can be used as an effective source of prebiotics and a functional ingredient in the food industry. Chicory roots are also valuable, but to maintain maximum biological activity, they should be used raw or dried, avoiding high-temperature processing. Ready-made chicory coffee remains primarily a dietary beverage with a moderate prebiotic effect.

Ներկայացվել է 14. 10. 2025 թ.

Գրախոսվել է 18. 10. 2025 թ.

Ընդունվել է տպագրության 26. 11. 2025 թ.

**Լոռու և Տավուշի մարզերում աճող որոշ մշակաբույսերի աճման ու
գարգացման արագության համեմատում**

**Վարդանյան Զարուհի,
Ներսիսյան Անահիտ**

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-46>

Հանգուցային բառեր. *գյուղատնտեսական մշակաբույս, ֆենոլոգիական դիտում, կենսամետրիկ չափում, ծիլ, կլիմայի փոփոխություն, առաջին տերևի փուլ, երկրորդ տերևի փուլ*

Ներածություն

Լոռու և Տավուշի մարզերը հարուստ են բնական ռեսուրսներով՝ այդ թվում հողային, սակայն դրանց գյուղատնտեսական հնարավորությունները սահմանափակվում են տեղանքի, կլիմայական և կենսակոլոգիական հատկանիշներով [5]:

Գյուղատնտեսությունն անմիջականորեն կապված է կլիմայական ու եղանակային պայմանների հետ, ենթարկվում է կլիմայի փոփոխության ազդեցությանը և միաժամանակ ազդում կլիմայական գործոնների վրա [1]:

Կլիմայի փոփոխությունն ազդում է գյուղատնտեսական մշակաբույսերի տեսակային կազմի վրա: Արդյունքում ցանքատարածություններում սկսում են աճեցնել մշակաբույսեր, որոնք նախկինում չեն աճեցվել, օրինակ՝ բրոկկոլի, պոմիդոր և այլն [7]: Վերջին 50 տարիների ընթացքում այս փոփոխություններն առավել շոշափելի են:

Վերջին երեք տասնամյակներից յուրաքանչյուրը հաջորդաբար ավելի տաք է եղել, քան որևէ նախորդող տասնամյակ 1850 թ.-ից ի վեր: Ներկա պահին գլոբալ ջերմաստիճանը մոտ 1°C-ով բարձր է նախաարդյունաբերական միջինից և աճում է առավել արագ տեմպերով՝ 0,2°C յուրաքանչյուր տասնամյակի հաշվարկով: Չնայած կլիմայի փոփոխության առնչվող կանխատեսումների անորոշություններին՝ ենթադրվում է, որ 21-րդ դարի վերջին գլոբալ միջին ջերմաստիճանը նախաարդյունաբերական միջինից 1,4-5,8°C-ով բարձր կլինի [9, 44-48]:

Ուստի, կլիմայի փոփոխության պայմաններում գյուղատնտեսական մշակաբույսերի տեսակային կազմի ուսումնասիրությունը ունի կարևոր տեսական և գործնական նշանակություն [1]:

Աշխատանքի նպատակն է ուսումնասիրել Լոռու և Տավուշի մարզերում որոշ մշակաբույսերի աճեցման կենսակոլոգիական առանձնահատկությունները:

Նյութ և մեթոդ

Ուսումնասիրությունները կատարվել են Լոռու և Տավուշի մարզերում:

Լոռու և Տավուշի մարզերը գտնվում են Հայաստանի հյուսիսային հատվածում, սակայն ունեն տարբեր կլիմայական պայմաններ՝ պայմանավորված աշխարհագրական դիրքով, բարձրությամբ և բուսածածկով [6]:

Լոռու մարզ

- Բարձրություն ծովի մակերևույթից՝ հիմնականում 1000-2100 մ:
- Գլիմա՝ լեռնային, մեղմ ու խոնավ:
- Ձմեռը՝ ցուրտ, երկարատև ձնածածկույթով:
- Ամառը՝ զով և կարճատև:

- Տարեկան տեղումներ՝ շուրջ 600-900 մմ, երբեմն ավելի բարձր՝ լեռնային գոտիներում:
- Քամիներ՝ համեմատաբար թույլ [3]:

Տավուշի մարզ

- Բարձրություն ծովի մակերևույթից՝ հիմնականում 400-1200 մ:
- Կլիմա՝ մերձարևադարձային՝ լեռնային գոլ: Հարավային և արևմտյան հատվածներում՝ ավելի տաք ու խոնավ:
- Ձմեռը՝ մեղմ, քիչ ձյունով:
- Ամառը՝ տաք, բայց ոչ շոգ:
- Տարեկան տեղումներ՝ շուրջ 600-1100 մմ, առավել խոնավ մարզերից է:
- Քամիներ՝ լեռնային և կիրճային պայմաններում երբեմն ուժեղանում են [6]:

Հաշվի առնելով բնակլիմայական պայմանների տարբերությունը և որոշ ցուցանիշների ընդհանրությունը՝ որպես հետազոտության վայր ընտրվել է Լոռու մարզի Գուգարքի (ծ.մ.բ.1325 մ) և Տավուշի մարզի Նոյեմբերյանի (ծ.մ.բ. 750-850 մ) տարածաշրջանները: Տավուշի մարզը Լոռու մարզի համեմատությամբ ավելի խոնավ է: Լոռու և Տավուշի մարզերի կլիմայական պայմանների համեմատությունը բերված է թիվ 1 աղյուսակում [3, 6]:

Աղյուսակ 1

Լոռու և Տավուշի մարզերի հիմնական կլիմայական պարամետրի տարբերությունը

Մարզ	Տեղումների տարեկան միջին քանակը (մմ)	Տարեկան միջին ջերմաստիճանը (t0)		Ծ.մ.միջին բարձրությունը	Ամպամած օրերի թիվը	Արևափայլի տարեկան տևողությունը (ժամ)
		Ամառ	ձմեռ			
Լոռի	400-700	+180C	-4,8	1788	43	2000
Տավուշ	500-600	+18-+24	0; -1;+1	1594	64	1900-2100

Հետազոտությունները կատարվել են Լոռու մարզի Գուգարք համայնքի և Տավուշի մարզի Նոյեմբերյանի տարածաշրջանի Արձիս գյուղի հողատարածքներում: Վեգետացիայի սկզբին ցանվել են հինգ տեսակի մշակաբույսերի՝ վարունգի (*Cucumis sativus L.*), լոլիկի (*Lycopersicon esculentum Mill.*), կարտոֆիլի (*Solanum tuberosum L.*), լոբու (*Phaseolus L.*) և եգիպտացորենի (*Zea mays L.*) սերմերը: Ուսումնասիրվել են ստացված ծիլերը աճման ներքոհիշյալ ժամկետներում.

1. ցանքի ժամկետ
2. առաջին տերևի փուլ,
3. երկրորդ տերևի փուլ,
4. երկրորդ տերևից հինգ օր հետո,
5. երկրորդ տերևից 10 օր հետո,
6. երկրորդ տերևից 20 օր հետո:

Կատարվել են ծիլերի վեգետատիվ օրգանների կենսամետրիկ չափումներ: Ստացված տվյալները համեմատվել են գրականության տվյալների հետ՝ հաշվի առնելով մեկամսյա բույսի տարիքը [2; 4]: Փորձերը կատարվել են 3-4 կրկնվողությամբ: Ստացված տվյալները ենթարկվել են մաթեմատիկական մշակման՝ կիրառելով *Exel* համակարգը:

Գյուղատնտեսությունը Լոռու մարզի տնտեսության գլխավոր ճյուղն է, որը հատկապես տնտեսական ճգնաժամի պայմաններում դարձել է բնակչության հիմնական զբաղմունքն ու եկամտի աղբյուրը [3]:

Լոռին Հայաստանի հնագույն գյուղատնտեսական շրջաններից է: Ընդարձակ հողատարածքները, լավագույն արտոնների առկայությունը, բարենպաստ կլիմայական պայմանները և ջրային հարուստ պաշարները նպաստել են այստեղ ոչ միայն բազմաթիվ գյուղերի հիմնադրմանը, այլ նաև բազմաճյուղ գյուղատնտեսության զարգացմանը [3; 11]:

Դեռևս հնագույն ժամանակներից Լոռիում զբաղվել են հացահատիկի, հատկապես ցորենի և գարու մշակությամբ (Դսեղի, Պարնի գյուղի, Իքահատի և այլ գյուղերի շրջակայքում հնագույն պեղումներից հայտնաբերված ցորենի հատիկները վկայում են, որ այս տարածքը հողագործական շրջան է եղել նաև հազարամյակներ առաջ), իսկ Ալավերդու և Շամլուղի տարածքներում հայտնաբերված ձիթհանքի մնացորդները վկայում են հիշյալ շրջաններում կտավիատի *Linum usitatissimum* L. (գանգրավուշի) մշակության մասին: Հետագայում գյուղերի և գյուղական բնակչության թվի ավելացման հետ ընդլայնվում է նրանց զբաղվածության կառուցվածքը, զարգանում են բանջարեղենի, կարտոֆիլի, կերային մշակաբույսերի մշակությունը, պտղաբուծությունը, անասնաբուծությունը: Մասնավորապես, 1930-ական թվականներին Լոռու տարածք եկած ռուսներից հայերը սովորել են մշակել գլուխ կաղամբ *Brassica capitata* L., գազար մշակովի *Daucus sativus* L., ճակնդեղ սեղանի *Beta vulgaris* L., վարունգ ցանովի *Cucumis sativus* L. [8; 11]:

Տեխնիկական մշակաբույսերից մարզի տարածքում մինչև 1988 թ. զարգացած էր շաքարի ճակնդեղի Սպիտակի նախկին շրջան) և ծխախոտի (Թումանյանի նախկին շրջան) մշակությունը: Այժմ շաքարի ճակնդեղի մշակությունը վերականգնված է, իսկ ծխախոտի մշակությունը որոշ չափով վերականգնվել է և 1990-2000 թթ. ստացվել 115 գ բերք (հանրապետության համախառն բերքի 0.6 %) [3]:

Տավուշի մարզը գտնվում է Հայաստանի հյուսիսարևելյան հատվածում, ունի բարենպաստ լեռնահովտային կլիմա և բերրի հողեր, ինչը դարեր շարունակ նպաստել է երկրագործության և մշակաբույսերի աճեցման զարգացմանը: Տավուշի մարզի հողային և կլիմայական պայմանները հնարավորություն են տվել ձևավորել գյուղատնտեսական մշակույթների բազմազանություն՝ հատկապես այգեգործության և բանջարաբուստանային մշակաբույսերի ոլորտում [15]:

Հնագիտական տվյալները վկայում են, որ Տավուշի տարածքում դեռևս հնագույն ժամանակներից մարդիկ զբաղվել են երկրագործությամբ: Տավուշի հողերը օգտագործվել են հացահատիկի (հիմնականում ցորենի և գարու) աճեցման համար: Գետերի ափերին և անտառամերձ վայրերում մարդիկ մշակում էին նաև հատապտղային բույսեր և վայրի պտուղներ՝ աճեցնելով խնձոր, տանձ, սալոր, ընկույզ և նուր: Հատկապես հայտնի էին տեղական խաղողի տեսակներից պատրաստված գինիները [15]:

Խորհրդային իշխանության տարիներին Տավուշի մարզում (այն ժամանակ՝ Իջևանի շրջան) մշակվում էին ոչ միայն ավանդական հացահատիկային բույսեր, այլ նաև արևածաղիկ, լոբի, եգիպտացորեն և տեխնիկական մշակաբույսեր: Այս շրջանում մարզն առանձնանում էր պտղաբուծությամբ [15]:

Փորձեր և արդյունքներ

Կատարվել են Լոռու և Տավուշի մարզում աճող ներքոհիշյալ բույսերի՝ *Cucumis sativus L.*, *Lycopersicon esculentum Mill.*, *Solanum tuberosum L.*, *Phaseolus L.* և *Zea mays L.* զարգացման ցիկլերի ֆենոլոգիական դիտումներ: Տավուշի մարզում աճող հետազոտված մշակաբույսերի աճման ու զարգացման մեկամսյա ժամանակահատվածի տվյալները բերված են թիվ 2 աղյուսակում:

Ստացված տվյալները համեմատվել են գրականության տվյալների հետ, որոնք դիտարկվել են որպես ստուգիչ [4]:

Կարտոֆիլի բույսի բարձրությունը փորձի տվյալներով 0.77 անգամ փոքր է գրականության տվյալների համեմատությամբ, լոլիկի բույսի բարձրությունը՝ 0.7 անգամ, վարունգինը՝ 0.85 անգամ, լոբունը՝ 0.6 անգամ, եգիպտացորենինը՝ 0.4 անգամ:

Փորձարկված մշակաբույսերից աճման ու զարգացման մեկ ամսվա ընթացքում ամենից բարձր է եղել կարտոֆիլի բույսի բարձրությունը: Այն գերազանցում է լոլիկի բույսի բարձրությանը 1.9 անգամ, վարունգի բույսի բարձրությանը՝ 1.5 անգամ, լոբու բույսի բարձրությանը՝ 0.7 անգամ, իսկ եգիպտացորենինը՝ 0.5 անգամ:

Լոռու մարզում աճող մշակաբույսերի աճման ու զարգացման ֆենոլոգիական դիտումների արդյունքները բերված են թիվ 3 աղյուսակում:

Ստացված տվյալները նույնպես համեմատվել են գրականության տվյալների հետ, որոնք դիտարկվել են որպես ստուգիչ [4]:

Կարտոֆիլի բույսի բարձրությունը փորձի տվյալներով 0.77 անգամ փոքր է գրականության տվյալների համեմատությամբ, վարունգի բույսի բարձրությունը՝ 0.85 անգամ, լոբունը՝ 0.6 անգամ, եգիպտացորենինը՝ 0.5 անգամ: Համեմատվել է լոլիկի բույսի բարձրությունը գրականության տվյալների հետ, և նկատվել է, որ հետազոտվող բույսի բարձրությունը համընկնում է գրականության մեջ նշված տվյալների հետ և բույսի բարձրությունը 1 ամիս անց եղել է 20 սանտիմետր:

Կարելի է ենթադրել, որ գրականության տվյալների համեմատությամբ հետազոտված երկու մարզերում էլ ավելի ցածր արդյունքների պատճառը այս տարվա զարնանային անբարենպաստ կլիմայական պայմաններ են եղել՝ կարկուտ, երկարատև տեղումներ, ջերմաստիճանի իջեցում [15, 16, 17]:

Փորձարկված մշակաբույսերից աճման ու զարգացման մեկ ամսվա ընթացքում ամենից բարձր է եղել կարտոֆիլի բույսի բարձրությունը: Այն գերազանցում է լոլիկի բույսի բարձրությանը 0.6 անգամ, վարունգի բույսի բարձրությանը՝ 0.5 անգամ, լոբու բարձրությանը՝ 0.6 անգամ, իսկ եգիպտացորենինը՝ 0.6 անգամ:

Վարունգի և լոբու ցանքն ու աճման արագությունը Լոռիում և Տավուշում գրեթե համընկնում են: Ցանքից մեկ ամիս անց 2 մարզերում էլ լոբու բարձրությունը եղել է 20 սմ, իսկ վարունգինը՝ 17 սմ:

Բարձր ջերմաստիճանով պայմանավորված՝ Տավուշում կարտոֆիլի ցանքն ավելի վաղ է իրականացվում և բարձր ջերմաստիճանն ու խոնավության բավարար քանակը նպաստում են բույսի ավելի արագ աճին:

Լոլիկի ցանքը կատարվել է նույն օրը, բայց Լոռիում բարձրությունը 1 ամիս անց գերազանցում է Տավուշի մարզում լոլիկի փորձաբույսի բարձրությանը 0.7 անգամ, հնարավոր է՝ եղանակային պայմանների և հողի բերրիության պատճառով [3]:

Աղյուսակ 2

Տավուշի մարզում աճող որոշ մշակաբույսերի վեգետացիայի
ֆենոլոգիական դիստրիբյուցիայի աղյուսակները

Բույսեր	Ցանքի ժամկետ	Առաջին սերուն	Երկրորդ սերուն	Բույսի բարձրությունը երկրորդ սերնից 5 օր հետո	Բույսի բարձրությունը 10 օր հետո	Բույսի բարձրությունը 20 օր հետո	Բույսի բարձրությունը 1 տարի անց ըստ գրականության սովորների
Կարտոֆիլ (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	05.04.25	25.04.25	30.04.25	10 սմ	20 սմ	27 սմ	35 սմ
Լոլիկ (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	05.04.25	01.05.25	05.05.25	8 սմ	11 սմ	14 սմ	20 սմ
Վարունգ (<i>Cucumis sativus</i> L.)	25.04.25	02.05.25	10.05.25	8 սմ	12 սմ	17 սմ	20 սմ
Լոբի (<i>Phaseolus</i> L.)	05.05.25	10.05.25	15.05.25	10 սմ	15 սմ	20 սմ	30 սմ
Եգիպտացորեն (<i>Zea mays</i> L.)	10.05.25	17.05.25	20.05.25	6 սմ	9 սմ	15 սմ	35 սմ

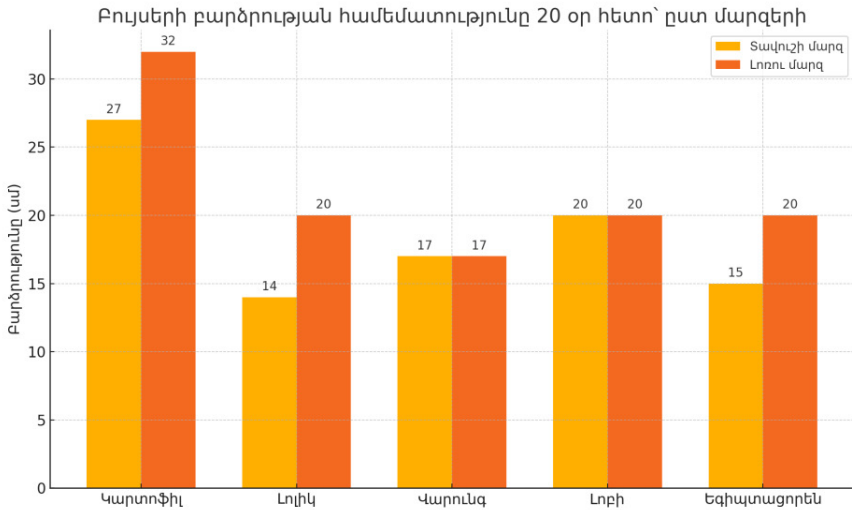
Աղյուսակ 3

Լոռու մարզում աճող որոշ սնկաբույսերի վեգետացիայի
ֆենոլոգիական դիտումների արդյունքները

Բույսեր	Ցանքի ժամկետ	Առաջին տերև	Երկրորդ տերև	Բույսի բարձրությունը երկրորդ տերևից 5 օր հետո	Բույսի բարձրությունը 10 օր հետո	Բույսի բարձրությունը 20 օր հետո	Բույսի բարձրությունը 1 ամիս անց ըստ գրականության տվյալների
Լոլիկ (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	05.04.25	01.05.25	05.05.25	14 սմ	17 սմ	20 սմ	20 սմ
Եգիպտացորեն (<i>Zea mays</i> L.)	20.04.25	05.05.25	10.05.25	11 սմ	15 սմ	20 սմ	35 սմ
Կարտոֆիլ (<i>Solanum tuberosum</i> L.)	25.04.25	15.05.25	20.05.25	18 սմ	25 սմ	32 սմ	35 սմ
Վարունգ (<i>Cucumis sativus</i> L.)	05.05.25	15.05.25	20.05.25	8 սմ	12 սմ	17 սմ	20 սմ
Լոբի (<i>Phaseolus</i> L.)	10.05.25	20.05.25	25.05.25	10 սմ	15 սմ	20 սմ	30 սմ

Փորձի ավարտին՝ ցանքից մեկ ամիս անց, այսինքն՝ երկրորդ տերևի փուլից 20 օր հետո, Լոռու և Տավուշի մարզերի փորձաբույսերի բարձրության ցուցանիշները համեմատվել են միմյանց հետ:

Լոռու և Տավուշի մարզերում աճող հետազոտված մշակաբույսերի բարձրության համեմատությունը բերված է թիվ 1 գծապատկերում:



Գծապատկեր 1. Լոռու և Տավուշի մարզերում աճող հետազոտված մշակաբույսերի բարձրության համեմատությունը ցանքից 20 օր անց

Լոռու մարզում աճած կարտոֆիլի բույսի բարձրությունը գերազանցում է Տավուշի մարզում աճած բույսի բարձրությանը 1.18 անգամ, լոլիկինը՝ 1.4 անգամ, եգիպտացորենինը՝ 1.3 անգամ:

Վարունգի և լոբու բույսերի բարձրությունները Լոռու և Տավուշի մարզերում եղել են հավասար:

Տավուշում մայիս-հունիս ամիսներին պարբերաբար տեղացած կարկուտի հետևանքով վնասվել են բույսերի վերգետնյա օրգանները, մասնավորապես ցողունները, որից հետո բույսն ունեցել է երկրորդային վերած: Տավուշում տվյալ մշակաբույսերի ցածր բարձրությունը Լոռու մարզում հետազոտված նույն բույսերի համեմատությամբ պայմանավորված է եղել հենց այս հանգամանքով [16, 17]:

Բարձր ջերմաստիճանով պայմանավորված՝ Տավուշի մարզում մշակաբույսերի վեգետացիան ավելի արագ է ընթանում, որի արդյունքում կարողանում են երկրորդ ցանքս կատարել՝ ի տարբերություն Լոռու մարզում աճող մշակաբույսերի [3,14]: Ստացված արդյունքները հնարավորություն կտան հստակեցնել բույսերի ցանքի ժամկետները և տեսակների ընտրությունը՝ ըստ մարզերի արտադրողականությունը բարձրացնելու նպատակով:

Եզրակացություն

Կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքում հանգել ենք հետևյալ եզրակացությունների.

- Տավուշի մարզի կլիման առանձնանում է մեղմ ձմեռով և ավելի բարձր միջին ջերմաստիճանով, ինչը նպաստում է բույսերի վեգետացիայի արագ ընթացքին: Այդ պատճառով էլ Տավուշում մշակաբույսերի ցանքը ավելի վաղ է կազմակերպվում, նույնիսկ որոշ մշակաբույսերի դեպքում կարող է կազմակերպվել երկրորդ ցանքս, ի տարբերություն Լոռու մարզում աճող մշակաբույսերի:

- Լոլիկի բույսի ցանքը Լոռու և Տավուշի մարզերում կատարվել է միաժամանակ, սակայն ցանքից 1 ամիս անց Լոռիում փորձարկվող բույսերը ավելի մեծ բարձրություն են ունեցել (20սմ) Տավուշում աճած լոլիկի փորձաբույսերի համեմատությամբ (14սմ):

- Լոռու մարզում եգիպտացորենի ցանքը ավելի վաղ է կատարվում և բարձր խոնավության պայմաններում աճը ավելի արագ է լինում:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-46>

Գրականություն

1. Թամոյան Ս., Սիմոնյան Լ., Կլիմայականություն խելացի գյուղատնտեսություն, Երևան, ԶարտՊրինտ, 2021, 54 էջ:
2. Խաչատրյան Ս. Ս., Բանջարաբուծություն, Եր.- Լույս, 1972, 322 էջ:
3. Մանասյան Մ. Գ., Գրիգորյան Ա. Թ., Եղյան Գ. Բ., Լոռու մարզ (Բնությունը, բնակչությունը, տնտեսությունը)- Երևան, 2003, 208 էջ:
4. Մաթևոսյան Ա. Ա., Գյուլխասյան Մ. Ա., Բուսաբուծություն, Երևան, Աստղիկ, 2000, 390 էջ:
5. Միրզոյան Ն., Գրիգորյան Հ., Հարակայուն գյուղատնտեսության հիմունքներ, Երևան, ՀԱԱՀ, 2023, 230 էջ:
6. Սիմոնյան Ռ., Տավուշի մարզ, Երևան, Ոսկան Երևանցի, 2003, 256 էջ:
7. Վարդանյան Զ., Ղազարյան Ա., Բաբելյան Ա., Կլիմայի գլոբալ փոփոխության ազդեցությունը գյուղատնտեսական մշակաբույսերի տեսակային կազմի վրա, ՎՊՀ Տեղեկագիր Բ, 2024, էջ 112-124:
8. Агроклиматический справочник по Армянской ССР, Ленинград. ГИМИЗ, 1961, 265 с.
9. Динамика местных тенденций изменения климата, природных катастроф и анализ экологических, социально-экономических последствий в трансграничном целевом ареале реки Кура, Лорийский марз (Республика Армения), 2012, с. 116.
10. Мелкумян Г.Г., Марунов П.М. Сельское хозяйство Армянской ССР, Ереван, 1961, 333 с.
11. <https://www.google.com/search?q=egiptacoren&oq=egiptacoren&aqs=chrome..69i57j0i10i512j0i30l3j0i7i5115.14672j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. (մայիսի 19, 25):
12. https://docs.google.com/document/d/1U9XGXvHMw2bOqrIrf7Ds599SdAfOOSy7_ieNbD1Ypw/edit?usp=sharing. (մայիսի 19, 25):
13. <https://hy.wikipedia.org/wiki/%D4%BF%D5%A1%D6%80%D5%BF%D5%B8%D6%86%D5%AB%D5%AC>. (հունիս 3, 25):
14. https://hy.wikipedia.org/wiki/%D5%8F%D5%A1%D5%BE%D5%B8%D6%82%D5%B7%D5%AB_%D5%B4%D5%A1%D6%80%D5%A6. (մայիսի 23, 25):

15. www.meteoblue.com/ru/%D0%BF%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B0/historyclimate/change/armenia_%d0%9a%d0%be%d0%bb%d1%83%d0%bc%d0%b1%d0%b8%d1%8f3689560. (fufjhu 17, 25);
16. <https://www.youtube.com/watch?v=h8fMm029nBw.> (hniúhu 3, 25);
17. <https://oragir.news/hy/material/2025/05/25/157354.> (hniúhu 5, 25);

Сравнение скорости роста и развития некоторых сельскохозяйственных культур, выращиваемых в Лорийской и Тавушской областях

*Варданян Заруи
Нерсисян Анаит*

Резюме

Ключевые слова: сельскохозяйственная культура, фенологическое наблюдение, биометрическое измерение, росток, изменение климата, фаза первого листа, фаза второго листа

Изменение климата оказывает существенное влияние на видовой состав сельскохозяйственных культур. В результате этого на посевных площадях начинают возделывать культуры, которые ранее не выращивались, в частности брокколи, томаты и другие. Исследования проводились на земельных участках общины Гугарк Лорийской области и села Арджис Ноемберянского региона Тавушской области. В начале вегетации были посеяны семена пяти видов культур: огурца (*Cucumis sativus* L.), томата (*Lycopersicon esculentum* Mill.), картофеля (*Solanum tuberosum* L), фасоли (*Phaseolus* L.) и кукурузы (*Zea mays* L.). Определялась высота проростков исследованных растений в течение одного месяца роста и развития. Высота растений картофеля, выращенного в Лорийской области, превышает высоту растений, выращенных в Тавушской области в 1.18 раза, томата в 1.4 раза, кукурузы в 1.3 раза. Высота растений огурца и фасоли в Лорийской и Тавушской областях была одинаковой. В Тавуше посев сельскохозяйственных культур организуется раньше, и даже возможно проведение второго посева некоторых культур, в отличие от культур, выращиваемых в Лорийской области. Результаты исследования позволят правильно организовать посев сельскохозяйственных культур в обоих регионах, чтобы избежать весенних заморозков, организовать второй посев культур и получить высокий урожай.

Comparison of the Growth and Development Rate of Certain Crops cultivated in the Lori and Tavush Regions

*Vardanyan Zaruhi,
Nersisyan Anahit*

Summary

Key words: *agricultural crop, phonological observation, biometric measurement, sprout, climate change, first leaf stage, second leaf stage*

Climate change affects the species composition of agricultural crops. As a result, crops that were not previously cultivated, such as broccoli, tomatoes, and others, are now being grown in fields. The research was carried out on the farmlands of the Gugark community in Lori Province and Archis village in the Noyemberyan Region of Tavush Province. At the beginning of the growing season, seeds of five crop species were sown: cucumber (*Cucumis sativus* L.), tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), potato (*Solanum tuberosum* L.), bean (*Phaseolus* L.), and maize (*Zea mays* L.). The height of seedlings grown from the seeds was measured over a one-month period of growth and development. The height of potato plants grown in Lori Province was 1.18 times higher than those grown in Tavush Province, for tomatoes it was 1.4 times higher, and for maize – 1.3 times higher. The heights of cucumber and bean plants were the same in both provinces. In Tavush, crop sowing is organized earlier, and for some crops, a second sowing can even be done, unlike in Lori Province. The results of the study will make it possible to properly plan crop sowing in both regions to avoid spring frosts, enable second sowing of crops, and achieve higher yields.

Ներկայացվել է 26. 08. 2025 թ.

Գրախոսվել է 20. 10. 2025 թ.

Ընդունվել է տպագրության 26. 11. 2025 թ.

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ
ИНФОРМАТИКА
INFORMATICS

Application of Multi-Criteria Decision-Making Methods in E-Business: Comparative Analysis of TOPSIS and STEM Methods

Gabrielyan Anna

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-57>

Key words: *Decision analysis, Chebyshev distance, Multi-attribute decision making (MADM), E-commerce analytic, strategic decision-making, optimization techniques*

Introduction

Economic and managerial decision-making is currently under the influence of multi-level issues, driven by market uncertainty, scarcity of resources, and competition pressure. In this context, organizations are likely to be confronted with the requirement of choosing between multiple objectives and criteria at a time. Such complexity expresses itself particularly in supplier selection problems, in which economic along with qualitative criteria, typically in conflict, must be taken into account.

This situation creates the need for Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) [1] methods. Most well-known among them are the TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) and STEM methods that offer a formal approach to pair-wise comparison of alternatives and selecting the best one. The TOPSIS method is based on the assumption that the most preferred alternative should possess the shortest distance from the ideal solution and the longest distance from the anti-ideal. The STEM method, by contrast, provides a suitably simple yet logical step-by-step evaluation framework, allowing the creation of a consistent decision model based on established priorities.

Both methods can be effectively applied to supplier selection, strategic management, and other areas of e-business decision-making. Their comparison allows the consideration of methodological differences and strengths, laying the foundation for valid and well-supported decisions.

Methodology

Decision-making is one of the major processes for businesses, in which alternatives are carefully assessed against a variety of criteria. The best decision can be taken only if alternatives are assessed not against one criterion, but against multiple, typically conflicting, criteria simultaneously. Under these conditions, Multicriteria Decision Making (MCDM) methods are employed. On a daily basis, in business, and public administration, the methods are applied since they enable complex problems to be resolved by aggregating different types of evaluation criteria.

MCDM methods have several typical features:

- Multicriteria: Any decision-making problem contains more than one criterion, such as economic, qualitative, temporal, or others.
- Contradictory criteria: For a specific decision problem, conflicting criteria may exist—for example, minimization of cost and maximization of quality, which contradict each other.

- Measurement noncomparability: Criteria may be measurable in different units -dollar, day, percentage, or score; making them incomparable.
- Alternative combination: The aim of the method is to select the best alternative or form new alternatives based on combining various criteria.

MCDM problems are often grouped into two main categories: Multi-Attribute Decision Making (MADM) and Multi-Objective Decision Making (MODM). The techniques of MADM are applied where the alternative set is discrete and the decision-maker must select one of the alternatives given. The methods of MODM are applied where the choice set is continuous, and solutions are obtained through mathematical modeling.

TOPSIS and STEM fall under the category of MADM. These methods attempt to select the alternative closest to the ideal solution and distant from the anti-ideal solution. The TOPSIS [2; 3] method is based on Euclidean distance calculations from the ideal and anti-ideal solutions and provides an integrated assessment of alternatives compared based on various criteria.

The process in the TOPSIS method is as follows:

1. Construction of the decision matrix, taking into account values of alternatives and criteria.
2. Normalization, to negate the impact of varying units of measurement.
3. Weighted normalization, to emphasize relative importance of each criterion.
4. Calculation of positive (A^+) and negative (A^-) ideal solutions.
5. Calculation of distances from each alternative to A^+ and A^- .
6. Calculation of relative closeness coefficient (C_i) and ranking of alternatives.

The most significant advantage of the TOPSIS process is that it is a systematic and transparent method to compare alternatives based on all parameters that are relevant.

The mathematical model of the TOPSIS method is as follows:

Step 1: Construction of the decision matrix

$$D=[x_{ij}], i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n \quad (1)$$

Where: x_{ij} the relative value of the i -th alternative in terms of the j -th criterion.

Step 2: Normalization

In order to eliminate the effect of different units of measurement, the normalized values are computed below:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m y_{ij}^2}} \quad (2)$$

Step 3: Construction of the Weighted Normalized Matrix

Each normalized value is weighted with the corresponding criterion weight:

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij} \quad (3)$$

Thus, the weighted normalized matrix is derived.

Step 4: Finding the Ideal (A^+) and Anti-Ideal (A^-) Solutions

The positive ideal (A^+) and negative ideal (A^-) solutions can be determined as follows:

- Positive ideal solution:

$$A^+ = \{\max(v_{ij}), \min(v_{ij})\} \quad (3.1)$$

- Negative ideal solution:

$$A^- = \{\min(v_{ij}), \max(v_{ij})\} \quad (3.2)$$

Step 4: Calculation of Distances from A^+ and A^-

The Euclidean distance of every alternative from the ideal and anti-ideal solutions is derived as:

- Distance from the ideal solution: (4)

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - A_j^+)^2}$$

- Distance from the anti-ideal solution:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - A_j^-)^2} \quad (4.1)$$

Step 5: Computation of the Relative Closeness Coefficient (C_i) and Ranking of Alternatives

The final index of each alternative is obtained as:

$$C_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-} \quad (5)$$

The greater the value of C_i , the better the alternative since it is closer to the ideal solution and further away from the anti-ideal solution.

Thus:

- If C_i values of different alternatives are markedly close to each other, the decision-maker may use other elements or preferences.
- If there is a distinct maximum C_i , then it is the most preferred alternative.

TOPSIS method allows objective aggregation of criteria of different nature and provides a mathematical decision-making instrument for making decisions on multidimensional problems.

The STEM methodology is based on the Chebyshev distance minimization principle. At each step of the methodology, some of the objectives may be optimized or redefined at the cost of others. That, however, entails specifying the priorities for changes to be sacrificed, denoted as: $\{f_i, i \in \{1, \dots, s\} - J^{(h)}\}$ and those objective functions to be relaxed or sacrificed, denoted as: $f_i, i \in J^{(h)}$, and their respective tolerances $\Delta_{f_i}^{(h)}, i \in J^{(h)}$.

The overall model formulation is as mentioned below:

$$\begin{aligned} & \min a \\ & s. t. w_i (f_i^* - f_i(x)) \leq a, i \in \{1, \dots, s\} - J^{(h)}, \\ & f_i(x) \geq f_i(x^{(h-1)}) - \Delta f_j^{(h)}, j \in J^{(h)}, \\ & f_i(x) \geq f_i(x^{(h-1)}), j \in \{1, \dots, s\} - J^{(h)}, \\ & x \in S^{(h)} \\ & 0 \leq a \in R \end{aligned} \quad (5.1)$$

But this model also has a refined version. For this, the following steps are performed:

Step 1: Maximization of each objective function.

Assume that the solutions for the k problems are

$$f_j^+ = \max f_j(x) \text{ subject to } x \in S, j = 1, \dots, k \quad (6)$$

The following matrix is thus formed:

$$\begin{matrix} & f_1 & f_2 & \cdots & f_k \\ f_1 & f_1^+ & f_{12} & \cdots & f_{1k} \\ f_2 & f_{21} & f_2^- & \cdots & f_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_k & f_{k1} & f_{k2} & \cdots & f_k^+ \end{matrix} \quad (6.1)$$

Where:

j is the vector of the maximizing solutions x^{j+} of the corresponding objective function f_j .

Step 2: Formation of the negative criteria matrix

There has to be minimization of all the objective functions, and another matrix is constructed to represent the vector of the negative criteria values:

$$f^- \in R^k \quad (7)$$

Let solutions of the k minimization problems be:

$$f_j^+ = \min f_j(x) \text{ subject to } x \in S$$

$$\begin{matrix} & f_1 & f_2 & \cdots & f_k \\ f_1 & f_1^- & z_{12} & \cdots & z_{1k} \\ f_2 & z_{21} & f_2^- & \cdots & z_{2k} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_k & z_{k1} & z_{k2} & \cdots & f_k^- \end{matrix} \quad (7.1)$$

Notice that x^- is the opposite value of the function f .

Step 3: Let m be the minimum in the i -th column of the first matrix.

We compute the values of π_i as follows:

$$\pi_i = \begin{cases} \frac{f_i^+ - m_i}{f_i^+} \left[\sum_{j=1}^n c_{ij}^2 \right]^{-1/2} & , \text{if } f_i^+ > 0, \\ \frac{m_i - f_i^+}{m_i} \left[\sum_{j=1}^n c_{ij}^2 \right]^{-1/2} & , \text{if } f_i^+ \leq 0, \end{cases} \quad (8)$$

Where:

c_{ij} are weights of the i -th objective function.

Thus, the weight coefficients can be calculated as follows:

$$\lambda_i = \frac{\pi_i}{\sum_{j=1}^k \pi_j}, i = 1, \dots, k \quad (8.1)$$

These weight coefficients represent the impact of objective value variability on the

decision process. If the value $f_i^+ - m_i$ is relatively small, then the objective function $f_i(x)$ is less sensitive to solution variations x .

Step 4: Let n be the highest value in the i -th column of the second matrix.

We calculate the values of π_i as follows:

$$\pi_i' = \begin{cases} \frac{n_i - f_i^-}{n_i} \left[\sum_{j=1}^n c_{ij}^2 \right]^{-1/2}, & \text{if } f_i^- > 0, \\ \frac{f_i^- - n_i}{f_i^-} \left[\sum_{j=1}^n c_{ij}^2 \right]^{-1/2}, & \text{if } f_i^+ \leq 0, \end{cases} \quad (9)$$

Where:

c_{ij} are the coefficients of the i -th objective function.

Hence, weight coefficients are calculated as:

$$\lambda_i' = \frac{\pi_i'}{\sum_{j=1}^k \pi_j'}, i = 1, \dots, k \quad (9.1)$$

These weight coefficients also depict the impact of fluctuation in objective values on decision-making.

Step 5: Each alternative's value is calculated, which is the worst (i.e., largest) distance pertaining to the normalized deviation values along the respective criteria for such a solution.

Now let us attempt to solve a real-life problem by applying the methods above. An e-commerce company wishes to maximize both the number of page visits and the number of products sold concurrently, with the same variables in both objective functions. Both the objective functions are derived on the basis of different economics. The objective functions may be represented as follows:

Maximize Order product sale

$$Y_1 = 5.55 + 4.15 \cdot x_1 - 5.04 \cdot x_2 - 2776.45 \cdot x_3 - 13.87 \cdot x_4 + 116.90 \cdot x_5 - 119.41 \cdot x_6$$

Maximize Page View

$$Y_2 = 0.82 + 1.52 \cdot x_1 + 17.96 \cdot x_2 - 0.14 \cdot x_3 - 1.54 \cdot x_4 - 0.35 \cdot x_5 - 1.58 \cdot x_6$$

We have to compute the values of Y_1 and Y_2 for each month and choose the best month based on the objective functions.

Since the data is for 24 months, the following steps are carried out using the TOPSIS method:

1. Compute Y_1 and Y_2 for each month.

Compute the corresponding values for all 24 months.

2. Construct the data matrix.

A data matrix is formed utilizing 24 rows, since every one of the months' values of Y_1 and Y_2

3. Normalization.

Every column (i.e., Y_1 and Y_2) is normalized to eliminate the effect of different measurement units.

4. Weighted normalization.

The values obtained after normalization are weighted by their corresponding weights.

In our case, both the criteria are of equal importance, thus $w_1 = w_2 = 0.5$.

5. Determine the positive (ideal) and negative (anti-ideal) solutions.

For each criterion, the ideal (maximum) and anti-ideal (minimum) values are used from the normalized matrix.

6. Calculate the Euclidean distances of the ideal and anti-ideal solutions.

For each month, the distance of both ideal and anti-ideal solutions is determined.

7. Find the relative closeness coefficient C_i for each month.

Closeness of each solution to the ideal is found using the standard TOPSIS formula.

8. Select the optimum month from the maximum C_i value.

The month with the highest C_i is the optimal solution.

For the step-by-step application of this method, the month with the highest C_i value among all 24 is Month 7 at 1.000 and hence is the optimal month.

As mentioned earlier, according to the TOPSIS procedure, the optimal alternative is the one with maximum C_i .

Using the STEM method, the following are carried out in steps:

1. Find out Y_1 and Y_2 for each month.
2. Find d_1 and d_2 for each month from the normalized deviation values.
3. Find the Z values for each of the months.
4. Select the month with minimum Z value.

Out of the 24 months, the month with minimum Z value is considered to be the best.

After finding the maximum values of Y_1 and Y_2 , we have:

$$Y_{1max} = 11690.79 (\text{Month 7})$$

$$Y_{2max} = 12263.93 (\text{Month 7})$$

This means that Month 7 has the highest values for both criteria, and these optimal values are what are used as the benchmarks in determining optimality.

After optimum values are established, the Chebyshev distance measure D is computed for all months, considering deviations from optimum values.

The multi-criteria decision problem considered here, when both approaches were used, reflected that the most optimal choice was the 7th month.

Applying the STEM method, the succeeding best months were ranked according to the smallest/biggest deviations as the 11th, 9th, 14th, and 20th months. The TOPSIS method, meanwhile, ranked the succeeding best months according to their relative closeness to the ideal solution as the 14th, 20th, 11th, and 9th months.

For the worst and average months, the ranks of the two methods were different. The 4th month, for example, was ranked worse in TOPSIS (11th rank) but better in STEM (7th rank). However, the 6th, 12th, and 15th months were invariably ranked among the worst in both methods.

This indicates that the STEM method is very much dedicated to minimizing the worst-case deviation since no result of an objective exceeds the threshold of required deviation. The TOPSIS method, on the other hand, calculates the relative closeness to the ideal as well as distance from the anti-ideal solution and achieves equilibrium in the holistic manner.

Conclusion

In today's dynamic business environment, decision-making has become increasingly complex, and it requires a multidimensional and formalized approach that considers the interaction among multiple objectives, criteria, and constraints simultaneously. This is particularly so in e-commerce, where one has to make decisions under the scenario of rapidly changing market conditions, demanding the use of analytical techniques and models in order to arrive at justified and optimal decisions.

The TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) method, based on the premise of measuring distances to ideal and anti-ideal solutions, enables objective comparison and ranking of multidimensional data. It may prove particularly useful in cases where balance-oriented and relative evaluation of alternatives is of significance. Conversely, the STEM method, operating on the minimax deviation principle, is especially handy in cases when it is crucial to prevent the worst-case outcomes.

The combined application of the two methods not only enables the evaluation of the most diversified months' performance according to two distinct objective functions (page views and sales volume), but also provides a sound foundation for making efficient and stable decisions from an overall perspective. The analysis revealed that TOPSIS and STEM both ranked the 7th month first, which means that the measures of the 7th month were optimal under the circumstances of dual objectives.

Furthermore, the difference in the secondary rankings of the methods highlights their differing strategic orientations-STEM a defensive strategy of "avoiding the worst," and TOPSIS an aspirational strategy of "moving towards the ideal." These differences are relevant in decision strategy choice.

In conclusion, one can assert that effective application of multidimensional analysis methods such as TOPSIS and STEM significantly enhances the validity, reliability, and usability of decisions. These methods are essential tools for making well-founded and balanced decisions at the strategic, economic, and managerial levels, especially in the presence of many, interdependent objective criteria.

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-57>

Bibliography

1. Benayoun R. Linear programming with multiple objective functions: Step method (STEM). *Mathematical Programming*, 1971, Vol. 1, No. 1: pp. 366-375.
2. Phuangpornpitak W., Boonchom W., Suphan K., Chiengkul W., Tantipanichkul T. Application of topsis-lp and new routing models for the multi-criteria tourist route problem: the case study of Nong Khai, Thailand. *Engineering Technology & Applied Science Research*, 2024, Vol.14. <https://doi.org/10.48084/etasr.7523>
3. Rashid M., Baba S., Shaheen F., Lone F., Raja T., Pathania S. Multi-criteria decision making for water resource management: a case study of Anchar Lake, J&Kk, India. *Pollution Research*, 2023 Vol 42, No.4, pp 473-475. <https://doi.org/10.53550/pr.2023.v42i04.011>

**Բազմաչափանիշ որոշումների կայացման
մեթոդների կիրառումը էլեկտրոնային բիզնեսում.
TOPSIS և STEM մեթոդների համեմատական վերլուծություն**

Գաբրիելյան Աննա

Անփոփում

Հանգուցային բառեր. *որոշումների վերլուծություն, Չեփիշնի հեռավորություն, բազմաչափ որոշումների կայացում (MADM), էլեկտրոնային առևտրի վերլուծություն, ռազմավարական որոշումների կայացում, օպտիմալացման տեխնիկաներ*

Այսօրվա մենեջերիզմի գերակշռության պայմաններում որոշումների կայացումը ավելի բարդ է այն համատեքստում, երբ մենեջերները, իրենց որոշումները կայացնելիս, ստիպված են հաղթահարել բազմաթիվ, փոխկապակցված և սովորաբար հակասական չափանիշներ: Սա հատկապես վերաբերում է էլեկտրոնային բիզնեսի միջավայրին, որտեղ ճնշումներ կան արագ, վճռական և ուշադիր վերլուծված որոշումներ կայացնելու համար: Բազմաչափանիշ որոշումների կայացման (MCDM) մեթոդները ներկայացնում են նման մարտահրավերներին դիմակայելու համար հարմար գործիքների ամբողջություն:

Այս ուսումնասիրության նպատակն է համեմատել էլեկտրոնային բիզնեսի ոլորտում երկու ամենատարածված MCDM մեթոդների՝ TOPSIS-ի և STEM-ի օգտագործելիությունը: Սկզբում ներկայացվում է երկու մեթոդների տեսական նախապատմությունը, ապա իրական կյանքի խնդիրը, որը վերցված է էլեկտրոնային բիզնեսի իրական իրավիճակներից: Երկու մեթոդներով ստացված երկու արդյունքները համեմատվում են արդյունավետության, ճշգրտության և պարզության հիման վրա: Հետազոտության արդյունքները ցույց են տալիս, որ և՛ STEM-ը, և՛ TOPSIS-ը կիրառելի են էլեկտրոնային միջավայրում, սակայն դրանք տարբերվում են որոշումների կայացման տրամաբանությամբ և մուտքային տվյալների արժեքների նկատմամբ զգայունությամբ: Հետազոտությունը նպաստում է էլեկտրոնային բիզնեսում հիմնավորված որոշումների կայացման մշակույթի զարգացմանը՝ բացատրելով, թե ինչպես կարելի է բազմաչափ տվյալների վերլուծությունը կիրառել որպես ռազմավարական կառավարման գործիք:

Применение многокритериальных методов принятия решений в электронном бизнесе: сравнительный анализ методов TOPSIS и STEM

Габриелян Анна

Резюме

Ключевые слова: анализ решений, расстояние Чебышёва, многокритериальное принятие решений (MADM), анализ электронной коммерции, стратегическое решений, техники оптимизации

В настоящее время, в условиях преобладания менеджериализма, процесс принятия решений становится более сложным, поскольку менеджерам приходится учитывать множество взаимосвязанных и зачастую противоречивых критериев. Это особенно актуально в среде электронного бизнеса, где существует давление, требующее принятия быстрых, решительных и тщательно проанализированных решений. Методы многокритериального принятия решений (MCDM) представляют собой подходящий набор инструментов для решения таких задач.

Цель данного исследования – сравнить удобство использования двух наиболее широко используемых методов MCDM в сфере электронного бизнеса, а именно TOPSIS и STEM. Сначала рассматриваются теоретические основы обоих методов, а затем – практическая задача, взятая из реальных ситуаций электронного бизнеса. Результаты, полученные с использованием обоих методов, сравниваются с точки зрения эффективности, точности и простоты.

Результаты исследования показывают, что как STEM, так и TOPSIS применимы в электронной среде, но они различаются по логике принятия решений и чувствительности к входным данным. Исследование способствует развитию культуры принятия обоснованных решений в электронном бизнесе, объясняя, как многомерный анализ данных может быть использован в качестве инструмента стратегического управления.

Ներկայացվել է 30. 09. 2025 թ.

Գրախոսվել է 10. 10. 2025 թ

Ընդունվել է տպագրության 26. 11. 2025 թ.

