

DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS

"IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION"

international scientific-practical journal

ALMATY, KAZAKHSTAN

ISSN: 3007-8946

15 FEBRUARY 2025



els.education23@mail.ru



irc-els.com

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
«IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION»**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL
«IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION»**



Main editor: G. Shulenbaev

Editorial colleague:

B. Kuspanova
Sh Abyhanova

International editorial board:

R. Stepanov (Russia)
T. Khushruz (Uzbekistan)
A. Azizbek (Uzbekistan)
F. Doflat (Azerbaijan)

International scientific journal «IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION», includes reports of scientists, students, undergraduates and school teachers from different countries (Kazakhstan, Tajikistan, Azerbaijan, Russia, Uzbekistan, China, Turkey, Belarus, Kyrgyzstan, Moldova, Turkmenistan, Georgia, Bulgaria, Mongolia). The materials in the collection will be of interest to the scientific community for further integration of science and education.

Международный научный журнал «IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION», включают доклады учёных, студентов, магистрантов и учителей школ из разных стран (Казахстан, Таджикистан, Азербайджан, Россия, Узбекистан, Китай, Турция, Беларусь, Кыргызстан, Молдавия, Туркменистан, Грузия, Болгария, Монголия). Материалы сборника будут интересны научной общественности для дальнейшей интеграции науки и образования.

15 февраля 2025 г.
Almaty, Kazakhstan

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-3-9
UOT 693

QEYRİ – STASİONAR ŞƏRAİTDƏ ÇOXQATLI QORUYUCU KONSTRUKSIYANIN NƏMLİK REJİMİNİN HESABLANMASI

ƏLİYEV MUSTAFA ALI

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

KƏRİMOV AQSİN KƏRƏM

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

Xülasə: Qoruyucu konstruksiyalarda nəmkeçirmə buxar fazasında olan nəmin (buxar keçirmə), həm də damçıvari nəmin (nəmötürmə) keçməsi hesabına baş verir. Hər iki proses qatları təşkil edən tikinti materiallarında həmişə baş verir, yəni həm tikinti materialının nəmlənməsində (nəm miqdarının artması), həm də qurumasında (nəm miqdarının azalması). Nəm miqdarının artması və azalması bir terminlə - “nəmlənmə” ilə əvəz olunur, buxarın diffuziya və kapilyar – məsaməli cisimlərdə nəmötürmə qanunlarına tabe olur.

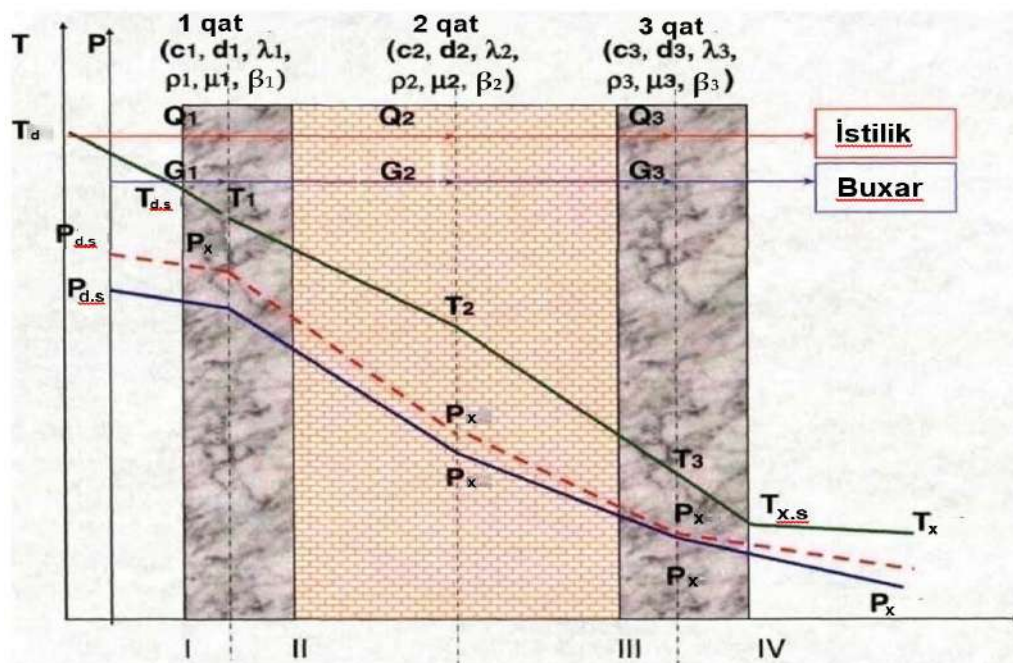
Açar sözlər: nəmkeçirmə, sorbsiya, desorbsiya, parsial təzyiq, nəm miqdarı, diffuziya, buxar fazası, buxarkeçirmə əmsalı, nəm tutumu, temperatur.

