ISSN 2738-2923

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ,
ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՎԱՆԱՁՈՐԻ Հ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ
ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՎԱՆԱՁՈՐԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ

ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

Բնական և ճշգրիտ գիտություններ

1

ՎԱՆԱՁՈՐ – 2023

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ,
ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՎԱՆԱՁՈՐԻ Հ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ
ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՎԱՆԱՁՈՐԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ

ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

Բնական և ճշգրիտ գիտություններ

1

ՎԱՆԱՁՈՐ – 2023

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ,
КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РА

ВАНАДЗОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ О. ТУМАНЯНА

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

ВАНАДЗОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Естественные и точные науки

1

ВАНАДЗОР – 2023

RA MINISTRY OF EDUCATION, SCIENCE, CULTURE AND SPORT

VANADZOR STATE UNIVERSITY AFTER H. TUMANYAN

SCIENTIFIC PROCEEDINGS OF VANADZOR STATE UNIVERSITY

Natural and Exact Sciences

1

VANADZOR – 2023

Տպագրվում է Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան
պետական համալսարանի գիտական խորհրդի որոշմամբ

ՎԱՆԱՁՈՐԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ / Բնական և ճշգրիտ գիտություններ, 1 // ՀՀ կրթության, գիտության, մշակույթի և սպորտի նախարարություն, Վանաձորի պետական համալսարան/: Խմբ. խորհուրդ՝ Ռ. Սահակյան և այլք. – Վանաձոր: 2023. –146 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

Печатается по решению ученого совета
Ванадзорского государственного университета имени О. Туманяна

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ ВАНАДЗОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА / Естественные и точные науки, 1 // Министерство образования, науки, культуры и спорта РА, Ванадзорский государственный univеритет/. Ред. совет – Р. Саакян и др. – Ванадзор, 2023. – 146 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

Printed by the Resolution of the Academic Council of
Vanadzor State University after H. Tumanyan

SCIENTIFIC PROCEEDINGS OF VANADZOR STATE UNIVERSITY / Natural and Exact Sciences, 1 / RA Ministry of Education, Science, Culture and Sport, Vanadzor State University/. Editorial Board: R. Saakyan, etc. – Vanadzor. 2023. – 146 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

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

МАТЕМАТИКА

MATHEMATICS

УДК 517.518.8

Об одном методе решения уравнения теплопроводности неоднородного изотропного тела

Сергей Азарян

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-8

Ключевые слова: *коэффициент внутренней теплопроводности, классические задачи, задача Коши, метод малого параметра, дифференциальные уравнения с частными производными второго порядка, функция неоднородности*

Введение

Классические задачи в различных постановках решены многими авторами для изотропных однородных тел в теории упругости и такие краевые задачи привелись к решению дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами [1-3; 5].

В работе рассматривается задача теплопроводности неоднородного изотропного тела, которая приводит к решению дифференциального уравнения частным и производными второго порядка с переменными коэффициентами $\gamma\rho\frac{\partial u}{\partial t}=\frac{\partial}{\partial x}\left[K\frac{\partial u}{\partial x}\right]+\frac{\partial}{\partial y}\left[K\frac{\partial u}{\partial y}\right]+\frac{\partial}{\partial z}\left[K\frac{\partial u}{\partial z}\right]++F(x,y,z,t)$.

Вводится малый физический параметр и для задачи Коши получается рекуррентная последовательность краевых задач, при решении которых общее решение представляется в виде $u(x,t)=e^{-a^2q^2t}\cdot sin(qx+h)+\frac{\delta}{2(1-\delta\sigma)}U(x,t)$. При вариации малого физического параметра δ и постоянного σ множество неоднороднодных изотропных тел для оптимального сравнения результатов с однородными телами [4, 47-52; 6, 165-240; 7, 165-240; 8, 4520-468; 9, 165-240].

1. Уражнение теплопроводности неоднородного изотропного тела.

Рассматривается неоднородное изотропное тело, где через $u(x,y,z,t)$ обозначается температура в точке $M(x,y,z,t)$, ограниченной поверхностью S в момент времени t. Известно, что количество тепла dQ поглощаемое теплом за время dt, равно

$$dQ=K\cdot\frac{\partial u}{\partial N}dSdt, \tag{1.1}$$

где ds-элемент поверхности, $K(x,y,z)$ – коэффициент внутренней теплопроводности, $\frac{\partial u}{\partial N}$ – производная функции $u(M,t)$ по внешней нормали к поверхности S. Так как тепло протекает в направлении понижения температуры, то

$dQ > 0$, если $\frac{\partial u}{\partial N} > 0$, и $dQ < 0$, если $\frac{\partial u}{\partial N} < 0$. Когда теловой баланс меняется в объеме тела в интервале времени (t_1, t_2), то из (1.1) получаем

$$Q_1 = \int_{t_1}^{t_2} dt \iint_s K(x, y, z) \frac{\partial u}{\partial N} dS. \tag{1.2}$$

Рассматривается элемент Δv из неоднородного изотропного тела V, для изменения температуры которого от $u(x, y, z, t_1)$ до $u(x, y, z, t_1)$ необходимо количество тепла Q_2, т.е.

$$Q_2 = \iiint_v [u(x, y, z, t_1) - u(x, y, z, t_1)]\, \gamma \rho dv = \int_{t_1}^{t_2} dt \iiint_v \gamma \rho \frac{\partial u}{\partial t} dv,$$

где $\gamma = \gamma(x, y, z)$ – коэффициент теплоемкости, $\rho = \rho(x, y, z)$ – плотность тела [1-4].

Предположим, в рассматриваемом теле имеются источники тепла с плотностью $F(x, y, z, t)$, тогда в интервале времени (t_1, t_2) будем иметь

$$Q_3 = \int_{t_1}^{t_2} dt \iiint_v F(x, y, z, t)\, dv.$$

Так как известно, что $Q_2 = Q_1 + Q_3$, то получим уравнение теплопроводности для неоднородного изотропного тела в виде

$$\gamma(x, y, z) \rho(x, y, z) \frac{\partial u}{\partial t} - \operatorname{div}(K(x, y, z) \operatorname{grad} u) - F(x, y, z, t) = 0$$

или

$$\gamma \rho \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left[K \frac{\partial u}{\partial x}\right] + \frac{\partial}{\partial y}\left[K \frac{\partial u}{\partial y}\right] + \frac{\partial}{\partial z}\left[K \frac{\partial u}{\partial z}\right] + F(x, y, z, t). \tag{1.3}$$

2. Метод малого параметра. Рассматривается случай, когда $[5 - 8]$

$$\begin{cases} \gamma(x, y, z) = \gamma_0 \cdot \mathrm{e}^{\delta f(x,y,z)} \\ \rho(x, y, z) = \rho_0 \cdot \mathrm{e}^{\delta f(x,y,z)}; \\ K(x, y, z) = K_0 \cdot \mathrm{e}^{\delta f(x,y,z)} \end{cases} \tag{2.1}$$

где $f(x, y, z)$ – функция неоднородности, δ $(0 < \delta < 1)$ – малый физический параметр, а γ_0, ρ_0, K_0 – параметры однородного тела.

С учётом (2.1), представим $u(x, y, z, t)$ в виде

$$u(x, y, z, t) = u_0(x, y, z, t) + \sum_{n=1}^{\infty} \delta^n u_n(x, y, z, t). \tag{2.2}$$

Подставляя (2.2) с учетом (2.1) в (1.3), получим следующую систему рекуррентных уравнений

$$\frac{\partial u_0}{\partial t} = \mathrm{a}^2\left(\frac{\partial^2 u_0}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_0}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u_0}{\partial y^2}\right) + F(x,y,z,t), \tag{2.3}$$

$$\frac{\partial u_n}{\partial t} = \mathrm{a}^2\left(\frac{\partial^2 u_n}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_n}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u_n}{\partial z^2}\right) + F_n(x,y,z,t), (n \geq 1), \tag{2.4}$$

где $u_0(x,y,z,t)$ – решение уравнения (2.3) однородного изотропного тела, $F_n(x,y,z,t)$ – имеет следующий вид

$$F_n(x,y,z,t) = \mathrm{a}^2\left(\frac{\partial f}{\partial x}\frac{\partial u_{n-1}}{\partial x} + \frac{\partial f}{\partial y}\frac{\partial u_{n-1}}{\partial y} + \frac{\partial f}{\partial z}\frac{\partial u_{n-1}}{\partial z}\right);\ \mathrm{a}^2 = \frac{K_0}{\gamma_0\rho_0}. \tag{2.5}$$

3. Задача Коши. Найти $u(x,t) \in \{C^2(R_+^2) \cap C(\bar{R}_+^2)\}$, которая является решением уравнения

$$\gamma(x,t)\rho(x,t)\frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left[K(x,t)\frac{\partial u}{\partial x}\right] + F(x,t) \tag{3.1}$$

удовлетворяет начальному условию

$$u(x,0) = \varphi(x), \tag{3.2}$$

где $\varphi(x)$- непрерывная замкнутая функция в R^1.

Эти задачи $(2.3), (2.4)$ с учетом начального условия (3.2), сводятся к следующей рекуррентной последовательности краевых задач $[5-8]$

$$\begin{cases} \dfrac{\partial u_0}{\partial t} = \mathrm{a}^2\dfrac{\partial^2 u_0}{\partial x^2} + F(x,t), \\ u_0(x,0) = \varphi(x), \end{cases} \tag{3.3}$$

$$\begin{cases} \dfrac{\partial u_n}{\partial t} = \mathrm{a}^2\dfrac{\partial^2 u_n}{\partial x^2} + F_n(x,t), \\ u_n(x,0) = 0, \end{cases} (n \geq 1). \tag{3.4}$$

Известно, что решение краевой задачи(3.3) для однородного изотропного тела, когда $F(x,t) = 0$, имеет следующий вид

$$u_0(x,t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi}\mathrm{a}t}\int_{-\infty}^{+\infty}\varphi(\xi)e^{-\frac{(\xi-x)^2}{4\mathrm{a}^2 t}}d\xi = \frac{1}{2\sqrt{\pi}\mathrm{a}t}\int_{-\infty}^{+\infty}\varphi(\eta+x)e^{-\frac{\eta^2}{4\mathrm{a}^2 t}}d\eta, \tag{3.5}$$

где $\eta = \xi - x$, отсюда $\xi = \eta + x;\ d\xi = d\eta$

Решение краевой задачи (3.3) ищем в виде

$$u_n(x,t) = u_n^{(o)}(x,t) + u_n^{(\text{ч})}(x,t), \tag{3.6}$$

где $u_n^{(o)}(x,t)$ – общее решение краевой задачи

$$\begin{cases} \dfrac{\partial u_n^{(o)}}{\partial t} = \mathrm{a}^2 \dfrac{\partial^2 u_n^{(o)}}{\partial x^2}, \\ u_n^{(o)}(x,0) = \varphi_n(x), \end{cases} \tag{3.7}$$

и $u_n^{(\text{ч})}(x,t)$ – частное решение (3.3), которая выражается формулой

$$u_n^{(\text{ч})}(x,t) \equiv -F_n(x,t) = -\mathrm{a}^2 \frac{\partial f}{\partial x} \frac{\partial u_{n-1}}{\partial x}; \tag{3.8}$$

а функция $\varphi_n(x)$ с учетом начального условия (3.3), будет предстаялятся так

$\varphi_n(x) = -u_n^{(\text{ч})}(x,0).$ (3.9) Аналогичным образом, как при случае однородного изотропного тела, с учетом $(3.4) - (3.8)$, решение краевой задачи(3.3) можно представить в виде

$$u_n(x,t) = u_n^{(\text{ч})}(x,t) + \frac{1}{2\sqrt{\pi}\mathrm{a}t} \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi_n(\xi) e^{-\frac{(\xi - x)^2}{4\mathrm{a}^2 t}} d\xi. \tag{3.10}$$

Следовательно, с учетом (3.5) и (3.10), решение (3.1) будет

$$\begin{gathered} u(x,t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi}\mathrm{a}t} \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(\xi) e^{-\frac{(\xi - x)^2}{4\mathrm{a}^2 t}} d\xi + \\ + \sum_{n=1}^{\infty} \delta^n \left\{ u_n^{(\text{ч})}(x,t) + \frac{1}{2\sqrt{\pi}\mathrm{a}t} \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi_n(\xi) e^{-\frac{(\xi - x)^2}{4\mathrm{a}^2 t}} d\xi \right\}. \end{gathered} \tag{3.11}$$

а). Теперь, после определения $u(x,t)$, с учетом (3.8), если известны $u_n^{(\text{ч})}(x,t)$, можно поличить класс функций $f(x)$ из следующего интеграла

$$f(x) = -\frac{1}{\mathrm{a}^2} \int_{\Gamma} u_n^{(\text{ч})}(x,t) \left(\frac{\partial u_{n-1}}{\partial x} \right)^{-1} dx, (n \geq 1)$$

Не нарушая общности, можно взять случай, когда $n = 1$, и тогда получим функцию неоднородности $f(x)$, которая будет определяется формулой

$$f(x) = -\frac{1}{\mathrm{a}^2} \int_{\Gamma} u_1^{(\text{ч})}(x,t) \left(\frac{\partial u_0}{\partial x} \right)^{-1} dx. \tag{3.12}$$

б) Если дана функция неоднородности $f(x)$, тогда можно определить частное решение $u_n^{(\text{ч})}(x,t)$ из уравнения (3.8).

4. Пусть в задаче Коши функция $\varphi(x)$ представлена в виде

$$\varphi(x) = \sin(px^2 + qx + h), \tag{4.1}$$

и еще известно, что

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-(A\tau^2+B\tau+C)} \sin(P\tau^2 + Q\tau + H)\, d\tau =$$

$$= \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt[4]{A^2+P^2}} \mathrm{e}^{\frac{A(B^2-4AC)-(AQ^2-2BPQ+4CP^2)}{4(A^2+P^2)}} \cdot \left\{\sin\left[\frac{1}{2}\operatorname{arctg}\frac{P}{A} - \right.\right. \tag{4.2}$$

$$\left.\left. - \frac{P(Q^2-4PR)-(B^2P-2ABQ+4A^2H)}{4(A^2+P^2)}\right]\right\}, ReA > 0.$$

Тогда с учетом (4.1) и (4.2), из (3.5) получим

$$u_0(x,t) = \frac{1}{2\mathrm{a}\sqrt{\pi t}} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-A\eta^2} \cdot \sin(P\eta^2 + Q\eta + H)\, d\eta =$$

$$= \frac{1}{2\mathrm{a}\sqrt{\pi t}\sqrt[4]{A^2+P^2}} \cdot e^{\frac{-AQ^2}{4(A^2+P^2)}} \cdot \sin\left[\frac{1}{2}\operatorname{arctg}\frac{P}{A} - \frac{PQ^2-4(A^2+P^2)H}{4(A^2+P^2)}\right]. \tag{4.3}$$

где

$$A = \frac{1}{4\mathrm{a}^2 t};\ P = p; Q = 2px + q; H = px^2 + qx + h$$

Не нарушая общности, пусть $P = 0$. Тогда функция $u_0(x,t)$ примет следующий вид

$$u_0(x,t) = e^{-\mathrm{a}^2 q^2 t} \cdot \sin(qx + h). \tag{4.4}$$

4.1. Для дальнейшего решения задачи предположим, что

$$u_n^{(\text{ч})}(x,t) = \sigma^{n-1} u_1^{(\text{ч})}(x,t). \tag{4.5}$$

σ-постоянная величина, а функция неоднородности имеет вид

$$f(x) = p_0 \sin(q_0 x + h_0). \tag{4.6}$$

Из (3.8), учитывая (4.4), получим

$$u_n^{(\text{ч})}(x,t) = -\mathrm{a}^2 \frac{\partial f}{\partial x}\frac{\partial u_{n-1}}{\partial x}.$$

Отсюда, с учетом (4.5) и (4.6), будем иметь

$$u_n^{(\text{ч})}(x,t) = -\lambda \cdot \sigma^{n-1} e^{-\text{a}^2 q^2 t} \cdot \cos(qx + h)\cos(q_0 x + h_0),$$

или

$$u_n^{(\text{ч})}(x,t) = -\frac{\lambda}{2} \cdot \sigma^{n-1} e^{-\text{a}^2 q^2 t} \cdot \sum_{k=1}^{2} \cos(q_k x + h_k), \tag{4.7}$$

где

$$\lambda = p_0 q_0 q \text{a}^2;\ q_1 = q + q_0;\ h_1 = h - h_0;\ q_2 = q - q_0;\ h_2 = h + h_0. \tag{4.8}$$

Тогда в силу (4.7) из (3.9) получим, что

$$\varphi_n(x) = \frac{\lambda}{2} \cdot \sigma^{n-1} \sum_{k=1}^{2} \cos(q_k x + h_k). \tag{4.9}$$

Следовательно, учитывая (4.9), из (3.10) будем иметь

$$u_n(x,t) = -\frac{\lambda}{2} \cdot \sigma^{n-1} \cdot \cdot \sum_{k=1}^{2} e^{-\text{a}^2 q^2 t} \cos(q_k x + h_k) + \frac{1}{2\text{a}\sqrt{\pi t}} \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi_n(\xi) e^{-\frac{(\xi - x)^2}{4\text{a}^2 t}} d\xi = \tag{4.10}$$

$$= \frac{\lambda}{2} \cdot \sigma^{n-1} \cdot \sum_{k=1}^{2} \left(-e^{-\text{a}^2 q^2 t} + \text{e}^{-\text{a}^2 q_k^2 t}\right) \cdot \cos(q_k x + h_k).$$

Наконец, в силу (3.5), (3.11) и (4.10), решение краевой задачи Коши будет

$$u(x,t) = u_0(x,t) + \frac{\lambda}{2\sigma} \cdot U(x,t) \sum_{n=1}^{\infty} (\delta\sigma)^n, \tag{4.11}$$

где

$$U(x,t) = \sum_{k=1}^{2} \left(\text{e}^{-\text{a}^2 q_k^2 t} - e^{-\text{a}^2 q^2 t}\right) \cdot \cos(q_k x + h_k). \tag{4.12}$$

4.2. Из (3.12) с учетом (4.4), для определения функции неоднородности $f(x)$ получим следующее дифференциальное уравнение [5 ÷ 8]

$$\frac{\partial f}{\partial x} = -\frac{e^{\text{a}^2 q^2 t}}{q\text{a}^2 \cos(qx + h)} u_1^{(\text{ч})}(x,t). \tag{4.13}$$

Предположим, 1 то при $(n = 1)$ задано частное решение (3.4) в виде

$$u_1^{(ч)}(x,t) = -D \cdot e^{\omega x - \mathrm{a}^2 q^2 t} \cos^2(qx+h)\,, (\omega; D = const)\,. \tag{4.14}$$

Тогда в силу (4.14), из (4.13) получим

$$f(x) = \frac{D}{q\mathrm{a}^2} \int e^{\omega x} \cos(qx+h) \cdot dx + D_0, (D_0 = const). \tag{4.15}$$

Вычислив вышеуказанный интеграл (4.15), будем иметь

$$f(x) = \frac{D}{q\mathrm{a}^2} \cdot \frac{e^{\omega x}}{\omega^2+q^2} [\omega \cos(qx+h) + q \sin(qx+h)] + D_0. \tag{4.16}$$

При различных вариациях значений параметров D, D_0, q, h, ω получается целый класс функции неоднородности $f(x)$.

Теперь получим решение задачи Коши с учетом (4.14).

Из (4.5), в силу (4.14) будем иметь

$$\begin{cases} u_n^{(ч)}(x,t) = -\sigma^{n-1} D \cdot e^{\omega x - \mathrm{a}^2 q^2 t} \cos^2(qx+h)\,, \\ \varphi_n(x) = \sigma^{n-1} D \cdot e^{\omega x} \cos^2(qx+h). \end{cases} \tag{4.17}$$

Следовательно, общее решение краевой задачи (3.4) с учетом (4.17), будет

$$u_n(x,t) = u_n^{(ч)}(x,t) + \frac{1}{2\mathrm{a}\sqrt{\pi t}} \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi_n(\xi) e^{-\frac{(\xi-x)^2}{4\mathrm{a}^2 t}} d\xi =$$

$$= u_n^{(ч)}(x,t) + \frac{1}{2\mathrm{a}\sqrt{\pi t}} \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi_n(\eta+x) e^{-\frac{\eta^2}{4\mathrm{a}^2 t}} d\xi$$

$$= -\sigma^{n-1} D \cdot e^{\omega x - \mathrm{a}^2 q^2 t} \cos^2(qx+h) +$$

$$+ \frac{\sigma^{n-1} D}{4\mathrm{a}\sqrt{\pi t}} \left\{ \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{\eta^2}{4\mathrm{a}^2 t} + \omega\eta + \omega x} d\eta + \int_{-\infty}^{+\infty} \cos 2(q\eta + qx + h) e^{-\frac{\eta^2}{4\mathrm{a}^2 t} + \omega\eta + \omega x} d\eta \right\} =$$

$$= -\sigma^{n-1} D \cdot \left\{ e^{\omega x - \mathrm{a}^2 q^2 t} \cos^2(qx+h) \right.$$

$$\left. + \frac{\mathrm{e}^{\omega(\omega \mathrm{a}^2 t + x)}}{4} \left[1 + 2e^{-4q^2 \mathrm{a}^2 t} \cdot \cos 2(\omega q \mathrm{a}^2 t + qx + h)\right] \right\},$$

и тогда решение задачи Коши примет следующий вид

$$u(x,t) = e^{-\mathrm{a}^2 q^2 t} \cdot \sin(qx+h) + \frac{1}{2\sigma} U(x,t) \sum_{n=1}^{\infty} (\delta\sigma)^n, \tag{4.18}$$

где

$$U(x,t) = e^{\omega^2 \mathrm{a}^2 t + \omega x} \left\{ 1 + e^{-4q^2 \mathrm{a}^2 t} \cdot \cos[\omega q \mathrm{a}^2 t + 2(x + 2h)] \right\}.$$

5. При решении задачи Коши в пунктах (**4.1.** и **4.2.**), убедились, что в (4.11) и (4.17) необходимо определить поведение ряда

$$S(\delta) = \sum_{n=1}^{\infty} (\delta\sigma)^{n-1}. \tag{5.1}$$

При $\delta\sigma \neq 0$, то n-я частичная сумма ряда, есть сумма n членов геометрической прогрессии, т.е.

$$S_n = \frac{1-(\delta\sigma)^n}{1-\delta\sigma} = \frac{1}{1-\delta\sigma} - \frac{(\delta\sigma)^n}{1-q}. \tag{5.2}$$

Рассмотрим следующие случаи:

а) Пусть $|\delta\sigma| < 1$, тогда

$$S = \lim_{n\to\infty} S_n = \lim_{n\to\infty}\left(\frac{1}{1-\delta\sigma} - \frac{(\delta\sigma)^n}{1-\delta\sigma}\right) = \frac{1}{1-\delta\sigma}. \tag{5.3}$$

Отсюда получается, что ряд (5.1) сходится.

б) Пусть $|\delta\sigma| \geq 1$, тогда ряд (5.1) расходится.

в) Пусть$|\delta\sigma| = -1$, тогда

$$\mathrm{S_n} = \overbrace{1-1+1-1+\cdots-1+1}^{\text{nчленов}}.\text{Отсюда следует, что } \mathrm{S_{2n}} = 0; \text{и} \mathrm{S_{2n+1}} = 1.$$

Следовательно, предел по (5.3) не определен, т.е.

$$S = \lim_{n\to\infty} S_n = ?.$$

и ряд (5.1) расходится.

Вывод. Для того, чтобы рад (5.1) сходился необходимо следующее условие

$$|\delta\sigma| < 1.$$

И тогда с учетом (5.3), решение задачи Коши (4.17)примет вид

$$u(x,t) = e^{-\mathrm{a}^2 q^2 t} \cdot sin(qx+h) + \frac{\delta}{2(1-\delta\sigma)} U(x,t). \tag{5.4}$$

При вариации функции неоднородности $f(x,y,z)$ и малого физического параметра δ можно получить множество неоднородных изотропных тел, для которых решение краевой задачи Коши представляется по формуле (5.4).

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-8

Литература

1. Владимиров В.С. Уравнения математической физики, М., Наука, 1976, 512 с.
2. Морс Ф.М., Фешбах Г.Ф. Методы теоретической физики, М., Том 1,1958, 931 с., Том 2, 1960, 865 с.
3. Петровский И.Г. Лекции об уравнениях с частными производными, М, Наука, 1961, 400 с.
4. Саркисян В.С., Азарян С.А. Влияние анизотропии на напряженное состояние упругих тел с отверстиями. Учёные записки ЕГУ, Естественные науки, 3(160), 1985. с. 47-52.
5. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики, М, Наука, 1972, 742 с.
6. Mamrilla J., Sarkisyan V.S., Ovsepyan L.O., Mamrillova A., Azaryan S.A. The concentration of strains in the inhomogeneous boundless this plate with the circuliaropening. Acta Phizica, Univ. Comen, XXVI, 1985. (Nektore problemy matematickej teorie pruznosti anizotropneho a nehomogenneho telesa. Univerzita Komenskeho. 1988. str.165-240).
7. Mamrillova A., Sarkisyan V.S., Azaryan S.A. The solution of the planer inhomogeneous problem for regions with the opening of the pure shear". Acta Phizica, Univ. Comen, XXVIII, 1985. (Nektore problemy matematickej teorie pruznosti anizotropneho a nehomogenneho telesa. Univerzita Komenskeho. 1988. str.165-240).
8. Mamrillova A., Azaryan S.A. New approach to the solution of problems of inhomogeneous thin plates a hole planar", Acta Phizica, Univ. Comen. XXIX, 1989. (Teoretichka mschanika.VSP. 1990. Bratislava, str. 452-468).
9. Sarkisyan V.S., Ovsepyan L.O., Mamrillova A., Azaryan S.A. Koncentracia naprjahenij okolo nekruplich otwerstij v neodnorodnich beskonecnych plastinkach. Yerevan, UcheniezapiskiEGU, No 2(156), 1984. (Nektore problemy matematickej teorie pruznosti anizotropneho a nehomogenneho telesa.Univerzita Komenskeho.1988. str. 165-240).

Անհամասեռ իզոտրոպ մարմնի ջերմահաղորդականության հավասարման լուծման մի մեթոդի մասին

Սերգեյ Ազարյան

Ամփոփում

Հանգուցային բառեր. *ներքին ջերմահաղորդականության գործակից, դասական խնդիրներ, Կոշիի խնդիր, փոքր ֆիզիկական պարամետրի մեթոդ, երկրորդ կարգի մասնակի ածանցյալներով դիֆերենցիալ հավասարում, անհամասեռության ֆունկցիա*

Տարբեր ձևակերպումների դասական խնդիրները լուծվել են բազմաթիվ հեղինակների կողմից (Կոշի, Դիրիխլե, Նեյման և ուրիշներ) առաձգականության տեսության իզոտրոպ միատարր մարմինների համար, և նման սահմանային խնդիրները վերցվել են հաստատուն գործակիցներով դիֆերենցիալ հավասարումների լուծման նպատակով [1-3; 5]:

Աշխատանքում դիտարկվում է անհամասեռ իզոտրոպ մարմնի ջերմահաղորդման խնդիրը, որը հանգեցնում է փոփոխական գործակիցներով երկրորդ կարգի մասնակի դիֆերենցիալ հավասարման լուծմանը [1, 3]: Փոփոխական գործակիցների բավարար սահունությամբ, փոխակերպումների, ինչպես նաև բնորոշ հավասարման միջոցով այս երկրորդ կարգի դիֆերենցիալ հավասարումը տվյալ տիրույթում կարող է կրճատվել հետևյալ ձևերից մեկով. էլիպսային, հիպերբոլիկ և պարաբոլիկ: Այստեղ սահմանային արժեքի խնդիրը կրճատվում է փոփոխական պարաբոլիկ գործակիցներով երկրորդ կարգի դիֆերենցիալ հավասարման լուծմանը:

Անհամասեռ իզոտրոպ մարմնի Կոշիի եզրային խնդիրը δ փոքր ֆիզիկական պարամետրի ներդրման դեպքում բերվում է եզրային խնդիրների կրկնվող (ռեկուրենտ) հաջորդականության: Այս եզրային խնդիրները լուծելիս ընդհանուր լուծումը ներկայացվում է (2.2) շարքի տեսքով և որոշակի պայմաններում՝ կախված δ-ից և σ-ից. ապացուցվում է տվյալ շարքի զուգամիտությունը, և լուծումը բերվում է (5.4) տեսքին: Անհամասեռության $f(x, y, z)$ ֆունկցիայի, δ փոքր ֆիզիկական պարամետրի և σ հաստատունի վարիացիայի (փոփոխման) դեպքում ստացվում է անհամասեռ իզոտրոպ մարմինների բազմություն, որոնց արդյունքները կհամեմատվեն համասեռ իզոտրոպ մարմինների արդյունքների հետ:

On a Method of Solving the Thermal Conductivity Equation of an Inhomogeneous Isotropic Body

Sergey Azaryan

Summary

Key words: *coefficient of internal heat conductivity, classical problems, Cauchy problem, small parameter method, second-order partial differential equation, inhomogeneity function*

Classical problems in various formulations have been solved by many authors (Cauchy, Dirichle, Neumann and others) for isotropic homogeneous bodies in the theory of elasticity. Such boundary value problems have been reduced to solving differential equations with constant coefficients [1-3; 5].

The paper considers the problem of thermal conduction of an inhomogeneous isotropic body, which leads to the solution of a second-order partial differential equation with variable coefficients (1.3). With sufficient smoothness of the variable coefficients, through transformations, as well as the characteristic equation, this second-order differential equation in a given region can be reduced to one of the following forms; elliptic, hyperbolic and parabolic. Here, the boundary value problem is reduced to solving a second order differential equation with variable parabolic coefficients.

A small physical parameter is introduced, and a recurrent sequence of boundary value problems for the Cauchy boundary value problem is obtained in the article. When solving these boundary value problems, the general solution is represented as a series by formula (2.2) and under certain conditions depending on δ and σ the convergence of the series is proved and the solution is reduced to (5.4). In case of varying the inhomogeneity function $f(x,y,z)$, a small physical parameter δ and a constant σ, a set of inhomogeneous isotropic bodies is obtained, the results of which will be compared with the results of homogeneous isotrpic bodies.

Ներկայացվել է 25.03.2023 թ.
Գրախոսվել է 29.04.2023 թ.
Ընդունվել է տպագրության 25.05.2023 թ.

ՔԻՄԻԱ

ХИМИЯ

CHEMISTRY

ՀՏԴ 54.05

Դասական և երկկենտրոն մակերևութային ակտիվ նյութեր. դասակարգումը, կառուցվածքը, կենսաբժշկական հատկությունները

Հայկուհի Թաթուլյան
Արմինե Ղազարյան

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-20

Հանգուցային բառեր. *մակերևութային ակտիվ նյութեր, հիդրոֆիլ խումբ, հիդրոֆոբ շղթա, դիմերիկ (երկկենտրոն) ՄԱՆ, ներքին թունավորություն, սփեյսեր*

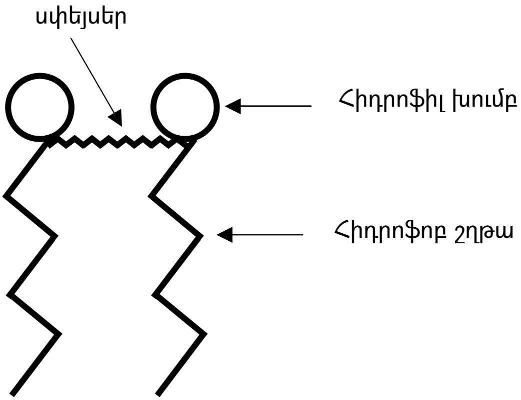
Մակերևութային ակտիվ նյութերի (ՄԱՆ) շնորհիվ հնարավոր է դառնում ջրում օճառի լուծումը՝ ջրի մակերեսային լարվածության նվազեցման հաշվին: Բացի օճառներից և լվացող միջոցներից՝ ՄԱՆ-երն օգտագործվում են քսանյութերի, թանաքների, հակամառախուղային հեղուկների, մի շարք թունաքիմիկատների, սոսինձների, էմուլգատորների և գործվածքների փափկեցման միջոցների արտադրման համար: Թվարկվածները ՄԱՆ-երի կիրառության միայն մի չնչին մասն են, ուստի ունենալով նման մեծածավալ կիրառություն արդյունաբերության մեջ և կենցաղում՝ այս աշխատանքում կներկայացնեք ՄԱՆ-երի հիմնական տեսակները, դրանց կիրառությունները, զարգացման հեռանկարները և մարդու օրգանիզմի և շրջակա միջավայրի վրա ունեցած ազդեցությունը:

Մակերևութային ակտիվ նյութերը (ՄԱՆ) ասիմետրիկ մոլեկուլային կառուցվածքով նյութեր են, որոնց մոլեկուլում միաժամանակ գտնվում են հիդրոֆիլ (բևեռային խումբ կամ «գլխիկ») և հիդրոֆոբ (ռադիկալ կամ «պոչ») [1, 2]: Հենց այս երկակի կառուցվածքն էլ պայմանավորում է ՄԱՆ-երի մակերևութային ակտիվությունը՝ միջֆազային սահմանին ադսորբվելու հատկությունը: Ջրային միջավայրում ՄԱՆ-ի դիսոցման տեսանկյունից առանձնացնում են երեք տեսակի ՄԱՆ-եր՝ իոնային (կատիոնային, անիոնային), ոչ իոնային և ցվիտեր-իոնային [2]:

ՄԱՆ-ի մոլեկուլում փոփոխելով ցանկացած հատվածի մոլեկուլային զանգվածը կամ բաղադրությունը՝ կարելի է ստանալ ամենատարբեր հատկություններով միացություններ:

Վերջին տարիներին մշակվել են մի շարք տարբեր կառուցվածքներով ՄԱՆ-եր, որոնցից են երկկենտրոն ՄԱՆ-երը (Gemini): Սրանք բաղկացած են ՄԱՆ-երի 2 մոլեկուլներից, որոնք գլխիկի մոտ կամ շղթայի վերջում միացված են սփեյսեր (spacer) խմբով (նկար 1):

Երկկենտրոն ՄԱՆ-երը դրսևորում են մի շարք հատկություններ, որոնք սովորական պայմաններում հնարավոր չէ մեկտեղել դասական ՄԱՆ-ում [17].