Բազմալեզու միջավայրում հայերեն տեքստի ինքնատիպության աստիճանի որոշման ինտելեկտուալ համակարգի ճարտարապետությունը

Պետրոսյան Գևորգ

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-66>

Հանգուցային բառեր. բնական լեզվի մշակում, միջլեզվական փոխառություն, գրագոյություն, տեքստի ինքնատիպություն, լեզվական մոդել, նախադասության էմբեդինգ, տրանսֆորմեր

Նախաբան

Ժամանակակից տեղեկատվական հասարակությունում, որտեղ հասանելի է հսկայական ծավալով տեղեկատվություն ցանկացած լեզվով, միջլեզվական փոխառությունների բացահայտման խնդիրը հատկապես կարևոր է: Չնայած տարածված լեզվական զույգերի համար արդեն իսկ գոյություն ունեն փոխառությունների հայտնաբերման մեթոդներ, սահմանափակ ռեսուրսներով լեզուների համար նման լուծումները անհամեմատ քիչ են կամ ընդհանրապես գոյություն չունեն:

Հայերենը, չնայած իր հարուստ պատմությանը և լեզվական ուրույն առանձնահատկություններին, ներկայումս բնական լեզվի մշակման ոլորտում հանդիսանում է սահմանափակ ռեսուրսներով լեզու [4]:

Հայերենով գրված գիտական և հետազոտական տեքստերում կատարվող փոխառությունների զգալի մասը կատարվում է անգլալեզու և ռուսալեզու աղբյուրներից: Տիպաբանորեն այս երկու լեզուները զգալիորեն տարբերվում են հայերենից, այդ իսկ պատճառով փոխառությունների հայտնաբերման միակեզու մեթոդները չեն կարող ուղղակիորեն կիրառվել հայերեն-անգլերեն և հայերեն-ռուսերեն լեզվական զույգերի դեպքում միջլեզվական փոխառությունների որոնման համար:

Միջլեզվական փոխառությունների ոլորտն ուսումնասիրելիս կարևոր է հասկանալ, որ այն շատ ավելի լայն տարածում ունի, քան պարզապես տեքստերի թարգմանությունը մեկ լեզվից մյուսը: Այն ներառում է բազմաթիվ մեթոդներ, այդ թվում՝ ուղղակի փոխառություն, վերաձևակերպում, իմաստաբանության և նույնիսկ ոճի փոփոխություն [5]:

Տրանսֆորմերների ճարտարապետության վրա կառուցված բազմալեզու լեզվական մոդելները նոր հնարավորություններ են բացում տարբեր լեզուներով գրված նախադասությունների իմաստաբանական վերլուծության համար:

Առավել հայտնի և լայնորեն օգտագործվող լեզվական մոդելներից մեկը բազմալեզու BERT-ն է (multilingual BERT) [6]: Այն ներդնային ցանցի վրա հիմնված մոդել է, որը ուսուցանված է հարյուրից ավելի լեզուների տեքստային կորպուսների վրա:

Աշխատանքի **նպատակն** է նախագծել բազմալեզու միջավայրում տեքստի ինքնատիպության աստիճանի որոշման ինտելեկտուալ համակարգի ճարտարապետություն:

Համակարգի ընդհանուր ճարտարապետությունը

Նկար 1-ում ներկայացված է բազմալեզու միջավայրում հայերեն տեքստի ինքնատիպության աստիճանի որոշման առաջարկվող համակարգի ճարտարապետությունը: Համակարգը փոխառությունների որոնման համար որպես սկզբնաղբյուր է դիտարկում հայերեն, ռուսերեն և անգլերեն լեզուներով գրված տեքստերը:

Այնուհետև ամենամոտ K սկզբնաղբյուր տեքստերը փոխանցվում են համակարգի հաջորդ մակարդակին:

Այս մոտեցումը թույլ է տալիս համեմատել հայերեն տեքստերի վեկտորային ներկայացումը բազային տեքստերի համապատասխան վեկտորային ներկայացումների հետ՝ նույնականացնելով փոխառությունների պոտենցիալ սկզբնաղբյուրները:

Տեքստը գոյականների, բայերի և ածականների միջոցով համեմատելու գաղափարի վրա հիմնված մեթոդը, հայերեն-անգլերեն և հայերեն-ռուսերեն լեզվական գույգերից բացի, կիրառվել է նաև 4 տիպաբանորեն տարբեր, սահմանափակ ռեսուրսներով լեզուների և անգլերենի գույգերի վրա [2]:

Փոխառված հատվածների որոնում (II մակարդակ)

Համակարգի երկրորդ մակարդակը նպատակ ունի բացահայտել կասկածելի հայերեն տեքստի և առաջին մակարդակի արդյունքում ստացված թեկնածու սկզբնաղբյուր տեքստերի նախադասությունների միջև իմաստաբանական նմանությունները: Ի տարբերություն առաջին մակարդակի, այստեղ կիրառվում է բազմալեզու նախադասությունների ներկայացման մոդել (dual-encoder sentence embedding model), որը տարբեր լեզուներով գրված նախադասությունները կոդավորում է ընդհանուր վեկտորային տարածության մեջ [1]:

Յուրաքանչյուր s_i^{hy} հայերեն նախադասության և s_j^{src} թեկնածու նախադասության համար հաշվարկվում են էմբեդինգները, իսկ նմանությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\Phi(s_i^{hy}, s_j^{src}) = \cos(emb(s_i^{hy}), emb(s_j^{src})),$$

որտեղ $\cos(emb(a), emb(b))$ ֆունկցիան a և b նախադասությունների էմբեդինգների կազմած անկյան կոսինուսն է:

Համակարգի երկրորդ մակարդակում նախադասությունների հավելյալ կառուցվածքային վերլուծության համար կիրառվում է նաև Մարկովյան շղթաների վրա հիմնված մեթոդը [3]: Յուրաքանչյուր նախադասություն ներկայացվում է որպես ուղղորդված գրաֆ, որի գագաթները համապատասխանում են լեմմաներին, իսկ կողերը արտացոլում են դրանց միջև անցումների հավանականությունը: Կողերի կշիռները հաշվարկվում են հաշվի առնելով հարակից բառերի էմբեդինգների իմաստային նմանությունը:

Յուրաքանչյուր նախադասության համար կառուցվում է անցումների P մատրից, որի տարրերը որոշվում են հետևյալ բանաձևով՝

$$p_{mn} = \frac{e^{\cos(w_m, w_n)}}{\sum_r e^{\cos(w_m, w_n)}}$$

որտեղ w_m և w_n -ն, m և n հարևան բառերի վեկտորային ներկայացումներն են բազմաչափ տարածությունում, իսկ r -ը ընդունում է արժեքներ m -ի թույլատրելի հարևան բառերի բազմությունից:

Այնուհետև s_i^{hy} հայերեն նախադասության և s_j^{src} թեկնածու նախադասության համեմատման համար հաշվարկվում են ստացիոնար բաշխումները (PageRank վեկտորները)՝ π_i^{hy} և π_j^{src} , որից հետո կառուցվածքային նմանությունը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\Psi(s_i^{hy}, s_j^{src}) = \cos(\pi_i^{hy}, \pi_j^{src})$$

Համեմատվող նախադասությունների յուրաքանչյուր գույգի նմանության վերջնական ցուցանիշը որոշվում է հետևյալ բանաձևով.

$$Sim(s_i^{hy}, s_j^{src}) = \alpha \cdot \Phi(s_i^{hy}, s_j^{src}) + (1 - \alpha) \cdot \Psi(s_i^{hy}, s_j^{src})$$

որտեղ α կշռային գործակից է:

Ինքնատիպության աստիճանի որոշում

Փոխառությունների որոնման երկփուլ վերլուծությունից հետո համակարգը ստեղծում է կասկածելի տեքստի նախադասությունների և սկզբնաղբյուրներ տեքստերի հատվածների միջև հայտնաբերված համընկնումների բազմություն:

Այնուհետև H կասկածելի հայերեն տեքստի ինքնատիպության աստիճանը որոշվում է հետևյալ բանաձևով՝

$$U(H) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^k L_i \cdot Q_i}{\sum_{i=1}^n L_i}$$

որտեղ L_i – i -րդ նախադասության բառերի քանակն է,

$$Q_i = \begin{cases} 1, & \text{եթե } i - \text{րդ նախադասության համար հայտնաբերվել է համընկնում} \\ & \text{սկզբնաղբյուր տեքստերում} \\ 0, & \text{եթե } i - \text{րդ նախադասությունը ինքնատիպ է,} \end{cases}$$

իսկ k -ն, H տեքստի նախադասությունների քանակն է:

Եզրակացություն

Աշխատանքում ներկայացված է բազմալեզու միջավայրում հայերեն տեքստերի ինքնատիպության աստիճանի որոշման և միջլեզվային փոխառությունների բացահայտման բազմամակարդակ համակարգի ճարտարապետությունը:

Առաջին մակարդակում աղբյուրների որոնումը կատարվում է առավել ինֆորմատիվ խոսքի մասերի հիման վրա: Երկրորդ մակարդակում օգտագործվում է բազմալեզու տրանսֆորմերային մոդել, որը կատարում է նախադասությունների իմաստային համադրում ընդհանուր վեկտորային տարածքում: Կիրառվում է նաև Մարկովյան շղթաների վրա հիմնված մեթոդը, որը թույլ է տալիս վերլուծել բառերի միջև կապերի կառուցվածքը:

Նման համակարգերի ինտեգրումը ակադեմիական տեքստերի ինքնատիպության ստուգման հարթակներում հատկապես արդիական է, քանի որ այն կբարելավի հայերեն տեքստերում առկա բազմալեզու փոխառությունների հայտնաբերման և ինքնատիպության գնահատման արդյունավետությունը:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-66>

Գրականություն

1. Պետրոսյան Գ. Ա., Լեզվական մոդելների կիրառման հեռանկարները տեքստի ինքնատիպության աստիճանի գնահատման բանական համակարգերում, «Եվրոպական համալսարան» գիտական հոդվածների ժողովածու, 2025, No 16(01), էջ 214-223, DOI: 10.59982/18294359-25.1-gp-22:
2. Петросян Г. А., Саакян Р. Р. Применение метода поиска кандидатов межъязыковых заимствований на типологически разных малоресурсных языках. Вестник НПУА: Информационные технологии, электроника, радиотехника, 2025, No 1, с. 70-78, DOI: 10.53297/18293336-2025
3. Саакян Р. Р., Шпехт И. А., Петросян Г. А. Нахождение наличия заимствований в научных работах на основе марковских цепей. Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления,

- 2023, Том 19, Выпуск 1, с. 43-50, DOI: 10.21638/11701/spbu10.2023.104
4. Avetisyan H, Broneske D. Large Language Models and Low-Resource Languages: An Examination of Armenian NLP, Findings of the Association for Computational Linguistics: IJCNLP-AACL 2023 (Findings), 2023, pp. 199-210, DOI: 10.18653/v1/2023.findings-ijcnlp.18
 5. Bouaine C., Benabbou F. Efficient cross-lingual plagiarism detection using bidirectional and auto-regressive transformers, IAES International Journal of Artificial Intelligence (IJ-AI), Vol. 13, No. 4, pp. 4619-4629, DOI:10.11591/ijai.v13.i4.
 6. Devlin J., Chang M., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding, 2019.

Архитектура интеллектуальной системы определения степени уникальности армянского текста в многоязычной среде

Петросян Геворг

Резюме

Ключевые слова: *обработка естественного языка, межъязыковые заимствования, плагиат, оригинальность текста, языковая модель, эмбединг предложений, трансформер*

Проблема определения степени уникальности текстов в многоязычной среде, приобрела большую актуальность в контексте доступности инструментов перевода и перефразирования. Традиционные методы поиска одноязычных заимствований, основанные на лексических совпадениях, не способны анализировать семантические соответствия между типологически разными языками, например, армянским, английским и русским. Без выявления многоязычных заимствований невозможно обеспечить объективное и точное определение степени уникальности текста. В работе представлена архитектура интеллектуальной системы определения степени уникальности армянских текстов, которая ориентирована на решение задачи выявления межъязыковых заимствований для армяно-английских и армяно-русских языковых пар. Согласно предлагаемой архитектуре, система представлена как двухуровневый подход к поиску заимствований. На первом уровне осуществляется поиск возможных источников на основе наиболее информативных частей речи, что обеспечивает скорость и достаточную точность отбора текстов-кандидатов. На втором уровне семантический анализ выполняется с использованием многоязыковой модели на основе архитектуры трансформера, которая преобразует предложения из разных языков в единое векторное пространство. На этом уровне также выполняется структурный анализ с использованием метода, основанного на Марковских цепях.

The Architecture of the Intellectual System for Determining the Degree of Uniqueness of Armenian Text in a Multilingual Environment

Petrosyan Gevorg

Summary

Key words: *natural language processing, interlingual borrowing, plagiarism, text originality, language model, sentence embedding, transformer*

The problem of determining the uniqueness of texts in a multilingual environment, in the context of the availability of translation and rewording tools, has acquired greater importance. Traditional methods of searching for monolingual borrowings based on word coincidences cannot analyze the semantic correspondences between typologically different languages, for example, Armenian, English, and Russian. Without identifying multilingual borrowings, it is impossible to ensure an objective and accurate determination of the degree of text uniqueness. This work presents the architecture of the intellectual system for determining the degree of uniqueness of Armenian texts, with a focus on detecting multilingual borrowings in the Armenian–English and Armenian–Russian language pairs. According to the proposed architecture, the system is presented as a two-level approach to searching for borrowings. At the first level, a search for possible sources is performed based on the most informative parts of speech, which ensures speed and sufficient accuracy in selecting candidate texts. At the second level, the semantic analysis is performed using a multilingual model based on a transformer architecture, which maps sentences from different languages into a common vector space. At this level, structural analysis is also performed using a method based on Markov chains.

Ներկայացվել է 14. 10. 2025 թ.

Գրախոսվել է 27. 10. 2025 թ.

Ընդունվել է տպագրության 26. 11. 2025 թ.

**C++ ծրագրավորման լեզվի պատճենող կոնստրուկտորների վերլուծություն.
մեխանիզմներ, կիրառման բնորոշ սխալներ, համեմատություններ Java և
Python ծրագրավորման լեզուների համարժեքների հետ**

*Օհանյան Հեղինե,
Կյուրեղյան Արմենուհի*

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-72>

Հանգուցային բառեր. տեղափոխման սեմանտիկա, հիշողության արտահոսք, RAIL մեխանիզմ, մակերեսային պատճենում, խորը պատճենում, արտաքին ռեսուրսներ, «Հնգյակի կանոն»

Նախաբան

Պատճենող կոնստրուկտորները C++ օբյեկտ-կողմնորոշված ծրագրավորման լեզվի առանցքային տարրերից են: Դրանք կարևոր դեր ունեն օբյեկտների միջև փոխանցվող ռեսուրսների կառավարման գործում: Սա հատկապես արդիական է կյանքի տևողության հստակ վերահսկողություն պահանջող արտաքին ռեսուրսների օգտագործման դեպքում, մասնավորապես՝ դինամիկ հիշողության, բաց ֆայլային դեսկրիպտորների, ցանցային կապերի (սոքեթներ) և այլ արտաքին ռեսուրսների համար: Պատճենման, այդ թվում՝ մակերեսային պատճենման հետ կապված սխալները, հիշողության կրկնակի ազատումը (կրկնակի delete) կամ ռեսուրսների արտահոսքը, անհասանելիությունը հաճախ դժվար հայտնաբերվող սխալների և աշխատանքային խափանումների աղբյուր են դառնում: Թեև Java և Python ծրագրավորման լեզուներն առաջարկում են նման դիսկրետ նվազեցնող պատճենման այլընտրանքային մոտեցումներ և մեխանիզմներ, սակայն հիմնականում՝ ճկունության և օբյեկտների կյանքի տևողության վերահսկողության նվազման հաշվին:

C++ ծրագրավորման լեզվի ժամանակակից ստանդարտը (C++11 և ավելի բարձր) ներմուծում է պատճենման և տեղափոխման ընդլայնված կանոններ, այդ թվում՝ «Հնգյակի կանոն» (Rule of Five) և տեղափոխման սեմանտիկան (move semantics), որոնք նպաստում են օբյեկտների պատճենման ու փոխանցման անվտանգ և կանխատեսելի ընթացքին՝ տրամաբանական սխալների հավանականությունը նվազեցնելու միջոցով:

Այնուամենայնիվ, պատճենող կոնստրուկտորի ճիշտ օգտագործման խորն ըմբռնումը պահանջում է ինչպես շարահյուսական, այնպես էլ սեմանտիկական ասպեկտների համապարփակ քննարկում:

Այս հոդվածի նպատակն է համակարգված կերպով ներկայացնել պատճենող կոնստրուկտորի գործառնությունը, վեր հանել ծրագրավորողների շրջանում տարածված թյուրբացմաններ և սխալ պատկերացումները, վերլուծել Java և Python ծրագրավորման լեզուներում պատճենման համեմատելի մեխանիզմները և քննարկել դրանք ոչ ստանդարտ սցենարներում իրականացնելու լավագույն փորձը, կիրառման օրինակները:

1. Տեսական հիմքեր, պարզաբանող օրինակներ

1.1. C++-ում պատճենող կոնստրուկտոր

C++ ծրագրավորման լեզվում պատճենող կոնստրուկտորը դասի անդամ հատուկ

մեթոդ է, որն օգտագործվում է արդեն իսկ գոյություն ունեցող օբյեկտի հիման վրա նոր օբյեկտի սկզբնարժեքավորման համար՝ բոլոր դաշտերի արժեքների փոխանցման, պատճենման միջոցով: Պատճենող կոնստրուկտորն ունի հետևյալ ընդհանուր տեսքը.

ClassName (const ClassName& other); [5]

Եթե ծրագրավորողը չի սահմանում պատճենող կոնստրուկտոր, ապա կոմպիլյատորն ավտոմատ գեներացնում, ստեղծում է լեյալն տարբերակ իրականացնելով *մալկերեսային պատճենում* (shallow copy), երբ բոլոր անդամները պատճենվում են բիթ առ բիթ [5]: Սա կարող է թույլատրելի լինել այն դասերի օբյեկտների համար, որոնք չեն օգտագործում դինամիկ կերպով առանձնացվող ռեսուրսներ:

Սակայն նման մոտեցումը վտանգավոր է, երբ օբյեկտում առկա են ցուցիչներ, օբյեկտն ունի դինամիկ հիշողություն կամ կապված է արտաքին ռեսուրսների հետ, քանի որ մակերեսային պատճենումը կարող է հանգեցնել *ռեսուրսների կրկնակի ազատման*, *արտահոսքի* կամ *դասի ինվարիանտների խախտման*:

Պատճենող կոնստրուկտորի ճիշտ իրագործման համար անհրաժեշտ է ապահովել բոլոր վերահսկվող ռեսուրսների *խորը պատճենում* (deep copy), ինչպես նաև հաշվի առնել դասերի ինվարիանտները և բացառությունների ճիշտ իմաստաբանությունը:

C++ ծրագրավորման լեզվի նոր տարբերակներում կարևորվում է պատճենող կոնստրուկտորի համակարգումը մյուս հատուկ մեթոդների՝ վերագրման օպերատորի, դեստրուկտորի, տեղափոխման կոնստրուկտորի և տեղափոխման վերագրման օպերատորի հետ՝ համաձայն *«Հնգյակի կանոնի»* (Rule of Five): Այս հիմունքների ըմբռնումը կարևոր նախադրյալ է ռեսուրսների սեմանտիկայով դասեր օգտագործող ծրագրային համակարգերի ճշգրտությունն ու հուսալիությունն ապահովելու համար:

1.2. «Եռյակի կանոն» և «Հնգյակի կանոն» (Rule of Three and Rule of Five)

C++ լեզվում ռեսուրսների կառավարումը պահանջում է հատուկ ուշադրություն դասերի նախագծման ընթացքում: «Եռյակի կանոնը» և «Հնգյակի կանոնը» հանդիսանում են կարևոր ուղեցույցներ՝ կայուն, անվտանգ և արդյունավետ օբյեկտների ստեղծման համար: Այս կանոններն առավել կիրառելի և արդիական են այն դասերի համար, որոնք աշխատում են դինամիկ հիշողության, ֆայլային դեակրիպտորների, ցանցային միացումների կամ այլ արտաքին ռեսուրսների հետ:

«Եռյակի կանոնը» (Rule of Three) կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ. եթե որևէ դաս պահանջում է ծրագրավորողից հետևյալ երեք մեթոդներից գոնե մեկի հստակ իրականացում.

1. դեստրուկտոր (destructor),
2. պատճենող կոնստրուկտոր (copy constructor),
3. պատճենող վերագրման օպերատոր (copy assignment operator),

ապա, ամենայն հավանականությամբ, անհրաժեշտ է իրականացնել *բոլոր երեքը*:

Պատճառը ոչ տրիվիալ ռեսուրսների առկայությունն է, ինչպիսիք են ցուցիչները, դինամիկ հիշողությունը կամ արտաքին կախվածությունները:

Դիտարկենք նշված մեթոդների սահմանման օրինակ:

Օրինակ 1.

```
class ResourceHolder {
private:
    int* data;
public:
```

```
ResourceHolder(int val) // Constructor
```

```
{data = new int(val);}
```

```
~ResourceHolder() // Destructor
```

```
{delete data;}
```

```
ResourceHolder(const ResourceHolder& other) // Copy constructor
```

```
{data = new int(*other.data);}
```

```
ResourceHolder& operator= (const ResourceHolder& other) // Copy assignment
```

```
operator
```

```
{ if (this!=&other)
```

```
{ delete data;
```

```
data = new int(*other.data); }
```

```
return *this; }
```

```
};
```

Ստորև տրված աղյուսակ 1-ում ներկայացնենք օրինակում իրականացված կոնստրուկտորի, դեստրուկտորի, պատճենող կոնստրուկտորի և պատճենող վերագրման օպերատորի գործառնությունները, հատկությունները:

Աղյուսակ 1

Կոնստրուկտորի, դեստրուկտորի, պատճենող կոնստրուկտորի և պատճենող վերագրման օպերատորի գործառնություններ, հատկություններ

Տարր	Նպատակ / գործառնություն	Հիմնավորում
int* data;	Ցուցիչ դիմամիկ կերպով հատկացված հիշողության վրա	Դասը կառավարում է սեփական ռեսուրսը, պահանջում է վերահսկողություն
ResourceHolder(int val)	Կոնստրուկտոր. հատկացնում է հիշողություն <i>new int(val);</i>	Սկզբնաբժեքավորում
~ResourceHolder()	Դեստրուկտոր. ազատում է հիշողությունը <i>delete data;</i>	Խուսափում ենք հիշողության արտահոսքից
ResourceHolder (const ResourceHolder& other)	Պատճենող կոնստրուկտոր. ստեղծում է նոր ցուցիչ տվյալների պատճենով (deep copy)	Պետք է տարբերակել մակերեսային պատճենումից (shared ցուցիչ), որը հանգեցնում է կրկնակի delete-ի
ResourceHolder& operator= (const ResourceHolder& other)	Պատճենող վերագրման օպերատոր. ազատում է հին հիշողությունը, պատճենում է նոր տվյալները, այսինքն՝ ստեղծվում է նոր պատճեն	Այս օպերատորի միջոցով կանխվում է հիշողության արտահոսքը և տվյալների կորուստը, պարտադիր է արդեն գոյություն ունեցող օբյեկտին վերագրման դեպքում

Նշենք, որ եթե չհետևենք «Եռյակի կանոնին», այսինքն՝ օրինակ 1-ում սահմանենք միայն դեստրուկտորը ու չսահմանենք պատճենող կոնստրուկտորը և = պատճենող վերագրման օպերատորը, ապա ստորև ներկայացված կոդի կատարման դեպքում և՛ a-ն, և՛ b-ն ցույց կտան հիշողության նույն տիրույթը, իսկ օբյեկտների հեռացման դեպքում, երբ կաշխատի դեստրուկտորը, տեղի կունենա հիշողության կրկնակի ազատում՝ կրկնակի delete, ինչը կհանգեցնի վթարի (crash) կամ անկանխատեսելի վարքագծի (undefined behavior).

ResourceHolder a(10);

ResourceHolder b = a; // պատճենում

Այսպիսով, ներկայացված մոտեցումը թույլ է տալիս խուսափել հիշողության արտահոսքից և կրկնակի ազատումից:

C++11 ստանդարտի թողարկման հետ մեկտեղ ավելացվեցին տեղափոխման սեմանտիկան և երկու նոր մեթոդներ՝ տեղափոխման կոնստրուկտորը և տեղափոխման վերագրման օպերատորը:

Ըստ **«Հնգյակի կանոնի»**, եթե դասը կառավարում է ռեսուրսներ, և ծրագրավորողը հստակ իրականացնում է վերը նշված երեք մեթոդներից որևէ մեկը, ապա, հավանաբար, պետք է իրականացնի նաև մնացած չորսը՝ ներառելով նաև տեղափոխման կոնստրուկտորը և տեղափոխման վերագրման օպերատորը:

Դիտարկենք նշված մեթոդների նախատիպերի տրման օրինակ: Այս օրինակում մեթոդների իրականացումն առայժմ տրված չէ, սակայն մանրամասն բացատրված է, թե ինչու և ինչպես են այդ մեթոդները աշխատում:

Օրինակ 2.

```
class MoveAware {
private:
    int* data;
public:
    MoveAware(const MoveAware& other);
    MoveAware& operator=(const MoveAware& other);
    ~MoveAware();
    MoveAware(MoveAware&& other) noexcept;
    MoveAware& operator=(MoveAware&& other) noexcept; };
```

Օրինակի բացատրությունը ներկայացնենք աղյուսակ 2-ում:

Աղյուսակ 2

Տեղափոխման կոնստրուկտորի և տեղափոխման վերագրման օպերատորի գործառույթներ, հատկություններ

Մեթոդ	Նպատակ	Հատկություն, հիմնական մանրամասներ
Տեղափոխման կոնստրուկտոր (Move Constructor). MoveAware (MoveAware&& other)	Ստանում է ժամանակավոր օբյեկտ և օգտագործում է դրա ռեսուրսները: Գլխավոր նպատակը ռեսուրսի փոխանցում , ոչ թե պատճենում	Արագ է և անվտանգ: Խուսափում է պատճենելուց: Դրանից հետո other.data = nullptr;
Տեղափոխման վերագրում օպերատոր (Move Assignment). MoveAware& operator=(MoveAware&& other)	Ազատում է հին ռեսուրսը/հիշողությունը, «փոխանցում» է նոր ռեսուրսը:	Օգտագործում է std::move():
Noexcept	Երաշխավորում է, որ այդ մեթոդը բացառություն չի գեներացնում	Կարևոր է STL-ի համար: Պահանջվում է std::vector, std::move() օգտագործման համար

Այժմ դիտարկենք այդ մեթոդների իրականացումները:

Օրինակ 3.

```
MoveAware(MoveAware&& other) noexcept {
    data = other.data;
    other.data = nullptr;
}
MoveAware& operator=(MoveAware&& other) noexcept {
    if (this != &other) {
        delete data;
        data = other.data;
        other.data = nullptr; }
    return *this;
}
```

Տեղափոխելուց հետո աղբյուրը մաքրվում է, զրոյացվում է, *other.data = nullptr*, ինչը թույլ է տալիս խուսափել հիշողության կրկնակի ազատումից:

Նշենք նաև, որ տեղափոխման սեմանտիկան ապահովում է օպտիմալ արագություն՝ առանց տվյալների կրկնակի պատճենման:

Այժմ իրականացնենք «Եռյակի կանոնի» և «Հնգյակի կանոնի» համեմատական վերլուծություն (աղյուսակ 3):

Աղյուսակ 3

«Եռյակի կանոնի» և «Հնգյակի կանոնի» համեմատություն

Ասպեկտ	«Եռյակի կանոնի»	«Հնգյակի կանոնի»	Նկարագրություն
Լեզվի ստանդարտ	Մինչև C++11	C++11 և բարձր	Նոր հնարավորություններ, ֆունկցիաներ move-սեմանտիկայով
Հիմնական ֆունկցիաները	Destructor, Copy Constructor, Copy Assignment Operator	+Move Constructor, Move Assignment Operator	Արդյունավետության բարելավում
Բնորոշ տիպայթ	Ռեսուրսների ձեռքով կառավարում	Բարձրարդյունավետ համակարգեր	Անվտանգություն և օպտիմալացում
Միասին անտեսման պարագայում	Արտահոսք, կրկնակի delete	Տեղափոխման սեմանտիկայի կորուստ	Զգալի ռիսկեր ու սխալներ, ոչ օպտիմալ իրականացում

1.3. Նոր և մակերեսային պատճենում

Մինչև հիմա անդրադարձել ենք խորը և մակերեսային պատճենման մեխանիզմներին, այժմ ավելի հստակ սահմանենք այդ մեխանիզմները:

Խորը պատճենումը հիշողության նոր տիրույթի հատկացում, առանձնացում և բովանդակության պատճենում է այդ տիրույթում:

```

    Օրինակ 4.
    class Deep {
int* data;
public:
    Deep(int val) { data = new int(val); }
    ~Deep() { delete data; }
    Deep(const Deep& other) { data = new int(*other.data); }
};

```

Ամեն օբյեկտ ունի իր անկախ պատճենը [2]:

Մակերեսային պատճենումը պատճենում է միայն ցուցիչը, այսինքն հասցեն՝ ստեղծելով համատեղ տիրակալում:

```

    Օրինակ 5.
    class Shallow {
int* data;
public:
    Shallow(int val) { data = new int(val); }
    ~Shallow() { delete data; }
};

```

Հետևաբար, մակերեսային պատճենման դեպքում երկու օբյեկտ հղվում են հիշողության նույն տիրույթին, ինչը օբյեկտների ոչնչացման դեպքում հանգեցնում է կրկնակի delete-ի [5]:

Վերը տրված օրինակ 1-ում.

```
ResourceHolder a(42);
```

```
ResourceHolder b = a;
```

ևս հնարավոր է կրկնակի delete, քանի որ մակերեսային պատճենման արդյունքում *և՛ a-ն, և՛ b-ն* ցուցիչներ են հիշողության նույն տիրույթի վրա:

Դիտարկենք մակերեսային և խորը պատճենման համեմատական վերլուծությունը (աղյուսակ 4):

Աղյուսակ 4

Մակերեսային և խոր պատճենման համեմատական վերլուծություն

<i>Տեսակ</i>	<i>Ինչ է պատճենվում</i>	<i>Արդյունք</i>
Մակերեսային	Ցուցիչի արժեքը (հասցեն)	Երկու օբյեկտ կառավարում են հիշողության նույն տիրույթը
Խոր	Տվյալների բովանդակությունը	Առանձնացված հիշողություն յուրաքանչյուրի համար

2. Համեմատություն Java-ի և Python-ի հետ

Ներկայացնենք պատճենման մեխանիզմների իրականացումը նաև Java և Python ծրագրավորման լեզուներում:

Նախ մանրամասն ներկայացնենք C++ ծրագրավորման լեզվի հնարավորությունները և իրականացման մեխանիզմները:

C++ հնարավորությունները այդ տիրույթում կարելի է բնորոշել հետևյալ կերպ. լիարժեք վերահսկողություն, ճկունություն և պատասխանատվություն:

Պատճենման սեմանտիկա. C++ ծրագրավորման լեզուն տրամադրում է պատճենման սարքինացվող վարքագիծ, այսինքն՝ ծրագրավորողը կարող է **որոշել, թե ինչպես պատճենել օբյեկտը**:

Ծրագրավորողը կարող է սահմանել ինչպես մակերեսային (shallow copy), այպես էլ խորը պատճենում (deep copy)՝ իրականացնելով պատճենող կոնստրուկտոր (Copy Constructor) և վերագրման օպերատոր (operator =):

Դիտարկենք մակերեսային պատճենման օրինակ.

```
class A {
    int* data;
public:
    A(const A& other) : data(other.data) {} // Shallow copy
};
```

Դիտարկենք խորը պատճենման օրինակ.

```
class A {
    int* data;
public:
    A(const A& other) : data(new int(*other.data)) {} // Deep copy
};
```

Ռեսուրսների կառավարում. C++ ծրագրավորման լեզուն օգտագործում է RAII (Resource Acquisition Is Initialization) մեխանիզմը, որն ապահովում է ռեսուրսների արդյունավետ կառավարում՝ կապելով ռեսուրսի կյանքի տևողությունը օբյեկտի կյանքի տևողության հետ, ինչը նշանակում է, որ ռեսուրսի (օրինակ՝ հիշողության կամ ֆայլի կառավարման) սեփականության իրավունքը փոխանցվում է օբյեկտին: RAII մեխանիզմը իրագործվում է կոնստրուկտորների միջոցով՝ ռեսուրսների ձեռքբերման պահին, և դեստրուկտորների միջոցով՝ ռեսուրսների ազատման պահին [1]:

C++-ում այս մեխանիզմի շնորհիվ հնարավոր է դետերմինացված կերպով կառավարել ռեսուրսները՝ նույնիսկ բացառությունների դեպքում կանչելով դեստրուկտորները:

Տեղափոխման սեմանտիկա (սկսած C++11-ից). ավելորդ պատճենումից խուսափելու համար սկսած C++11-ից աջակցվում է *տեղափոխման սեմանտիկան* (move semantics)՝ տեղափոխման կոնստրուկտորի (move constructor) և տեղափոխման վերագրման օպերատորի (move assignment operator) միջոցով, ինչն ավելի արդյունավետ է դարձնում ժամանակավոր օբյեկտների և խոշոր կառույցների փոխանցումը.

```
A(A&& other) noexcept : data(other.data) {
    other.data = nullptr;
}
```

Այժմ մանրամասն ներկայացնենք Java ծրագրավորման լեզվի հնարավորությունները և իրականացման մեխանիզմները, որոնք կարելի է բնորոշել հետևյալ կերպ. ցուցիչների կառավարում և աղբահավաքիչ (Garbage Collector, GC):

Պատճենման սեմանտիկա. Java-ում օբյեկտները պատճենվում են հղման միջոցով, այլ ոչ թե արժեքով, այսինքն՝ օբյեկտի փոխանցման դեպքում ստեղծվում է ոչ թե օբյեկտի, այլ հղման մակերեսային պատճեն:

Խորը պատճեն ստեղծելու համար ծրագրավորողին անհրաժեշտ է ինքնուրույն

իրականացնել Cloneable ինտերֆեյսը և clone() մեթոդը (որը համարվում է հնացած և պոտենցիալ վտանգավոր)։

```
public class A implements Cloneable {
    int[] data;
    public A clone() throws CloneNotSupportedException {
        A copy = (A) super.clone();
        copy.data = data.clone(); // Deep copy
        return copy;
    }
}
```

Ռեսուրսների կառավարում. Java ծրագրավորման լեզուն ամբողջությամբ կախված է աղբի հավաքման մեխանիզմից, այսինքն՝ ծրագրավորողը ուղղակիորեն չի վերահսկում հիշողության ազատման գործընթացը։ Սա էականորեն նվազեցնում է հիշողության արտահոսքի վտանգը, սակայն որոշ հանգամանքներում կարող է հանգեցնել ժամանակային անկանխատեսելիության և համակարգի արտադրողականության նվազման՝ հատկապես իրական ժամանակի համակարգերի պարագայում [3]։

Java ծրագրավորման լեզվում RAII մեխանիզմի ուղիղ համարժեքը բացակայում է, ինչը պայմանավորված է նրանով, որ Java-ում ռեսուրսների կառավարումը իրականացվում է հիմնականում աղբի հավաքման մեխանիզմի միջոցով, այլ ոչ թե կոնստրուկտորների և դեստրուկտորների օգնությամբ։ Ռեսուրսների արդյունավետ կառավարման նպատակով՝ ինչպիսիք են ֆայլային հոսքերը, ցանցային կապերը և տվյալների բազայի միացումները, կիրառվում է try-with-resources կառուցվածքը, որը, սկսած Java 7 տարբերակից, ապահովում է ռեսուրսների ավտոմատ փակման հնարավորությունը՝ AutoCloseable ինտերֆեյսի միջոցով։

Տեղափոխման սեմանտիկա. Java-ում բացակայում է տեղափոխման սեմանտիկան (move semantics), քանի որ օբյեկտները փոխանցվում են ըստ հղման՝ առանց պատճենման։ Այս մեխանիզմն ապահովում է բավարար արդյունավետություն առօրյա դեպքերում, սակայն սահմանափակում է ռեսուրսների արդյունավետ փոխանցման հնարավորությունը՝ առանց պատճենման և հավելյալ ծախսերի։

Այսպիսով, ի տարբերություն C++ լեզվի std::move մեխանիզմի, որն ապահովում է ռեսուրսների տեղափոխում՝ օգտագործելով տեղափոխման կոնստրուկտորը (move constructor) և տեղափոխման վերագրման օպերատորը (move assignment operator), Java ծրագրավորման լեզուն նման գործիքակազմ չի տրամադրում։ Սա կարող է խնդիրներ առաջացնել բարձր արդյունավետության պահանջով համակարգերի մշակման ժամանակ [5]։

Վերլուծենք Python ծրագրավորման լեզվի պատճենման սեմանտիկան, ռեսուրսների կառավարման մեխանիզմները և տեղափոխման սեմանտիկայի կիրառելիությունը՝ համեմատելով Java-ի և C++-ի հետ։

Պատճենման սեմանտիկա. Python ծրագրավորման լեզվում օբյեկտների պատճենումն ըստ լռելայնի իրականացվում է **մակերեսային եղանակով (shallow copy)**։ Սա հատկապես ակնհայտ է, երբ օբյեկտները փոխանցվում են ֆունկցիաներին կամ մեթոդներին՝ որպես արգումենտներ. փոխանցվում է հղումը, ոչ թե արժեքը։

Օբյեկտի արտահայտված պատճենման համար կիրառվում է copy մոդուլը, որը

տրամադրում է `copy.copy()` և `copy.deepcopy()` ֆունկցիաները.

```
import copy
shallow = copy.copy(obj) # մակերեսային պատճեն
deep = copy.deepcopy(obj) # խորքային պատճեն
```

Shallow copy-ն պատճենում է միայն արտաքին մակարդակի հղումները, մինչդեռ *deepcopy*-ն ռեկուրսիվ կերպով պատճենում է ամբողջ հիերարխիան ստեղծելով օբյեկտի լրիվ անկախ պատճեն: Սա ապահովում է տվյալների անկախ և մեկուսացված կառավարում հիշողության մեջ

Ռեսուրսների կառավարում. Java-ի նման՝ Python-ն օգտագործում է աղբահավաքիչ՝ որպես հիշողության ավտոմատ կառավարման համակարգ: Սա նվազեցնում է հիշողության արտահոսքի վտանգը, սակայն որոշ դեպքերում կարող է առաջացնել ժամանակային անկայունություն՝ հատկապես իրական ժամանակի համակարգերում [1]:

Python-ում որոշ ռեսուրսների (օրինակ՝ ֆայլերի, ցանցային միացումների) դետերմինացված կառավարումն ապահովվում է *համատեքստային կառավարիչներ*ի (context managers) միջոցով օգտագործելով `with` կառուցվածքը:

```
with open ("file.txt", "r") as f:
    data = f.read()
```

Այս մոտեցումը կառուցվածքով նման է RAII մեխանիզմին՝ կիրառված C++-ում, սակայն իրականացված է ավելի բարձր արստրակցիայի մակարդակով և կոդի ընթեռնելիության առավելությամբ:

Տեղափոխման սեմանտիկա. Python ծրագրավորման լեզուն չունի ներկառուցված տեղափոխման սեմանտիկա (move semantics), ինչպես C++ լեզվում: Բոլոր օբյեկտները փոխանցվում են ըստ հղման՝ անկախ չափից կամ բարդությունից:

Թեև որոշ դեպքերում հնարավոր է իմիտացնել նման սեմանտիկա՝ օրինակ, կեղծ տեղափոխում, երբ որոշ դաշտեր ձեռքով մաքրվում են կամ այդ դաշտերին վերագրվում է `None` արժեքը, այնուամենայնիվ սա ներառված չէ լեզվի կառուցվածքում որպես ինքնուրույն մոդել: Սա սահմանափակում է ռեսուրսների արդյունավետ կառավարումը, հատկապես երբ աշխատում ենք մեծ տվյալների կառուցվածքների հետ կամ պահանջվում է բարձր կատարողականություն: Ըստ նույն տրամաբանության՝ Python-ում բացակայում են տեղափոխման կոնստրուկտորներ կամ տեղափոխման վերագրման օպերատորներ, ինչպես դա ապահովում է C++ լեզվի `std::move` գործիքը [4]:

Այսպիսով, Python-ի պատճենման և ռեսուրսների կառավարման մոդելները կառուցված են պարզության և ընթեռնելիության սկզբունքներով: Չնայած որոշ կատարողականության սահմանափակումների, լեզվի դիզայնը նպաստում է արագ զարգացվող և պարզաբանում պահանջող նախագծերի մշակմանը, թեև բարձր արդյունավետության կամ իրական ժամանակ կիրառումների դեպքում պահանջվում է լրացուցիչ ռեսուրսային կառավարման մեխանիզմների ծրագրային մշակում:

Կատարված վերլուծությունը ներկայացնենք աղյուսակ 5-ում:

Համանման մեխանիզմների համեմատական վերլուծություն

Չափանիշ	C++	Java	Python
Պատճենման վերահսկողություն	Մաքսիմալ	Սահմանափակ	Միջին (copy մոդուլի միջոցով)
Պատճենման կոնստրուկտոր	Սահմանված ծրագրավորողի կողմից /օգտատերային/, խորը կամ մակերեսային	Բացակայում է, օգտագործվում է clone()	Առկա են մեթոդներ. __copy__, __deepcopy__
Խորը պատճենման աջակցում	Ամբողջական (ձեռքով)	Հարմարավետ չէ (clone-ի միջոցով)	copy.deepcopy() միջոցով
Ռեսուրսների կառավարում	Ձեռքով + RAII	Ավտոմատ կերպով (GC)	Ավտոմատ կերպով (GC)
Տեղափոխում	Այո (բացահայտ ձևով move-կոնստրուկտորի միջոցով)	Ոչ	Ոչ
Արդյունավետություն	Բարձրարդյունավետ համակարգային ծրագրերի համար	Բիզնես-հավելվածների և վեբ-ծառայությունների համար	գիտական նախատիպերի և սքրիպտերի համար
Լռելյայն վարքագիծ	Մակերեսային պատճենում	Մակերեսային կլոնավորում clone()-ի միջոցով	Մակերեսային. copy.copy()
Rule of 3/5/-ի ազդեցություն	Կրիտիկական	Չի կիրառվում	Ուղղակիորեն չի կիրառվում
Տիպավորում (Typing)	Ստատիկ	Ստատիկ	Դինամիկ
Հիշողության արտահոսքի հնարավորություն	Առկա է	Հազվադեպ	Հազվադեպ
Պատճենման օպերատորներ	operator= (պատճենող և տեղափոխող)	Չկա	Չկա

Եզրակացություն

Եզրափակելով վերլուծությունը՝ կարելի է նշել, որ օբյեկտ-կողմնորոշված ծրագրավորման C++ լեզվում պատճենող կոնստրուկտորները հանդիսանում են առանցքային բաղադրիչներից մեկը, որը ուղղակիորեն ազդում է ռեսուրսների կառավարման արդյունավետության և ծրագրային համակարգերի հուսալիության վրա: «Եռյակի կանոնի» և «Հնգյակի կանոնի» ճիշտ կիրառումը հնարավորություն է տալիս կանխել հիշողության արտահոսքը, կրկնակի ազատման և անկանխատեսելի վարքագծի առաջացման ռեպերը:

C++ ծրագրավորման լեզվի համեմատությունը Java և Python ծրագրավորման լեզուների հետ ցույց է տալիս, որ C++ ապահովում է ռեսուրսների կառավարման առավելագույն ճկունություն և վերահսկողություն՝ ի տարբերություն աղբահավաքիչի վրա հիմնված մոդելների: Հոդվածում ներկայացված օրինակները ու աղյուսակները վկայում են, որ պատճենող կոնստրուկտորների ճիշտ իրագործումը հանդիսանում է բարձր արդյունավետությամբ և կայուն ծրագրային համակարգերի նախագծման պարտադիր նախապայման:

Գրականություն

1. Donchev I. Applying RAII Resource Management Idiom in C++, *ResearchGate*, Dec. 29, 2017. https://www.researchgate.net/publication/322117747_Applying_RAII_Resource_Management_Idiom_in_C
2. Jones R. and Lins R. Garbage Collection: Algorithms for Automatic Dynamic Memory Management. Wiley, 1996.
3. Jones R., Hosking A., and Moss E. The Garbage Collection Handbook: The Art of Automatic Memory Management, 2011. doi:10.1201/b10502.
4. Meyers S. Effective Modern C++, Media, 2014. isbn:978-1491903995.
5. Stroustrup B. The C++ Programming Language, 4th ed. Addison-Wesley, 2013. isbn:978-0321563842.

Анализ конструкторов копирования в языке программирования C++: механизмы, типичные ошибки применения, сравнение с эквивалентами в языках программирования Java и Python

**Оганян Гегине,
Кюрегян Арменуи**

Резюме

Ключевые слова: семантика перемещения, утечка памяти, механизм RAII, поверхностное копирование, глубокое копирование, внешние ресурсы, «Правило пяти»

В статье проведён анализ конструктора копирования в языке программирования C++ как одного из ключевых механизмов управления ресурсами, временем жизни объектов и динамической памятью. Рассмотрены правила «Трёх» и «Пяти», их взаимосвязь с механизмом, идиомой RAII, а также их значимость в предотвращении ошибок, таких как утечки памяти, двойное освобождение ресурсов, некорректное копирование указателей и нарушение инвариантов класса. Особое внимание уделено распространённым заблуждениям и типичным ошибкам при проектировании и реализации конструктора копирования, влиянию поверхностного и глубокого копирования на производительность, стабильность и прогнозируемость поведения программ. Проведён сравнительный анализ механизмов копирования в языках программирования C++, Java и Python, позволяющий проследить различия между детерминированным управлением ресурсами и автоматизированными моделями на основе сборщика мусора. В статье приведены примеры кода, расширенные таблицы, иллюстрирующие оптимальные стратегии копирования, семантику перемещения и взаимодействие с пользовательскими типами. Сделан вывод, что детальное понимание принципов реализации специальных методов (конструкторов, операторов присваивания и перемещения) является необходимым условием для разработки безопасных, эффективных и масштабируемых программных систем, особенно в высокопроизводительных и ресурсоёмких приложениях.

Analysis of Copy Constructors in C++ Programming Language: Mechanisms, Common Application Errors, Comparisons with Equivalents in Java and Python Programming Languages

*Ohanyan Heghine,
Kyureghyan Armenuhi*

Summary

Key words: *move semantics, memory leak, RAII mechanism, shallow copy, deep copy, external resources, the “Rule of Five”*

This article provides an analysis of the copy constructor in the C++ programming language as one of the fundamental mechanisms for resource management, object lifetime control, and dynamic memory handling. The discussion addresses the “Rule of Three” and the “Rule of Five,” their relationship to the RAII idiom, and their importance in preventing errors such as memory leaks, double resource deallocation, incorrect pointer copying, and violations of class invariants. Particular attention is paid to common misconceptions and typical mistakes in the design and implementation of copy constructors, as well as to the impact of shallow and deep copying on performance, stability, and program predictability. A comparative analysis of copy mechanisms in C++, Java, and Python is presented, highlighting the differences between deterministic resource management and automated garbage collection-based models. The article includes code examples and extended tables that illustrate optimal copying strategies, move semantics, and interactions with user-defined types. It concludes that a thorough understanding of the principles underlying the implementation of special member functions (constructors, copy and move assignment operators) is an essential prerequisite for the development of safe, efficient, and scalable software systems, particularly in high-performance and resource-intensive applications.

Ներկայացվել է 26. 08. 2025 թ.

Գրախոսվել է 22. 10. 2025 թ.

Ընդունվել է տպագրության 26. 11. 2025 թ.

Классификация литературных произведений по жанрам с использованием методов машинного обучения

**Вардanian Айарпи,
Оганян Гегине**

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-84>

Ключевые слова: метод векторизации TF-IDF, классификатор, алгоритм SGD Classifier, метрика, матрица несоответствий, цифровые библиотеки

Введение

Современное развитие искусственного интеллекта и машинного обучения существенно расширяет спектр их применения, позволяя автоматизировать задачи, ранее требовавшие исключительно человеческого участия, и эффективно решать проблемы, ранее считавшиеся нерешаемыми. Одной из таких задач является жанровая классификация литературных произведений.

Стремительное развитие информационных технологий с конца XX века трансформировало формы восприятия текста: наряду с печатными изданиями широкое распространение получили электронные книги и аудиокниги, что в свою очередь способствовало увеличению числа пользователей, читающих книги в электронном формате, и сформировало новые требования к представлению и обработке литературного контента [14]. Рост объёмов цифрового контента, а также изменение потребительских привычек сформировали потребность в автоматизированной классификации литературных произведений по жанрам. Это особенно актуально для цифровых библиотек, онлайн-магазинов и образовательных платформ, где ручная обработка больших массивов данных затруднительна.

Большинство существующих исследований ориентированы на англоязычные тексты и часто используют ограниченные источники признаков – обложки, краткие описания или метаданные [8; 13; 16]. Подобные подходы игнорируют семантические и морфологические особенности текстов, что снижает точность классификации, особенно в языках с богатой морфологией, таких как русский и армянский. Это приводит к снижению точности при классификации жанров с близким содержательным контекстом (например, «ужасы/мистика» и «фэнтези»).

Настоящее исследование направлено на устранение этих ограничений путём:

1. применения TF-IDF-векторизации с адаптированными стоп-словами для многоязычного корпуса;
2. сравнительного анализа эффективности семи алгоритмов машинного обучения и выбора оптимального классификатора по совокупности метрик;
3. формирования репрезентативного корпуса объёмом свыше 8,8 тыс. произведений.

Реализация выполнена на Python с использованием библиотек pandas, NLTK, scikit-learn и др., что обеспечило полную цепочку обработки данных – от сбора и предобработки до построения и тестирования моделей. Эксперименты показали, что при корректной подготовке данных классические методы машинного обучения способны

эффективно решать задачу жанровой классификации многоязычных текстов. Перспективы дальнейшей работы включают внедрение нейросетевых архитектур (BERT, Transformers), ансамблевых методов и расширение корпуса за счёт дополнительных языковых подсистем.