Abstract: Moisture permeability in protective structures occurs due to the passage of moisture in the vapor phase (vapor permeability) and droplet moisture (moisture permeability). Both processes always occur in building materials that form layers, that is, both during wetting (increase in moisture content) and drying (decrease in moisture content) of the building material. The increase and decrease in moisture content are replaced by one term - “wetting”, and are subject to the laws of vapor diffusion and capillary-porous materials.

Keywords: moisture permeability, sorption, desorption, partial pressure, moisture content, diffusion, vapor phase, vapor permeability coefficient, moisture capacity, temperature.

Резюме: Влагопроницаемость в защитных конструкциях происходит за счет пропускания влаги в паровой фазе (паропроницаемость), а также пропускания капельной влаги (влагонепроницаемость). В строительных материалах, образующих слои, всегда происходят оба процесса, то есть как при увлажнении (увеличении влажности), так и при высыхании (уменьшении влажности) строительного материала. Увеличение и уменьшение влагосодержания заменяется одним термином — «увлажнение» и подчиняется законам диффузии пара и капиллярности — влагопоглощения в пористых телах.

Qoruyucu konstruksiyanın nəmlik rejiminin hesabətını aparmaq üçün üçqatlı divarın qatlarını təşkil edən inşaat materiallarından nəmkeçmə prosesinə baxaq (şəkil 1).



Şəkil 1. Üç qatlı qoruyucu konstruksiyanın sxemi

Şəkində: d_1, d_2, d_3 – konstruksiya qatlarının qalınlığı, m; $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ – qatları təşkil edən materialın istilikkeçirmə əmsalı, $W/(m \cdot ^\circ C)$; c_1, c_2, c_3 – qatları təşkil edən materialın istilik tutumu, $kC/kq \cdot ^\circ C$; ρ_1, ρ_2, ρ_3 – qatları təşkil edən materialın sıxlığı, kq/m^3 ; μ_1, μ_2, μ_3 – qatları təşkil edən materialın buxarkeçirmə əmsalı, $kq/(m \cdot san \cdot Pa)$; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – qatları təşkil edən materialın nəmkeçirmə əmsalı, $kq/(m \cdot san)$; T_1, T_2, T_3 – uyğun olaraq 1, 2, 3 – cü qatların mərkəzi oxunda temperatur, $^\circ C$; T_d, T_x – uyğun olaraq konstruksiyanın daxili və xarici səthinin temperaturlarıdır, $^\circ C$.

Qoruyucu konstruksiyalarda nəmkeçirmə buxar fazasında olan nəmin (buxar keçirmə), həm də damcıvari nəmin (nəmətürmə) keçməsi hesabına baş verir. Hər iki proses qatları təşkil edən tikinti materiallarında həmişə baş verir, yəni həm tikinti materialının nəmlənməsində (nəm miqdarının artması), həm də qurumasında (nəm miqdarının azalması). Nəm miqdarının artması və azalması bir terminlə – “nəmlənmə” ilə əvəz olunur, buxarın diffuziya və kapilyar – məsaməli cisimlərdə nəmətürmə qanunlarına tabe olur [1, 2].