Նկար 1. Երկկենտրոն ՄԱՆ-ի կառուցվածքը

- Շատ ցածր մակերևութային լարվածություն և ենթաշերտի լավ խոնավեցում,
- Ցածր միցելագոյացման կրիտիկական կոնցենտրացիա՝ 100մգ/լ-ից ցածր,
- Տարբեր բաղադրությունների հետ համատեղելիություն,
- Խոչընդոտում է փրփրաառաջացմանը:

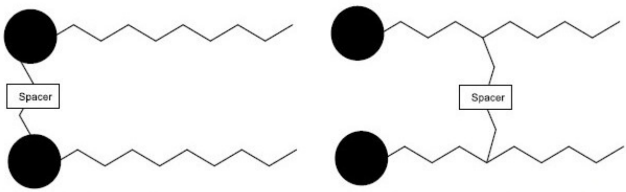
Մինչդեռ ամենաարդյունավետ թրջող ՄԱՆ-երը՝ սուլֆոսուկցինատները, հայտնի են ուժեղ փրփրագոյացմամբ: Ուստի այս թերության վերացման համար կիրառում են փրփուրը մարող նյութեր, որոնց կիրառումն էլ իր հերթին իջեցնում է նյութի թրջողականությունը: Չնայած ավանդական փրփուրը մարող նյութերը ազդում են տարբեր մեխանիզմներով, բոլորն էլ հիդրոֆոբ նյութեր են պարունակում, ինչի հաշվին քայքայում են պղպջակները, բայց և մի շարք կողմնակի բացասական ազդեցություններ են դրսևորում:

Երկկենտրոն ՄԱՆ-երը, ինչպես նաև ավելի բարդ կառուցվածք ունեցող ՄԱՆ-երը, աշխատում են այլ կերպ: Ի տարբերություն ավանդական ՄԱՆ-երի, որոնք կայունացնում են փրփուրը, այս տեսակի ՄԱՆ-երը շեղում են փրփրագոյացման հավասարակշռությունը. որոշ հետազոտությունների արդյունքում հայտնաբերվել է, որ կոմպլեքս կառուցվածքով

ՄԱՆ-երը ունակ են ներծծվելու պղպջակներից ներս և այլ ՄԱՆ-երի հետ փոխազդեցության արդյունքում նվազեցնել փրփուրի կայունությունը, օրինակ՝ ացետիլենային դիոլները [17]:

Երկկենտրոն ՄԱՆ-երը առավել հետաքրքրական են համանման մոնոմերների համեմատ առավել վառ արտահայտված միջսահմանային/ ագրեգատային վարքագծի պատճառով. այս ՄԱՆ-երի համար ագրեգացման կրիտիկական կոնցետրացիան մեկ-երկու կարգով ավելի ցածր է մոնոմերային անալոգների համեմատ, ավելի արդյունավետ են նվազեցնում մակերևութային և միջսահմանային լարվածությունները սովորական ՄԱՆ-երի համեմատ, ցուցաբերում են ավելի բարձր լուծելիություն, մածուցիկացման կամ գելագոյացման ունակություն [5, 98-155]:

Երկկենտրոն ՄԱՆ-երն ունեն երկու հիդրոֆոբ պոչեր և երկու հիդրոֆիլ գլխիկներ (նկար 2), որոնք միացված են միմյանց կոշտ կամ ճկուն բաժանիչով (spacer): Երբ երկու հիդրոֆիլ և հիդրոֆոբ խմբերն էլ նույնն են, երկկենտրոն ՄԱՆ-երն ունեն համաչափ (սիմետրիկ) կառուցվածք [5, 98-155]:



Նկար 2. Երկկենտրոն ՄԱՆ-ի կառուցվածքը. բաժանիչը միացած է գլխիկներին՝ նկար ձախ, պոչերին՝ նկար աջ

Նորագույն ՄԱՆ-երից թերևս ամենահետաքրքրականը և զարգացման մեծ պոտենցիալ ունեցողները ***ամինաթթուների հիմքով երկկենտրոն ՄԱՆ***-երն են և դրանց կենսաբանական ակտիվությունը: Ամինաթթուներից սինթեզված երկկենտրոն ՄԱՆ-երի կիրառությունն աճում է կոսմետիկ միջոցների, դեղագործական և կենսաբժշկական միջոցների արտադրության մեջ, գլխավորապես այն պատճառով, որ դրանք քիչ թունավոր են, էկոլոգիապես մաքուր են և ակտիվ կենսաքայքայվում են [16, 312-320]: Մի քանի ուսումնասիրություններ ցույց են տվել, որ ամինաթթուներից ստացված ՄԱՆ-երն անալոգային մոնոմերների կամ սովորական ՄԱՆ-երի համեմատ ավելի քիչ թունավոր են և մաշկն ավելի քիչ են գրգռում [12, 134-155;16, 212-220]:

Ներկայումս հայտնի երկկենտրոն ՄԱՆ-երից ամենաուսումնասիրվածը չորրորդային ամոնիումային աղերն են, որոնք ավելի հայտնի են որպես բիսքուատներ [8, 233-240]: Այս ՄԱՆ-երը ցուցաբերում են հակամանրէային հատկություններ և հայտնի են որպես բակտերիաների, խմորիչների, սնկերի և վիրուսների աճը կանխարգելող նյութեր [8, 233-240]: Նման ՄԱՆ-երը բակտերիաների թաղանթը քայքայում են էլեկտրաստատիկ և հիդրոֆոբ փոխազդեցությունների միաժամանակյա ազդեցության շնորհիվ: ՄԱՆ-ը ադսորբվում է բացասական լիցքավորված բակտերիայի թաղանթի վրա, որից հետո ՄԱՆ-ի ալկալիական շղթան թաղանթի վրա ճեղք է ստեղծում, ինչով էլ վնասում է բակտերիային, մինչև անգամ հանգեցնում բակտերիայի մահվան [7, 989-1002; 10, 630-638;11, 625-632]:

Երկկենտրոն ՄԱՆ-երը նաև կիրառվում են որպես դեղամիջոցներ և հանդիսանում են գեներ կրող համակարգեր: Այն բանից հետո, երբ հայտնաբերվեց, որ կատիոնային լիպիդները (ցիտոֆեկտին) ունակ են ֆունկցիոնալ գեներ տեղափոխել, նման ՄԱՆ-երի կիրառությունը լայնորեն աճեց՝ որպես փոխադրիչներ ԴՆԹ-ի փոխադրման գործընթացում: Ապացուցված է, որ բիսքուատները արդյունավետորեն կապում և սեղմում են ԴՆԹ-ն, սակայն դրանց կիրառությունը սահմանափակվում է իրենց թունավոր ազդեցությամբ [3, 79-81; 10, 630-638]: Այս խնդրի լուծման նպատակով մեծ ջանքեր են կիրառվել կենսահամատեղելի ամֆիֆիլների և մի շարք երկկենտրոն ՄԱՆ-երի զարգացման ուղղությամբ, որոնք մշակվել և սինթեզվել են շաքարներից, ամինաթթուներից, պեպտիդներից, և դրանցից շատերը ցուցաբերում են ցանկալի (attractive) կենսաբանական հատկություններ [8, 233-240; 14, 17-39; 15, 207-232]:

Նոր հակամանրէային ազդեցության նյութերի զարգացումը դարձել է հրատապ խնդիր՝ դեղամիջոցների նկատմամբ կայուն բակտերիաների և սնկերի արագ աճի պատճառով: Այս տեսանկյունից ամինաթթուների հիմքով սինթեզված երկկենտրոն ՄԱՆ-երը դառնում են հակաբակտերիալ և հակասնկային միջոցների հեռանկարային այլընտրանք [15, 207-232]: Դրանք կարող են կիրառվել տարբեր եղանակներով՝ ըստ ազդեցության և թիրախների: Ի տարբերություն սովորական հակաբիոտիկների, որոնք սովորաբար թիրախավորում են ֆերմենտները կամ ԴՆԹ-ն՝ այս երկկենտրոն ՄԱՆ-երն ունեն 2 ալկիլ շղթաներ, որոնք փոխազդում են բջջի թաղանթի հետ, ֆոսֆոլիպիդների երկշերտում փոխազդեցությունների արդյունքում առաջացնում ապաբևեռացում, լիզիս և բջջի մահ [15, 207-232]: Ուստի որոշ գիտնականներ առաջարկում են ՄԱՆ-ի աշխատանքի ավելի բարդ մեխանիզմ. ենթադրվում է, որ երկկենտրոն ՄԱՆ-երը կարող են վնասել բջջաթաղանթի կառուցվածքը առանց թաղանթի ամբողջականության խախտման կամ պատռման, կամ բջջի պլազմայի միջոցով ներթափանցել բջիջ, փոխազդել միտոքոնդրումների թաղանթի հետ՝ դրանով արգելակելով շնչառական ֆերմենտները:

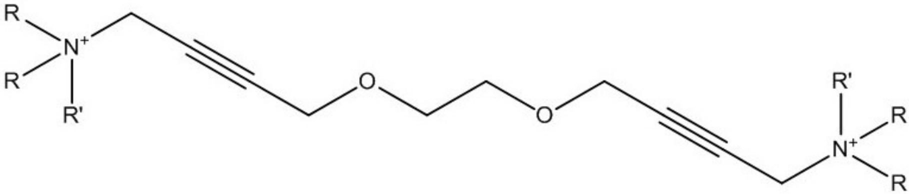
Մի շարք հեղինակներ իրենց աշխատություններում ցույց են տվել, որ լիզինի և արգինինի հիմքով երկկենտրոն ՄԱՆ-երը ցուցաբերում են հակամանրէային ակտիվություն թե՛ գրամ-դրական և թե՛ գրամ-բացասական բակտերիաների լայն շերտի նկատմամբ [14, 17-39]: Արգինինի հիմքով և բաժանիչի կարգավորվող երկարությամբ երկկենտրոն ՄԱՆ-երը ցուցաբերում են ուժեղ հակաբակտերիալ հատկություններ մասնավորապես գրամ-դրական բակտերիաների նկատմամբ, ընդ որում, ինչքան երկար է բաժանիչը, այնքան ցածր է ակտիվությունը [16, 212-220]: Ուսումնասիրությունները պարզել են, որ երբ հաստատուն է պահվում ակիլ շղթան, հակամանրէային ակտիվությունը նվազում է բաժանիչ շղթայի երկարության աճին զուգահեռ, այսինքն՝ որքան երկար է բաժանիչը, այնքան մեծ է ագրեգացումը, և, հետևաբար, լուծույթում գոյանում են խոշոր ագրեգատներ: Այս կառուցվածքները հանդիսանում են թույլ հեմոլիտիկներ և չեն փոխազդում թաղանթի հետ [15, 207-232]:

Ինչ վերաբերում է լիզինից ստացված ՄԱՆ-երին, Քլմերը և այլք ուսումնասիրել են կատիոնային լիցքերի քանակի և դիրքի, ինչպես նաև ալկիլ շղթաների քանակի ազդեցությունը ՄԱՆ-ի հակաբակտերիալ հատկությունների վրա, և եզրակացրել, որ բակտերիաների դեմ ամենաարդյունավետ ՄԱՆ-երը տրիմեթիլացված ամինո խմբի կատիոնային լիցք ունեցող ՄԱՆ-երն են [12, 134-155]:

Ընդհանուր առմամբ, ամինաթթուների հիմքով երկկենտրոն ՄԱՆ-երը խոստումնալից միացություններ են կենսաբժշկական նպատակներով կիրառությունների համար, և շատերը ցուցաբերում են հակամանրէային ազդեցության լայն սպեկտր՝ միաժամանակ լինելով ոչ-ցիտոտոքսիկ [4, 105-112; 6, 347-356; 7, 989-1002; 9, 245-252; 12, 134-155; 13, 275-282; 16, 212-220]: Գրականության ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ չորրորդային ամոնիումային աղերի կառուցվածք ունեցող ՄԱՆ-երի ուսումնասիրությունը շարունակում է մնալ արդիական՝ պայմանավորված դրանց բարձր կենսաբժշկական ակտիվությամբ, միցելագոյացնող, էմուլգացնող և կայունացնող հատկությունների ցայտուն դրսևորմամբ պայմանավորված, ինչը ընդլայնում է դրանց կիրառման հնարավորությունները: Հիմք ընդունելով վերը շարադրածը՝ մեր աշխատանքի շրջանակներում սինթեզել ենք չորրորդային ամոնիումային աղեր՝ ըստ ներկայացված սխեմայի.

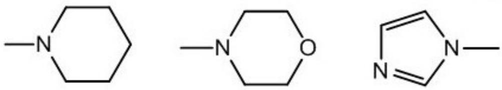
Փորձարարական մաս

Իրականացրել ենք երկկենտրոն կատիոնային ՄԱՆ-երի սինթեզ, որոնց ընդհանուր բանաձևն է.



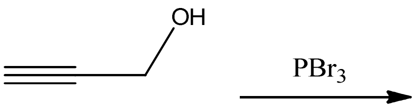
R' = C_nH_{2n+1} or $CH_2COOC_nH_{2n+1}$, n=6 և ավել

R_2 կարող է լինել ցանկացած ամինային խումբ $(C_2H_5)_2N$-, $(C_3H_7)_2N$- est

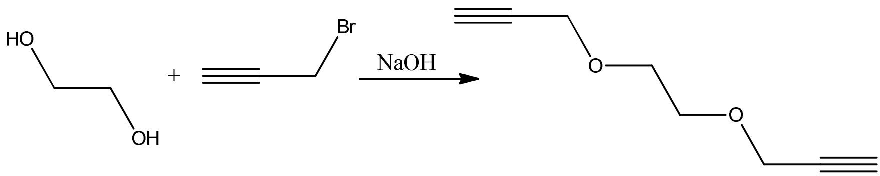


Նպատակին հասնելու համար

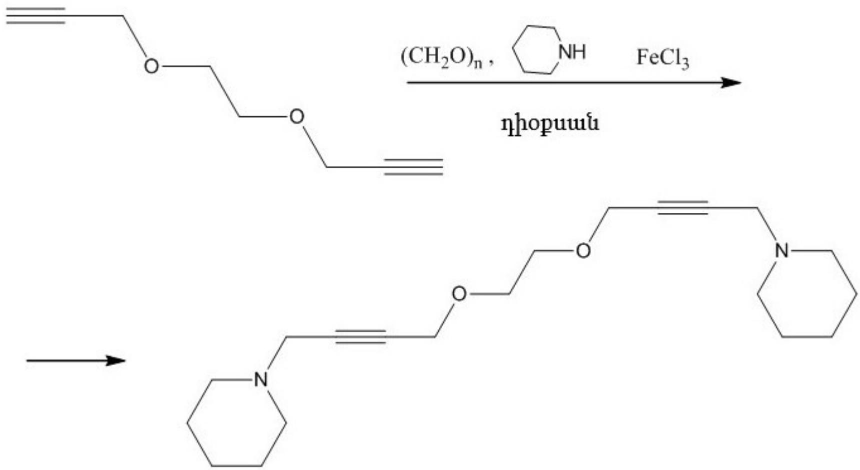
1. նախ պրոպարգիլ սպիրտից ստացել ենք պրոպարգիլ բրոմիդ.



2. Ապա պրոպարգիլ բրոմիդով ալկիլացել ենք էթիլենգլիկոլը.



3. Հետո ստացված դիպրոպարգիլ եթերը ամինամեթիլացրել ենք Մանիխի ռեակցիայի պայմաններում՝ փոխազդեցության մեջ դնելով պիպերիդինի և պարաֆորմի հետ դիօքսանի միջավայրում. որպես կատալիզատոր կիրառվել է երկաթի եռարժեք քլորիդի բյուրեղահիդրատը: Պիպերիդինի կիրառումը պայմանավորված է նրանով, որ ստացված ամինի չորրորդայնացումը հեշտ լինի:



4. Ստացված դիամինը չորրորդայնացվել է համապատասխան պոչով հալոգենիդներով բացարձակ էթանոլի միջավայրում, դիամին-հալոգենիդ 1:3 մոլային հարաբերությամբ։

Եզրակացություն

1. Սինթեզվել են կողմնային շղթայում C_8-C_{12} ածխաջրածնային շղթա ունեցող երկկենտրոն չորրորդային ամոնիումային աղեր պարունակող դիպիպերիդինային ՄԱՆ-եր։
2. Սինթեզված նյութերի կոլոիդ-քիմիական հատկությունների նախնական հետազոտությունները ցույց են տվել, որ ՄԱՆ-երն օժտված են բարձր մակերևութային ակտիվությամբ, C_{10}-C_{12} ածխաջրածնային շղթա պարունակողները նաև արդյունավետ էմուլգատորներ են։

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-20

Գրականություն

1. Русанов А.И. Мицеллообразование в растворах поверхностно-активных веществ: моногр. / Русанов А.И., Щекин А.К. СПб.: Лань, 2016. 612 с.
2. Холмберг К., Йенссон Б., Кронберг Б., Линдман Б. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. Пер. с англ. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. 526 с.
3. Bordes R., Holmberg K. Amino acid-based surfactants - Do they deserve moreattention? Advances in Colloid and Interface Science. 2015, p. 222, pp. 79-91.
4. Branco M. A., Pinheiro L., Faustino C. Amino acid-based cationic geminisurfactant-protein interactions. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2015, p. 480, pp. 105-112.
5. Brycki B., Kowalczyk I., Szulc A., Kaczerewska O., Pakiet M. Multifunctional Gemini Surfactants: Structure, Synthesis, Properties and Applications. In Application and Characterization of Surfactants, InTech, Ed. 2017, pp. 98-155.
6. Cardoso A. M., Morais C. M., Cruz A. R., Silva S. G., Do Vale M. L., Marques E. F., De Lima M. C. P., Jurado A. S. New serine-derived gemini surfactants as genedelivery systems. European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics. 2015, p. 89, pp. 347-356.
7. Colomer A., Pinazo A., Manresa M. A., Vinardell M. P., Mitjans M., Infante M. R., Perez L. Cationic surfactants derived from lysine: Effects of their structure and charge type on antimicrobial and hemolytic activities. Journal of Medicinal Chemistry. 2011, 54 (4), pp. 989-1002.
8. Moran M. C., Pinazo A., Perez L., Clapes P., Angelet M., Garcia M. T., Vinardell M. P., Infante M. R. “Green” amino acid-based surfactants. Green Chemistry. 2004, 6 (5), pp. 233-240.
9. Muzzalupo R., Perez L., Pinazo A., Tavano L. Pharmaceutical versatility of cationic niosomes derived from amino acid-based surfactants: Skin penetration behaviorand controlled drug release. International Journal of Pharmaceutics. 2017, 529 (1-2), pp. 245-252.

10. Obłak E., Piecuch A., Krasowska A., Łuczyński J. Antifungal activity of gemini quaternary ammonium salts. Microbiological Research. 2013, 168 (10), pp. 630-638.
11. Obłąk E., Piecuch A., Rewak-Soroczyńska J., Paluch E. Activity of gemini quaternary ammonium salts against microorganisms. Applied Microbiology and Biotechnology. 2019, 103 (2), pp. 625-632.
12. Perez L., Pinazo A., Pons R., Infante M. Gemini surfactants from natural aminoacids. Advances in Colloid and Interface Science. 2014, p. 205, pp. 134-155.
13. Piecuch A., Obłąk E., Guz-Regner K. Antibacterial Activity of Alanine-Derived Gemini Quaternary Ammonium Compounds. Journal of Surfactants and Detergents. 2016, 19 (2), pp. 275-282.
14. Pinazo A., Manresa M. A., Marques A. M., Bustelo M., Espuny M. J., Perez L. Amino acid-based surfactants: New antimicrobial agents. Advances in Colloid and Interface Science. 2016, p. 228, pp. 17-39.
15. Pinheiro L., Faustino C. Amino Acid-Based Surfactants for Biomedical Applications. In Application and Characterization of Surfactants, Najjar, R., Ed. 2017, pp. 207-232.
16. Rewak-Soroczyńska J., Paluch E., Siebert A., Szałkiewicz K., Obłąk E. Biological activity of glycine and alanine derivatives of quaternary ammonium salts (QASs)against micro-organisms. Letters in Applied Microbiology. 2019, 69 (3), pp. 212-220.
17. [http://newchemistry.ru/letter.php?n_id=7006] (17.09.2022)

Классические и дицентровые ПАВ: классификация, структура, биомедицинские свойства

Айкуи Татулян

Армине Казарян

Резюме

Ключевые слова: *поверхностно-активные вещества, гидрофильная группа, гидрофобная цепь, димерный (двухцентровый) ПАВ, внутренняя токсичность, спейсер*

Благодаря поверхностно-активным веществам (ПАВ) становится возможным растворение мыла в воде за счет снижения поверхностного натяжения воды. Помимо мыла и моющих средств, ПАВ используются в производстве смазочных материалов, чернил, жидкостей против запотевания, различных пестицидов, клеев, эмульгаторов и кондиционеров для белья.

Моющее средство растворяется в воде из-за ПАВ, добавленных в чистящие средства, помогая чистящим средствам удалять грязь с очищаемой поверхности. Без поверхностно-активных веществ мыло не смешивалось бы с водой, что затрудняло бы процесс очистки.

ПАВ также используются в качестве ингредиента в смазочных материалах, таких как кремы для бритья, которые облегчают удаление волос бритвой, уменьшая раздражение.

ПАВ, добавленные в смазочные материалы для автомобильных двигателей, помогают предотвратить прилипание частиц к деталям двигателя, позволяя деталям легко двигаться и поддерживать автомобиль в надлежащем рабочем состоянии.

Перечисленные – лишь малая часть применения ПАВ, поэтому, имея столь масштабное применение в промышленности и быту, в данной работе вы представите основные виды ПАВ, их применение, перспективы развития и их влияние на организм человека и окружающую среду.

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что среди новейших ПАВ наиболее интересные для изучения и обладающие большим потенциалом развития являются 2-центровые ПАВ на основе аминокислот. Использование дицентровых ПАВ, синтезированных из аминокислот, расширяется в производстве косметики, фармацевтики и биомедицинских продуктов, главным образом потому, что они менее токсичны, экологичны и активно биоразлагаемы. В целом дицентровые ПАВ на основе аминокислот являются многообещающими соединениями для биомедицинских применений, и многие из них проявляют широкий спектр антимикробной активности, не будучи цитотоксичными.

Classic and Two-Centered Surfactants: Classification, Structure, Biomedical Properties

Haykuhi Tatulyan
Armine Ghazaryan

Summary

Key words: *surfactants, hydrophilic group, hydrophobic chain, dimeric (two-centered) surfactants, intrinsic toxicity, spacer*

Surfactants make it possible for soap to mix with water by lowering the water surface tension. Beyond soaps and detergents, surfactants are used in lubricants, inks, anti-fogging liquids, herbicides, adhesives, emulsifiers and fabric softeners.

Surfactants added to cleaning agents, allow the detergent to mix into water, helping cleaning agents remove dirt from the cleaned surface. Without surfactants, soaps wouldn't mix with the water, making the cleaning process much more difficult.

Surfactants are also used as an ingredient in lubricants, such as shaving cream, which make it easier to remove stubble and help limit irritation.

Surfactants added to car engine lubricants help keep particles from sticking to engine parts, allowing the parts to move easily and keep a car in proper running order.

The uses of Surfactants are far broader than those that have been described above; therefore, having such a large-scale application in the industry and everyday life, in this work we will present the main types of Surfactants, their applications, development prospects and their impact on the human body and the environment.

As a result, it is important to note that amino acid-based 2-centered Surfactants are of the most interest and have great development potential among the newest Surfactants. The use of dicenter Surfactants synthesized from amino acids is increasing in the production of cosmetics, pharmaceuticals, and biomedical products, mainly because they are less toxic, environmentally friendly, and actively biodegradable. In general, amino acid-based dicenter Surfactants are promising compounds for biomedical applications and many exhibit a broad spectrum of antimicrobial activity while being non-cytotoxic.

Ներկայացվել է 10.04.2023 թ.
Գրախոսվել է 08.05.2023 թ.
Ընդունվել է տպագրության 25.05.2023 թ.

ՀՏԴ 54.06

Կարոտինոիդների պարունակությունը որոշ մերձարևադարձային բույսերի պտուղներում

Զարուհի Վարդանյան
Անուշ Գևորգյան
Արմինե Ղազարյան
Գոհար Ավետիսյան

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-31

Հանգուցային բառեր. *բուսական գունակներ, քլորոֆիլներ, պտղամսի մզվածք, թաց քաշ, չոր քաշ, գունակի կոնցենտրացիա*

Բուսական հյուսվածքներում գունակների, այդ թվում նաև կարոտինոիդների առաջացումը օրգանական բնության ծագման պատմության ընթացքում եղել է խոշորագույն արոմորֆոզ, քիմիական և ապա նաև կենսաբանական էվոլյուցիայի բարձրագույն արդյունք: Կարոտինոիդները դեղին, նարնջագույն կամ կարմիր գունակներ են, սինթեզվում են բակտերիաների, սնկերի ու բարձրակարգ բույսերի բջիջներում: Կարոտինոիդները բուսական գունակների ամենալայն տարածված խումբն են: Դրանց քանակը անցնում է 600-ից: Կանաչ բույսերի տերևներում քլորոպլաստների գունակների այդ մեծ խմբի ֆիզիոլոգիապես առավել ակտիվ բաղադրիչներն են α- և β- կարոտինները, ինչպես նաև նրանց թթվածին պարունակող ածանցյալները՝ քսանտոֆիլները: Այդ գունակները լուծվում են ճարպերում ու ճարպային լուծիչներում: Նրանց նոսր լուծույթներն ունեն բաց դեղին, նարնջագույն կամ բաց կարմիր երանգավորում: Խիտ լուծույթներն ունեն նարնջագույնից մինչև մուգ կարմիր գույն [2, 111-114]: α և β կարոտինները ունեն միևնույն քիմիական բանաձևն ու միայն չնչին չափով են տարբերվում իրենց կառուցվածքով [5, 134-139]: Կարոտինոիդների հիմնական քիմիական հատկություններից է բարձր արտահայտված չհագեցվածությունը ու դրանով պայմանավորված՝ օքսիդացման և վերականգնման ռեակցիաներին մասնակցելու մեծ ունակությունը: Կարոտինները կատարում են մի շարք կարևոր ֆունկցիաներ: Իբրև լրացուցիչ գունակներ՝ նրանք լույսի էներգիան կլանում և փոխանցում են քլորոֆիլ a-ին: Մթության մեջ բույսերի հյուսվածքներում կարոտինոիդների սինթեզն ավելի ակտիվ է ընթանում, իսկ լույսի տակ ճնշվում է [2, 111-114; 3]: Օրինակ՝ էթիոլացված ծիլերում կարոտինոիդների սինթեզն ավելի ակտիվ է ընթանում:

Ըստ մի շարք հետազոտությունների արդյունքների՝ կարոտինոիդներն ունեն որոշակի դեր բույսերի ծաղկման շրջանում: Ծաղկի սեռական օրգաններում՝ առէջներում և վարսանդում, կարոտինոիդների քանակը շատ է: Այն նպաստում է բույսի օրգանիզմում սեռական հասունացմանը: Այդ ընթացքում կարոտինոիդների քանակը տերևներում մասամբ նվազում է, իսկ փոշանոթներում և պսակաթերթերում՝ ավելանում [2, 111-114; 5, 134-139]:

Կարոտինոիդները կարևոր նշանակություն ունեն մարդու օրգանիզմի ջրային հավասարակշռությունը պահպանելու տեսակետից: A վիտամինը մեր օրգանիզմում ձեռք է բերվում կարոտինոիդների վերափոխակերպման արդյունքում: Կարոտինոիդների օրական պահանջը 6 մգ-ից քիչ է [11; 13]:

Նյութը և մեթոդը

Գրականության վերլուծությունից երևում է, որ արտասահմանյան և հայրենական շատ գիտնականներ ուսումնասիրել են կարոտինոիդների պարունակությունը վայրի աճող ուտելի բույսերում, հետազոտել են դրանց նշանակությունը մարդու օրգանիզմի առողջության համար [6, 11]:

Գունակների՝ քլորոֆիլների և կարոտինոիդների պարունակությունը որոշվել է օպտիկական խտության որոշման միջոցով [4]: Գունակների օպտիկական խտությունը որոշվել է *SL150* Սպեկտրոֆոտոմետրի միջոցով քլորոֆիլը 663 նմ և 644 նմ, իսկ կարոտինոիդը՝ 452.5 նմ երկարության ալիքի տակ: Սպեկտրոֆոտոմետրիկան անալիզը տերևներում գունակների որոշման համեմատաբար ավելի ճիշտ քանակական մեթոդ է: Գունակների կոնցենտրացիան որոշվում է օպտիկական խտության միջոցով: Մզվածքի խտությունը սպեկտրոֆոտոմետրի վրա որոշում են a և b քլորոֆիլի կողմից սպեկտրի կլանման առավելագույն տիրույթում՝ սպեկտրի կարմիր հատվածում, իսկ կարոտինոիդների դեպքում՝ աբսորցիոն առավելագույն ալիքի տակ: Գունակների պարունակությունն արտահայտում են մգ-ով թաց կամ չոր հումքի զանգվածին (1գ-ի հաշվարկով), %-ով թաց կամ չոր զանգվածին տերևի միավոր մակերեսի վրա:

Պտղամսում գունակների կոնցենտրացիան որոշելու համար վերցրել ենք 0,3 գ զանգվածով հետազոտվող բույսի թարմ պտուղներ: Պտղամսից պատրաստել ենք քլորոֆիլի սպիրտային լուծույթ՝ 96 %-ոց սպիրտով [1, 50-52]:

Գունակների կոնցենտրացիան, ըստ օպտիկական խտության ցուցանիշների, որոշվել է 85 %-ոց ացետոնի լուծույթում՝ ըստ Ռեբբելենի բանաձևի [4, 43].

$C_a = 10,3 \cdot D_{663} - 0,918 \cdot D_{644}$

$C_b = 19,7 \cdot D_{644} - 3,87 \cdot D_{663}$

Քլորոֆիլ C_a-ի և քլորոֆիլ C_b-ի գումարը որոշվել է՝ ըստ Ռեբբելենի բանաձևի [4, 43].

$C_a + C_b = 6,4 \times D_{663} + 18,8 \times D_{644}$

Կարոտինոիդների կոնցենտրացիան որոշել ենք Վետտշտեյնի բանաձևով [12].

$C_{car}=4,75 \cdot D_{452,5} - 0,226 \cdot (C_{a+b})$

Ըստ պտղամսի մզվածքում գունակների կոնցենտրացիայի՝ որոշում ենք գունակների պարունակությունը հետազոտվող նմուշներում հետևյալ բանաձևով [4; 12].

$$\boldsymbol{A} = \frac{\boldsymbol{V \cdot C}}{\boldsymbol{P \cdot 1000}},$$

Որտեղ $\boldsymbol{C}$ – գունակների կոնցենտրացիան մգ/լ,

$\boldsymbol{V}$ – մզվածքի ծավալը մլ-ով (4մլ),

$\boldsymbol{P}$ – նմուշի զանգվածը (0,3 գ),

$\boldsymbol{A}$ – գունակի պարունակությունը բուսական նմուշում մգ/գ թաց քաշում:

Փորձերը կատարվել են Վանաձորի պետական համալսարանի բնագիտական համալիր լաբորատորիայում:

Արդյունքներ

Փորձերը կատարել ենք մերձարևադարձային ներքոհիշյալ բույսերի պտուղների վրա՝ կիվի (շողպար, ակտինիդիա) (*Actinidia deliciosa*), բանան, ադամաթուզ (Musa), մանդարին (Citrus reticulata), արքայանարինջ *(Diospyros lotus L.)*:

Փորձերի արդյունքները բերված են թիվ 1 աղյուսակում:

Աղյուսակ 1

Գունակների կոնցենտրացիան տարբեր բուսատեսակներում

Բուսատեսակ	**Օպտիկական խտությունը տարբեր երկարության ալիքի տակ**			**C_a,մգ/լ**	**C_b,մգ/լ**	**C_{car},մգ/լ**
	$D_{452,5}$նմ	**D_{644}նմ**	**D_{665}նմ**			
Կիվի, շողպար, ակտինիդիա (*Actinidia deliciosa*)	1,190	0,794	0,744	6,93	12,76	1,2
Բանան, ադամաթուզ (Musa)	1,202	0,996	0,951	8,88	15,94	0,11
Մանդարին (Citrus reticulata)	1,189	0,792	0,739	6,883	12,74	1,22
Արքայանարինջ *(Diospyros lotus L.)*	1,209	1,057	1,016	9,49	16,87	0,2

Ըստ պտղամսում կարոտինոիդների կոնցենտրացիայի՝ կազմել ենք բույսերի հետևյալ շարքը.

մանդարին (Citrus reticulata)>կիվի (*Actinidia deliciosa*)>արքայանարինջ *(Diospyros lotus L.)*>բանան (Musa)

Մանդարինի և կիվիի պտղամսում կարոտինոիդների կոնցենտրացիան գրեթե հավասար է: Մանդարինի պտղամսում կարոտինոիդների կոնցենտրացիան գերազանցում է արքայանարինջի պտղամսում կարոտինոիդների կոնցենտրացիային 6.1 անգամ, իսկ բանանի պտղամսում կարոտինոիդների կոնցենտրացիային՝ 11.09 անգամ:

Փորձանմուշներում գունակների քանակի տվյալները բերված են թիվ 2 աղյուսակում:

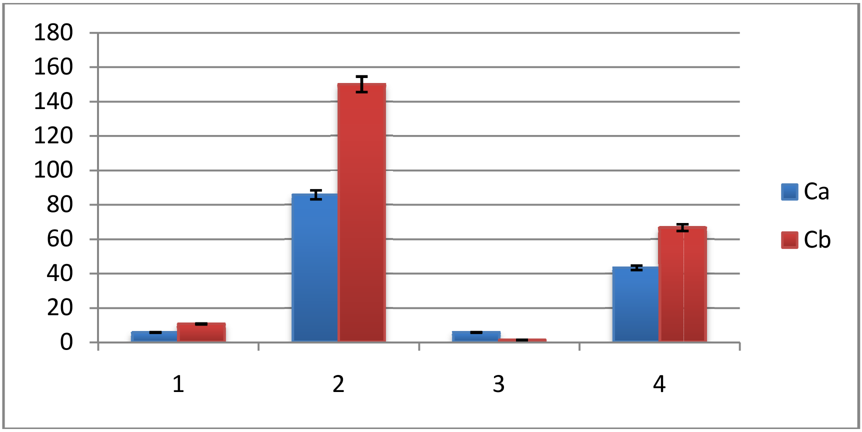
Աղյուսակ 2

Գունակների քանակը բուսանմուշներում

Բուսատեսակ	Գունակների քանակը բուսանմուշներում մգ/գ, թաց քաշում			Քլորոֆիլ *a:b*
	Քլորոֆիլ *a*	Քլորոֆիլ *b*	Կարոտինոիդ	
Կիվի, շողպար, ակտինիդիա (*Actinidia deliciosa*)	**0,091**	**0,17**	**0,016**	**0,535**
Բանան, աղամաթուզ (Musa)	**0,12**	**0,21**	**0,0014**	**0,571**
Մանդարին (Citrus reticulata)	**0,092**	**0,02**	**0,016**	**4,6**
Արքայանարինջ *(Diospyros lotus L.)*	**0,13**	**0,2**	**0,003**	**0,65**

Քլորոֆիլ ***a:b*** հարաբերությունը ամենամեծն է *Citrus reticulate* բույսի պտուղներում: Այդ ցուցանիշը գերազանցում է *Diospyros lotus L.* բույսի պտղամսում քլորոֆիլ ***a:b*** հարաբերությանը 7.07 անգամ, Musa բույսի պտղամսում քլորոֆիլ ***a:b*** հարաբերությանը՝ 8.05 անգամ, *Actinidia deliciosa* բույսի պտղամսում քլորոֆիլ ***a:b*** հարաբերությանը՝ 8.59 անգամ:

Հետազոտված բույսերի պտուղների պտղամսում կարոտինոիդների զանգվածի համեմատությունը քլորոֆիլ C_a-ի և քլորոֆիլ C_b-ի նկատմամբ բերված է տրամագիր 1-ում.



Տրամագիր 1. Կարոտինոիդների զանգվածի համեմատությունը քլորոֆիլ C_a-ի և քլորոֆիլ C_b-ի նկատմամբ

Կարոտինոիդների զանգվածն ամենափոքրն է բանանի պտղամսում: Կիվիի և մանդարինի պտուղներում կարոտինոիդների քանակը հավասար է միմյանց: Որքան պտղամսում բարձր է քլորոֆիլ C_a-ի քանակը, ցածր է կարոտինոիդների քանակը: Բանանի պտղամսում քլորոֆիլ C_a-ի քանակը գերազանցում է կարոտինոիդների քանակին 85.71 անգամ, արքայանարինջի մոտ՝ 43.33 անգամ, կիվիի մոտ՝ 5.68 անգամ, մանդարինի մոտ՝ 5.75 անգամ: Նմանատիպ կախվածություն նկատվում է նաև քլորոֆիլ C_b *-ի* և կարոտինոիդի պարունակության միջև:

Եզրակացություն

Կատարված ուսումնասիրությունների արդյունքում հանգել ենք հետևյալ եզրակացություններին.