1. Предлагаемая методология

Предлагаемый подход можно представить следующей схемой (рисунок 1) [5]:

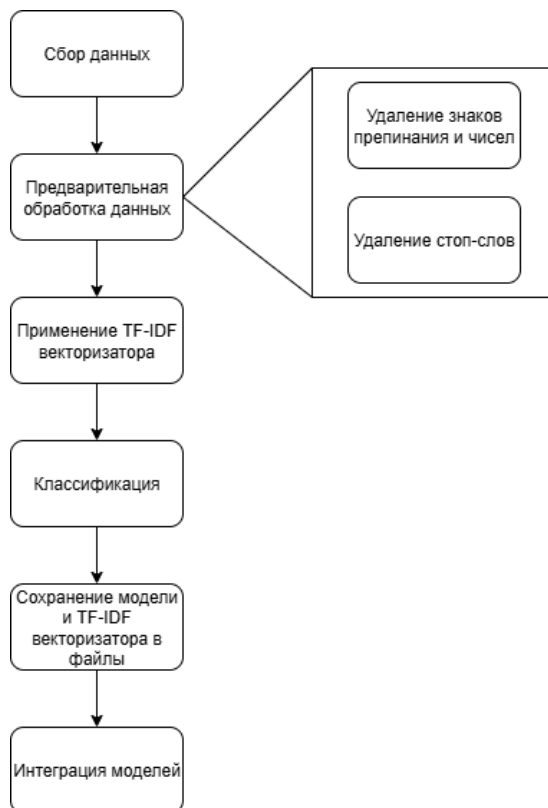


Рисунок 1. Предлагаемая модель системы

1.1. Определение жанров (меток)

Эффективность классификации литературных произведений во многом зависит от чёткости и полноты заранее определённых жанровых меток.

Для обучения модели был сформирован корпус литературных произведений, включающий 8842 книг на русском языке. Источниками данных послужили электронные библиотеки и онлайн-платформы, содержащие книги разных жанров. Выбранная классификация основывается на предложенных наиболее известными онлайн-платформами [1;4;6;10;17] классификациях, которые были оптимизированы на

основе нашего корпуса данных. В общей сложности было определено 16 жанров: бизнес, боевики, детектив, дом/дача, знания/навыки, история, классика, поэзия, психология/мотивация, религия, роман, спорт/здоровье/красота, ужас/мистика, фантастика, фэнтези, хобби/досуг. При сборе данных пришлось отказаться от некоторых жанров, так как количество книг этих жанров было ограничено (менее 100 наименований), что привело бы к неточностям при классификации. Например, были исключены комедии, компьютерная, культура/искусство, приключения и т.д.

Сбор и обработка данных

Прежде всего была создана собственная база данных: с помощью вспомогательной функции была автоматически собрана коллекция, состоящая из 8842 загруженных книг.

Затем была проведена предварительная обработка текстов собранных книг – удаление лишних символов, знаков и пробелов. Для упрощения работы набор данных был переведен из списка в DataFrame из библиотеки pandas.

Далее для работы с алгоритмами машинного обучения был использован пакет sklearn [21]. Данный пакет предоставляет широкий функционал для работы с наборами данных, в том числе разные алгоритмы машинного обучения.

Для работы с текстовыми данными из пакета sklearn использовались класс TfidfVectorizer и функция train_test_split(). В качестве вспомогательного аспекта для работы с текстом была так же использована библиотека NLTK [18].

Для преобразования исходных текстовых данных в формат, пригодный для машинного обучения, то есть, для векторизации текстовых данных, применялся метод TF-IDF (Term Frequency – Inverse Document Frequency), реализованный в Python посредством класса TfidfVectorizer библиотеки scikit-learn. Метод *TF-IDF (Term Frequency–Inverse Document Frequency)*, зарекомендовал себя как эффективный инструмент для извлечения признаков в задачах классификации текстов [14; 20].

Аббревиатуры в названии «TF» (Term Frequency) и «IDF» (Inverse Document Frequency) имеют следующие значения.

- TF (частота термина) показывает, как часто определённое слово встречается в данном документе. Другими словами, оно измеряет важность слова в рамках конкретного документа.
- IDF (обратная документная частота) измеряет насколько уникально слово в целом по всему набору документов. Слова, которые встречаются во многих документах, имеют низкое значение IDF, так как они не представляют особой информационной ценности.

В отличие от простых моделей "мешка слов", TF-IDF зарекомендовал себя как эффективный инструмент извлечения признаков, позволяющий учитывать как локальную частоту появления термина в документе (TF), так и его глобальную уникальность в корпусе (IDF), то есть, TF-IDF учитывает не только частоту термина в документе, но и его дискриминативную способность в масштабе корпуса, что позволяет уменьшить вес общеупотребительных слов и повысить значимость информативных признаков [12]. Данное свойство особенно важно для жанровой классификации многоязычных текстов, где необходимо корректно обрабатывать как частотные маркеры языка, так и специфические жанровые лексемы.

Базовая формула расчёта TF-IDF объединяет понятия TF и IDF для оценки важности каждого слова в каждом документе:

$$TF\text{-}IDF(t, d) = TF(t, d) * IDF(t) \text{ ([14; 20])}$$

Эта *концептуальная* формула, по которой значение TF-IDF получается как произведение:

- $TF(t, d)$ – локальной частоты термина t в документе d ;
- $IDF(t)$ – глобальной меры уникальности термина в корпусе, то есть обратной документной частоты для термина t [3].

Развёрнутая (математическая) форма, то есть математическая модель метода описывается выражением:

$$TF\text{-}IDF(t, d) = TF(t, d) * \log_{1+DF(t)}^N \text{ ([3; 15])},$$

где:

- N – общее число документов в корпусе;
- $DF(t)$ – количество документов, в которых встречается термин t ;
- $\log_{1+DF(t)}^N$ – конкретная формула для вычисления $IDF(t)$, при этом добавление 1 в знаменателе используется для сглаживания (чтобы избежать деления на ноль, если термин встречается во всех документах).

В рамках проведённого исследования векторизация сопровождалась удалением языковых `stop_words` («стоп-слова»), адаптированных под каждый язык корпуса, а также применением параметров `min_df` (задаёт порог для редких слов) и `max_df` (задаёт порог для очень распространённых слов) для фильтрации редких и чрезмерно частотных токенов. `stop_words` – это слова, которые часто используются и не несут смысловой нагрузки для классификации машинного обучения, например:

- стоп-слова для русского языка – и, в, во, не, что, он, на, я, с, со, как, а, то, все, она, так, его, но, да, ты, к, у, же, вы, за, бы, по, только, ее, мне, было, вот, от, меня, еще, нет, о, из, ему, ...
- стоп-слова для английского языка – I, me, my, myself, we, our, ours, ourselves, you, you're, you've, you'll, you'd, your, yours, yourself, yourselves, he, him, his, himself, she, she's, her, hers, herself, it, it's, its, itself, ...

Такой подход позволил минимизировать влияние высокочастотных функциональных слов, не несущих значимой жанровой нагрузки, и повысить дискриминативную способность признакового пространства.

Выбор `TfidfVectorizer` был обусловлен его устойчивостью к масштабированию, поддержкой работы с разреженными матрицами и встроенной интеграцией с алгоритмами `scikit-learn`, что обеспечило единый процесс обработки: от предобработки текста до построения классификаторов. В частности, использование разреженного формата хранения признаков позволило работать с корпусом объёмом более 8,8 тыс. произведений без значительных потерь по времени выполнения и объёму потребляемой памяти.

Функция `train_test_split()` используется для разделения набора данных на обучающую и тестовую выборки. В частности, в данной работе для обучения использовалось 80 % всего набора данных, а оставшиеся 20 % – для тестирования.

2. Алгоритмы классификации

Для решения задачи многоклассовой классификации текстов были протестированы семь широко используемых алгоритмов машинного обучения: *Complement Naïve Bayes (ComplementNB)*, *Multinomial Naïve Bayes (MultinomialNB)*, *Support Vector Classifier (SVC)*, *Logistic Regression*, *Stochastic Gradient Descent Classifier (SGDClassifier)*,

Ridge Classifier и *Random Forest Classifier*. Выбор данных методов обусловлен их доказанной эффективностью в задачах классификации текстов и умеренной вычислительной сложностью [9; 11; 15].

На основе предварительных экспериментов и оценки метрик *accuracy* и *macro-averaged precision/recall* было установлено, что наилучшие результаты демонстрируют линейные методы, в частности *SGDClassifier*, основанный на стохастическом градиентном спуске (SGD) [7]. Такой подход особенно эффективен при работе с разреженными векторными представлениями (например, TF-IDF), характерными для текстовых данных большого размера [5].

Сравнение результатов показало, что *SGDClassifier* достигает точности 0,67, превосходя методы Logistic Regression и Ridge Classifier (0,66), а также байесовские классификаторы, чувствительные к дисбалансу классов. Данный вывод согласуется с результатами Joachims [15], где линейные классификаторы на больших текстовых корпусах показали сопоставимую или более высокую производительность по сравнению с нелинейными методами (таблица 1).

Таблица 1

Результаты метрик выбранных методов

<i>Методы</i>	<i>Accuracy</i>	<i>Macro avg (precision)</i>	<i>Micro avg (recall)</i>
ComplementNB	0,63	0,65	0,61
MultinomialNB	0,53	0,62	0,50
SVC	0,65	0,67	0,64
LogisticRegression	0,66	0,67	0,66
SGDClassifier	0,67	0,67	0,67
RidgeClassifier	0,66	0,67	0,67
RandomForestClassifier	0,56	0,54	0,54

Кроме того, результаты экспериментов подтверждают, что ансамблевые модели, такие как *Random Forest*, уступают по качеству линейным методам при работе с высоко-размерными текстовыми признаками, что согласуется с ранее опубликованными исследованиями [19].

Таким образом, *SGDClassifier* был выбран как основной классификатор для предложенной системы ввиду его относительно высокой точности, масштабируемости и способности эффективно работать с большими корпусами текстов.

Несмотря на то, что классификатор *SGDClassifier* показал наилучшие результаты среди протестированных алгоритмов, данный показатель нельзя считать высоким в абсолютном смысле. Значение *accuracy* на уровне 67 % отражает лишь умеренную эффективность модели. Это объясняется рядом объективных факторов:

1. корпус данных содержит широкий спектр жанровых стилей и тематик, что приводит к значительной вариативности лексики и усложняет обучение модели;
2. жанровая разметка имеет семантические пересечения – многие тексты могут

одновременно относиться к нескольким жанрам (например, «ужасы/мистика» и «фэнтези», «роман» и «психология/мотивация»).

Представим код обучения и тестирования модели с применением SGDClassifier (рисунок 2).

```
sgd1 = SGDClassifier()
sgd1.fit(X_train_vec, y_train)
print(sgd1.score(X_test_vec, y_test))
y_pred_sgd1=sgd1.predict(X_test_vec)
accuracy = accuracy_score(y_test, y_pred_sgd1)
print("Accuracy: ", accuracy)
draw_Conf(y_pred_sgd1, sgd1)
print(classification_report(y_test, y_pred_sgd1))
```

Рисунок. 2. Обучение и тестирование модели

Сначала создаётся объект SGDClassifier. Затем проводится обучение на данных X_train_vec и y_train. Далее, с помощью метода predict() получаем прогнозы модели для тестовых данных, то есть предсказанные метки, после чего вычисляется *accuracy*, то есть сравниваются реальные и предсказанные метки, результаты выводятся на экран.

Также составляется матрица несоответствий (confusion matrix), которая показывает, насколько правильно и ошибочно модель классифицировала объекты по разным классам.

В конце с помощью функции classification_report() формируется подробный отчёт, включающий accuracy, precision, recall и другие метрики.

Полученные модели для последующего использования в приложении необходимо сначала сохранить в виде файлов, а затем интегрировать в приложение.

3. Анализ полученных результатов

Построенная матрица несоответствий (рисунок 2) демонстрирует ошибки модели, то есть сколько объектов она отнесла к неправильному классу – жанру.

Матрица несоответствий на рис. 3 показывает соответствие предсказанных значений классификатором SGDClassifier с реальными значениями. В целом, модель демонстрирует относительно небольшое количество ошибок. Как и ожидалось, значения по диагонали матрицы соответствуют тем жанрам, которые классификатор определил правильно. Однако имеются и некоторые ошибки.

Представим жанры, для которых были зафиксированы сравнительно большие ошибки классификации:

- из 100 тестовых образцов жанра ужасы/мистика 25 % (25 образцов) были классифицированы как фэнтези, а 10 % (10 образцов) – как фантастика;
- из 102 тестовых образцов жанра фэнтези около 23 % (23 образца) были классифицированы как ужасы/мистика;
- из 135 тестовых образцов жанра хобби/досуг около 15 % (20 образцов) были классифицированы как спорт/здоровье/красота, а из 132 образцов жанра спорт/здоровье/красота около 16 % (21 образец) были классифицированы как хобби/досуг;
- из 133 образцов жанра фантастика около 13 % (17 образцов) были классифициро-

ваны как боевики, а из 127 тестовых образцов жанра боевики около 15 % (19 образцов) были классифицированы как фантастика.

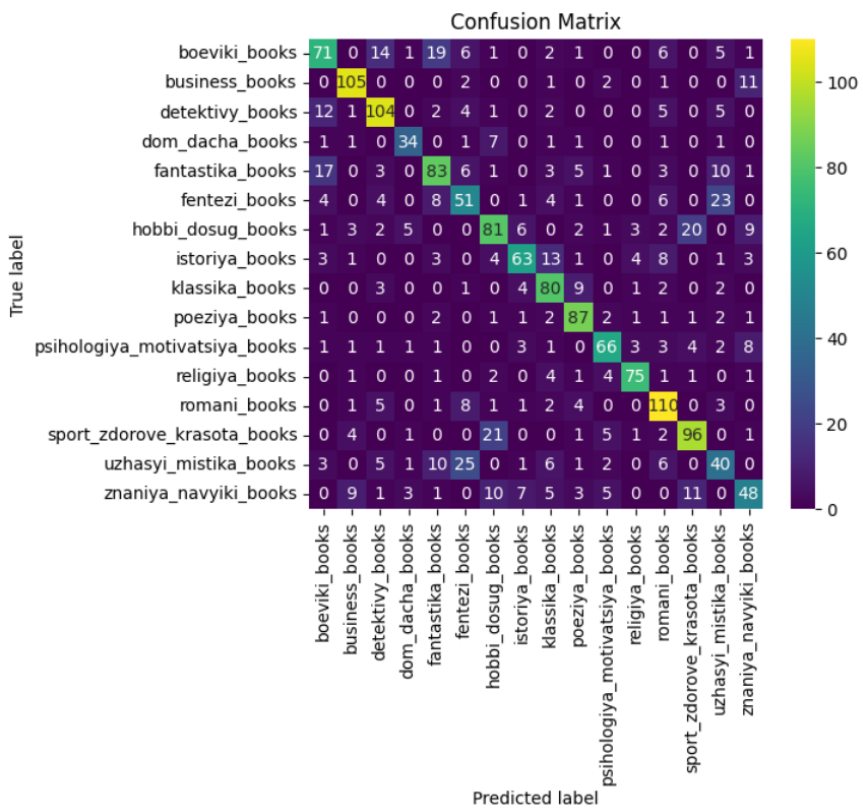


Рисунок 3. Матрица несоответствий

- Представим жанры с умеренным количеством ошибок классификации:
- из 104 тестовых образцов жанра история 13 % (13 образцов) были классифицированы как классика;
 - из 136 тестовых образцов жанра детектив 9 % (12 образцов) были классифицированы как боевики, а из 127 образцов жанра боевики 11 % (14 образцов) – как детектив;
 - из 122 образцов жанра бизнес 9 % (11 образцов) были классифицированы как знания/навыки, а из 103 образцов жанра знания/навыки около 9 % (9 образцов) – как бизнес.

- Наилучшие результаты были зафиксированы по следующим жанрам:
- из 122 образцов жанра бизнес 86 % (105 образцов) были правильно классифицированы как бизнес;

- из 136 образцов жанра детектив около 77 % (104 образца) – как детектив;
- из 136 тестовых образцов жанра роман 81 % (110 образцов) были классифицированы как роман.

Интересно, что некоторые жанры, несмотря на сравнительно небольшое количество образцов, также показали высокую аккуратность. Например:

- тестовый набор жанра «дом/дача» состоит из 48 образцов, из которых 71 % (34 образца) были классифицированы как «дом/дача»;
- из 91 тестового образца жанра религия 82 % (75 образцов) были классифицированы как религия;
- тестовый набор жанра «психология/мотивация» состоит из 95 образцов, из которых около 70 % (66 образцов) были классифицированы как «психология/мотивация».

Это предполагает, что некоторые классы, обладающие специализированной терминологией, легче различимы даже при ограниченном объёме данных.

Исследование демонстрирует эффективность классических алгоритмов при корректной подготовке корпуса и обозначает перспективы дальнейших исследований: внедрение нейросетевых архитектур (BERT, Transformers), применение ансамблевых методов и локализация моделей для различных языков. Представленный подход имеет практическую ценность для цифровых библиотек, онлайн-магазинов и образовательных ресурсов.

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-84>

Литература

1. Бесплатная библиотека электронных книг. <https://fictionbook.ru>
2. Доля рынка электронных книг, размер, тенденции и отраслевой анализ. <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/e-book-market>
3. Извлечение признаков из текстовых данных с использованием TF-IDF. <https://habr.com/ru/companies/otus/articles/755772/>
4. Литрес <https://www.litres.ru/>
5. Al-Absi A. A., Sain M., Pattnaik P.K. Proceedings of the 3rd International Conference on Smart Computing and Cyber Security: Strategic Foresight, Security Challenges and Innovation. https://www.google.am/books/edition/Proceedings_of_3rd_International_Confere/p4wWEQAAQBAJ?hl=ru&gbpv=1
6. AvidReaders. <https://avidreaders.ru/genre/>
7. Bottou L. Stochastic gradient descent tricks in Neural Networks: Tricks of the Trade, Springer, 2012, pp. 421–436. [DOI: 10.1007/978-3-642-35289-8_25]
8. Chiang H., Ge Y., Wu C. Classification of Book Genres by Cover and Title. http://cs229.stanford.edu/proj2015/127_report.pdf
9. Cortes C. and Vapnik V. Support-vector networks, Machine Learning, vol. 20, pp. 273–297, 1995. [DOI: 10.1007/BF00994018]
10. Flibusta: <https://flibusta.one/books-genres/>
11. Hastie T., Tibshirani R., and Friedman J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer, 2009.

12. Joachims T. Text categorization with support vector machines: Learning with many relevant features. Springer, 1998, pp. 137–142. [DOI: 10.1007/BFb0026683]
13. Kundu C., Zheng L. Deep multi-modal networks for book genre classification based on its cover <https://arxiv.org/abs/2011.07658v1>
14. Manning C. D., Raghavan P., and Schütze H. Introduction to Information Retrieval. Cambridge University Press, 2008. Available: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511809071>
15. McCallum A. and Nigam K. A comparison of event models for Naive Bayes text classification, in Proc. AAAI Workshop on Learning for Text Categorization, 1998.
16. Mikolov T., Chen K., Corrado G., Dean J. Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space <https://arxiv.org/abs/1301.3781> (дата обращения 28.09.2025)
17. MyBook <https://mybook.ru/>
18. NLTK <https://www.nltk.org/>
19. Rokach L. and Maimon O. Data Mining with Decision Trees: Theory and Applications, 2nd ed. World Scientific, 2015.
20. Salton G. A. and Buckley C. Term-weighting approaches in automatic text retrieval. Information Processing & Management, vol. 24, no. 5, pp. 513–523, 1988. [DOI: 10.1016/0306-4573(88)90021-0]
21. Sklearn <https://scikit-learn.ru/>

Մեքենայական ուսուցման մեթոդների կիրառմամբ գրական ստեղծագործությունների ժանրային դասակարգում

*Վարդանյան Հայարփի,
Օհանյան Հեղինե*

Ամփոփում

***Հանգուցային բառեր.** վեկտորիզացիայի TF-IDF մեթոդ, կլասսիֆիկատոր, SGDClassifier ալգորիթմ, մետրիկա, անհամապատասխանության մատրիցա, թվային գրադարաններ*

Հոդվածում դիտարկվում է գրական ստեղծագործությունների ավտոմատացված ժանրային դասակարգման խնդիրը՝ մեքենայական ուսուցման մեթոդների կիրառմամբ: Ուսումնասիրության արդիականությունը պայմանավորված է թվային գրադարանների և կրթական հարթակների աճով, որտեղ մեծ տեքստային զանգվածների ձեռքով մշակումը արդյունավետ չէ: Առաջարկվում է մոտեցում՝ հիմնված բազմալեզու կորպուսի համար հարմարեցված stop-բառերով տեքստերի TF-IDF վեկտորացման և յոթ դասակարգման ալգորիթմների համեմատական վերլուծության վրա: Լավագույն արդյունքներն ապահովել է SGDClassifier ալգորիթմը (ճշգրտություն՝ 0.67)՝ գերազանցելով թե՛ բայեսյան մեթոդները և թե՛ անսամբլային մոդելները:

Փորձարկված ալգորիթմների մեջ SGDClassifier-ը ցուցադրեց ամենաբարձր արդյունավետությունը, ինչը վկայում է արդյունավետության միջին մակարդակի մասին: Այս արդյունքը պայմանավորված է ժանրերի սեմանտիկ նմանությամբ և դասական մոդելների սահմանափակումներով:

Միավորների վերլուծությունը բացահայտել է դժվարություններ՝ կապված բովանդակորեն մոտ ժանրերի («սարսափ/միստիկա» և «ֆենթեզի») տարբերակման հետ, մինչդեռ մասնագիտացված ժանրերը («կրոն», «բիզնես», «վեպ») ապահովել են բարձր

ճշգրտություն: Իրականացումը կատարվել է Python լեզվով՝ pandas, scikit-learn և NLTK գրադարանների կիրառմամբ, ինչը թույլ է տվել կառուցել տվյալների մշակման ամբողջական շղթա՝ նախնական փուլից մինչև մոդելի թեստավորում:

Ուսումնասիրությունը ցուցադրում է դասական ալգորիթմների արդյունավետությունը տվյալների պատշաճ պատրաստման դեպքում և ուրվագծում է հետագա հետազոտությունների զարգացման ուղղությունները. նեյրոնային ցանցերի ճարտարապետությունների (BERT, Transformers) ներդրում, անսամբլային մեթոդների օգտագործում և մոդելների տեղայնացում տարբեր լեզուների համար: Առաջարկվող մոտեցումը գործնական արժեք ունի թվային գրադարանների, առցանց խանութների և կրթական ռեսուրսների համար:

Classification of Literary Works by Genre Using Machine Learning Methods

*Vardanyan Hayarpi,
Ohanyan Heghine*

Summary

Key words: *TF-IDF vectorization method, classifier, SGDClassifier algorithm, metric, confusion matrix, digital libraries*

This article examines the problem of automated genre classification of literary works using machine learning methods. The relevance of the study is determined by the expansion of digital libraries and educational platforms, where manual processing of large text collections is inefficient. The proposed approach relies on TF-IDF vectorization with adapted stop-words for a multilingual corpus and a comparative evaluation of seven classification algorithms. The SGDClassifier demonstrated the best performance (accuracy 0.67), surpassing both Bayesian methods and ensemble models.

SGDClassifier demonstrated the highest performance among the tested algorithms (0.67 accuracy), indicating a moderate level of effectiveness. The result obtained is due to the semantic similarity of the genres and the limitations of classical models.

Error analysis revealed difficulties in distinguishing semantically close genres (“horror/mysticism” and “fantasy”), whereas specialized genres (“religion,” “business,” “novel”) achieved high classification accuracy. The implementation was carried out in Python using pandas, scikit-learn, and NLTK, enabling a complete data processing pipeline from preprocessing to model evaluation.

The study highlights the effectiveness of classical algorithms when applied to well-prepared corpora and identifies promising directions for future research, including the use of deep learning architectures (BERT, Transformers), ensemble methods, and model localization for different linguistic subsystems. The proposed methodology offers practical value for digital libraries, online book markets, and educational platforms.

Ներկայացվել է 01. 10. 2025 թ.
Գրախոսվել է 07. 10. 2025 թ.
Ընդունվել է տպագրության 26. 11. 2025 թ.

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

МАТЕМАТИКА

MATHEMATICS

Դիֆերենցիալ հավասարումների թվային ինտեգրման մի մեթոդի մասին

*Սահակյան Ռոբերտ,
Ենոքյան Ռոբերտ*

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-95>

Հանգուցային բառեր. տարբերական հավասարումներ, հաշվարկային ցանց, ուղիղ ընթացք, հետադարձ ընթացք, կոռեկտություն, հավասարումների համակարգ

Նախաբան

Ինչպես սովորական, այնպես էլ մասնական ածանցյալներով գծային և քվադր-գծային դիֆերենցիալ հավասարումների եզրային խնդիրների մոտավոր ինտեգրման տարբերական մեթոդները հիմնված են դիֆերենցիալ հավասարումներն իրենց ապ-րոքսիմացնող տարբերական հավասարումների համակարգով փոխարինելու սկզբունքի վրա: Անհայտների արժեքներն այդ դեպքում հաշվվում են կետերի դիսկրետ բազմության վրա, որն անվանում են **հաշվարկային ցանց**: Այդ հաշվարկային ցանցը նշված տարբերական հավասարումների համակարգերի հետ միասին կազմում են տարբերական սխեմա, ընդ որում՝ համակարգի գործակիցները կախված են, անշուշտ, հաշվարկային ցանցի կետերի դասավորությունից:

Տարբերական սխեմաները կարող են լինել երկու էապես տարբեր տիպերի: Նրանցից առաջինը բացահայտ կամ լոկալ սխեմաներն են, որոնք կառուցված են այն-պես, որ անհայտ ֆունկցիայի յուրաքանչյուր արժեք արտահայտվում է արդեն գտած արժեքի միջոցով (տարբերական հավասարումների համակարգի մատրիցը եռանկյուն է): Անբացահայտ սխեմաները, ի տարբերություն բացահայտների, բերում են մեծ թվով հանրահաշվական հավասարումների համակարգեր լուծելու անհրաժեշտությանը: Պարզ է, որ բացահայտ սխեմաները գերադասելի են իրենց պարզությամբ, սակայն դրանք հաճախ անհարմար են դառնում այն սահմանափակությունների պատճառով, որոնք հարկ է լինում դնել հաշվարկային ցանցի քայլերի փոխառնչությունների վրա՝ ըստ տարբեր փոփոխականների: Այդ սահմանափակումներն առաջանում են կայու-նության պահանջի շնորհիվ: Ասվածի ուժով՝ հաշվողական պրակտիկայում առավել հաճախ հարկ է լինում օգտվել անբացահայտ սխեմաներից:

Տարբերական սխեմաներին համապատասխանող հավասարումների համակար-գերը սովորաբար լինում են հատուկ տեսքի (նրանց մատրիցները պարունակում են շատ զրոներ), և դա հաճախ թույլատրում է նշել նրանց լուծման համեմատաբար պարզ մեթոդներ, որոնցից մեկի էությունը պարզաբանենք համեմատաբար պարզ օրինակ-ների դիտարկումով: Այդ դիտարկումները կանենք գծային հավասարումների համար, որոնք դժվար չէ տեղափոխել քվադրգծային հավասարումների դեպքի վրա:

Սովորական դիֆերենցիալ հավասարումներ

Դիտարկենք հետևյալ դիֆերենցիալ հավասարումը՝

$$y'' = p(x)y + f(x), \quad (1)$$

որտեղ $p(x) > 0$, հետևյալ եզրային պայմաններով՝

$$y' = \alpha_0 y + \beta_0 \Big|_{x=0} = 0 \quad \text{ա)} \quad (2)$$

$$y' = \psi_0 y + \omega_0 \Big|_{x=2} = 0 \quad \text{բ)}$$

Այս եզրային խնդրի լուծման դժվարությունը այն է, որ հնարավոր չէ գտնել $y(x)$ -ը՝ սկսելով ինտեգրալի որևէ ծայրակետից (պայմանները դրա համար չեն բավականացնում): Ուստի սովորաբար դիմում են հետևյալ եղանակին. ժամանակավորապես դեն նետելով աջ եզրային պայմանը և այն փոխարինելով որևէ պայմանով՝ ձախ ծայրակետում (օրինակ $y' = 1 \Big|_{x=0}$), լուծում են ստացված խնդիրը՝ նախնական պայմաններով: Այն է՝ գտնում են (1) հավասարման ինտեգրալային կորը, որը ձախ եզրում բավարարում է հետևյալ առնչություններին.

$$y' = \alpha_0 y + \beta_0 \Big|_{x=0} = 0 \quad (2\text{ա})$$

$$y' \Big|_{x=0} = 1:$$

$y_1(x)$ լուծումը բավարարում է (1) դիֆերենցիալ հավասարմանը և (2ա) ձախ եզրային պայմանին, բայց չի բավարարում (2բ) աջ եզրային պայմանին: Այդ լուծումը շտկելու համար ավելացնենք $y_2(x)$ երկրորդ ինտեգրալային կորը, որը բավարարում է

$$y'' = p(x)y, \quad (1')$$

համասեռ դիֆերենցիալ հավասարմանը և հետևյալ նախնական պայմաններին ձախ եզրում.

$$y' = \alpha_0 y \Big|_{x=0} = 0 \quad (2'\text{ա})$$

$$y' \Big|_{x=0} = 1:$$

Այս առնչություններից առաջինը համասեռ եզրային պայման է, որը համապատասխանում է (2ա)-ին:

Հարկավոր ինտեգրալային կորը կստացվի հետևյալ գծային կոմբինացիայի տեսքով.

$$y(x) = y_1(x) + \mu y_2(x), \quad (3)$$

որտեղ μ գործակիցը ընտրում ենք այնպես, որ բավարարվի (2բ) պայմանը՝ աջ եզրում:

Նկարագրված եղանակի անհարմարությունը այն է, որ այն հանգեցնում է ճշգրտության կտրուկ կորստի, քանի որ (1) հավասարման լուծման մեջ է մտնում ֆունկցիա, որը x -ի աճման հետ աճում է էքսպոնենցիալ օրենքով, ուստի (3) գծային կոմբինացիան յուրաքանչյուր կետում ($x = 0$ կետից բավականաչափ հեռու) իրենից կներկայացնի երկու մեծ թվերի տարբերություն: Այդ էֆեկտը հատկապես կտրուկ

* Պարզության համար սահմանափակվենք եզրային պայմանների այս տեսքով, չնայած կարելի էր չենթադրել, որ նրանք լուծված են y' -ի նկատմամբ: Ավելին, նրանցից մեկը (օրինակ, աջը) կարելի էր տալ ոչ գծային. $\varphi(y, y') \Big|_{x=0} = 0$:

կարտահայտվի, երբ $A = \sqrt{l \int_0^l p(x) dx}$ մեծությունը 1-ի համեմատությամբ մեծ է (ավագ ածանցյալին առընթեր փոքր պարամետրի դեպքը):

Այսպես, օրինակ, եթե $p(x) = 1$, $l = 10$, ապա $A = 10$: Այս դեպքում (1) համասեռ հավասարման ընդհանուր լուծումն ունի

$$C_1 e^x + C_2 e^{-x}$$

տեսքը և նրա առանձին գումարելիին $[0, l]$ հատվածի վրա աճում է $e^{10} \approx 2,2 \cdot 10^4 (< 10^5)$ անգամ: Նշանակում է, ճշգրտությունը պահպանելու համար պետք է ունենալ պահուստային 5 նիշ:

Առաջարկվող մեթոդը զերծ է նշված թերությունից, ուստի կարող է հաջողությամբ կիրառվել հաշվողական պրակտիկայում: Այն հիմնված է հետևյալ դրույթների վրա.

(2ա) ձախ եզրային պայմանը (1) հավասարման ընդհանուր լուծումից անջատում է մեկ պարամետրից կախված ինտեգրալային կորերի ընտանիք: Դրանով իսկ $[0, l]$ հատվածի յուրաքանչյուր կետում $y(x)$ և $y'(x)$ -ի միջև առաջնում է գծային առնչություն.

$$y'(x) = \alpha(x)y(x) + \beta(x), \quad (4)$$

որտեղ $\alpha(x)$ և $\beta(x)$ -ը միարժեքորեն որոշվում են (1) հավասարումով և (2ա) ձախ եզրային պայմանով: Այսպիսով, եզրային պայմանը տարածվում է ելակետային ինտերվալի բոլոր կետերում: Եզրային պայմանի այդ տարածումն անվանենք **ուղիղ ընթացք** (прямая прогонка):

Ցույց տանք, որ $\alpha(x)$ և $\beta(x)$ ֆունկցիաները, որոնք իրագործում են ուղիղ ընթացք, որոշվում են առաջին կարգի հետևյալ դիֆերենցիալ հավասարումներից.

$$\alpha' + \alpha^2 = p(x), \quad (5)$$

$$\beta' + \beta\alpha = f(x): \quad (6)$$

Նախնական պայմաններն ակնհայտորեն կլինեն $\alpha(0) = \alpha_0$, $\beta(0) = \beta_0$:

Իրոք, (4)-ի ածանցումից կունենանք.

$$\begin{aligned} y'' &= \alpha' \cdot y(x) + \alpha \cdot y'(x) + \beta' = \alpha' \cdot y(x) + \alpha \cdot (\alpha \cdot y(x) + \beta) + \beta' = \\ &= (\alpha' + \alpha^2) \cdot y(x) + (\alpha\beta + \beta'), \end{aligned}$$

որը, համեմատելով (1)-ի հետ, կստանանք (5) և (6) հավասարությունները:

Սրանով իրագործվում է ուղիղ ընթացք և $x = l$ կետում ստացվում է նոր եզրային պայման, որը տարածվում է $x = 0$ կետից: Վերջինս, աջ եզրում տրված (2բ) պայմանի հետ, հնարավորություն է տալիս գտնել $y(l)$ -ը: Հետևաբար, $y(l) = y_l$ -ը կգտնենք հավասարումների հետևյալ համակարգից.

$$\begin{aligned} y' &= \psi_0 y + \omega_0 \Big|_{x=l} = l \\ y'(l) &= \alpha(l)y(l) + \beta(l): \end{aligned} \quad (2բ)$$

Այժմ կարելի էր գտնել $y(x)$ -ը՝ լուծելով խնդիրը (1) հավասարման համար հետևյալ նախնական պայմաններով.

$$y(l) = y_l, y' = \psi_0 y + \omega_0 \Big|_{x=l}:$$

Սակայն դա կհանգեցնեք ճշգրտության կտրուկ կորստի՝ վերը նշված պատճառով ($y'' = p(x)y$ հավասարման էքսպոնենցիալ օրենքով աճող լուծման առկայությունը): Նկատենք, որ $y(x)$ -ի որոշման համար այժմ արդեն անհրաժեշտություն չկա լուծել (1) ելակետային դիֆերենցիալ հավասարումը, քանի որ այդ նպատակով կարելի է օգտվել

առավել պարզ (4) հավասարումից, որը հայտնի $\alpha(x)$ և $\beta(x)$ -ի դեպքում առաջին կարգի գծային հավասարում է, և $y(l) = y_l$ նախնական պայմանից, ու ստանալ $y(x)$ -ը ($0 \leq x \leq l$), որը կանվանենք **հետադարձ ընթացք** (обратная прогонка):

Այժմ զբաղվենք նկարագրված մեթոդի կոռեկտության հիմնավորումով, այսինքն՝ ցույց տանք, որ այն չի հանգեցնում ճշգրտության կորստի՝ նույնիսկ $A = \sqrt{l \int_0^l p(x) dx}$ -ի մեծ արժեքների դեպքում:

Պարզության համար՝ բոլոր ենթադրություններն անենք, ընդունելով, որ (1) հավասարման $p(x)$ գործակիցը հաստատուն է.

$$p(x) = \gamma^2: \quad (7)$$

Այդ դեպքում (5) հավասարման լուծումը կարող ենք գրել բացահայտ տեսքով.

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \gamma \operatorname{th} \left(\gamma x + \frac{1}{2} \ln \frac{\gamma + \alpha_0}{\gamma - \alpha_0} \right), & (|\alpha_0| < \gamma) & \text{ա)} \\ \alpha &= \gamma \operatorname{cth} \left(\gamma x + \frac{1}{2} \ln \frac{\gamma + \alpha_0}{\alpha_0 - \gamma} \right), & (|\alpha_0| > \gamma) & \text{բ)} \\ \alpha &= \alpha_0, & (|\alpha_0| = \gamma) & \text{գ)} \end{aligned} \right\}, \quad (8)$$

Այսպիսով, վերը նշված պրոցեսը հանգում է (5), (6) և (4) երեք հավասարումների հաջորդաբար լուծմանը, ընդ որում՝ նախնական պայմանները առաջին երկուսի համար տրվում են ձախ եզրում, երրորդի համար՝ աջ եզրում: Նշենք նաև, որ α -ն (6) և (4) հավասարումների մեջ մտնում է հակադիր նշաններով, և այդ հավասարումների համար նախնական պայմանները տրվում են հակադիր ծայրակետերում: Ստորև կհամոզվենք, որ այդ փաստը վճռորոշ է ընթացքի կոռեկտությունը հիմնավորելիս:

Նախ ընդունենք $\alpha_0 > 0$: Այդ դեպքում (5) հավասարման լուծումից կհետևի (տե՛ս (8)-ը)

$$\alpha(x) > 0$$

$[0, l]$ ողջ հատվածի վրա:

Ցույց տանք, որ (6) հավասարման լուծման դեպքում ճշգրտությունը չի կորչում: (6)-ը առաջին կարգի գծային հավասարում է, ընդ որում՝ որոնելի ֆունկցիայի գործակիցը հավասար է $\alpha > 0$, ուստի համապատասխան համասեռ հավասարման լուծումը x -ի աճմանը զուգընթաց նվազում է: Բայց նախնական պայմանն այդ հավասարման համար տրվում է ձախ եզրում՝ $\beta(0) = \beta_0$, ուստի սխալը նրա լուծման դեպքում մարում է:

(4) հավասարումը նույնպես առաջին կարգի գծային հավասարում է, ընդ որում՝ համապատասխան համասեռ հավասարման գործակիցը՝ $-\alpha < 0$ և նրա լուծումը նվազում է x -ի նվազմանը զուգընթաց: Նախնական պայմանը տրվում է ոչ թե ձախ, այլ աջ եզրում՝ $y(l) = y_l$, ուստի այս դեպքում ևս ճշգրտությունը չի կորչում:

Մնում է պարզել, չի՞ կորչում արդյոք ճշգրտությունը (5) հավասարման լուծման դեպքում:

Ենթադրենք, որ $\alpha(0) = \alpha_0$ նախնական պայմանի մեջ (ձախ եզրում) թույլ է տրվել ε_0 սխալ: Այդ $\varepsilon(x)$ սխալի պատճառով առաջացած մեծությունը բարձր կարգի անվերջ փոքրերի ճշտությամբ բավարարում է այն հավասարմանը, որն ստացվում է (5) հավասարման վարիացիայից.

$$\varepsilon' + 2\alpha\varepsilon = 0: \quad (9)$$

(9) հավասարման գործակիցը $2\alpha > 0$, իսկ նախնական պայմանը տրվում է ձախ ծայրում, և մենք ունենում ենք նույն պայմանները, ինչը ունենիք (6) հավասարման դեպքում:

Այն ենթադրությունը, որ $p(x) = \gamma^2 = \text{const}$, մենք օգտագործեցինք միայն մեկ հարցում, այն է՝ օգտվելով (5) հավասարման լուծման բացահայտ տեսքից, եզրակացրեցինք, որ

(ա) եթե $\alpha(0) = \alpha_0 > 0$, ապա $\alpha(x) > 0$ բոլոր $x \geq 0$ համար: Նշանակում է նախորդ բոլոր դատողությունները կապահպանեն իրենց ուժը նաև $p(x) > 0$ փոփոխականի համար, եթե միայն ապացուցվի (ա) պնդումը:

(5) հավասարման հետ միաժամանակ դիտարկենք հետևյալ համակարգը.

$$\left. \begin{aligned} u' &= -p(x)v \\ v' &= -u \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Ինչպես հայտնի է, այդ լուծումը գոյություն ունի և անընդհատ է ողջ թվային առանցքի վրա: Դիցուք այդ համակարգի լուծումներն են $u(x)$ և $v(x)$ -ը, որոնք բավարարում են հետևյալ նախնական պայմաններին.

$$u(0) = \alpha_0, v(0) = -1:$$

Ցույց տանք, որ (5) հավասարման լուծումը՝ $\alpha(0) = \alpha_0$ նախնական պայմանով, արտահայտվում է $u(x)$ և $v(x)$ ֆունկցիաների միջոցով՝ հետևյալ կերպ.

$$\alpha(x) = -\frac{u(x)}{v(x)}: \quad (11)$$

Իրոք, ածանցելով (11)-ը և նրա մեջ տեղադրելով u' -ի և v' -ի արտահայտությունները (10)-ից, կստանանք.

$$\alpha' = -\frac{u'v - v'u}{v^2} = -\frac{-pv^2 + u^2}{v^2} = p - \left(\frac{u}{v}\right)^2 = p - \alpha^2:$$

Հետևաբար, $\alpha(x) = -\frac{u(x)}{v(x)}$ ը բավարարում է (5) հավասարմանը: $\alpha(0) = \alpha_0$ նախնական պայմանը ևս ակնհայտորեն կատարվում է: Այսպիսով, (ա) պնդումը ապացուցված կլինի, եթե ապացուցենք, որ $u(x)$ և $v(x)$ ֆունկցիաները դրական են $0 \leq x < +\infty$ ողջ կիսաառանցքի վրա: Ենթադրենք հակառակը՝ որևէ $x_0 > 0$ կետում $u(x)$ և $v(x)$ ֆունկցիաներից որևէ մեկը դառնում է զրո: Որոշակիության համար ենթադրենք, որ $u(x_0) = 0$ (միաժամանակ չի կարող լինել $v(x_0) = 0$, քանի որ այդ դեպքում (10) համակարգի դիտարկվող լուծումը նույնաբար հավասար կլիներ զրոյի): Քանի որ $u(0) = \alpha_0 > 0$, ապա $u(x) > 0$ ողջ $0 \leq x \leq x_0$ ինտերվալում, ուստի $u'(x_0) \leq 0$: Մյուս կողմից, (10) համակարգի առաջին հավասարման ուժով

$$u'(x_0) = -p(x_0) \cdot v(x_0),$$

ընդ որում $-v(x_0) > 0$, քանի որ $v(0) = -1$ և x_0 -ն առաջին կետն է, որտեղ $u(x)$ -ը դառնում է 0, իսկ $p(x)$ -ը ամենուրեք դրական է: Հետևաբար, $u'(x_0) > 0$: Ստացված հակասությունն ապացուցում է մեր պնդումը:

Այսպիսով, $\alpha_0 > 0$ դեպքում ընթացքի **մեթոդը** կոռեկտ է:

Նկատենք, որ (ա) պնդումն իրավացի է նաև հետևյալ տեսքով. $\alpha(x_0) > 0$ դեպքում $\alpha(x) > 0, \forall x \geq x_0$ համար:

Դիցուք այժմ $\alpha_0 < 0$ և գործակիցը՝ $p(x) = \gamma^2 = \text{const}$: Ցույց տանք, որ այս դեպքում ևս ընթացքը կոռեկտ է, եթե միայն $|\alpha_0|$ -ն γ -ի համեմատությամբ փոքր է (բավականաչափ մեծ α_0 -ի դեպքում՝ $|\alpha_0| > \gamma$ ընթացքը կորցնում է կայունությունը):

(4) հավասարման ընդհանուր լուծումից $|\alpha_0| < \gamma$ դեպքում

$$\alpha = \gamma \operatorname{th} \left(\gamma x + \frac{1}{2} \ln \frac{\gamma + \alpha_0}{\gamma - \alpha_0} \right)$$

երևում է, որ α -ն իր նշանը կարող է փոխել միայն $x = x_0 > 0$ միակ կետում: Այդ կետից աջ ամենուրեք $\alpha(x) > 0$, ուստի ընթացքի դեպքում սխալը աճում է միայն $[0, x_0]$ հատվածում:

Պարզենք, թե $\varepsilon(x)$ սխալը քանի անգամ կաճի (5) հավասարման լուծման դեպքում: Քանի որ $\varepsilon(x)$ -ը բավարարում է (9) հավասարմանը՝ բարձր կարգի անվերջ փոքրերի ճշտությամբ, ապա $\varepsilon(x)$ -ը $[0, x_0]$ հատվածում կաճի

$$\Delta = e^{-2 \int_0^{x_0} \alpha dx} \quad (12)$$

անգամ: (Եթե $x_0 > l$, ապա $\varepsilon(x)$ -ը կլինի աճող ողջ $[0, l]$ հատվածում, բայց այդ աճը փոքր է Δ -ից):

Հաշվենք Δ -ի արժեքը: (8 ա)-ի համաձայն

$$\alpha = \gamma \operatorname{th} \left(\gamma x + \frac{1}{2} \ln \frac{\gamma + \alpha_0}{\gamma - \alpha_0} \right)$$

և, հետևաբար,

$$x_0 = -\frac{1}{2\gamma} \ln \frac{\gamma + \alpha_0}{\gamma - \alpha_0},$$

որտեղից

$$\begin{aligned} \int_0^{x_0} \alpha dx &= \int_0^{x_0} \gamma \operatorname{th} \left(\gamma x + \frac{1}{2} \ln \frac{\gamma + \alpha_0}{\gamma - \alpha_0} \right) dx = \ln \operatorname{ch} \left(\gamma x + \frac{1}{2} \ln \frac{\gamma + \alpha_0}{\gamma - \alpha_0} \right) \Big|_0^{x_0} = \\ &= \ln \operatorname{ch} \left(\frac{1}{2} \ln \frac{\gamma + \alpha_0}{\gamma - \alpha_0} \right) = -\ln \frac{\gamma}{\sqrt{\gamma^2 - \alpha_0^2}}, \end{aligned}$$

հետևաբար

$$\Delta = e^{-2 \int_0^{x_0} \alpha dx} = e^{2 \ln \frac{\gamma}{\sqrt{\gamma^2 - \alpha_0^2}}} = \frac{\gamma^2}{\gamma^2 - \alpha_0^2},$$

կամ այլ կերպ՝

$$\Delta = \frac{1}{1 - \left(\frac{\alpha_0}{\gamma} \right)^2}, \quad (|\alpha_0| < \gamma): \quad (13)$$

Այսպիսով, Δ -ն մեծ է, երբ $|\alpha_0| \sim \gamma$: Նկատենք նաև, որ (6) և (4) հավասարումների լուծման դեպքում սխալի աճը կարող է միայն փոքր լինել $\Delta = e^{-2 \int_0^{x_0} \alpha dx}$ -ից, քանի որ այստեղ այդ աճը որոշվում է $\Delta_1 = e^{-\int_0^{x_0} \alpha dx}$ մեծության արժեքով:

(13) առնչությունից կարող ենք գնահատել Δ -ն $|\alpha_0| \sim \gamma$ դեպքում: Այսպես, եթե $\alpha_0 = -0,95\gamma$, ապա (13)-ի համաձայն $\Delta = \frac{1}{1 - (0,95)^2} \approx 10$: Նշանակում է, նույնիսկ α_0 և γ -ի այդքան անբարենպաստ առնչության դեպքում սխալն աճում է ընդամենը 10 անգամ: Այդ դեպքում հաշվումները բավական է տանել երկու պահուստային նիշերով. մեկ նիշը կորչում է ուղիղ ընթացքի դեպքում, մյուսը՝ հետադարձ:

Այսպիսով, $p(x) = \gamma^2 = \text{const}$ ենթադրությամբ մենք ցույց տվեցինք, որ բացասական α_0 -ների համար, երբ $|\alpha_0|$ -ն էապես փոքր է γ -ից, ընթացքը կայուն է:

Այժմ դիտարկենք փոփոխական $p(x)$ -ի և բացասական α_0 -ի դեպքը: Ապացուցենք, որ այս դեպքում ընթացքը կոռեկտ է, եթե միայն $|\alpha_0|^2$ -ն փոքր է $\frac{1}{2} \ln p(x)$ -ի համեմատությամբ:

Նշանակենք $\inf p(x) = p_0$: Ինչպես և հաստատուն $p(x) = \gamma^2$ դեպքում, ընթացքի կոռեկտությունը կորչում է այն դեպքում, երբ մեծ է $\Delta(x) = e^{-2 \int_0^x \alpha dx}$ մեծության մաքսիմալ արժեքը, որտեղ $\alpha(x)$ -ը (5) հավասարման լուծումն է՝ $\alpha(0) = \alpha_0$ նախնական պայմանով:

Իրոք, վերևում ցույց տվեցինք, որ հենց $\Delta(x)$ մեծությունն է որոշում սխալի աճը ընթացքի դեպքում: Նշանակում է, մեզ մնում է ցույց տալ, որ $\Delta(x)$ -ը մնում է փոքր: Դրա համար դիմենք (10) համակարգին: $\alpha(x)$ -ը որոշվում էր (11) հավասարությունով՝ $\alpha(x) = -\frac{u(x)}{v(x)}$, որտեղ (10) համակարգի լուծումներն $u(x)$ և $v(x)$ -ը բավարարում են $u(0) = -\alpha_0$, $v_0 = 1$ նախնական պայմաններին: Քանի որ (10)-ի երկրորդ հավասարման ուժով $u(x) = -v'(x)$, ապա օգտվելով (11) հավասարությունից՝ կարելի է ձևափոխել $\Delta(x)$ -ը.

$$\Delta(x) = e^{-2 \int_0^x \alpha dx} = e^{2 \int_0^x \frac{u(x)}{v(x)} dx} = e^{-2 \int_0^x \frac{v'(x)}{v(x)} dx} = e^{-2 \ln v(x)|_0^x} = e^{\ln \left(\frac{v(0)}{v(x)}\right)^{-2}} = \left(\frac{v(0)}{v(x)}\right)^2:$$

Քանի որ (10) համակարգի նախնական պայմանների համաձայն $v_0 = 1$, ապա

$$\Delta(x) = \frac{1}{[v(x)]^2}: \quad (14)$$

Այսպիսով, ընթացքի կոռեկտության հարցը հանգում է $v(x)$ ֆունկցիայի ուսումնասիրությանը: Նախ ցույց տանք, որ երբ

$$|\alpha_0|^2 < \frac{1}{2} \inf p(x) = \frac{1}{2} p_0, \quad (15)$$

ապա $v(x)$ ֆունկցիան՝

1°. դրական է ողջ $x \geq 0$ կիսառանցքի վրա (հետագայում առավել հարմար է համարել, որ $\alpha(x)$, $u(x)$ և $v(x)$ ֆունկցիաները որոշված են բոլոր $x \geq 0$ համար: Նրանց նախորոշման համար բավական է նախորոշել $p(x)$ -ը՝ $x > l$ դեպքում, ընդունելով, օրինակ, այս դեպքում $p(x) = p(l)$),

2°. ունի միակ մինիմում՝ x_0 կետում:

Իրոք, (5) հավասարումից ունենք $\alpha' = p(x) - \alpha^2$: (15) պայմանի ուժով ամենուրեք $|\alpha| \leq |\alpha_0|$ շերտում հավասարման ուղղությունների դաշտը դրական է և բավարարում է հետևյալ անհավասարությանը.

$$\alpha' \geq p_0 - |\alpha|^2 > 2|\alpha_0|^2 - |\alpha_0|^2 = |\alpha_0|^2: \quad (16)$$

Հետևաբար, (5) հավասարման ինտեգրալային կորը x -ի աճման դեպքում կարող է այդ շերտից դուրս գալ միայն նրա $\alpha = |\alpha_0|$ վերին եզրով:

Դա վերաբերում է նաև մեզ հետաքրքրող ինտեգրալային կորին, որի համար $\alpha(0) = \alpha_0 < 0$: Ավելին, (16)-ի ուժով բոլոր այն x -երի համար, որոնց դեպքում այդ ինտեգրալային կորը դեռ ընկած է այդ շերտի ներքը, տեղի ունի հետևյալ անհավասարությունը.

$$\alpha(x) \geq \alpha_0 + |\alpha_0|^2 x:$$

Հետևաբար, $\alpha(x)$ -ը որևէ $x_0 > 0$ կետում կդառնա զրո, ընդ որում՝ $x_0 \leq \frac{1}{|\alpha_0|}$ և նրանից աջ կդառնա դրական:

Մենք ապացուցել ենք հետևյալ (ա₁) պնդումը.