Buxar hissəsində nəmin ötürülməsi prosesi, divar qatlarının qalınlığında qeyri – stasionar istilik keçirmə prosesi ilə oxşardır və materialın buxar keçirmə, sorbsiya – desorbsiya xüsusiyyəti ilə təyin olunur [3, 4, 5]. Sorbsiya (udulma) mühitində buxarın diffuziya olunmasının diferensial tənliyi istilikkeçirmə tənliyinə

$$c\rho(x)\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left[\lambda(x)\frac{\partial T}{\partial x}\right] \text{ uyğun olaraq aşağıdakı}$$

şəkildədir:

$$\xi\rho(x)\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left[\mu(x)\frac{\partial P}{\partial x}\right] \quad (1)$$

Burada: μ – buxarkeçirmə əmsalı, $[kq/m \cdot saat \cdot Pa]$; ξ – materialın xüsusi buxar tutumu, P – parsial təzyiqdir, $[Pa]$.

Üçqatlı divarın hər bir qatı üçün (1) tənliyi aşağıdakı kimi olur (parametrlərin işarələnməsi şəkil 1 – ə uyğundur) :

$$\begin{cases} \xi_1\rho_1\frac{\partial P_1}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left[\mu_1\frac{\partial P_1}{\partial x}\right] & 1 - ci \text{ qat üçün} \\ \xi_2\rho_2\frac{\partial P_2}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left[\mu_2\frac{\partial P_2}{\partial x}\right] & 2 - ci \text{ qat üçün} \\ \xi_3\rho_3\frac{\partial P_3}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left[\mu_3\frac{\partial P_3}{\partial x}\right] & 3 - cü \text{ qat üçün} \end{cases} \quad (2)$$

II (birinci və ikinci qatın birləşmə yeri) və III (ikinci və üçüncü qatın birləşmə yeri) sərhəddində IV dərəcəli sərhəd şərtləri verilir, hansı ki, həmin şərtlər diffuziya axınlarının bərabərliyini təyin edir:

$$\mu_1 \frac{\partial P_1}{\partial x} \Big|_{II} = \mu_2 \frac{\partial P_2}{\partial x} \Big|_{II}, \quad P_1|_{II} = P_2|_{II} \quad (3)$$

$$\mu_2 \frac{\partial P_2}{\partial x} \Big|_{III} = \mu_3 \frac{\partial P_3}{\partial x} \Big|_{III}, \quad P_2|_{III} = P_3|_{III} \quad (4)$$

I və IV sərhədlərində xüsusi şərtlər verilmir, belə ki, konvektiv yerdəyişmə nəticəsində hesablama zamanı anında olan temperaturda hava bütün həcmdə təxminən eyni nəmliyə malik olur.

Buxar keçirmə prosesi materialın məsamələrində su buxarının elastikliyi artdıqda material tərəfindən nəmin udulması və ya elastiklik azaldıqda nəmin buraxılması ilə çətinləşir. Materialın nəmliyindəki dəyişiklik onun məsamələrindəki buxar elastikliyinin dəyişməsindən dərhal sonra baş verdiyini fərz etsək, materialların hiqroskopik (sorbsiya) xüsusiyyətlərinə görə onu əhatə edən strukturların müəyyən bir rütubətə malik olacağını güman edə bilərik. Divarın qatlarından keçən buxarın diffuziya axını, qatın nisbi nəmliyinin 100% olması şərtində onların nisbi rütubətini sıfırdan maksimal hiqroskopik W_s tarazlıq qiymətinə qədər dəyişir. Qatın materialının nəmliyinin daha da artması, kondensat adlanan damcıvari nəmin əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Divarların kəsişmə yerində damcıvari nəmin ötürülməsi prosesi əsasən kapilyar qüvvələrin təsiri altında materialda nəmlik qradientinin ΔV yaranması ilə həyata keçirilir və (1) tənliyinə analoji olaraq nəm keçirmənin diferensial tənliyi ilə təyin olunur:

$$\rho \frac{\partial V}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\beta(w) \frac{\partial V}{\partial x} \right] \quad (5)$$