- Հետազոտված բույսերի պտուղներում կարոտինոիդների կոնցենտրացիայի և պարունակության ամենափոքր մեծությունները նկատվել են բանանի պտղամսում:
- Մանդարինի և կիվիի պտղամսում կարոտինոիդների կոնցենտրացիան և պարունակությունը գրեթե հավասար են:
- Մանդարինի և կիվիի պտղամսում քլորոֆիլ C_a-ի և քլորոֆիլ C_b-ի քանակը գրեթե հավասար է:
- Քլորոֆիլների և կարոտինոիդների պարունակությունները հակադարձ համեմատական կախվածության մեջ են: Հետազոտված բույսերի պտղամսում որքան բարձր է քլորոֆիլների պարունակությունը, այնքան ցածր է կարոտինոիդների քանակությունը:

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-31

Գրականություն

1. Եղոյան Ռ. Հ., Վարդանյան Զ. Ս. Բույսերի ֆիզիոլոգիայի լաբորատոր աշխատանքների ձեռնարկ, Երևան, 2006, 144 էջ:
2. Թանգամյան Տ. Վ., Աղաջանյան Մ. Ա., Բույսերի ֆիզիոլոգիա, Երևան, 2006, 287 էջ, էջ 111-114:
3. Ռուբին Բ. Ա., Բույսերի ֆիզիոլոգիայի դասընթաց, Երևան, 1985, 682 էջ:
4. Воробев В.Н. и др. Практикум по физиологии растений/Казань. 2013, с. 23-30.
5. Лебедев С.И. Физиология растений, с. 134-139. Издательство Колос, 1982, с. 462, с. 134-139.
6. Тумова М.С. Содержание фотосинтетических пигментов в хвое PICEAABIES и PICEAKORAIENSIS / Вестник ОГУ но 12 (118). 2010, с. 9-12.
7. Федотова Ю.К. К вопросу о содержании основных пигментов фотосинтетического аппарата у Geranium Sanguineum флоры центрального предкавказья, Московский государственный областной университет (МГОУ), с. 81-84.
8. Bendich A. Carotenoids and the immune response. J Nutr. 1989 Jan; 119(1): 112-5. doi: 10.1093/jn/119.1.112. PMID: 2643693.
9. Khachik Frederick. “Distribution and metabolism of dietary carotenoids in humans as a criterion for development of nutritional supplements” Pure and Applied Chemistry, vol. 78, no. 8, 2006, pp. 1551-1557. https://doi.org/10.1351/pac200678081551.
10. Kim S.H. Inhibitory effect of astaxanthin on oxidative stress-induced mitochondrial dysfunction: a mini-review / S.H. Kim, H. Kim. – DOI: https://doi.org/10.3390/nu10091137. // Nutrients. 2018. № 10(9), pp 1137-1151.
11. Vardanyan Z., Gevorgyan A., Avetisyan G. Content of carotinoids in the leaves of some spices, Endless light in science, Алматы, Казахстан, Межд. научно-практ. 2022, с. 151-155.
12. Wettstein P. von Chrofyll–letale und der submiscopische Formwechsel der Plastiden//Exp. CellRes. 1957.V.12, No4, pp. 427-431.
13. https://www.korolevpharm.ru/proizvodstvo/kachestvo/metodiki-i-testy/metod-opredeleniya-soderzhaniya-karotinoidov.html

Содержание каротиноидов в плодах некоторых субтропических растений

Заруи Варданян
Ануш Геворгян
Армине Казарян
Гоар Аветисян

Резюме

Ключевые слова: *растительные пигменты, хлорофиллы, экстракт плодов, сырая масса, сухая масса, концентрация пигментов*

Каротиноиды – желтые, оранжевые или красные пигменты, синтезируемые в клетках бактерий, грибов и высших растений. Каротиноиды – наиболее распространенная группа растительных пигментов. Каротиноиды выполняют ряд важных функций. В качестве дополнительных пигментов они поглощают световую энергию и передают ее хлорофиллу C_a. В темноте синтез каротиноидов в тканях растений более активен, а на свету подавляется. Каротиноиды способствуют половому созреванию в растительном организме.

В период цветения в листьях количество каротиноидов частично уменьшается, а в тычинках и лепестках увеличивается. Исследования проводились на плодах следующих субтропических растений: киви (Actinidia deliciosa), банан, адаматус (Musa), мандарин (Citrus reticulata), апельсин (Diospyros lotus L.). Концентрацию пигментови хлорофилла в этих плодах определяли спектрофотометрическим путем измерения оптической плотности. Данный метод считается количественным методом определения содержания пигментов в растениях. Оптическую плотность определяли на спектрофотометре *SL150*: хлорофилла при 663 и 644 нм, каротиноидов при 452,5 нм. Исследования показали, что наименьшие значения концентрации, т.е. содержания каротиноидов в плодах исследуемых растений, отмечены в плодах банана. Установлено, что концентрация каротиноидов и количество хлорофилла C_a и хлорофилла C_b в плодах мандарина и киви практически одинаковы. Содержание хлорофиллов и каротиноидов обратно пропорциональные величины: чем выше содержание хлорофилла в плодах изучаемых растений, тем меньше в них количество каротиноидов.

The Content of Carotinoid in the Fruits of Some Subtropical Plants

Zaruhi Vardanyan
Anush Gevorgyan
Armine Ghazaryan
Gohar Avetisyan

Summary

Key words: *plant pigments, chlorophylls, fruit extract, wet weight, dry weight, pigment concentration*

Carotenoids are yellow, orange or red pigments, synthesized in the cells of bacteria, fungi and higher plants. Carotenoids are the most widespread group of plant pigments. A number of important functions are performed by carotenoids. As additional pigments, they absorb light energy and transfer it to chlorophyll C_a. The synthesis of carotenoids in plant tissues is more active in the dark, while in the light, it is suppressed. Carotenoids promote sexual maturation in the plant organism.

During the flowering period, the amount of carotenoids partially decreases in the leaves, and increases in the stamens and petals. The studies were conducted on the fruits of the following subtropical plants: kiwi, actinidia (Actinidia deliciosa), banana (Musa), tangerine (Citrus reticulata), persimmon (Diospyros lotus L.). The concentration of pigments in these fruits was spectrophotometrically determined by measuring the optical density, which is considered a quantitative method for determining pigments. The optical density of the colors was determined using an SL150 spectrophotometer at a wavelength of 452.5 nm, and for chlorophyll at a wavelength of 663 nm and 644 nm. Studies have shown that the smallest values of concentration and content of carotenoids in the fruits of the investigated plants were observed in the banana pulp. It was found that the concentration and content of carotenoids, as well as the amount of chlorophyll C_a and C_b in tangerine and kiwi fruits are almost equal. The contents of chlorophylls and carotenoids in the fruits of the studied plants are inversely proportional: the higher the content of chlorophylls, the lower the number of carotenoids.

Ներկայացվել է 09.04.2023 թ.
Գրախոսվել է 18.05.2023 թ.
Ընդունվել է տպագրության 25.05.2023 թ.

ԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

БИОЛОГИЯ

BIOLOGY

ՀՏԴ 637

Կաթնասպիտակուցային մթերքի արտադրության տեխնոլոգիայի մշակում

Էդուարդ Բալայան
Անդրեյ Արաքսյանց

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-40

Հանգուցային բառեր. *կաթ, ռիկոտա, սիներեզիս, գլոբուլին, ալբումին, թերմոֆիլային մանրէներ*

Նախաբան

Բազմաթիվ նոր ապրանքներ են թողարկվում ամբողջ աշխարհում կաթնամթերքի բոլոր կատեգորիաներում: Հիմնական ուշադրությունը կաթի և յոգուրտի վրա է, սակայն այն արագորեն տարածվում է նաև այլ կաթնամթերքների վրա, ինչպիսիք են սերուցքային պանիրները: Ոլորտի վերլուծաբանները կանխատեսում են կաթնաշաքարից զերծ պանրի տարեկան 10 % աճ համաշխարհային շուկայում մինչև 2025 թվականը: Մեր հետազոտության նպատակն է ստանալ կաթնասպիտակուցային արտադրանք, որը նման է ռիկոտա պանրին: Իր արտաքին տեսքով և արտադրության տեխնոլոգիայով ռիկոտան որոշ չափով գտնվում է պանրի և կաթնաշոռի միջև: Սակայն մակարդվածքի, փափկության և օգտագործման բազմակողմանիության առումով այն յուրահատուկ արտադրանք է: Ռիկոտան հարուստ է սպիտակուցներով (այդ թվում՝ ալբումինային), պարունակում է մոտ 11 % սպիտակուց, ընդ որում շիճուկային պանրում առկա սպիտակուցները գտնվում են յուրացման համար ամենահեշտ վիճակում:

Մեր գաղափարն է յոգուրտից և ռիկոտայից ստանալ սուպերմթերք: Նոր մթերքը, հատուկ տեխնոլոգիայի շնորհիվ, չի պարունակի կաթնաշաքար և օգտակար կլինի լակտոզային անտանելիություն ունեցող մարդկանց, ինչպես նաև երեխաների և մարզիկների համար: Մշակման փուլում գտնվող վերոնշյալ մթերքի տեխնոլոգիան, անկասկած, կհետաքրքրի տեղական արտադրողներին և Հայաստանում կաթնամթերքի արտադրության նոր ուղղություն կբացի: Փափուկ, հատկապես թարմ և հասունացման կարճ ժամկետով պանիրների արտադրությունը կարող է լայնորեն ներդրվել գործող ֆերմերային և քաղաքային կաթի գործարաններում առանց զգալի կապիտալ ներդրումների, ինչը թույլ կտա ավելացնել պանիրների ստացման ծավալները և բարձրացնել դրանց արտադրության արդյունավետությունը:

Հետազոտության արդյունքների հիման վրա ընտրվել է երեք եղանակով արտադրված նմուշներից այն, որը համապատասխանել է մեզ անհրաժեշտ հատկություններին: Ջերմաթթվային եղանակով արտադրության ժամանակ ելքը կազմել է 0,148 կգ 1լ կաթից: Այն ունի արտահայտված բուրմունք և լավ համ, նուրբ է, սակայն ոչ համասեռ և բերանի խոռոչում ցածր պատելիությամբ:

Ջերմաթթվային եղանակով կիտրոնաթթվի օգտագործմամբ ստացված նմուշի ելքը կազմել է 0,157 կգ 1լ կաթից: Հաճելի համով և բույրով, նուրբ, սակայն կրկին ոչ բավարար միատարրությամբ:

Ջերմաաղային եղանակով կալցիումի քլորիդի օգտագործմամբ ստացել ենք համասեռ նուրբ մակարդվածք լավ համով և բույրով: Ելքը կազմել է՝ 0,165 կգ 1լ կաթից:

Յոգուրտի և ռիկոտայի կենսաբանական արժեքի համադրությունը հնարավորություն կտա ստեղծելու ամինաթթուների պարունակությամբ հավասարակշռված սննդամթերք:

Թթվային և ջերմաթթվային կոագուլյացիայի միջոցով ստացված պանիրները սովորաբար թարմ փափուկ պանրի տարատեսակներ են, որոնք պատրաստվում են կաթի, սերուցքի, շիճուկի կամ դրանց խառնուրդների կոագուլյացիայի արդյունքում՝ ուղղակի քիմիական թթվացման, բակտերիաների կուլտուրաների միջոցով մակարդման կամ քիմիական թթվայնացման և բարձր ջերմաստիճանի մշակման համակցության միջոցով [2]:

Ռիկոտան ավանդական իտալական պանրատեսակ է: «Ռիկոտա» նշանակում է կրկին եռացված, ինչը պայմանավորված է նրա պատրաստման եղանակով: Ռիկոտայի պես փափուկ պանիրների արտադրությունը, ի տարբերություն պինդ պանիրների, մեծ նշանակություն ունի, քանի որ դրանց արտադրությունը 1 տ հումքից ավելանում է 10-20 %-ով, նվազում են աշխատածախսերը: Այն իր մեջ պարունակում է կաթի ամենադյուրամարս և օգտակար սպիտակուցները՝ ալբումին և գլոբուլին: Թարմ ռիկոտան ունի նուրբ թթվային համ: Ռիկոտայի տեսակները կարող են պարունակել նաև տարբեր համեմունքներ [3]:

Հետազոտության մեթոդները

Փորձնական ռիկոտաները արտադրվել են վերականգնված կաթից. յուղայնությունը՝ 3,2 %, չոր յուղազուրկ նյութեր՝ 8,2 %, խտությունը՝ 1027 կգ/մ^3, տիտրվող թթվայնությունը՝ 21° T-ից ոչ բարձր: Վերականգնված կաթը 9...12 ժամ պահվել է 6...8° C ջերմաստիճանում հիդրատացիայի համար:

Ռիկոտա պանրի արտադրությունն իրականացվել է երեք եղանակով՝ պարզելու համար, թե պատրաստի արտադրանքի որակով որ մեթոդն է մեզ ավելի հարմար։

Առաջին եղանակի ժամանակ (ջերմաթթվային մեթոդ՝ սպիտակուցի նստեցում նախապես ֆերմենտացված կաթի մակարդվածքից) կաթը տաքացվում է մինչև մակարդման ջերմաստիճանը՝ 43 ...45° C , ավելացվում է թերմոֆիլային մանրէների կուլտուրաներից STI-15 (Streptococcus thermophilus) և մանրակրկիտ խառնվում է 5 րոպե։ Մակարդի չափաբաժինը 50 միավոր է 500 լիտր կաթի համար։ Մակարդումն իրականացվել է ջերմաստատային եղանակով, մինչև խիտ մակարդվածքի առաջանալը առանց սիներեզի pH = 4.5 ... 4.6։ Պատրաստի մակարդվածքը տաքացվում է ջրային գոլորշու վրա 85...87° C ջերմաստիճանում՝ մինչև սպիտակուցի փաթիլներ առաջանալը։ Այս ջերմաստիճանում պահպանում ենք 15-20 րոպե, իսկ մակարդվածք մակերեսի վրայից խնամքով հավաքվում և տեղափոխվում է շիճուկի տարանջատման կաղապար։ 2 ժամ հետո ստացված սպիտակուցային զանգվածը տեղափոխվում է սառնարան +5°C ջերմաստիճանում։ Ուսումնասիրությունները կատարվել են սառնարանում տեղադրվելուց 12 ժամ անց [4]։

Երկրորդ եղանակով (սպիտակուցների նստեցման ջերմաթթվային մեթոդ) կաթը տաքացվում է մինչև 85 ... 87° C, ավելացվում կիտրոնաթթվի ջրային լուծույթ՝ 100 լիտր կաթի համար 30 գ կիտրոնաթթու հարաբերակցությամբ և խառնվում 2 րոպե։ Գրեթե անմիջապես ի հայտ են գալիս սպիտակուցի փաթիլներ, որոնք ոչ թե խառնում ենք, այլ հանգիստ ենք թողնում, որպեսզի ավելի մեծանան։ Այս ջերմաստիճանում պահպանում ենք 15-20 րոպե. մակարդվածք մակերեսի վրայից խնամքով հավաքվում և տեղափոխվում է շիճուկի տարանջատման կաղապար։ Բարձր ջերմաստիճանում դենատուրացիաի են ենթարկվում շիճուկային սպիտակուցները, ինչը, սննդային օրգանական թթուներով թթվեցվելու դեպքում, առաջացնում է դրանց կոագուլյացիան կազեինի հետ։ Ի տարբերություն կաթնաթթվային պանիրների, որոնք մակարդվում են pH 4,6-ում, ջերմաթթվային կոագուլյացիայի դեպքում մակարդումը տեղի է ունենում ավելի բարձր pH (5,3-ից բարձր) դեպքում։ 2 ժամ հետո ստացված սպիտակուցային զանգվածը տեղափոխվում է սառնարան +5° C ջերմաստիճանում։ Ուսումնասիրությունները կատարվել են սառնարանում տեղադրվելուց 12 ժամ անց [5]։

Երրորդ եղանակով (սպիտակուցների նստեցման ջերմաաղային մեթոդ) կաթը տաքացվում է մինչև 85 ... 87° C և ավելացվում է կալցիումի քլորիդի ջրային լուծույթ՝ 100 լիտր կաթի համար 120 գ հարաբերակցությամբ, խառնում ենք 2 րոպե: Գրեթե անմիջապես ի հայտ են գալիս սպիտակուցի փաթիլներ, որոնք ոչ թե խառնում ենք, այլ հանգիստ ենք թողնում, որպեսզի ավելի մեծանան: Այս ջերմաստիճանում դրանք պահվում են 15-20 րոպե. մակարդվածք մակերեսի վրայից խնամքով հավաքվում և տեղափոխվում է շիճուկի տարանջատման կաղապար: 2 ժամ հետո ստացված սպիտակուցային զանգվածը տեղափոխվում է սառնարան +5^{o}C ջերմաստիճանում: Ուսումնասիրությունները կատարվել են սառնարանում տեղադրվելուց 12 ժամ անց [2]:

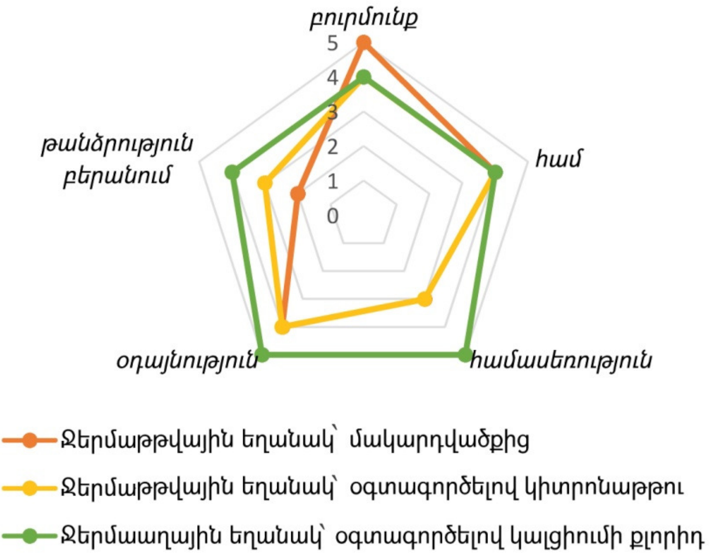
Օրգանոլեպտիկ գնահատումը, ինչպես նաև փորձնական ռիկոտայի ֆիզիկաքիմիական ուսումնասիրությունները կատարվել են ստանդարտ մեթոդներով [1]:

Փորձարարական վերլուծությունը և արդյունքները

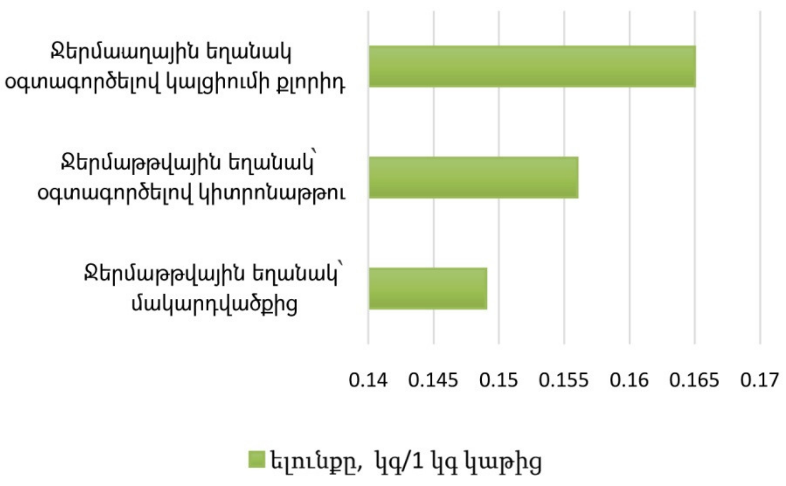
Առաջարկվող հետազոտության նպատակն է ստեղծել և ուսումնասիրել կաթնաթթվային նոր մթերքի տեխնոլոգիան: Մեր գաղափարն է՝ յոգուրտից և ռիկոտայից ստանալ սուպերմթերք: Նոր մթերքը, հատուկ տեխնոլոգիայի շնորհիվ, չի պարունակի կաթնաշաքար և օգտակար կլինի լակտոզային անտանելիություն ունեցող մարդկանց, ինչպես նաև երեխաների և մարզիկների համար:

Մշակվող Յոգրիկ նոր արտադրատեսակի երկրորդ բաղադրիչը ռիկոտան է, որը պատրաստվում է ամբողջական կաթից: Ռիկոտայի համար մենք 3 նմուշ ենք մշակել՝ օգտագործելով սպիտակուցի անջատման տարբեր տեխնիկա: Փորձարարական ռիկոտայի օրգանոլեպտիկ գնահատման արդյունքները (1-ից մինչև 5 միավոր), ինչպես նաև արտադրանքի ելքի որոշման արդյունքները ներկայացված են գծապատկերներ 1-ում և 2-ում:

Մեզ անհրաժեշտ է ստանալ հաճելի համով և բույրով ռիկոտա, որը պետք է լինի թեթև, միատարր, նուրբ, առանց պինդ սպիտակուցային հատիկների առկայության: Մեզ համար կարևոր է նաև մթերքի բարձր ելք ստանալը: Ինչպես երևում է 1-ին և 2-րդ գծապատկերներում ստացված արդյունքներից, մեր մշակման փուլում գտնվող արտադրանքի համար ամենահարմարը ռիկոտան է, որն արտադրվում է սպիտակուցին նստեցման ջերմաաղային եղանակով: Հենց այս մեթոդն է հնարավորություն տալիս ստանալ արտադրանքի գերազանց ելք: Ստացված արտադրանքն ունի լավ համ և բույր, թեթև է, ունի բերանի խոռոչը պարուրելու հատկություն և, ինչը շատ կարևոր է մեր մշակած արտադրանքի համար, միատարր է:



Գծապատկեր 1. Փորձարկվող ռիկոտայի օրգանոլեպտիկ գնահատականը



Գծապատկեր 2. Փորձարկվող ռիկոտայի ելունքը՝ կախված սպիտակուցի անջատման եղանակից

Եզրակացություն

Հետազոտության արդյունքները թույլ են տվել մշակել 3,2 % յուղայնությամբ կաթից ռիկոտայի ստացման տեխնոլոգիա, որը պետք է դառնա Ցոգրիկ կոչվող նոր արտադրատեսակի երկրորդ բաղադրիչը: Ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ սպիտակուցային նստվածքի ջերմաաղային մեթոդով ստացված ռիկոտան հարմար է մեր մշակման փուլում գտնվող արտադրանքի համար: Կաթի ջերմաստիճանը 85…87 °C է, կալցիումի քլորիդի քանակը՝ 120 գ 100 լիտր կաթում:

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-40

Գրականություն

1. Աղաբաբյան Ա. Ա, Բեգլարյան Ռ. Ա., Արաքսյանց Ա. Ա., «Կաթի քիմիա և ֆիզիկա» առարկայի լաբորատոր պարապմունքների ուսումնական ձեռնարկ, Երևան, ՀԳԱ-ի հրատ., 1988, 109 էջ:
2. МакСуини П.Л.Г. Практические рекомендации сыроделам. Перевод с англ. Из-во: Профессия, 2010, 376 с.
3. Скотт Р., Робинсон Р., Уилби Р. Производство сыра. Перевод с англ. Из-во: Профессия, 2012, 464 с.
4. Dairy Processing Handbook Tetra Pak/ Tetra Pak Processing Systems AB, 2003, 452 p.
5. Cheese Technology: A Northern European Approach. J. M. Buch Kristensen, 1999, 218 p.

Разработка технологии производства молочно-белкового продукта

Эдуард Балаян
Андрей Араксянц

Резюме

Ключевые слова: *молоко, рикотта, синерезис, глобулин, альбумин, термофильные бактерии*

Целью наших исследований является получение молочно-белкового продукта, аналогичного сыру рикотта. По своему внешнему виду и технологии производства рикотта находится чем-то между сыром и творогом. Но с точки зрения текстуры, мягкости и универсальности это уникальный продукт.

Наша идея — получить суперфуд из йогурта и рикотты. Новый продукт, благодаря специальной технологии, не будет содержать лактозу и будет полезен людям с непереносимостью лактозы, а также детям и спортсменам. Разрабатываемая технология вышеуказанного продукта, несомненно, заинтересует местных производителей и откроет новое направление молочного производства в Армении. Производство мягких, особенно свежих и скороспелых сыров может быть широко реализовано на действующих фермерских и городских молочных предприятиях без значительных капитальных вложений, что позволит увеличить объем сыров и повысить эффективность их производства.

Экспериментальная рикотта была произведена из восстановленного молока. жирность: 3,2%, сухие обезжиренные вещества: 8,2%, плотность: 1027 кг/м3, титруемая кислотность: не выше 21оТ. Восстановленное молоко выдерживали 9-12 часов при 6...8°С для гидратации.

По результатам исследований из образцов, изготовленных тремя способами, был выбран тот, который соответствовал нужным нам свойствам. При производстве термокислотным способом выход составил 0,148 кг с 1 л молока. Обладает ярко выраженным ароматом и хорошим вкусом, нежный, но не однородный, имеет низкие вкусовые качества.

Выход пробы, полученной при использовании лимонной кислоты термокислотным методом, составил 0,157 кг с 1 л молока. С приятным вкусом и ароматом, нежным, но опять же недостаточно однородным.

При использовании хлористого кальция термосолевым методом получен однородный мелкозернистый сгусток с хорошим вкусом и ароматом. Удои составили 0,165 кг с 1 л молока.

Development of Technology for the Production of a Milk Protein Product

Eduard Balayan
Andrey Araqsyants

Summary

Key words: *milk, ricotta, syneresis, globulin, albumin, thermophilic bacteria*

The aim of our research is to obtain a milk protein product similar to ricotta cheese. In its appearance and production technology, ricotta is somewhere between cheese and cottage cheese. But in terms of texture, softness and versatility, this is a unique product.

Our idea is to get a superfood from yogurt and ricotta. The new product, due to a special technology, will not contain lactose and will be useful for people with lactose intolerance, as well as children and athletes. The developed technology of the above product will undoubtedly interest local producers and open a new direction for dairy production in Armenia. The production of soft, especially fresh and early ripening cheeses can be widely implemented at existing farm and urban dairy enterprises without significant capital investments, which will increase the volume of cheeses and improve the efficiency of their production.

The experimental ricotta was made from reconstituted milk. fat content: 3.2%, dry fat-free substances: 8.2%, density: 1027 kg/m3, titratable acidity: not higher than 21oT. Reconstituted milk was kept for 9-12 hours at 6...8°C for hydration.

Based on the results of the research, from the samples made in three ways, the one corresponding to the properties we needed was chosen. In the production by the thermoacid method, the yield was 0.148 kg per 1 liter of milk. It has a pronounced aroma and good taste, delicate, but not uniform, with low taste.

The yield of the sample obtained using citric acid by the thermoacid method was 0.157 kg per 1 liter of milk. With a pleasant taste and aroma, delicate, but again not uniform enough.

When using calcium chloride by the thermo-salt method, a homogeneous fine-grained clot with good taste and aroma was obtained. Milk yield was 0.165 kg per 1 liter of milk.

Ներկայացվել է 27.03.2023 թ.
Գրախոսվել է 13.05.2023 թ.
Ընդունվել է տպագրության 25.05.2023 թ.

УДК 581.9

Распространение видов и жизненных форм рода *Sambucus L.* в Лорийском и Тавушском марзах Армении

Заруи Варданян
Лилия Байрамян
Гаяне Саакян
Асмик Мхитарян

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-48

Ключевые слова: *растительность, жизненные формы, биометрические показатели, лес, природные экосистемы, биологическое разнообразие*

Введение

Биологическое разнообразие связано с богатством и разнообразием природных экосистем. В последние десятилетия особенно серьезное воздействие на растительность и экосистемы оказывает антропогенный фактор [7, 35-36].

Представленные многочисленными жизненными формами растений лесные ресурсы, являются ценнейшим достоянием любой страны [7, 35-36; 10, 12-14]. Лес, один из уязвимых типов растительного покрова Армении. Леса Армении отличаются характерным видовым составом и ярко выраженной вертикальной поясностью. Сукцессионные смены лесной растительности, вызываемые биогенными и абиогенными факторами, меняют как ее общий характер, так и распространение и соотношение местообитаний. В Армении леса и лесные земли составляют 11.2 % – 459,9 тыс. га территории республики, из которых 334.1 тыс. га – лесные территории, в том числе 283.6 тыс. га – естественные леса (2020г). Из них 62 % (2071 км²) распределены на северо-востоке республики (Тавушский и Лорийский марзы) [4; 6, 209-210; 9, 40-47].

В конце 20-ого века, после разрушительного землетрясения в Армении, исследованиями растительности, видового состава лесных сообществ занимались армянские ученые[11, 214-219; 12, 13-18; 13, 15-21].

Исследования проводились в Лорийском и Тавушском марзах. Территория относится к Иджеванскому флористическому району, охватывает бассейны рек Агстев и Дебед [16, 156-221]. Естественно-климатические условия этих двух марзов разные. Разница физических параметров следующая:

- климат Лорийского марза умеренно влажный, а Тавушского марза – умеренно теплый.
- среднегодовые осадки в Лорийском марзе составляют 400-800 мм., а в Тавушском марзе – 500-600 мм.
- среднегодовая температура в Лорийском марзе летом 23^0 С, зимой – 9^0 С. В Тавушском марзе летом +14-18^0 С, зимой – 5^0 С.
- средняя высота Лорийского марза 1788 м. над у.м, Тавушского марза – 1594 м. [2, 45-55].

Леса горные и покрывают северные склоны Памбакского хребта двух марзов, а также северные склоны Арегунийского хребта Тавушского марза, от подножий до 1900-2200 м. над у.м. Лесная растительность в основном состоит из кавказских и бореальных элементов. Лорийский и Тавушский марзы занимают обширные территории на северо-востоке республики. Леса Лорийского и Тавушского марзов смешанные, относятся к умеренно влажному типу высотной по ясности ландшафтов [1; 5, 54-58]. Кроме лесообразующих пород они богаты теневыносливыми растениями подлеска, которые составляют важную часть дикорастущих плодовых растений экосистемы. Ванадзор расположен на высоте 1340 м. над у.м, Степанаван – 1400 м. над у.м, Дилижан – 1500 м. над у.м. В окрестностях Ванадзора растения рода Бузина встречаются в пределах 1326-1600 м. над у.м, в лесах Степанавана – 1400-1830 м. над у.м, Дилижана – 1240-1612 м. над у.м [15, 375-378; 16, 231-232].

Материалы и методы

Цель работы: выявление ареалов распространения, жизненные формы некоторых видов рода *Sambucus L.* в лесной экосистеме Лорийского и Тавушского марзов.

В этих марзах распространены древесные и кустарниковые, травянистые жизненные формы растений рода *Sambucus L.* семейства *Adoxaceae* [9, 40-47; 11, 214-219; 16, 231-232]. Исследования велись принятыми в геоботанике маршрутным, полустационарным, стационарным методами [14, 121-135].

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:
- исследовать видовой состав рода *Sambucus L.* в лесных экосистемах Лорийского и Тавушского марзов.
- изучить ареалы видов рода.

Сохранение биоразнообразия лесов – понятие, которое охватывает все жизненные формы, произрастающие в занимаемых лесами районах и выполняемые ими экологические функции [9, 40-47; 10, 12-14].

В Лорийском марзе исследования проводились в окрестных лесах города Ванадзор, Степанаван. В Тавушском марзе изучены ареалы видов в окрестных лесах города Дилижан и национального парка “Дилижан” и в окрестностях озера Парз Лич [1; 4; 16,156-171].

Результаты

Некоторые дикорастущие виды бузины распространены широко в разных местообитаниях и нередко образуют большие популяции. В настоящее время осведомленность о роли дикорастущих растений в лесных экосистемах крайне мала [9, 43-45; 10, 13-14].

Бузина черная произрастает в нижнем и среднем горном поясах, в тенистых лесах, ущельях, влажных местах до 1500 м. над у.м. [15, 111-112]. Местообитания растений бузины соответствуют их потребности к влаге. А требовательность к влаге у видов рода по шкале А.Л.Бельгарда соответствует мезогигрофитам [8, 39-42]. На исследуемых территориях обеспеченность растений влагой за вегетационный период можно считать удовлетворительной. Большинство представителей рода – кустарники или небольшиедеревья, гораздо реже – многолетние травы (например, *S. Ebulus L.*).

Определены особенности ареалов распространения видов и жизненных форм (деревья, кустарники, травы) рода *Sambucus L.* в условиях высотной поясности данных районов.

В подлеске окрестных лесов Ванадзора и Степанавана особенно выделяются кустарники (до 2 м.) и низкие (до 6 м.) деревья вида *Sambucus nigra L.* Нужно отметить, что бузина черная вне леса представлена только деревьями, а в подлеске – кустарниками [15, 111-112]. На окраине города Ванадзор, у подножия леса в единственном экземпляре произрастает неприхотливый кустарник *S. nigra. Laciniata L. Zabel.* [4; 13,18-20; 16, 204-215].

В Тавушском марзе, в частности в окрестностях Дилижана, озера Парз Лич встречаются все жизненные формы.

В окрестностях города Дилижан и национального парка «Дилижан» распространены виды *S. Nigra L.* и *S. Ebulus L.* Представители вида *Sambucus nigra L.* встречаются в подлеске смешанного леса. *Sambucus ebulus L.* встречается в чистых зарослях, на открытых, освещенных пространствах. Виды бузины растут почти везде, но особенно плодоносят на солнце. В популяции насчитывается примерно 25-40 особей.

В окрестных лесах Дилижана и озера Парз Лич широко распространены грабинниковые дубравы (*Oak Forests With Carpinus Orientalis*).

Растения доходят обычно до высоты 1100 м. над ур.м. В составе древостоя доминирует *Quercus iberica L.* и кустарники *Sambucus nigra L.* представлены крупными популяциями.

Проведенные в 90-х годах 20-ого столетия в окрестностях населенных пунктов бессистемные рубки деревьев привели к сукцессионным процессам и образованию порослевых древостоев. На вырубках с кустарниковым покровом (*Shrubby clearings*) кусты *Sambucus nigra L.* образуют чистые популяции. Заросли с доминированием *Sambucus ebulus L.* (*Sambucus ebulus communities)* повсеместно рапространены в среднем горном поясе Иджеванского флористического района [1; 9,40-47; 16, 170-195].

В Тавушском марзе вид образует монодоминантные сообщества на хорошо освещенных территориях вокруг озера Парз Лич, у подножия окрестных лесов Дилижана, на территории национального парка «Дилижан», у обочин магистралей, на нарушенных участках горных склонов.

В Лорийском марзе, в частности, в окрестных лесах Ванадзора и Степанавана, местообитания вида *Sambucus ebulus L.* не выявлены [1; 6, 209-210; 16, 205-217]. Однако, в Лорийском марзе вид *Sambucus ebulus L.* нами обнаружен на трассе Ваагни-Егегнут. Установлены этапы вегетационного периода исследуемых видов бузины в зависимости от климатических условий марзов (табл. 1а, б).

Из таблицы видно, что в связи с различиями климатических условий в Лорийском и Тавушском марзах этапы вегетационного периода проходят в разных временных отрезках.

Заключение

1. В окрестных лесах города Ванадзор, Степанаван, обнаружены ареалы видов и жизненных форм *Sambucus nigra L.* и *S. Nigra. Laciniata L. Zabel.* (окрестные леса Ванадзора).
2. В лесах города Дилижан и окрестностях озера Парз Лич обнаружены ареалы видов и жизненных форм *Sambucus nigra L.* и *Sambucus ebulus L.*
3. В подлеске окрестных лесов Ванадзора и Степанавана особенно выделяются кустарники (до 2 м.) и низкие (до 6 м.) деревья видов *Sambucus nigra L.* рода Бузина.
4. Бузина черная в лесах города Дилижан и окрестностях озера Парз Лич произрастает в нижнем и среднем горном поясах, в тенистых лесах, ущельях, влажных местах от 1240-1612, в окрестных лесах города Ванадзор, Степанаван до 1357-1830 м. над у.м.
5. В условиях Лорийского и Тавушского марза у видов рода бузины

отмечен сезонный ритм развития, который соответствует биологическим особенностям видов и метеоусловиям конкретного года.