Եթե $\alpha(x_0) > 0$, ապա $\alpha(x) > 0$ բոլոր $x > x_0$ համար:

Այսպիսով, $\alpha(x)$ ֆունկցիան, որը $x = 0$ համար բացասական է, աճում է, $x = x_0$

դեպքում անցնում է զրոյի վրայով և այնուհետև մնում է դրական: Քանի որ $\alpha = -\frac{u(x)}{v(x)}$, ապա $u(x)$ -ը դառնում է 0 և փոխում է նշանը $x = x_0$ դեպքում, իսկ $v(x)$ -ը նշանը չի փոխում: Մյուս կողմից, $u(x)$ -ն ու $v(x)$ -ը (10)-ի լուծումներն են, որոնք բավարարում են $u(x_0) = -\alpha_0$, $v(0) = 1$ նախնական պայմաններին, ուստի $v(x) > 0$ բոլոր $x \geq 0$ համար:

Ինչ վերաբերում է $u(x)$ ֆունկցիային, ապա այն դրական է $x < x_0$ դեպքում և բացասական՝ $x > x_0$ դեպքում: Իսկ քանի որ $v' = -u$, ապա x_0 կետից ձախ $v(x)$ -ը ամենուրեք նվազում է, իսկ այդ կետից աջ աճում է: Այսպիսով, $v(x)$ -ն ունի միակ միևնույն $x = x_0$ կետում:

Քանի որ սխալի աճը ընթացքի դեպքում որոշվում է (14) հավասարությունով, ապա բոլոր դեպքերում

$$\Delta(x) \leq \frac{1}{v^2(x_0)}: \quad (14')$$

Այսպիսով, մեզ մնում է գնահատել $v(x_0)$ արժեքը: Դրա համար ճշտենք այն x_0 արժեքը, որի համար տեղի ունի հետևյալ անհավասարությունը.

$$x_0 \leq \frac{1}{|\alpha_0|}: \quad (17)$$

(10) համակարգի ուժով և $u(0) = -\alpha_0$, $v(0) = 1$ նախնական պայմանների դեպքում կունենանք

$$u(x) = |\alpha_0| - \int_0^x p(x)v(x) dx, \quad (18)$$

$$v(x) = 1 - \int_0^x u(x) dx: \quad (19)$$

$0 \leq x \leq x_0$ հատվածի վրա ամենուրեք $u(x)$ և $v(x)$ ֆունկցիաները դրական են և նվազում են ($u' = -p \cdot v(x) < 0$, $v' = -u < 0$), ուստի (19)-ից կգտնենք

$$v(x) \geq 1 - u(0) \int_0^x dx = 1 - u(0)x, \quad (0 \leq x \leq x_0)$$

իսկ քանի որ $u(0) = -\alpha_0 = |\alpha_0|$, ապա

$$v(x) \geq 1 - |\alpha_0|x, \quad (0 \leq x \leq x_0): \quad (20)$$

Մյուս կողմից, քանի որ $p(x) \geq p_0$, կարող ենք (19) և (20)-ից ստանալ (v -ն մոնոտոն նվազում է ($0 \leq x \leq x_0$) դեպքում)

$$u(x) \geq |\alpha_0| - p_0 \int_0^x 1 - |\alpha_0|x dx = |\alpha_0| - p_0 \left(x - |\alpha_0| \frac{x^2}{2} \right), \quad 0 \leq x \leq x_0:$$

Մասնավորապես, քանի որ $u(x_0) = 0$, ապա վերջին անհավասարությունում ընդունելով $x = x_0$, կունենանք

$$|\alpha_0| + p_0 |\alpha_0| \frac{v_0^2}{2} - p_0 x_0 \geq 0,$$

կամ

$$x^2 - \frac{2}{|\alpha_0|} x_0 + \frac{2}{p_0} > 0:$$

Լուծելով այս քառակուսի անհավասարությունը, կգտնենք

$$x_0 \geq \frac{1}{|\alpha_0|} + \sqrt{\frac{1}{\alpha_0^2} - \frac{2}{p_0}}$$

կամ

$$x_0 \leq \frac{1}{|\alpha_0|} - \sqrt{\frac{1}{\alpha_0^2} - \frac{2}{p_0}},$$

իսկ քանի որ ըստ (17)-ի $x_0 \leq \frac{1}{|\alpha_0|}$, ապա

$$x_0 \leq \frac{1}{|\alpha_0|} - \sqrt{\frac{1}{\alpha_0^2} - \frac{2}{p_0}}: \quad (21)$$

$v(x)$ համար ստացված (20) գնահատականի մեջ ընդունելով $x = x_0$, (21)-ի ուժով կունենանք

$$v(x_0) \geq 1 - |\alpha_0| \cdot x_0 \geq 1 - |\alpha_0| \cdot \left(\frac{1}{|\alpha_0|} - \sqrt{\frac{1}{\alpha_0^2} - \frac{2}{p_0}} \right):$$

$$v(x_0) \geq \sqrt{1 - \frac{2|\alpha_0|^2}{p_0}},$$

իսկ քանի որ ընթացքի դեպքում սխալի աճը բավարարում է (14) պայմանին, ապա

$$\Delta(x) \leq \frac{1}{v^2(x_0)} \leq \frac{1}{1 + \frac{2|\alpha_0|^2}{p_0}}:$$

Այսպիսով, մենք ապացուցեցինք ընթացքի կոռեկտությունը α_0 գործակցի ոչ միայն դրական, այլև որոշ բացասական արժեքների համար: α_0 -ի բացասական արժեքների դեպքում ստացանք հետևյալ բավարար պայմանը.

$\alpha_0 < 0$ դեպքում ընթացքը կոռեկտ է, եթե միայն $|\alpha_0|^2$ -ն փոքր է $p_0 = \frac{1}{2} \inf p(x)$ -ի համեմատությամբ ($p(x) = \text{const}$ դեպքում $\frac{1}{2}$ գործակիցը կարելի է դնել նետել):

Նկատենք, որ եթե նույնիսկ այդ պայմանը չի կատարվում, ընթացքը կարող է լինել կոռեկտ՝ հետադարձ ուղղությամբ, այսինքն՝ սկսվել աջ եզրային պայմանից. $y' = \psi_0 \cdot y + \omega_0 \Big|_x = l$, ընդ որում՝ նրա կոռեկտությունն ապահովվում է նույն պայմաններով, բայց ոչ թե ψ_0 -ի, այլ $-\psi_0$ -ի վրա:

Նկարագրված մեթոդը կարող է կիրառվել նաև առաջին կարգի դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգերի նկատմամբ:

Դիտարկենք հետևյալ համակարգը

$$y' = py + f, \quad (22)$$

որտեղ $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ և $f = (f_1, f_2, \dots, f_n)$ -ը n -չափանի վեկտորներ են, իսկ $p(x)$ -ը n -րդ կարգի մատրից է՝

$$\lambda_1(x), \lambda_2(x), \dots, \lambda_n(x) \quad (23)$$

իրական սեփական արժեքներով:

(23) համակարգը դիտարկենք $[0, l]$ վերջավոր հատվածում, ընդ որում ենթադրենք, որ այդ բոլոր սեփական արժեքները նշված միջակայքում պահպանում են

նշանը: Որոշակիության համար ընդունենք, որ k_1 սեփական արժեքները դրական են, իսկ $k_2 = n - k_1$ -ը՝ բացասական:

$[0, l]$ հատվածի ծայրակետերում տրվում են եզրային պայմանները հետևյալ տիպի

$$(\alpha_0, y) \Big| = \beta_0 \Big| \quad (24)$$

որտեղ α_0 -ն n -չափանի վեկտոր է, իսկ β_0 -ն թիվ է: Այդպիսի պայմանները տրվում են n հատ k_1 -ը ձախ ծայրակետում, $k_2 = n - k_1$ -ը՝ աջ (համապատասխանում են դրական և բացասական սեփական արժեքների թվերին):

Դիտարկենք (24) պայմաններից որևէ մեկը՝ տրված, օրինակ, ձախ ծայրակետում: Հատվածի յուրաքանչյուր x կետում կառաջանա $(\alpha(x), y(x)) = \beta(x)$ տեսքի առնչություն: Որպեսզի գտնենք $\alpha(x)$ և $\beta(x)$ ֆունկցիաներով բավարարվող հավասարումները, ածանցենք վերջին հավասարությունը.

$$(\alpha', y) + (\alpha, y') = \beta':$$

Օգտվելով (22) առնչությունից, արտաքսենք y' -ը.

$$(\alpha', y) + (\alpha, py + f) = \beta'$$

կամ

$$(\alpha' + p'\alpha, y) + (\alpha, f) = \beta',$$

որտեղ p' -ը p -ի տրանսպոնացված մատրիցն է:

Այսպիսով, α և β -ի որոշման համար ստանում ենք հետևյալ հավասարումները

$$\alpha' + p'\alpha = 0 \quad (25)$$

$$\beta' = (\alpha, f) \quad (26)$$

$\alpha(0) = \alpha_0$, $\beta(0) = \beta_0$ նախնական պայմաններով: Ունենալով $\alpha(x)$ և $\beta(x)$ -ը՝ կգտնենք $y(x)$ -ը հետևյալ առնչությունից

$$(\alpha(x), y(x)) = \beta(x):$$

Այդպիսի առնչություններ կունենանք եզրային պայմանների n թվով: Ֆիքսված x -ի համար այդ առնչությունները իրենցից կներկայացնեն n թվով հանրահաշվական հավասարումների համակարգ, որի լուծումից էլ կգտնենք $y(x)$ -ը:

Պարզ է, որ նկարագրած եղանակը կոռեկտ է, եթե ձախ եզրային պայմաններից մեկին համապատասխանող յուրաքանչյուր α վեկտոր ընկած է $p'(0)$ մատրիցի դրական սեփական արժեքների ենթատարածությունում, իսկ աջ եզրային պայմաններից մեկին համապատասխանող յուրաքանչյուր α վեկտոր ընկած է $p'(l)$ մատրիցի բացասական սեփական արժեքների ենթատարածությունում:

Իրոք, այս դեպքում (25) հավասարումներից յուրաքանչյուրը ինտեգրվում է լուծման նվազման կողմում:

Ինչ վերաբերում է β -ն որոշելուն, ապա այստեղ $\delta\beta(x)$ սխալը ուղղակիորեն հավասար է $\int_0^x \delta(\alpha, f)dx$ (աջ եզրում պայմանի դեպքում՝ $\int_0^l \delta(\alpha, f)dx$):

Եզրակացություն

Ներկայացված աշխատանքում քննարկվել է երկրորդ կարգի գծային դիֆերենցիալ հավասարումների եզրային խնդիրների թվային ինտեգրման մի մեթոդ, որը հիմնված է ոչ ստանդարտ եզրային պայմաններով խնդիրները տարբերական սխեմաներով լուծելու սկզբունքի վրա: Ավագ ածանցյալին առնթրեք փոքր պարամետրի դեպ-

քում հանգում էինք ճշգրտության կտրուկ կորստի: Առաջարկվող մեթոդը գերծ է այդ թերությունից՝ եզրային պայմանը տարածվում է ելակետային ինտերվալի բոլոր կետերում (ուղիղ ընթացք), ուստի այն կարող է հաջողությամբ կիրառվել հաշվողական պրակտիկայում: Ապացուցվել է նաև ընթացքի կոոեկտությունը: Նկարագրված մեթոդը կիրառելի է նաև առաջին կարգի դիֆերենցիալ հավասարումների համակարգերի նկատմամբ:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-95>

Գրականություն

1. Гельфанд А. В. Приближенное интегрирование системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка. Известия АН, 1938, с. 583-594.
2. Пономарев К. К. Специальный курс высшей математики, глава V, Москва, 1974.
3. Прокуратова О. Н., Пышьева А. В. Метод прогонки решения краевой задачи для ОДУ второго порядка. Наука и современность. Елецкий гос. университет им. И.А.Бунина, 2013.
4. Рихтмайер Р. Д. Разностные методы решения краевых задач, Москва, 1956.

Об одном методе численного интегрирования дифференциальных уравнений

*Саакян Роберт,
Енюкян Роберт*

Резюме

Ключевые слова: *разностные уравнения, расчетная сетка, прямая прогонка, обратная прогонка, корректность, система уравнений*

В работе рассматривается граничная задача линейного дифференциального уравнения, где граничные условия недостаточны для нахождения решения $y(x)$, стартуя с некоторого конца интервала. Поэтому обычно правое граничное условие заменяют некоторым условием на левом конце, находят решение, удовлетворяющее уравнению и левому граничному условию, но не удовлетворяющее правому условию, а затем решение корректируется. Однако этот метод приводит к резкой потере точности.

В предлагаемой работе представлен метод прямой и обратной прогонки, позволяющий избежать накопления вычислительных ошибок. Метод заключается в распространении граничного условия, заданного на левом конце, вдоль всего расчетного интервала, что обеспечивает устойчивость и корректность решения. Доказана корректность метода в частном случае постоянного коэффициента, а также показано, что аналогичные свойства сохраняются и при переменных коэффициентах.

Предложенный алгоритм легко реализуется на компьютере и позволяет получать высокоточные решения при минимальных вычислительных затратах. Метод может быть использован при решении широкого класса линейных и квазилинейных граничных задач, в том числе в задачах теплопроводности, механики сплошной среды и математической физики.

On a Method for the Numerical Integration of Differential Equations

*Sahakyan Robert,
Yenokyan Robert*

Summary

Key words: *difference equations, computational grid, forward sweep, backward sweep, correctness, system of equations*

This paper examines a boundary value problem for a linear differential equation where the boundary conditions are insufficient to determine the solution $y(x)$ starting from one end of the interval. Typically, the right boundary condition is replaced by an auxiliary condition at the left end, and a solution is found that satisfies the equation and the left boundary condition but not the right one; the solution is then adjusted. However, this conventional approach often leads to a significant loss of accuracy.

The proposed study introduces the forward and backward sweep method, which avoids the accumulation of computational errors. The essence of the method lies in propagating the boundary condition, specified at the left end, throughout the computational interval, thus ensuring the stability and correctness of the solution. The correctness of the method is proven for the case of constant coefficients, and it is shown that similar properties hold for variable coefficients as well.

The proposed algorithm is easy to implement computationally and provides highly accurate solutions with minimal computational cost. The method can be applied to a wide range of linear and quasi-linear boundary value problems, including problems of heat conduction, continuum mechanics, and mathematical physics.

Ներկայացվել է	14. 10. 2025 թ.
Գրախոսվել է	03. 11. 2025 թ.
Ընդունվել է տպագրության	26. 11. 2025 թ.

ՄԱՆԿԱՎԱՐԺՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ
ՄԵԹՈԴԻԿԱ

ПЕДАГОГИКА И
МЕТОДИКА

PEDAGOGY AND
METHODOLOGY

Ֆինանսական կրթության կարևորությունը մաթեմատիկայի դասընթացում

Աղաջանյան Լուսինե

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-108>

Հանգուցային բառեր. *կրթություն, ֆինանսական հմտություններ, ուսուցման մեթոդներ, փորձարարական վերլուծություն, ֆինանսական վարք, գնահատում, նորարարական մոտեցումներ*

Նախաբան

21-րդ դարում ֆինանսական գիտելիքներն ու հմտությունները դարձել են յուրաքանչյուր անձի կյանքի անբաժան մասը: Աշխարհը գնալով ավելի է բարդանում ֆինանսական հարաբերությունների տեսանկյունից. մարդիկ առնչվում են վարկերի, ավանդների, ապահովագրության, արժույթային փոխանակումների, առցանց վճարումների և բազմաթիվ այլ գործընթացների հետ: Այս պայմաններում ֆինանսապես գրագետ լինելը ոչ միայն անհատի, այլև ամբողջ հասարակության կայունության և բարեկեցության կարևոր գործոնն է:

Ֆինանսական գրագիտությունը հանդիսանում է ժամանակակից կրթական համակարգի կարևոր բաղադրիչներից մեկը: Մաթեմատիկայի դասերի ընթացքում ֆինանսական խնդիրների ինտեգրումը նպաստում է աշակերտների ոչ միայն տեսական գիտելիքների, այլև գործնական հմտությունների զարգացմանը:

Հետազոտության նպատակն է գնահատել, թե ինչպես է ֆինանսական կրթությունը ազդում դպրոցականների մաթեմատիկական հմտությունների և ֆինանսական գիտելիքների վրա:

Այս հոդվածի **նպատակն** է ցույց տալ, թե որքան կարևոր է դպրոցական մաթեմատիկայի դասընթացներում ֆինանսական կրթության տարրեր ընդգրկելը, ինչպես նաև ներկայացնել ֆինանսական գրագիտության տեսական հիմքերը, մաթեմատիկական դասավանդման մեջ դրա ինտեգրման հնարավորությունները, դպրոցական պրակտիկայում կիրառելի օրինակները և մեթոդական առաջարկություններ ուսուցիչների համար:

Հետազոտության հիմնական խնդիրներն են.

- դպրոցականների ֆինանսական գիտելիքների մակարդակի գնահատում,
- ֆինանսական խնդիրների ինտեգրման մեթոդների մշակում և փորձարկում,
- արդյունավետության գնահատում ուսուցողական գործընթացում:

Հետազոտության **նորույթը** ինտեգրված մոտեցման առաջարկման մեջ է, որը համատեղում է մաթեմատիկական գիտելիքները և ֆինանսական հմտությունները ապահովելով աշակերտների գործնական ուսուցում:

Հետազոտության **արդիականությունը** պայմանավորված է ֆինանսական գրագիտության բարձր պահանջարկով ինչպես Հայաստանում, այնպես էլ աշխարհում, երբ աշակերտների վաղ տարիքից սկսվող կրթությունը կարող է կանխել ապագա ֆինանսական խնդիրները և նպաստել տնտեսական կայունությանը:

Հետազոտության **տեսական նշանակությունը** ֆինանսական կրթության տեսական մոտեցումների և մաթեմատիկայի մեթոդների համադրությունն է, իսկ **գործնական նշանակությունը** այն ուսուցողական մեթոդների և խնդիրների ձևավորումն է,

որոնք անմիջապես կիրառելի են դպրոցական դասաժամերին և նպաստում են աշակերտների ֆինանսական գիտելիքների զարգացմանը:

Ֆինանսական գրագիտության հասկացությունը և դերը դպրոցում

Ֆինանսական գրագիտությունը սովորաբար սահմանվում է որպես գիտելիքների, հմտությունների և վերաբերմունքի այն համակցությունը, որը հնարավորություն է տալիս անհատին կայացնել տեղեկացված և արդյունավետ որոշումներ իր ֆինանսների կառավարման գործում [1]: Այս հասկացությունը ընդգրկում է ոչ միայն մաթեմատիկական հաշվարկների ունակությունը, այլև դրանց գիտակցված կիրառումը առօրյա կյանքում: Աշակերտների համար ֆինանսական գրագիտությունը ենթադրում է գումարի արժեքի ըմբռնում, եկամուտների և ծախսերի տարբերակման կարողություն, խնայողությունների և ներդրումների կարևորության գիտակցում, ինչպես նաև ֆինանսական ծառայությունների ճիշտ ընտրություն՝ օրինակ՝ ավանդներ, վարկեր, ապահովագրություն և, առավել կարևորը, ֆինանսական սխալներից և մանիպուլյացիաներից խուսափելու հմտություն:

Դպրոցական տարիքում ձևավորվում են այն հիմնական սովորությունները, որոնք ուղեկցում են մարդուն ողջ կյանքի ընթացքում: Եթե աշակերտը սովորում է ճիշտ պլանավորել իր ծախսերը, գնահատել տարբերակները և ընտրել ամենաարդյունավետ լուծումը, ապա մեծանալով նա ավելի ինքնուրույն և կայուն կլինի ֆինանսական որոշումների կայացման գործում: Ֆինանսական կրթությունը նպաստում է նաև այլ կարևոր հմտությունների զարգացմանը, որոնք անմիջապես առնչվում են դպրոցականների ինտելեկտուալ և սոցիալական աճին. թվաբանական և տրամաբանական մտածողությունը զարգանում է իրական օրինակների միջոցով՝ հաշվելու, համեմատելու և եզրակացնելու պրակտիկ գործողությունների ընթացքում, իսկ կրիտիկական մտածողությունը ձևավորվում է ֆինանսական իրավիճակների վերլուծության և տարբերակների կշռադատման միջոցով [3]: Աշակերտները սովորում են պատասխանատվություն ստանձնել իրենց ընտրած լուծումների համար՝ օրինակ, սեփական բյուջեի պլանավորման կամ «գումարի խաղարկային բյուջեի» միջոցով, և զարգացնում են համագործակցության հմտություններ՝ խմբային առաջադրանքների ընթացքում միասին քննարկելու և որոշումներ կայացնելու գործընթացում:

Հայաստանում վերջին տարիներին ևս ավելի շատ է ուշադրություն դարձվում ֆինանսական գրագիտության ուսուցման կարևորությանը: ՀՀ ԿԳՄՍ նախարարությունը և Կենտրոնական բանկը իրականացնում են ծրագրեր, որոնք ուղղված են դպրոցներում ֆինանսական կրթության տարրերի ներդրմանը: Օրինակ՝ կազմակերպվում են հատուկ դասընթացներ ուսուցիչների համար, մշակվում մեթոդական ձեռնարկներ, անցկացվում աշակերտական մրցույթներ և սեմինարներ: Միջազգային փորձը նույնպես վկայում է, որ ֆինանսական կրթությունը կարելի է հաջողությամբ ինտեգրել տարբեր ձևերով. որոշ երկրներում այն դասավանդվում է առանձին առարկայի միջոցով, շատ դեպքերում ֆինանսական թեմաները ներառվում են մաթեմատիկայի և հասարակագիտական առարկաների դասագրքերում, իսկ որոշ երկրներում կիրառվում են արտադասարանային գործունեության ձևեր՝ ֆինանսական խաղեր, սեմինարներ և նախագծային աշխատանքներ [4]:

Ֆինանսական կրթության արդյունավետությունը մեծապես կախված է աշակերտների տարիքից և ընկալման մակարդակից: Սկզբնական դասարաններում կիրառելի են պարզ խաղեր, ինչպիսիք են «խանութ խաղալը», «գումար հաշվելը» կամ «խնա-

յատուփի կառավարումը», որոնք թույլ են տալիս փոքրիկ աշակերտներին ձեռք բերել առաջնային ֆինանսական հմտություններ: Միջին դպրոցում արդեն կարելի է ներկայացնել բարդացված խնդիրներ՝ տոկոսների հաշվարկ, գեղչերի հաշվարկ և ընտանեկան բյուջեի կազմություն, իսկ ավագ դպրոցում աշակերտներին առաջարկվում են բարդ առաջադրանքներ՝ վարկային պայմանների համեմատություն, ներդրումների մոդելավորում և ռիսկերի գնահատում [5]: Այս աստիճանաբար համալրվող մոտեցումը թույլ է տալիս աշակերտին զարգացնել ոչ միայն մաթեմատիկական հմտություններ, այլև կառուցել ամբողջական ֆինանսական մտածողություն, որը կենսականորեն անհրաժեշտ է իր ապագա կյանքի համար:

Ֆինանսական թեմաների ներառում մաթեմատիկայի դասերին

Մաթեմատիկայի դասընթացը հանդիսանում է այն հարթակը, որտեղ աշակերտները ոչ միայն տիրապետում են թվաբանական հմտություններին, այլև սովորում են կիրառել դրանք իրական կյանքի իրավիճակներում: Ֆինանսական կրթության ներդրումը մաթեմատիկայի դասերում նպաստում է այնպիսի գիտելիքների ձեռքբերման, որոնք անմիջապես օգտակար են առօրյա ֆինանսական որոշումների համար:

Տոկոսները և տոկոսադրույքները դպրոցական մաթեմատիկայում սովորաբար ներկայացվում են որպես թվաբանական և գործնական խնդիրներ: Աշակերտները միջին դպրոցում սովորում են գտնել թվի տոկոսը, գնահատել աճի կամ նվազման հարաբերակցությունը: Մակայն այս գիտելիքները առավել արդյունավետ են դառնում, երբ դրանք կիրառվում են իրական ֆինանսական իրավիճակներում: Օրինակ, բանկային ավանդների հաշվարկ, վարկերի տոկոսային վճարումներ կամ խանութներում գեղչերի հաշվարկ: Այսպիսի խնդիրների միջոցով աշակերտները ոչ միայն ամրապնդում են տոկոսների հաշվարկի հմտությունները, այլև հասկանում են դրա կիրառությունը անձնական ֆինանսների կառավարման մեջ:

Համամասնություններն ու հարաբերությունները ևս ֆինանսական իրավիճակներում լայն տարածում ունեն [10]: Մաթեմատիկայի դասերի ընթացքում աշակերտները սովորում են լուծել խնդիրներ, որոնք ցույց են տալիս արժեքների փոխհարաբերությունը և բաշխման կանոնները: Օրինակ, արժույթային փոխանակման խնդիրը սովորեցնում է հաշվարկել տարբեր արժույթների փոխարժեքը, ընտանեկան բյուջեի բաշխումը ցույց է տալիս ծախսերի ճիշտ կազմակերպումը, իսկ ներդրումային հարաբերություններն օգնում են հասկանալու եկամուտների բաշխումը տարբեր ներդրողների միջև:

Ավագ դպրոցում հանրահաշվական և ֆունկցիաների թեմաները հնարավորություն են տալիս ֆինանսական խնդիրները ներկայացնել ավելի բարդ և գործնական ձևաչափով: Աշակերտները կարող են վերլուծել վարկային մոդելներ՝ ամսական վճարների ֆունկցիաները գրաֆիկների միջոցով ներկայացնելով, կառուցել եկամուտների և ծախսերի ֆունկցիաներ՝ տեսնելու հավասարակշռության կետերը, ինչպես նաև հասկանալ բարդ տոկոսների գործառնությունների աճի տրամաբանությունը: Այս մոտեցումը ոչ միայն ամրացնում է հանրահաշվական գիտելիքները, այլև զարգացնում է կանխատեսման և մոդելավորման հմտությունները, որոնք անհրաժեշտ են ֆինանսական որոշումների կայացման համար:

Վիճակագրությունն ու հավանականությունները ֆինանսական կրթության մեկ այլ կարևոր տարր են: Աշակերտները կարող են հավաքել տվյալներ իրենց օրական կամ շաբաթական ծախսերի մասին, կառուցել աղյուսակներ, գծապատկերներ և վեր-

լուծել արդյունքները [2]: Այս գործընթացը զարգացնում է ոչ միայն վիճակագրական և վերլուծական հմտություններ, այլև ֆինանսական մտածողությունը՝ սովորեցնելով գնահատել ռիսկերը և հնարավորությունները: Օրինակ՝ ապահովագրական ընկերությունների աշխատակազմը հիմնված է հավանականությունների վրա, և աշակերտները կարող են մաթեմատիկական մոդելներ կազմել՝ վերլուծելու այն դեպքերը, երբ ռիսկերը քիչ կամ շատ են, և հաշվարկել ապահովագրավճարները:

Ֆինանսական թեմաների ինտեգրումը դասագրքային խնդիրների հետ ապահովում է աշակերտների համար գիտելիքների կիրառական հարթակ. սովորական խնդիրների փոխարեն առաջարկվում են իրական ֆինանսական իրավիճակներ. օրինակ, «գտիր թվի 25 %-ը» փոխարինվում է «հաշվիր 20,000 դրամից 25 %-ի զեղչը», իսկ հավասարում լուծելու փոխարեն աշակերտը պետք է հաշվի, թե ինչքան գումար պետք է ներդնել բանկում, որպեսզի որոշ ժամանակ անց ստանա նախանշված շահույթ: Ֆունկցիայի գրաֆիկների կառուցումը կարելի է ներկայացնել բանկային ավանդների աճի մոդելավորման օրինակներով, ինչը թույլ է տալիս աշակերտին տեսնել, թե ինչպես է գումարը աճում բարդ տոկոսների կիրառմամբ:

Բացի դասագրքային ինտեգրացիայից, ֆինանսական կրթությունը կարող է իրականացվել նաև խաղային և նախագծային մեթոդներով [6]: Խաղային մոտեցումները, ինչպիսիք են «խանութ խաղալը» կամ «ֆինանսական մարաթոնը», թույլ են տալիս խմբերին մրցել՝ ճիշտ ու արագ լուծելով ֆինանսական խնդիրներ: Նախագծային մոտեցումները, օրինակ՝ ընտանեկան բյուջեի կազմման կամ փոքր բիզնեսի մոդելավորման աշխատանքները, զարգացնում են աշակերտների թիմային աշխատանքը, պատասխանատվությունը և ստեղծագործականությունը:

Թվային գործիքների օգտագործումը ևս մեծացնում է ֆինանսական կրթության արդյունավետությունը: Excel կամ Google Sheets ծրագրերի միջոցով աշակերտները կարող են հաշվարկել տոկոսներ, կազմել բյուջե և գծապատկերներ, իսկ առցանց ֆինանսական սիմուլյատորների և բանկերի մոբայլ հավելվածների միջոցով՝ փորձել իրական ներդրումներ և բյուջեի պլանավորում:

Այսպիսով, մաթեմատիկայի դասերը դառնում են այն հարթակը, որտեղ աշակերտը ոչ միայն սովորում է հաշվարկել, այլև յուրացնում է ֆինանսական գիտելիքներ, ձևավորում պատասխանատվության և վերլուծական մտածողության հմտություններ, որոնք անմիջապես կիրառելի են կյանքի տարբեր ոլորտներում:

Մաթեմատիկական խնդիրների կիրառումը ֆինանսական կրթության համար

Ֆինանսական կրթությունը դպրոցական մաթեմատիկայի դասերում առավել արդյունավետ է դառնում, երբ այն ներկայացվում է իրական կյանքից վերցված խնդիրների միջոցով: Կենցաղային օրինակները աշակերտին թույլ են տալիս անմիջապես տեսնել, թե ինչպես է մաթեմատիկական կիրառելի իրենց առօրյա գործունեության մեջ [7]: Օրինակ, դասարանում կարող են տրվել խնդիրներ, որոնք վերաբերում են գնումներին, գների համեմատությանը, զեղչերին և արժույթային փոխանակմանը. «Ապրանքի գինը 8,000 դրամ է: Խանութում հայտարարված է 15 % զեղչ: Որքա՞ն է կարժե՞նա ապրանքը զեղչից հետո», կամ «Եթե մեկ դոլարը արժե 400 դրամ, ապա 25 դոլարից քանի՞ դրամ կստացվի»: Այսպիսի խնդիրները ոչ միայն ամրապնդում են հաշվելու հմտությունները, այլև ցույց են տալիս, թե ինչպես կարելի է ճիշտ որոշումներ կայացնել առօրյա ֆինանսական գործարքների ժամանակ:

Ինսայդությունների և ներդրումների թեմաները ևս արդյունավետ են մաթեմա-

տիկայի դասերում ինտեգրված խնդիրների միջոցով: Աշակերտները սովորում են հաշվել բարդ տոկոսով աճող գումարներ և կառուցել ներդրումային մոդելներ: Օրինակ, «Եթե աշակերտը իր խնայատուփում պահում է 50,000 դրամ և ամեն ամիս ավելացնում է 5,000 դրամ, ապա մեկ տարի անց որքան գումար կունենա» կամ «100,000 դրամ ավանդի դեպքում, եթե տարեկան տոկոսադրույքը 10 % է և տոկոսները հաշվարկվում են բարդ տոկոսով, ապա ինչքա՞ն գումար կկազմի ավանդը 3 տարի անց»: Այս խնդիրները տալիս են մաթեմատիկական հաշվարկների պրակտիկ կիրառություն և զարգացնում ֆինանսական կանխատեսման հմտությունները:

Ընտանեկան բյուջեի մոդելավորումը ևս կարևոր մաս է ֆինանսական կրթության մեջ: Աշակերտները սովորում են կազմել եկամուտների և ծախսերի աղյուսակներ, ինչպես նաև հաշվարկել մնացորդը: Օրինակային խնդիր կարող է լինել հետևյալը. ընտանիքի ամսական եկամուտը կազմում է 350,000 դրամ: Սնունդը զբաղեցնում է 40 %, կոմունալ վճարները՝ 15 %, տրանսպորտը՝ 10 %, այլ ծախսերը՝ 20 %, իսկ մնացած գումարը մնացորդ է խնայողությունների համար: Աշակերտները պետք է հաշվեն, թե որքան է ծախսվում յուրաքանչյուր կետում և որքան գումար է մնում խնայողությունների ֆոնդի համար: Այսպիսի խնդիրները ուսուցանում են բյուջեի կառուցման հիմունքները և ձևավորում ֆինանսական պատասխանատվություն:

Վարկերի և պարտավորությունների թեման նույնպես կարելի է ինտեգրել մաթեմատիկայի դասերին: Օրինակ, «Ընտանիքը վերցնում է 300,000 դրամ վարկ տարեկան 12 % տոկոսադրույքով, եթե վարկը պետք է մարվի 12 ամսում հավասարաչափ վճարներով, ապա որքան կկազմի ամսական վճարումը»: Այսպիսի խնդիրները սովորեցնում են աշակերտներին գնահատել ֆինանսական ռիսկերը և հասկանալ, որ վարկը ոչ միայն գումար է, այլև պարտավորություն, որը պահանջում է պատասխանատվությամբ կառավարում:

Ֆինանսական սխալների կանխարգելումն ևս կարող է ներառվել մաթեմատիկայի խնդիրների մեջ: Օրինակ, «Ապրանքը վաճառվում է մաս-մաս վճարման պայմանով՝ ամսական 10,000 դրամ, 12 ամիս: Գովազդում գրված է, որ ապրանքը արժե 100,000 դրամ: Արդյո՞ք սա ճիշտ է, հաշվի առնելով վճարումները» կամ «Վարկային ընկերությունը առաջարկում է գումար ամսական 5 % տոկոսադրույքով: Որքա՞ն կլինի տարեկան տոկոսադրույքը»: Այս խնդիրները զարգացնում են քննադատական մտածողությունը և օգնում աշակերտին որոշել ֆինանսական գործարքների իրական արժեքը:

Խմբային նախագծերը ևս մեծ դեր ունեն ֆինանսական գիտելիքների ամրապնդման մեջ: Աշակերտները կարող են ձևավորել խմբային առաջադրանքներ, ինչպիսիք են դասարանի ճամփորդության բյուջեի հաշվարկը՝ ընդհանուր ծախսերը բաժանելով մեկ աշակերտի հաշվով, փոքր բիզնեսի մոդելի կազմումը՝ ներդրումների, եկամուտների և շահույթի հաշվարկով, կամ հարցումներ անցկացնել դասարանում՝ պարզելու աշակերտների միջին շաբաթական ծախսերը և ներկայացնել տվյալները գծապատկերներով: Այս մոտեցումը զարգացնում է թիմային աշխատանքը, պատասխանատվությունը, վերլուծական և կազմակերպչական հմտությունները:

Վերլուծական աղյուսակներն ու գրաֆիկները օգտագործվում են դասի ընթացքը պատկերացնելու համար: Օրինակ, ընտանեկան բյուջեի մոդելավորման խնդիրներում կարելի է ստեղծել աղյուսակ, որտեղ յուրաքանչյուր ծախսային կետ ներկայացված է տոկոսներով, և դրա հիման վրա կառուցել շրջանագծային գրաֆիկ, որը ցույց է տալիս եկամուտների բաշխումը: Նույն կերպ, վարկային խնդիրների համար կարելի է ստեղծել գծապատկեր՝ ամսական վճարումների փոփոխությունը ժամանակի ընթացքում,

ինչը թույլ է տալիս աշակերտին տեսողական կերպով գնահատել պարտավորությունների աճը և նվազումը:

Թվային գործիքները ևս մեծացնում են ֆինանսական խնդիրների արդյունավետությունը [9]: Excel կամ Google Sheets ծրագրերում աշակերտները կարող են իրականացնել բոլոր հաշվարկները, ստեղծել աղյուսակներ և գծապատկերներ, իսկ առցանց ֆինանսական սիմուլյատորների օգտագործումը թույլ է տալիս փորձարկել ներդրումներ, բիզնեսի մոդելավորում և բյուջեի պլանավորում: Այս գործիքները ապահովում են ինտերակտիվ ուսուցման գործընթաց և նպաստում աշակերտների մոտիվացիային:

Այս բաժնում ինտեգրված մոտեցումները՝ իրական կենցաղային խնդիրներից սկսած մինչև բարդ ֆունկցիաների և բյուջեի մոդելավորումը, ձևավորում են աշակերտի ֆինանսական մտածողությունը, տրամաբանական և վերլուծական հմտությունները, ինչպես նաև ստեղծում գիտելիքների կիրառման հարթակ, որը անմիջապես օգուտ է տալիս իրական կյանքի ֆինանսական որոշումների ընդունման ժամանակ:

Հետազոտության մեթոդներ, փորձարարական վերլուծություն և արդյունքներ

Ֆինանսական կրթության ինտեգրումը մաթեմատիկայի դասերին՝ Երևանի Մմբատ Բյուրատի անվան թիվ 125 հիմնական դպրոցում, փորձարկվել է փորձարարական հետազոտության միջոցով՝ 7-9-րդ դասարանների աշակերտների ներգրավմամբ: Հետազոտության հիմնական նպատակն էր գնահատել, թե որքան արդյունավետ են մաթեմատիկայի դասերի ընթացքում ներառված ֆինանսական թեմաները աշակերտների գիտելիքների և գործնական հմտությունների զարգացման համար:

Հետազոտության մեթոդներ

1. Քանակական մեթոդ՝ հարցման ձևաչափ

Աշակերտների ֆինանսական գիտելիքների նախնական մակարդակը գնահատվել է հարցման միջոցով, որը ներառում էր հետևյալ թեմատիկ բաժինները՝ տոկոսներ, ընտանեկան բյուջե, ներդրումներ, վարկեր և ֆինանսական որոշումների գնահատում: Հարցումների արդյունքները հավաքվել են Excel ծրագրի միջոցով և օգտագործվել վերլուծական աղյուսակների և գրաֆիկների կառուցման համար:

Հարցման օրինակներ՝

- «Եթե 50,000 դրամը բանկում աճում է տարեկան 8 % տոկոսադրույքով, որքա՞ն գումար կկազմի մեկ տարի անց»:
- «Ընտանեկան բյուջեի 40 %-ը ծախսվում է սննդի վրա, 15%՝ կոմունալ վճարների վրա, մնացածը՝ խնայողություններ. հաշվեք խնայողությունների չափը, եթե ամսական եկամուտը 300,000 դրամ է»:

2. Փորձարարական դասընթացների ինտեգրում

Մաթեմատիկայի դասերին ինտեգրվել են ֆինանսական թեմաներ՝ իրական կյանքից վերցված խնդիրների միջոցով.

- Տոկոսների թեման կապվել է բանկային ավանդների և վարկերի հաշվարկների հետ:
- Համամասնությունների թեման ներառում էր ընտանեկան բյուջեի բաշխում և արժույթային փոխանակումներ:
- Ֆունկցիաների թեման կիրառվել է ներդրումների աճի մոդելավորման համար:

3. Խմբային նախագծային մեթոդ

Աշակերտները աշխատել են խմբերով՝ կատարելով նախագծեր, ինչպիսիք են՝

- Ընտանեկան բյուջեի մոդելավորում մեկ ամսվա համար,

- Փոքր բիզնեսի ներդրումների, եկամուտների և շահույթի հաշվարկ,
- Շաբաթական ծախսերի մասին հարցումներ և արդյունքների ներկայացում գծապատկերներով:

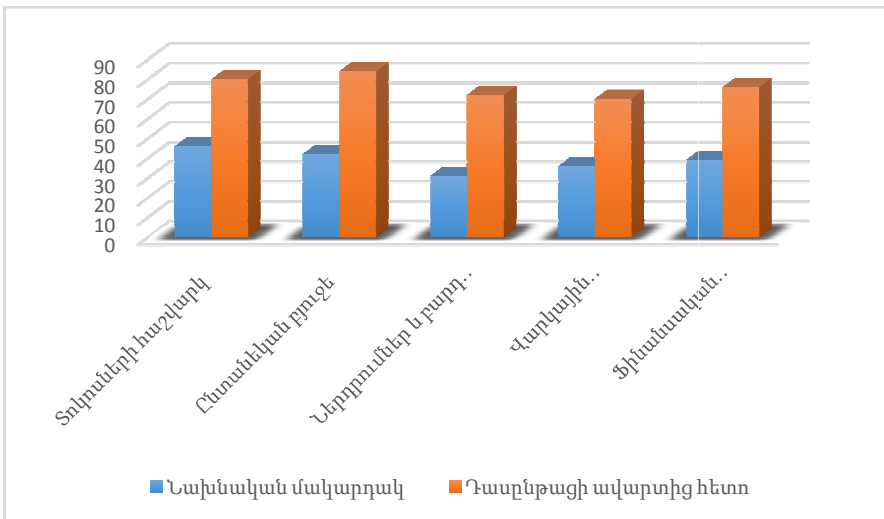
Փորձարարական վերլուծություն

Փորձարկումը իրականացվել է 7-9-րդ դասարաններում՝ ընդհանուր 120 աշակերտի ներգրավմամբ: Արդյունքները համեմատվել են նախնական հարցման և դասընթացների ավարտից հետո ձեռք բերված արդյունքների հետ:

Աղյուսակ 1

Աշակերտների ֆինանսական գիտելիքների փոփոխությունը (125-րդ դպրոցի տվյալներով)

Թեմաներ	Նախնական մակարդակ (%)	Դասընթացի ավարտից հետո (%)
Տոկոսների հաշվարկ	46	80
Ընտանեկան բյուջե	42	84
Ներդրումներ և բարդ տոկոս	31	72
Վարկային պարտավորություններ	36	70
Ֆինանսական որոշումներ	39	76



Գծապատկեր 1. Աշակերտների ֆինանսական հմտությունների աճը (%)

Վիրտուալ վարժություններ

Աշակերտները օգտագործել են թվային գործիքներ՝ Excel և Google Sheets, բյուջեների, վարկերի և ներդրումների մոդելավորման համար: Օրինակ, աշակերտները ստեղծել են «խնայողությունների մոդել», որտեղ յուրաքանչյուր ամիս ավելացնում էին

կանխատեսված գումարը՝ օգտագործելով բարդ տոկոսների հաշվարկ: Ստացված տվյալների հիման վրա կառուցվել են գրաֆիկներ, որոնք ցույց են տվել գումարի աճը՝ տեսողական ձևով:

Արդյունքներ

- Աշակերտների միջին առաջադիմությունը ֆինանսական թեմաներում աճել է 35-40 %:
- Խմբային նախագծերը զարգացրել են թիմային աշխատանքը, վերլուծական հմտությունները և ֆինանսական հաշվարկի ճշգրտությունը:
- Վերստույգ գործիքների օգտագործումը մեծացրել է դասերի ինտերակտիվությունը և աշակերտների մոտիվացիան:

Այս փորձը հաստատեց, որ ֆինանսական թեմաների ինտեգրումը մաթեմատիկայի դասերին ոչ միայն ամրապնդում է գիտելիքները, այլև ստեղծում գործնական հմտությունների զարգացման հարթակ, որն անմիջապես օգտակար է աշակերտների առօրյա և ապագա ֆինանսական որոշումների համար:

Եզրակացություն

Այս ուսումնասիրության ընթացքում իրականացված փորձարարական և վերլուծական աշխատանքները հնարավորություն տվեցին առավել խորությամբ գնահատելու ֆինանսական կրթության ներառման արդյունավետությունը մաթեմատիկայի ուսուցման գործընթացում: Ստացված արդյունքները փաստում են, որ մաթեմատիկական դասերը, համալրված իրական ֆինանսական խնդիրներով, ոչ միայն ապահովում են աշակերտների տեսական գիտելիքների ամրապնդումը, այլև զարգացնում են նրանց գործնական և կենսական հմտությունները: Այս դիտարկումը կարևոր է հատկապես ներկայիս կրթական համակարգի համար, որտեղ առաջնային խնդիրներից մեկը աշակերտներին պատրաստելն է ժամանակակից սոցիալ-տնտեսական հարաբերությունների պայմաններին:

Առաջին կարևոր եզրակացությունն այն է, որ ֆինանսական կրթության ինտեգրումը մաթեմատիկայի դասերին նպաստում է աշակերտների տրամաբանական մտածողության և վերլուծական կարողությունների խորացմանը: Եթե դասական մաթեմատիկական խնդիրները երբեմն թվում են վերացական և կտրված առօրյա կյանքից, ապա ֆինանսական բովանդակությամբ հարստացված խնդիրները անմիջապես կապվում են աշակերտի անձնական փորձի և ընտանեկան միջավայրի հետ: Օրինակ՝ տոկոսների թեմայի շրջանակներում բանկային ավանդների կամ վարկերի հաշվարկի առաջադրանքները հնարավորություն են տալիս աշակերտներին տեսնել մաթեմատիկական հաշվարկների կիրառելիությունը սեփական ընտանիքի կամ համայնքի իրական ֆինանսական կյանքում: Այս հանգամանքը ոչ միայն մեծացնում է աշակերտների մոտիվացիան, այլև խթանում է նրանց մասնակցությունը դասերին, քանի որ նրանք հասկանում են այդ գիտելիքների արժեքը:

Երկրորդ կարևոր դիտարկումն առնչվում է աշակերտների մոտիվացիայի բարձրացմանը: Հետազոտության ընթացքում պարզ դարձավ, որ այն դասարաններում, որտեղ մաթեմատիկական դասավանդվել է ֆինանսական օրինակներով հարստացված ձևաչափով, աշակերտների մասնակցությունն ու հետաքրքրությունը էապես աճել են: Եթե նախնական հարցումների ժամանակ մի մասը նշում էր, որ մաթեմատիկան համարում են դժվար և երբեմն ձանձրալի առարկա, ապա փորձնական դասերից հետո նույն աշակերտները նշում էին, որ մաթեմատիկան դարձել է «օգտակար» և «կիրառա-

կան» գիտություն: Այսպիսի մոտեցումն անմիջապես ազդում է նաև ուսումնական արդյունքների վրա. դասընթացի ավարտից հետո գրանցվեց միջինում 35–40 տոկոս ավել տարբեր թեմաների տիրապետման մակարդակում:

Երրորդ՝ վիրտուալ գործիքների կիրառությունը առանձնահատուկ կարևոր դեր ունեցավ: Excel–ի, Google Sheets–ի և նմանատիպ ծրագրերի միջոցով աշակերտները սովորեցին կառուցել բյուջեի մոդելներ, ներդրումների աճի գրաֆիկներ և վարկերի վճարային պլաններ: Այս հմտությունները ոչ միայն ամրապնդում են մաթեմատիկական գիտելիքները, այլև ապահովում են տեղեկատվական տեխնոլոգիաների գործնական կիրառումը կրթական միջավայրում: Այսպիսով, ձևավորվում է միջառարկայական կապ, որը կրթության արդիականացման կարևոր պահանջներից է: Հարկ է ընդգծել նաև, որ վիրտուալ գործիքների կիրառումը խթանեց դասերի ինտերակտիվությունը. աշակերտները զգում էին, որ իրենք ստեղծում են իրական ֆինանսական մոդելներ և կարող են սեփական որոշումների ազդեցությունը գնահատել թվային միջավայրում:

Չորրորդ՝ խմբային նախագծերը ցույց տվեցին համագործակցային ուսուցման կարևորությունը: Երբ աշակերտները աշխատում էին փոքր խմբերով՝ կազմում ընտանեկան բյուջե կամ մշակում փոքր բիզնեսի մոդել, նրանք ոչ միայն սովորում էին մաթեմատիկական հաշվարկներ կատարել, այլև զարգացնում էին հաղորդակցական հմտություններ, լսելու և փոխադարձաբար գաղափարներ առաջարկելու ունակություն: Ավելին, նախագծային մեթոդը նպաստեց պատասխանատվության զգացման ձևավորմանը. աշակերտները հասկանում էին, որ սխալ հաշվարկը կամ անզգույշ մոտեցումը կարող է վնասել ամբողջ թիմի արդյունքին: Այսպիսով, ֆինանսական կրթությունը ոչ միայն նպաստեց գիտելիքների խորացմանը, այլև կարևոր դեր խաղաց սոցիալական և քաղաքացիական արժեքների դաստիարակման մեջ:

Արդյունքների վերլուծությունից հետո կարելի է ձևակերպել մի շարք առաջարկություններ, որոնք կարող են օգտակար լինել ինչպես դպրոցի ներսում ուսումնական գործընթացի բարելավման, այնպես էլ կրթական քաղաքականության մակարդակում որոշումների կայացման համար: Նախ և առաջ անհրաժեշտ է վերանայել և կատարելագործել մաթեմատիկայի ուսումնական ծրագիրը՝ այն հարստացնելով ֆինանսական խնդիրներով: Նման խնդիրների ներառումը կնպաստի նրան, որ աշակերտները մաթեմատիկական ընկալեն ոչ թե միայն որպես տեսական առարկա, այլև որպես գործիք՝ իրենց առօրյա և ապագա ֆինանսական որոշումների կայացման համար:

Բացի այդ, առաջարկվում է կազմակերպել ուսուցիչների վերապատրաստման ծրագրեր, որոնց նպատակն է նրանց զինել ֆինանսական կրթության մեթոդաբանությամբ: Մաթեմատիկայի ուսուցիչները պետք է հնարավորություն ունենան ծանոթանալու նորագույն կրթական ռեսուրսներին, գործիքներին և մեթոդներին, որոնք թույլ կտան դասերը դարձնել ավելի հետաքրքիր և արդյունավետ: Այս գործընթացը պահանջում է նաև համագործակցություն կրթական նախարարության և բարձրագույն ուսումնական հաստատությունների միջև, որպեսզի վերապատրաստման ծրագրերը լինեն համակարգված և որակյալ:

Մեկ այլ կարևոր առաջարկ է թվային գործիքների ավելի լայն կիրառությունը: Հատկապես անհրաժեշտ է դպրոցներում ապահովել տեխնիկական պայմաններ՝ համակարգիչների, ծրագրային ապահովման և ինտերնետային հասանելիության տեսքով, որպեսզի բոլոր աշակերտները հնարավորություն ունենան մասնակցել վիրտուալ ֆինանսական վարժություններին: Սա ոչ միայն կզարգացնի նրանց թվային գրագի-

տությունը, այլև կօգնի հասկանալ ֆինանսական գործընթացների տրամաբանությունը:

Խմբային նախագծերի փորձը ցույց տվեց, որ նման ձևաչափերը կարող են վերածվել նաև մրցութային հարթակների: Ուստի նպատակահարմար է դպրոցներում կազմակերպել մրցություններ՝ «Լավագույն ընտանեկան բյուջե», «Խնայողությունների լավագույն պլան» կամ «Փոքր բիզնեսի մոդելավորում» թեմաներով: Այս մրցությունները կդառնան աշակերտների մոտիվացիան բարձրացնելու լրացուցիչ միջոց և կզարգացնեն նրանց ստեղծագործական ու վերլուծական մտածողությունը:

Եզրափակելով կարելի է ասել, որ ֆինանսական կրթության ինտեգրումը մաթեմատիկայի դասընթացում պետք է դիտարկվի ոչ թե որպես հավելյալ նախաձեռնություն, այլ որպես կրթության ժամանակակից զարգացման պարտադիր բաղադրիչ: Այն ապահովում է աշակերտների բազմակողմանի զարգացումը՝ համատեղելով տեսական գիտելիքները գործնական հմտությունների և սոցիալական պատասխանատվության հետ: Այս մոտեցումը հնարավորություն կտա դպրոցներին պատրաստել այնպիսի սերունդ, որը կլինի ոչ միայն մաթեմատիկապես կիրք, այլև ֆինանսապես գրագետ և իր կյանքի տարբեր փուլերում ճիշտ որոշումներ կայացնելու ունակ:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-108>

Գրականություն

1. Անդրեասյան, Ա. (2020). *Ֆինանսական կրթության հիմունքներ*. Երևան. Տիգրան Մեծ հրատարակչություն:
2. Բաբայան, Հ. (2021). «Մաթեմատիկական կրթության նորարարական մոտեցումներ»։ *Հայկական մանկավարժական հանդես*, 3(1), էջ 23–35:
3. Գևորգյան, Մ., & Սարգսյան, Ա. (2019). «Ֆինանսական գրագիտության դերը դպրոցական կրթության մեջ»։ *Կրթության և գիտության հանդես*, 4(2), էջ 45–58:
4. Atkinson A., & Messy F. Measuring Financial Literacy: Results of the OECD. International Network on Financial Education (INFE) Pilot Study. OECD Working Papers on Finance, Insurance and Private Pensions, No. 15. Paris: OECD Publishing, 2012.
5. Becchetti L., & Pisani F. Financial education and investment attitudes in High Schools: Evidence from a randomized experiment. *Applied Financial Economics*, 22(10), p. 817–836, 2012.
6. Braunstein S., & Welch C. Financial Literacy: An Overview of Practice, Research, and Policy. *Federal Reserve Bulletin*, p. 88(11), p. 445–457, 2002.
7. Lusardi A., & Mitchell O. S. The Economic Importance of Financial Literacy: Theory and Evidence. *Journal of Economic Literature*, 52(1), p. 5–44, 2014.
8. Mandell L. The Financial Literacy of Young American Adults: Results of the 2008 National Jumpstart Coalition Survey of High School Seniors and College Students. Washington, DC: Jumpstart Coalition, 2008.
9. OECD. *OECD/INFE Toolkit for Measuring Financial Literacy and Financial Inclusion*. Paris: OECD Publishing, 2018.
10. Schagen S., & Lines A. *Financial Literacy in Adult Life: A Report to the NatWest Group Charitable Trust*. Slough: NFER, 1996.