Этапы вегетационного периода исследуемых видов бузины в зависимости от климатических условий марзов

Таблица 1 а

<table>
<tr><th>Город</th><th>Вид</th><th>Жизненная форма</th><th>Распускание почек</th><th>Начало роста побегов</th><th>Распускание листьев</th><th>Появление бутонов</th><th>Полное облиствление</th></tr>
<tr><td colspan="8">Лорийский</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Ванадзор</td><td>S. nigra L.</td><td>дерево</td><td>30.III-20.IV</td><td>31.III-30.IV</td><td>6.IV-30.IV</td><td>25.IV-30 IV</td><td>30.IV-21. V</td></tr>
<tr><td>S. nigra L.</td><td>куст</td><td>12.III-15.IV</td><td>15.III-20.IV</td><td>4.IV-20.IV</td><td>22.IV-30. IV</td><td>20.IV-25.V</td></tr>
<tr><td>S. nigra f. laciniata L. Zabel.</td><td>куст</td><td>25.III±20.IV</td><td>30.III±20.IV</td><td>15.IV–21. IV</td><td>25.IV–30.IV</td><td>21.IV–14.V</td></tr>
<tr><td>Ваагни - Егегнут</td><td>S. ebulus L.</td><td>травы</td><td>25.III-20.IV</td><td>30III±20.IV</td><td>4. IV - 20 .IV</td><td>20.IV-28. IV</td><td>20.IV-12.V</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Степанаван</td><td>S. nigra L.</td><td>дерево</td><td>5.IV-10V</td><td>10.IV-21. V</td><td>10.IV-3.V</td><td>30.IV-10.V</td><td>3.V-1.VI</td></tr>
<tr><td>S. nigra L.</td><td>куст</td><td>5.IV-10.V</td><td>10.IV-15.V</td><td>12.IV-18. IV</td><td>20.IV-30. IV</td><td>18.IV-15.V</td></tr>
<tr><td colspan="8">Тавушский</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Дилижан</td><td>S. nigra L.</td><td>дерево</td><td>20.III-15.IV</td><td>25.III-20. IV</td><td>6.IV-20.IV</td><td>20.IV-28.IV</td><td>20.IV-12.V</td></tr>
<tr><td>S. nigra L.</td><td>куст</td><td>15.IV-15.V</td><td>18.IV-25.V</td><td>1.IV-15.IV</td><td>18.IV-28. IV</td><td>15.IV-12.V</td></tr>
<tr><td>S. ebulus L.</td><td>травы</td><td>1I.V-10.V</td><td>5.IV-15.V</td><td>1.IV-15.IV</td><td>15.IV-28.IV</td><td>15.IV-10.V</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Окр. Озера Парз лич</td><td>S. nigra L.</td><td>дерево</td><td>25. III-15.IV</td><td>30. III-20.IV</td><td>30.III-15.IV</td><td>20.IV–28. IV</td><td>15.IV-12.V</td></tr>
<tr><td>S. nigra L.</td><td>куст</td><td>12.III-20.IV</td><td>15.III-15.IV</td><td>28.III-10.IV</td><td>18.IV-28. IV</td><td>10.IV-12.V</td></tr>
<tr><td>S.ebulus L.</td><td>травы</td><td>25.III-20.IV</td><td>30.III-20.IV</td><td>1.IV-10.IV</td><td>15.IV–26. IV</td><td>10.IV-6.V</td></tr>
</table>

Таблица 1 б

Город	Вид	Жизненная форма	Распускание бутонов	Начало цветения	Начало массового цветения	Конец цветения	Начало вызревания побегов
Лорийский							
Ванадзор	*S. nigra L.*	дерево	3.V-26.V	26.V-2.VI	8.VI-17.VI	20.VI-12. VII	30.IV-7.VI
	S. nigra L.	куст	3.V-30.V	30.V-15.VI	20.VI-28 VI	30.VI-18.VII	25.IV-6.VI
	S. nigra f. laciniata L. Zabel.	куст	30.IV-25..V	25.V-9 .VI	12.VI-21.VI	22.VI-10. VII	30.IV-7.VI
Ваагни – Егегнут	*S. ebulus L.*	травы	28.IV-23..V	23.V-7.VI	10.VI-18.VI	13. VI-2. VII	25.IV-5.VI
Степанаван	*S. nigra L.*	дерево	13.V-20.V.I	20.VI-4.VII	6.VII-12.VII	15.VII-5.VIII	21.V-12.VII
	S. nigra L.	куст	30.IV-26. V	26.V-9.VI	12.VI-20.VI	22.VI-15. VII	18 V-14.VII
Тавушский							
Дилижан	*S. nigra L.*	дерево	30.IV-16.V	16.V-1. VI	17.V-2.VI	4. VI-2. VII	20.IV-6.VI
	S. nigra L.	куст	28.IV-22.V	22. V-6. VI	8. VI-30.VI	2. VII-22. VII	25.V-10. VI
	S. ebulus L.	травы	28.IV-20. V	20.V-4. VI	6.VI-28.VI	30.VI-20. VII	18V-20.VI
Окр. Озера Парз лич	*S. nigra L.*	дерево	28.IV-22.V	22.V-6. VI	8. VI-30.VI	2.VII-26.VII	23.IV-7.VI
	S. nigra L.	куст	28.IV-22.V	22.V-6. VI	8.VI-30.VI	2. VII-26. VII	17.IV-6.VI
	S. ebulus L.	травы	26.IV-22.V	22.V-6. VI	6. VI-27.VI	30.VI-23.VII	22.IV-5.VI

Таблица 1 в

Город	Вид	Жизненная форма	Полное вызревание побегов	Начало созревания семян	Массовое созревание семян	Массовое опадание плодов	Начало листопада	Конец листопада
Лорийский								
Ванадзор	*S. nigra L.*	дерево	10.VI-11.VIII	15.VII-4.VIII	15.VIII-14.X	20.X–1.XI	1.XI-5.XI	10.XI-15.XI
	S. nigra L.	куст	10.VI-12.VIII	12.VII-14.VIII	15.VIII-20.X	20.X-1.XI	1.XI-5.XI	10.XI-20.XI
	S. nigra f. laciniata L. Zabel	куст	10.VI-15.VIII	16.VII-14.VIII	16.VIII-15.X	20.X-1.XI	1.XI-5.XI	10.XI-20.XI
Ваагни – Егегнут	*S. ebulus L.*	травы	10.VI-20.VIII	7.VII-20.VIII	25.VIII-20.X	15.X-25.XI	1.XI-5.XI	10.XI-20.XI
Степанаван	*S. nigra L.*	дерево	15.VII-12.IX	18.VII-30.VIII	5.IX-2.XI	25.X-5.XI	28.X-3.XI	5.XI-10.XI
	S. nigra L.	куст	14.VII-5.IX	28.VII-26.VIII	2.IX-2.XI	25.X-5.XI	2.X-3.XI	5.XI-10.XI
Тавушский								
Дилижан	*S. nigra L.*	дерево	10.VI-15. VIII	15.VII-15.VIII	20.VIII-20.X	15.X-5.XI	10.XI-15.XI	10.XI-20.XI
	S. nigra L.	куст	12. VI-15.VIII	12.VII-15.VIII	20.VIII-20.X	15.X-5.XI	10.XI-15.XI	10.XI-20.XI
	S. ebulus L.	травы	20. VI-15.VIII	10.VII-10.VIII	15.VIII-20.X	15.X-5.XI	10.XI-15.XI	10.XI-20.XI
Окр. Озера Парз лич	*S. nigra L.*	дерево	10.VI-15. VIII	10.VII-15.VIII	15.VIII-20.X	18.X-10.XI	10.XI-15.XI	10.XI-20.XI
	S. nigra L.	куст	10.VI-12. VIII	10.VII-15.VIII	15.VIII-20.X	18.X–10.XI	10.XI-15.XI	10.XI-20.XI
	S. ebulus L.	травы	10.VI-12.VIII	12.VII-15.VIII	15.VIII-20.X	18.X–10.XI	10.XI-15.XI	10.XI-20.XI

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-48

Литература

1. «Դիլիջան» ազգային պարկի 2017-2026 թթ. կառավարման պլան, Երևան, 2017 (на арм. яз.):
2. Հայկական ՍՍՀ ֆիզիկական աշխարհագրություն, Երևան, ՀՍՍՀ ԳԱ հրատ., 1971, 547 էջ (на арм. яз.):
3. Հարությունյան Լ. Վ., Հայրապետյան Ա. Լ., Հայաստանի դենդրոֆլորան, Երևան, Լույս, 1987, գիրք 2, էջ 266-270, 463 էջ (на арм. яз.):

4. ՀՀ Գյուղնախարարություն ՊՈԱԿ «Հայանտառ», Գուգարքի անտառտնտեսության կառավարման պլան ՊՈԱԿ, Երևան, 2008 (на арм. яз.):
5. Մանասյան Մ. Գ., Գրիգորյան Ա. Տ., Եղյան Գ. Բ. Լոռու մարզ, բնությունը, բնակչությունը, տնտեսությունը, Երևան, 2003, 206 էջ, էջ 54-58 (на арм. яз.):
6. Վարդանյան Ժ. Հ., Ծառագիտություն, Երևան, 2005, էջ 209-210, 370 էջ (на арм. яз.):
7. Алексеев Ю.Е. и др. Широколиственные леса//Травянистые растения СССР. В 2 т/ Отв. ред. доктор биол. наук Работнов Т.А. -М.: Мысль, 1971, т.1., с. 35-36., 487 с.
8. Бельгард А. Л. К вопросу об экологическом анализе и структуре лесных фитоценозов в Степи// Вопросы биологической диагностики лесных биогеоценозов Присамарья. Днепропетровск: Изд-во Днепропетровского 117 ун-та, 1980, с. 12-43.
9. Варданян З.С. Био-экологическая оценка основных растительных экосистем Северной Армении, автореферат на соискание ученой степени д.б.н., Ереван, 2009, с. 50.
10. Демьянова Е.И. Ботаническое ресурсоведение: учеб. пособие по спецкурсу/ Демьянова Е.И.; Перм. гос. ун-т., Пермь, 2007, с. 12-14, 172 с.
11. Кулиджанян А.А., Кулиджанян Г.А., Шахназарян А.В. //Влияние сплошных рубок на смену пород, фотосинтез и рост пневых порослей бука восточного в Северной Армении, //Международный симпозиум Нетрадиционное растениеводство, Селекция, Эниология, Экология и здоровье, Алушта-Симферополь, 15-23 сентябрь, 2007, с. 214-219.
12. Мхитарян А.К. Реликтовые дендроценозы субальпийской зоны Гугаркского региона Лорийского марза и задачи охраны и воспроизведения, Автореферат на соискание ученной степени к.б.н, Ереван, 2019, с. 21.
13. Саакян Г.Р. Эколого-фитоценотические особенности субальпийских высокотравий Северной Армении, автореферат на соискание ученой степени к.б.н, Ереван, 2005, с. 25.
14. Сукачев В.Н., Дылис Н.В. Основы лесной биогеоценологии// М., 1964, 574 с.
15. Тахтаджян А.Л. Жизнь растений, М.: Просвещение, 1981, т.7: Цветковые растения/ под ред. А. Л. Тахтаджяна, с. 375-378, 512 с.
16. Файвуш Г.М., Алексанян А.С. Местообитания Армении Ереван НАН РА, Институт ботаники, 2016, с. 156-221, 231-232; 360 с.

Sambucus L. Ցեղի տեսակների և կենսաձևերի տարածվածությունը Հայաստանի Լոռու և Տավուշի մարզերում

Զարուհի Վարդանյան
Լիլիա Բայրամյան
Գայանե Սահակյան
Հասմիկ Մխիթարյան

Ամփոփում

Հանգուցային բառեր. *բուսականություն, կյանքի ձևեր, կենսաչափական ցուցանիշներ, անտառ, բնական էկոհամակարգեր, կենսաբանական բազմազանություն*

Աշխատանքի նպատակն է բացահայտել Լոռու և Տավուշի մարզերի անտառային էկոհամակարգում *Sambucus L.* ցեղի որոշ տեսակների տարածվածությունը և կենսաձևերը:

Որոշվել են *Sambucus L.* ցեղի տեսակների տարածման արեալների առանձնահատկությունները և կենսաձևերը (ծառեր, թփեր, խոտաբույսեր) տվյալ տարածքների բարձր գոտիականության պայմաններում:

Վանաձորի և Ստեփանավանի շրջակա անտառներում հանդիպում են *Sambucusnigra L. տ*եսակի բույսերի թփեր (մինչև 2 մ) և ցածրահասակ ծառերը (մինչև 6 մ): Նշենք, որ անտառից դուրս թանթրվենի սև բույսը հանդիպում է միայն ծառերի տեսքով, իսկ ենթանտառում՝ թփերի տեսքով: Վանաձոր քաղաքի ծայրամասում՝ անտառի ստորոտում, աճում է ոչ պահանջկոտ թուփ՝ *S. nigra. laciniataL. Zabel.* բույսի մեկ նմուշ:

Տավուշի մարզում, մասնավորապես Դիլիջանի շրջակայքում՝ Պարզ լճի տարածքում, հանդիպում են բույսի բոլոր կենսաձևերը:

Դիլիջան քաղաքի և «Դիլիջան» ազգային պարկի շրջակայքում տարածված են *S. nigra L.* և *S. ebulusL.* տեսակները: *Sambucusnigra L.* տեսակի ներկայացուցիչները հանդիպում են խառը տիպի անտառի ենթանտառում:

Sambucusebulus L.-ը հանդիպում է մաքուր բուսուտներում, բաց, լավ լուսավորված վայրերում: Թանթրվենի սև բույսի տեսակներն աճում են գրեթե ամենուրեք, բայց հատկապես պտուղ են տալիս արևոտ վայրերում: Բույսի պոպուլյացիաներում կան մոտավորապես 25-40 առանձնյակներ:

Լոռու և Տավուշի մարզերում, բնակլիմայական պայմանների տարբերությամբ պայմանավորված, աճման սեզոնի փուլերը տեղի են ունենում տարբեր ժամանակահատվածներում:

Distribution of Species and Life Forms of the Genus *Sambucus L.* in Lori and Tavush Marzes of Armenia

Zaruhi Vardanyan
Liliya Bayramyan
Gayane Sahakyan
Hasmik Mkhitaryan

Summary

Key words: *vegetation, life forms, biometric indicators, forest, natural ecosystems, biological diversity*

The territory for our research belongs to the Ijevan floristic region, covers the basins of the Aghstev and Debed rivers. The purpose of the work is to identify the distribution areas, life forms of some species of the genus *Sambucus nigra L.* in the forest ecosystem of the Lori and Tavush marzes.

The features of the distribution areas of species and life forms (trees, shrubs, herbs) of the genus *Sambucus L.* under the conditions of altitudinal zonality of these areas are determined.

In the undergrowth of the surrounding forests of Vanadzor and Stepanavan, shrubs (up to 6 m) trees of the species *Sambucus nigra L.*

It should be noted that the Black Elderberry outside the fores is represented only by trees and in the undergrowth – by shrubs. On the outskirts of the city of Vanadzor, at the foot of the forest, unpretentious shrub *S.nigra. laciniata L. Zabel*. grows.

In Tavush Marz, particularly in the vicinity of Dilijan and Lake Parz Lich, all life forms are found. *S. nigra L.* and *S. ebulus L.* species are common in the vicinity of the city of Dilijan and the Dilijan National Park. Representatives of the *Sambucus nigra L.* species are found in the undergrowth of the mixed forest.

Sambucus ebulus L. is found in clear thickets, in open, well-lit areas. Elderberry species grow almost everywhere, but are especially fruitful in full sun. There are approximately 25-40 individuals in the population.

Due to the differences in climatic conditions in Lori and Tavush marzes, the stages of the growing season take place in different time periods.

Ներկայացվել է 03.04.2023 թ.
Գրախոսվել է 20.04.2023 թ.
Ընդունվել է տպագրության 25.05.2023 թ.

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ

ИНФОРМАТИКА

INFORMATICS

ՀՏԴ 004.02

Կոդավորման կիրառություն

Սուրեն Էքսուզյան

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-59

Հանգուցային բառեր. *հաղորդագրության կոդ, կոդավորման փոխ-միարժեքություն, ենթաբազմության կոդ, դիսկրետ օպտիմալացման խնդիր, բազմության տրոհում, ուսապարկի խնդիր, տարբերակների դիտարկման ալգորիթմ*

Ներածություն

Կոդավորումը կարևոր դեր ունի մաթեմատիկայում: Այն հնարավորություն է տալիս որևէ բնույթի օբյեկտների ուսումնասիրությունը բերել այլ բնույթի օբյեկտների ուսումնասիրության:

Մաթեմատիկայում կոդավորման կարևոր օրինակ է երկրաչափական օբյեկտների կոդավորումը անալիտիկ արտահայտությունների միջոցով, թվերի ներկայացումը հաշվարկման տարբեր համակարգերում: Կոդավորումը կարևոր կիրառություն ունի կառավարման համակարգերում:

Կոդավորումը հնարավորություն է տալիս նաև ապահովելու տեղեկատվության գաղտնիություն, տեղեկատվության առաքման և ստացման տեխնիկական հարմարավետություն: Հարմար կոդավորման միջոցով հաճախ հնարավոր է լինում հեշտությամբ լուծել տարբեր բնագավառների խնդիրներ:

Կոդավորումը կարևոր դեր ունի կոմբինատոր խնդիրներ լուծելիս: Այն թույլ է տալիս որևէ բազմության տարրերի քանակի հաշվման խնդիրը բերել կոդերի քանակի հաշվման խնդրի: Դրա համար անհրաժեշտ է բազմության տարրերին համապատասխանեցնել կոդավորման որևէ այբուբենի կոդեր այնպես, որ տարրերի և կոդերի բազմությունների միջև ստեղծվի 1-1 համապատասխանություն: Տարրերի վերջավոր բազմության դեպքում դա նշանակում է, որ տվյալ բազմության տարրերի քանակը հավասար է կոդերի քանակին: Հետևաբար, այդ բազմության տարրերի քանակի հաշվման փոխարեն կարելի է հաշվել կոդերի քանակը, որը հաճախ կարելի է իրականացնել ավելի հեշտությամբ:

Բազմաթիվ խնդիրներում տրված բազմության տարրերի դիտարկումը կարելի է իրականացնել տարրերին համապատասխան կոդերի դիտարկմամբ:

Հիմնական գաղափարներ

Դիտարկենք կամայական U={a_1,a_2,…,a_m} այբուբեն: Այբուբենի բոլոր բառերի բազմությունը նշանակենք S(U): Յուրաքանչյուր $S' \subseteq S(U)$ ենթաբազմություն կանվանենք հաղորդագրությունների բազմություն, իսկ նրա յուրաքանչյուր բառ ընդունենք որպես հաղորդագրություն:

Դիտարկենք կամայական V={b_1,b_2,…, b_k} այբուբեն: V այբուբենի բոլոր բառերի բազմությունը նշանակենք S(V): Դիտարկենք F արտապատկերում, որը յուրաքանչյուր $A \in S'$ բառի համապատասխանեցնում է B=F(A) բառը, որտեղ B∈S(V): V այբուբենը կանվանենք կոդավորման այբուբեն, B բառը՝ A հաղորդագրության կոդ, A հաղորդագրությունից կոդի անցումը՝ կոդավորում: Կոդավորման տեսության մեջ F արտապատկերումը տրվում է որոշակի ալգորիթմով: Այն կարելի է տալ նաև կոդավորման սխեմայով:

Ապա կոդավորումը հաղորդագրության կոդից հաղորդագրության վերականգնման գործընթաց է: Հաղորդագրությունների համար ապակոդավորումը հնարավոր է, եթե գոյություն ունի F^{-1} հակադարձ արտապատկերում:

Շատ կարևոր է, որ կոդավորումը և ապակոդավորումը լինեն միարժեք (կոդավորման փոխմիարժեքություն): Սովորաբար որպես կոդավորում ընտրում են միարժեք կոդավորում: Կարևոր է, որ համապատասխան ապակոդավորումը ևս լինի միարժեք: Մի շարք կոդավորումների համար ապացուցված են կոդավորման փոխմիարժեքության հայտանիշներ [2, 174-180]:

Բազմության ենթաբազմությունների կոդավորում

Դիտարկենք կամայական B={b_1,b_2,…, b_n} բազմություն: B բազմության ենթաբազմություններին համապատասխանեցնենք կոդեր (բառեր) {0,1} այբուբենից այնպես, որ յուրաքանչյուր ենթաբազմությանը համապատասխանի միակ կոդ, և յուրաքանչյուր կոդի համապատասխանի միակ ենթաբազմություն: Այլ կերպ ասած՝ ստեղծենք 1-1 համապատասխանություն B բազմության ենթաբազմությունների բազմության և կոդերի բազմության միջև:

Յուրաքանչյուր $B' \subseteq B$ ենթաբազմությանը համապատասխանեցնենք $\beta_1\beta_2\ldots\beta_n$ կոդ {0, 1} այբուբենից, որտեղ β_i (i=1,2,…,n) տարրերը որոշվում են հետևյալ կերպ՝

$$\beta_i = \begin{cases} 1, \text{եթե } b_i \in B' \\ 0, \text{հակառակ դեպքում} \end{cases} \quad (1)$$

Ակնհայտ է, որ նշված ձևով յուրաքանչյուր $B' \subseteq B$ ենթաբազմությանը միակ ձևով համապատասխանում է {0,1} այբուբենից n երկարությամբ $\beta_1\beta_2\ldots\beta_n$ կոդ: Ճիշտ է նաև հակառակը: {0,1} այբուբենի n երկարությամբ յուրաքանչյուր $\beta_1\beta_2\ldots\beta_n$ կոդի միակ ձևով համապատասխանում է B բազմության ենթաբազմություն: Նշված եղանակով տարբեր ենթաբազմությունների կհամապատասխանեն տարբեր կոդեր [1, 24]:

$\beta_1\beta_2\ldots\beta_n$ կոդից ենթաբազմության ստացումը կատարվում է հետևյալ կերպ. ստուգվում է β_i (i=1,2,…,n) արժեքը: Եթե β_i=1, ապա $b_i \in B$ տարրը ընտրվում է որպես կոդին համապատասխան ենթաբազմության տարր: Եթե β_i=0, ապա $b_i \in B$ տարրը չի ընտրվում որպես կոդին համապատասխան ենթաբազմության տարր:

Բազմության ենթաբազմությունների դիտարկման ալգորիթմ

Քանի որ բազմության ենթաբազմությունների բազմության և այդ ենթաբազմությունների նշված ձևով կոդավորմամբ ստացվող կոդերի բազմության միջև ստեղծված է 1-1 համապատասխանություն, ապա որոշակի կարգով այդ բոլոր կոդերի դիտարկումը կարելի է կիրառել բազմության բոլոր ենթաբազմությունների դիտարկման համար:

n տարր պարունակող բազմության ենթաբազմությունների քանակն է 2^n: Այդ ենթաբազմություններին համապատասխանող կոդերը հաշվարկման 10-ական համակարգի 0-ից մինչև $2^n - 1$ թվերի n-նիշ 2-ական կոդերն են:

Այդ կոդերը հաջորդաբար դիտարկելու համար բավական է դիտարկել 0 թվի n-նիշ 2-ական ներկայացումը և հաջորդ յուրաքանչյուր քայլում ընթացիկ կոդին 2-ական հաշվարկման համակարգում գումարել 1 նիշը: Բոլոր կոդերը դիտարկելու համար անհրաժեշտ է 1 նիշի 2-ական գումարում կատարել $2^n - 1$ անգամ: Ելակետային կոդին կհամապատասխանի դատարկ բազմությունը: Կոդերի դիտարկման ընթացքում յուրաքանչյուր կոդին անհրաժեշտ է համապատասխանեցնել դրան համապատասխան ենթաբազմությունը:

Արդյունքում կունենանք բազմության ենթաբազմությունների դիտարկման հետևյալ ալգորիթմը.

Ալգորիթմ: (Բազմության ենթաբազմությունների դիտարկման ալգորիթմ):

Մուտք: Բազմության տարրերի քանակը՝ n, {b_1,b_2,…,b_n} բազմություն:

Ելք: {b_1,b_2,…, b_n} բազմության բոլոր ենթաբազմությունները:

Քայլ 1: Որպես ենթաբազմության կոդ ընտրել n տարր պարունակող

W=$\underbrace{00 \ldots 00}$ կոդը: Այդ կոդին համապատասխանեցնել դատարկ բազմությունը:

Քայլ 2: Վերագրել i ← 1:

Քայլ 3: Որպես հերթական ենթաբազմություն ընտրել A=∅ բազմությունը:

Քայլ 4: W կոդի նոր արժեք համարել W կոդի ընթացիկ արժեքին 2-ական համակարգում 1 նիշը գումարելով ստացված կոդը:

Քայլ 5: Վերագրել j ← 1:

Քայլ 6: Եթե W կոդի ձախից j-րդ կարգանիշն ունի 1 արժեքը, ապա A ենթաբազմությանը ավելացնել b_j տարրը:

Քայլ 7: Վերագրել j ← j +1:

Քայլ 8: Եթե j ≤ n, ապա անցնել Քայլ 6-ին:

Քայլ 9: Արտածել A ենթաբազմությունը:

Քայլ 10: Վերագրել i ← i +1:

Քայլ 11: Եթե i $\leq 2^n - 1$, ապա անցնել Քայլ 3-ին:

Քայլ 12: Ալգորիթմի աշխատանքն ավարտել:

n=4, B={b_1,b_2,b_3,b_4} տվյալների համար ալգորիթմի աշխատանքի արդյունքում ստացվել են հետևյալ ենթաբազմությունները. ∅, {b_4}, {b_3}, {b_3,b_4}, {b_2}, {b_2,b_4}, {b_2,b_3}, {b_2,b_3,b_4}, {b_1}, {b_1,b_4}, {b_1,b_3}, {b_1,b_3,b_4}, {b_1,b_2}, {b_1,b_2,b_4}, {b_1,b_2,b_3}, {b_1,b_2,b_3,b_4}:

Բազմության ենթաբազմությունների դիտարկման ալգորիթմի կիրառություն

Բազմաթիվ խնդիրներում անհրաժեշտություն է առաջանում խնդրի լուծումը փնտրել որևէ բազմության ենթաբազմությունների մեջ: Նման խնդիրներում անհրաժեշտ է դիտարկել տվյալ բազմության բոլոր ենթաբազմությունները և որոշակի հայտանիշով որպես լուծում ընտրել այդ ենթաբազմություններից լավագույնը:

Բազմության ենթաբազմությունների դիտարկման խնդիր է առաջանում ուսապարկի խնդիր, բազմության տրոհման վերաբերյալ խնդիրներ և այլ խնդիրներ լուծելիս:

Նշված ընդհանուր խնդրին են բերվում բազմաթիվ բնագավառներում առաջացող շատ կոնկրետ խնդիրներ:

Նման խնդիրների լուծման համար կարելի է օգտվել աշխատանքում բազմության ենթաբազմությունների դիտարկման համար մշակված ալգորիթմից:

Եզրակացություն

Դիսկրետ օպտիմալացման խնդիրներում խնդրի օպտիմալ լուծման որոնում կատարվում է որոշակի բազմության տարրերից: Տարրերի համեմատության համար նախապես ֆիքսվում է որոշակի որակի հայտանիշ (հայտանիշներ): Նման որոնում հաճախ կատարվում է որևէ բազմության ենթաբազմությունների բազմությունից, բազմության տարրերի տեղափոխությունների բազմությունից կամ որևէ այլ բազմությունից: Հետևաբար, անհրաժեշտություն է առաջանում բազմության տարրերի՝ ըստ այդ հայտանիշի համեմատության համար սահմանել տարրերի դիտարկման որոշակի կարգ, այլ կերպ ասած՝ մշակել բազմության տարրերի դիտարկման ալգորիթմ: Այն դեպքում, երբ խնդրի լուծումը որոնում են որևէ բազմության ենթաբազմությունների մեջ, անհրաժեշտություն է առաջանում օգտվել բազմության բոլոր ենթաբազմությունների դիտարկման ալգորիթմից:

Աշխատանքում մշակված է բազմության բոլոր ենթաբազմությունների դիտարկման ալգորիթմ: Ալգորիթմի մշակման համար դիտարկված է բազմության ենթաբազմությունների կոդավորում:

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-59

Գրականություն

1. Տոնոյան Ռ., Դիսկրետ մաթեմատիկայի դասընթաց, Երևան, 1999, 129 էջ:
2. Яблонский С. Введение в дискретную математику, Москва, Наука, 1979, 272 с.

Применение кодирования

Сурен Эксузян

Резюме

Ключевые слова: *код сообщения, взаимнооднозначность кодирования, код подмножества, задача дискретной оптимизации, разбиение множества, задача рюкзака, алгоритм перечисления элементов*

Работа посвящена разработке алгоритма перечисления всех подмножеств множества.

Для этой цели рассматривается удобное кодирование подмножеств множества, так, что оно создает 1-1 соответствие между множества всех подмножеств множеста и множества всех кодов.

Организация рассмотрения всех таких кодов также позволяет удобным способом рассматривать все подмножества множества.

Подмножества множества кодируются в двоичной системе числения (с двоичними числами). Проблема перечисления подмножеств множества возникает при решении задачи о рюкзаке, задачи разбиения множества и других задачах.

К упомянутым общим проблемам приводятся множество конкретных проблем, возникающие во многих областях.

В работе разработан алгоритм перечисления всех подмножеств множества, которое целесообразно употреблять для решения всех упомянутых задач.

Разработанный алгоритм может быть применен для оптимального решения NP-полных задач небольших размеров. Все известные алгоритмы оптимального решения задач больших размеров работают за практически неприемлемое время (имеют очень большое время выполнения). По этой причине для решения NP-полных задач больших размеров разрабатываются приближенные алгоритмы с полиномиальной временной сложностью, с помощью которых получаются приближенные решения задач.

Coding Application

Suren Eksuzyan

Summary

Key words: *message code, coding equivalence, subset code, discrete optimization problem, set partitioning, knapsack problem, variant observation algorithm*

The work is devoted to the development of the algorithm for observing all subsets of the set.

For that purpose, coding for subsets of the set is considered, in such a way as to create a 1-1 correspondence between the set of subsets of the set and the set of codes.

A convenient arrangement of the observation of all those codes allows the observation of all subsets of the set in a convenient way.

Subsets of a set are coded in the binary number system (with binary numbers). The problem of considering subsets of a set arises when solving the knapsack problem, set partitioning problems, and other problems.

To the mentioned general problems are included a number of specific problems arising in many fields.

In the work, an algorithm for observing all subsets of the set is developed, which is suitable for solving all the mentioned problems.

The developed algorithm can be applied to the optimal solution of non-large NP-complete problems. All the known optimal solution algorithms for solving large-scale problems run in practically unacceptable time (have very long execution time). As a consequence, for the solution of large NP-complete problems, approximate algorithms with polynomial time complexity are developed, by means of which approximate solutions of the problem are obtained.

Ներկայացվել է 19.03.2023 թ.
Գրախոսվել է 17.04.2023 թ.
Ընդունվել է տպագրության 25.05.2023 թ.

УДК 004.02

Разработка прототипаинформационной системы определения степени уникальности выпускных квалификационных работ вуза

Геворг Петросян
Рустам Саакян
Ирина Шпехт

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-66

Ключевые слова: *степень уникальности текста, информационная система, выпускная квалификационная работа, поиск заимствований*

Аннотация: Необходимость определения степени уникальности научных работ остается актуальной, поскольку плагиат и недостаток оригинальности научных работ могут негативно сказаться на качестве образовательного процесса и доверии к высшему учебному заведению. Так как традиционное ручное обнаружение заимствований не точный и трудоемкий процесс, автоматизированные системы выявления плагиата и заимствований привлекают большое внимание. В этом констексте ставится вопрос о необходимости разработки системы по определению заимствований в работах, выполняемых студентами. Такая система позволит достоверно определить, что мысли автора ранее никем не были опубликованы,и являются его интеллектуальной собственностью. Целью данной работы является разработка прототипа информационной системы определения уникальности выпускных квалификационных работ вуза. Такая система позволит сравнить новые работы с имеющимися в локальной базе данных на наличие заимствований и выявить степень уникальности работ.

Введение

Вопрос определения степени уникальности научных работ становится все более актуальным в связи с очень быстрым ростом интернет-технологий. Легкость, с которой можно найти и включить нужную информацию в свою работу без изменений или с минимальными поправками, привела к ухудшению качества работ обучаюшихся и уменьшению степени их уникальности. Работы с большой степенью заимствования отрицательно влияют на доверие к научному сообществу, искажают результаты исследований и нарушают этические принципы научной деятельности.

Одной из мер по борьбе с данной проблемой является проверка работы на наличие заимствований с помощью специализированных информационных систем. Такие системы используют алгоритмы сравнения текстов и могут определять степень схожести между текстами, выделять фрагменты, заимствованные из других источников, и оценивать степень уникальности текста. На сегодня популярными являются такие системы, как «Антиплагиат» («Анти-Плагиат» ЗАО), Turnitin («Advance Publications» акционерное общество), Plagscan (PlagScan GmbH), Grammarly («Grammarly» акционерное общество) и другие, которые проводят автоматический анализ текстов на наличие заимствований и предоставляют отчеты о степени их уникальности.

Тем не менее, отсутствуют подобные специализированные системы обнаружения заимствований на многих языках мира. В таких случаях приходится прибегать к использованию инструментов, не адаптированных к определенному языку, однако эти решения, как правило, не учитывают грамматические и синтаксические особенности языка и не показывают достаточный уровень качества обработки [1, 4].

Такая ситуация оценки уникальности текстов научно-исследовательских работ характерна для стран, где создание и применение научно-исследовательских работ осуществляется на национальных языках. В этом случае оценка уникальности работ является сложной задачей, так как отсутствует единая система выявления степени уникальности [3, 99].

Заимствованием, кроме дословного копирования, считается сокрытие заимствований путем перефразирования и перевода [1,4]. Проблема также усугубляется в связи с отсутствием в интернет-среде соответствующих научно-исследовательских работ.

Определение плагиата в фрагменте текста является обязанностью эксперта, а не компьютерной программы. Автоматические системы предназначены для того, чтобы помочь экесперту находить потенциальные случаи и при возможности, принимать всесторонние решения [5, 2].

Постановка задачи

Целью данной работы является разработка прототипа информационной системы (ИС) определения уникальности выпускных квалификационных работ (ВКР) вуза. В рамках проведенных работ были достигнуты следующие результаты:

1. Построена структурная схема представления ИС.

2. Спроектирована графическая модель ИС с помощью UML диаграммы.
3. Разработан модуль пополнения базы по двум аспектам – названиям работ и содержанию работ, с возможностью выполнения проверки соответствия содержания названию работы в базе.
4. Разработан модуль поиска уникальности текста по названию работы с возможностью генерации отчета.
5. При реализации поиска заимствований в названии работы был разработан авторский метод первичной обработки слов с использованием массива прямой формы полезных слов с учетом грамматической и синтаксической специфики армянского языка.

Разработка и внедрение ИС в учебный процесс вуза поможет повысить степень уникальности научно исследовательских работ, выполняемых студентами.

Графическая модель ИС с помощью UML диаграммы

Первым этапом является разработка диаграммы взаимодействия UML, она используется для определения необходимых требований к системе. Диаграмма взаимодействия описывает отношения между субъектами (действующими лицами, в том числе и неодушевленными) и прецедентами (возможностями проектируемой системы) в различных условиях их поведения. Действующими лицами в системе являются пользователь и администратор (рис. 1).

Структурная схема отображает основные функции и задачи данной системы, а также связи между ними. На схеме представлены компоненты форм ввода-вывода информациии базы данных. Входной информацией являются список ВКР студентов и их содержания. На основе этой информации пополняется база данных. Выходной информацией является отчет результатов сравнения названий новой работы с имеющимися в базе (рис. 2).

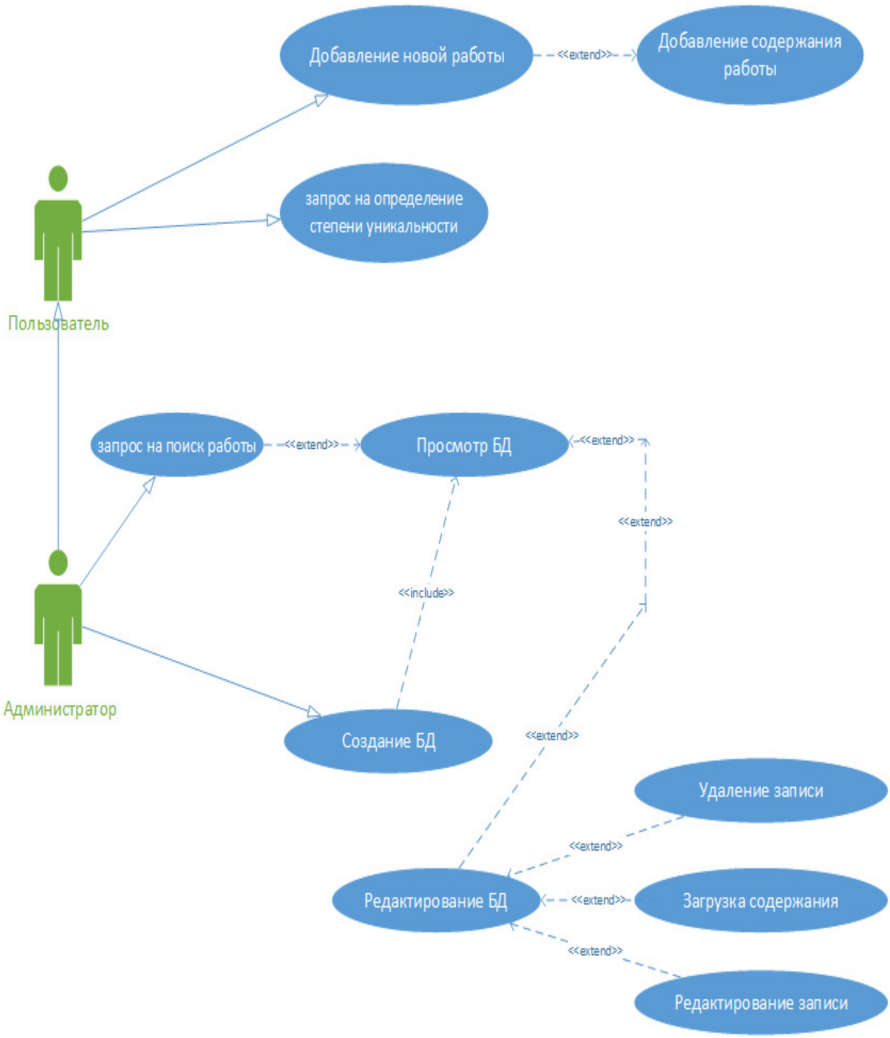


Рисунок 1. Графическая модель системы с помощью UML диаграммы
Структурная схема представления ИС

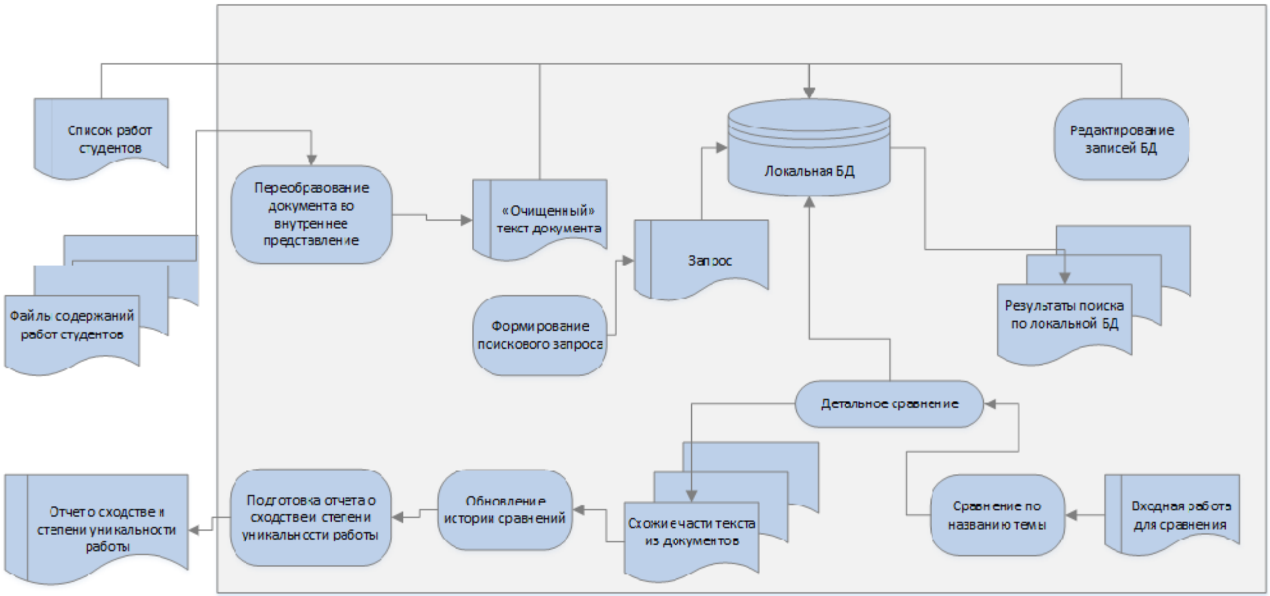


Рисунок 2. Структурная схема проектируемой системы

Описание системы

В ИС реализованы 2 уровня доступа – администратор и пользователь (рис. 3).

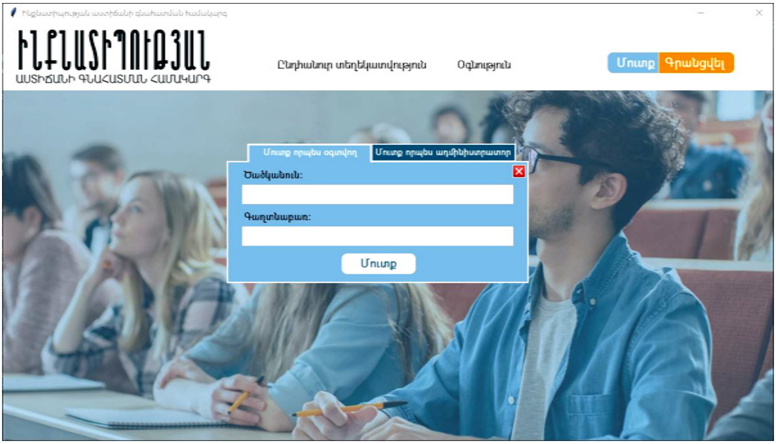
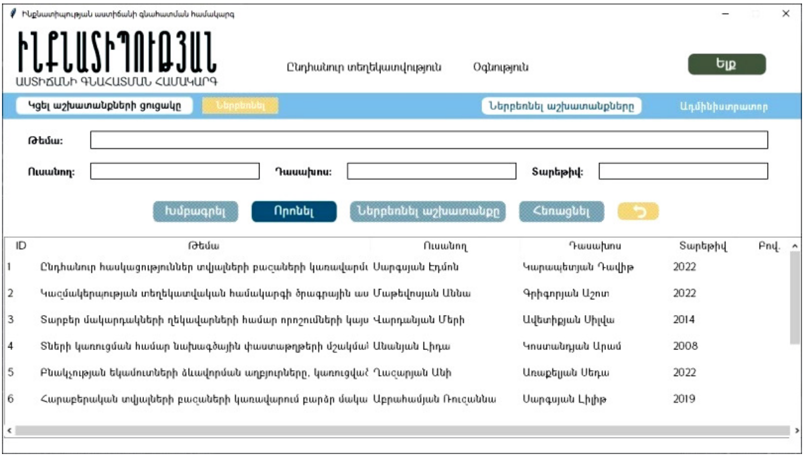


Рисунок 3. Окно Входа

База пополняется администратором с помощью заранее заполненного файла в MSExcel. Каждая строка в базе данных хранит следующую информацию о работе – порядковый номер работы, название темы, имя студента, имя профессора, дату работы и информацию о наличии файла содержания работы. Есть возможность загружать в систему несколько различных файлов, они будут располагаться один за другим в базе данных (рис. 4)



.

Рисунок 4. Окно страницы администратора после пополнения базы

Содержания работ пополняются администратором в формате MSWord и связываются с работами в базе в соответствии с названием (рис. 5). После загрузки содержаний появляется информация о наличии содержания в соответствующих полях.

Рисунок 5. Окно страницы администратора после загрузки содержаний работ

Пользователь может сравнить новую работу с имеющимися в базе по названию темы. Система показывает те работы из базы, у которых есть минимум 2 совпадающих слов (для сравнения слова переобразуются в прямую форму по авторскому методу [3, с. 80]) с исходным названием, если число слов в исходном названии меньше 6, в противном случае при условии минимум 3 совпадений (рис. 6).

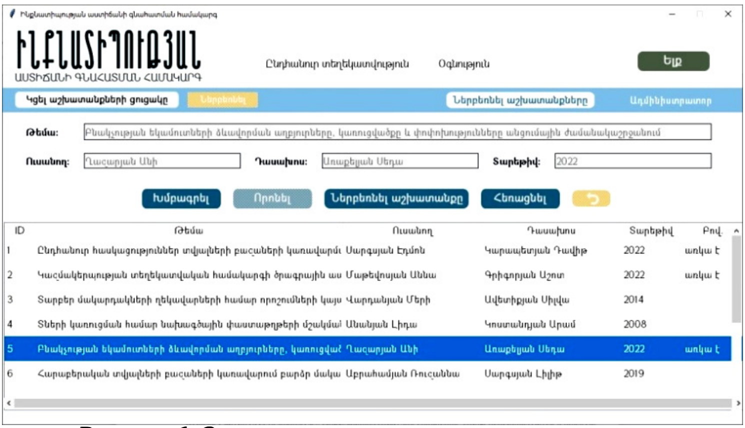
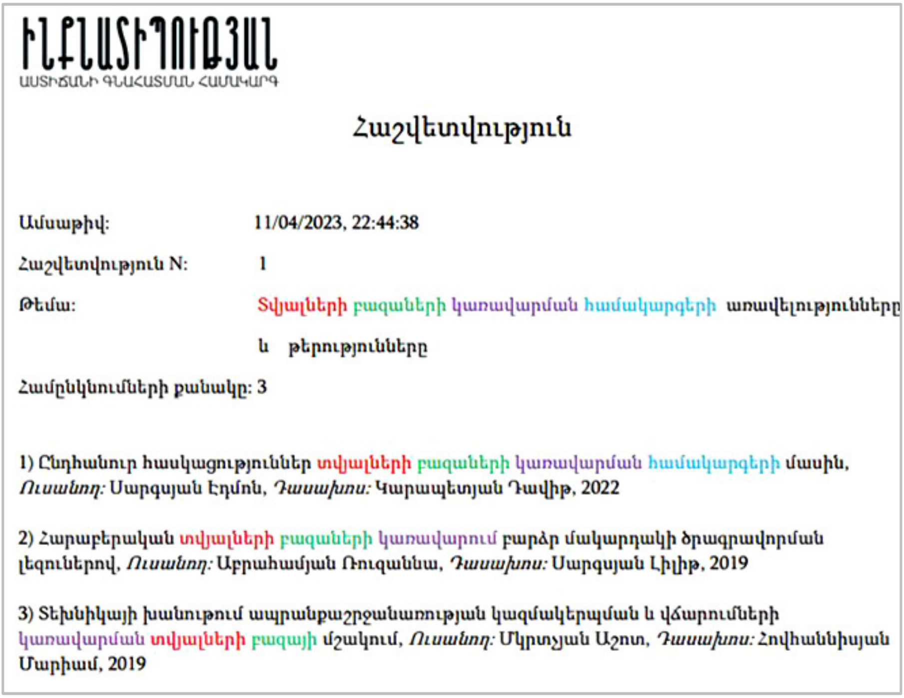


Рисунок 6. Окно страницы пользователя после сравнения новой работы по названию

Также в системе есть возможность автоматически генерировать и сохранять отчет о результатах проверки (рис. 7).



ԻՆՔՆԱՏԻՊՈՒԹՅԱՆ
ԱՍՏԻՃԱՆԻ ԳՆԱՀԱՏՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳ

Հաշվետվություն

Ամսաթիվ: 11/04/2023, 22:44:38

Հաշվետվություն N: 1

Թեմա: Տվյալների բազաների կառավարման համակարգերի առավելությունները և թերությունները

Համընկնումների քանակը: 3

1) Ընդհանուր հասկացություններ տվյալների բազաների կառավարման համակարգերի մասին, *Ուսանող:* Սարգսյան Էդմոն, *Դասախոս:* Կարապետյան Դավիթ, 2022

2) Հարաբերական տվյալների բազաների կառավարում բարձր մակարդակի ծրագրավորման լեզուներով, *Ուսանող:* Աբրահամյան Ռուզաննա, *Դասախոս:* Սարգսյան Լիլիթ, 2019

3) Տեխնիկայի խանութում ապրանքաշրջանառության կազմակերպման և վճարումների կառավարման տվյալների բազայի մշակում, *Ուսանող:* Մկրտչյան Աշոտ, *Դասախոս:* Հովհաննիսյան Մարիամ, 2019

Рисунок 7.Отчет результатов сравнения по названию

Система сохраняет все результаты сравнений в истории. Пользователь может открыть результат сравнения конкретной работы из истории для просмотра и снова при необходимости сохранить отчет.

Заключение

В рамках работы был разработан прототип ИС определения уникальности ВКР вуза. Одним из результатов исследования стало представление структурной схемы и UML диаграммы ИС. Также были разработаны модули пополнения базы по названию и содержанию работ, и поиска уникальности по названию работы с возможностью генерации отчета. Поиск заимствований в названии текста был реализован с помощью авторского метода. Система, разработанная на основе спроектированного прототипа, будет использоваться для сравнения представленных работ с локальной базой данных, раскрывая потенциальные случаи заимствования и определяя степень уникальности работы, с целью повышения академической честности студентов и поддержки интегритета научных исследований. Следующим шагом является сравнение работ по содержанию с применением языковых моделей и марковских цепей,по которому ужеведутся работы [4].

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-66

Литература

1. Гукасян Ц. Г. Методы и программные средства для выявления заимствований в текстах на армянском языке // Москва, 2021, 187 с.
2. Петросян Г.А, Саакян Р.Р Подготовка к определению степени уникальности текста на основе формирования массива прямой формы полезных слов// Научные ведомости Ванадзорского государственного университета, Естественные и точные науки, N2, 2022, с. 77-86.
3. Саакян Р.Р, Петросян Г.А Проектирование системы оценки степени оригинальности исследовательских работ //Вестник Инженерной академии Армении, Том 19, N1, 2022, с. 98-103.
4. 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. Том 19. Выпуск 1, с. 43-51.
5. Alberto Barron Cedeno L. On the Mono- and Cross-Language Detection of Text Re-Use and Plagiarism //2012.

Բուհի ավարտական որակավորման աշխատանքների ինքնատիպության աստիճանի գնահատման տեղեկատվական համակարգի նախատիպի մշակում

Գևորգ Պետրոսյան
Ռուստամ Սահակյան
Իրինա Շպեխտ

Ամփոփում

Հանգուցային բառեր. *տեքստի ինքնատիպության աստիճան, տեղեկատվական համակարգ, ավարտական որակավորման աշխատանք, փոխառությունների որոնում*

Այս աշխատանքի նպատակն է՝ մշակել տեղեկատվական համակարգի նախատիպ բուհի ավարտական որակավորման աշխատանքների ինքնատիպությունը որոշելու համար: Կատարված աշխատանքի շրջանակներում ստացվել են հետևյալ արդյունքները. կառուցվել է տեղեկատվական համակարգի կառուցվածքային սխեմա. նախագծվել է տեղեկատվական համակարգի գրաֆիկական մոդել՝ UML դիագրամի օգնությամբ, մշակվել է տվյալների բազայի համալրման մոդուլ երկու եղանակով՝ ըստ աշխատանքների անվանման և ըստ աշխատանքների բովանդակության՝ տվյալների բազայում բովանդակության համապատասխանությունը աշխատանքի անվանման հետ ստուգելու հնարավորությամբ:

Մշակվել է աշխատանքի անվանման ինքնատիպությունը որոշելու մոդուլ՝ հաշվետվություն ստեղծելու հնարավորությամբ: Աշխատանքի անվանման մեջ փոխառությունների որոնումն իրականացնելիս մշակվել է բառերի առաջնային մշակման հեղինակային մեթոդ՝ օգտագործելով օգտակար բառերի ուղիղ ձևի զանգվածը՝ հաշվի առնելով հայերենի քերականական և շարահյուսական առանձնահատկությունները: Տեղեկատվական համակարգի մշակումն ու ներդրումը բուհի ուսումնական գործընթացում կնպաստի ուսանողների կատարած գիտահետազոտական աշխատանքների ինքնատիպության աստիճանի բարձրացմանը:

Development of an Information System Prototype for Determining the Degree of Uniqueness of Final Qualification Works of the University

Gevorg Petrosyan
Rustam Saakyan
Irina Shpekht

Summary

Key words: *degree of uniqueness of the text, information system, final qualification work, search for borrowings*

This work aims to develop a prototype of an information system for determining the uniqueness of the final qualifying works of the university. The following results were achieved as a part of the work: a block diagram of the informational system's representation was built, and a graphical model of the informational system was designed using UML diagrams. A module for replenishing the database has been developed in two aspects: the names of the works and the content of the works, with the ability to check the compliance of the content with the name of the work in the database. A module generating a report and searching for the text's uniqueness based on the work's title has been developed. When implementing the search for borrowings in the title of the work, the author's method of word primary processing was developed using an array of direct forms of valuable words, taking into account the grammatical and syntactic specifics of the Armenian language. The development and implementation of an information system in the university's educational process will contribute to increasing the degree of uniqueness of student research work.

Ներկայացվել է 19.03.2023 թ.
Գրախոսվել է 21.04.2023 թ.
Ընդունվել է տպագրության 25.05.2023 թ.

ՄԱՆԿԱՎԱՐԺՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԵԹՈԴԻԿԱ

ПЕДАГОГИКА И МЕТОДИКА

PEDAGOGY AND METHODOLOGY

ՀՏԴ 004.42

Նշանակումների խնդիրը և դրա լուծման ծրագիրը

Ռուզաննա Մազմանյան

DOI: https://doi.org 10.58726/27382923-ne2023.1-78

Հանգուցային բառեր. *գծային ծրագրավորում, ծրագրավորման լեզու, «հունգարական մեթոդ», ալգորիթմ, պարամետր, օպտիմալ լուծում, միջավայր*

Ներածություն

Նշանակումների խնդիրը մաթեմատիկական օպտիմիզացիայի կամ գործողությունների հետազոտման ոլորտի կարևորագույն խնդիրներից է:

Գիտության և արտադրության կառավարման բնագավառում հաճախ անհրաժեշտություն է առաջանում որոշակի քանակի աշխատողների կողմից կատարել նույն քանակի տարբեր տեսակի աշխատանքներ, օրինակ՝ թափուր պաշտոններում հնարավոր թեկնածուների նշանակում, ծրագրավորողների միջև կատարման ենթակա ծրագրային նախագծերի բաշխում և այլն: Նմանատիպ խնդիրները ստացել են նշանակումների խնդիր անվանումը:

Նշանակումների խնդիրը պետք է լուծել այնպես, որ յուրաքանչյուր կատարող (մարդ, մեքենա, գործիք) կատարի միայն մեկ աշխատանք, իսկ յուրաքանչյուր աշխատանք կատարվի միայն մեկ կատարողի կողմից:

Նշանակումների խնդրի լուծման անհրաժեշտ և բավարար պայմանը խնդրի փակ լինելն է, այսինքն, երբ կատարողների թիվը հավասար է աշխատանքների քանակին:

Հոդվածը նվիրված է նշանակումների խնդրի էության և «հունգարական մեթոդ»-ով այդ խնդրի օպտիմալ լուծման ալգորիթմի պարզաբանմանը, ինչպես նաև դրա ծրագրային իրականացմանը արդի C# ծրագրավորման լեզվով:

Ներկայացված աշխատանքի նպատակն է ցույց տալ, թե ինչպես կարելի է բարձր կարգի ժամանակակից ծրագրավորման լեզուների հնարավորությունների օգտագործմամբ ոչ միայն կրճատել խնդրի օպտիմալ լուծման ժամանակը, այլև ծրագրավորման հարուստ գրաֆիկական միջոցների կիրառմամբ խնդրի լուծման քայլերի հաջորդականությունը դարձնել տեսանելի:

Նշանակումների խնդրի դրվածքը

Անհրաժեշտ է կատարել N տարբեր տիպի աշխատանք: Դրանց իրականացման համար պետք է ներգրավել N աշխատող: Յուրաքանչյուր աշխատող պատրաստ է կատարել ցանկացած աշխատանք որոշակի վճարի դիմաց: Ցանկացած աշխատանք պետք է հանձնարարվի մեկ աշխատողի: Պահանջվում է աշխատանքներն աշխատողների միջև բաշխել այնպես, որ բոլոր աշխատանքների կատարման ընդհանուր արժեքը լինի նվազագույն [1, 108-109]:

Նշանակումների խնդրի լուծման համառոտ նկարագրությունը

Գոյություն ունեն գծային ծրագրավորման խնդիրների օպտիմալ լուծման տարբեր մեթոդներ, օրինակ՝ «սիմպլեքս մեթոդ», «ճյուղավորումների և սահմանների մեթոդ» և այլն: Սակայն գոյություն ունի նշանակումների խնդրի օպտիմալ լուծման մի մեթոդ, որը հայտնի է «հունգարական մեթոդ» անվամբ:

«Հունգարական մեթոդը» մշակել և հրատարակել է ամերիկացի հայտնի մաթեմատիկոս Հարոլդ Կունը 1955 թվականին: Հեղինակը տվել է «հունգարական մեթոդ» անվանումը՝ պայմանավորված այն հանգամանքով, որ ալգորիթմը մշակելիս նա հիմնվել է երկու հունգարացի մաթեմատիկոսների շատ ավելի վաղ կատարած աշխատանքների վրա:

Նշանակումների խնդիրը «հունգարական մեթոդով» լուծելու համար նախ պետք է կազմել աշխատանքների համար նախատեսված ծախսերի աղյուսակ: Մեթոդի հիմնական էությունը այն է, որ ծախսերի սկզբնական աղյուսակից աստիճանաբար պետք է անցնել դրան համարժեք ոչ բացասական տարրերով և անկախ զրոների համակարգ ունեցող մեկ այլ աղյուսակի այնպես, որ այդ զրոներից ցանկացած երկուսը չպատկանեն նույն տողին կամ նույն սյանը:

«Հունգարական մեթոդով» նշանակումների խնդիրը լուծելու համար նախատեսված ծախսերի աղյուսակը կազմելուց հետո պետք է իրականացնել քայլերի հետևյալ հաջորդականությանը [1, 110-112; 2, 394-405].

1. Գտնել յուրաքանչյուր տողի փոքրագույն տարրը և տվյալ տողի տարրերից հանել համապատասխան տողի փոքրագույնը:
2. Գտնել յուրաքանչյուր սյան փոքրագույն տարրը և տվյալ սյան տարրերից հանել համապատասխան սյան փոքրագույնը:
3. Աղյուսակում նշել զրոներ պարունակող տողերը և սյուները:
4. Գտնել չնշված տարրերից փոքրագույնը:
5. Չնշված բոլոր տարրերից հանել այդ փոքրագույն տարրը:
6. Նշված բոլոր տողերի և սյուների հատման կետերում գտնվող տարրերին գումարել այդ փոքրագույն տարրը:
7. Ստացված աղյուսակում սկզբում նշել այն զրոները, որոնք տվյալ տողում մեկ հատ են, ընդ որում, եթե տվյալ տողի զրոն պարունակող սյունում կան այլ զրոներ՝ դրանք ջնջել կամ անտեսել (նույն կերպ վարվել նաև սյուների դեպքում):
8. Այս կերպ հեռացնելով կամ անտեսելով ոչ պիտանի զրոները՝

կստացվի վերջնական աղյուսակ, որի յուրաքանչյուր տողում կլինի մեկ չանտեսված զրո, որն էլ ցույց կտա, թե որ աշխատողը որ աշխատանքը պետք է կատարի, ինչը և կլինի խնդրի օպտիմալ լուծումը: Օպտիմալ լուծումը գտնելուց հետո պետք է անցնել կետ 9-ին: Այն դեպքում, երբ վերը նշված ձևափոխությունների արդյունքում աղյուսակում կլինեն տողեր, որոնք չեն պարունակի ճիշտ մեկ հատ չանտեսված զրո, կնշանակի, որ խնդրի օպտիմալ լուծումը գտնված չէ, և, սկսած 1-ին կետից, քայլերի հաջորդականությունը պետք է կրկնել, մինչև որ գտնվի օպտիմալ լուծումը:

9. Սկզբնական աղյուսակից վերցնելով և գումարելով վերջնական աղյուսակի զրոներ պարունակող դիրքերին համապատասխան թվերը՝ կստացվի որոնելի նվազագույն գումարը:

Նշանակումների խնդրի լուծման ծրագրի նկարագրությունը

«Հունգարական մեթոդով» նշանակումների խնդրի լուծումը ներկայացված է ծրագրավորման միջոցներով: Ծրագրի կոդը գրված է C# օբյեկտ-կողմնորոշված ծրագրավորման լեզվով: Ծրագիրն աշխատում է գրաֆիկական ռեժիմում:

Ծրագիրն աշխատում է երեք ձևի (Form) հետ: Դրանցից յուրաքանչյուրն ունի իր որոշակի իմաստը և նշանակությունը: Այդ ձևերը գործում են փոխկապակցված և ապահովում ծրագրի լիարժեք աշխատանքը:

Առաջին ձևը (Form1) տեղեկատվական էջ է այն մասին, թե ինչ խնդիր է լուծում ծրագիրը (նկար 1):

Երկրորդ ձևի (Form2) վրա շարադրված է նշանակումների խնդրի դրվածքը ընդհանուր դեպքում: Այս էջում, խնդիրը «հունգարական մեթոդով» լուծելու համար, ծրագիրը պահանջում է նաև առաջադրված տարբերակներից ընտրել աշխատանքների, կամ որ նույնն է, աշխատողների քանակը (նկար 2): Բերված օրինակում ընտրված է հինգ աշխատանք:

Աշխատանքների քանակն ընտրելուց հետո, մկնիկի միջոցով սեղմելով «ԽՆԴՐԻ ԼՈՒԾՈՒՄԸ ՀՈՒՆԳԱՐԱԿԱՆ ՄԵԹՈԴՈՎ» գրառման վրա, ծրագիրը կանցնի հաջորդ էջ (Form3): Բացված էջում կազմվում է աշխատանքների (աշխատողների) ընտրված քանակին համապատասխան դատարկ աղյուսակ, որի տարրերը՝ աշխատաժամանակները, լրացնելու համար պետք է սեղմել էջի ներքևում առկա «Ներմուծել աշխատանքների կատարման ժամանակները» գրառումը (նկար 3):

Ծրագիրը հնարավորություն է տալիս աշխատաժամանակներն աղյուսակում լրացնել պատահական ընտրությամբ կամ ստեղնաշարից ներմուծման միջոցով: Երկու դեպքում էլ տվյալները պետք է ներմուծել 1-ից 20 միջակայքից: Հարկ է նշել, որ թե՛ աշխատանքների քանակի (4-ից 6) և թե՛ աշխատաժամանակների (1-ից 20) վրա դրված սահմանափակումները խնդրի տվյալները գրաֆիկիկական ռեժիմում ավելի պատկերավոր ներկայացնելու նպատակ են հետապնդում: Ներմուծման տարբերակը ընտրելու համար ծրագիրը կատարում է հարցում (նկար 4): Հարցմանը “Yes” պատասխանելու դեպքում աղյուսակը լրացվում է թվերի պատահական ընտրությամբ, հակառակ դեպքում՝ ստեղնաշարի միջոցով [3, 95-103, 120-155]:

Բերված օրինակում հարցմանը տրված է “No” պատասխան, և աշխատաժամանակները ներմուծված են ստեղնաշարի միջոցով (նկար 5, նկար 6):

Պետք է նշել, որ տվյալների ներմուծումը ստեղնաշարի միջոցով իրականացված է C# լեզվի գրաֆիկական ռեժիմում աշխատող InputBox պատուհանի միջոցով:

Աշխատաժամանակների ներմուծումից հետո ծրագիրը շարունակում է կատարվել ըստ «հունգարական մեթոդով» նշանակումների խնդրի լուծման՝ վերը շարադրված ալգորիթմի քայլերի հաջորդականության: Բոլոր քայլերի կատարման արդյունքները ցուցադրվում են նույն էջի վրա (Form3): Յուրաքանչյուր անգամ էջի ներքևի մասում նշվում է հաջորդ կատարվելիք քայլը, որը իրականացվում է մկնիկի միջոցով այդ հուշման վրա սեղմելուց հետո միայն: Այսպիսով, «Գտնել յուրաքանչյուր տողի փոքրագույն տարրը» հուշման վրա սեղմելուց հետո ծրագիրը աղյուսակի աջ մասում ավելացնում է լրացուցիչ սյուն և այն լրացնում համապատասխան տողերի փոքրագույն տարրերով (նկար 7), իսկ հաջորդ քայլում յուրաքանչյուր տողի տարրերից հանում է համապատասխան տողի փոքրագույն տարրը (նկար 8) [4, 249-285; 784-825]:

Առաջնորդվելով հուշումներով՝ ծրագիրը աղյուսակի ներքևում ավելացնում է տող, այդտեղ գրանցում յուրաքանչյուր սյան փոքրագույն տարրը (նկար 9), այնուհետև, յուրաքանչյուր սյան տարրերից հանում համապատասխան սյան փոքրագույն տարրը (նկար 10):

Համապատասխան հրահանգից հետո ծրագիրը աղյուսակից հեռացնում է փոքրագույնները որոշող տողը և սյունը (նկար 11):

«Նշել զրոներ պարունակող տողերը և սյուները» հրահանգից հետո աղյուսակում կարմիր գույնով նշվում են զրոներ պարունակող բոլոր տողերը և սյուները (նկար 12):

Ծրագիրը, ըստ ալգորիթմի, գտել և կապույտ գույնով աղյուսակում նշել է կարմիրով չնշված տարրերից փոքրագույնը (նկար 13):

Հաջորդ քայլերում ծրագիրը աղյուսակում կարմիրով չնշված տարրերից հանում է նախորդ քայլում գտած փոքրագույն տարրը (նկար 14), իսկ կարմիրով նշված տողերի և սյուների հատման կետերում գտնվող տարրերին գումարում այդ փոքրագույնը (նկար 15):

«Աշխատանքների բաշխումն ըստ աշխատողների և ընդհանուր գումարը» հրահանգից հետո աղյուսակում որոշակի զրոներ նշվում են բաց կանաչ գույնով (նկար 16): Դրանցից յուրաքանչյուրը ցույց է տալիս, թե որ աշխատողը որերորդ աշխատանքը պետք է կատարի: Ըստ այդ բաշխումների՝ S փոփոխականի մեջ գումարվում են նախնական աղյուսակի համապատասխան թվերը՝ աշխատաժամանակները, և արտածվում:

Նկար 16-ում ցուցադրված է երրորդ էջի վերջնական տեսքը: Էջի կենտրոնում ձևափոխությունների արդյունքում ստացված վերջնական աղյուսակն է, ձախ կողմում՝ նախնական աղյուսակը, աջում՝ աշխատանքների բաշխումն ըստ աշխատողների և արդյունքում ստացված նվազագույն գումարը:

Ծրագրում օգտագործված են C# ծրագրավորման լեզվի հարուստ գրաֆիկական միջոցները, որի շնորհիվ էլ ծրագիրն ունի պատկերավոր գրաֆիկական ձևավորում:

Ձևերը (Form)՝ էջերը, միմյանց հետ կապված են դրանց ներքևում տեղադրված սլաքների միջոցով, որոնց ուղղությունն էլ ցույց է տալիս նախորդ կամ հաջորդ էջին անցումը:

Եզրակացություն

Հոդվածում ներկայացված է «հունգարական մեթոդով» նշանակումների խնդրի լուծման հնարավորությունները ժամանակակից ծրագրավորման միջոցներով, մասնավորապես C# ծրագրավորման լեզվով:

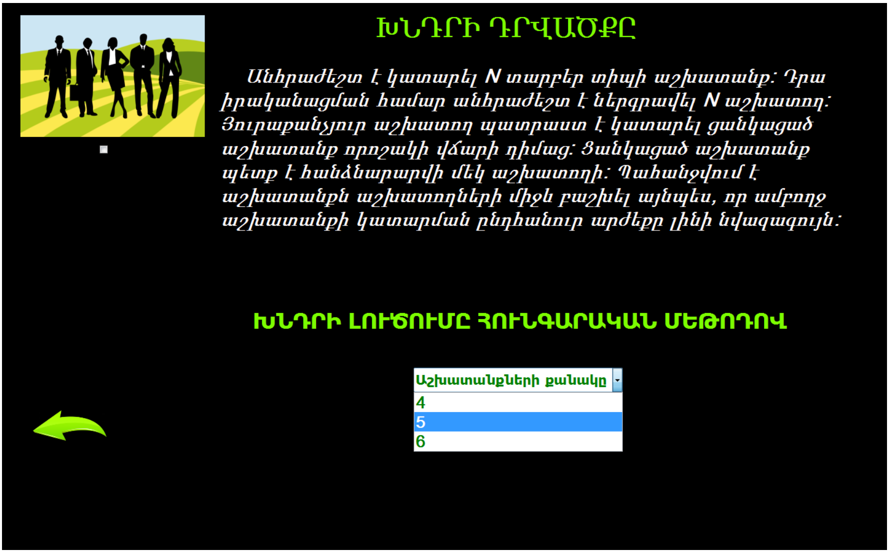
Մշակված ծրագիրը թույլ է տալիս նախնական տվյալների մուտքագրումն իրականացնել պատահական ընտրությամբ կամ ստեղնաշարի միջոցով: Այն հնարավորություն է տալիս նաև խնդրի լուծման ալգորիթմով նախատեսված քայլերի կատարմանը հետևել քայլ առ քայլ, քանի որ դրանց արդյունքները ցուցադրվում են էկրանին գրաֆիկական ռեժիմում:

Հոդվածում ներկայացված է նշանակումների խնդրի ծրագրային կատարման օրինակ խնդրի քայլ առ քայլ լուծմամբ և միջանկյալ ու վերջնական արդյունքների ցուցադրմամբ:

Ծրագրավորման ժամանակակից տեխնոլոգիաների օգտագործումը խնդիրներ լուծելիս բարելավում է ուսուցման արդյունավետությունը, որակը և նպաստում սովորողների ինքնուրույն մտածողության զարգացմանը:

Ծրագիրը կարող է օգտագործվել «մաթեմատիկական մոդելավորում», «օպտիմիզացիայի մեթոդներ», «տնտեսամաթեմատիկական մոդելներ» դասընթացներն ուսումնասիրելիս:

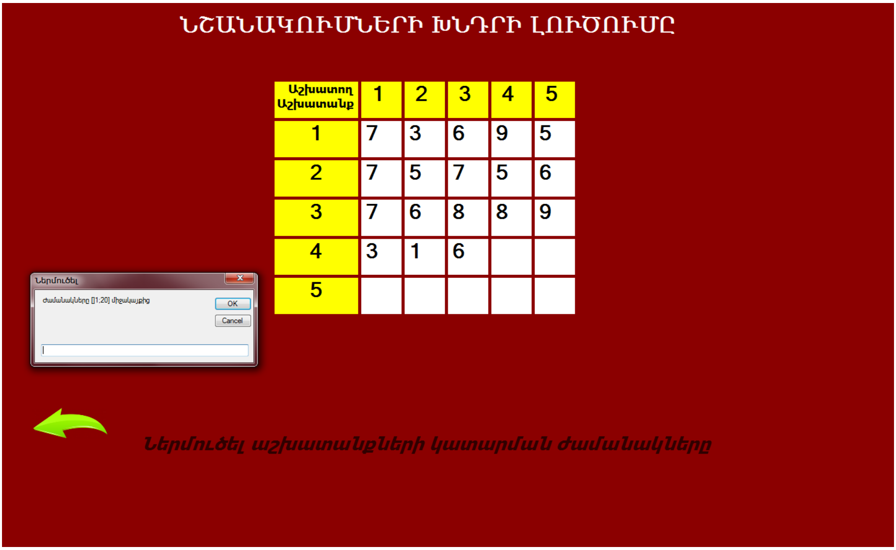
Նկար 1. Տեղեկատվական էջ



Նկար 2. Աշխատանքների քանակի ընտրության էջ

Նկար 3. Աղյուսակի ձևավորման և աշխատաժամանակների լրացման էջ

Նկար 4. Աշխատաժամանակների ներմուծման հարցում



Նկար 5. Ստեղնաշարի միջոցով աշխատաժամանակների ներմուծման ընթացքը

Նկար 6. Աղյուսակի տեսքը աշխատաժամանակների ներմուծումից հետո

Աշխատող Աշխատանք	1	2	3	4	5	Փոքրագ.
1	7	3	6	9	5	*3*
2	7	5	7	5	6	*5*
3	7	6	8	8	9	*6*
4	3	1	6	5	7	*1*
5	2	4	9	9	5	*2*

Նկար 7. Աղյուսակի տեսքը տողերի փոքրագույն տարրերը գտնելուց հետո

Աշխատող Աշխատանք	1	2	3	4	5	Փոքրագ.
1	4	0	3	6	2	*3*
2	2	0	2	0	1	*5*
3	1	0	2	2	3	*6*
4	2	0	5	4	6	*1*
5	0	2	7	7	3	*2*

Նկար 8. Աղյուսակի տեսքը տողերի տարրերից փոքրագույնը հանելուց հետո

Աշխատող Աշխատանք	1	2	3	4	5	Փոքրագ.
1	4	0	3	6	2	3
2	2	0	2	0	1	5
3	1	0	2	2	3	6
4	2	0	5	4	6	1
5	0	2	7	7	3	2
Փոքրագ.	0	0	2	0	1	

Նկար 9. Աղյուսակի տեսքը սյուների փոքրագույն տարրերը գտնելուց հետո

Աշխատող Աշխատանք	1	2	3	4	5	Փոքրագ.
1	4	0	1	6	1	3
2	2	0	0	0	0	5
3	1	0	0	2	2	6
4	2	0	3	4	5	1
5	0	2	5	7	2	2
Փոքրագ.	0	0	2	0	1	

Նկար 10. Աղյուսակի տեսքը սյուների տարրերից փոքրագույնը հանելուց հետո

Նկար 11. Աղյուսակի տեսքը փոքրագույնները որոշող տողը և սյունը հեռացնելուց հետո

Նկար 12. Աղյուսակի տեսքը զրոներ պարունակող տողերը և սյուները նշելուց հետո

Աշխատող Աշխատանք	1	2	3	4	5
1	4	0	1	6	1
2	2	0	0	0	0
3	1	0	0	2	2
4	2	0	3	4	5
5	0	2	5	7	2

Նկար 13. Աղյուսակը փոքրագույն տարրը գտնելուց և կապույտ գույնով նշելուց հետո
(1-ին տողի և 3-րդ սյան հատման կետում գտնվող տարրը)

Աշխատող Աշխատանք	1	2	3	4	5
1	4	0	0	5	0
2	2	0	0	0	0
3	1	0	0	2	2
4	2	0	2	3	4
5	0	2	4	6	1

Նկար 14. Աղյուսակը կարմիրով չնշված տարրերից փոքրագույն տարրը հանելուց հետո

Նկար 15. Աղյուսակը կարմիրով նշված տողերի և սյուների հատման կետերում գտնվող տարրերին փոքրագույն տարրը գումարելուց հետո

Նկար 16. Աշխատանքների բաշխումն ըստ աշխատողների և ընդհանուր նվազագույն գումարը

DOI: https://doi.org 10.58726/27382923-ne2023.1-78

Գրականություն

1. Бродецкий Г.Л., Гусев Д.А. Экономико-математические методы и модели в логистике, процедуры оптимизации, учебное пособие. Москва, Издательский центр “Академия”, 2012, 190 с.
2. Волков И.К., Загоруйко Е.А. Исследование операций, учебное пособие. Издательство МГТУ имени Н.Э. Баумана, 2002, 436 с.
3. Культин Н.Б. Misrosoft Visual C# в задачах и примерах, БХВ Петербург, 2009, 320 с.
4. Шилдт Г. C# 4.0 полное руководство. Москва, Вильямс, 2011, 1056 с.