Важность финансовой грамотности в курсе математики

Агаджанян Лусине

Резюме

Ключевые слова: образование, финансовые навыки, методы обучения, экспериментальный анализ, финансовое поведение, оценка, инновационные подходы

Сегодня финансовые знания и навыки стали важным фактором устойчивости как личности, так и общества. Цель данного исследования заключалась в оценке того, как интеграция финансового образования в школьный курс математики способствует развитию математических знаний и практических финансовых навыков учащихся. Исследование проводилось в основной школе №125 им. С. Бюрята города Ереван с участием учеников 7-9 классов (всего 120 учащихся).

В ходе исследования использовались количественные методы (опросы), экспериментальные уроки и групповые проектные работы, включающие темы: проценты, семейный бюджет, инвестиции, кредиты и оценка финансовых решений. Результаты показали, что интеграция финансовых тем в уроки математики обеспечила средний рост знаний и навыков учащихся на 35-40 %. Групповые проекты и использование цифровых инструментов (Excel, Google Sheets) повысили интерактивность обучения, развили командные и аналитические навыки, а также способствовали формированию практического финансового мышления.

Результаты исследования подчеркивают, что включение элементов финансового образования в уроки математики не только укрепляет теоретические знания, но и развивает практические навыки учащихся, логическое и критическое мышление, чувство ответственности и социальные компетенции. Таким образом, финансовое образование следует рассматривать как обязательный компонент современного школьного образования, способствующий всестороннему развитию учеников и подготовке их к самостоятельному и осознанному принятию финансовых решений.

The Importance of Financial Literacy in a Math Course

Aghajanyan Lusine

Summary

Key words: *education, financial skills, teaching methods, experimental analysis, financial behavior, assessment, innovative approaches*

Today, financial knowledge and skills have become a crucial factor for both individual and societal stability. The aim of this study was to assess how the integration of financial education into school mathematics courses contributes to the development of students' mathematical knowledge and practical financial skills. The study was conducted at Yerevan's Smbat Byurati School No. 125, involving students from grades 7-9 (a total of 120 students).

The research employed quantitative methods (surveys), experimental lessons, and group project work covering topics such as percentages, family budgeting, investments, loans, and financial decision-making. The results demonstrated that integrating financial topics into mathematics lessons led to an average increase of 35-40 % in students' knowledge and skills. Group projects and the use of digital tools (Excel, Google Sheets) enhanced the interactivity of lessons, developed teamwork, analytical skills, and fostered practical financial thinking.

The findings highlight that including financial education elements in mathematics lessons not only strengthens theoretical knowledge, but also develops students' practical skills, logical and critical thinking, responsibility, and social competencies. Therefore, financial education should be regarded as an essential component of modern school education, supporting students' holistic development and preparing them to make independent and informed financial decisions.

Ներկայացվել է 27. 09. 2025 թ.

Գրախոսվել է 27. 10. 2025 թ.

Ընդունվել է տպագրության 26. 11. 2025 թ.

**Կենսաբանության և քիմիայի միջառարկայական կապերի իրականացումը
որպես քիմիայի ուսուցման արդյունավետության բարձրացման միջոց**

**Թովմասյան Մարտուն,
Պետրոսյան Հասմիկ**

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-120>

Հանգուցային բառեր. դասընթացների ինտեգրում, ուսումնական պրոցես, ուսուցման մեթոդներ, միջառարկայական կապերի ձևեր, կատալիզ, ֆերմենտատիվ կատալիզ, միջառարկայական քիմիա-կենսաբանական էքսպերիմենտ

Նախաբան

Կրթության գլխավոր խնդիրներից մեկը երեխային ժամանակակից կյանքին պատրաստելն է, և այդ պատրաստվածությունը տեղի է ունենում նրա մոտ անհրաժեշտ կոմպետենցիաների ձևավորման միջոցով:

21-րդ դարի կրթական մարտահրավերները պահանջում են նոր մոտեցումներ՝ հիմնված գիտելիքների համադրման և փոխկապակցման վրա:

Դրանց ձևավորման եղանակներից մեկը ուսումնական դասընթացների ինտեգրումն է: Այս մեթոդը հիմնված է տարբեր գիտաճյուղերի համադրության վրա, ինչը նպաստում է սովորողի մտածողության խորացմանն ու գիտելիքի կիրառմանը իրական իրավիճակներում [12]: Ինտեգրացիան աշխուժացնում է ուսումնական պրոցեսը, խնայում է ուսուցման ժամանակը, վերացնում է հոգնածությունը, մտածողությունը կողմնորոշում է ապագային: Այն նպաստում է ամբողջական աշխարհահայացքի ձևավորմանը, երևույթների և պրոցեսների փոխկապակցվածությունը հասկանալուն [1-2; 4-5]: Ժամանակային և իմացաբանական ուսումնասիրության լայն հնարավորություններ կան քիմիայի դասավանդման ժամանակ՝ հատկապես կենսաբանության հետ նրա սերտ առնչվածությունը հաշվի առնելով [3]: Քիմիան և կենսաբանությունը դասվում են այն գիտությունների շարքին, որոնք բնականորեն խաչվում են մի շարք թեմաների շուրջ, ինչպիսիք են նյութափոխանակությունը, բջջային շնչառությունը, ֆերմենտների գործունեությունը և այլն [9]: Կենսաբանությունը և քիմիան՝ որպես բնական գիտություններ, ունեն խորքային և բազմաշերտ կապեր, որոնք բացահայտվում են բջջային կենսաբանության, նյութափոխանակության, գենետիկայի, նյութերի կառուցվածքի և այլ թեմաներում: Նման թեմաների ուսումնասիրման ժամանակ միջառարկայական մոտեցումը հնարավորություն է տալիս ոչ միայն ամրապնդել տեսական նյութը, այլև ձևավորել կիրառական հմտություններ՝ նպաստելով գիտելիքի արդյունավետ յուրացմանը:

Միջառարկայական կապերի իրականացման համար կիրառվում են տարբեր տեխնոլոգիաներ և ճանաչողության գիտական մեթոդներ: Միջառարկայական կապերը ժամանակակից դպրոցում ուսուցման կարևոր սկզբունք են: Սա ուսուցման բարձրագույն մակարդակ է:

Հասարակության զարգացման ժամանակակից փուլում ուսուցման գործընթացում նորարարություններն ուղղված են հիմնականում ուսուցման մեթոդաբանական ուղղվածության ուժեղացմանը և գիտական մակարդակի բարձրացմանը և ուսուցման այնպիսի ձևերի ներդրմանը, որոնք, ըստ ակադեմիկոս Ա. Ս. Կոնդրատսկի, «...կրթու-

թյան բովանդակությունը զուտ տեղեկատվականից շեղում են դեպի մեթոդաբանականը» [7; 8, 539-576; 15]:

Ուսուցման գործընթացի մանկավարժական և հոգեբանական ազդեցությունների համակարգը բավականին հարուստ է, սակայն դրանց կիրառման արդյունավետությունը յուրաքանչյուր կոնկրետ դեպքի համար որոշվում է տվյալ կրթական համակարգի շրջանակներում ուսուցման ժամանակակից պահանջների լուծման կարողությամբ:

Ուսուցման բոլոր մակարդակներում յուրաքանչյուր առարկայի դասավանդումը ժամանակի ընթացքում ենթարկվում է տարբեր փոփոխությունների՝ կապված բազային գիտության զարգացման ու դիդակտիկական նպատակների փոխակերպումների, ինչպես նաև հասարակության զարգացման յուրաքանչյուր փուլում գիտամանկավարժական համայնքի կողմից ընդունված մոտեցումների հետ:

Չի կարելի դեռևս ասել, որ միջառարկայական կապերի ողջ գործիքակազմն ամբողջովին բացահայտված է: Կապված առարկաների բովանդակության, ծավալի փոփոխությունների և նոր չափորոշիչների պահանջների հետ անհրաժեշտություն կա վերանայել միջառարկայական կապերով դասավանդման մեթոդիկան:

Նոր կրթական համակարգի շրջանակներում սովորողներին անհրաժեշտ է տալ ոչ թե գիտելիքների քանակ, այլ մտածելու կարողություններ, ստեղծագործական ունակություններ, խնդիրներ լուծելու նոր ձևեր, ինքնուրույն փնտրելու, ստանդարտ և ոչ ստանդարտ իրավիճակներում ազատ գործունեություն իրականացնելու կարողություններ: Այդ առումով կարևոր տեղ է զբաղեցնում միջառարկայական կապերի կիրառումը, ինչը նաև համապատասխանում է «Մտանդարտների համապարփակ վերանայման» և «Կրթական ծրագրերի արդիականացման» պետական ռազմավարություններին:

Աշխատանքի նպատակն է.

1. ուսումնասիրել միջառարկայական կապերի մեթոդով դասավարդման պրոցեսների առանձնահատկությունները և կիրառման եղանակները,
2. դիտարկել քիմիայի և կենսաբանության ուսուցման գործընթացում միջառարկայական կապերի իրականացման ուղղությունները,
3. միջառարկայական կապերի սկզբունքով կատարել քիմիականսաբանական էքսպերիմենտներ և կատարել վերլուծություն:

Քիմիայի և կենսաբանության ուսուցումը միջառարկայական կապերի սկզբունքով Միջառարկայական կապերի սկզբունքով ուսուցման մեթոդի էությունը

Մեթոդ բառն ունի հունական ծագում և թարգմանաբար նշանակում է նպատակին հասնելու միջոց, ճանապարհ, եղանակ և ուղի: Այն տրամաբանական տեղեկատուներում սահմանվում է որպես բնության, հասարակության, մտածողության երևույթների ու օրինաչափությունների ուսումնասիրությանն ուղղված կանոնների ու հնարքների համակարգ [6]:

Միջառարկայական ուսուցումը ընդգրկում է երկու կամ ավելի առարկաների համադրում՝ երկկողմանի խնդիր կամ թեմա ուսումնասիրելու նպատակով: Այն նպատուում է սովորողների կարողությանը՝ կառուցել գիտելիքներ տարբեր գիտական դաշտերից և կապել այն իրական կյանքի խնդիրների հետ [14]: Ըստ Ֆոգարտի (Fogarty)՝ ինտեգրված ուսուցումը բարձրացնում է սովորողների մոտիվացիան, ամրապնդում է հիշողությունը և նպաստում է ստեղծագործական մտածողության զարգացմանը: Բնա-

կան գիտությունների ինտեգրումը նաև զարգացնում է «գիտական գրագիտություն»՝ կարևոր հմտություն ժամանակակից աշխարհում [13]:

Միջառարկայական ուսուցումը ժամանակակից կրթական համակարգի կարևոր բաղադրիչներից է, որը նպաստում է սովորողների բազմակողմանի զարգացմանը: Այն ինտեգրացված ուսուցման ձև է, որի նպատակն է միավորել տարբեր առարկաներում ստացվող գիտելիքները, հմտությունները և կարողությունները՝ սովորողներին տրամադրելով ամբողջական պատկերացում իրական աշխարհի երևույթների մասին: Այս մոտեցումը խթանում է կապերի ստեղծումը տարբեր ոլորտների միջև՝ դարձնելով ուսուցումը առավել կիրառական և համապարփակ:

Միջառարկայական ուսուցման նպատակները.

1. **ինտեգրում իրական կյանքի հետ.** սովորողները տեսնում են, թե ինչպես են տարբեր առարկաներ փոխկապակցված իրականության մեջ,
2. **խորացված ընկալում.** բազմակողմանի վերլուծության շնորհիվ թեմայի ըմբռնումն ավելի խորն է դառնում,
3. **կրիտիկական և ստեղծագործ մտածողություն.** սովորողը կարողանում է խնդիրներ վերհանել տարբեր տեսանկյուններից,
4. **համագործակցային հմտությունների զարգացում.** խթանվում են խմբային աշխատանքը, հաղորդակցումը, պատասխանատվությունը:

Պետք է նշել, որ, ըստ Բիրսի (Beers), ինտեգրված ուսուցումը նպաստում է սովորողի ավելի լայն մտածողությանը հատկապես բնագիտական ոլորտում [10]:

Քիմիա և կենսաբանություն՝ բնական կապեր

Բազմաթիվ թեմաներ կենսաբանության մեջ առանցքային կերպով կապված են քիմիայի հետ (աղյուսակ 1):

Աղյուսակ 1

Քիմիա և կենսաբանություն առարկաների բնական կապերը

<i>Քիմիական կապ</i>	<i>Կենսաբանական թեմա</i>
Սպիտակուցների կառուցվածք, pH և ջերմաստիճանի ազդեցություն	Ֆերմենտներ
Քիմիական ռեակցիաներ, էներգիայի փոխակերպում	Նյութափոխանակություն
Օքսիդացման և վերականգնման ռեակցիաներ	Շնչառություն և լուսասինթեզ
Նուկլեոտիդների քիմիական կազմ և կապեր	ԴՆԹ-ի կառուցվածք
Ջրի մոլեկուլային հատկություններ, ջրածնային կապեր	Կենդանի օրգանիզմներում ջրի դերը

Այս թեմաներում քիմիական հիմքերի խորացված ըմբռնումը նպաստում է կենսաբանական երևույթների ճիշտ ընկալմանը:

Քիմիական գիտելիքները բացահայտում են կենսաբանական երևույթների մոլեկուլային և ռեակցիոն հիմքերը: Օրինակ՝ ֆերմենտների կատալիտիկ գործունեությունը հնարավոր է հասկանալ միայն ակտիվացման էներգիայի, ռեակցիայի մեխանիզմների և pH ազդեցության գիտելիքի հիման վրա [11]:

Քիմիայի և կենսաբանության ինտեգրված դասապրոցեսում որպես ինտեգրման հարթակ կարող են լինել օրինակ.

- բջջային շնչառությունը (գլյուկոզի օքսիդացում՝ ԱԵՖ սինթեզով),

- ֆերմենտների ակտիվության մեխանիզմները,
- լուսասինթեզի քիմիական հիմքերը ուսուցչի կողմից ներկայացվում են որպես CO_2 -ի և H_2O -ի քիմիական փոխազդեցություն՝ թթվածնի առաջացումով, իսկ կենսաբանության մասը՝ ընթացող գործընթացները քլորոպլաստներում,
- կատալիզը՝ ինչպես քիմիական, այնպես էլ կենսաբանական մակարդակում:

Այս թեմաները միաժամանակ ուսուցանելը ստեղծում է մի հարթություն, որտեղ աշակերտը սովորում է թեման բազմակողմանիորեն՝ խորը ըմբռնումով:

Գործնական կիրառություն՝ ինտեգրված դասավանդման օրինակներ

1. Դասի թեմա

Լուսասինթեզի քիմիական հիմքերը

Դասի նպատակը և խնդիրները

- Նկարագրել լուսասինթեզի գործընթացը՝ որպես կենսաբանական և քիմիական երևույթ,
- գրել լուսասինթեզի քիմիական հավասարումը,
- բացատրել ռեակտիվներն ու արդյունքները քիմիական տեսանկյունից,
- մեկնաբանել քլորոֆիլի դերը և լույսի էներգիայի փոխարկումը քիմիական էներգիայի,
- իրականացնել պարզ փորձ՝ CO_2 -ի առկայության վրա լուսասինթեզի ազդեցությունը ուսումնասիրելու համար:

Տեսական մաս

Կենսաբանական կողմ

- Լուսասինթեզը բույսերի կողմից լույսի միջոցով սննդանյութերի՝ գլյուկոզայի արտադրության գործընթաց է:
- Արտադրվում է նաև թթվածին՝ որպես երկրորդական արտադրանք:
- Լուսասինթեզը տեղի է ունենում քլորոպլաստներում՝ քլորոֆիլի առկայությամբ:

Քիմիական կողմ

Լուսասինթեզի ընդհանուր քիմիական հավասարումն է՝



- CO_2 -ը և H_2O -ն միանում են լույսի էներգիայի ներգործությամբ՝ առաջացնելով գլյուկոզ և թթվածին,
- Էներգիայի փոխակերպում՝ լուսային էներգիայից $\rightarrow$ քիմիական էներգիա (կապված գլյուկոզայի հետ):

Գործնական մաս

Փորձ՝ CO_2 -ի դերի ուսումնասիրում լուսասինթեզում

Անհրաժեշտ նյութեր: Ջրիմուռներ (որպես քլորոֆիլ պարունակող օրգանիզմներ, որոնք ակտիվորեն իրականացնում են լուսասինթեզը), ջրով լցված թափանցիկ բանկա, սոդա (NaHCO_3), լույսի աղբյուր, ջերմաչափ:

Գործընթաց.

1. դնել ջրիմուռը ջրի մեջ,
2. որոշ ժամանակ լուսավորել լամպով,
3. ավելացնել սոդա՝ որպես CO_2 -ի աղբյուր,
4. դիտարկել պղպաղակների արտազատումը՝ որպես թթվածնի գոյացում:

Վերլուծություն:

- Ավելի շատ $CO_2 \rightarrow$ ակտիվ լուսասինթեզ $\rightarrow$ ավելի շատ թթվածին:
- Սովորողները կապում են կենսաբանական երևույթը քիմիական գործընթացի հետ:

Խորացում և քննարկում

- Ինչ CO_2 է անհրաժեշտ քլորոֆիլը լուսասինթեզի համար:
- Ինչ դեր ունի լույսի էներգիան այս ռեակցիայում:
- Ինչպե՞ս է լուսասինթեզն ազդում մթնոլորտի CO_2 -ի մակարդակի վրա

(էկոլոգիական կապ):

- Ինչ կկատարվի, եթե CO_2 կամ լույս չլինի (բացասական փորձի քննարկում):

2. Դասի թեմա

Կատալիզի դերը քիմիական և կենսաբանական գործընթացներում

Դասի նպատակը և խնդիրները.

- Բացատրել կատալիզի էությունը և նշանակությունը քիմիական ռեակցիաներում,
- ձևավորել պատկերացումներ կատալիզատորների և ֆերմենտների, դրանց կառուցվածքի, գործողության մեխանիզմի, հատկությունների, արդյունաբերության մեջ կիրառման և մարդու կյանքի համար նշանակության մասին,
- ծանոթացնել աշակերտներին քիմիական բնույթի, սուբստրատի հետ փոխազդեցության հիմնական սկզբունքների և հատուկ կատալիտիկ սպիտակուցների՝ ֆերմենտների (էնզիմների) գործնական կիրառման ժամանակակից պատկերացումներին,
- կազմակերպել հետազոտական գործունեության ընթացակարգերի յուրացում, այդ թվում՝ կատարելագործել աշակերտների նյութերին և դրանց հետ կատարվող փոփոխություններին հետևելու կարողությունը,
- կատարելագործել աշակերտների՝ ուսումնական նյութերի հետ աշխատելու կարողությունը,
- զարգացնել ճանաչողական հետաքրքրությունը լաբորատոր փորձի կատարման միջոցով,
- իրականացնել միջառարկայական կապեր, զարգացնել ճանաչողական հետաքրքրությունը լաբորատոր փորձի կատարման միջոցով:

Տեսական մաս

Քիմիական կողմ

Օգտագործելով հատուկ նյութեր՝ հնարավոր է մեծացնել քիմիական ռեակցիայի արագությունը: Դրանք փոխում են ռեակցիայի մեխանիզմը և այն ուղղորդում են դեպի էներգետիկորեն ավելի ձեռնտու ուղի՝ ակտիվացման ավելի փոքր էներգիայով: Դրանք կոչվում են կատալիզատորներ:

Կատալիզատորը քիմիական նյութ է, որն արագացնում կամ դանդաղեցնում է ռեակցիան, բայց չի մտնում ռեակցիայի արգասիքների բաղադրության մեջ: Ի տարբերություն մյուս ռեակտիվների՝ ռեակցիայից հետո կատալիզատորը ն՝ քանակապես, և՛ որակապես մնում է անփոփոխ: Ապահովելով ռեակցիայի ավելի արագ ուղի՝ կատալիզատորը փոխազդում է ելանյութի հետ, ստացված միջանկյալ միացությունը ենթարկվում է փոխակերպումների և վերջում տրոհվում է արգասիքի և կատալիզատորի: Այնուհետև կատալիզատորը նորից փոխազդում է ելանյութի հետ, և այս կատալիտիկ ցիկլը բազմիցս (մինչև միլիոն և ավելի անգամ) կրկնվում է:

Կատալիզատորները կարող են լինել ինչպես անօրգանական, այնպես էլ օրգանական բնույթի՝ կախված դրանց քիմիական կառուցվածքից և ծագումից: Կատալիզի տեսակների ուսումնասիրությունն ունի կարևոր նշանակություն ինչպես հիմնարար քիմիայում, այնպես էլ կենսաբանության, դեղագործության և արդյունաբերության ոլորտներում:

Կենսաբանական կողմ

Կենսաբանությունում՝ կենսաքիմիական պրոցեսներում որպես կատալիզատորներ հանդես են գալիս ֆերմենտները:

Ֆերմենտները գլոբուլյար բնույթի հատուկ սպիտակուցներ են, նյութեր, առանց որոնց անհնար է օրգանիզմում բազմաթիվ գործընթացների ընթացքը: Կատարում են կենսաբանական կատալիզատորների դեր: Իրականում ֆերմենտները մասնակցում են ոչ միայն սննդի մարսմանը, այլև կենտրոնական նյարդային համակարգի աշխատանքին, նոր բջիջների աճի գործընթացներին: Ֆերմենտները պատկանում են սպիտակուցներին: Բայց դրանց կազմում կան նաև հանքային աղեր: Ֆերմենտները բավականին շատ են, և յուրաքանչյուրն ունի նյութերի նեղ շրջանակի վրա բացարձակապես եզակի ազդեցություն:

Ֆերմենտների հատկությունները: Ֆերմենտները կարող են գործել միայն այն դեպքում, երբ ջերմաստիճանը չի գերազանցում 54°C-ը: Բայց չափազանց ցածր ջերմաստիճանները նույնպես չեն նպաստում դրանց ակտիվությանը: Ի վերջո, ֆերմենտները «աշխատում են» մարդու մարմնում, և մարմնի ջերմաստիճանը օպտիմալ է դրանց համար: Արևի լույսը և թթվածինը կործանարար են ֆերմենտների համար: Ճարպերի, սպիտակուցների, հանքանյութերի և ածխաջրերի նյութափոխանակությունը տեղի է ունենում միայն ֆերմենտների առկայությամբ: Ֆերմենտներն ունեն առանձնահատկություն: Ֆերմենտների առանձնահատկությունն այն է, որ դրանցից յուրաքանչյուրը ազդում է հիմնականում միայն մեկ ռեակցիայի վրա:

Բոլոր ֆերմենտները բաժանվում են երեք հիմնական խմբի՝ ամիլազ, լիպազ և պրոտեազ: Ամիլազ ֆերմենտն անհրաժեշտ է ածխաջրերի մշակման համար: Հին հունարենից թարգմանաբար ֆերմենտի անվանումը նշանակում է «օսլա»: Ամիլազի ազդեցության տակ ածխաջրերը քայքայվում և հեշտությամբ ներծծվում են արյան մեջ: Ամիլազը առկա է ինչպես թռուռ, այնպես էլ աղիներում: Ամիլազը նույնպես տարբեր է լինում: Շաքարների յուրաքանչյուր տեսակի համար գոյություն ունի այս ֆերմենտի սեփական տեսակը: Լիպազը ֆերմենտներ են, որոնք առկա են ստամոքսահյուստում և արտադրվում են ենթաստամոքսային գեղձի կողմից: Լիպազն անհրաժեշտ է օրգանիզմի կողմից ճարպերի յուրացման համար: Պրոտեազը ֆերմենտների խումբ է, որոնք առկա են ստամոքսահյուստում և նույնպես արտադրվում են ենթաստամոքսային գեղձի կողմից: Բացի այդ՝ պրոտեազը առկա է նաև աղիներում: Պրոտեազն անհրաժեշտ է սպիտակուցների քայքայման համար: Իրենց կառուցվածքը փոփոխվում է միայն ծայրահեղ պայմաններում

Գործնական մաս.

Փորձ 1. Անօրգանական և օրգանական կատալիզ

Օրինակ՝

Ջրածնի պերօքսիդի քայքայում (H_2O_2) մանգանի երկօքսիդի (MnO_2) և կատալազ ֆերմենտի առկայությամբ

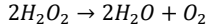
Նպատակ՝ Ցույց տալ անօրգանական և օրգանական կատալիզատորների ազդեցության տարբերությունը քայքայման արագության վրա:

ա) Ջրածնի պերօքսիդի քայքայում (H_2O_2) մանգանի երկօքսիդի (MnO_2) առկայությամբ

Անհրաժեշտ նյութեր՝ ջրածնի պերօքսիդ (H_2O_2), մանգանի երկօքսիդ (MnO_2)

Գործընթաց:

1. Վերցնել որոշ քանակությամբ H_2O_2 : Ռեակցիան առանց կատալիզատորի՝ H_2O_2 քայքայվում է դանդաղությամբ՝



2. Ավելացնել կատալիզատոր (մի քանի կաթիլ մանգանի երկօքսիդի լուծույթ): MnO_2 -ն արագացնում է ռեակցիան, և արագ տեղի է ունենում թթվածնի արտազատում (փրփրման ձևով):

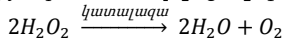
բ) Ջրածնի պերօքսիդի քայքայում (H_2O_2) կատալազա ֆերմենտի առկայությամբ

Նպատակ՝ Ցույց տալ օրգանական կատալիզի ազդեցությունը քայքայման արագության վրա և համեմատել ռեակցիայի ընթանման արագությունները:

Անհրաժեշտ նյութեր՝ ջրածնի պերօքսիդ (H_2O_2), կատալազա ֆերմենտ (թարմ կարտոֆիլի մզվածք)

Գործընթաց:

Վերցնել որոշ քանակությամբ H_2O_2 և ավելացնել մի քանի կաթիլ կատալիզատոր.



Վերլուծություն:

- Նույն ռեակցիայի համար կարելի է կիրառել և անօրգանական, և օրգանական կատալիզատորներ:
- օրգանական կատալիզատորի դեպքում նույն ռեակցիան շատ ավելի արագ և բուռն է ընթանում:

Փորձ 2. Օրգանական (կենսաբանական) կատալիզ

Օրինակ՝ Ջրածնի պերօքսիդի քայքայում յարդի կամ կարտոֆիլի կտորի միջոցով (կատալազա ֆերմենտ)

Նպատակը՝ Ցույց տալ ֆերմենտների՝ որպես կենսաբանական կատալիզատորների դերը:

Անհրաժեշտ նյութեր՝ թարմ յարդ կամ կարտոֆիլ, H_2O_2 :

Գործընթաց:

ա) փորձ յարդի միջոցով.

Վերցնել թարմ յարդի մի կտոր և նրա վրա լցնել մի քանի կաթիլ H_2O_2 : Լյարդում առկա կատալազա ֆերմենտը քայքայում է H_2O_2 -ը, և արդյունքում տեղի է ունենում ուժեղ փրփրում, թթվածնի արտազատում:

բ) փորձ կարտոֆիլի միջոցով.

- վերցնել կարտոֆիլի մեկ պալար և բաժանել երկու մասի,
- մի մասը եփել և հովացնել մինչև սենյակային ջերմաստիճանը,
- հում և եփած մասերը տեղադրել իրար կողքի և երկուսի վրա էլ ավելացնել մի քանի կաթիլ H_2O_2 : Հում կարտոֆիլում առկա կատալազա ֆերմենտը քայքայում է H_2O_2 -ը, և արդյունքում տեղի է ունենում ուժեղ փրփրում, թթվածնի արտազատում, իսկ եփած կարտոֆիլում ռեակցիա չի դիտվում, քանի որ ջերմային մշակման ընթացքում կատալազա ֆերմենտը քայքայվում է:

Դասի ավարտին կազմվում է համեմատական աղյուսակ (աղյուսակ 2):

**Փորձ 2-ի արդյունքների հիման վրա կազմված աղյուսակը
Անօրգանական և օրգանական կատալիզի արդյունքները**

Փորձ	Տիպ	Կատալիզատոր	Արդյունք	Ուսումնական նպատակ
$H_2O + MnO_2$	Քիմիա (անօրգանական)	Մանգանի երկօքսիդ	Թթվածնի արագ արտազատում	Անօրգանական կատալիզի ցուցադրում
$H_2O_2 +$ լյարդ	Կենսաբանություն (օրգանական)	Կատալազա (ֆերմենտ)	Թթվածնի արագ արտազատում	Օրգանական կատալիզի, ֆերմենտների դերի ըմբռնում

Վերլուծություն:

- Նույն ռեակցիայի համար կարելի է կիրառել և՛ անօրգանական, և՛ օրգանական կատալիզատորներ:
- Սովորողները կապում են կենսաբանական համակարգերում ընթացող քիմիական պրոցեսները անօրգանական համակարգերում ընթացող քիմիական պրոցեսների հետ:
- Օրգանական կատալիզատորի դեպքում նույն ռեակցիան շատ ավելի արագ և բուռն է ընթանում:

Եզրակացություն

Քիմիայի և կենսաբանության ինտեգրված ուսուցումը հնարավորություն է տալիս

- սովորողներին ամբողջական և համակարգային պատկերացում կազմել բնական երևույթների մասին: Այն ամրապնդում է կրթական նպատակները զարգացնելով կիրառելի, քննադատական և համագործակցային մտածողություն,
- իրականացնել մեթոդական, կառուցվածքային և ծրագրային աշխատանքներ, որոնք կարող են լրջորեն նպաստել ուսուցման արդյունավետության բարձրացմանը՝ համապատասխան ժամանակակից կրթական պահանջներին,
- ուսուցիչների համագործակցությունը, մեթոդական նորարարությունները և ուսուցման ստեղծագործական ձևերը նպաստելում են միջառարկայական ուսուցման արդյունավետ կիրառմանը և գիտելիքի խորացմանը:

Այս մոտեցումները կարևոր դեր են խաղում STEM կրթության որակի բարելավման գործում:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-120>

Գրականություն

- Սարգսյան Գ., Բնական գիտությունների ինտեգրումը միջնակարգ դպրոցում, 2022, 16 էջ:
- Հարությունյան Ն., Միջառարկայական ուսուցում և կրթական նորարարություններ, 2021, 20 էջ:
- Քիմիայի և կենսաբանության դասագրքեր (7-12 դասարաններ):
- Гурьев А. И. Межпредметные связи в системе современного образования.: Монография. Барнаул: Изд. Алт. ун-та, 2002, 212 с.

5. Ефремова В. Р., Устинова Л. Е. Межпредметные связи – важнейший принцип обучения в современной школе. 2015, 18 с.
6. Кондаков М. И. Логический словарь – справочник. Москва: Наука, 1975, - 717 с.
7. Кондратьев А. С., Прияткин Н.А. Современные технологии обучения физике. Учебное пособие. Санкт-Петербург: изд-во Санкт-Петерб. ун-та, 2006, 342 с.
8. Томас К. Логика науки или психология исследования? Структура научных революций. Москва: «АСТ», 2003, 605 с. ISBN 5-17-010707-2. с. 539-576.
9. Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., & Walter P. *Molecular Biology of the Cell* (6th ed.). Garland Science, 2015.
10. Beers S. *Curriculum Integration: Designing the Core of Democratic Education*. Teachers College Press, 2005.
11. Berg J. M., Tymoczko J. L., & Stryer L. *Biochemistry* (9th ed.), 2005.
12. Drake S. M., & Burns R. C. *Meeting Standards Through Integrated Curriculum*. ASCD, 2004.
13. Fogarty R. *The Mindful School: How to Integrate the Curricula*. Skylight Publishing, 1991.
14. Jacobs H. H. *Interdisciplinary Curriculum: Design and Implementation*. ASCD, 1989.
15. Kuhn T. S. *The Road Since Structure: Philosophical Essays, 1970—1993*. Chicago: University of Chicago Press, 2000. ISBN 0-226-45798-2.

Реализация междисциплинарных связей биологии и химии как средство повышения эффективности обучения

**Товмасын Мартун,
Петросян Асмик**

Резюме

Ключевые слова: интеграция курсов, учебный процесс, методы обучения, формы междисциплинарных связей, катализ, ферментативный катализ, междисциплинарный химико-биологический эксперимент

Формирование и развитие творческого мышления у учащихся является одной из ключевых задач современной педагогики. Очевидно, что с точки зрения развития общества наличие творческих личностей обязательно. Каждый человек обладает определенным уровнем творческого мышления и проявляет его по-своему. В этом отношении междисциплинарное обучение в настоящее время рассматривается как важный инструмент повышения эффективности обучения. В частности, интеграция химии и биологии как взаимосвязанных естественных наук позволяет углубить знания учащихся, сформировать всестороннее мировоззрение учащегося, аналитическое мышление и развить прикладные навыки. В данной статье представлены теоретические основы интегрированного обучения, анализируются практические проявления взаимосвязи химии и биологии, а также предлагаются модельные подходы для повышения эффективности обучения. В статье сначала представляется сущность интегрирующего метода, инструментарий его реализации, затем рассматриваются конкретные темы, тесно связанные с химией и биологией, которые сопряжены с химико-биологическими экспериментами. В этих темах углубленное понимание химических основ способствует правильному восприятию биологических явлений, и самостоятельно, пропуская через собственную призму, делают окончательные выводы.

Implementation of Interdisciplinary Connections between Biology and Chemistry as a Means of Increasing Learning Effectiveness

*Tovmasyan Martun,
Petrosyan Hasmik*

Summary

Key words: *course integration, educational process, teaching methods, forms of interdisciplinary connections, catalysis, enzymatic catalysis, interdisciplinary chemical-biological experiment*

The formation and development of creative thinking in students is one of the key tasks of modern pedagogy. It is obvious that the presence of creative individuals is essential from the perspective of the development of society. Each person has a certain level of creative thinking and manifests it in their own way. In this regard, interdisciplinary learning is currently seen as an important tool for improving learning efficiency. In particular, the integration of chemistry and biology as closely related natural sciences helps deepen students' knowledge, foster a holistic scientific worldview, and develop analytical thinking and practical skills. This article outlines the theoretical foundations of integrated learning, examines practical ways in which chemistry and biology are interconnected, and proposes model approaches to improve learning effectiveness. The article first outlines the essence of the integrative approach and the tools used for its implementation. It then examines specific topics closely linking chemistry and biology through chemical–biological experiments. Within these topics, a deeper understanding of chemical principles supports accurate interpretation of biological phenomena and enables students to independently analyze information and draw well-reasoned conclusions.

Ներկայացվել է 21. 09. 2025 թ.

Գրախոսվել է 30. 09. 2025 թ.

Ընդունվել է տպագրության 26. 11. 2025 թ.

**Պարամետր պարունակող խնդիրների լուծումը
ածանցյալի միջոցով**

**Մամիկոնյան Հայկանուշ,
Պեպանյան Արմինե**

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-130>

Հանգուցային բառեր. *Ֆունկցիա, ֆունկցիայի շոշափող, մեծագույն արժեք, փոքրագույն արժեք, ֆունկցիոնալ մեթոդ, ֆունկցիայի հետազոտում*

Մասնավարժական մտքի առաջնային հարցերից մեկը դպրոցականների ճանաչողական գործունեության ակտիվացման խնդիրն է: Մաթեմատիկական անալիզի տարրերի, մասնավորապես ածանցյալի հասկացության և նրա կիրառությունների ուսումնասիրությունները մշտապես հիմնվում են հանրահաշվում ուսուցանվող հասկացությունների և փաստերի վրա [1, 2, 5]:

Ավագ դպրոցի դպրոցական դասագրքում ածանցյալի գաղափարը ներմուծվում է 11-րդ դասարանում, և, բացի նրա գաղափարից, տրվում են նաև նրա կիրառություններին առնչվող բազմաթիվ խնդիրներ:

Մաթեմատիկայի դպրոցական դասընթացում կարևոր դեր ունեն պարամետր պարունակող խնդիրները: Հաճախ աշակերտները դժվարանում են լուծել այս խնդիրները՝ համարելով դրանք բարդ, չիմանալով դրանց լուծման եղանակները: Համընդհանուր եղանակ այս խնդիրների լուծման համար իսկապես գոյություն չունի: Առանձնացվում են անալիտիկ, ֆունկցիոնալ և գրաֆիկական եղանակները, սակայն միշտ չէ, որ ակնհայտ երևում է, թե որ եղանակն արդյունավետ կլինի տվյալ խնդրի համար, ինչպես նաև հաճախ անհրաժեշտ է լինում գուգակցել մեթոդները:

Այս աշխատանքում ուսումնասիրվել է պարամետր պարունակող խնդիրների լուծման ֆունկցիոնալ մեթոդը: Այն հիմնված է խնդրում տրված ֆունկցիայի, կամ ֆունկցիաների ածանցյալի միջոցով հետազոտման վրա: Բերվել են մի շարք օրինակներ նշված մեթոդի կիրառմամբ: Հիմնավորվել է այս տեսակ խնդիրների դասապրոցեսում ներառելու կարևորությունն ու առավելելությունները:

Մի շարք խնդիրներում պահանջվում է գտնել պարամետրի արժեքները, որոնց դեպքում տրված ֆունկցիան բավարարում է այս կամ այն պայմաններին: Այս խնդիրներում նպատակահարմար է կատարել տրված ֆունկցիայի հետազոտում ածանցյալի միջոցով, երբեմն նաև գրաֆիկի կառուցում՝ պարամետրի համապատասխան արժեքը գտնելու համար: Խնդիրների լուծման նշված եղանակը համարվում է ֆունկցիոնալ:

Հաճախ խնդրի ձևակերպման մեջ բացակայում է ֆունկցիա բառը: Օրինակ, պահանջվում է լուծել որևէ հավասարում՝ կախված պարամետրի արժեքից: Այս խնդիրները ևս հնարավոր է լուծել վերը նշված եղանակով՝ հավասարման աջ և ձախ մասերը դիտարկելով որպես ֆունկցիաներ՝ կախված անկախ փոփոխականից և հետագործելով դրանք: Երբեմն հարկ է լինում կառուցել այդ ֆունկցիաների գրաֆիկները և աշակերտներին ցույց տալ գրաֆիկների փոխադարձ դիրքերը՝ կախված պարամետրի արժեքից:

Դպրոցական դասընթացում աշակերտը ածանցյալը կիրառում է հիմնականում հետևյալ թեմաների խնդիրներ լուծելիս՝ ֆունկցիայի հետազոտում, ֆունկցիայի շոշափող, էքստրեմումի տարաբնույթ խնդիրներ (ինչպես հանրահաշվական, այնպես էլ երկրաչափական): Այդ տեսակի խնդիրներում հիմնականում աշակերտն ակնհայտո-

րեն հասկանում է, որ հենց ածանցյալի կիրառամբ պետք է լուծվի խնդիրը: Սակայն վերևում նկարագրված պարամետր պարունակող խնդիրները (որոնց թվում նաև ոչ ստանդարտ և դժվարավուն խնդիրներ) առաջին հայացքից ածանցյալի կիրառում կարծես չեն պահանջում, բայց առանց դրա կիրառման հնարավոր չի լինում լուծել այդ խնդիրները:

Դիտարկենք մի քանի օրինակ:

Խնդիր 1. Գտնել p -ի բոլոր այն արժեքները, որոնց դեպքում

$$5^{3x+1} + 8 = 3 \cdot 5^{x+1}(3 + 5^x) - p$$

հավասարումը չունի մեկից ավելի արմատ [4]:

Լուծում: Ձևափոխենք հավասարումը՝

$$5 \cdot (5^x)^3 + 8 = 15 \cdot 5^x(3 + 5^x) - p:$$

Կատարենք նշանակում՝ $t = 5^x, t > 0$.

$$5t^3 - 15t^2 - 45t = -8 - p,$$

$$t^3 - 3t^2 - 9t = -\frac{8+p}{5}:$$

Ուսումնասիրենք

$$y = t^3 - 3t^2 - 9t$$

ֆունկցիան $t \in (0, +\infty)$ միջակայքում:

Այս ֆունկցիայի ածանցյալը կլինի՝

$$y' = 3t^2 - 6t - 9:$$

Կրիտիկական կետերը գտնելու համար լուծում ենք $3t^2 - 6t - 9 = 0$ հավասարումը և ստանում՝

$$t = 3, t = -1:$$

$t \in (0, 3)$ միջակայքում ֆունկցիայի ածանցյալը բացասական է, հետևաբար ֆունկցիան նվազող է: Իսկ $(3, +\infty)$ միջակայքում դրական, հետևաբար՝ աճող: Այսինքն, $t = 3$ կետը մինիմումի կետ է:

$$y(3) = -27:$$

Գրաֆիկից երևում է (նկար 1), որ որպեսզի $y = t^3 - 3t^2 - 9t$ և $y = -\frac{8+p}{5}$ կորերի գրաֆիկները $(0, +\infty)$ -ում ունենան 1-ից ոչ ավել լուծում, պետք է տեղի ունենա հետևյալ անհավասարումներից մեկը՝

$$\text{կամ } -\frac{8+p}{5} \leq -27,$$

$$\text{կամ } -\frac{8+p}{5} \geq 0,$$

որը լուծելով՝ ստանում ենք հետևյալ պատասխանը.

$$p \in (-\infty, -8] \cup [127, +\infty):$$

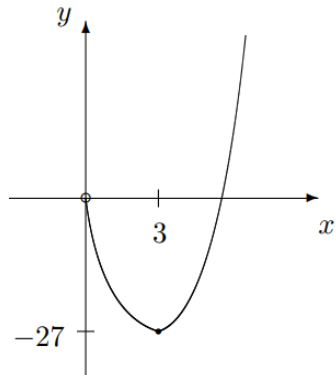
Այս խնդրի լուծման ընթացքում անհրաժեշտ է աշակերտների ուշադրությունը հրավիրել այն փաստի վրա, որ $t = 5^x > 0$ և նվաճ գրաֆիկները դիտարկվում են միայն $(0, +\infty)$ -ում:

Խնդիր 2. Գտնել p -ի բոլոր արժեքները, որոնց դեպքում

$$4 \sin^3 x = p - 3 \cos x$$

հավասարումը լուծում չունի [4]:

Լուծում: Հավասարումը գրենք հետևյալ տեսքով՝



Նկար 1.

$$p = 4 \sin^3 x + 3(1 - 2 \sin^2 x) = 4 \sin^3 x - 6 \sin^2 x + 3:$$

Նշանակելով $t = \sin x, t \in [-1, 1]$, հետագոտենք $y = 4t^3 - 6t^2 + 3$ ֆունկցիան $t \in [-1, 1]$ հատվածում:

Գրենք այս ֆունկցիայի ածանցյալը՝

$$y' = 12t^2 - 12t:$$

$y' = 0$ հավասարումից ստանում ենք կրիտիկական կետերը՝ $t = 0$ և $t = 1$:

$[-1, 0]$ միջակայքում ֆունկցիայի ածանցյալը դրական է, այսինքն ֆունկցիան այստեղ աճում է, իսկ $[0, 1]$ -ում ածանցյալը բացասական է, հետևաբար ֆունկցիան նվազող է: $t = 0$ -ն մաքսիմումի կետ է:

$$y(0) = 3, y(-1) = -7, y(1) = 1,$$

$t \in [-1, 1]$ հատվածում ֆունկցիայի մեծագույն արժեքը 3 է, իսկ փոքրագույն արժեքը՝ -7:

Քանի որ $y = 4t^3 - 6t^2 + 3$ ֆունկցիան անընդհատ է, ապա ընդունում է $y \in [-7, 3]$ հատվածի բոլոր արժեքները: Այսինքն սկզբնական հավասարումը արմատ չունի, երբ $p \notin [-7, 3]$: Հետևաբար $p \in (-\infty, -7) \cup (3, \infty)$:

Խնդիր 3. Կախված a պարամետրի արժեքից որոշել $x^3 - 3x^2 - a = 0$ հավասարման արմատների քանակը [6]:

Լուծում: Հավասարումը գրենք հետևյալ տեսքով.

$$x^3 - 3x^2 = a:$$

Հավասարման արմատների քանակի կախվածությունը a -ի արժեքներից որոշելու համար գտնենք $y = x^3 - 3x^2$ ֆունկցիայի գրաֆիկի և $y = a$ ուղղի հարաբերական դիրքերը բոլոր $a \in R$ համար:

Առաջին հերթին պետք է կառուցել $y = x^3 - 3x^2$ ֆունկցիայի գրաֆիկը, որը հեշտությամբ կարող ենք անել ածանցյալի միջոցով: Ֆունկցիայի ածանցյալը կլինի՝

$$y' = 3x^2 - 6x = 3x(x - 2),$$

$y' < 0$, երբ $0 < x < 2, y' = 0$, երբ $x = 0, x = 2$ և $y' > 0$, երբ $x < 0, x > 2$:

Այսինքն, y անընդհատ ֆունկցիան $x = 2$ կետում ունի մինիմում, իսկ $x = 0$ կետում մաքսիմում, ընդ որում $y(0) = 0, y(2) = -4$: Ֆունկցիան նվազում է $[0, 2]$ -ում և աճում՝ $(-\infty, 0]$ և $[2, +\infty)$:

Այսպիսով, եթե $a > 0$, ապա հավասարումը ունի մեկ արմատ; եթե $a = 0$, ապա երկու տարբեր արմատներ; եթե $-4 < a < 0$ ՝ երեք արմատ; $a = -4$ ՝ երկու արմատ; $a < -4$ ՝ մեկ արմատ (նկար 2):

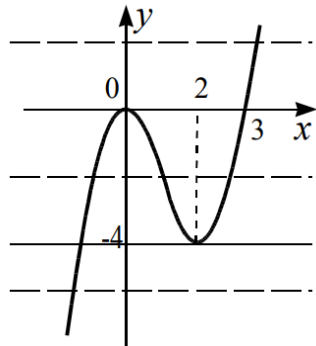
Խնդիր 4. a -ի ինչպիսի՞ արժեքների դեպքում $e^x = ax^6$ հավասարումն ունի մեկ դրական լուծում [3, 185]:

Լուծում:

Հավասարումը գրենք հետևյալ տեսքով՝

$$a = \frac{e^x}{x^6},$$

և դիտարկենք հետևյալ ֆունկցիան.



Նկար 2.

$$y = \frac{e^x}{x^6}, x \neq 0:$$

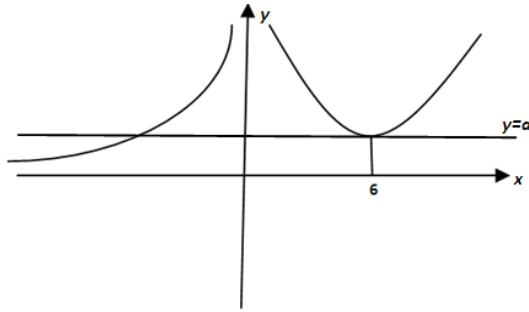
Այս ֆունկցիայի գրաֆիկը կառուցենք ածանցյալի միջոցով:

$$y' = \frac{e^x(x-6)}{x^7}:$$

$x = 6$ կետը կրիտիկան կետ է: $(-\infty, 0) \cup (6, \infty)$ միջակայքերում $y' > 0$, հետևաբար ֆունկցիան աճող է, $(0, 6)$ -ում՝ $y' < 0$, հետևաբար՝ նվազող:

Կառուցելով այս ֆունկցիայի և $y = a$ ֆունկցիայի գրաֆիկները՝ տեսնում ենք, որ երբ $x > 0$, այդ գրաֆիկները կհատվեն մեկ կետում, եթե այդ կետը $x = 6$ -ն է: Այս կետը տեղադրելով հավասարման մեջ ստանում ենք a -ի համար հետևյալ արժեքը՝

$$a = \left(\frac{e}{6}\right)^6:$$



Նկար 3.

Այս օրինակում շատ կարևոր է հավասարումը հարմար ձևով ձևափոխելը և ճիշտ ֆունկցիա հետագոտելը (նկար 3):

Հաջորդ երկու խնդիրները կապված են շոշափողի հետ, հետևաբար աշակերտները միանգամից գլխի են ընկնում կիրառել ածանցյալ: Սակայն դրանք պարունակում են որոշակի բարդություններ:

Խնդիր 5. Տանել $y = 1 + 2x - x^2$ պարաբոլին շոշափող՝ հարթության կամայական (x_0, y_0) կետով [7]:

Եթե շոշափման կետի աբսցիսը նշանակենք a -ով, և գրենք ֆունկցիայի գրաֆիկի շոշափողի հավասարումը $(a, 1 + 2a - a^2)$ կետում: Դրա համար ածանցենք $y = 1 + 2x - x^2$ ֆունկցիան:

$$y' = 2 - 2x$$

Շոշափողի հավասարումը կլինի՝

$$y = (1 + 2a - a^2) + (2 - 2a)(x - a),$$

այս շոշափողը պետք է անցնի (x_0, y_0) կետով, որտեղից՝ $y_0 = (1 + 2a - a^2) + (2 - 2a)(x_0 - a)$:

Ձևափոխություններից հետո ստանում ենք հավասարում՝ շոշափման կետի աբսցիսը գտնելու համար՝

$$a^2 - 2x_0a + (1 + 2x_0 - y_0) = 0:$$

Սա քառակուսի հավասարում է, որտեղ անհայտը a -ն է: Եթե տարբերիչը բացասական է՝

$$\frac{D}{4} = x_0^2 - 2x_0 - 1 + y_0 < 0,$$

այսինքն $y_0 < 1 + 2x_0 - x_0^2$, ապա հավասարումը լուծում չի ունենա:

Եթե $\frac{D}{4} > 0$, այսինքն $y_0 > 1 + 2x_0 - x_0^2$, ապա հավասարումը կունենա երկու լուծում՝

$$a = x_0 \pm \sqrt{x_0^2 - 2x_0 - 1 + y_0}:$$

Փոխարինելով գտնված a -ն կտանանք (x_0, y_0) կետով անցնող երկու շոշափողների հավասարումները: Եվ, վերջապես, երբ $\frac{D}{4} = 0$, այսինքն՝ $y_0 = 1 + 2x_0 - x_0^2$, ապա հավասարումը ունի մեկ լուծում՝ $a = x_0$:

Լուծման երկրաչափական իմաստը շատ պարզ է:

Եթե $y_0 < 1 + 2x_0 - x_0^2$, այսինքն (x_0, y_0) կետը գտնվում է պարաբոլից ներքև, ապա այդ կետով շոշափող չենք կարող տանել:

Եթե $y_0 > 1 + 2x_0 - x_0^2$, այսինքն (x_0, y_0) կետը գտնվում է պարաբոլից վերև, ապա այդ կետով կարելի է պարաբոլին տանել երկու շոշափող:

Իսկ եթե $y_0 = 1 + 2x_0 - x_0^2$, այսինքն (x_0, y_0) կետը գտնվում է պարաբոլի վրա, ապա այդ կետով կարելի է տանել միակ շոշափողը, որը շոշափում է պարաբոլին հենց (x_0, y_0) կետում:

Այս խնդիրը ի սկզբանե պարամետր չէր պարունակում, սակայն խնդրի լուծման համար ներմուծվեց a պարամետրը:

Խնդիր 6. p և q պարամետրի n -րդ արժեքների դեպքում է $y = 2x^2 + px + q$ պարաբոլը շոշափում $y = 8x - 5$ և $y = 12x - 11$ ուղիղներին [6]:

Լուծում: Ենթադրենք $y = 8x - 5$ ուղիղը շոշափում է $y = 2x^2 + px + q$ պարաբոլին $M_1(x_1, y_1)$ կետում: Այսինքն, $(2x^2 + px + q)' = 4x + p$ ածանցյալը, երբ $x = x_1$ հավասար կլինի $y = 8x - 5$ ուղիղի անկյունային գործակցին՝

$$4x_1 + p = 8:$$

Քանի որ M_1 կետը շոշափման կետն է, ապա այդ կետում ֆունկցիաների արժեքները հավասար են՝

$$2x_1^2 + px_1 + q = 8x_1 - 5:$$

Դիցուք $M_2(x_2, y_2)$ կետը պարաբոլի շոշափման կետն է երկրորդ՝ $y = 12x - 11$ ուղիղի հետ: Այդ դեպքում ստանում ենք հետևյալ երկու հավասարումը՝

$$4x_2 + p = 12,$$

$$2x_2^2 + px_2 + q = 12x_2 - 11:$$

Ստացված հավասարումները գրենք մեկ համակարգով.

$$\begin{cases} 4x_1 + p = 8, \\ 4x_2 + p = 12, \\ 2x_1^2 + px_1 + q = 8x_1 - 5, \\ 2x_2^2 + px_2 + q = 12x_2 - 11: \end{cases}$$

Լուծելով հեկյալ համակարգը՝ ստանում ենք p -ի և q -ի համար հետևյալ արժեքները՝

$$p = 4, q = -3:$$

Եզրակացություն: Դասապրոցեսի ընթացքում աշակերտներին ածանցյալի այս կիրառմանը ծանոթացնելը, համապատասխան խնդիրներ լուծելը և նման օրինակներ նաև որպես տնային աշխատանք հանձնարարելը նպաստում են հետևյալ կարևոր խնդիրների լուծմանը.

- բարդ համարվող պարամետր պարունակող խնդիրների լուծման ևս մի եղանակի իմացություն,
- ֆունկցիայի ածանցյալի կարևոր կիրառություն,
- աշակերտի վերլուծական մտածողության ու ստացված արդյունքները ընդհանրացնելու ունակության զարգացում:

Ածանցյալի բոլոր այս կիրառությունները ցույց են տալիս այն փաստը, որ ածանցյալի գաղափարը էապես կապված է գիտության տարբեր բնագավառների հետ: Դրա ուսումնասիրությունը շատ արդիական է, քանի որ այն ունի մեծ կրթական նշանակություն, այն սկիզբ է դնում մաթեմատիկական անալիզի տարրերի ուսումնասիրությանը և ապահովում է մաթեմատիկական, ֆիզիկական և երկրաչափական խնդիրների լուծման նոր մեթոդներ:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-130>

Գրականություն

1. Այվազյան Է., Մաթեմատիկայի դասավանդման մեթոդիկա (ընդհանուր մեթոդիկա), Երևան, ԵՊՀ հրատ., 2016, 204 էջ:
2. Գասպարյան Ս. Օ., Ղուլդազարյան Լ. Գ., Ֆունկցիայի հետազոտման ուրվագիծը և գրաֆիկի կառուցման մեթոդական մոտեցումը մաթեմատիկական անալիզի դպրոցական դասընթացում // Շիրակի Մ. Նալբանդյանի անվան պետական համալսարան, 2023, № 1, 180-189 էջ:
3. Գևորգյան Գ. Գ., Սահակյան Ա. Ա., Հանրահաշիվ և մաթեմատիկական անալիզի տարրեր: Ավագ դպրոցի 11-րդ դասարանի դասագիրք (բնագիտամաթեմատիկական հոսքի համար), Երևան, Տիգրան Մեծ, 2010, 208 էջ:
4. Латыпова Н. В. Производная функции и её применение: Учебно-методическое пособие. Изд. ГОУВПО "УдГУ", Ижевск, 2009, 30 с.
5. Могильницкий В. А., Шунайлова С. А. Производная и ее применение: учебное пособие. Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011, -107 с.
6. Прокофьев А. А., Задачи с параметрами. Москва: МИЭТ, 2004, 258 стр.
7. <https://zftsh.online/articles/5264> (14.10.2025)

Решение задач с параметрами с использованием производной

*Мамиконян Айкануш,
Пепаян Армине*

Резюме

Ключевые слова: *функция, касательная функции, максимальное значение, минимальное значение, функциональный метод, исследование функции*

Задачи с параметрами играют важную роль в школьном курсе математики. Учащиеся часто испытывают трудности с решением таких задач, считая их сложными или не зная методов их решения. Универсального способа решения этих задач на самом деле не существует. Различают аналитический, функциональный и графический

методы, однако не всегда очевидно, какой метод будет эффективен для данной задачи, а также часто возникает необходимость в сочетании вышеперечисленных методов.

В данной работе изучен функциональный метод решения задач, содержащих параметр. Он основан на исследовании функции или функций, фигурирующих в данной задаче, с помощью производной. Исследуя функции, можно так же построить их графики и сделать графический анализ визуализируя задачу.

Приведен ряд примеров с использованием указанного метода. Обоснована важность включения такого рода задач в учебный процесс. Также приведены преимущества функционального метода решения задач с параметрами. Решение таких задач способствует развитию аналитического мышления и способности обобщения полученных результатов у школьников старших классов.

Solving Problems with Parameters Using Derivative

***Mamikonyan Haykanush,
Pepanyan Armine***

Summary

Key words: function, tangent of function, maximum value, minimum value, functional method, analysis of function

Problems with parameters play an important role in the school mathematics course. Students often experience challenges when solving such problems, considering them difficult or not knowing the methods for solving them. There's no universal way to solve these problems, actually. There are analytical, functional, and graphical methods, but it's not always clear which method will be effective for a given task, and there is often a need to combine the aforementioned methods.

In this paper, the functional method for solving problems containing a parameter is studied. It is based on analyzing the function or functions involved in the given problem using the derivative. By analyzing functions, you can also plot their graphs and perform a graphical analysis, visualizing the problem.

Several examples using the aforementioned method are provided. The importance of including such tasks in the educational process is justified. The advantages of the functional method for solving problems with parameters are also presented. Solving such problems contributes to the development of analytical thinking and the ability to generalize the results obtained of high school students.

Ներկայացվել է 14. 10. 2025 թ.

Գրախոսվել է 28. 10. 2025 թ

Ընդունվել է տպագրության 26. 11. 2025 թ.

**Կինեմատիկական մոտեցումը որպես կորերի հատկությունների
ուսուցման այլընտրանքային միջոց՝**

***Մանուկյան Վարդան,
Նիկողոսյան Գագիկ***

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-137>

Հանգուցային բառեր. *խնդիր, ֆիզիկական, վերլուծություն, բազմանկյուն, կոր, հավասարում, հետազիծ, երկարություն*

Նախաբան

Մաթեմատիկայի դասընթացի տարբեր փուլերում քննարկվում են զանազան կորեր և ուսումնասիրվում են դրանց հատկությունները: Սկսած դպրոցական մաթեմատիկայից և հատկապես արդեն մաթեմատիկայի բուհական դասընթացում ներկայացվում են հայտնի կորեր և ուսուցանվում են դրանց վերաբերյալ կարևոր հարցեր ու խնդիրներ (հարթ կորի երկարության կամ կորով սահմանափակված պատկերի մակերեսի հաշվում, կորության շառավղի որոշում, շոշափողի հավասարման ստացում և այլն): Սովորաբար նման հարցերի քննարկումը կատարվում է՝ մնալով գուտ մաթեմատիկական «միջավայրում», հիմք ընդունելով կորի հավասարումը: Ելնելով կորի առանձնահատկություններից և խնդրի դրվածքից՝ վերջինս կարող է տրված լինել դեկարտյան, բևեռային կամ պարամետրական տեսքով: Մաթեմատիկայի ավանդական ուսուցման գործընթացում կորերին առնչվող տարբեր խնդիրների լուծումները կամ հարցերի պարզաբանումները իրականացվում են գուտ մաթեմատիկական գաղափարների և մոտեցումների օգնությամբ: Դրանք զանազան են՝ սկսած տարրական երկրաչափությունից ու հանրահաշվից, մինչև ինտեգրալ հաշվի կիրառություն, իսկ երբեմն էլ դիֆերենցիալ հավասարումների կիրառում և, ի վերջո, դիֆերենցիալ երկրաչափության գաղափարներ: Բնական է, որ մաթեմատիկական խնդիրները, այդ թվում նաև վերը ներկայացվածները, լուծվում են մաթեմատիկական միջոցներով ու գործիքակազմով և լրացուցիչ ոչ մաթեմատիկական միջոցների կիրառման անհրաժեշտություն չունեն: Սակայն կան դեպքեր, երբ ֆիզիկական գաղափարների կիրառումը հնարավորություն է տալիս լուծել մաթեմատիկական խնդիրը բոլորովին այլ մոտեցմամբ: Վերջինս նույնպես հիմնականում հենված է մաթեմատիկայի վրա, քանի որ շատ ֆիզիկական իրողություններ արդեն իսկ պարունակում են մաթեմատիկական բովանդակություն: Ֆիզիկական մոտեցումներ պարունակող լուծումները, սակայն, փոխում են խնդրի լուծման ռազմավարությունը՝ միաժամանակ ապահովելով միջառարկայական կապերի վերհանումն ու լուսաբանումը: Կորերի հետազոտման հարցում ֆիզիկական մոտեցումների դերն առանձնակի է, քանի որ կորերի մեծ մասը կարելի է գեներացնել պարզ մեխանիկական համակարգերի շարժումներով: Պարզ կինեմատիկական կապերի առկայությամբ սկավառակներից, ձողերից ու թելերից բաղկացած մեխանիկական համակարգի տարբեր կետերի շարժման հետազոտելը հաճախ հանդիսանում են հայտնի կորեր: Մաթեմատիկայի դասընթացում սովորաբար այս հանգամանքին

՝ Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀԳԳՄՄՆ ԲԳԳ-Կ-ի ֆինանսական աջակցությամբ՝ 25RG-5C032 ծածկագրով գիտական թեմայի շրջանակներում:

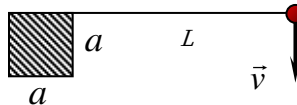
ուշադրություն հատկացվում է միայն կորի ներկայացման փուլում: Կորի մաթեմատիկական հավասարման ստացումից հետո կորը գեներացնող շարժմանը այլևս չեն անդրադառնում և կորի վերաբերյալ բոլոր հարցերը քննարկում են՝ օգտվելով այդ հավասարումից և այլ անհրաժեշտ մաթեմատիկական գիտելիքներից ու միջոցներից: Մյուս կողմից, ֆիզիկայի դպրոցական և բուհական դասընթացի կինեմատիկայի որոշ խնդիրներում երբեմն հանդիպում ենք պահանջների, որոնք կարծես դուրս են գալիս ֆիզիկայի շրջանակից և իրենց բնույթով առավել մաթեմատիկական են [2, 19; 6, 12; 8, 11]: Օրինակ, պահանջվում է որոշել անկյան տակ նետված մարմնի շարժման հետագծի կորության շառավիղը որոշ կետերում: Նման դեպքերում, իհարկե, չնայած որոնելի մեծության որոշումն ունի ավելի շատ մաթեմատիկական հետաքրքրություն, սակայն այն կարելի է ստանալ նաև զուտ կինեմատիկական ճանապարհով: Այսպիսով, կինեմատիկական կարծես օգնում է մաթեմատիկական իրողությունների բացահայտմանը: Շեշտադրելով այս հնարավորությունը՝ [4] աշխատանքում ներկայացված են կորության շառավղի որոշման կինեմատիկական մոտեցումների որոշ հետաքրքիր ընդհանրացումներ:

Սույն աշխատանքը նվիրված է կորեր գեներացնող շարժումների կինեմատիկական վերլուծության ճանապարհով կորերի որոշ մաթեմատիկական բնութագրերի որոշման հնարավորության ներկայացմանը, ինչն էլ աշխատանքի գիտամեթոդական նորոշյոն է: Դիտարկվող օրինակներում շեշտադրելու ենք ուսուցման գործընթացում մշտապես կարևորվող միջառարկայական կապերն ու խնդրների լուծման վարիատիվ ու ստեղծագործական մոտեցումները:

Երբ կորը հայտնի շարժման հետագիծ է

Դիտարկենք կինեմատիկական մի խնդիր, որին կարելի է հանդիպել դպրոցական ֆիզիկայի խորացված ուսուցմանը նվիրված խնդրագրքերում՝ 9+:

Նմուրի 1: Փոքրիկ գնդիկը L երկարությամբ թելով ամրացված է a կողմով քառակուսաձև կտրվածք ունեցող չորսուին (նկար 1): Թելը բերում են նկար 1-ում պատկերված դիրքի և թելին ուղղահայաց ուղղությամբ գնդիկին հաղորդում են V արագություն: Ինչքան ժամանակում ամբողջ թելը կփաթաթվի չորսուին: Ծանրության ուժն անտեսել [3, 12]:



Նկար 1.

Լուծում և ընդհանրացումներ: Թելի երկարությունը հարմար է ներկայացնել $L = Na + b$ տեսքով, որտեղ N -ը բնական թիվ է, $0 \leq b < a$: Դպրոցական և բուհական խնդրագրքերում հաճախ դիտարկվում է $b = 0$ մասնավոր դեպքը: Մենք կքննարկենք ընդհանուր դեպքը, երբ $b \neq 0$ (այսինքն՝ $0 < b < a$): Քանի որ գնդիկին հաղորդված արագությունը ուղղահայաց է թելին, հետագա ամբողջ շարժման ընթացքում թելը չի ծավլի և ձգված վիճակում կհավաքվի չորսուի վրա: Շարժման յուրաքանչյուր պահին գնդիկի արագությունն ու նրա վրա ազդող թելի լարման ուժը փոխադրահայաց են, ինչի շնորհիվ վերջինս աշխատանք չի կատարում, և գնդիկի կինետիկ էներգիան,

հետևապես նաև արագության մոդուլը, մնում է հաստատուն: Այստեղից պարզ է դառնում, որ գնդիկի շարժումը $L; L-a; \dots; L-(N-1)a; b$ շառավիղներով քառորդ պարբերությամբ հավասարաչափ շրջանագծային շարժումների հանրագումար է: Վերջինիս տևողությունը կարելի է հաշվել հետևյալ բանաձևով՝

$$\begin{aligned} T &= \frac{\pi}{2\nu} [L + (L-a) + (L-2a) + \dots + (L-(N-1)a) + b] = \\ &= \frac{\pi}{2\nu} [b + (b+a) + (b+2a) + \dots + (b+Na)]: \end{aligned}$$

Օգտվելով թվաբանական պրոգրեսիայի հաջորդական անդամների գումարի բանաձևից՝ վերևի արտահայտության համար ստանում ենք հետևյալ տեսքը.

$$T = \frac{\pi}{2\nu} \left[(N+1)b + \frac{a(N+1)N}{2} \right] = \frac{\pi}{4\nu} \left(\frac{L^2 - b^2}{a} + L + b \right):$$

Լուծման վերը նկարագրված ընթացքից պարզ է դառնում, որ այն կարելի է ընդհանրացնել կամայական կանոնավոր N անկյան համար: Քանի որ վերջինիս ներքին անկյան կից անկյունը $\frac{2\pi}{n}$ է, որոնքի ժամանակի համար հեշտությամբ ստանում ենք՝

$$T = \frac{\pi}{n\nu} \left(\frac{L^2 - b^2}{a} + L + b \right):$$

Այժմ կարելի է անցնել գլանի վրա թելի փաթաթման ժամանակի որոշման խնդրին: Վերջինիս ուղիղ լուծման տարբերակները դուրս են դպրոցական ֆիզիկայի շրջանակից [7, 113-114]: Հետաքրքիր է, որ ունենալով կանոնավոր բազմանկյան վրա թելի հավաքվելու ժամանակը, $n \rightarrow \infty$ սահմանային անցման ճանապարհով կարելի է ստանալ նաև գլանի վրա թելի փաթաթման ժամանակը: Եթե ֆիքսենք բազմանկյանն արտագծած R շառավղով շրջանագիծն ու թելի L երկարությունը, հաշվի առնենք, որ $a = 2R \sin \frac{\pi}{n}$ և $b < a$, ապա $n \rightarrow \infty$ դեպքում $b \rightarrow 0$ և վերջին բանաձևից ստանում ենք՝

$$T = \lim_{n \rightarrow \infty} \left[\frac{\pi}{\nu} \frac{L^2 - b^2}{2Rn \sin \frac{\pi}{n}} + \frac{\pi}{n\nu} (L + b) \right] = \frac{L^2}{2\nu R}:$$

[7] գրքում ներկայացված են այս խնդրի երեք լուծումներ, որոնք բոլորն էլ հենված են ֆիզիկայի ընդհանուր դասընթացի և տեսական ֆիզիկայի որոշակի գաղափարների, ինչպես նաև ինտեգրալի կիրառման վրա: Մեր կողմից վերը ներկայացված լուծման ընթացքում շոշափվող ֆիզիկական գաղափարները դուրս չեն գալիս դպրոցական դասընթացի շրջանակից: Դա բնական է, քանի որ գլանի վրա թելի փաթաթման խնդրի լուծմանը հանգեցինք դպրոցական խնդրի մաթեմատիկական ընդհանրացման արդյունքում՝ անփոփոխ պահելով մոտեցման ֆիզիկական կողմը:

Ունենալով շարժման T ժամանակը և հաշվի առնելով, որ գնդիկը կատարում է

կորագիծ հավասարաչափ շարժում, գնդիկի անցած l ճանապարհի համար ստանում ենք հետևյալ արտահայտությունը՝

$$l = \frac{L^2}{2R}:$$

Նկատենք, որ խնդիրը լուծելիս l ճանապարհը որոշեցինք որպես տարբեր տեղամասերի ճանապարհների գումար, որոնց երկարությունները «թելադրված էին» ընդամենը խնդրի երկրաչափությամբ: Հետևապես, լուծման այս գործընթացը թույլ է տալիս գտնել գնդիկի անցած ճանապարհը, պարզապես դիտարկելով վերը նկարագրված շարժման հետագիծը՝ շրջանցելով շարժման բնույթի քննարկումը:

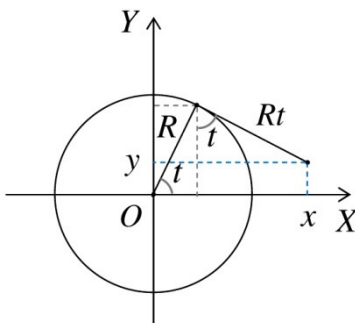
Այժմ անդրադառնանք այն հանգամանքին, որ գլանի վրա փաթաթվող ձգված թելի ծայրակետին ամրացված գնդիկի հետագիծը այդ գլանի հատույթ հանդիսացող շրջանագծի էվոլյենտ է: Վերջինս ուսուցանվում է բարձրագույն մաթեմատիկայի դասընթացում, որտեղ ներկայացվում է էվոլյենտի պարամետրական հավասարումը և ինտեգրալ հաշվի կիրառման օգնությամբ որոշում է այդ կորի երկարությունը: Նման մոտեցման դեպքում չեն օգտվում կորը գեներացնող շարժումից: Համառոտ ներկայացնենք R շառավղով շրջանագծի էվոլյենտի որոշման այդ ճանապարհը: Նկար 2-ից պարզ է, որ էվոլյենտը նկարագրվում է հետևյալ պարամետրական հավասարումներով՝

$$x(t) = R \cos t + Rt \sin t,$$

$$y(t) = R \sin t - Rt \cos t,$$

որտեղ t պարամետրը շրջանագծի շառավղի պտտման անկյունն է (շոշափման կետի բևեռային անկյունը): $(0, t)$ ինտերվալին համապատասխանող կորի երկարության որոշման համար անհրաժեշտ է հաշվել հետևյալ ինտեգրալը

$$l = \int_0^t \sqrt{x'(t)^2 + y'(t)^2} dt:$$



Նկար 2.

Պարամետրական հավասարումները տեղադրելով վերևի ինտեգրալի մեջ և հաշվելով այն,՝ էվոլյենտի երկարության համար ստանում ենք հետևյալ արտահայտությունը՝

$$l = \frac{Rt^2}{2}:$$

Մեր կողմից ի սկզբանե քննարկված կինեմատիկական խնդրի լուծումը բնական ճանապարհով հանգեց էվոլյենտի երկարության որոշմանը: Ջուտ մաթեմատիկական ավանդական մոտեցման և կինեմատիկական մոտեցման արդյունքում ստացված արտահայտությունները համարժեք են: Տարբերու-

թյունն այն է, որ առաջին դեպքում կորի երկարությունն արտահայտվում է t պարամետրի միջոցով, իսկ երկրորդ դեպքում թելի չփաթաթված մասի L երկարությամբ: Երբ շրջանագծի կենտրոնը շոշափման կետին միացնող շառավիղը պտտվում է t

անկյունով, բացվում է գլանին փաթաթված $L=Rt$ երկարությամբ թել, ինչն էլ ապացուցում է երկու մոտեցումներով ստացված արդյունքների համարժեքությունը:

Դիտարկենք ևս մեկ խնդիր, որը տարբեր դրվածքներով հանդիպում է դպրոցական ֆիզիկայի խորացված ուսուցմանը նվիրված խնդրագրքերում [1; 6]:

Խնդիր 2: Երեք կրիաներ գտնվում են a կողմով հավասարակողմ եռանկյան գագաթներում: Կրիաները միաժամանակ սկսում են շարժվել մոդուլով v հաստատուն արագությամբ, ընդ որում առաջին կրիան ամբողջ շարժման ընթացքում շարժվում է դեպի երկրորդը, երկրորդ կրիան՝ դեպի երրորդը, իսկ երրորդը՝ դեպի առաջինը: Որքան ժամանակ անց կրիաները կհանդիպեն:

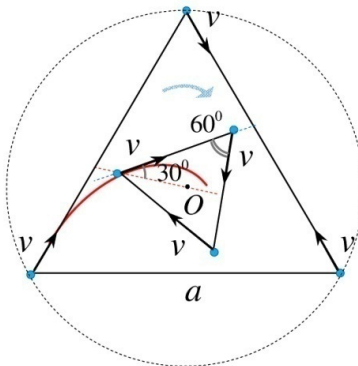
Լուծում և ընդհանրացումներ: Ելնելով համաչափության նկատառումներից՝ կարելի է պնդել, որ շարժման ընթացքում կրիաները կգտնվեն նվազող կողմերով պտտվող հավասարակողմ եռանկյան գագաթներում: Պարզ է, որ կրիաները, ի վերջո, կհանդիպեն եռանկյան կենտրոնում: Սովորողներին կարելի է ուղղորդել խնդրի լուծման ստորև ներկայացված տարբերակներին:

ա) Յուրաքանչյուր կրիայի արագությունը ժամանակի ցանկացած պահին կարելի է վերլուծել երկու փոխուղղահայաց բաղադրիչների, որոնցից մեկն ուղղված է դեպի եռանկյան կենտրոն: Գծագրից պարզ է, որ վերջինս որոշվում է $v_0 = v \cos 30^\circ = v \frac{\sqrt{3}}{2}$

արտահայտությամբ: Յուրաքանչյուր կրիա մինչև հանդիպումը ռադիալ ուղղությամբ պետք է տեղաշարժվի a կողմով հավասարակողմ եռանկյանն արտագծած շրջանագծի շառավղի չափով՝

$$R = a \frac{\sqrt{3}}{3}: \text{ Հետևաբար, կրիաները կհանդիպեն եռանկյան}$$

կենտրոնում՝ շարժումն սկսելուց $t = \frac{R}{v_0} = \frac{2a}{3v}$ ժամանակ հետո:



Նկար 3.

բ) Շարժման ընթացքում կրիաների յուրաքանչյուր զույգի մոտեցման հարաբերական արագությունը կլինի $v_h = v + v \cos 60^\circ = \frac{3v}{2}$: Մինչև հանդիպելը եռանկյան a եր-

կարության կողմը պետք է այդ արագությանը նվազելով դառնա զրո: Ուրեմն, հանդիպման ժամանակը կլինի՝ $t = \frac{a}{v_h} = \frac{2a}{3v}$:

Վերևում ներկայացված լուծումները հեշտության կարելի է կիրառել նաև դիտարկված խնդրի ընդհանրացված տարբերակի համար՝ երբ կրիաները գտնվում են a կողմով կանոնավոր n անկյան գագաթներում և ողջ շարժման ընթացքում դրանցից յուրաքանչյուրը շարժվում է դեպի հարևանը: Այդ դեպքում ա) մոտեցմամբ լուծելու պարագայում որոշում ենք յուրաքանչյուր կրիայի արագության դեպի բազմանկյան

կենտրոն ուղղված բաղադրիչը՝ $v_0 = v \sin \frac{\pi}{n}$: Յուրաքանչյուր կրիա մինչև

հանդիպումը ռադիալ ուղղությամբ պետք է տեղաշարժվի a կողմով բազմանկյան

արտագծած շրջանագծի շառավղի չափով՝ $R = \frac{a}{2 \sin \pi / n}$: Հետևաբար, բազմանկյան

կենտրոնում կրիաների հանդիպման ժամանակը կլինի՝ $t = \frac{R}{v_0} = \frac{a}{2v \sin^2 \pi / n}$:

Երկրորդ մոտեցմամբ առաջնորդվելու դեպքում նախ որոշվում է հարևան կրիաների մոտեցման արագությունը՝ $v_h = v(1 - \cos 2\pi / n) = 2v \sin^2 \pi / n$, և ապա, կողմի երկարությունը բաժանելով այդ հարաբերական արագությանը, կրկին ստանում ենք՝

$$t = \frac{a}{v_h} = \frac{a}{2v \sin^2 \pi / n}:$$

Ստացված արտահայտությունից $n = 3$ մասնավոր դեպքում ստանում ենք մեր կողմից ի սկզբանե դիտարկված խնդրի պատասխանը, իսկ $n = 4$ դեպքում՝ [1, 69] խնդրագրքի համապատասխան խնդրի պատասխանը:

Այժմ անդրադառնանաք հավասարակողմ եռանկյան գագաթներում գտնվող կրիաների շարժման հետազոծին: Հեշտ է նկատել, որ շարժման ցանկացած պահին կրիաներից յուրաքանչյուրի ակնթարթային արագության վեկտորն ու բազմանկյան կենտրոնը կրիային միացնող շառավիղ վեկտորը կազմում են միևնույն $\theta/2$ անկյունը, որտեղ θ -ն կանոնավոր n -անկյան ներքին անկյունն է: Քանի որ ակնթարթային արագությունն ուղղորդված է տվյալ կետում հետազոծին տարված շոշափողով, ապա ստացվում է, որ շարժման ընթացքում կրիայի հետագծի ու շառավիղ վեկտորի

միջև կազմած անկյունը մնում է անփոփոխ և հավասար է $\theta/2 = \left(1 - \frac{2}{n}\right) \frac{\pi}{2}$: Մաթե-

մատիկայում այս կորին անվանում են լոգարիթմական պարույր, որի հավասարումը բևեռային կոորդինատային համակարգում ունի հետևյալ տեսքը

$$r = r_0 e^{m\varphi},$$

որտեղ r_0 -ն հաստատուն գործակից է, $m = ctg \frac{\theta}{2}$, և հաշվի առնելով մեր դիտարկած

խնդրում $\theta/2$ -ի արժեքը, m -ի համար ստանում ենք $m = tg \frac{\pi}{n}$:

Հետաքրքիր է, որ լուծելով խնդիրը և գտնելով կրիաների հանդիպման t ժամանակը, միանգամից կարելի է որոշել նաև մինչև հանդիպումը նրանցից յուրաքանչյուրի անցած l ճանապարհը, ինչը հետագծի երկարությունն է, կամ որ նույնն է, համապատասխան լոգարիթմական պարույրի R շառավղով շրջանով սահմանափակված մասի երկարությունն է: Իսկապես, քանի որ յուրաքանչյուր կրիա կատարում է կորագիծ հավասարաչափ շարժում, ապա

$$l = vt = \frac{a}{2 \sin^2 \pi / n} = \frac{R}{\sin \pi / n} = \frac{R \sqrt{1 + m^2}}{m} :$$

Այսպիսով, ընդհանրացնելով և զարգացնելով կինեմատիկական խնդրի վերլուծությունը, հանգեցինք լոգարիթմական պարույրի երկարության որոշմանը: Վերջինս դիտարկվում է բարձրագույն մաթեմատիկայի դասընթացում: Մասնավորապես [5, 155] խնդրագրքի առաջադրանքներից մեկում պահանջվում է որոշել $r = ae^{m\varphi}$ լոգարիթմական պարույրի $r = a$ շրջանագծի ներսում գտնվող մասի երկարությունը, որի ստացման ֆիզիկական մոտեցումը մենք ներկայացրինք վերևում: Հավելենք, որ բարձրագույն մաթեմատիկայի դասընթացի շրջանակում այս և նմանատիպ խնդիրների լուծման համար օգտվում են բևեռային կոորդինատային համակարգում կորի որոշման

$$l = \int_{\alpha}^{\beta} \sqrt{r(\varphi)^2 + r'(\varphi)^2} d\varphi$$

բանաձևից և այդտեղ տեղադրելով $r = r(\varphi)$ ֆունկցիան՝ կատարում ինտեգրում:

Կինեմատիկայի որոշ այլ մասնավոր մաթեմատիկական կիրառությունների մասին

Հանդիպում են նաև դեպքեր, երբ կորը չի հանդիսանում շարժման հետագիծ, սակայն անուղղակի ճանապարհով գեներացվում է շարժումից: Ստորև կներկայացնենք մի օրինակ, երբ հոսող հեղուկի պարուրիչ մակերևույթը հանդիսանում է հայտնի կորի առանցքի շուրջ պտտման մակերևույթ, և ֆիզիկական գաղափարների կիրառման միջոցով կորոշենք այդ մակերևույթով սահմանափակված ծավալը:

Ֆիզիկայի դպրոցական և բուհական դասընթացների հայտնի խնդրագրքերում կարելի է հանդիպել խնդիրների, երբ պահանջվում է որոշել ջրի ուղղահայաց շիթի հատույթի մակերեսի կամ շառավղի կախումը բարձրությունից [9, 182; 6, 68] Դիտարկենք դրանցից մեկը:

Խնդիր 3: Իդեալական հեղուկի ուղղահայաց շիթը v_0 արագությամբ արտահոսում է a ներքին շառավղով ծորակից: Որքա՞ն է շիթի $\mathcal{Y}$ շառավիղը ծորակից x չափով ներքև գտնվող հատույթում (նկար 4) [6, 68]:

Լուծում, նոր պահանջ և մաթեմատիկական բնույթի մեկ դիտարկում: Եթե քննարկվող հատույթում ջրի հոսքի արագությունը նշանակենք v -ով, ապա շիթի անխզելիության պայմանից կստանանք՝

$$v_0 \pi a^2 = v \pi y^2 :$$

Հաշվի առնելով, որ ջուրը կատարում է ազատ անկում կամ օգտվելով էներգիայի պահպանման օրենքից՝ ստանում ենք՝

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2gx} :$$

Վերը գրված երկու հավասարություններից հատույթի շառավղի համար ստանում ենք՝

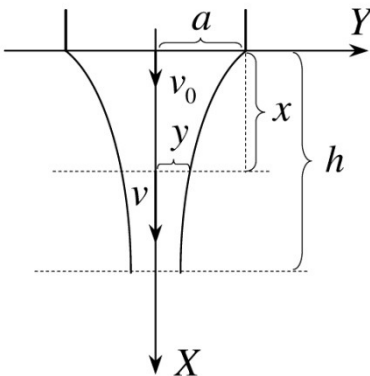
$$y^2 = \frac{a^2}{\sqrt{1+bx}},$$

որտեղ $b = \frac{2g}{v_0^2}$:

Այժմ ավելացնենք մի նոր պահանջ, այն է, որոշել թե որքա՞ն է դիտարկված ջրի շիթի h երկարությամբ մասի V ծավալը (նկար 4): Պարզ է, որ այն հավասար է t ժամանակում a ներքին շառավղով խողովակից արտահոսած ջրի ծավալին՝ $V = v_0 \pi a^2 t$

Մյուս կողմից՝ $h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}$: Հաշվի առնելով այս արտահայտությունները՝ որոնելի ծավալի համար ստանում ենք՝

$$V = \frac{2\pi a^2}{b} (\sqrt{bh} - 1):$$



Նկար 4.

Վերլուծելով հոսող հեղուկի այս խնդիրը, ըստ էության ստանում ենք OX առանցքի

շուրջ $y^2 = \frac{a^2}{\sqrt{1+bx}}$ կորի պտույտից առա-

ջացած մակերևույթով և $x=0$ ու $x=h$ հարթություններով սահմանափակված տիրույթի ծավալը: Մաթեմատիկայի դասընթացում պտտման մակերևույթով սահմանափակված մարմնի ծավալը որոշում են որոշյալ ինտեգրալի օգնությամբ, մաս-

նավորապես, այս դեպքում $y^2 = \frac{a^2}{\sqrt{1+bx}}$

տեղադրում են ծավալի որոշման

$$V = \pi \int_0^h y^2 dx$$

արտահայտության մեջ և, հաշվելով ինտեգրալը, ստանում որոնելի մեծությունը:

Ինչպես տեսանք, այս դեպքում նույնպես ֆիզիկական խնդրի վերլուծությունը բերեց մաթեմատիկական արդյունքի՝ առանց ինտեգրալ հաշվի վերը ներկայացված «ավանդական» կիրառության:

Եզրակացություն

Ֆիզիկական գաղափարներն ու մոտեցումները կարող են իրենց հետաքրքիր կիրառություններն ունենալ մաթեմատիկայի դասավանդման գործընթացում: Կինեմատիկական, հանդիսանալով ֆիզիկայի ամենամաթեմատիկականացված բաժիններից

մեկը, ունի բազմաթիվ նման կիրառություններ: Սույն աշխատանքը նվիրված է դրան-ցից մեկի վերհանմանը: Կորեր գեներացնող շարժումների կինեմատիկական վերլուծության ճանապարհով քննարկված է դրանց որոշ մաթեմատիկական բնութագրերի որոշման հնարավորությունը: Բոլոր օրինակներում ֆիզիկական և մաթեմատիկական բնույթի դատողությունները լրացնում են միմյանց, ինչը կարևոր է ստեղծագործական մտածողություն զարգացնելու տեսակետից: Որոշ դեպքերում դպրոցական կինեմատիկայի գիտելիքների վրա խարսխված մոտեցումները հնարավորություն են տալիս հասնել արդյունքի, երբ ավանդական մոտեցումը պահանջում է բարձրագույն մաթեմատիկայի գիտելիքներ:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-137>

Գրականություն

1. Աթայան Կ., Մայիլյան Ս., Սարգսյան Հ., Պետրոսյան Լ., Ֆիզիկայի խնդիրներ: Տեսակները և լուծումները, Երևան, «Անտարես», 2004, 296 էջ:
2. Ալավերդյան Ռ. Բ., Մելիքյան Գ. Գ. և ուրիշ., Ֆիզիկա: Թեստային առաջադրանքների շտեմարան. Երևան, «Էդիթ Պրինտ», 2017. Մաս 3, 294 էջ:
3. Յուզբաշյան Է. Ս., Ֆիզիկայի ընդհանուր դասընթացի խնդրագիրք. Մեխանիկա, Երևան, ԵՊՀ հրատ., 1982, 224 էջ:
4. Սարգսյան Ս. Հ., Մանուկյան Վ. Ֆ., Նիկողոսյան Գ. Ս., Սարուխանյան Ա. Գ., Կինեմատիկական մոտեցումների կիրառումը երկրաչափական խնդիրներում, ՇՊՀ Գիտական տեղեկագիր, 2024, 1, Պրակ Բ, 319-329 էջ:
5. Демидович Б. П. Задачи и упражнения по математическому анализу, Москва: Наука, 1968, 472 с.
6. Иродов И. И. Задачи по общей физики. Москва: Наука, 1988, 416 с.
7. Кронин Дж., Гринберг Д., Телегди В. Сборник задач по физике с решениями. Москва: Атомиздат, 1975, 336 с.
8. Стрелков С. П., Сивухин Д. В., Угаров В. А., Яковлев И. А. Сборник задач по общему курсу физики. Механика. Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006, 240 с.
9. Турчина Н. В., Рудакова Л. И., Суров О. И., Спирин Г. Г., Ющенко Т. А. Физика: 3800 задач для школьников и поступающих в вузы. Москва: Дрофа, 2000, - 672 с.

Кинематический подход как альтернативный способ изучения свойств кривых

*Манукян Вардан
Никогосян Гагик*

Резюме

Ключевые слова: задача, физический, анализ, многоугольник, кривая, уравнение, траектория, длина

Траектории движения различных точек простых механических систем с наличием кинематических связей часто представляют собой хорошо известные кривые, изучаемые в курсе математики, однако, на это обстоятельство обращают внимание лишь на этапе представления кривой. После получения математического уравнения кривой, обычно больше не рассматривается движение, порождающее эту кривую, и все вопросы о

кривой обсуждаются с использованием этого уравнения и других необходимых математических знаний и средств. С другой стороны, в некоторых задачах кинематики в школьных и вузовских курсах физики мы иногда сталкиваемся с требованиями, которые, казалось бы, выходят за рамки физики и носят чисто математический характер. Например, требуется определить радиус кривизны траектории тела, брошенного под углом в определённых точках. В таких случаях, конечно, хотя определение искомой величины представляет скорее математический интерес, её можно получить и чисто кинематическим методом. Таким образом, кинематика, по-видимому, способствует познанию математических реалий.

Данная работа посвящена демонстрации возможности определения некоторых математических характеристик кривых посредством кинематического анализа движений, образующих кривые, что составляет научную и методическую новизну работы. Рассмотренные примеры подчеркивают межпредметные связи, которые имеют большое значение в процессе обучения.

Kinematic Approach as an Alternative Way to study the Properties of Curves

***Manukyan Vardan
Nikoghosyan Gagik***

Summary

Key words: *problem, physical, analysis, polygon, curve, equation, trajectory, length*

The trajectories of various points in simple mechanical systems with kinematic constraints often represent well-known curves studied in mathematics courses. However, this fact is only noted at the stage of curve representation. Once the mathematical equation of the curve is obtained, the motion that generated it is generally no longer taken into account. All questions concerning the curve are then addressed using this equation along with the necessary mathematical knowledge and tools. On the other hand, in certain kinematics problems in school and university physics courses, we sometimes encounter requirements that seemingly go beyond the scope of physics and are purely mathematical in nature. For example, we may need to determine the radius of curvature of the trajectory of a body thrown at an angle at certain points. In such cases, of course, although determining the desired quantity is primarily of mathematical interest, it can also be obtained using purely kinematic methods. Thus, kinematics apparently contributes to the understanding of mathematical realities.

The following article demonstrates the feasibility of determining certain mathematical characteristics of curves through kinematic analysis of the movements that form them. This constitutes the scientific and methodological novelty of the work. The examples discussed highlight the interdisciplinary connections that play a significant role in the learning process.