Задача о назначениях и программа ее решения

Рузанна Мазманян

Резюме

Ключевые слова: *линейное программирование, язык программирования, венгерский метод, алгоритм, параметр, оптимальное решение, интервал*

В статье разобрана одна из фундаментальных задач линейного программирования – задача о назначениях. В ней рассматривается программная реализация решения задачи о назначениях.

Специфические особенности задач о назначениях послужили поводом для появления эффективного венгерского метода их решения. Основная идея венгерского метода заключается в переходе от исходной квадратной матрицы стоимости к эквивалентной ей матрице с неотрицательными элементами и системой независимых нулей, из которых никакие два не принадлежат одной и той же строке или одному и тому же столбцу.

Алгоритм основан на двух идеях:

- если из всех элементов некой строки или столбца вычесть одно и то же число, такие, что все элементы матрицы останутся неотрицательными, то оптимальное решение не изменится,
- если есть решение нулевой стоимости, то оно оптимально.

Программа составлена на обьектно-ориентированном языке программирования C# и работает в графическом режиме C#.

Программа, реализующая решение задачи, в начале требует ввод исходных данных, в графическом режиме составляет квадратную матрицу цен, а после, путем выполнения последовательности шагов алгоритма венгерского метода, достигается окончательное решение задачи.

По составленной квадратной матрице цен алгоритм находит оптимальное распределение работ по исполнителям, так чтобы все работы были распределены и каждому исполнителю досталась ровно одна работа. Программа считает также общие затраты на выполнение всех работ.

Пошаговая реализация решения задачи о назначениях венгерским методом демонстрируется в графическом режиме языка программирования C#.

The Assignment Problem and the Program for its Solution

Ruzanna Mazmanyan

Summary

Key words: *linear programming, programming language, Hungarian method, algorithm, parameter, optimal solution, interval*

The article deals with one of the fundamental problems of linear programming – the assignment problem. It considers the software implementation of solving the assignment problem.

The specific features of assignment problems gave rise to an effective Hungarian method for their solution. The main idea of the Hungarian method is to move from the original square cost matrix to an equivalent matrix with non-negative entries and a system of independent zeros, no two of which belong to the same row or the same column.

The algorithm is based on two ideas:

- if one and the same number is subtracted from all elements of a certain row or column, such that all elements of the matrix remain non-negative, then the optimal solution will not change,
- if there is a zero cost solution, then it is optimal.

The program is written with the object-oriented programming language C# and runs in C# graphics mode.

The program that implements the solution of the problem at the beginning requires the input of initial data, forms a square matrix of prices in the graphical mode, and then, by performing a sequence of steps of the Hungarian method algorithm, the final solution of the problem is achieved.

According to the compiled square price matrix, the algorithm finds the optimal distribution of work among performers, so that all tasks are distributed and each performer gets exactly one task. The program also calculates the total cost necessary to fulfill the entire work.

In the graphical mode of the C# programming language, a step-by-step implementation of solving the assignment problem using the Hungarian method is demonstrated.

Ներկայացվել է 11.03.2023 թ.
Գրախոսվել է 28.04.2023 թ.
Ընդունվել է տպագրության 25.05.2023 թ.

ՀՏԴ 37.02

Ֆիզիկայի և մաթեմատիկայի դասընթացում չափայնությունների վերլուծության մեթոդի որոշ կիրառությունների մասին*

Վարդան Մանուկյան

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-94

Հանգուցային բառեր. *խնդիր, անչափողական գործակից, մեծություն, ցուցիչ, կախվածություն*

Նախաբան

Ֆիզիկայի ուսուցման, ինչպես նաև հետազոտություններ կատարելու գործընթացում օգտվում են որոշ մեթոդներից, որոնք արդյունավետ են և հավասարապես կիրառելի ֆիզիկայի գրեթե բոլոր բաժինների համար: Այդ մեթոդներից է չափայնությունների վերլուծության մեթոդը: Սույն մեթոդի ակունքները ընկած են հին հույների հետազոտություններում, սակայն նրա հիմնադիր համարվում է Ֆուրիեն, ով առաջինը մշակեց մեթոդն ու ներկայացրեց որպես հետազոտական լուրջ միջոց: Ավելի ուշ չափայնությունների մեթոդը կիրառվեց և մինչ այժմ էլ լայնորեն կիրառվում է ֆիզիկական տարբեր հետազոտություններում: Ֆիզիկայի ուսուցման գործընթացում նույնպես այս մեթոդի կիրառությունն ունի չափազանց կարևոր դեր: Այն օգնում է առանց մեծ ջանքերի ստանալ ֆիզիկական մեծությունների ֆունկցիոնալ կախվածությունների տեսքեր, նկատել վրիպումները բանաձևերում կամ արագ ստուգել դրանց իսկությունը, անել կարևոր գնահատումներ և այլն:Ելնելով այս կարևորությունից՝ անհրաժեշտություն է առաջանում այս օգտակար մեթոդը պարզ և համակարգված ձևով ներկայացնել ֆիզիկա սովորողներին:

Սույն աշխատանքում նպատակ ունենալով լուսաբանել չափայնությունների վերլուծության մեթոդի դերը ուսուցման ոչ ֆորմալ և արդյունավետ դարձնելուն՝ փորձ է արվում դասակարգել և ներկայացնել դրա արդյունավետ կիրառությունները աստիճանական բարդացման սկզբունքով կազմված խնդիրիների լուծման գործընթացում, ինչն էլ հանդիսանում է աշխատանքի գիտամեթոդական նորույթը: Առանձնակի ուշադրություն է հատկացված մեթոդի կիրառելիության սահմանների հարցերին:

Աշխատանքի առաջին մասում նախ համառոտ ներկայացված է չափայնությունների վերլուծության մեթոդի էությունը, և ապա քննարկված

* *Հետազոտությունն իրականացվել է ՀՀ գիտության կոմիտեի ֆինանսական աջակցությամբ՝ 21T-5C039 ծածկագրով գիտական թեմայի շրջանակներում:*

են այն պարզագույն խնդիրները, որոնք կարելի է հեշտությամբ լուծել դրա անմիջական կիրառմամբ: Հաջորդ բաժնում ներկայացված են այն դեպքերը, երբ այս մեթոդով հաստատուն անչափողական արտադրիչի ճշտությամբ միարժեքորեն կարելի է որոշել որոնելի ֆիզիկական արտահայտությունները: Որպես օրինակ լուծված է տատանողական կոնտուրի պարբերության որոշման խնդիրը: Ֆիզիկական խնդիրների շարքն ավարտվում է Կազիմիրի երևույթի վերաբերյալ խնդրի քննարկմամբ, որի լուծման համար չափայնությունների մեթոդի հետ մեկտեղ օգտագործված են լրացուցիչ ֆիզիկական դատողություններ: Աշխատանքի վերջին բաժնում, դիտարկելով մի քանի խնդիրներ և թեստ առաջադրանքներ, վեր են հանված չափայնությունների վերլուծության մեթոդի որոշ հնարավոր արդյունավետ կիրառությունները մաթեմատիկայի դպրոցական դասընթացում:

Չափայնությունների վերլուծության մեթոդի էությունը

Յանկացած ֆիզիկական մեծություն ունի թվային արժեք և չափայնություն: Վերջինս ֆիզիկական առնչությունների օգնությամբ արտահայտվում է հիմնական մեծությունների չափայնություններով: Հիմնական ֆիզիկական մեծությունները տարբեր համակարգերում կարող են ընտրվել տարբեր ձևերով: Ֆիզիկայի դպրոցական դասընթացում ներկայումս կիրառվում է Միավորների միջազգային համակարգը (ՄՄՀ), որի հիմնական մեծություններն են ժամանակը (t), երկարությունը (l), զանգվածը (m), բացարձակ ջերմաստիճանը (T), նյութի քանակը (ν), հոսանքի ուժը (I) և լույսի ուժը (J): Եթե ֆիզիկական բանաձևը ճշմարիտ է, ապա հավասարության աջ և ձախ մասերում գրված մեծությունների չափայնությունները պետք է հավասար լինեն: Նշված մասերի ֆիզիկական մեծությունների չափայնությունները արտահայտելով հիմնական մեծությունների չափայնություններով և կատարելով համեմատություն՝ կարելի է չափայնության բավարարման տեսակետից ստուգել բանաձևը: Իհարկե, դա անհրաժեշտ է, բայց ոչ բավարար, որ բանաձևը լինի ճշգրիտ: Հակառակ նշված գործընթացը կարելի է, ելնելով որոշակի ֆիզիկական նկատառումներից, դիտարկել տվյալ երևույթը նկարագրող ֆիզիկական մեծությունների ֆունկցիոնալ կապը և ապա օգտվելով չափայնության բավարարման պայմանից՝ վերականգնել այն [6; 2, 138]: Անհայտ ֆիզիկական մեծությունը որոշելու այս եղանակն անվանում են չափայնությունների վերլուծության մեթոդ կամ պարզապես չափայնությունների մեթոդ: Ինչ խոսք, նշված մեթոդով ֆիզիկական մեծությունների կախվածությունների վերականգնումը ոչ միշտ է լիարժեք կամ հնարավոր, սակայն մեթոդը շատ կարևոր է և օգտակար ինչպես ֆիզիկան ուսումնասիրողների, այնպես էլ լուրջ ֆիզիկական հետազոտություններ կատարողների համար: Ստորև կներկայացնենք չափայնությունների մեթոդի կիրառությունները ֆիզիկայի և մաթեմատիկայի դասընթացներում տարբեր մակարդակի խնդիրներ քննարկելիս [7, 82-87]:

Չափայնությունների վերլուծության պարզագույն կիրառմամբ լուծվող ֆիզիկական խնդիրներ

Սկզբում դիտարկենք պարզ խնդիրներ, երբ որոնելի մեծությունը ակնհայտորեն կախված է միայն երկու ֆիզիկական մեծություններից, և այդ կախվածությունը չափայնության տեսակետից միարժեք է:

Խնդիր 1: Կատարելով ֆիզիկական մեծությունների չափայնությունների վերլուծություն՝ որոշել R շառավղով շրջանագծով v արագությամբ հավասարաչափ շրջանագծային շարժում կատարող մարմնի կենտրոնաձիգ արագացումը:

Լուծում: Պարզ է, որ բացի արագությունից և շրջանագծի շառավղից, մարմնի կենտրոնաձիգ արագացումը որևէ այլ մեծությունից չի կարող կախված լինել: Շառավղի չափայնությունը l է, իսկ արագությանը՝ $\frac{l}{t}$: Փաստորեն l և $\frac{l}{t}$ չափայնությունների միջոցով անհրաժեշտ է ստանալ արագացման $\frac{l}{t^2}$ չափայնությունը: Վերջինիս համարիչը t^2 է և ակնհայտ է, որ $\frac{l}{t}$ -ը պետք է պարտադիր բարձրացնել քառակուսի՝ $\frac{l^2}{t^2}$: Այժմ հեշտ է նկատել, որ ստացվածը բաժանելով շառավղի l չափայնությանը՝ ստանում ենք որոնելի արագացման չափայնությունը: Այժմ, քանի որ արագացման չափայնությունը հավասար է արագության չափայնության քառակուսու և շառավղի չափայնության հարաբերությանը, համապատասխան ֆիզիկական մեծությունների միջև կարող ենք «վերականգնել» համանման կապը՝ $a_n = \frac{v^2}{R}$: Փաստորեն այս մոտեցմամբ ստացանք հավասարաչափ շրջանագծային շարժում կատարող մարմնի կենտրոնաձիգ արագացման արտահայտությունը:

Խնդիր 2: Որոշել առանց սկզբնական արագության a արագացմամբ շարժվող մարմնի անցած ճանապարհը t ժամանակում:

Լուծում: Նախորդ խնդրի նման այստեղ էլ որոնելի կախվածությունը ինչպես ֆիզիկական, այնպես էլ զուտ չափայնության իմաստով միարժեք է և ելնելով դիտարկվող մեծությունների չափայնություններից ու կատարելով որոշակի մաթեմատիկական վերլուծություն՝ պարզապես անհրաժեշտ է որոշել այն: Ժամանակն ունի t, իսկ արագացումը՝ $\frac{l}{t^2}$ չափայնություն: Պարզ է, որ ճանապարհի l չափայնությունը կարելի է ստանալ հետևյալ կերպ $[s]=l=\frac{l}{t^2}t^2=[a][t]^2$: Եթե անցում կատարենք համապատասխան ֆիզիկական մեծություններին, ապա կստանանք $s=at^2$ բանաձևը, որը անչափողական $\frac{1}{2}$ գործակցով տարբերվում է ճշգրիտ $s=\frac{at^2}{2}$ բանաձևից:

Ինչպես տեսնում ենք, ի տարբերություն նախորդ խնդրի, այս խնդրում չափային վերլուծության մեթոդը հնարավորություն տվեց ստանալու որոնելի ֆունկցիոնալ կախվածությունը միայն հաստատուն արտադրիչի ճշտությամբ: Հարկ է նշել, որ ընդհանուր առմամբ այս մեթոդով ստացված լուծումը ըստ էության միշտ էլ որոշված է հաստատուն անչափողական արտադրիչի ճշտությամբ, և առաջին դեպքը հանդիսանում է ճշգրիտ լուծման հետ պատահական համընկման եզակի դեպքերից մեկը:

Անհրաժեշտ է սովորողների ուշադրությունը հրավիրել այն հանգամանքին, որ եթե անգամ կանխավ հայտնի է որոնելի ֆիզիկական մեծության կախված լինելը միայն տրված երկու մեծություններից, ապա միշտ չէ, որ այդ կախվածությունը կարելի է որոշել չափային վերլուծության եղանակով: Անհրաժեշտ է, որ ֆունկցիոնալ կախվածությունը չափայնության բավարարման տեսակետից լինի միակը: Օրինակ, եթե տրված են երկու մաթեմատիկական ճոճանակների փոքր տատանումների T_1 և T_2 պարբերությունները, և պահանջվում է որոշել դրանց գումարային երկարությունն ունեցող ճոճանակի տատանումների պարբերությունը, ապա վերջինիս կարելի է փնտրել ճիշտ չափայնություն ունեցող տարբեր տեսքերով: Օրինակ, չափայնություն խախտած չենք լինի, եթե որոնելի պարբերությունը փնտրենք $T=aT_1+bT_2$ տեսքով, որտեղ a և b անչափողական գործակիցները կամայական թվեր են: Խնդրի դրվածքի համաչափությունից և սահմանային անցումների բավարարման տեսանկյունից պարզ է դառնում, որ անհրաժեշտ է վերցնել $a=b=1$ դեպքը: Կարծես ամեն ինչ լավ է, և ստացված արտահայտությունը բավարարում է ֆիզիկական պահանջներին: Այն չափողականության տեսակետից ճիշտ է: Բանաձևից հետևում է, որ գումարային երկարությամբ ճոճանակի տատանումների պարբերությունը մեծ է առավել կարճ ճոճանակների պարբերություններից, ինչը ֆիզիկորեն սպասելի է: Երբ որևէ ճոճանակի երկարությունը ձգտեցնում ենք զրոյի, ապա նրա պարբերությունը նույնպես ձգտում է զրոյի, և գումարային երկարությամբ ճոճանակի պարբերությունը դառնում է հավասար երկրորդ ճոճանակի պարբերությանը, որը նույնպես ֆիզիկորեն սպասելի է: Այս ամենով հանդերձ սա սխալ բանաձև է: Մաթեմատիկական ճոճանակի պարբերության բանաձևի կիրառմամբ խնդրի լուծման արդյունքում որոնելի մեծության համար ստացվում է $T=\sqrt{T_1^2+T_2^2}$ արտահայտությունը: Նշենք, որ ճիշտ չափայնություն և սահմանային խելամիտ անցումներ ապահովում են նաև խնդրի լուծում չհանդիսացող $T=\sqrt[n]{T_1^n+T_2^n}, n\neq 2$ դեպքերը:

Անչափողական հաստատունի ճշտությամբ միարժեքորեն որոշվող աստիճանային տեսքի ֆիզիկական կախվածությունների որոշման խնդիրներ

Չափայնությունների մեթոդը առանձնապես արդյունավետ է, երբ ֆիզիկական խնդրում փնտրվող ֆունկցիոնալ կախվածությունը հանդիսանում է բոլոր մեծությունների աստիճանային արտահայտությունների արտադրյալ: Դիցուք, ֆիզիկորեն պարզ է, որ որոնելի X մեծությունը կախված է $A,B,C...$ ֆիզիկական մեծություններից: Այդ դեպքում որոնելի աստիճանային արտահայտությունը կլինի

$$X=k\underbrace{A^{\alpha}B^{\beta}C^{\gamma}...}_{n},$$

որտեղ k-ն չափազուրկ համեմատականության գործակից է: $\alpha,\beta,\gamma,...$ անհայտ ցուցիչներ են, որոնք անհրաժեշտ է որոշել չափային վերլուծության մեթոդով: Այս արտահայտության մեջ ֆիզիկական մեծությունները փոխարինելով իրենց չափայնություններով՝ ստանում ենք հետևյալ արտահայտությունը

$$\underbrace{a^{\Delta}b^{\Gamma}c^{\Sigma}...}_{m}=1,$$

որտեղ $a,b,c,...$-ն կախվածությունում առկա հիմնական չափայնություններն են, իսկ m-ը՝ դրանց քանակը: Քանի որ ցանկացած ֆիզիկական մեծության չափայնությունը հիմնական չափայնությունների աստիճանային արտահայտությունների արտադրյալ է, $\Delta,\Gamma,\Sigma,...$ բնականաբար լինում են $\alpha,\beta,\gamma,...$-ի գծային կոմբինացիաներ: Ճիշտ չափայնություն ապահովելու պահանջը հանգեցնում է m քանակությամբ n անհայտներով գծային հավասարումների լուծման, ինչը միարժեքորեն լուծվում է, եթե հավասարումները գծորեն անկախ են և $m = n$: Հակառակ դեպքում առաջանում է անորոշություն, և չափայնությունների մեթոդը կամ «չի աշխատում», կամ էլ նրա հետ մեկտեղ անհրաժեշտ է օգտվել լրացուցիչ ֆիզիկական գաղափարներից: Դիտարկենք մեկ օրինակ:

Խնդիր 3: Որոշել C ունակությամբ կոնդենսատորից և L ինդուկտիվությամբ կոճից բաղկացած իդեալական տատանողական կոնտուրի տատանումների պարբերությունը:

Լուծում: Իդեալական առանձնացված կոնտուրի համար անտեսում են արտաքին ազդեցությունները, կոճի գալարների, կոնդենսատորի շրջադիրների և կոնդենսատորը կոճին միացնող լարերի օհմական դիմադրությունները, ինչպես նաև կոճի միջգալարային ունակությունը: Այս դեպքում ֆիզիկական համակարգը բնութագրվում է միայն երկու պարամետրերով՝ կոնդենսատորի ունակությամբ և կոճի ինդուկտիվությամբ, որոնցից էլ պետք է կախված լինի կոնտուրի պարբերությունը: Կարելի է ենթադրել, որ կոնտուրում տեղի ունեցող տատանումների պարբերությունը կարող է կախված լինել նաև կոնդենսատորին հաղորդված սկզբնական q_0 լիցքի մեծությունից: Այժմ պարբերությունը ներկայացնենք որպես ֆունկցիա C, L, q_0 մեծություններից հետևյալ տեսքով.

$$T = kC^{\alpha} L^{\beta} q_0^{\gamma},$$

որտեղ k-ն չափազուրկ համեմատականության գործակից է, α, β, γ-ն՝ անհայտ ցուցիչներ: Օգտվելով պարզ ֆիզիկական բանաձևերից՝ հեշտությամբ կարելի է ստանալ քննարկվող ֆիզիկական մեծությունների չափայնությունները.

$$[C] = I^2 t^4 m^{-1} l^{-2},\ [L] = I^{-2} t^{-2} m^1 l^2,\ [q_0] = I^1 t^{-1}:$$

Այժմ պարբերության ֆունկցիոնալ առնչությունում T, C, L, q_0 մեծությունները փոխարինելով իրենց չափայնություններով՝ ստանում ենք.

$$t = I^{2\alpha - 2\beta + \gamma} t^{4\alpha - 2\beta - \gamma} m^{-\alpha + \beta} l^{-2\alpha + 2\beta},$$

որի բավարարման պահանջն էլ բերում է հետևյալ հավասարումների համակարգի լուծմանը.

$$\begin{cases} 1+4\alpha-2\beta-\gamma=0 \\ 2\alpha-2\beta+\gamma=0 \\ -\alpha+\beta=0 \\ -2\alpha+2\beta=0 \end{cases}$$

Ինչպես տեսնում ենք, վերջին երկու հավասարումները գծորեն կախված են, և գործ ունենք երեք անհայտներով երեք անկախ գծային հանրահաշվական հավասարումների համակարգի հետ: Լուծելով համակարգը՝ ցուցիչների համար ստանում ենք հետևյալ արժեքները.

$$\alpha=-\frac{1}{2}, \beta=-\frac{1}{2}, \gamma=0,$$

որտեղից էլ կոնտուրի պարբերության համար ստանում ենք հետևյալ բանաձևը.

$$T=k\sqrt{LC}\ :$$

Ինչպես գիտենք, այստեղ էլ համեմատականության գործակիցը մաթեմատիկական ու զսպանակավոր ճոճանակների նման 2π է, և, բնականաբար, չափային վերլուծության գործընթացում այն «կորցնում ենք»:

Հարկ է նշել, որ եթե որոնելի ֆիզիկական կախվածությունը չունի բոլոր մեծությունների աստիճանային արտահայտությունների արտադրյալի տեսք, ապա չափային վերլուծության մեթոդը շատ դեպքերում այլևս ոչնչով չի օգնի գտնելու այն: Օրինակ, եթե կոնտուրի էլեկտրամագնիսական տատանումների պարբերության որոշման հարցը քննարկենք դիմադրության առկայության դեպքում, միայն չափային վերլուծություն կատարելով անհնար է ստանալ $T=\dfrac{2\pi\sqrt{LC}}{\sqrt{1-R^2C/4L}}$ արտահայտությունը: Առավելագույնը, որ կարելի է ստանալ դա նշված արտահայտությունում, ֆիզիկական մեծությունների R^2C/L անչափողական կոմբինացիան է, որը դիմադրության բացակայության դեպքում դառնում է զրո: Պարզ է, որ այդ կոմբինացիան պարբերության բանաձևում պետք է այնպես հանդես գա, որ նրա զրո լինելու դեպքում պարբերությունը հավասար լինի $2\pi\sqrt{LC}$-ի: Վերջինս, սակայն, կարելի է ապահովել ճիշտ չափայնությամբ տարբեր տեսքերի առնչություններով, որոնց մի մասը կարող է բավարարել նաև որոշակի անհրաժեշտ ֆիզիկական պահանջների: Կարծում ենք, անհրաժեշտ է սովորողներին չափայնությունների վերլուծության մեթոդի կարևորությունը ներկայացնելուց զատ ցույց տալ նաև դրա կիրառելիության որոշակի սահմանափակումները, որպեսզի նրանք իմանան, որ ինչպես ցանկացած այլ մեթոդ, այս մեթոդը ևս համապիտանի չէ:

Չափայնությունների վերլուծության և լրացուցիչ գաղափարների համատեղ կիրառմամբ լուծվող ֆիզիկական խնդիրներ

Կան խնդիրներ, երբ չափայնությունների վերլուծության մեթոդը մասամբ է օգնում դրանց լուծմանը և վերջնական ցանկալի արդյունքին հնարավոր է լինում հասնել՝ օգտվելով լրացուցիչ գաղափարներից: Չափայնությունների վերլուծության մեթոդի ուժեղ կողմերից մեկն էլ այն է, որ հաճախ օգնում է ստանալ որոնելի ֆիզիկական կախվածությունը այն դեպքերում, երբ համապատասխան երևույթները սովորողները որակապես պատկերացնում են, սակայն նրանց գիտելիքների խորությունն ու մաթեմատիկական կարողությունները թույլ չեն տալիս ստանալ այն «ուղիղ» ճանապարհով: Օրինակ, կարելի է ավագ դպրոցի աշակերտներին քվանտային երևույթների ուսումնասիրման ընթացքում ծանոթացնել Կազիմիրի էֆեկտի հետ: Սակայն նույն դասընթացի շրջանակում գործնականում անհնար է անալիտիկ ճանապարհով ստանալ կազիմիրյան ուժերի անգամ ամենապարզ արտահայտություններից մեկը: «Квантовая природа поверхностного натяжения» [3] գիտահանրամատչելի հոդվածում բավականին հետաքրքիր և հնարամիտ ձևով ներկայացված է այդ ուժի համար քանակական առնչության ստացման ուղին, սակայն դա ավելի շատ բանաձևի արտածման նկարագրություն է, քան հենց արտածում և բացի այդ էլ հիմնականում ոչ դպրոցական է: Ցավոք, նշված հաշվարկը կիսատ է, և վերջում էներգիայի խտության համար ստացված արտահայտությանը սխալմամբ վերագրվում է որպես ուժի մակերևութային բաշխման խտություն: Այս վրիպման արդյունքում ուժի համար հոդվածում գրված արտահայտությունը սխալ է: Ստորև կձևակերպենք կազիմիրյան ուժերի պարզագույն խնդիրը և կփորձենք այն լուծել չափայնությունների վերլուծության եղանակի ու լրացուցիչ պարզ ֆիզիկական դատողությունների զուգակցման ճանապարհով:

Խնդիր 4: Որոշել վակուումում գտնվող S մակերեսով երկու զուգահեռ իդեալական մետաղական թիթեղների վրա ազդող կազիմիրյան ուժերի մեծությունը: Թիթեղների միջև հեռավորությունը d է:

Լուծում: Բացի S և d մեծություններից՝ կազիմիրյան ուժերի բանաձևում պետք է առկա լինեն նաև $\hbar$ և c հաստատունները: Բավական է հասկանալ, որ այդ ուժն առաջանում է միջթիթեղային վիրտուալ ֆոտոնների՝ արտաքին տեղամասի ֆոտոնների նկատմամբ նոսրացմամբ և ներքին ու արտաքին տեղամասերում էներգիայի ու իմպուլսի խտությունների տարբերության հաշվին: Ֆոտոնի էներգիայի ու իմպուլսի արտահայտություններում առկա են $\hbar$ և c հիմնարար ֆիզիկական հաստատունները, ուրեմն սպասելի է, որ կազիմիրյան ուժերն արտահայտող բանաձևում նույնպես դրանք առկա լինեն: Այսպիսով թիթեղների վրա ազդող Կազիմիրի ուժերը փնտրելու ենք հետևյալ տեսքով

$$F = k\hbar^{\alpha} c^{\beta} d^{\gamma} S^{\delta},$$

որտեղ k-ն չափազուրկ համեմատականության գործակից է, $\alpha, \beta, \gamma, \delta$-ն՝ անհայտ ցուցիչներ: Կրկին օգտվելով պարզ ֆիզիկական բանաձևերից՝ հեշտությամբ կարելի է որոշել քննարկվող ֆիզիկական մեծությունների չափայնությունները.

$$[F] = mlt^{-2}, [\hbar] = ml^2 t^{-1}, [c] = lt^{-1}, [d] = l, [S] = l^2:$$

Կազիմիրի ուժն արտահատող բանաձևում ֆիզիկական մեծությունները փոխարինելով իրենց համապատասխան չափայնություններով՝ ստանում ենք.

$$m^{\alpha-1} l^{2\alpha+\beta+\gamma+2\delta-1} t^{-\alpha-\beta+2} = 1,$$

որի բավարարման պահանջից ստանում ենք հետևյալ հավասարումների համակարգը.

$$\begin{cases} \alpha - 1 = 0 \\ 2\alpha + \beta + \gamma + 2\delta - 1 = 0 \\ -\alpha - \beta + 2 = 0 \end{cases}$$

Ստացվեց չորս անհայտների նկատմամբ երեք հավասարումների համակարգ: Այդ համակարգից α-ն և β-ն հեշտությամբ միարժեքորեն որոշվում են՝

$\alpha = 1, \beta = 1,$

սակայն γ-ի ու δ-ի արժեքները մնում են անորոշ: Այստեղ մեզ օգնության է գալիս մի պարզ ֆիզիկական դիտարկում: Դժվար չէ պատկերացնել, որ թիթեղների բավականաչափ մեծ լինելու հետևանքով դրանց յուրաքանչյուր մասին հարակից կունենանք միևնույն ֆիզիկական վիճակն ունեցող վակուում: Այլ կերպ ասած՝ գործ ունենք համասեռ մակերևութային բաշխման հետ: Այստեղից պարզ է դառնում, որ որոնելի ուժը պետք է ուղիղ համեմատական լինի մակերեսին, հետևաբար $\delta = 1$, իսկ դրանից էլ ստանում ենք $\gamma = -4$: Այսպիսով չափային վերլուծության հետ համատեղ որոշակի ֆիզիկական դատողությունների համադրման արդյունքում հաջողվում է ստանալ կազիմիրյան ուժի հետևյալ բանաձևը.

$$F = k\frac{\hbar c}{d^4} S:$$

Ճշգրիտ հաշվումները, որոնք դուրս են դպրոցական ֆիզիկայի շրջանակից, k գործակցի համար տալիս են $\frac{\pi^2}{240}$ թվային արժեքը [8]: Ինչպես տեսնում ենք, չափային վերլուծության միջոցով կազիմիրյան ուժերի կարգը կամ չի որոշվում, կամ էլ որոշվում է բավականին կոպիտ մոտավորությամբ (եթե կախվածությունը քննարկենք առանց k-ի), սակայն դուրս չգալով դպրոցական ֆիզիկայի իմացությունների շրջանակից՝ հաջողվում է ստանալ այդ ուժի բանաձևը հաստատուն անչափողական արտադրչի ճշտությամբ:

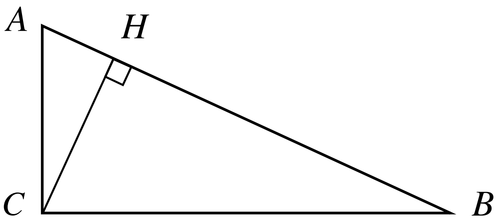
Չափայնությունների վերլուծության մեթոդի որոշ կիրառությունները մաթեմատիկայի դասընթացում

Չափայնությունների վերլուծության մեթոդին ծանոթանալիս կարող է ձևավորվել նախնական թյուր տպավորություն առ այն, որ մեթոդն առավելապես կիրառելի է ֆիզիկայում, և հազիվ թե այն իր հնարավոր արդյունավետ կիրառությունն ունենա մաթեմատիկայում: Մինչդեռ իրականությունն ամենևին այդպիսին չէ: Մասնավորապես, անվանի ֆիզիկոս, ակադեմիկոս Միգդալը ֆիզիկական երևույթների մոտարկմանն ու մոդելավորմանը նվիրված իր հայտնի գիրքը սկսում է չափայնությունների վերլուծության մեթոդով Պյութագորասի թեորեմի արտածմամբ: Ստորև հակիրճ կներկայացնենք այդ ապացույցը, որից հետո, որպես առաջարկվող մոտեցման զարգացում, չափայնությունների վերլուծության մեթոդի կիրառմամբ, կապացուցենք տարբեր երկրաչափական պնդումներ:

Խնդիր 5: Ապացուցել, որ կամայական ուղղանկյուն եռանկյան ներքնաձիգի քառակուսին հավասար է էջերի քառակուսիների գումարին [4, 9-10]:

Լուծում: Ի նկատի ունենալով չափայնությունների վերլուծության մեթոդը՝ կարող ենք պնդել, որ c ներքնաձիգով ABC կամայական ուղղանկյուն եռանկյան $\left(\angle C=90^0\right)$ մակերեսը կարելի է ներկայացնել որպես ֆունկցիա ներքնաձիգից և վերջինիս առընթեր սուր անկյունից հետևյալ տեսքով՝ $S_{ABC}=c^2\cdot f\left(\angle A\right)=c^2\cdot f\left(\angle B\right)$ (տես նկ. 1): Դիցուք $\angle A=\alpha$; $\angle B=\beta$ և $CH\perp AB$: Հեշտ է նկատել, որ $\angle BCH=\alpha$ և $\angle ACH=\beta$, հետևաբար, համաձայն վերոգրյալի, ABC եռանկյան մակերեսի համար կունենանք՝

$$S_{ABC}=S_{ACH}+S_{BCH}\Leftrightarrow AB^2\cdot f(\alpha)=$$
$$=AC^2\cdot f(\alpha)+BC^2\cdot f(\alpha)\Leftrightarrow AB^2=AC^2+BC^2,$$ ինչն էլ պահանջվում էր ապացուցել [6, 9-10]:



Նկար 1. C ուղիղ անկյունով ABC ուղղանկյուն եռանկյուն, որի ներքնաձիգին տարված է CH բարձրությունը

Այժմ համանման մոտեցմամբ ապացուցենք երկրաչափության դպրոցական դասընթացից հայտնի երկու պնդումներ:

Խնդիր 6: Ապացուցել, որ կամայական ուղղանկյուն եռանկյան ներքնաձիգին տարված բարձրության քառակուսին հավասար է ներքնաձիգի վրա առաջացած հատվածների արտադրյալին [1, 57]:

Լուծում: Ի նկատի ունենալով չափայնությունների վերլուծության մեթոդը և խնդիր 5-ում կիրառված մոտեցումը՝ կարող ենք պնդել, որ $\angle C = 90^0$ ուղիղ անկյունով ABC կամայական ուղղանկյուն եռանկյան մակերեսը կարելի է ներկայացնել որպես ֆունկցիա էջից և վերջինիս առընթեր սուր անկյունից հետևյալ տեսքով՝

$S_{ABC} = AC^2 \cdot g\left(\angle A\right) = BC^2 \cdot g\left(\angle B\right)$ (տես նկ. 1):

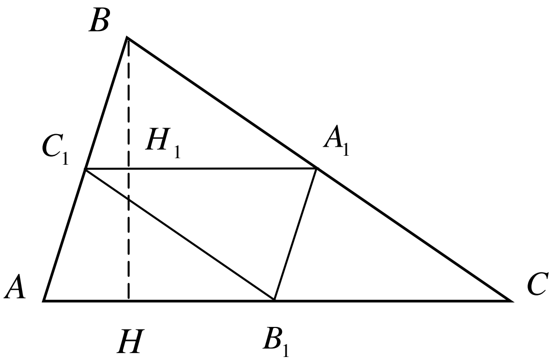
Դիցուք $\angle C = 90^0$; $\angle A = \alpha$; $\angle B = \beta$ և $CH \perp AB$: Հեշտ է նկատել, որ $\angle BCH = \alpha$ և $\angle ACH = \beta$, հետևաբար, համաձայն վերոգրյալի, ACH և BCH եռանկյունների մակերեսների համար կունենանք.

$$\begin{matrix} S_{ACH} = CH^2 \cdot g\left(\beta\right) = AH^2 \cdot g\left(\alpha\right) \\ S_{BCH} = CH^2 \cdot g\left(\alpha\right) = BH^2 \cdot g\left(\beta\right) \end{matrix} \Rightarrow CH^4 = AH^2 \cdot BH^2 \Rightarrow CH^2 = AH \cdot BH,$$

ինչն էլ պահանջվում էր ապացուցել:

Խնդիր 7: Ապացուցել, որ կամայական եռանկյուն իր միջին գծերով բաժանվում է չորս հավասարամեծ եռանկյունների [5, 73]:

Լուծում: Դիտարկենք A_1B_1; B_1C_1 և C_1A_1 միջին գծերով կամայական ABC եռանկյուն, որում տարված է BH բարձրությունը (տե՛ս նկար 2):



Նկար 2. A_1B_1; B_1C_1 ***և*** C_1A_1 ***միջին գծերով*** ABC ***եռանկյուն, որում տարված է*** BH ***բարձրությունը***

Հեշտ է նկատել, որ համաձայն Թալեսի թեորեմի, $BH_1=\dfrac{BH}{2}$: Դիցուք $\angle ABH=\alpha$ և $\angle CBH=\beta$: Ի նկատի ունենալով չափայնությունների վերլուծության մեթոդը և խնդիր 6-ում կիրառված մոտեցումը՝ A_1C_1B և ABC եռանկյունների մակերեսների համար կունենանք՝

$$S_{A_1C_1B}=$$

$$=S_{A_1H_1B}+S_{C_1H_1B}=BH_1^2\left(g\left(\beta\right)+g\left(\alpha\right)\right)=$$

$$=\frac{BH^2}{4}\left(g\left(\beta\right)+g\left(\alpha\right)\right)=\frac{S_{CHB}+S_{AHB}}{4}=\frac{S_{ABC}}{4}:$$

Համանման ձևով կապացուցենք, որ

$$S_{A_1B_1C}=S_{B_1C_1A}=S_{A_1C_1B}=\frac{S_{ABC}}{4}\Rightarrow S_{A_1B_1C_1}=$$

$$=S_{ABC}-\left(S_{A_1B_1C}=S_{B_1C_1A}=S_{A_1C_1B}\right)=\frac{S_{ABC}}{4}:$$

Խնդրի պնդումն ապացուցված է:

Ինչպես տեսնում ենք, չափայնությունների վերլուծության մեթոդը առանձին դեպքերում կարող է բավական արդյունավետ «գործիք» հանդիսանալ երկրաչափական տարբեր պնդումներ ապացուցելիս:

Ի հավելում վերոգրյալի նշենք, որ չափայնությունների վերլուծության մեթոդն իր հնարավոր արդյունավետ կիրառությունները կարող է ունենալ նաև տարատեսակ մաթեմատիկական թեստային առաջադրանքների լուծման ժամանակ, երբ թեստի միջոցով նպատակ է դրվում ստուգելու աշակերտի գիտելիքը երկրաչափական այս կամ պատկերի (մարմնի) մակերեսի (ծավալի) հաշվման բանաձևի իմացության վերաբերյալ:

Որպես ասվածի հիմնավորում՝ դիտարկենք երկու թեստային առաջադրանքներ:

Թեստ 1: Որ բանաձևով է որոշվում a; b; c կողմերով (p կիսապարագծով, արտագծած շրջանագծի R շառավղով, ներգծած շրջանագծի r շառավղով) եռանկյան մակերեսը.

ա) $S=\dfrac{abc}{4R^2}$, բ) $S=\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$,

գ) $S=pr^2$, դ) $S=\sqrt{abc}$:

Լուծում: Հեշտ է նկատել, որ բերված տարբերակներից ա-ում, գ-ում և դ-ում S-ը չունի երկարության քառակուսու չափողականություն, հետևաբար, համաձայն չափայնությունների վերլուծության մեթոդի, այս տարբերակներն ակնհայտորեն սխալ են, և ըստ այդմ, բացառելով սխալ տարբերակները, հանգում ենք միակ ճշմարիտ տարբերակին՝ $S=\sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$ (տարբերակ-բ):

Թեստ 2: Որ բանաձևով է որոշվում a; b; c կողերով ուղիղ պրիզմայի ծավալը.

ա) $V=a^2b^2c^2$, բ) $V=a^2+b^2+c^2$,

գ) $V=abc$, դ) $V=\sqrt{a^3+b^3+c^3}$:

Լուծում: Հեշտ է նկատել, որ բերված տարբերակներից ա-ում, բ-ում և դ-ում V-ն չունի երկարության խորանարդի չափողականություն, հետևաբար, համաձայն չափայնությունների վերլուծության մեթոդի, այս տարբերակներն ակնհայտորեն սխալ են, և ըստ այդմ, բացառելով սխալ տարբերակները, հանգում ենք միակ ճշմարիտ տարբերակին՝ $V=abc$ (տարբերակ-գ):

Եզրակացություն

Չափայնությունների վերլուծության մեթոդի դասավանդման սույն հոդվածում ներկայացված մոտեցումը, ըստ բարդության աստիճանի խնդիրների դասակարգումը, համապատասխան օրինակներն ու մեթոդական բնույթի ցուցումները կարող են օգտակար լինել սովորողներին՝ այդ մեթոդի ազատ և հմուտ կիրառման հարցում, զարգացնելով վերլուծական և տրամաբանական մտածողություն նմանատիպ մոտեցումները՝ բարձրացնում են առարկայի տիրապետման որակն ու նպաստում ֆիզիկայի նկատմամբ հետաքրքրության աճին:

DOI: https://doi.org/10.58726/27382923-ne2023.1-94

Գրականություն

1. Աթանասյան Լ. Ս., Բուտուզով Վ. Ֆ., Կադոմցև Ս. Բ. և ուր., Երկրաչափություն-9: Դասագիրք հանրակրթ. դպր. 9-րդ դաս. համար, Երևան, «Զանգակ-97», 2008, 144 էջ:
2. Ալավերդյան Ռ. Բ., Մելիքյան Գ. Գ., Նինոյան Ժ. Հ., Պետրոսյան Ա. Վ., Ֆիզիկայի խնդիրների ժողովածու, Երևան, հեղինակային հրատարակություն, 2009, 272 էջ:
3. Кречетников Р., Зельников А. Квантовая природа поверхностного натяжения. «Квант» 2022, N 3, с. 7-12.
4. Мигдал А.Б. Качественные методы квантовой теории. М.: «Наука», 1975, - 395 с.
5. Рыбкин Н. Сборник задач по геометрии. М.: Гос. Учебно-педагогическое издательство, 1935, - 112 с.
6. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности. М.: «Наука», 2000, - 309 с.
7. Тирский Г.А. Анализ размерностей. Соросовский образовательный журнал, том 7, 2004, с. 82-87.
8. https://en.wikipedia.org/wiki/Casimir_effect

О некоторых применениях метода размерного анализа в курсе физики и математики

Вардан Манукян

Резюме

Ключевые слова: *задача, безразмерный коэффициент, величина, показатель степени, зависимость*

В данной работе, с целью выделения роли метода анализа размерности в обеспечении неформальности и эффективности обучения, предпринята попытка классифицировать и представить его эффективные применения в процессе решения задач на основе принципа постепенной сложности, в чем и заключается научно-методическая новизна работы. Особое внимание уделено вопросам границ применимости метода.

В первой части работы кратко изложена суть метода анализа размерности, а затем рассмотрены простейшие задачи, которые легко решаются его непосредственным применением. В следующем разделе представлены случаи, когда искомые физические выражения, определяемые этим методом, могут быть определены однозначно с точностью постоянного безразмерного множителя. В качестве примера решается задача определения периода колебательного контура. Цикл физических задач завершается обсуждением задачи о явления Казимира, для решения которой наряду с методом размерностей используются дополнительные физические рассуждения.

При ознакомлении с методом анализа размерностей может сложиться первоначальное ошибочное впечатление, что метод наиболее применим в физике, и вряд ли имеет возможное эффективное применение в математике. Однако, это совсем не так. Не зря известный физик, академик Мигдал начинал свою знаменитую книгу, посвященную аппроксимации и моделированию физических явлений, доказательством теоремы Пифагора с использованием метода анализа размерностей. В последнем разделе работы, рассмотрены некоторые задачи, и тестовые задания математики, при решении которых применяется метод анализа размерности.

On Some Applications of the Method of Dimensional Analysis in the Course of Physics and Mathematics

Vardan Manukyan

Summary

Key words: *problem, non-dimensional coefficient, quantity, exponent, dependence*

In the article, it was attempted to classify and represent the effective applications of the dimensional analysis method in the process of solving problems based on the principle of gradual complexity, which is the scientific and methodological novelty of the work, in order to highlight the role of the method in ensuring the informality and effectiveness of training. Particular attention is paid to the issues of the limits of the method's applicability.

In the first part of the work, the essence of the dimensional analysis method is briefly outlined, and then the simplest problems easily solved by its direct application are considered. The next section represents the cases when the desired physical expressions determined by this method can be uniquely determined with the accuracy of a constant dimensionless factor. As an example, the problem of determining the period of an oscillatory circuit is solved. The cycle of physical problems ends with a discussion of the problem of the Casimir phenomenon, for the solution of which, along with the method of dimensions, additional physical reasoning is used.

When getting acquainted with the method of dimensional analysis, an initial erroneous impression may arise that the method is most applicable in physics, and is unlikely to have a possible effective application in mathematics. However, this is not true. No wonder the famous physicist, academician Migdal began his famous book on approximation and modeling of physical phenomena by proving the Pythagorean theorem using the dimensional analysis method. In the last section of the work, some tasks and test tasks of mathematics are considered, in the solution of which the dimensional analysis method is used.

Ներկայացվել է 10.04.2023 թ.
Գրախոսվել է 04.05.2023 թ.
Ընդունվել է տպագրության 25.05.2023 թ.

ՀՏԴ 37.02

Մաթեմատիկական տրամաբանական խնդիրները որպես ստեղծագործական մտածողության զարգացման միջոց*

Գագիկ Նիկողոսյան

DOI: https://doi.org/ 10.58726/27382923-ne2023.1-110

Հանգուցային բառեր. *ապացուցել, հերքել, զույգություն, բաժանելիություն, ինվարիանտ, տարածական մարմին, փռվածք, հմտություն*

Ներածություն: Արդի աշխարհը գլոբալ զարգացումների, սրընթաց փոփոխությունների աշխարհ է. Ոչ մի բան ապահովագրված չէ փոխվելու, հնանալու կամ վերանալու վտանգից: Տեղեկատվական պայթյունը հանգեցրեց տեղեկույթի ծավալի շեշտակի աճի. Գիտական հայտնագործություններն աննախադեպ արագությամբ հաջորդում են մեկը մյուսին, զուգահեռաբար, առավել մեծ ընդգրկումով ու արագությամբ ընթանում է տեխնոլոգիական զարգացումը: Այս զարգացումները փոփոխություններ են մտցնում մարդկանց կենսակերպում ու աշխարհայացքում, խարխլվում են ավանդույթները, ձևավորվում են նոր արժեքներ: Կյանքը հասարակությանն ապրելու և գործելու նոր ռազմավարության է պարտադրում: Այդ նոր ռազմավարության մշակումն էլ ամենաընդհանուրի մասով կազմում է ժամանակակից կրթական քաղաքականության բովանդակությունը:

Կրթության ոլորտի շատ մասնագետների կարծիքով XX-րդ դարն իրավամբ համարվում է հանրակրթության ձևավորման ու զարգացման դար: Սակայն այսօր գրեթե բոլոր զարգացած երկրները, չբավարարվելով իրենց իսկ երկրի կրթության, մասնավորապես հանրակրթության փաստացի վիճակով, կարևորում են այդ համակարգի անընդհատ բարեփոխման հիմնահարցը: Հայտնի է, որ կրթության որակի բարձրացման, գիտատեխնիկական առաջընթացի, տնտեսական ներուժի զարգացման գործում վճռորոշ դեր ունի հենց դպրոցականների և ուսանողների մաթեմատիկական կրթությունը [6]: Պայմանավորված հասարակության զարգացման և նրա տեխնիկատնտեսական կարիքների բավարարման պահանջներով՝ անընդհատ ընդլայնվում և փոփոխվում են մաթեմատիկայի ուսուցման նպատակները, ինչն էլ էական պահանջներ է դնում ոչ միայն մաթեմատիկայի բովանդակության փոփոխության, այլ նաև ուսումնա-

* *Հետազոտությունն իրականացվել է ՇՊՀ-ի կողմից տրամադրվող ֆինանսական աջակցության շնորհիվ՝ № ShSU 02-SCI-2022 ծածկագրով գիտական թեմայի շրջանակներում:*

կան ծրագրերով սահմանվող սովորողների մաթեմատիկական պատրաստվածության մակարդակի վրա:

Բուն մաթեմատիկա գիտության անընդհատ զարգացումը, նրանում նոր, կարևոր բնագավառների առաջացումը առաջ են բերում մի կողմից ուսումնական առարկայի համապատասխան նորացման անհրաժեշտություն, մյուս կողմից իրենց ճանաչողական նշանակությունն ու գործնական արժեքը կորցրած թեմաների կրճատում, հեռացում ծրագրից (օրինակ, կոմբինատորիկայի և բազմությունների տեսության տարրերի մուտք, մաթեմատիկական անալիզի, մաթեմատիկական տրամաբանության, վիճակագրության ու հավանականությունների տեսության տարրերի մուտք, լոգարիթմական հաշվեքանոնի հեռացում ծրագրից և այլն):

Կրթության արդի զարգացումներում առանձին կարևորություն է ստանում ստեղծագործ (կրեատիվ), տրամաբանող, քննադատական մտածողությամբ օժտված անձի ձևավորումը, ինչը բոլոր ժամանակներում (և մեր ժամանակներում՝ առավել ևս) համարվել ու համարվում է անձի ամենակարևոր որակը: Ստեղծագործական ակտիվության չափանիշներ կարող են համարվել ինտելեկտուալ նախաձեռնության դրսևորումը, օպտիմալ մոտիվացիայի առկայությունը, ստեղծագործական ընդունակությունների և կարողությունների, տրամաբանական և ստեղծագործական մտածողության զարգացման մակարդակը: Ի նկատի ունենալով մաթեմատիկայի ուսուցման հանրակրթական, դաստիարակչական և գործնական նպատակները (մասնավորաբար, մաթեմատիկայի դպրոցական դասընթացի դաստիարակչական նպատակներից հիմնականը սովորողների ստեղծագործական և տրամաբանական մտածողության ձևավորումն ու զարգացումն է [1])՝ կարող ենք փաստել, որ վերոգրյալը լավագույնս կարելի է ապահովել՝ մաթեմատիկա ուսուցանելով, մասնավորապես, մաթեմատիկայի դասավանդման պրոցեսում հնարավորինս շատ ներառելով բանաձևային գիտելիքների իմացություն չպահանջող տրամաբանական խնդիրներ:

Այս համատեքստում սույն աշխատանքը նվիրված է մաթեմատիկայի դպրոցական դասընթացում հանդիպող և/կամ այդ դասընթացի իմացության շրջանակում դիտարկվող տարբեր ոչ տիպային բազմամակարդակ տրամաբանական խնդիրների նպաստող դերի վերհանմանը ուսուցման արդյունավետության և ըստ այդմ կրթության որակի բարձացման գործընթացներում: Մասնավորապես հոդվածում.

ա) վեր է հանված զույգության, բաժանելիության, ինվարիանտի կիրառման, երրորդի բացառման օրենքի կիրառման վերաբերյալ ընտ-

բովի բազմամակարդակ խնդիրների նպաստող դերը սովորողների մոտ ապացուցման և/կամ հերքման հմտությունների ձևավորման և զարգացման պրոցեսում,

բ) վեր է հանված տարածական մարմինների և փռվածքների վերաբերյալ տրամաբանական խնդիրների նպաստող դերը սովորողների որոնողական ընդունակությունների, ստեղծագործական և տարածական մտածողության ձևավորման և զարգացման պրոցեսում,

գ) վերոգրյալ տիպերի տրամաբանական խնդիրների լուծման համար տրված են մեթոդական ցուցումներ՝ լուծումների հիմքում դնելով տրամաբանորեն հիմնավորված դատողության առկայությունը,

ինչն էլ աշխատանքի գիտամանկավարժական նորույթն է:

1. **Ապացուցման և/կամ հերքման վերաբերյալ ընտրովի տրամաբանական խնդիրներ:** Մաթեմատիկայի դպրոցական դասընթացի շրջանակում հաճախ հանդիպում ենք պնդումների և խնդիրների, որոնց ապացուցման կամ հերքման հիմքում ընկած են տարբեր եղանակներով հիմնավորվող կոնկրետ տրամաբանական դատողությունները, ինչի վառ օրինակ է հակասող ենթադրության մեթոդը: Այս մեթոդի համաձայն, նախապես ենթադրում ենք, որ ապացուցման ենթակա պնդումը սխալ է: Եթե այդ ենթադրությունը տրամաբանական դատողությունների միջոցով հանգեցնում է հակասության, եզրակացնում ենք, որ մեր ենթադրությունը սխալ է, այսինքն՝ տրված պնդումը ճշմարիտ է [1]: Այս մեթոդի վերաբերյալ իր ուշագրավ և դիպուկ կարծիքն է հայտնել նաև անգլիացի հայտնի մաթեմատիկոս Գոդֆրի Հարոլդ Հարդին [8]: *Ըստ Հարդիի՝ հակասող ենթադրության մեթոդը մաթեմատիկայի ամենանրբագեղ զենքերից մեկն է, այն անհամեմատ ավելի գեղեցիկ հնարք է, քան ցանկացած շախմատային գամբիտ, քանզի հաջողության հասնելու համար շախմատիստը կարող է զոհաբերել զինվոր կամ նույնիսկ ֆիգուր, մինչդեռ մաթեմատիկոսը դիմում է ողջ պարտիան պարտվելու ռիսկին:*

Բովանդակային իմաստով ապացուցումը տրամաբանական գործողություն է, որի ընթացքում ինչ-որ մտքի ճշմարտություն հիմնավորվում է այլ մտքերի (դատողությունների) օգնությամբ: Բոլոր գիտություններում էլ (հատկապես բնագիտամաթեմատիկական) ապացուցելու հարկ կա: Ընդ որում՝ այն մտքերի, դատողությունների բովանդակությունը, որոնց ճշմարիտ լինելը պահանջվում է հիմնավորել, յուրաքանչյուր գիտությունում, բնականաբար, տարբեր է: Տրամաբանություն գիտությունն էլ հենց գտնում է այն ընդհանուրը, որը բնութագրական է բոլոր այդ ապացուցումների համար՝ անկախ այս կամ այն ապացուցման կոնկրետ բովանդակությունից: Առհասարակ, տրամաբանության մեջ յուրաքանչյուր բովանդակային ապացուցման մեջ առանձնացնում են երեք կառուցվածքային տարրեր՝ թեզիս, հիմք և կշռադատություն [3]:

Թեզիս կոչվում է այն պնդումը, որի ճշմարիտ լինելը պահանջվում է ապացուցել:

Հիմք կոչվում է այն առաջադրությունը, պնդումը, որի ճշմարիտ լինելը նախկինում արդեն ապացուցված է, և որը կարող է օգտագործվել թեզիսի ճշմարիտ լինելը հիմնավորելիս:

Կշռադատությունը կամ փաստարկումն այն եղանակն է, որի միջոցով թեզիսի ճշմարիտ լինելը բխում է ապացուցման հիմքերից և փաստարկներից: Ըստ էության կշռադատությունը կիրառված ապացուցման մեթոդն է, որն ապացուցողական մտահանգումների որոշակի հաջորդականություն է:

Առհասարակ, տրամաբանության մեջ դիտարկվում են տրամաբանական մտածողության չորս հիմնական օրենքներ, որոնք կազմում են ցանկացած կշռադատության հիմքը: Դրանք են՝ նույնության, հակասության, երրորդի բացառման և բավարար հիմունքի օրենքները [2]:

Նույնության օրենքը պահանջում է, որ յուրաքանչյուր միտք որոշակի, հաստատուն իմաստով կիրառվի կշռադատության ընթացքում: Օրինակ, անթույլատրելի է, որ բազուկ բառը կշռադատության մի փուլում կիրառվի կամ ընկալվի որպես ճակնդեղ, մեկ այլ փուլում՝ որպես ձեռք (թև), իսկ մյուսում՝ ֆիզիկական մեծություն հանդիսացող ուժի բազուկ: Նման կշռադատությունը տրամաբանական չի լինի:

Նույնության օրենքի նշանակությունն այն է, որ նրա պահանջին հետևելով՝ պահպանում ենք մեր մտքերի որոշակիությունը կշռադատելու ընթացքում:

Հակասության օրենքի համաձայն երկու հակադիր դատողություններ չեն կարող միաժամանակ ճշմարիտ լինել:

Դիտարկենք հակադիր դատողություններ:

Ուղիղ պրիզմայի ծավալը կախված չէ հիմքի բազմանկյան մակերեսից:

Ուղիղ պրիզմայի ծավալը կախված է հիմքի բազմանկյան մակերեսից:

Պարզ է, որ վերոգրյալ հակադիր դատողությունները, հակասության օրենքի համաձայն, միաժամանակ չեն կարող լինել ճշմարիտ:

Հակասության օրենքի նշանակությունն այն է, որ նրա պահանջին հետևելով՝ մենք պահպանում ենք մեր մտքերի անհակասականությունը կշռադատելու ընթացքում:

Անհրաժեշտ է ուշադրություն դարձնել այն էական հանգամանքի վրա, որ հակասության օրենքը տարածվում է հակադիր դատողությունների, այսինքն՝ ինչպես հակադեմ, այնպես էլ հակասող դատողությունների վրա և գտնում է, որ դրանք միաժամանակ ճշմարիտ չեն կարող լինել, բայց այս օրենքը չի բացառում երկու հակադիր դատողությունների միաժամանակյա սխալ լինելը: Այս «բացը» լրացնում է ***երրորդի բացառման օրենքը***, համաձայն որի՝ երկու հակադիր դատողություններից մեկն անպայման ճշմարիտ է, մյուսը՝ կեղծ, երրորդ ելքը բացառված է: Անհրաժեշտ է հստակ ընդգծել, որ երրորդի բացառման օրենքը չի պատասխանում այն հարցին, թե երկու հակադիր դատողություններից որն է ճշմարիտ, և որը՝ կեղծ: Այդ հարցի պատասխանը դուրս է մնում այս օրենքի իրավասությունից: Պետք է նկատի ունենալ, որ եթե հակասող դատողություններից մեկը ճշմարիտ է, ապա հետևողական պետք է լինենք՝ մյուս դատողությունը սխալ համարենք, և հակառակը: Երրորդի բացառման օրենքի նշանակությունն այն է, որ նրա պահանջը կատարելով՝ ապահովում ենք մեր մտքի հետևողականությունը:

Եվ, վերջապես, ***բավարար հիմունքի օրենքի*** համաձայն, յուրաքանչյուր ճշմարիտ միտք կշռադատության ընթացքում պետք է անհրաժեշտաբար ունենա իր տրամաբանական հիմքը (բխի այլ ճշմարիտ մտքերից):

Բավարար հիմունքի օրենքի նշանակությունն այն է, որ այդ օրենքի պահանջին հետևելով՝ մենք ապահովում ենք մեր մտքերի հիմնավորվածությունը:

Ըստ էության, տրամաբանական այս չորս անկյունաքարային օրենքներն իրենց լավագույն դրսևորումն են գտել ապացուցման հիմնական մեթոդներից մեկի՝ հակասող ենթադրության մեթոդի կառուցակարգում:

Այս մեթոդի՝ որպես տրամաբանական բովանդակային ապացուցման, հիմքը կազմում են հակասության և երրորդի բացառման օրենքները, իսկ կշռադատությունը ներառում է նույնության և բավարար հիմունքի օրենքները:

Հակասող ենթադրության մեթոդի համաձայն, ենթադրում ենք, որ ապացուցման ենթակա ելակետային պնդումը սխալ է: Եթե այս ենթադրությունը տրամաբանական դատողությունների միջոցով հանգեցնում է հակասության, եզրակացնում ենք, որ մեր ենթադրությունը սխալ է, այսինքն՝ տրված ելակետային պնդումը ճշմարիտ է:

Ըստ էության, A պնդման ճշմարտացիությունն ապացուցելու փոխարեն ապացուցում ենք, որ նրա ժխտումը սխալ է, ինչը, բավարար հիմունքի, հակասության և երրորդի բացառման օրենքների համաձայն, համարժեք է A պնդման ճշմարիտ լինելուն:

Դասավանդման տարիների փորձառությունը վկայում է այն մասին, որ աշակերտը, ով առաջին անգամ ծանոթանում է հակասող ենթադրության մեթոդի էությանը, տարակուսանք է հայտնում առ այն, թե ի՞նչ տարբերություն, ես ապացուցելու եմ *A* պնդման ճշմարտացիությունը, թե վերջինիս ժխտման սխալ լինելը, միևնույնն է, եթե մեկը կարողանամ ապացուցել, ինքնաբերաբար մյուսն էլ կապացուցեմ, և կարծես խիստ թերահավատորեն է մոտենում այս մեթոդի կիրառման արդյունավետությանը: Առաջին հայացքից այդպիսի հարցադրումը կարծես իր մեջ ճշմարտության թվացյալ հատիկ պարունակում է: Մինչդեռ տարբեր տիպային և ոչ տիպային խնդիրների քննարկման շնորհիվ է, որ աշակերտը կարողանում է լիարժեք ընկալել այս մեթոդի էությունը, արդյունավետ կիրառման հնարավորություններն ու սահմանները:

Հարկ է նշել, որ մաթեմատիկայի դպրոցական դասընթացում հանդիպում են ապացուցման և/կամ հերքման վերաբերյալ տարբեր խնդիրներ, որոնց լուծման ժամանակ հակասող ենթադրության մեթոդի կիրառման արդյունքում դժվար է անմիջականորեն «հանգել» հակասության, դեռ ավելին, ի սկզբանե ամենևին պարզ չէ, թե ինչի «շնորհիվ» կարող ենք հանգել հակասության: Ըստ էության պետք է փաստենք, որ, որպես կանոն, հակասության հանգելու համար հակասող ենթադրության մեթոդին «զուգահեռ» անհրաժեշտ է կիրառել մեկ այլ մեթոդ և/կամ հնարք ևս: Որպես այդպիսիք կարող է հանդես գալ ինվարիանտը (երբ տվյալ խնդրի պայմաններում որևէ մեծություն կամ մեծության որևէ հատկություն, օրինակ զույգություն, բաժանելիություն, մնում է անփոփոխ) [4]: Անհրաժեշտ է հստակ ընդգծել, որ հակասող ենթադրության մեթոդի և հավելյալ որևէ հնարք(ներ)ի և/կամ մեթոդ(ներ)ի համատեղ կիրառման արդյունքում է միայն հնարավոր լինում կիրարկել հակասող ենթադրության մեթոդի գործիքակազմը և հասնել առաջադրված խնդրի լուծմանը: Այդպիսի հավելյալ արդյունավետ մեթոդներից մեկն էլ հենց ինվարիանտի կիրառման մեթոդն է, որն ապահովում է ապացուցման և/կամ հերքման տարբեր խնդիրներում հակասող ենթադրության մեթոդի արդյունավետ կիրարկումը:

Դիտարկենք մի քանի օրինակներ:

Խնդիր 1: Հաջորդականության առաջին անդամը 1 է, իսկ յուրաքանչյուր հաջորդ անդամ ստացվում է իր նախորդից՝ վերջինիս ավելացնելով իր թվանշանների գումարը: Պարզել, կարո՞ղ է արդյոք 765432 թիվը լինել այդ հաջորդականության անդամ [4]:

Լուծում: Ինչպես գիտենք, յուրաքանչյուր բնական թիվ 3-ի վրա բաժանելիս տալիս է նույն մնացորդը, ինչ այդ թվի թվանշանների գումարը:

Հեշտ է նկատել, որ տրված հաջորդականության առաջին անդամը չի բաժանվում 3-ի, իսկ յուրաքանչյուր հաջորդ անդամ 3-ի վրա բաժանելիս տալիս է 2 կամ 1 մնացորդ: Եվ ուրեմն կարող ենք պնդել, որ այս հաջորդականության պարագայում ինվարիանտ է մնում հաջորդականության անդամի՝ 3-ի վրա չբաժանվելու հատկությունը: Քանի որ 765432 բնական թիվը բաժանվում է 3-ի, կնշանակի այն տվյալ հաջորդականության անդամ չի կարող լինել:

Խնդիր 2: 5x5 չափսերի քառակուսային ցանցի յուրաքանչյուր վանդակում նստած է մեկ մորեխ: Կրակոցից հետո յուրաքանչյուր մորեխ տեղափոխվում է հարևան որևէ վանդակ (երկու վանդակներ համարվում են հարևան, եթե ունեն ընդհանուր կողմ): Ապացուցել, որ կրակոցից հետո վանդակներից առնվազն մեկում մորեխ չի լինի [4]:

Լուծում: A-ով նշանակենք հետևյալ պնդումը. «կրակոցից հետո վանդակներից առնվազն մեկում մորեխ չի լինի»: Կատարենք հակասող ենթադրություն ($\overline{A}$), այն է՝ «կրակոցից հետո բոլոր վանդակներում կլինեն մորեխներ»: Փորձենք ապացուցել, որ մեր նախնական ենթադրությունը, այն է՝ $\overline{A}$ պնդումը կեղծ է: Տրված քառակուսային ցանցի վանդակները ներկենք շախմատաձև՝ սև և սպիտակ գույներով (ստորին ձախ վանդակը կներկենք սև գույնով): Արդյունքում կունենանք 13 սև և 12 սպիտակ գույնի վանդակներ: Հեշտ է նկատել, որ երկու կամայական հարևան վանդակներ կլինեն տարբեր գույների (կնշանակի կրակոցից հետո յուրաքանչյուր մորեխ կհայտնվի այլ գույնի վանդակում, ըստ այդմ ինվարիանտ է մնում մորեխի զբաղեցրած վանդակի գույնի չպահպանման հատկությունը), հետևաբար ակնհայտ է, որ կրակոցից հետո 13 սև վանդակերից յուրաքանչյուրում գտնվող մորեխները կլքեն այդ վանդակները՝ տեղափոխվելով հարևան վանդակներ, և թվով 13 այդ նույն սև վանդակներում կարող են հայտնվել միայն թվով 12 սպիտակ վանդակներում գտնվող մորեխները և, ուրեմն, սև վանդակներից առնվազն մեկը կմնա դատարկ: Կնշանակի, մեր նախնական ենթադրությունը սխալ է, ըստ այդմ խնդրի պնդումն ապացուցված է:

Խնդիր 3: Սարդը գտնվում է անվերջ քառակուսային ցանցի վանդակներից մեկում: Յուրաքանչյուր քայլում սարդը տեղափոխվում է իր վերին, ստորին, աջ կամ ձախ հարևան վանդակներից որևէ մեկը: Կարո՞ղ է արդյոք n քայլերից հետո սարդը վերադառնալ իր սկզբնական դիրքը, եթե.