**Ներկայացվել է 12. 10. 2025 թ.
Գրախոսվել է 27. 10. 2025 թ.
Ընդունվել է տպագրության 26. 11. 2025 թ.**

**Առաջանցիկ ուսուցման մոդելի տեսական և գործնական կիրառումը
տարրական դպրոցի «Թվային գրագիտություն և
համակարգչային գիտություն» դասընթացում**

Նահապետյան Գոհար

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-147>

Հանգուցային բառեր. *առաջանցիկ ուսուցում, տարրական դպրոց, թվային գրագիտություն, համակարգչային գիտություն, մեդիաակտիվ ուսուցում, տրամաբանական մտածողություն, դասագրքերի վերլուծություն, ուսուցման արդյունավետություն*

Նախաբան

Ժամանակակից կրթական համակարգը կանգնած է տեղեկատվական հասարակության արագ զարգացումից բխող նոր պահանջների առջև, որոնք պայմանավորում են դասավանդման բովանդակության և մեթոդների վերանայման անհրաժեշտություն: Այս իրադրությունում առանձնահատուկ կարևորություն է ստանում այնպիսի մոտեցումների ներդրումը, որոնք ապահովում են սովորողների հմտությունների զարգացումը՝ հարմարվող, տրամաբանական և ստեղծագործ մտածողության հիման վրա:

Հոդվածում դիտարկվում է առաջանցիկ ուսուցման մոդելի կիրառումը՝ ուղղված տարրական դպրոցում «Թվային գրագիտություն և համակարգչային գիտություն» (ԹԳՀԳ) առարկայի դասավանդման արդյունավետության բարձրացմանը: ԹԳՀԳ առարկան դպրոցական կրթական համակարգում հանդես է գալիս որպես միջառարկայական հարթակ, որն ուղղված է ոչ միայն թվային գիտելիքների փոխանցմանը, այլև տրամաբանական և ալգորիթմական մտածողության ձևավորմանը, խնդիրների լուծման հմտությունների զարգացմանը և ինքնուրույն ուսուցման կարողությունների խթանմանը:

Հետազոտության հիմքում ընկած է Ա. Ծատուրյանի կողմից հիմնավորված առաջանցիկ ուսուցման մոդելը [6], որը հիմնված է իմպլիցիտ և շարունակական ուսուցման գաղափարի վրա: Մոդելի կիրառման տեսական և հոգեբանա-մանկավարժական հիմնավորումները ներկայացված են [2] աշխատանքում, որտեղ այն դիտարկվում է որպես արդյունավետ մեխանիզմ՝ տեղեկատվական հասարակության պայմաններում աշակերտների իմացական հիմքերի ձևավորման և զարգացման համար:

Աշխատանքում դիտարկվում է նաև դիֆերենցված ուսուցման մոտեցումը [9], որն ապահովում է անհատականացված ուսուցման միջավայր՝ տարբեր նախնական պատրաստվածություն ունեցող սովորողների համար: Այս երկու մոդելների համադրումը հնարավորություն է տալիս ուսուցչին նախօրոք ներկայացնել այն հասկացությունները, որոնք հետագայում պետք է խորությամբ ուսումնասիրվեն՝ ապահովելով գիտելիքների աստիճանական խորացում և ուսուցման ժամանակի արդյունավետ օգտագործում:

Առաջանցիկ ուսուցման մոդելի կիրառումը ԹԳՀԳ դասընթացում դիտարկվում է որպես միջոց՝

- ուսումնական բովանդակությունը կառուցելու փուլային և ինտեգրված սկզբունքներով,
- ձևավորելու ապագա թեմաների ընկալման նախնական հիմքեր,

- խթանելու սովորողների ճանաչողական հետաքրքրությունն ու ստեղծագործ միտքը:

Այս մոդելը՝ իր բովանդակությամբ և մեթոդական գործիքներով, հնարավորություն է տալիս ոչ միայն բարձրացնել դասավանդման արդյունավետությունը, այլև ձևավորել սովորողի պատրաստվածությունը՝ շարունակական և ինքնուրույն ուսումնառության համար:

Բովանդակություն

Ժամանակակից հասարակության արագ փոփոխությունները, որոնք պայմանավորված են տեխնոլոգիական առաջընթացով և տեղեկատվական հոսքերի բազմապատկմամբ, էապես վերափոխում են դպրոցական կրթության բովանդակությունը և կազմակերպման ձևերը: Տեղեկատվական տեխնոլոգիաների դարաշրջանում կրթությունը վերածվում է հմտությունների զարգացման համակարգի, որտեղ առաջնային են դառնում թվային գրագիտությունը, տրամաբանական մտածողությունը և ինքնուրույն ուսումնառության կարողությունները:

Հայաստանի հանրակրթական համակարգում վերջին տարիներին «Թվային գրագիտություն և համակարգչային գիտություն» (ԹԳՀԳ) առարկան ներառվել է ուսումնական ծրագրերում՝ նպատակ ունենալով ձևավորել աշակերտների թվային և հաշվարկային հմտությունները դեռ տարրական դպրոցից [1]: Տարրական դպրոցական տարիքը համարվում է մարդու ինտելեկտուալ զարգացման կարևորագույն փուլերից մեկը. այս ժամանակահատվածում առավել ակտիվորեն ձևավորվում են հիշողությունը, տրամաբանական մտածողությունը և խնդիրների լուծման ունակությունները:

Համակարգչային գիտության վաղ ուսուցումը, ինչպես ցույց են տվել տարբեր հետազոտություններ, մասնավորապես Երշովի, Բեշենկովի և Պերվինի աշխատանքները, ոչ միայն խթանում է այդ ունակությունների զարգացումը, այլև նպաստում է երեխաների կողմից թվային միջավայրի ճիշտ ընկալմանը և դրա նկատմամբ պատասխանատու վերաբերմունքի ձևավորմանը:

Այնուամենայնիվ, տարրական դպրոցում ԹԳՀԳ դասավանդման արդյունավետությունը հաճախ սահմանափակվում է մի շարք գործոններով՝

- ուսումնական բովանդակության ոչ համաչափ կառուցվածքով,
- տեխնիկական միջոցների անհավասար հասանելիությամբ,
- միասնական մեթոդաբանական մոտեցումների բացակայությամբ:

Այս պայմաններում անհրաժեշտ է նորարարական մոդել, որը կօգնի վերակազմավորել ուսուցման տրամաբանությունը և ապահովել սովորողների գիտելիքների աստիճանական խորացում: Այդպիսի մեթոդական լուծումներից մեկն է **առաջանցիկ ուսուցման մոդելը**, որի տեսական և մեթոդաբանական հիմքերը գիտականորեն հիմնավորվել է Ա. Մ. Փատուրյանը [6; 7]: Նրա մոտեցմամբ՝ բարդ հասկացությունների նախօրոք ներկայացումն ու դրանց հետագա փուլային զարգացումը նպաստում են ուսուցման արդյունավետությանը, գիտելիքի համակարգայնացմանը և դասաժամերի խնայողությանը:

[2] աշխատանքում զարգացված է այդ տեսությունը, և ցույց են տրված մոդելի հոգեբանականկալարժական հիմքերը և դրա արդյունավետությունը «ԹԳՀԳ» առարկայի դասավանդման գործընթացում: Այս մոդելը հնարավորություն է տալիս ձևավորել իմացական հիմքեր դեռ նախքան բովանդակության ամբողջական յուրացումը՝ դրանով իսկ ապահովելով իմաստային շարունակականություն և կարգավորված առաջընթաց ուսումնական գործընթացում:

Հոգվածի նպատակն է ուսումնասիրել տարրական դպրոցում ԹԳՀԳ դասավանդման առանձնահատկությունները և ցույց տալ առաջանցիկ ուսուցման մոդելի կիրառման մեթոդական հնարավորությունները, ինչպես նաև դրա ազդեցությունը դասավանդման արդյունավետության, սովորողների ճանաչողական ակտիվության և ինքնուրույն ուսումնառության կարողությունների զարգացման վրա:

Գրականության վերլուծություն

Առաջանցիկ ուսուցման մոդելը մանկավարժական գիտության մեջ ներկայացվում է որպես նորարարական մոտեցում, որը միավորում է շարունակական կրթության, իմացական զարգացման և մեթոդաբանական հարմարվողականության սկզբունքները: Այն դարձել է մի շարք հեղինակների ուսումնասիրության առարկա, որոնք տարբեր տեսանկյուններից բացահայտել են մոդելի կառուցվածքը և կիրառական ներուժը:

Առաջանցիկ ուսուցման գաղափարի կիրառական հիմքերը ձևավորվել են դեռևս Ս. Ն. Լիսենկովայի [5] մանկավարժական փորձարարական աշխատանքների արդյունքում: Նրա մոտեցումը հիմնված էր այն սկզբունքի վրա, որ ուսուցման բովանդակության կանխարգելիչ ներկայացումը նպաստում է սովորողների իմացական ակտիվացմանը և ինքնուրույն գործունեության զարգացմանը: Լիսենկովայի փորձը փաստեց՝ երբ սովորողը նախօրոք պարզեցված և խաղային ձևով ծանոթանում է հետագա բարդ հասկացություններին, ապահովվում է գիտելիքի խորքային յուրացումն ու ուսուցման արագացումը:

Ա. Մ. Շատուրյանը [6; 7] զարգացնում է այս փորձը և ձևավորում առաջանցիկ ուսուցման տեսական մոդելը՝ հիմնավորելով դրա հոգեբանամանկավարժական և մեթոդաբանական կառուցվածքը: Հեղինակն առաջանցիկ ուսուցումը դիտարկում է որպես մեխանիզմ, որն ապահովում է գիտելիքների աստիճանական խորացում և շարունակական կրթության իրականացում: Շատուրյանի կարծիքով՝ դասերի ընթացքում հիմնարար հասկացությունները նախօրոք ներկայացնելը խթանում է հետագա ուսուցման որակը և թույլ է տալիս խնայել դասաժամեր: Նրա մոդելի էությունը ուսուցման այնպիսի կազմակերպման մեջ է, երբ յուրաքանչյուր նոր թեմա հենվում է նախորդի վրա՝ ապահովելով իմաստային կապ և գիտելիքի շարունակական զարգացում:

Ն. Վ. Ջորկինան առաջանցիկ ուսուցման մոդելը դիտարկում է որպես համակարգային սկզբունքների ամբողջություն, որոնք ուղղված են սովորողի գիտելիքների կառուցվածքային կազմակերպմանը [3]: Նա առանձնացնում է մի շարք հիմնարար սկզբունքներ՝ համակարգայնություն, կառուցվածքայնություն, քայլային խորացում, բազմակի կրկնություն, խճանկարային մոտեցում և ամբողջականություն: Ջորկինայի տեսանկյունից այս սկզբունքները նպաստում են գիտելիքի տրամաբանական կառուցմանը և ուսուցման գործընթացի մեթոդաբանական հստակեցմանը, ինչը հատկապես կարևոր է տարրական դպրոցի պայմաններում, որտեղ ձևավորվում են աշակերտների հիմնարար իմացական կարողությունները:

Ե. Վ. Կոնդրաշովան [4] իր ուսումնասիրություններում շեշտում է, որ առաջանցիկ ուսուցման հաջող կիրառման հիմնական պայմանը ոչ թե դասի արտաքին կառուցվածքի փոփոխությունն է, այլ ուսուցման ներքին տրամաբանության վերակազմավորումը: Նրա դիտարկմամբ՝ ուսուցիչը պետք է կարողանա նախօրոք կանխատեսել թե ընթացիկ թեմաներում որ հասկացություններն են դառնալու ապագա ուսուցման հենքը, և ստեղծի ճանաչողական իրավիճակներ, որոնք կօգնեն աշակերտին նախա-

պատրաստվել նոր բովանդակության ընկալմանը: Այս մոտեցումը ձևավորում է սովորողի մոտ կոգնիտիվ պատրաստվածություն՝ նոր հասկացությունների յուրացման և ինտեգրման համար:

Թունիստնը առաջարկում է դիֆերենցված ուսուցման մոդել, որը, թեև ուղղակիորեն չի վերաբերում առաջանցիկ ուսուցմանը, սակայն մեթոդաբանական առումով համահունչ է վերջինիս գաղափարներին: Դիֆերենցված ուսուցման մոտեցումը, որը հիմնված է սովորողների անհատական տարբերությունների և նախնական գիտելիքների հաշվառման վրա, լրացնում է առաջանցիկ ուսուցման մոդելը՝ դարձնելով այն ավելի ձկուն և հարմարեցված տարբեր նախապատրաստական մակարդակ ունեցող սովորողների համար [9]:

[2] ներկայացված է առաջանցիկ ուսուցման մոդելների վերլուծությունը և դրանց հոգեբանամանկավարժական հիմնավորումները՝ ընդգծելով, որ մոդելը հատկապես արդյունավետ է «Թվային գրագիտություն և համակարգչային գիտություն» առարկայի ուսուցման գործընթացում: Հեղինակը ցույց է տալիս, որ մոդելի կիրառումը հնարավորություն է տալիս ստեղծել իմաստային կապեր թվային հասկացությունների միջև, խթանել տրամաբանական մտածողությունը և բարձրացնել ուսուցման մեղիաակտիվ մակարդակը:

Ամփոփելով՝ կարելի է նշել, որ առաջանցիկ ուսուցման մոդելը մանկավարժական գիտության մեջ դիտարկվում է որպես գիտելիքի փուլային և իմաստային կառուցման համակարգ, որը համատեղում է Լիսենկովայի կիրառական փորձը, Օստոյանի տեսական մոդելը, Ջորկինայի կառուցվածքային սկզբունքները, Կոնդրաշովայի մեթոդական դիտարկումները, Թունիստնի դիֆերենցված ուսուցման գաղափարները և Նահապետյանի կիրառական մեկնաբանությունը: Այս ամբողջական համակարգը ձևավորում է տեսական և գործնական հիմք՝ տարրական դպրոցի «Թվային գրագիտություն և համակարգչային գիտություն» դասընթացում մոդելի արդյունավետ կիրառման համար:

Մեթոդաբանություն

Առաջանցիկ ուսուցման մոդելի ներդրումը տարրական դպրոցում հիմնված է աստիճանական, համակարգված և ինտերակտիվ մոտեցման վրա, որն ապահովում է իմացական կապերի ձևավորում և գիտելիքի փուլային խորացում: Այս մոդելը համադրում է Ա. Մ. Օստոյանի [6; 7] տեսական մոտեցումները, Ն. Վ. Ջորկինայի [3] կառուցվածքային սկզբունքները և Գ. Նահապետյանի [2] մեթոդաբանական կիրառությունները՝ հարմարեցված «Թվային գրագիտություն և համակարգչային գիտություն» (ԹԳՀԳ) դասընթացի բովանդակությանը:

Մոդելի կառուցվածքը ներառում է հետևյալ հիմնական փուլերը.

1. Հիմնարար հասկացությունների ընտրություն:

Դասավանդողը նախօրոք առանձնացնում է այն բանալի բառերը (տերմինները) և գաղափարները, որոնք անհրաժեշտ են հետագա բարդ թեմաների արդյունավետ յուրացման համար: Այս փուլում ապահովվում է ուսուցման **նախապատրաստական կապը**, երբ ուսուցիչը կանխատեսում է հետագա դասերի հիմնական հասկացությունները (օրինակ՝ «տվյալ», «իրաման», «ծրագիր») և դրանք ներառում է ընթացիկ թեմաների մեջ՝ պարզ, երեխաների համար հասկանալի օրինակներով:

2. Նախնական ծանոթացում և խաղային ներկայացում:

Սովորողները խաղերի, մուլտիմեդիա վարժությունների կամ ինտերակտիվ փորձերի միջոցով ծանոթանում են ապագա հասկացությունների պարզ տարբերակներին:

Այս փուլը հիմնված է Զորկինայի խճանկարային մոտեցման սկզբունքի վրա, ըստ որի՝ բարդ գաղափարները նախ ներկայացվում են որպես «ճանաչողական բեկորներ», որոնք հետագայում միավորվում են մեկ ամբողջական համակարգում:

3. Ինտեգրում ընթացիկ դասերի բովանդակության մեջ:

Նախապես ներկայացված հասկացությունները համակցվում են ընթացիկ դասավանդման նյութի հետ: Օրինակ՝ երբ աշակերտները սովորում են «Համակարգիչը որպես տեղեկատվական համակարգ» թեման, ուսուցիչը կարող է նախօրոք ներկայացնել «Ֆայլ» և «տվյալների պահեստավորում» հասկացությունները, որոնք հետագայում կգարգացվեն «Տվյալների բազա» թեմայում: Այս փուլը ապահովում է ուսուցման շարունակականություն և իմաստային կապեր:

4. Պարբերական կրկնություն և աստիճանական խորացում:

Հետագա դասերի ընթացքում ուսուցիչը նորից է անդրադառնում արդեն ներկայացված հասկացություններին՝ ավելացնելով նոր տարրեր և ընդհանրացումներ: Այս մեթոդը համապատասխանում է **Ծառուրյանի իմպլիցիտ ուսուցման սկզբունքին**, երբ գիտելիքը զարգանում է փուլ առ փուլ՝ առանց կրկնության մեխանիկական բնույթի: Արդյունքում սովորողները ձևավորում են **մոդելային մտածողություն**, որը թույլ է տալիս տեսնել կապերը տարբեր թեմաների միջև:

5. Ինքնուրույն և խմբային աշխատանքներ:

Նախքան թեմայի ամբողջական բացահայտումը սովորողները կատարում են հետազոտական կամ ստեղծագործական առաջադրանքներ: Օրինակ՝ նրանք կարող են փորձել կազմել «փոքրիկ ծրագիր» պատկերավոր հրամաններով կամ բացատրել, թե ինչպես է տեղեկատվությունը փոխանցվում տարբեր սարքերի միջև: Այս փուլը նպաստում է **խնդիրների լուծման և ստեղծագործ մտքի զարգացմանը**, որը Նահապետյանի [2] մոդելի առանցքային բաղադրիչն է:

Այսպիսով՝ առաջանցիկ ուսուցման մեթոդաբանությունը ԹԳՀԳ առարկայի շրջանակներում գործում է որպես **շրջանաձև համակարգ**, որտեղ յուրաքանչյուր նոր հասկացություն նախապատրաստվում է նախորդ դասերում, ամրապնդվում է խաղային և հետազոտական ձևերով, ապա դառնում է հիմք հաջորդ բարդ թեմաների համար:

Այս մոտեցումը ոչ միայն ապահովում է ուսուցման բարձր արդյունավետություն և դասաժամերի խնայողություն, այլև խթանում է սովորողների ճանաչողական հետաքրքրությունը, ինքնուրույնության հմտությունները և թվային մտածողության զարգացումը՝ համապատասխանեցված տարիքային առանձնահատկություններին և ուսումնական ծրագրի պահանջներին:

Առաջանցիկ ուսուցման մոդելի կիրառման մեխանիզմը տարրական դպրոցում՝ ըստ ԹԳՀԳ դասագրքերի բովանդակության

Տարրական դպրոցի «Թվային գրագիտություն և համակարգչային գիտություն» (ԹԳՀԳ) դասագրքերի բովանդակային կառուցվածքը հնարավորություն է տալիս դիտարկել առաջանցիկ ուսուցման մոդելի կիրառումը ոչ թե որպես առանձին մեթոդ, այլ որպես ամբողջական ուսուցման տրամաբանություն, որը ապահովում է իմացական կապերի աստիճանական զարգացում: Դասարանների միջև առկա թեմատիկ շարունակականությունը ցույց է տալիս, որ ուսումնական գործընթացը կարելի է դիտարկել որպես փուլային համակարգ, որտեղ յուրաքանչյուր նոր հասկացություն հիմնվում է նախորդում ձևավորված իմացական փորձի վրա:

Ա. Մ. Ծառուրյանի [6; 7] մոդելի համաձայն՝ առաջանցիկ ուսուցման էությունը ուսուցման այնպիսի կազմակերպման մեջ է, երբ բարդ հասկացությունների նախնա-

կան ձևավորումը նպաստում է հետագա խորքային ըմբռնմանը: Այս սկզբունքը հստակ արտացոլվում է ԹԳՀԳ դասագրքերի բովանդակության կառուցվածքում, որտեղ յուրաքանչյուր հաջորդ դասարան ընդլայնում և խորացնում է նախորդի հիմնական գաղափարները՝ պահպանելով իմաստային շարունակականությունը:

Դասագրքերի վերլուծությունը ցույց է տալիս, որ 2-րդ դասարանից սկսած ուսուցումն ուղղված է աշակերտների ճանաչողական հիմքերի ձևավորմանը: Օրինակ՝ «Համակարգիչ և համակարգչային ծրագրեր», «Համակարգչի մուտքային և ելքային գլխավոր սարքեր» թեմայում (Զանգակ, 2023, էջեր 56, 68) սովորողները ծանոթանում են համակարգչի աշխատանքի կառուցվածքին՝ հասկանալով, թե ինչպես են մուտքային սարքերը փոխանցում տվյալներ համակարգչին, իսկ ելքային սարքերը՝ վերադարձնում արդյունքը: Այս պարզ, բայց բովանդակային առումով կարևոր պատկերացումը հետագայում հիմք է դառնում ծրագրերի և ալգորիթմների թեմաների ըմբռնման համար:

3-րդ դասարանում բովանդակային նույն գիծը զարգանում է ծրագրավորման նախնական տարրերի ուսուցման միջոցով մասնավորապես «Բլոկների վրա հիմնված ծրագրավորման լեզվի հիմունքներ» թեմայի շրջանակում (Զանգակ, 2024, էջ 64), որտեղ սովորողները սկսում են հասկանալ գործողությունների հաջորդականությունը, հրամանների տրամաբանությունը և դրանց գործարկման հետևանքները: Այստեղ արդեն դրսևորվում է Օստոյրյանի **իմաստային կապի ձևավորման սկզբունքը**, ըստ որի՝ ուսուցման արդյունավետությունը պայմանավորված է ոչ թե նյութի ծավալով, այլ դրա տրամաբանական կառուցվածքով և նախորդ գիտելիքի ակտիվացմամբ:

4-րդ դասարանի դասագրքում բովանդակային նույն գիծը հասնում է տրամաբանական ամբողջացման: «Քայլերից դեպի շարժական արևներ հերոսների օգնությամբ» և հարակից թեմաների շրջանակում (Զանգակ, 2025, էջեր 84-112) աշակերտները ոչ միայն կիրառում են հրամաններ, այլև ինքնուրույն կազմում դրանց հաջորդականությունը՝ հասկանալով ծրագրի և գործողությունների ալգորիթմական կառուցվածքը: Այս փուլում առաջանցիկ ուսուցման մոդելը գործում է որպես **իմացական կամուրջ**, որը կապում է նախորդ տարիներին ձևավորված սկզբնական գիտելիքները և դրանց վրա հիմնվող ծրագրավորման գաղափարները:

Ն. Վ. Զորկինան [3] առաջ է քաշում «խճանկարային» սկզբունքը, ըստ որի՝ յուրաքանչյուր իմացական միավոր հետագայում դառնում է ապագա ամբողջական գիտելիքի մաս: ԹԳՀԳ դասագրքերի կառուցվածքը արտացոլում է հենց այս մոտեցումը. յուրաքանչյուր թեմա նպաստում է իմացական շերտերի աստիճանական կուտակմանը՝ 2-րդ դասարանում ձևավորելով հիմք, 3-րդում՝ խորացնելով, իսկ 4-րդում՝ ընդհանրացնելով:

Գ. Նահապետյանի [2] մեդիաակտիվ մեկնաբանությունը հավելում է, որ առաջանցիկ ուսուցումը պետք է խթանի սովորողի ճանաչողական ակտիվությունը, հաղորդակցական ներգրավվածությունը և ինքնուրույն փորձարկումը: ԹԳՀԳ դասագրքերում այս մոտեցումն արտահայտվում է խաղային առաջադրանքների, պատկերների և գործողությունների միջոցով: Օրինակ՝ 2-րդ դասարանում աշակերտները մոդելավորում են համակարգչի կառուցվածքը թղթե տարրերով, իսկ 3-րդում՝ հրամանների հաջորդականությունը պատկերավոր կոդերով: Այս մեդիաակտիվ մեթոդները համապատասխանում են Նահապետյանի կողմից նկարագրված **իմացական ներգրավման փուլային մոդելին**, որի դեպքում յուրաքանչյուր գործողություն միաժամանակ դառնում է գիտելիքի յուրացման և կանխատեսման քայլ:

Այսպիսով, ԹԳՀԳ դասագրքերի բովանդակության ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ առաջանցիկ ուսուցման մոդելը ոչ միայն տեսականորեն կիրառելի է տարրական դպրոցում, այլև իրագործվում է առարկայի մեթոդաբանական կառուցվածքում: 2-րդ դասարանում ձևավորվող նախնական գիտելիքները աստիճանաբար խորացվում են 3-րդում և ընդհանրացվում 4-րդում՝ ապահովելով ուսուցման շարունակականությունը և իմաստային կապերի զարգացում: Սա լիովին համապատասխանում է Ծատուրյանի այն ձևակերպմանը, թե «ուսուցման արդյունավետությունը կախված է իմացական նախապատրաստության առկայությունից, որը ձևավորվում է նախքան բովանդակության ամբողջական յուրացումը» [6]:

Գործնական օրինակ. առաջանցիկ ուսուցման մոդելի կիրառումը 2-րդ դասարանի «Համակարգիչը և համակարգչային ծրագրեր», «Համակարգչի մուտքային և ելքային սարքեր» թեմաների շրջանակում: Առաջանցիկ ուսուցման մոդելի արդյունավետությունը առավել տեսանելի է այն թեմաների շրջանակում, որտեղ ուսուցանվող հասկացությունները հետագայում խորացվում են հաջորդ դասարաններում: «Համակարգիչը և համակարգչային ծրագրեր», «Համակարգչի մուտքային և ելքային սարքեր» թեմաները ծառայում է որպես այդպիսի հիմք: Այն միավորում է տեխնիկական, տրամաբանական և մեղիա տարրերը՝ միաժամանակ ապահովելով իմացական նախապատրաստություն ավելի բարդ հասկացությունների յուրացման համար:

Դասի մեկնարկին ուսուցիչը ներկայացնում է համակարգչի հիմնական բաղադրիչները՝ մոնիտոր, ստեղնաշար, մկնիկ, համակարգչային միավոր: Այս փուլում աշակերտները ծանոթանում են մուտքային և ելքային սարքերի գաղափարին: Այս տարբերակումը թե որտեղից է համակարգիչը ստանում տեղեկատվություն և ինչպես է այն վերադարձնում արդյունքը, հանդիսանում է առաջանցիկ ուսուցման առաջին քայլը, քանի որ ձևավորում է հիմք՝ հասկանալու ապագա թեմաները՝ «Տվյալների հոսք», «Ծրագիր» և «Ալգորիթմ»:

Հաջորդ փուլում ուսուցիչը բացատրում է, որ համակարգիչը գործում է ծրագրերի միջոցով, որոնք բաղկացած են հրամաններից: Այս պարզ դիտարկումը թույլ է տալիս աշակերտներին կապել սարքի ֆունկցիան ծրագրի գաղափարի հետ՝ առանց ծրագրավորման տեխնիկական մանրամասների: Նման մոտեցումն ապահովում է **իմացական կամուրջ**՝ սարքի հասկացությունից դեպի հրամանների հաջորդականություն:

Գործնականում ուսուցումը կազմակերպվում է մեղիաակտիվ մեթոդներով. աշակերտները դիտում են, թե ինչպես է մկնիկի շարժումը փոխում էկրանի պատկերը, ինչպես է ստեղնաշարի միջոցով մուտքագրված նշանը հայտնվում մոնիտորին: Այս վիզուալ կապը ձևավորում է ինտուիտիվ ըմբռնում «մուտք-մշակում-ելք» գործընթացի մասին՝ առանց բարդ բացատրությունների:

Առաջանցիկ ուսուցման հինգ փուլերը այս թեմայում իրականանում են հետևյալ կերպ.

1. **Նախապատրաստում**՝ բացատրվում է համակարգի գաղափարը՝ որպես միասին գործող մասերի ամբողջություն:
2. **Նախնական ծանոթացում**՝ աշակերտները տարբերակում են մուտքային և ելքային սարքերը առարկաների միջոցով:
3. **Ինտեգրում**՝ ուսուցիչը ցույց է տալիս, որ ծրագրերը կապում են մարդուն և համակարգիչը՝ փոխգործակցության համար:
4. **Ամրապնդում**՝ աշակերտները վերհիշում են՝ որ սարքերն են մուտքային, որոնք՝ ելքային:

5. **Ինքնուրույն գործունեություն**՝ տրվում է առաջադրանք՝ համակարգչի նկարում նշել մուտքային և ելքային մասերը:

Այս մեթոդաբանական կառուցվածքը ձևավորում է իմացական հիմք, որի վրա հետագայում կառուցվում է ծրագրավորման ուսուցումը: Երբ 3-րդ դասարանում սովորողները ուսումնասիրում են հրամանների հաջորդականությունը, նրանք արդեն ունեն ներքին պատկերացում՝ ինչպես է համակարգիչը արձագանքում մուտքային գործողություններին:

Այսպիսով, թեմայի ուսուցումը ցույց է տալիս, թե ինչպես է առաջանցիկ ուսուցման մոդելը ապահովում գիտելիքի փուլային ձևավորում, մեղիաակտիվ ներգրավվածություն և իմաստային կապերի ամրապնդում: Մոդելը նպաստում է աշակերտների տրամաբանական, մեղիա և տրամաբանական մտածողության զարգացմանը և ապահովում է շարունակական ուսումնառության պատրաստվածություն՝ թվային կրթական միջավայրում:

Եզրակացություն

Տեսական վերլուծության և գործնական դիտարկումների համադրությունը ցույց է տալիս, որ առաջանցիկ ուսուցման մոդելը՝ որպես ժամանակակից մանկավարժության համակարգային մեխանիզմ, արդյունավետորեն կիրառելի է տարրական դպրոցի «Թվային գրագիտություն և համակարգչային գիտություն» առարկայի դասավանդման գործընթացում: Մոդելը, հենվելով առաջանցիկ ուսուցման վերաբերյալ Ա. Մ. Օստոյանի կողմից առաջարկված մոդելի տեսական սկզբունքների [6; 7]) և [2] աշխատանքում ներկայացված մեղիաակտիվ մեկնաբանության վրա, ապահովում է գիտելիքների աստիճանական խորացում, իմաստային կապերի ձևավորում և ուսուցման շարունակականություն:

ԹԳՀԳ դասագրքերի (2–4-րդ դասարաններ) վերլուծությունը հաստատում է, որ առարկայի բովանդակությունը կառուցված է առաջանցիկ տրամաբանությամբ՝ հնարավորություն տալով աստիճանաբար զարգացնել սովորողների տրամաբանական, մեղիա և հաշվարկային մտածողությունը: Գործնական ուսումնասիրությունը, որն իրականացվել է 2-րդ դասարանի «Համակարգը և համակարգչային ծրագրեր. համակարգչի մուտքային և ելքային սարքեր» թեմայի հիման վրա, ապացուցեց մոդելի կիրառական արդյունավետությունը. դասի փուլային կառուցվածքը ցույց տվեց, որ նախօրոք ձևավորված իմացական կապերը նպաստում են հետագա բարդ թեմաների (ծրագիր, հրաման, ակգորիթմ) ընկալմանը և գիտելիքի կայուն յուրացմանը:

Առաջանցիկ ուսուցման մոդելը միավորում է դասավանդման դիդակտիկ և հոգեբանամանկավարժական սկզբունքները՝ խթանելով սովորողների հետաքրքրությունը, ճանաչողական ակտիվությունը և ինքնուրույնությունը: Այն ոչ միայն խնայում է դասաժամերը և բարձրացնում ուսուցման արդյունավետությունը, այլև ձևավորում է շարունակական ուսումնառության պատրաստվածություն՝ որպես թվային դարաշրջանի կրթական հիմնական պահանջ:

Գարևոր է նշել, որ առաջանցիկ ուսուցման գաղափարը համահունչ է ժամանակակից միջազգային կրթական միտումներին: Ինչպես ընդգծում են Է. Հեգեայի և Մ. Չոբանուի [8] հետազոտությունները, ժամանակակից կրթական համակարգերը պետք է լինեն նախատեսող (anticipatory) և հարմարվող (adaptive)՝ պատրաստելով սովորողներին ապագա թվային և սոցիալական փոփոխություններին: Այս համատեքստում առաջանցիկ ուսուցման մոդելը կարելի է դիտարկել որպես նախատեսող ուսուցման արդյունավետ իրականացում՝ տեղայնացված հայաստանյան կրթական միջավայրում:

Այսպիսով, մոդելի տեսական և գործնական վավերացումը թույլ է տալիս այն դիտարկել որպես արդյունավետ և հեռանկարային մոտեցում՝ տարրական դպրոցի ԹԳՀԳ դասընթացի դասավանդման մեջ: Այն կարող է ծառայել որպես հիմնավորում նաև միջին և ավագ դպրոցի մակարդակներում կիրառվող առաջանցիկ, մեղիաակտիվ և ինտեգրատիվ ուսուցման մոդելների մշակման համար՝ ապահովելով կրթության շարունակականության և որակի բարձրացման նոր հնարավորություններ:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-147>

Գրականություն

1. ՀՀ ԿԳՄՄՆ (2021). «Թվային գրագիտություն և համակարգչային գիտություն» առարկայի փորձական չափորոշիչը և ծրագրերը (2–12-րդ դասարաններ): - Առցանց հասանելիություն: URL: <https://escs.am/files/files/2021-05-06/9f7269067c365bda13907ff94a3d4cca.pdf>
2. Նահապետյան Գ. Հ., Առաջանցիկ ուսուցման մոդելների վերլուծությունը և ԹԳՀԳ դպրոցական դասընթացի ուսուցման գործընթացում դրանց կիրառման հոգեբանամանկավարժական հիմնավորումները, ՎՊՀ Գիտական տեղեկագիր, Բնական ճշգրիտ գիտություններ, 2022, 117-127 էջ:
3. Цатурян А. М. Основные принципы осуществления опережающего обучения в физике. Физика в системе современного образования (ФССО-2019). Сборник научных трудов XV Международной конференции. Санкт-Петербург, т.1. Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2019, с. 445-450.
4. 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.
5. Зоркина Н. В. Принципы опережающего обучения в формировании у обучаемых научной картины мира. Балтийский гуманитарный журнал, 2021, т. 10, №3 (36), с. 60-63.
6. Кондрашова Е. В. Применение технологии опережающего обучения в современной школе. Казанский педагогический журнал, 2019, №6, с. 68-72.
7. Лысенкова С. Н. Метод опережающего обучения: книга для учителя (из опыта работы). Москва: Просвещение, 1988. 192 с.
8. Heghea E., & Ciobanu M. Aligning Workforce Skills and Educational Offerings with the Changing Work Model Trends in the Republic of Moldova. *The Journal Contemporary Economy*, Vol. 10, No. 2, 2025, p. 58-68.
9. Tomlinson C. A. How to Differentiate Instruction in Mixed-Ability Classrooms (2nd ed.). Alexandria VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD), 2001, 128 p.

Теоретические и практические аспекты применения модели опережающего обучения в преподавании предмета «Цифровая грамотность и компьютерная наука» в начальной школе

Нагапетян Гоар

Резюме

Ключевые слова: опережающее обучение, начальная школа, цифровая грамотность, информатика, медиактивное обучение, логическое мышление, эффективность обучения

В статье рассматриваются теоретические и практические основы применения модели опережающего обучения в преподавании предмета «Цифровая грамотность и компьютерная наука» в начальной школе. Исследование опирается на теоретическую концепцию А. М. Цатурына и современные методологические интерпретации, раскрывающие дидактические и психолого-педагогические принципы модели и её адаптацию к структуре курса. Особое внимание уделяется интеграции принципов опережающего и дифференцированного обучения, что позволяет учитывать индивидуальные особенности учащихся и формировать устойчивые когнитивные связи между темами. Анализ учебников (2-4 классы) показывает, что содержание построено по принципу смысловой преемственности: во 2-м классе формируются базовые представления о работе компьютера и его устройствах, в 3-м – основы блочного программирования, а в 4-м – понимание алгоритмической структуры действий и программ. Применение данной модели способствует формированию логического, вычислительного и медиактивного мышления, развитию познавательной активности, творческого подхода и навыков самостоятельного обучения. Кроме того, модель повышает методическую эффективность работы учителя, создавая условия для последовательного и осмысленного усвоения учебного материала. Опережающее обучение обеспечивает постепенное углубление знаний, устойчивую мотивацию к предмету и формирование готовности учащихся к непрерывному обучению в цифровой образовательной среде.

Theoretical and Practical Aspects of Applying the Advanced Learning Model in Teaching “Digital Literacy and Computer Science” in Primary School

Nahapetyan Gohar

Summary

Key words: advanced learning, primary school, digital literacy, computer science, media-active learning, logical thinking, learning efficiency

The article examines the theoretical and practical foundations of applying the advanced (anticipatory) learning model in teaching “Digital Literacy and Computer Science” in primary school. The study relies on the theoretical framework of A. M. Tsaturyan and recent methodological interpretations. These interpretations reveal the didactic and psycho-pedagogical principles of the model and its adaptation to the structure of the curriculum. Special attention is given to integrating anticipatory and differentiated learning principles. This integration makes it possible to account for students’ individual characteristics and establishes stable cognitive connections between topics. The analysis of textbooks (grades 2-4) shows that the content follows the logic of semantic continuity. In the 2nd grade, basic ideas about how a computer works and its components are formed. In the 3rd grade, they explore the fundamentals of block-based programming. In the 4th grade, they comprehend the algorithmic structure of actions and programs. Applying this model helps develop logical, computational, and media-active thinking. It enhances cognitive engagement, creativity, and independent learning skills. Moreover, it increases the teacher’s methodological efficiency by providing conditions for consistent and meaningful knowledge acquisition. The advanced learning model ensures a gradual deepening of understanding. It also fosters sustainable motivation toward the subject and prepares students for continuous learning in the digital educational environment.

Ներկայացվել է 13. 10. 2025 թ.

Գրախոսվել է 27. 10. 2025 թ.

Ընդունվել է տպագրության 26. 11. 2025 թ.

**Գիտական ճանաչելիության տեսական և փորձարարական մեթոդների կիրառումը
կենսաբանության ուսուցման գործընթացում միջառարկայական կապերը
իրականացնելիս**

**Վարդանյան Զարուհի,
Մխիթարյան Հասմիկ**

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-158>

Հանգուցային բառեր. *չափորոշահեն կրթություն, կոմպետենցիաներ, ինտեգրում, հարակից առարկաներ, միջառարկայական կապեր, ուսումնական դասընթաց, դասավանդման տեխնոլոգիաներ*

Ներածություն

Սովորողների կրթական և դաստիարակչական մակարդակի բարձրացումը չափորոշահեն կրթության խնդիրներից է: Հանրակրթության պետական չափորոշիչների (ՀՊԶ) հիման վրա ստեղծվում են հանրակրթական առարկայական չափորոշիչները (ՀԱԶ): Առարկայական չափորոշիչների ձևավորման սկզբունքներից է այլ առարկաների յուրացմանը նպաստող գործոնների հաշվի առնելը և ներ-ու միջառարկայական ինտեգրման ապահովումը [1, 28-35; 9; 10]: Կենսաբանության դասընթացի տարբեր մասերի միջև ներառարկայական կապերի հաստատումը՝ ժամանակակից կենսաբանության առաջատար գաղափարների և համընդհանուր հասկացությունների զարգացման հիման վրա, նպաստում է դպրոցական առարկային որպես ամբողջական համակարգ նայելուն [12, 59-62]:

Ներկայում հանրակրթական դպրոցի պահանջներին համապատասխան մեծանում է բնագիտամաթեմատիկական առարկաների միջև կապերի բացահայտման դերն ու նշանակությունը: Այն ճիշտ և խելացի կազմակերպելու դեպքում կհարստանան և կընդլայնվեն սովորողների գիտելիքները: Կենսաբանության դասընթացը ամբողջական է դառնում ոչ միայն ներառարկայական, այլև միջառարկայական կապերի միջոցով: Միջառարկայական կապերը նպաստում են ուսուցման տեսական և գիտական մակարդակի բարձրացմանը: Շրջապատող բնությունը ամբողջական է, և նրանում չկան առանձին վերցրած ֆիզիկական, քիմիական, կենսաբանական երևույթներ, ուստի բնության երևույթների ուսումնասիրությունը չի կարող լինել տարանջատված: Ստացվում է, որ միջառարկայական կապերը դիդակտիկայի պայմաններ են, որոնք ապահովում են դպրոցական բնական գիտությունների բովանդակությունում արտահայտված և բնության մեջ իրականացվող օբյեկտիվ փոխհարաբերությունները [12, 60-61]:

Ուսումնական դասընթացների ինտեգրումը նպաստում է սովորողների անհրաժեշտ կոմպետենցիաների ձևավորմանը, աշխուժացնում է ուսումնական պրոցեսը, խնայում ուսուցման ժամանակը, վերացնում հոգնածությունը, սովորողի մտածողությունը կողմնորոշում ապագային: Այն նպաստում է ամբողջական աշխարհայացքի ձևավորմանը, հասկանալու երևույթների և պրոցեսների փոխկապակցվածությունը [8, 21]:

Կենսաբանության ուսուցման ժամանակ կարևորվում են քիմիայի և ֆիզիկայի հետ նրա ունեցած միջառարկայական կապերը: Կենսաբանության և քիմիայի դպրոցական դասընթացների փոխկապակցվածության խնդիր, տեսական հետազոտություն-

ների և գործնական լուծման վիճակը գոհացուցիչ չէ [18, 21]: Ուստի հետաքրքիր և արդիական են այն հետազոտական աշխատանքները, որոնք նվիրված են բնագիտական առարկաների դասավանդման ընթացքում միջառարկայական կապերի իրականացման ուղիների որոնմանը:

Նյութ և մեթոդ

Միջառարկայական կապերի իրականացման համար կիրառվում են տարբեր տեխնոլոգիաներ և ճանաչողության գիտական մեթոդներ: Միջառարկայական կապերի իրականացումը ժամանակակից դպրոցում դիդակտիկական կարևոր սկզբունքներից է [20]: Հասարակության զարգացման ժամանակակից փուլում ուսուցման գործընթացում նորարարություններն ուղղված են հիմնականում ուսուցման մեթոդաբանական ուղղվածության և գիտական մակարդակի բարձրացմանը, և ուսուցման այնպիսի ձևերի ներդրմանը, որոնք, ըստ ակադեմիկոս Ա.Ս. Կոնդրատսի, «...կրթության բովանդակությունը զուտ տեղեկատվականից շեղում են դեպի մեթոդաբանականը» [22]:

Այդ իմաստով դիդակտիկայում առավել արժեքավոր են ուսուցման այն մեթոդները, որոնց շրջանակներում բովանդակության բաղադրիչի միջոցով իրականացվում է տեսության սկզբնավորում, որն ուղղված է տեսական գիտելիքների համակարգվածության ապահովմանը, դրանց ներքին զարգացմանը և ընդհանրացմանը: Նոր կրթական համակարգի շրջանակներում սովորողներին անհրաժեշտ է տալ ոչ թե գիտելիքների քանակ, այլ մտածելու կարողություն, ստեղծագործական ունակություններ, ինքնուրույն փնտրելու խնդիրների լուծման նոր ձևեր, ստանդարտ և ոչ ստանդարտ իրավիճակներում ազատ գործունեություն իրականացնելու կարողություններ, նոր իրավիճակներում կողմնորոշվելու ունակություններ: Սովորողի տեսական գիտելիքների ամբողջական և կոտ համակարգի ստեղծումը պահանջում է ուսուցման գործընթացում կարևորել միջառարկայական կապերը հարակից առարկաների միջև, մասնավորապես կենսաբանության, քիմիայի և ֆիզիկայի միջև [12, 60-61]:

Միջառարկայական կապերի իրականացումը ենթադրում է նոր իրավիճակներում գիտելիքների տեղափոխում մի առարկայից մյուսը: Սակայն այդ տեղափոխման գործընթացը պատահական բնույթ չպետք է ունենա. այն ենթադրում է համապատասխան գիտական ճանաչելիության մեթոդի ճիշտ ընտրություն: Գիտական ճանաչողության մեթոդը բնության և հասարակության զարգացման օրենքները արտացոլող գիտելիքների ստացման գործընթացի լավագույն միջոցն է: Գիտական ճանաչողության ընդհանուր տրամաբանական մեթոդներն են մակածումը (ինդուկցիա), արտածումը (դեդուկցիա), վերլուծությունը (անալիզ), վերացարկումը (սինթեզ), մոդելավորումը, իդիալականացումը, ընդհանրացումը, համանմանությունը (անալոգիա), համադրումը [19]: Տարբերում են գիտական ճանաչողության առանձնահատուկ մեթոդներ՝ դիտում, չափում, նկարագրում, համեմատում, փորձ, համակարգում, որոնք տանում են դեպի հիմնական մեթոդների իրականացում, ստացած տվյալների ընդհանրացում և համադրում [19, 25]:

Մակածում (ինդուկցիա)՝ մտահանգման տեսակ է, հետազոտության տրամաբանական մեթոդ, առանձին փաստերից, ընդհանրացումներից, դրույթներից, փորձարարական հետազոտության արդյունքներից եզրակացությունների, ընդհանրացումների հանգում: **Արտածում (դեդուկցիա)**՝ ճանաչողության գործընթացում մտահանգման հիմնական եղանակներից է: Դեդուկցիան անցումն է ընդհանուրից մասնավորին, եզակիին: **Վերլուծությունը** օբյեկտի տրոհումն է մասերի, դրանց ուսումնասիրման նպատակով: Վերլուծության էությունն այն է, որ առանձին փաստերն ու երևույթները ար-

տացուող տվյալներից կազմվում է գործընթացի ամբողջական, ընդհանուր պատկերը: **Համադրում**՝ առանձին առարկայի կամ երևույթի տարբեր կողմերի մտովի կամ իրական միավորումն է միասնական ամբողջության մեջ: Վերլուծությունը և համադրումը հանդես են գալիս որպես մտածողության տրամաբանական հնարներ, որոնք կատարվում են տրամաբանական հասկացությունների միջոցով և սերտորեն կապված են վերացական ընհանրացման հետ: **Վերացարկում**՝ մտածողության բարձրագույն աստիճանն է, որպես գիտական ճանաչողության մեթոդ՝ ենթադրում է ուսումնասիրվող առարկայի կամ երևույթի մի շարք հատկանիշների և հետաքրքրող կողմերի մտովի առանձնացման գործընթաց: **Իդիալականացում**՝ դիտարկվում է որպես վերացարկման յուրահատուկ ձև: Իդիալականացումն այնպիսի օբյեկտների վերաբերյալ հասկացությունների մտովի կառուցումն է, որոնք իրականում չկան, սակայն դրանց նախատիպերը գոյություն ունեն իրական աշխարհում: Իդեալականացման գործընթացում առանձնացնում են առարկայի դրական կողմերը: Իդեալականացման արդյունքում ձևավորվում է տեսական այնպիսի մոդել, որում ճանաչողության օբյեկտի բնութագրերն ու կողմերը ոչ միայն վերացարկվում են փաստացի էմպիրիկ նյութից, այլ մտովի կառուցման ուղիով հանդես են գալիս ավելի լիարժեք արտահայտված ձևով, քան իրականում գոյություն ունեն: **Ընդհանրացում**՝ եզակիից, մասնավորից ընդհանուրին անցման, առարկաների ընդհանուր առանձնահատկությունների ու հատկանիշների սահմանման տրամաբանական գործընթաց է: **Մոդելավորում**՝ որևէ օբյեկտի բնութագրիչների վերարտադրումն է մեկ այլ օբյեկտի՝ մոդելի վրա, որը հատուկ ստեղծված է այդ բնութագրիչների ուսումնասիրման համար: Մոդելի հիմնական նշանակությունն է բացահայտել ճանաչողական առարկային վերաբերվող տվյալների ամբողջությունը [19, 23]:

Դիտումը և չափումը միտված են լուսաբանելու ուսուցանվող օբյեկտը կամ նրա որոշ կենսաբանական հատկությունները, ինչպես նաև հաստատելու ուսումնասիրվող հատկության ճիշտ կամ ոչ ճիշտ լինելը:

Համեմատումը և հանգումությունը մտածողության տրամաբանական ձևեր են, որոնք կիրառվում են և ուսուցման, և հետազոտության ընթացքում: Համեմատումը մտածողական գործընթաց է, որի օգնությամբ առարկաների և երևույթների միջև առանձնացվում են առանձին հատկանիշներ, բացահայտվում է ուսումնասիրվող օբյեկտի նմանությունը կամ տարբերությունը: Համեմատումը հիմք է հանգումության՝ անալոգիայի համար: **Անալոգիա**՝ ոչ նյութական օբյեկտի որոշ կողմերի, հատկանիշների և հարաբերությունների միջև սահմանվող նմանությունն է: Գիտելիքը անալոգիայի միջոցով ստացվում է որևէ օբյեկտի հիման վրա և փոխանցվում է հետազոտության համար պակաս ուսումնասիրված օբյեկտի վրա: Օրինակ, անալոգ համարվում են այն կենսաբանական օբյեկտները, որոնք, ծագումով և կառուցվածքով տարբեր լինելով հանդերձ, կատարում են միանման ֆունկցիա: Այսպես, անալոգ օրգաններ են միջատների, թռչունների և չղջիկների թևերը:

Ոչ ճիշտ ընտրված մեթոդը խոչընդոտում է գիտակցված և համակարգված մտեցմանը միջառարկայական կապերը իրականացնելիս ուսումնական նյութի մասնուցման ըմբացքում: Ուստի, անհրաժեշտություն է զգացվում ուժեղացնել դասավանդման մեթոդաբանական ուղղվածությունը, ինչը հնարավոր է գիտական ճանաչելիության տեսական և գործնական մեթոդների լայն կիրառմամբ:

Կենսաբանության ուսուցման ժամանակ կենսաբանության, քիմիայի և ֆիզիկայի միջառարկայական կապերի իրականացումը ենթադրում է կիրառել քիմիայից և ֆիզի-

կայից ձեռք բերած գիտելիքները, կատարել համակցված փորձարարական աշխատանքներ, կազմակերպել համակցված էքսկուրսիաներ, իրականացնել ընդհանրացնող կրկնություններ, լուծել համակցված (կոմբիանացված) խնդիրներ, կազմակերպել միջառարկայական բովանդակությամբ՝ կենսաբանությունից, քիմիայից և ֆիզիկայից, վիկտորինաներ, թեմատիկ երեկոներ և բանավեճ (նման միջոցառումները կազմակերպվում են երեք առարկաների ուսուցիչների մասնակցությամբ):

Օրինակ՝ բուսական բջժում տեղի ունեցող օսմոտիկ երևույթները հնարավոր չէ բացատրել սովորողներին առանց քիմիայից և ֆիզիկայից ունեցած տեսական գիտելիքների որոշակի հիմքի առկայության: Մեկ այլ օրինակ՝ արյունատար անոթներում արյան անընդհատ հոսքը հնարավոր չէ բացատրել առանց արյան ֆիզիկաքիմիական հատկությունները հաշվի առնելու՝ խտություն, մածուցիկություն, շարժման արագություն և այլն: 8-րդ դասարանի Մարդու անատոմիայի դասընթացում շնչառության ֆիզիոլոգիական մեխանիզմը, ներշնչման և արտաշնչման հերթափոխման շարժումները հնարավոր չէ բացատրել առանց ֆիզիկայի դասընթացից ճնշման առաջացման և փոփոխության, դիֆուզիայի մասին համապատասխան տեսական գիտելիքների: Շնչառական շարժումների ընթացքում թոքերի և կրծքավանդակի ծավալը մերթ մեծանում, մերթ փոքրանում է: Դրան հաջորդում են ճնշման տատանումները և օդի մուտքը թոքեր կամ հակառակը՝ թոքերից օդի հեռացում [2]:

Ըստ Ի. Դ. Զվերևայի սահմանման՝ միջառարկայական կապերը հանդես են գալիս որպես կոնկրետ մանկավարժական խնդիրների ձևավորման գործոն [16]: Դրանք որոշում են գիտելիքների, կարողությունների և հարաբերությունների ընդհանուր համակարգը: Միջառարկայական կապերը հանդես են գալիս նաև որպես միջմշակույթային կոմպլետենցիաների ձևավորման պայման [17]:

Կենսաբանության բազմաթիվ թեմաներ կարելի է թվարկել, որոնք ամբողջությամբ լի են միջառարկայական կապերով և առաջարկում են աշակերտներին գիտելիքներ գիտության տարբեր բնագավառներից:

Անհրաժեշտություն է զգացվում որոնել այնպիսի ուղիներ, որոնք թույլ կտան առավել արդյունավետ և գիտականորեն հիմնավորված ուսումնասիրել քիմիայի և ֆիզիկայի հետ միջառարկայական կապերի էությունը և դերակատարությունը կենսաբանության ուսուցման գործընթացում:

Հարակից առարկաների համալիր խնդրի տարբեր տեսակետների ուսումնասիրման ժամկետները պետք է նախորդեն ընդհանրացումներին և այդ դեպքում չի խախտվի յուրաքանչյուր առանձին առարկայի ուսումնասիրման տրամաբանությունը:

Կենսաբանության ուսուցման գործընթացում կենսաբանության, քիմիայի և ֆիզիկայի միջառարկայական կապերի իրականացման ժամանակ անհրաժեշտ է հետևողականորեն պահպանել նրանց միջև գոյություն ունեցող և դասավանդման տեսանկյունից արժեքավոր խրոնոլոգիական (ժամանակային) և տեղեկատվական (գաղափարային) կապերի ապահովումը: Խրոնոլոգիական կապերն ապահովում են կենսաբանություն, քիմիա և ֆիզիկա առարկաների դասավանդման ժամանակային համաձայնեցվածությունը՝ յուրաքանչյուր ուսումնական առարկայի պահանջներին համապատասխան, իսկ տեղեկատվական գաղափարական կապերը դրսևորվում են կենսաբանությունում, քիմիայում և ֆիզիկայում միևնույն հասկացությունների, փաստերի, դրոյթների միանման ձևակերպմամբ:

Կենսաբանությունը, քիմիան և ֆիզիկան գործնականում ուսումնասիրում են նույն օբյեկտները, սակայն այդ օբյեկտներում յուրաքանչյուրը տեսնում է ուսումնա-

սիրման իր առարկան: Օրինակ, օրգանական և անօրգանական նյութերը հանդիսանում են բջջի կենսաբանության, քիմիայի և ֆիզիկայի ուսումնասիրման առարկա: Կենսաբանությունն ուսումնասիրում է օրգանական և անօրգանական նյութերի քանակական բաղադրությունը, դրանց դերը բջջում ընթացող կենսական գործընթացներում: Քիմիան ուսումնասիրում է այդ նյութերի առաջացման, բաղադրության, քիմիական հատկությունների, կապերի ձևավորման, բաղկացուցիչ ատոմների տրոհման պայմանների օրինաչափությունները: Ֆիզիկան ուսումնասիրում է մոլեկուլների վարքը, տարբեր ագրեգատային վիճակները, անցումները գազային վիճակից հեղուկ և պինդ վիճակների և հակառակը: Ֆիզիկայից իմանալով ջրի ագրեգատային վիճակի փոփոխությունը ջերմաստիճանային տատանումների պատճառով, իսկ քիմիայից՝ ջրի մոլեկուլների միջև ջրածնային կապերի առաջացման մեխանիզմը և ջրի մոլեկուլի քիմիական կառուցվածքը՝ 10-րդ դասարանի կենսաբանության դասընթացում «Բջջի անօրգանական նյութերը» անցնելիս սովորողը կարողանում է հստակ պատկերացնել ջրի կենսաբանական դերը բջջում, նյութերի հիդրոֆիլության և հիդրոֆոբության պատճառները միջմոլեկուլային փոխազդեցության տեսակետից [3; 13]:

Սակայն, երբեմն նշված երեք առարկաներում թեմաների շարադրման ժամանակային հաջորդականությունները չեն համապատասխանում, որի պատճառով որոշ երևույթների բացատրությունը դժվարանում է: Օրինակ, 10-րդ դասարանի կենսաբանության դասընթացում ածխաջրեր, ճարպեր, սպիտակուցներ ուսումնասիրելիս աշակերտը դժվար է պատկերացնում, որ սպիտակուցները և ածխաջրերը պոլիմերներ են, իսկ ճարպերը՝ ոչ, որովհետև չգիտեն մոնոմեր, պոլիմեր հասկացությունները: Պատճառն այն է, որ օրգանական քիմիայից այդ եզրույթները սովորողները դպրոցում ուսումնասիրում են ավելի ուշ: Մեկ այլ օրինակ. ճարպերի ագրեգատային վիճակը քննարկելիս աշակերտը չգիտի հագեցած և չհագեցած ճարպաթթուների մասին, ուստի դժվար է յուրացնում բուսական և կենդանական ճարպերի ագրեգատային վիճակի տարբերության պատճառը [3, 14]: «Կենսաբանական պոլիմերներ: Սպիտակուցի կառուցվածքը և հատկությունները» թեման անցնելիս սովորողի համար դժվար է լինում հասկանալ պեպտիդային կապի և սպիտակուցի մոլեկուլի կառուցվածքային մակարդակների առաջացման մեխանիզմները, որովհետև քիմիայից դեռևս «Ամինաթթուներ» թեման անցած չեն լինում:

10-րդ դասարանի «Պլաստիկ փոխանակություն: Ֆոտոսինթեզ» թեման անցնելիս սովորողից պահանջվում են տեսական գիտելիքներ քիմիայից և ֆիզիկայից, իսկ ուսուցչից՝ հմտություն ուսումնական նյութը մատուցելիս այդ երեք առարկաների միջև միջառարկայական կապերը պահպանելու և երեք առարկաներից գիտական ճանաչողությունը զուգորդելու համար: Այսպես, քլորոֆիլի մոլեկուլի կողմից լույսի քվանտի կլանումը և էլեկտրոնագրգռված վիճակի հասնելու մեխանիզմը հասկանալու համար շատ կարևոր է, որ սովորողը պատկերացում ունենա լույսի սպեկտրալ կազմի և տարբեր երկարության ալիքի ճառագայթների մասին: Այս գիտելիքը նա ստանում է ֆիզիկայից [3, 11]: Քլորոպլաստի գրանների թիլակոիդների վրա դրական և բացասական լիցքերի կուտակմանը զուգընթաց թաղանթային պոտենցիալի առաջացումը հասկանալու համար սովորողը պետք է ունենա նախնական տեսական գիտելիքներ պոտենցիալների տարբերության առաջացման մասին ֆիզիկայից: Ֆոտոսինթեզի մթնային փուլի մեխանիզմը հասկանալու համար սովորողը պետք է քիմիայի դասընթացից գաղափար ունենա ֆերմենտների, ակցեպտորների, կարբօքսիլացման մասին:

«Շնչառություն: ԱԵՖ-ի սինթեզը թթվածնի մասնակցությամբ» թեման անցնելիս

դարձյալ ուսուցչից պահանջվում է ուսումնական նյութը մատուցելիս առաջնորդվել գիտական ճանաչողության մեթոդներով, հաշվի առնել ֆիզիկայից և քիմիայից սովորողների նախնական գիտելիքների առկայությունը: Ըներգետիկ փոխանակության թթվածնային փուլի ուսուցումը պահանջում է նախնական քիմիական գիտելիքներ պարզագույն օրգանական նյութերի մասին, ինչպիսիք են կաթնաթթուն, պիրոխաղող-դաթթուն, էթիլ սպիրտը և այլ: Այս դեպքում ևս թաղանթային պոտենցիալի առաջացումը հասկանալու համար պահանջվում են գիտելիքներ պոտենցիալների տարբերության առաջացման մասին [3; 11; 13; 14]:

11-րդ դասարանում «Կյանքի ծագումը և զարգացումը Երկրի վրա» թեման անցնելիս սովորողին անհրաժեշտ են գիտելիքներ քիմիայից և ֆիզիկայից: Այսպես՝ Երկիր մոլորակի վրա տեղի ունեցած քիմիական էվոլյուցիան և Ա.Ի.Օպարինի (1924թ.) կողմից տրված Երկրի վրա կյանքի ծագման կենսաքիմիական վարկածը հասկանալու համար անհրաժեշտ են տեսական գիտելիքներ քիմիայից և ֆիզիկայից: Երկրի՝ որպես Արեգակնային համակարգության մոլորակի առաջացման երկրաբանական գործընթացը կարելի է հասկանալ միայն այն դեպքում, երբ սովորողները զաղափար ունեն մասնիկների շարժման կինետիկ և պոտենցիալ էներգիայի, Արեգակի սպեկտրի կազմում ուլտրամանուշակագույն ճառագայթման տեղամասի, կաթնակների՝ որպես բնական էլեկտրական պարպումների մասին: Սովորողները պետք է իմանան անօրգանական նյութերից օրգանական նյութերին կենսապոլիմերների (սպիտակուցների, նուկլեինաթթուների) առաջացման, նստվածքների առաջացումով ընթացող քիմիական ռեակցիաների մասին: Միայն այս դեպքում կարող է սովորողը հասկանալ, թե ինչպես է ընթացել անօրգանական նյութերից օրգանական նյութերի ոչ կենսաբանական (արհիոգեն) սինթեզը: Կյանքի ցամաք դուրս գալը հնարավոր է եղել միայն այն դեպքում, երբ Երկրի շուրջ ձևավորվել է օզոնային շերտը: Վերջինիս առաջացումը հնարավոր է եղել քիմիական և ֆիզիկական երևույթների օրինաչափ ընթացքի դեպքում [4; 13; 14]:

12-րդ դասարանի կենսաբանության որոշ թեմաներ ևս պահանջում են կենսաբանությունից, քիմիայից և ֆիզիկայից ընդհանրական գիտելիքներ: Այսպես, Էկոլոգիական համակարգեր, դրանց բաղադրիչները թեման անցնելիս պահանջվում են գիտելիքներ ֆիզիկայից: Էկոլոգիական համակարգերում էներգիայի փոխակերպումները ենթարկվում են թերմոդինամիկայի օրենքներին, որոնք ֆիզիկայից անցնում են դեռևս 8-րդ դասարանում: Էկոլոգիական համակարգերը թերմոդինամիկական համակարգեր են, որոնք գոյատևում են էներգիայի ներհոսի հաշվին: Թերմոդինամիկայի առաջին օրենքը էներգիայի պահպանման օրենքն է: Այս օրենքը ընկած է Էկոլոգիական համակարգերի գործունեության հիմքում, որը գոյատևում է էներգիայի հոսքի և նյութերի շրջապատույտի հաշվին: Էկոլոգիական համակարգ թափանցած էներգիան չի կորչում, այլ մի ձևից փոխակերպվում է մեկ այլ ձևի: Ստացվում է, որ էներգիայի քանակությունը անփոփոխ է, փոխվում է միայն նրա տեսակը: Էկոհամակարգ թափանցած արեգակնային էներգիան ֆոտոսինթեզի արդյունքում փոխակերպվում է օրգանական նյութերի քիմիական կապերի էներգիայի և ջերմային էներգիայի, որը դուրս է գալիս համակարգից [5; 11; 24]:

Տարբեր Էկոհամակարգերում պահեստավորվող արեգակնային էներգիայի մասնաբաժինը տարբեր է՝ 5-20 տոկոսի սահմաններում: Սա արդեն բխում է թերմոդինամիկայի երկրորդ օրենքից: *Թերմոդինամիկայի երկրորդ օրենքը պնդում է, որ յուրաքանչյուր անգամ, երբ էներգիան անցնում է մեկ ձևից մյուսին, օգտակար էներգիայի քանակությունը նվազում է, քանի որ օգտակար էներգիայի որոշ քանակություն վերած-*

վում է անօգուտ ջերմային էներգիայի: Ստացվում է, որ էներգիայի մի քանի փոխակերպումներից հետո օգտակար էներգիայի քանակությունը կտրուկ նվազում է: Ֆիզիկայից նախապես ունեցած գիտելիքները օգնում են ավելի լավ հասկանալու, թե ինչպես են ընթանում էներգիայի փոխակերպումները էկոհամակարգերում, և թե ինչու էկոհամակարգում սննդային շղթաները երկար չեն կարող լինել:

«Էներգիայի հոսքը էկոհամակարգերում: Նյութերի շրջապտույտ» թեմայի ուսումնական նյութը հնարավոր չէ սովորողին բացատրել առանց քիմիայից և ֆիզիկայից տեսական գիտելիքների իմացության: Կենսաբանության, քիմիայի և ֆիզիկայի միջև միջառարկայական կապերի պահպանումը կօգնի սովորողին ըմբռնել, թե ինչու էկոհամակարգերում գոյություն ունի նյութերի շրջապտույտ, իսկ էներգիայի շրջապտույտ չի կարող լինել, այլ լինում է էներգիայի հոսք [5]:

Արդյունավետ են միջառարկայական կապերի կիրառմամբ իրականացվող փորձարարական աշխատանքները:

Կուրսի մոդելով փորձի կատարումը և ստացված արդյունքի ամփոփումը աշակերտներին հնարավորություն կտա հաջողությամբ համադրելու կենսաբանությունից, ֆիզիկայից, քիմիայից ստացած տեսական գիտելիքները: Ըստ Կուրսի մոդելի փորձի կատարման հաջողական քայլերն այսպիսին են.

1. Կոնկրետ փորձ – կոնկրետ փորձառության (փորձ) դիտարկում, ընթերցում, ծանոթացում:

2. Փորձի դիտարկում, իմաստավորում – Փորձառության/փորձի դիտարկում և գնահատում, խորհրդածում, հիմնական բաղադրիչների իմաստավորում:

3. Վերացական հասկացությունների և ընդհանրացումների ձևավորում–

Այս փուլում կատարվում է վերացական հասկացությունների և ընդհանրացումների ձևավորում, որն ապահովում է տարրերի բովանդակության ամբողջականացում:

Գիտելիքի ամփոփումը հասկացությունների վերացարկման և ընդհանրացումների ձևակերպման միջոցով արդյունավետ կարող է լինել ուսումնառողի տեսական գիտելիքների բազայի առկայության դեպքում՝ վերջինիս հարստացման ճանապարհով:

4. Կիրառում պրակտիկայում – հասկացությունների ազդեցության փորձարկում նոր իրավիճակում: Այս փուլը կարելի է դիտել որպես ուսուցման հենակետային գիտելիքների կուտակման փուլ [16; 26]:

12-րդ դասարանի Կենսաբանության դասագրքում նախատեսվում է կատարել Ջրի էվտրոֆացման (ճահճացման) փորձ [5]:

Փորձի կատարումը Կուրսի մոդելով ենթադրում է այսպիսի հաջորդականություն.

1-ին փուլ – դասագրքում ներկայացված մեթոդիկայով աշակերտները կատարում են ջրի էվտրոֆացման փորձը: Աշակերտի մոտ առաջանում են հարցեր՝ «Ինչ է կատարվում», «Ինչու է այսպես կատարվում»: Հարցերի պատասխանները փորձում են գտնել խմբային քննարկումների միջոցով:

2-րդ փուլ – իրականացվում է հիմնական բաղադրիչների կարևորում. դիտարկված երևույթի պատճառները որոնք են, ինչու է խախտված համակեցության հավասարակշռությունը: Հարցերի պատասխանը գտնելու համար աշակերտը տեսական գիտելիքների կարիք է զգում ոչ միայն Կենսաբանությունից, այլև Ֆիզիկայից և Քիմիայից:

3-րդ փուլ – Աշակերտը փորձում է պատասխանել հարցերի՝ Որոնք են տեղի ունեցած երևույթի քիմիական, ֆիզիկական պատճառները: Այս փուլում կատարվում է վերացական հասկացությունների և ընդհանրացումների ձևավորում:

Ֆիզիկայից վերհիշում է գոլորշիացման պատճառները՝ տվյալ դեպքում սրվակը

տաք տեղ դնելը, որի պատճառով սրվակի մակերևույթից ջուրը գոլորշիանում է: Քիմիայից վերհիշում է ջրածնային կապերը ջրի մոլեկուլների միջև, որոնց քանդման համար ծախսվում է ջերմությունը:

4-րդ փուլ – պրակտիկայում կիրառելով՝ աշակերտը կարող է մոդելավորել ձեռք-բերված գիտելիքները նոր իրավիճակային խնդրի ձևակերպման նպատակով:

Միջառարկայական կապերի կիրառման օրինակ կարող են լինել միջառարկայական խնդիրները:

Միջառարկայական խնդիրների օրինակ.

Խնդիր 1. Բույսի մնացորդում ^{14}C իզոտոպի քանակը 128 անգամ քիչ է համապատասխան կենդանի օրգանիզմի ^{14}C -ի քանակից: Ինչ տարիք ունի տվյալ բույսի մնացորդը [15]:

Խնդիր 2. Արխեոպտերիքսի բրածո մնացորդում հայտնաբերվել է 1.2 կգ ^{14}C , որը կազմում է սկզբնական քաշի մեկ տոկոսը: Որոշել՝ քանի տարի առաջ է ապրել արխեոպտերիքսը [6]:

Խնդիրը լուծելու համար աշակերտը պետք է վերհիշի Ֆիզիկայից և Քիմիայից քիմիական տարրի կիսատրոհման պարբերության հասկացությունը, կոնկրետ հիշի, որ ^{14}C իզոտոպի կիսատրոհման պարբերությունը 5570 տարի է [15]:

Քիմիայից և ֆիզիկայից ստացած տեսական գիտելիքները վերհիշելու, կրկնելու և ամրապնդելու նպատակով նպատակահարմար է հանձնարարել ինքնուրույն գործնական աշխատանքներ: Այսպես, ջրի դերն օրգանիզմում հասկանալու համար նախապես կարելի է հանձնարարել ինքնուրույն աշխատանք ներքոհիշյալ թեմաներով.

- ջրի մոլեկուլի քիմիական կառուցվածքը,
- ջրածնային կապերի առաջացումը,
- հասկացողություն ջրի հիշողության մասին և այլ,
- ջրի ֆիզիկական հատկությունները:

Ինքնուրույն աշխատանքի ստուգումը կատարվում է գաղափարների փոխանցում մեթոդաձևով: Մեթոդաձևի էությունը հետևյալն է, աշակերտները 5 կամ 6 հոգանոց խմբով նստում են սեղանի շուրջ: Նրանցից մեկը թղթի վրա գրում է ջրի քիմիական բանաձևը, թղթի այդ հատվածը ծալում է, փոխանցում ընկերոջը: Վերջինս ավելացնում է ինչ-որ նյութ ջրի մասին, փոխանցում հաջորդ աշակերտին և վարվում նույն ձևով: Այսպիսի հաջորդականությամբ շարունակում են աշխատանքը մինչև այլևս ասելիք չեն ունենում: Խմբի ավագը բացում է թերթը և կարդում խմբի անդամների գրածը:

Նման ինքնուրույն աշխատանքի կատարումը կօգնի վերհիշել քիմիայից և ֆիզիկայից տեսական գիտելիքները ջրի մասին և ձեռք բերել նոր գիտելիքներ, ինչպես նաև կնպաստի աշակերտների մոտ թիմային աշխատանք կատարելու ունակության ձևավորմանը:

Եզրակացություն

- Կենսաբանության դասընթացում ուսումնական նյութի յուրացումը պահանջում է սովորողից տեսական գիտելիքներ կենսաբանությունից, քիմիայից, ֆիզիկայից, իսկ ուսուցչից՝ գիտական ճանաչողության մեթոդաձևերի զուգակցում դասավանդման մյուս մեթոդների հետ:
- Արդյունավետ է երեք առարկաներից զուգակցված ինքնուրույն աշխատանքների հանձնարարումը:
- Աշակերտների գիտելիքների ստուգման ժամանակ կիրառել գաղափարների փոխանցում մեթոդաձևը:

- Կենսաբանության, քիմիայի և ֆիզիկայի միջև միջառարկայական կապերը հնարավորություն կտան սովորողների մոտ ձևավորելու հիմնարար գաղափարներ բնության միասնականության վերաբերյալ:

DOI: <https://doi.org/10.58726/27382923-2025.2-158>

Գրականություն

1. Աղամյան Ն., Դասավանդման մեթոդիկայի արդի տեխնոլոգիաներ/ Ուսումնա-մեթոդական ձեռնարկ, Գյումրի, 2018, 263 էջ:
2. Ամիրյան Ս. Վ., Գևորգյան Է. Ս., Դանիելյան Ֆ. Դ., Եսայան Ա. Հ., Հովհաննիսյան Ն. Ա., Կենսաբանություն: Մարդ: 8-րդ դասարան: Երևան, «Աստղիկ Գրատուն» հրատ., 2014, 207 էջ:
3. Գևորգյան Է. Ս., Դանիելյան Ֆ. Դ., Եսայան Ա. Հ., Սևոյան Գ. Գ., Կենսաբանու-թյուն: 10-րդ դասարան: Բնագիտական և ընդհանուր հոսքերի համար, Երևան, «Աստղիկ Գրատուն» հրատ., 2010, 207 էջ:
4. Գևորգյան Է. Ս., Դանիելյան Ֆ. Դ., Եսայան Ա. Հ., Սևոյան Գ. Գ., Կենսաբանու-թյուն: 11-րդ դասարան: Բնագիտական և ընդհանուր հոսքերի համար, Երևան, «Աստղիկ Գրատուն» հրատ., 2010, 239 էջ:
5. Գևորգյան Է. Ս., Դանիելյան Ֆ. Դ., Եսայան Ա. Հ., Սևոյան Գ. Գ. Կենսաբանու-թյուն, 12-րդ դասարան, Բնագիտական և ընդհանուր հոսքերի համար, Երևան, «Աստղիկ Գրատուն» հրատ., 2011, 159 էջ:
6. Եդոյան Ռ. Հ., Լոքյան Դ. Ա., Վարդանյան Զ. Ս., Խնդիրներ և վարժություններ կենսաբանությունից / «Մեղապարտ» հրատարակչություն, 1993, 244 էջ:
7. Խաչատրյան Ա., Սահակյան Լ. Քիմիա: 10-րդ դասարան: Ընդհանուր և բնագի-տամաթեմատիկական հոսքեր: Երևան, «Զանգակ» հրատ., 2017, 224 էջ:
8. Ծատուրյան Ա., Թումանյան Մ. Պապյան Ա., Առաջանցիկ ուսուցման կիրառումը ֆիզիկայի ուսուցման ժամանակ, ՎՊՀ Գիտական տեղեկագիր, պրակ Բ, Երևան, 2018, էջ 169-177:
9. Հանրակրթական հիմնական դպրոցի «Կենսաբանություն» առարկայի չափորո-շիչ և ծրագիր, Երևան, 2008, «Կրթական ծրագրերի կենտրոն»: ՕԻԳ
10. Հանրակրթության պետական կրթակարգ: Միջնակարգ կրթության պետական չափորոշիչ, Երևան, «Անտարես» հրատ., 2010:
11. Ղազարյան Է., Կիրակոսյան Ա., Մելիքյան Գ. և այլք, Ֆիզիկա-11, Ավագ դպրոցի 11-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոս-քերի համար, «Էդիտ Պրինտ» հրատ., 2017, 368 էջ:
12. Ներկարարյան Ա., Կենսաբանության ուսուցման տեսություն և մեթոդիկա, Ուսումնական ձեռնարկ, Երևան, 2013, 204 էջ:
13. Սահակյան Լ., Խաչատրյան Հ., Բդոյան Բ., Քիմիա. 9-րդ դասարանի դասագիրք. մաս 2 / Երևան, «ՏիգրանՄեծ» հրատ., 2020, 120 էջ:
14. Սահակյան Լ., Խաչատրյան Ա., Քիմիա -11, Ավագ դպրոցի 11-րդ դասարանի դասագիրք ընդհանուր և բնագիտամաթեմատիկական հոսքերի համար, Երևան, «Զանգակ 97», 2010, 169 էջ:
15. Սևոյան Գ.Գ., Կենսաբանության խնդիրների ժողովածու: Հանրակրթական դպրոցի 9-10-րդ դասարանների համար, Երևան, «Նոր դպրոց» հրատարակչու-թյուն, 1995, 79 էջ:

16. Վարդանյան Ջ.Ս., Գևորգյան Ա.Ժ., Կոլբի մոդելի կիրառությունը կենդանի օրգանիզմների ֆիզիոլոգիական գործընթացների դասավանդման ընթացքում, ՎՊՀ-ի Գիտական տեղեկագիր, պրակ Բ-1, Երևան, 2021, էջ 172-183:
17. Баляйкина В. М., Маскаева Т. А., Лабутина М. В., Чегодаева Н. Д. Межпредметные связи как принцип интеграции обучения. Современные проблемы науки и образования. 2019. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29320>
18. Байдак В. А. Количественная характеристика внутрипредметных и межпредметных связей. Межпредметные связи в процессе преподавания основ наук в средней школе: Тезисы всесоюзной конференции. Москва: АПН СССР, 1973, с. 31-34.
19. Голобородько М. Я. Межпредметные связи в учебной деятельности школьников (в аспекте общих методов познания). Некоторые теоретические и практические аспекты межпредметных связей. Москва, 1982, 88 с.
20. Гурьев А. И. Межпредметные связи в системе современного образования. Монография. Барнаул: Изд. Алт. ун-та, 2002, 212 с.
21. Ефремова В. Р., Устинова Л. Е. Межпредметные связи – важнейший принцип обучения в современной школе. 2015, 18 с.
22. Кондратьев А. С., Прияткин Н. А. Современные технологии обучения физике. Учебное пособие, Санкт-Петербург: изд-во С.-Петерб. ун-та, 2006, - 342 с.
23. Томас К. Логика науки или психология исследования? Структура научных революций. Москва: «АСТ», 2003, 605 с.
24. Путилов К. А. Термодинамика, 1971, с. 39-40.
25. Рузавин Г. И. Методология научного познания. Москва, 2012, 287 с.
26. David A. Experiential Learning: Experience as the source of learning and development. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 1984, 20 p.

Применение теоретических и экспериментальных методов научного познания в процессе преподавания биологии при реализации междисциплинарных связей

***Варданян Заруи,
Мхитарян Асмик***

Резюме

Ключевые слова: стандартно-ориентировочное образование, компетенции, интеграция, смежные дисциплины, междисциплинарные связи, учебный курс, технологии преподавания

Одним из важнейших дидактических принципов является реализация междисциплинарных связей, что способствует решению образовательных и воспитательных задач учебного процесса, а также формированию итоговых учебных результатов обучающихся. В дидактике, особую ценность представляют методы обучения, направленные на систематизацию теоретических знаний обучающихся, их внутреннее развитие и обобщение. В соответствии с современными требованиями школы, возрастает значение внутрипредметных и межпредметных связей между естественно-математическими дисциплинами.

Реализация междисциплинарных связей в биологии, химии и физике предполагает

применение знаний, полученных в процессе преподавания данных предметов, а также формирование целостной системы теоретических знаний о происхождении и развитии живой и неживой природы.

Использование современных междисциплинарных методов преподавания, значительно укрепляет теоретические знания по биологии, химии и физике, а также способствует более эффективному решению задач стандартно-ориентировочного образования. Среди таких методов можно выделить метод передачи идей, применение модели Колба, выполнение междисциплинарных задач и проведение экспериментальных работ.

Application of Theoretical and Experimental Methods of Scientific Recognition in the Process of Teaching Biology and Interdisciplinary Connections

*Vardanyan Zaruhi,
Mkhitaryan Hasmik*

Summary

Key words: *standard-oriented education, competencies, integration, related subjects, interdisciplinary connections, academic course, teaching technologies*

One of the important didactic principles is the implementation of interdisciplinary connections, which helps to solve the educational and developmental problems set in the teaching process and contributes to the formation of the final educational outcomes of students. In didactics, the most valuable teaching methods are those that aim to ensure the systematization of theoretical knowledge, their internal development, and generalization. In line with the requirements of modern schools, the role of revealing the intra- and intersubject connections between the natural and mathematical sciences in the educational process is growing.

The implementation of interdisciplinary connections between Biology, Chemistry and Physics implies the application of knowledge gained from Chemistry and Physics during teaching, forming a comprehensive system of theoretical knowledge about the unity of the origin and development of both living and non-living nature.

The use of new teaching methods during the implementation of interdisciplinary connections strengthens the existing connections between theoretical knowledge of biology, chemistry and physics, and helps to more effectively solve the challenges of standard-oriented education. Such methods include the method of transferring ideas, the use of Kolb's model, and the performance of interdisciplinary tasks and experimental work.

Ներկայացվել է 21. 03. 2025 թ.
Գրախոսվել է 15. 04. 2025 թ.
Ընդունվել է տպագրության 26. 11. 2025 թ.

ՀԱՄԱՌՈՏ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՀԵՂԻԱԿՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

1. **Աղաջանյան Լուսինե** – Մմբատ Բյուրատի անվան թիվ 125 հիմնական դպրոց, Երևան, ՀՀ, lusine0301@mail.ru
2. **Գաբրիելյան Աննա** – Հայաստանի պետական տնտեսագիտական Համալսարան, դասախոս, gabrieliananna5@gmail.com
3. **Գալստյան Անի** – Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարան, «Քիմիա» մասնագիտության մագիստրատուրայի 2-րդ կուրսի ուսանողուհի, ani-galstyan-2021@mail.ru
4. **Գրիգորյան Հասմիկ** – Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարան, կենսաբանական գիտությունների թեկնածու, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի դոցենտ, grigoryanhasmik@list.ru
5. **Շնոքյան Ռոբերտ** – Հայաստանի Ամերիկյան Համալսարան, տվյալագետ, robyenokyan@yandex.com
6. **Թումանյան Մարտուն** – ՎՊՀ, ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի դոցենտ, martuntovmasyan@mail.ru
7. **Խառատյան Ալեքսան** – Նոր Ամանոսի միջնակարգ դպրոց, կենսաբանության ուսուցիչ, kharatian.alex@gmail.com
8. **Կյուրեղյան Արմենուհի** – ՎՊՀ, ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, մաթեմատիկայի և ինֆորմատիկայի ամբիոնի դոցենտ, akhyuregyan@mail.ru
9. **Հովսեփյան Վարդուհի** – ՎՊՀ, կենսաբանական գիտությունների թեկնածու, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի դոցենտ, varduhi@inbox.ru
10. **Մակարյան Էդվինա** – Երևանի պետական համալսարան, Ընդհանուր և բժշկական կենսաքիմիա, Մագիստրատուրա I կուրս, edvina.makaryan@gmail.com
11. **Մամիկոնյան Հայկանուշ** – ՎՊՀ, ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, մաթեմատիկայի և ինֆորմատիկայի ամբիոնի դոցենտ, hmamikonian8@gmail.com
12. **Մանուկյան Վարդան** – ԾՊՀ, ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, մաթեմատիկա, ֆիզիկա և տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ ամբիոնի դոցենտ, mvardan_1972@mail.ru
13. **Մխիթարյան Հասմիկ** – ՎՊՀ, կենսաբանական գիտությունների թեկնածու, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի դոցենտ, hasmik_mkhitaryan88@mail.ru
14. **Նահապետյան Գոհար** – Հայաստանի պետական մանկավարժական համալսարան, ասպիրանտ, gohar.nahapetyan@gmail.com
15. **Ներսիսյան Անահիտ** – կենսաբանություն մասնագիտության մագիստրատուրայի 2-րդ կուրսի ուսանողուհի, ՎՊՀ, anisn.yan2018@gmail.com
16. **Նիկողոսյան Գագիկ** – ԾՊՀ, ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, մաթեմատիկա, ֆիզիկա և տեղեկատվական տեխնոլոգիաների ամբիոնի գիտաշխատող, gagonik@mail.ru
17. **Պալյան Արսաննա** – ՎՊՀ, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի լաբորանտ, aqsan055@gmail.com

18. **Պեպանյան Արմինե** – ՎՊՀ, «Մասնագիտական մանկավարժություն՝ մաթեմատիկա» մասնագիտության մագիստրատուրայի 2-րդ կուրսի ուսանող, armine.pepanyan02@mail.ru
19. **Պետրոսյան Գևորգ** – Հայաստանի ազգային պոլիտեխնիկական համալսարան, Տեղեկատվական տեխնոլոգիաների և ավտոմատացման ամբիոն, ասպիրանտ, gapetrosyan14@gmail.com
20. **Պետրոսյան Հասմիկ** – ՎՊՀ, «Քիմիա» մասնագիտության մագիստրատուրայի 2-րդ կուրսի ուսանողուհի, hasmik-petrosyan-2000@mail.ru
21. **Սահակյան Ռոբերտ** – ՎՊՀ, ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, Մաթեմատիկայի և ինֆորմատիկայի ամբիոնի դոցենտ, r.sahakyan37@yandex.com
22. **Վարդանյան Զարուհի** – ՎՊՀ, կենսաբանական գիտությունների դոկտոր, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի պրոֆեսոր, zaruhi.vartanyan@mail.ru
23. **Վարդանյան Հայարփի** – ՎՊՀ, «Ծրագրային ճարտարագիտություն» մասնագիտության մագիստրատուրայի 2-րդ կուրսի ուսանողուհի, vardanyan.hayarpi.02@gmail.com
24. **Վարտանովա Մարիամ** – ՎՊՀ, Քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի լաբորանտ, vartanovamariam02@gmail.com
25. **Քոչարյան Վիլեն** – ՎՊՀ, ֆիզիկա-մաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի դոցենտ, vilenkoch@gmail.com
26. **Օհանյան Հեղինե** – ՎՊՀ, տեխնիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ, մաթեմատիկայի և ինֆորմատիկայի ամբիոնի դոցենտ, ohanyanh1970@mail.ru

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ СТАТЕЙ

1. **Агаджанян Лусине** – Основная школа № 125 имени С. Бюрата, Ереван, lusine0301@mail.ru
2. **Варданян Айарпи** – ВГУ, студентка 2-ого курса магистратуры по специальности «Программная инженерия», vardanyan.hayarpi.02@gmail.com
3. **Варданян Заруи** – ВГУ, доктор биологических наук, профессор кафедры химии и биологии, zaruhi.vartanyan@mail.ru
4. **Вартанова Мариам** – ВГУ, лаборант кафедры химии и биологии, vartanovamariam02@gmail.com
5. **Габриелян Анна** – АГЭУ, преподаватель, gabrieliananna5@gmail.com
6. **Галстян Ани** – ВГУ, студентка 2-ого курса магистратуры по специальности «Химия», galstyan-2021@mail.ru
7. **Григорян Асмик** – ВГУ, кандидат биологических наук, доцент кафедры химии и биологии, grigoryanhasmik@list.ru
8. **Енокян Роберт** – АУА, специалист по анализу данных, robyenokyan@yandex.com
9. **Кочарян Вилен** – ВГУ, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры химии и биологии, vilenkoch@gmail.com
10. **Кюрегян Арменуи** – ВГУ, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и информатики, akuregyan@mail.ru

11. **Макарян Эдвина** – ЕГУ, Общая и медицинская биохимия, Магистратура 1 курс, edvina.makaryan@gmail.com
12. **Мамиконян Айкануш** – ВГУ, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и информатики, hmatikonyan8@gmail.com
13. **Манукян Вардан** – ШГУ, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики, физики и информационных технологий, mvardan_1972@mail.ru
14. **Мхитарян Асмик** – ВГУ, кандидат биологических наук, доцент кафедры химии и биологии, hasmik_mkhitaryan88@mail.ru
15. **Нагапетян Гоар** – АГПУ, аспирант, gohar.nahapetyan@gmail.com
16. **Нерсисян Анаит** – ВГУ, студентка 2-ого курса магистратуры по специальности «Биология», anuln.yan2018@gmail.com
17. **Никогосян Гагик** – ШГУ, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник кафедры математики, физики и информационных технологий, gagonik@mail.ru
18. **Овсепян Вардуи** – ВГУ, кандидат биологических наук, доцент кафедры химии и биологии, varduhi@inbox.ru
19. **Оганян Гегине** – ВГУ, кандидат технических наук, доцент кафедры математики и информатики, ohanyanhh1970@mail.ru
20. **Палян Аксання** – ВГУ, лаборант кафедры химии и биологии, aqsan055@gmail.com
21. **Пепанян Армине** – ВГУ, студентка 2-ого курса магистратуры по специальности «Профессиональная педагогика: математика», armine.pepanyan02@mail.ru
22. **Петросян Асмик** – ВГУ, студентка 2-ого курса магистратуры по специальности «Химия», hasmik-petrosyan-2000@mail.ru
23. **Петросян Геворг** – НПУА, кафедра информационных технологий и автоматизации, аспирант, gapetrosyan14@gmail.com
24. **Саакян Роберт** – ВГУ, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры математики и информатики, r.sahakyan37@yandex.com
25. **Товмасян Мартун** – ВГУ, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры химии и биологии, martuntovmasyan@mail.ru
26. **Харатян Алексан** – Средняя школа села Новый Аманос, учитель биологии, kharatian.alex@gmail.com

BRIEF INFORMATION ABOUT THE AUTHORS OF THE ARTICLES

1. **Aghajanyan Lusine** – Number 125 Basic School named after S. Byurat, Yerevan, lusine0301@mail.ru
2. **Gabrielyan Anna** – ASUE, Lecturer, gabrieliananna5@gmail.com
3. **Galstyan Ani** – VSU, 2nd Year Master Student in the specialty of Chemistry, anigalstyan-2021@mail.ru
4. **Grigoryan Hasmik** – VSU, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Chair of Chemistry and Biology, grigoryanhasmik@list.ru
5. **Hovsepyan Varduhi** – VSU, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Chair of Chemistry and Biology, varduhi@inbox.ru

6. **Kharatyan Aleqsan** – Nor Amanos Secondary School, Biology Teacher, kharatian.alex@gmail.com
7. **Kocharyan Vilen** – VSU, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Chair of Chemistry and Biology, vilenkoch@gmail.com
8. **Kyureghyan Armenuhi** – VSU, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Chair of Mathematics and Informatics, akyureghyan@mail.ru
9. **Makaryan Edvina** – YSU, General and Medical Biochemistry, 1st year for Master's Degree, edvina.makaryan@gmail.com
10. **Mamikonyan Haykanush** – VSU, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Chair of Mathematics and Informatics, hmamikonyan8@gmail.com
11. **Manukyan Vardan** – ShSU, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Chair of Mathematics, Physics and Information Technologies, mvardan1972@mail.ru
12. **Mkhitarian Hasmik** – VSU, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Chair of Chemistry and Biology, Vanadzor, Armenia, hasmik_mkhitarian88@mail.ru
13. **Nahapetyan Gohar** – ASPU, Postgraduate Student, gohar.nahapetyan@gmail.com
14. **Nersisyan Anahit** – VSU, 2nd year Master Student in the Specialty of Biology, anuln.yan2018@gmail.com
15. **Nikoghosyan Gagik** – ShSU, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Researcher at the Chair of Mathematics, Physics and Information Technologies, gagonik@mail.ru
16. **Ohanyan Heghine** – VSU, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the Chair of Mathematics and Informatics, ohanyanh1970@mail.ru
17. **Palyan Aksanna** – VSU, Laboratory Assistant at the Chair of Chemistry and Biology, aqsan055@gmail.com
18. **Pepanyan Armine** – VSU, 2nd year Master Student in the Specialty of Professional Pedagogy: Mathematics, armine.pepanyan02@mail.ru
19. **Petrosyan Gevorg** – NPUA, Department of Information Technology and Automation, Postgraduate Student, gapetrosyan14@gmail.com
20. **Petrosyan Hasmik** – VSU, 2nd Year Master Student in the Specialty of Chemistry, hasmik-petrosyan-2000@mail.ru
21. **Sahakyan Robert** – VSU, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Chair of Mathematics and Informatics, Vanadzor, Armenia, r.sahakyan37@yandex.com
22. **Tovmasyan Martun** – VSU, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor at the Chair of Chemistry and Biology, Vanadzor, Armenia, martuntovmasyan@mail.ru
23. **Vardanyan Hayarpi** – VSU, 2nd Year Master Student in the Specialty of Chair of Mathematics and Informatics, vardanyan.hayarpi.02@gmail.com
24. **Vardanyan Zaruhi** – VSU, Doctor of Biological Sciences, Professor at the Chair of Chemistry and Biology, zaruhy.vartanyan@mail.ru
25. **Vartanova Mariam** – VSU, Laboratory Assistant at the Chair of Chemistry and Biology, vartanovamariam02@gmail.com
26. **Yenokyan Robert** – AUA, Data Scientist, robyenokyan@yandex.com

ՖԻԶԻԿԱ

Քոչարյան Վիլեն, Պալյան Արսանես

Ջերմափոխանակումով և ներքին շփումով պայմանավորված
ջերմաստիճանի փոփոխությունը տրոպոսֆերայում8

ՔԻՄԻԱ

Թովմասյան Մարտուն, Գալստյան Անի

Տիտանի հիդրիդի ստացման եղանակի ազդեցությունը
նրա կոռոզիոն և թթվային հատկությունների վրա.....16

ԳԵՆՄԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Գրիգորյան Հասմիկ, Խառատյան Ալեքսան

«Դիլիջան» ազգային պարկի և նրա հարակից
տարածքների լեպիդոֆաունան 27

Հովսեփյան Վարդուհի, Մակարյան Էդվինա, Վարտանովա Մարիամ

Գետնախնձորի և ճարճատուկի նմուշներում
ինուլինի քանակական վերլուծություն.....38

Վարդանյան Զարուհի, Ներսիսյան Անահիտ

Լոռու և Տավուշի մարզերում աճող որոշ մշակաբույսերի
աճման ու զարգացման արագության համեմատում.....46

ԻՆՖՄՐՄԱՏԻԿԱ

Գաբրիելյան Աննա

Բազմաչափանիշ որոշումների կայացման մեթոդների
կիրառումը էլեկտրոնային բիզնեսում.
TOPSIS և STEM մեթոդների համեմատական վերլուծություն.....57

Պետրոսյան Գևորգ

Բազմալեզու միջավայրում հայերեն տեքստի ինքնատիպության աստիճանի
որոշման ինտելեկտուալ համակարգի ճարտարապետությունը.....66

Օհանյան Հեղինե, Կուրեղյան Արմենուհի

C++ ծրագրավորման լեզվի պատճենող կոնստրուկտորների վերլուծություն.
մեխանիզմներ, կիրառման բնորոշ սխալներ, համեմատություններ
Java և Python ծրագրավորման լեզուների համարժեքների հետ.....72

Օհանյան Հեղինե, Վարդանյան Հայարփի

Մեքենայական ուսուցման մեթոդների կիրառմամբ գրական
ստեղծագործությունների ժանրային դասակարգում..... 84

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Մահական Ռոբերտ, Ենոքյան Ռոբերտ

Դիֆերենցիալ հավասարումների թվային ինտեգրման
մի մեթոդի մասին.....95

ՄԱՆԿԱՎԱՐԺՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԵԹՈԴԻԿԱ

Աղաջանյան Լուսինե

Ֆինանսական կրթության կարևորությունը մաթեմատիկայի դասընթացում108

Թովմասյան Մարտուն, Պետրոսյան Հասմիկ

Կենսաբանության և քիմիայի միջառարկայական կապերի իրականացումը
որպես քիմիայի ուսուցման արդյունավետության բարձրացման միջոց120

Մամիկոնյան Հայկանուշ, Պեպանյան Արմինե

Պարամետր պարունակող խնդիրների լուծումը ածանցյալի միջոցով130

Մանուկյան Վարդան, Նիկողոսյան Գագիկ

Կինեմատիկական մոտեցումը որպես կորերի հատկությունների
ուսուցման այլընտրանքային միջոց.....137

Նահապետյան Գոհար

Առաջանցիկ ուսուցման մոդելի տեսական և գործնական կիրառումը
տարրական դպրոցի «Թվային գրագիտություն և
համակարգչային գիտություն» դասընթացում147

Վարդանյան Զարուհի, Մխիթարյան Հասմիկ

Գիտական ճանաչելիության տեսական և փորձարարական
մեթոդների կիրառումը կենսաբանության ուսուցման գործընթացում
միջառարկայական կապերը իրականացնելիս.....158

ՀԱՄԱՌՈՏ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

ՀՈՂՎԱԾՆԵՐԻ ՀԵՂԻՆԱԿՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ169

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКА

Кочарян Вилен, Палян Аксанна

Изменение температуры в тропосфере,
обусловленное теплообменом и внутренним трением8

ХИМИЯ

Товмасян Мартун, Галстян Ани

Влияние способа получения гидрида титана на его коррозионные,
поверхностно-кинетические и кислотные свойства16

БИОЛОГИЯ

Григорян Асмик, Харатян Алексан

Лепидофауна национального парка «Дилижан»
и прилегающих территорий27

Овсепян Вардун, Макарян Эдвина, Вартанова Мариам

Количественный анализ содержания инулина
в образцах топинамбура и цикория38

Варданян Заруи, Нерсисян Анаит

Сравнение скорости роста и развития некоторых сельскохозяйственных культур,
выращиваемых в Лорийской и Тавушской областях.....46

ИНФОРМАТИКА

Габриелян Анна

Применение многокритериальных методов принятия решений
в электронном бизнесе: сравнительный анализ методов TOPSIS и STEM57

Петросян Геворг

Архитектура интеллектуальной системы определения степени
уникальности армянского текста в многоязычной среде66

Оганян Гегине , Кюреган Арменуи

Анализ конструкторов копирования в языке программирования C++:
механизмы, типичные ошибки применения, сравнение с эквивалентами
в языках программирования Java и Python.....72

Варданян Айарпи, Оганян Гегине

Классификация литературных произведений по жанрам
с использованием методов машинного обучения.....84

МАТЕМАТИКА

Саакян Роберт, Енокян Роберт

Об одном методе численного интегрирования дифференциальных уравнений95

ПЕДАГОГИКА И МЕТОДИКА

Агаджанян Лусине

Важность финансовой грамотности в курсе математики.....108

Товмасян Мартун, Петросян Асмик

Реализация междисциплинарных связей биологии и химии
как средство повышения эффективности обучения.....120

Мамиконян Айкануш, Пепанян Армине

Решение задач с параметрами с использованием производной.....130

Манукян Вардан, Никогосян Гагик

Кинематический подход как альтернативный способ изучения свойств кривых137

Нагапетян Гоар

Теоретические и практические аспекты применения модели
опережающего обучения в преподавании предмета
«Цифровая грамотность и компьютерная наука» в начальной школе.....147

Варданян Заруи, Мхитарян Асмик

Применение теоретических и экспериментальных методов научного познания
в процессе преподавания биологии при реализации междисциплинарных связей158

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ СТАТЕЙ.....170

CONTENTS

PHYSICS

Kocharyan Vilen, Palyan Aksanna

Temperature Change in the Troposphere Due to Heat Exchange and Internal Friction.....8

CHEMISTRY

Tovmasyan Martun, Galstyan Ani

The Influence of the Method of Obtaining Titanium Hydride on its Corrosion,
Surface-Kinetic, and Acidic Properties.....16

BIOLOGY

Grigoryan Hasmik, Kharatyan Aleqsan

Lepidofauna of the Dilijan National Park and Adjacent Areas27

Hovsepyan Varduhi, Makaryan Edvina, Vartanova Mariam

Quantitative Analysis of Inulin Content in Jerusalem
Artichoke and Chicory Samples.....38

Vardanyan Zaruhi, Nersisyan Anahit

Comparison of the Growth and Development Rate of Certain Crops
cultivated in the Lori and Tavush Regions46

INFORMATICS

Gabrielyan Anna

Application of Multi-Criteria Decision-Making Methods in E-Business:
Comparative Analysis of TOPSIS and STEM Methods57

Petrosyan Gevorg

The Architecture of the Intellectual System for Determining
the Degree of Uniqueness of Armenian Text in a Multilingual Environment.....66

Ohanyan Heghine, Kyureghyan Armenuhi

Analysis of Copy Constructors in C++ Programming Language:
Mechanisms, Common Application Errors, Comparisons with Equivalents
in Java and Python Programming Languages72

Vardanyan Hayarpi, Ohanyan Heghine

Classification of Literary Works by Genre Using Machine Learning Methods84

MATHEMATICS

Sahakyan Robert, Yenokyan Robert

On a Method for the Numerical Integration of Differential Equations.....95

PEDAGOGY AND METHODOLOGY

Aghajanyan Lusine

The Importance of Financial Literacy in a Math Course108

Tovmasyan Martun, Petrosyan Hasmik

Implementation of Interdisciplinary Connections
between Biology and Chemistry as a Means of Increasing Learning Effectiveness.....120

Mamikonyan Haykanush, Pepanyan Armine

Solving Problems with Parameters Using Derivative130

Manukyan Vardan, Nikoghosyan Gagik

Kinematic Approach as an Alternative Way to study the Properties of Curves137

Nahapetyan Gohar

Theoretical and Practical Aspects of Applying the Advanced Learning Model
in Teaching “Digital Literacy and Computer Science” in Primary School.....147

Vardanyan Zaruhi, Mkhitarian Hasmik

Application of Theoretical and Experimental Methods of Scientific Recognition
in the Process of Teaching Biology and Interdisciplinary Connections.....158

BRIEF INFORMATION ABOUT THE AUTHORS OF THE ARTICLES171

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:

ՆՄԱՍԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ

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 фонд 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: teghkagirb@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

2

ՎԱՆԱԶՈՐ – 2025

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

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

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

**ВАНАДЗОРСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Естественные и точные науки

2

ВАНАДЗОР – 2025

**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

2

VANADZOR – 2025

Լեզվական խմբագիր՝ *Վալերի Փիլոյան*
Համակարգչային ձևավորող՝ *Աշխեն Գալստյան*
Օտարալեզու տեքստերի խմբագիր՝ *Զարա Ալեքյան*

ՎԱՆԱԶՈՐ – 2025

Языковой редактор: *Валерий Пилюян*
Компьютерный дизайнер: *Ашхен Галстян*
Корректор иноязычных текстов: *Зара Алесян*

BAHAДЗOP – 2025

Linguistic Editor: *Valeri Piloyan*
Computer Designer: *Ashkhen Galstyan*
Proofreader of Texts in Foreign Languages: *Zara Alekryan*

VANADZOR – 2025

www.vsu.am