ա/ $n=1967$, բ/ $n=1968$ [5]:

Լուծում: Ենթադրենք n քայլերից հետո սարդը կարող է վերադառնալ իր սկզբնական դիրքը: Անվերջ քառակուսային ցանցը շախմատաձև ներկենք սև-սպիտակ գույներով այնպես, որ սարդը սկզբում գտնվի սպիտակ վանդակում: Հեշտ է նկատել, որ յուրաքանչյուր հաջորդ քայլում սարդը տեղափոխվում է այլ գույնի վանդակ, քանի որ շախմատաձև ներկման դեպքում ամեն մի վանդակի աջ, ձախ, վերին կամ ստորին հարևան վանդակը կլինի այլ գույնի՝ տվյալ վանդակի գույնի հետ համեմատած:

Համաձայն վերոգրյալի կարող ենք պնդել, որ կամայական զույգ թվով քայլերից հետո սարդը կհայտնվի նույն գույնի վանդակում, ինչ գույնի վանդակից որ սկսել էր շարժվել (առաջին ինվարիանտ), իսկ կամայական կենտ թվով քայլերից հետո սարդը կհայտնվի այլ գույնի վանդակում, ինչ գույնի վանդակից որ սկսել էր շարժվել (երկրորդ ինվարիանտ), հետևաբար, համաձայն այս ինվարիանտների, կարող ենք պնդել, որ n=1967 կամայական քայլերից հետո սարդը չի կարող վերադառնալ իր սկզբնական դիրքը, իսկ n=1968 որոշակի քայլերից հետո սարդը կարող է վերադառնալ իր սկզբնական դիրքը (օրինակ, բավական է կատարել $1968/2=984$ քայլ վերև և նույնքան քայլ դեպի ներքև):

Պատ.՝ ա/ հնարավոր չէ, բ/ հնարավոր է:

Խնդիր 4: Քառակուսու երեք գագաթներում նստած են մորեխներ: Յուրաքանչյուր քայլում մորեխներից որևէ մեկը փոխում է իր դիրքը՝ զբաղեցնելով նոր դիրք, որը համաչափ է մյուս երկու մորեխներից որևէ մեկի նկատմամբ: Ապացուցել, որ մորեխներից և ոչ մեկը չի կարող որոշակի քայլերից հետո զբաղեցնել քառակուսու չորրորդ գագաթը [5]:

Լուծում: Դիտարկենք ուղղանկյուն դեկարտյան կոորդինատային համակարգ այնպիսին, որ քառակուսու այն գագաթները, որոնցում նստած են մորեխները, ունենան հետևյալ կոորդինատները՝ (0; 0), (1; 0) և (0; 1): Պարզ է, որ այս դեպքում քառակուսու չորրորդ գագաթը կունենա (1; 1) կոորդինատները, և բացի այդ հեշտ է նկատել, որ յուրաքանչյուր քայլում որևէ մորեխի զբաղեցրած նոր դիրքի կոորդինատներից յուրաքանչյուրի զույգությունը մնում է անփոփոխ (ինվարիանտ), հետևաբար ակնհայտ է, որ և ոչ մի մորեխ որոշակի վերջավոր քայլերից հետո չի կարող զբաղեցնել քառակուսու չորրորդ գագաթը, որի երկու կոորդինատներն էլ կենտ են: Խնդրի պնդումն ապացուցված է:

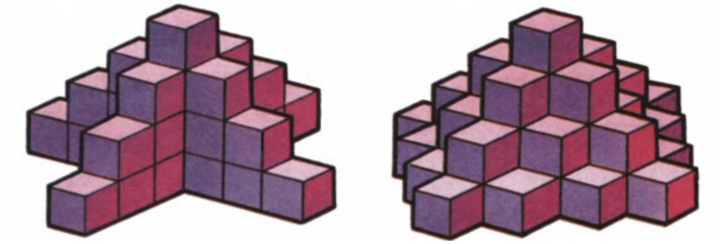
Ինչպես տեսնում ենք, տարբեր խնդիրներում ինվարիանտ են մնում տարբեր մեծություններ կամ մեծությունների տարբեր հատկություններ, մասնավորապես խնդիր 1-ում ինվարիանտ էր մնում հաջորդականության յուրաքանչյուր անդամի՝ 3-ի վրա չբաժանվելու հատկությունը, խնդիր 2-ում՝ մորեխի զբաղեցրած վանդակի գույնի չպահպանման հատկությունը, խնդիր 3-ում՝ զույգ թվով քայլերից հետո նույն գույնի վանդակում հայտնվելու հատկությունը (առաջին ինվարիանտ) և կենտ թվով քայլերից հետո այլ գույնի վանդակում հայտնվելու հատկությունը (երկրորդ ինվարիանտ), խնդիր 4-ում՝ զբաղեցրած նոր դիրքի կոորդինատներից յուրաքանչյուրի զույգությունը: Ընդ որում նկատենք, որ եթե 1-3 խնդիրներում ինվարիանտ հանդիսացող հատկությամբ օժտված էր խնդրում դիտարկվող օբյեկտը (հաջորդականության անդամ կամ վանդակ), ապա խնդիր 4-ում ինվարիանտ հանդիսացող հատկությամբ օժտված օբյեկտը ներմուծվել էր մեր կողմից: Ըստ էության առկա և ներմուծվող այդպիսի օբյեկտների շնորհիվ էլ կարելի է ապահովել նմանօրինակ խնդիրների աստիճանական բարդացում:

2. **Տարածական մարմինների և վերջիններիս փռվածքների վերաբերյալ տրամաբանական խնդիրներ:** Դասավանդման տարիների փորձառությունը վկայում է, որ տեսանելի աշխարհը ճշգրիտ ընկալելու, առաջին տպավորությունների վերափոխումներ և փոփոխություններ կատարելու, ինչպես նաև տեսողական փորձի ասպեկտները վերստեղծելու ունակության ձևավորման և զարգացման համար, նույնիսկ համապատասխան ֆիզիկական առարկայի բացակայության պայմաններում, տարածական մարմինների և փռվածքների վերաբերյալ տրամաբանական խնդիրները կարող են հանդիսանալ լավագույն արդյունավետ գործիք: Դեռ ավելին, միջին դպրոցում նմանօրինակ խնդիրների դիտարկումը լավագույն նախադրյալը կհանդիսանա հետագայում երկրաչափության դասընթացի սերտման և յուրացման համար, քանզի հենց ֆորմալ բանաձևային գիտելիքներ չպահանջող տարածական մարմինների և վերջիններիս փռվածքների վերաբերյալ տրամաբանական խնդիրներն են, որ լավագույնս նպաստում են սովորողների տարածական մտածողության ձևավորմանը և զարգացմանը:

Դիտարկենք մի քանի օրինակներ:

Խնդիր 5: Քանի միավոր կողով խորանարդիկներից են կազմված նկար 1-ի ա-ում և բ-ում պատկերված «աշտարակները» [7]:

Լուծում: Նախ հաշվենք նկար 1-ի ա-ում պատկերված «աշտարակում» առկա միավոր կողով խորանարդիկների քանակը: Պարզ է, որ այդ «աշտարակը» կազմված է 1x1x4 չափսերի կենտրոնական ուղղանկյունանիստից և չորս միանման մասերից, հետևաբար «աշտարակում» առկա միավոր կողով խորանարդիկների քանակի համար կունենանք՝ $4+4\cdot(1+2+3)=28$:



ա) բ)

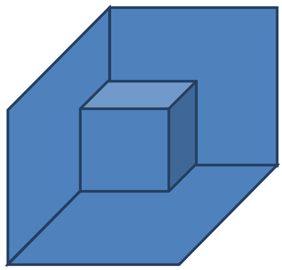
Նկար 1. Միավոր կողով խորանարդիկներից կազմված *«աշտարակներ»*

Այժմ հաշվենք նկար 1-ի բ-ում պատկերված «աշտարակում» առկա միավոր կողով խորանարդիկների քանակը: Ի նկատի ունենալով ա-ի արդյունքը՝ հեշտ է նկատել, որ նկար 1-ի բ-ում պատկերված «աշտարակն» ստացվել է նկար 1-ի ա-ում պատկերված «աշտարակից»՝ վերջինիս չորս միանման մասեր ավելացնելով, հետևաբար նկար 1-ի բ-ում պատկերված «աշտարակում» առկա միավոր կողով խորանարդիկների քանակի համար կունենանք՝ $28+4\cdot(1+3)=44$:

Պատ.՝ ա) 28, բ) 44:

Խնդիր 6: Ինչպես կմեկնաբանեք նկար 2-ում պատկերված տարածական մարմինը:

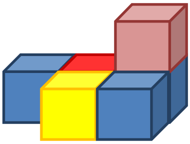
Լուծում: Դասավանդման տարիների փորձառությունը վկայում է, որ հենց նմանօրինակ առաջադրանքներն են, որ դեռևս միջին դպրոցում հնարավորություն են տալիս սովորողների մոտ լավագույնս ձևավորել և զարգացնել տարածական մտածողություն, գծագիր «տեսնելու» հմտություն և ունակություն: Նկար 2-ը կարելի է մեկնաբանել ինչպես անկյունում պատկերված խորանարդ, այնպես էլ մեծ ուղղանկյունանիստ, որից հեռացված է փոքր խորանարդաձև մաս:



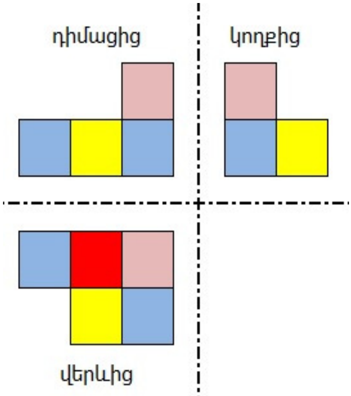
Նկար 2. Տարածական մարմին

Խնդիր 7: Նկար 3-ում պատկերված է վեց խորանարդներից կազմված տարածական մարմին: Կառուցել տրված տարածական մարմնի պատկերները դիմացից, վերևից և կողքից:

Լուծում: Նկար 4-ում բերված են տրված տարածական մարմնի պատկերները դիմացից, վերևից և կողքից:



Նկար 3. Վեց խորանարդներից կազմված տարածական մարմին



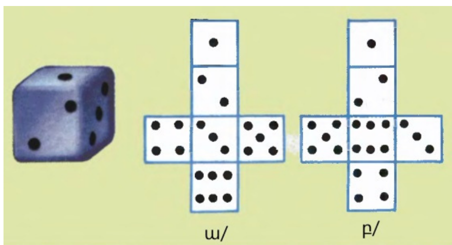
Նկար 4. Տարածական մարմնի պատկերը դիմացից, վերևից և կողքից

Հարկ ենք համարում ընդգծել, որ ելակետային տարածական մարմնում դիտարկելով տարբեր գույնի խորանարդներ՝ հնարավորություն ենք ստեղծում սովորողին ավելի հեշտ կողմնորոշվելու տարածական մարմնի՝ տարբեր դիրքերից պատկերների կառուցման համար:

Դասավանդման տարիների փորձառությունը վկայում է, որ թեմատիկայի լավագույնս յուրացման համար նմանօրինակ առաջադրանքներ դիտարկելիս, բացի համապատասխան պատկերների կառուցումից, անհրաժեշտ է յուրաքանչյուր դիրքին համապատասխան առանձին քննարկման առարկա դարձնել նաև չերևացող խորանարդները:

Աստիճանական բարդացում ապահովելու համար կարելի է դիտարկել նաև հակադարձ խնդիրը, երբ տալով տարածական մարմնի պատկերները դիմացից, վերևից և կողքից՝ պահանջվում է վերականգնել բուն տարածական մարմինը:

Խնդիր 8: Նկար 5-ում պատկերված է խաղային զառ և զառերի երկու փռվածքներ: Պարզել՝ փռվածքներից որոնք կարող են համապատասխանել տրված զառին [7]:



Նկար 5. Խաղային զառ և զառերի երկու փռվածքներ

Լուծում: Նկատենք, որ ա/ փռվածքում «1»-ը և «3»-ը գտնվում են զուգահեռ նիստերի վրա, հետևաբար ա/ փռվածքը չի համապատասխանում տրված զառին, իսկ բ/ փռվածքը համապատասխանում է տրված զառին, քանզի ինչպես զառի, այնպես էլ փռվածքի պարագայում «1»-ը և «2»-ը, «1»-ը և «3»-ը, «2»-ը և «3»-ը գտնվում են հարևան նիստերի վրա:

Նմանօրինակ խնդիրներում աստիճանական բարդացում ապահովելու համար կարելի է նախապես պահանջել պատկերել զառի մի քանի կամ բոլոր հնարավոր փռվածքները, որից հետո դիտարկել հակադարձ խնդիրը, երբ ըստ փռվածքի անհրաժեշտ է պարզել զառի նիստերի թվերը: Կարելի է դիտարկել նաև այնպիսի տարբերակներ, որոնցում զառի և փռվածքի համեմատության ժամանակ անհրաժեշտ լինի ուշադրություն դարձնել նաև «2»-ի և «3»-ի կետերի «թեքություններին»:

3. **Եզրակացություն:** Ամփոփելով կարող ենք փաստել, որ տրամաբանական խնդիրների լուծման միջոցով ձևավորված գիտելիքները, կարողություններն ու հմտությունները արտահայտում են իմացության այն մակարդակը, երբ սովորողը, դրսևորելով որոնողական ընդունակություններ, կարողանում է գործնականում կիրառել ձեռք բերված տեսական գիտելիքները, կատարել տրամաբանական դատողություններ, գնահատել դրանք, կատարել կշռադատված վերլուծություններ և եզրահանգումներ: Կարծում ենք՝ հենց նմանօրինակ խնդիրներն են, որ չպահանջելով բանաձևային գիտելիքների իմացություն, հնարավորություն են տալիս սովորողների մոտ զարգացնել դիտարկելու, կռահելու, եզրակացություններ անելու կարողություններ և հմտություններ, տրամաբանական և ստեղծագործական մտածողություն՝ վերջնարդյունքում նպաստելով ուսուցման արդյունավետության և կրթության որակի բարելավմանը:

DOI: https://doi.org/ 10.58726/27382923-ne2023.1-110

Գրականություն

1. Այվազյան Է. Ի., Մաթեմատիկայի դասավանդման մեթոդիկա: Երևան, ԵՊՀ հրատ., 2016, 202 էջ:
2. Բրուտյան Գ. Ա., Տրամաբանություն, Երևան, «Գիտություն» հրատ., 1998, 213 էջ:
3. Асмус В. Ф. Логика. Госполитиздат, 1947, - 387 с
4. Горбачев Н. В. Сборник олимпиадных задач по математике. М.: МЦНМО, 2004, - 560 с.
5. Ибатулин И.Ж. Математические олимпиады. М.: Бином, 2013, - 358 с.
6. Левитин Е.С. Математическое образование и математика в современной цивилизации. Т. 1, URSS. 2011, 32 печ. л.
7. Шарыгин И.Ф., Шевкин А.В. Задачи на смекалку. М.: Просвещение, 2010, - 95 с.
8. Hardy G. H. A Mathematician’s Apology. Cambridge: University Press, 1940, - p. 153.

Математические логические задачи как средство развития творческого мышления

Гагик Никогосян

Резюме

***Ключевые слова**: доказать, опровергнуть, четность, делимость, инвариант, пространственное тело, развертка, умение*

Известно, что одной из образовательных целей школьного курса математики является формирование и развитие творческого и логического мышления учащихся. К сожалению, приходится констатировать, что при разработке и внедрении новых форм организации обучения не уделяется достаточного внимания совершенствованию содержания обучения и, соответственно, повышению эффективности. В процессе обучения не уделяется должного внимания формированию и развитию у учащихся интуиции, аналитического мышления, догадки, умения делать обоснованные выводы, что является серьезным препятствием для развития у них поискового и творческого мышления, научной интуиции.

В этом контексте в данной работе ставится задача выявить способствующую роль логических задач доказательства или опровержения, относительно пространственных тел и их разверток в процессе формирования и развития поисковых способностей, логического и творческого мышления учащихся, в чем и заключается научная педагогическая новизна работы.

В частности, рассматриваются такие логические задачи доказательства или опровержения, решение которых основано на методе использования инварианта. В первой части статьи сначала излагается сущность метода применения инварианта через закон исключения третьего, после чего обсуждаются задачи доказательства или опровержения, основанные на принципе постепенного усложнения, в решении которых непосредственно применяется инвариант. Вторая часть работы посвящена логическим задачам, связанным с пространственными телами. Рассматриваются логические задачи, основанные на принципе постепенного усложнения, связанные с пространственными телами и их разверток, с целью развития пространственно-творческого мышления учащихся через последние.

Mathematical Logical Problems as a Means of Developing Creative Thinking

Gagik Nikoghosyan

Summary

Key words*: prove, refute, parity, divisibility, invariant, spatial body, development, skill*

It is known that one of the educational goals of the school course in mathematics is the formation and development of creative and logical thinking of students. Unfortunately, we have to state that in the development and implementation of new forms of training organization, sufficient attention is not paid to improving the content of training and, accordingly, to increasing efficiency. In the learning process, due attention is not paid to the formation and development of students' intuition, analytical thinking, conjecture, the ability to draw reasonable conclusions, which is a serious obstacle to the development of their exploratory and creative thinking, scientific intuition.

In this work, the task is to identify the contributing role of the logical tasks of proof or refutation, regarding spatial bodies and their developments in the process of formation and development of exploratory skills, logical and creative thinking of students, which is the scientific pedagogical novelty of the work.

In particular, such logical problems of proof or refutation are considered, the solution of which is based on the method of using an invariant. In the first part of the article, the essence of the method of applying the invariant through the law of elimination of the middle is stated, then the problems of proof or refutation based on the principle of gradual complication are discussed, in the solution of which the invariant is directly applied. The second part of the work is devoted to logical problems related to spatial bodies. We consider logical tasks based on the principle of gradual complication, associated with spatial bodies and their sweeps, with the aim of developing the spatial and creative thinking of students through the latter.

Ներկայացվել է 10.04.2023 թ.
Գրախոսվել է 13.04.2023 թ.
Ընդունվել է տպագրության 25.05.2023 թ.

ՀԱՄԱՌՈՏ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ՀԵՂԻՆԱԿՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

1. **Ազարյան Սերգեյ** – ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ, Երևանի պետական համալսարանի բարձրագույն մաթեմատիկայի ամբիոնի դոցենտ, sergey.azaryan@bk.ru
2. **Ավետիսյան Գոհար** – Վանաձորի պետական համալսարանի մագիստրատուրայի 2-րդ կուրսի ուսանողուհի
3. **Արաքսյանց Անդրեյ** – տնտեսական գիտությունների թեկնածու, դեցենտ, Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի անասնաբուծական մթերքի վերամշակման տեխնոլոգիաների ամբիոնի դեցենտ, andreyaraks@yahoo.com
4. **Բալայան Էդուարդ** – Հայաստանի ազգային ագրարային համալսարանի մագիստրատուրայի ուսանող, eduard.balayan.2000@bk.ru
5. **Բայրամյան Լիլիա** – գյուղատնտեսական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ, Վանաձորի պետական համալսարան, Քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի դոցենտ, bayramyanlilia@gmail.com
6. **Գևորգյան Անուշ** – կենսաբանական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ, Վանաձորի պետական համալսարան, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի դոցենտ, anrulega@mail.ru
7. **Էքսուզյան Սուրեն** – տեխնիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ, Վանաձորի պետական համալսարան, մաթեմատիկայի և ինֆորմատիկայի ամբիոնի դոցենտ, suren.eksuzyan@mail.ru
8. **Թաթուլյան Հայկուհի** – Վանաձորի պետական համալսարան, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի ասպիրանտ, haykuhi_tatulyan@mail.ru
9. **Ղազարյան Արմինե** – քիմիական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ, Վանաձորի պետական համալսարան, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի դոցենտ, armash1974@mail.ru
10. **Մազմանյան Ռուզաննա** – Վանաձորի պետական համալսարան, մաթեմատիկայի և ինֆորմատիկայի ամբիոնի դասախոս, ruzanna-mazmanyan@mail.ru
11. **Մանուկյան Վարդան** – ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ, Մ. Նալբանդյանի անվան Շիրակի պետական համալսարանի «մաթեմատիկա, ֆիզիկա և տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ» ամբիոնի դոցենտ, mvardan_1972@mail.ru

12. **Մխիթարյան Հասմիկ** – կենսաբանական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ, Վանաձորի պետական համալսարան, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի դասախոս, hasmik-mkhitaryan88@mail.ru
13. **Նիկողոսյան Գագիկ** – ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու, Մ. Նալբանդյանի անվան Շիրակի պետական համալսարանի «մաթեմատիկա, ֆիզիկա և տեղեկատվական տեխնոլոգիաներ» ամբիոնի գիտաշխատող, gagonik@mail.ru
14. **Շպեխտ Իրինա** – տեխնիկական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ
15. **Պետրոսյան Գևորգ** – Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարանի մագիստրատուրայի 2-րդ կուրսի ուսանող, g-a-petrosyan@mail.ru
16. **Սահակյան Գայանե** – կենսաբանական գիտությունների թեկնածու, դոցենտ, Վանաձորի պետական համալսարան, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի դոցենտ, gaytig999@yandex.ru
17. **Սահակյան Ռուստամ** – տեխնիկական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր, Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարան, ռեկտոր, rsahakyan@yahoo.com
18. **Վարդանյան Զարուհի** – կենսաբանական գիտությունների դոկտոր, պրոֆեսոր, Վանաձորի Հ. Թումանյանի անվան պետական համալսարան, քիմիայի և կենսաբանության ամբիոնի ամբիոնի պրոֆեսոր, zaruhy.vartanyan@mail

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ СТАТЕЙ

1. **Аветисян Гоар** – студентка 2-го курса магистратуры Ванадзорского государственного университета имени О. Туманяна
2. **Азарян Сергей** – кандидат физико-математических наук, доцент. Доцент кафедры высшей математики Ереванского государственного университета, sergey.azaryan@bk.ru
3. **Араксянц Андрей** – кандидат экономических наук, доцент. Доцент кафедры технологий переработки продуктов животноводства Национального аграрного университета Армении, andreyaraks@yahoo.com
4. **Байрамян Лилия** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. Доцент кафедры химии и биологии Ванадзорского государственного университета имени О. Туманяна, bayramyanlilia@gmail.com
5. **Балаян Эдуард** – студент магистратуры Национального аграрного университета Армении, eduard.balayan.2000@bk.ru
6. **Варданян Заруи** – доктор биологических наук, профессор. Профессор кафедры химии и биологии Ванадзорского государственного университета имени О. Туманяна, zaruhy.vartanyan@mail.ru
7. **Геворгян Ануш** – кандидат биологических наук, доцент. Доцент кафедры химии и биологии Ванадзорского государственного университета имени О. Туманяна, anrulega@mail.ru
8. **Казарян Армине** – кандидат химических наук, доцент. Доцент кафедры химии и биологии Ванадзорского государственного университета имени О. Туманяна, armash1974@mail.ru
9. **Мазманян Рузанна** – преподаватель кафедры математики и информатики Ванадзорского государственного университета имени О. Туманяна, ruzanna-mazmanyan@mail.ru
10. **Манукян Вардан** – кандидат физико-математических наук, доцент. Доцент кафедры математики, физики и информационных технологий Ширакского государственного университета имени М. Налбандяна, mvardan_1972@mail.ru
11. **Мхитарян Асмик** – кандидат биологических наук, доцент. Преподаватель кафедры химии и биологии Ванадзорского государственного университета имени О. Туманяна, hasmik-mkhitaryan88@mail.ru
12. **Никогосян Гагик** – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник кафедры математики, физики и ИТ Ширакского государственного университета имени М. Налбандяна, gagonik@mail.ru

13. **Оганесян Нарек** – студент 2-го курса магистратуры Ванадзорского государственного университета имени О. Туманяна, narek.hovhannisyan.work@gmail.com
14. **Петросян Геворг** – студент 2-го курса магистратуры Ванадзорского государственного университета имени О. Туманяна, g-a-petrosyan@mail.ru
15. **Саакян Гаяне** – кандидат биологических наук, доцент. Доцент кафедры химии и биологии Ванадзорского государственного университета имени О. Туманяна, gaytig999@yandex.ru
16. **Саакян Рустам** – доктор технических наук, профессор. Ректор Ванадзорского государственного университета, rsahakyan@yahoo.com
17. **Татулян Айкуи** – аспирант кафедры химии и биологии Ванадзорского государственного университета имени О. Туманяна, haykuhi_tatulyan@mail.ru
18. **Шпехт Ирина** – кандидат технических наук, доцент
19. **Эксузян Сурен** – кандидат технических наук, доцент. Доцент кафедры математики и информатики Ванадзорского государственного университета имени О. Туманяна, suren.eksuzyan@mail.ru

BRIEF INFORMATION ABOUT THE AUTHORS OF THE ARTICLES

1. **Araqsyants Andrey** – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor. Associate Professor of the Chair of Animal Origin Product Processing Technology, Armenian National Agrarian University, andreyaraks@yahoo.com
2. **Avetisyan Gohar** – 2nd year Master's Student, Vanadzor State University after H. Tumanyan
3. **Azaryan Sergey** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor. Associate Professor of the Chair of Higher Mathematics, Yerevan State University, sergey.azaryan@bk.ru
4. **Balayan Eduard** – Master's Student, Armenian National Agrarian University, eduard.balayan.2000@bk.ru
5. **Bayramyan Liliya** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor. Associate Professor of the Chair of Chemistry and Biology, Vanadzor State University after H. Tumanyan, bayramyanlilia@gmail.com
6. **Eksuzyan Suren** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor. Associate Professor of the Chair of Mathematics and Informatics, Vanadzor State University after H. Tumanyan, suren.eksuzyan@mail.ru
7. **Gevorgyan Anush** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor. Associate Professor of the Chair of Chemistry and Biology, Vanadzor State University after H. Tumanyan, anrulega@mail.ru
8. **Ghazaryan Armine** – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor. Associate Professor of the Chair of Chemistry and Biology, Vanadzor State University after H. Tumanyan, armash1974@mail.ru
9. **Hovhannisyan Narek** – 2nd year Master's Student, Vanadzor State University after H. Tumanyan, narek.hovhannisyan.work@gmail.com
10. **Manukyan Vardan** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor. Associate Professor of the Chair of Mathematics, Physics and IT, Shirak State University after M. Nalbandyan, mvardan_1972@mail.ru
11. **Mazmanyan Ruzanna** – Lecturer at the Chair of Mathematics and Informatics, Vanadzor State University after H. Tumanyan, mazmanyan@mail.ru
12. **Mkhitaryan Hasmik** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor. Lecturer at the Chair of Chemistry and Biology, Vanadzor State University after H. Tumanyan, hasmik-mkhitaryan88@mail.ru

13. **Nikoghosyan Gagik** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Researcher at the Chair of Mathematics, Physics and IT, Shirak State University after M. Nalbandyan, gagonik@mail.ru
14. **Petrosyan Gevorg** – 2nd year Master's Student, Vanadzor State University after H. Tumanyan, g-a-petrosyan@mail.ru
15. **Saakyan Rustam** – Doctor of Technical Sciences, Professor. Rector of Vanadzor State University after H. Tumanyan, rsahakyan@yahoo.com
16. **Sahakyan Gayane** – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor. Associate Professor of the Chair of Chemistry and Biology, Vanadzor State University after H. Tumanyan, gaytig999@yandex.ru
17. **Shpekht Irina** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
18. **Tatulyan Haykuhi** – Postgraduate Student of the Chair of Chemistry and Biology, Vanadzor State University after H. Tumanyan, haykuhi_tatulyan@mail.ru
19. **Vardanyan Zaruhi** –Doctor of Biological Sciences, Professor. Professor of the Chair of Chemistry and Biology, Vanadzor State University after H. Tumanyan, zaruhy.vartanyan@mail.ru

ԲՈՎԱՆԴԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

ՄԱԹԵՄԱՏԻԿԱ

Սերգեյ Ազարյան
Անհամասեռ իզոտրոպ մարմնի ջերմահաղորդականության
հավասարման լուծման մի մեթոդի մասին 8

ՔԻՄԻԱ

Հայկուհի Թաթուլյան, Արմինե Ղազարյան
Դասական և երկկենտրոն մակերևութային ակտիվ նյութեր.
դասակարգումը, կառուցվածքը, կենսաբժշկական հատկությունները 20
Զարուհի Վարդանյան, Անուշ Գևորգյան,
Արմինե Ղազարյան, Գոհար Ավետիսյան
Կարոտինոիդների պարունակությունը որոշ մերձարևադարձային
բույսերի պտուղներում 31

ԿԵՆՍԱԲԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

Էդուարդ Բալայան, Անդրեյ Արաքսյանց
Կաթնասպիտակուցային մթերքի արտադրության
տեխնոլոգիայի մշակում 40
Զարուհի Վարդանյան, Լիլիա Բայրամյան,
Գայանե Սահակյան, Հասմիկ Մխիթարյան
Sambucus L. ցեղի տեսակների և կենսաձևերի տարածվածությունը
Հայաստանի Լոռու և Տավուշի մարզերում..48

ԻՆՖՈՐՄԱՏԻԿԱ

Սուրեն Էքսուզյան
Կոդավորման կիրառություն 59
Գևորգ Պետրոսյան, Ռուստամ Սահակյան, Իրինա Շպեխտ
բուհի ավարտական որակավորման աշխատանքների ինքնատիպության
աստիճանի գնահատման
տեղեկատվական համակարգի նախատիպի մշակում...............................66

ՄԱՆԿԱՎԱՐԺՈՒԹՅՈՒՆ ԵՎ ՄԵԹՈԴԻԿԱ

Ռուզաննա Մազմանյան
Նշանակումների խնդիրը և դրա լուծման ծրագիրը 78
Վարդան Մանուկյան
Ֆիզիկայի և մաթեմատիկայի դասընթացում չափայնությունների
վերլուծության մեթոդի որոշ կիրառությունների մասին 94
Գագիկ Նիկողոսյան
Մաթեմատիկական տրամաբանական խնդիրները որպես
ստեղծագործական մտածողության զարգացման միջոց...........................110

ՀԱՄԱՌՈՏ ՏԵՂԵԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ
ՀՈԴՎԱԾՆԵՐԻ ՀԵՂԻՆԱԿՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ..124

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА

Сергей Азарян
Об одном методе решения уравнения
теплопроводности неоднородного изотропного тела 8

ХИМИЯ

Айкуи Татулян, Армине Казарян
Классические и дицентровые ПАВ:
классификация, структура, биомедицинские свойства 20
Заруи Варданян, Ануш Геворгян,
Армине Казарян, Гоар Аветисян
Содержание каротиноидов в плодах
некоторых субтропических растений 31

БИОЛОГИЯ

Эдуард Балаян, Андрей Араксянц
Разработка технологии производства молочно-белкового продукта..........40
Заруи Варданян, Лилия Байрамян,
Гаяне Саакян, Асмик Мхитарян
Распространение видов и жизненных форм рода Sambucus L.
в Лорийском и Тавушском марзах Армении 48

ИНФОРМАТИКА

Сурен Эксузян
Применение кодирования...59
Геворг Петросян, Рустам Саакян, Ирина Шпехт
Разработка прототипа информационной системы определения степени
уникальности выпускных квалификационных работ вуза..........................66

ПЕДАГОГИКА И МЕТОДИКА

Рузанна Мазманян
Задача о назначениях и программа ее решения 78
Вардан Манукян
О некоторых применениях метода размерного анализа
в курсе физики и математики 94
Гагик Никогосян
Математические логические задачи
как средство развития творческого мышления 110

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ СТАТЕЙ 126

CONTENTS

MATHEMATICS

Sergey Azaryan
On a Method of Solving the Thermal Conductivity Equation
of an Inhomogeneous Isotropic Body..8

CHEMISTRY

Haykuhi Tatulyan, Armine Ghazaryan
Classic and Two-Centered Surfactants:
Classification, Structure, Biomedical Properties...20
Zaruhi Vardanyan, Anush Gevorgyan,
Armine Ghazaryan, Gohar Avetisyan
The Content of Carotinoid in the Fruits of Some Subtropical Plants................31

BIOLOGY

Eduard Balayan, Andrey Araqsyants
Development of Technology for the Production of a Milk Protein Product.....40
Zaruhi Vardanyan, Liliya Bayramyan,
Gayane Sahakyan, Hasmik Mkhitaryan
Distribution of Species and Life Forms of the Genus Sambucus L.
in Lori and Tavush Marzes of Armenia...48

INFORMATICS

Suren Eksuzyan
Coding Application 59
Gevorg Petrosyan, Rustam Saakyan, Irina Shpekht
Development of an Information System Prototype for Determining
the Degree of Uniqueness of Final Qualification Works of the University 66

PEDAGOGY AND METHODOLOGY

Ruzanna Mazmanyan
The Assignment Problem and the Program for its Solution 78
Vardan Manukyan
On Some Applications of the Method of Dimensional Analysis
in the Course of Physics and Mathematics 94
Gagik Nikoghosyan
Mathematical Logical Problems as a Means
of Developing Creative Thinking..110

BRIEF INFORMATION ABOUT THE AUTHORS OF THE ARTICLES.........128

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 250-300 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:

ԽՄԲԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆ

Մեր հասցեն՝ ՀՀ, 2001, ք. Վանաձոր, Տիգրան Մեծի 36

Հեռ.՝ (+374 322) 20917

Կայքէջ՝ www.vsu.am

Էլ. փոստ՝ teghekagirb@vsu.am

К СВЕДЕНИЮ

Статьи публикуются на армянском, русском или английском языках. Статью необходимо представить в электронном виде, отправив ее на указанный адрес электронной почты, указав данные всех авторов на армянском, русском и английском языках. Компьютерное оформление: файл Microsoft Office Word 2007. Размер бумаги – А4. Поля: сверху – 20 мм, снизу – 25 мм, слева – 30 мм, справа – 10 мм. Шрифт для армянского языка – Unicode (Sylfaen), для русского и английского языков – Unicode (Times New Roman), размер шрифта – 12, межстрочный интервал – 1,5, абзац (первая строка) – 0,75 см. Не использовать более одного пробела. Таблицы, рисунки и графические изображения должны иметь нумерацию, их заголовки должны иметь размер шрифта – 10 (Bold, Italic). Их высота не должна превышать 170 мм, ширина – 110 мм. Размер шрифта в таблице – 10. Формулы и математические выражения представляются в формате Microsoft Equation, курсивом, а основные – отдельной строкой в центре; могут быть пронумерованы в правом углу той же строки в круглых скобках (). Если статья содержит символы, не значащиеся в шрифте Sylfaen, то необходим и электронный фонт этих символов. На первой странице сверху указывается Сфера и УДК, а посередине следующей строки указывается заголовок (Bold), без заглавных букв. На следующей строке справа должны быть указаны имя и фамилия автора, ученая степень и название организации (Bold, Italic). Через строку написать словосочетание «Ключевые слова:» и 6-8 ключевых слов или словосочетаний. Слова, используемые в заголовке статьи, не должны включаться в ключевые слова. Статьи организованы в специальные подразделения в соответствии с подзаголовками. Ссылки в тексте даются в квадратных скобках []. Примечания даются с возрастающей нумерацией. После текста статьи пишется слово «Литература» по центру строки жирным шрифтом, без заглавных букв. Со следующей строки – список литературы в алфавитном порядке, пронумерованный. После списка литературы представляются резюме на двух языках. Содержание резюме и ключевые слова на двух языках должны быть идентичными и состоять из 250-300 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: teghekagirb@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 250-300 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: teghekagirb@vsu.am

ՀՀ ԿՐԹՈՒԹՅԱՆ, ԳԻՏՈՒԹՅԱՆ,
ՄՇԱԿՈՒՅԹԻ ԵՎ ՍՊՈՐՏԻ ՆԱԽԱՐԱՐՈՒԹՅՈՒՆ

ՎԱՆԱՁՈՐԻ Հ. ԹՈՒՄԱՆՅԱՆԻ ԱՆՎԱՆ
ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆ

ՎԱՆԱՁՈՐԻ ՊԵՏԱԿԱՆ ՀԱՄԱԼՍԱՐԱՆԻ

ԳԻՏԱԿԱՆ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ

Բնական և ճշգրիտ գիտություններ

1

ՎԱՆԱՁՈՐ – 2023

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ,
КУЛЬТУРЫ И СПОРТА РА

ВАНАДЗОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ О. ТУМАНЯНА

НАУЧНЫЕ ВЕДОМОСТИ

ВАНАДЗОРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Естественные и точные науки

1

ВАНАДЗОР – 2023

RA MINISTRY OF EDUCATION, SCIENCE,
CULTURE AND SPORT

VANADZOR STATE UNIVERSITY
AFTER H. TUMANYAN

SCIENTIFIC PROCEEDINGS OF VANADZOR STATE UNIVERSITY

Natural and Exact Sciences

1

VANADZOR – 2023

Լեզվական խմբագիր՝ *Վալերի Փիլոյան*
Համակարգչային ձևավորող՝ *Աշխեն Գալստյան*
Օտարալեզու տեքստերի խմբագիր՝ *Զառա Ալեքյան*

ՎԱՆԱՁՈՐ – 2023

Языковой редактор: *Валерий Пилоян*
Компьютерный дизайнер: *Ашхен Галстян*
Корректор иноязычных текстов: *Зара Алекян*

ВАНАДЗОР – 2023

Linguistic Editor: *Valeri Piloyan*
Computer Designer: *Ashkhen Galstyan*
Proofreader of Texts in Foreign Languages: *Zara Alekyan*

VANADZOR – 2023

www.vsu.am