Burada ρ – divarın materialının quru halda sıxlığı, $[kg/m^3]$; β – materialın nəmötürmə əmsalındır, nəmin keçməsinin intensivliyini təyin edir, $[kg/(m \cdot s)]$. Nəmötürmə əmsalı β eksperiment yolu ilə təyin olunur və onun qiymətlər cədvəli [5] – də verilmişdir. Tendensiya xəttinin seçilməsi yolu ilə cədvəl qiymətlərinin EHM – də araşdırılması nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, məlum inşaat materiallarının nəmötürmə əmsalının qiyməti, kifayət qədər dəqiqliklə, $R^2 = 0.926 \div 0.987$ korrelyasiya əmsalı ilə materialın nəmliyindən xətti asılıdır və aşağıdakı şəkildə xətti tənliklə ifadə olunur:

$$a = A_0 V + A_1 \quad (6)$$

Burada V – materialda damcı nəmliyinin miqdarı, %; A_0, A_1 – materialın növündən asılı olan sabitlərdir.

Bu məqalədə tədqiq olunan çox qatlı divarlarda istifadə olunan tikinti materialları üçün A_0, A_1 sabitlərinin qiymətləri EHM – də hesablanaraq müəyyən edilir və aşağıdakı cədvəldə verilir cədvəl 1.

1. Üçqatlı divarın hər bir qatı üçün (5) tənliyi aşağıdakı şəkildə olur :

$$\begin{cases} \rho_1 \frac{\partial V_1}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta_1 \frac{\partial V_1}{\partial x} \right) & 1 - ci \ qat \ üçün \\ \rho_2 \frac{\partial V_2}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta_2 \frac{\partial V_2}{\partial x} \right) & 2 - ci \ qat \ üçün \\ \rho_3 \frac{\partial V_3}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\beta_3 \frac{\partial V_3}{\partial x} \right) & 3 - cü \ qat \ üçün \end{cases} \quad (7)$$

Cədvəl 1.

Nö	Tikinti materialının adı	Sıxlığı kg/m^3	A_0	A_1
1	Silikat kərpic	1800	0.0967	0.0071
2	Gildən kərpic	1700	0.0243	0.0205
3	Ağır beton	2160	0.0117	-0.0138
4	Mineral vata	85	0.00008	-0.00016
5	Penopolistrol	35	0.00019	-0.0017
6	Penoizol	20	0.00052	-0.0031

Bbirinci və ikinci qatın birləşmə yeri II və ikinci və üçüncü qatın birləşmə yeri III sərhədlərində damcılı nəm ötürmə axınlarının bərabərliyini təyin edən dördüncü növ sərhəd şərtləri təyin olunur, yəni:

$$\beta_1 \frac{\partial V_1}{\partial x} \Big|_{II} = \beta_2 \frac{\partial V_2}{\partial x} \Big|_{II}, \quad V_1|_{II} = V_2|_{II} \quad (8)$$

$$\beta_2 \frac{\partial V_2}{\partial x} \Big|_{III} = \beta_3 \frac{\partial V_3}{\partial x} \Big|_{III}, \quad V_2|_{III} = V_3|_{III} \quad (9)$$

(1) – (9) tənlikləri ilə müəyyən olunan nəzəri əsaslardan istifadə edərək çoxqatlı divarın hər bir qatı üçün nəmlik balansını təyin etmək olar.

Parsial təzyiqi P_d olan buxar axınının (G_{d1}), otaqdan parsial təzyiqi mərkəzdə P_1 olan birinci qatın (qatın qalınlığı $d_1/2$) mərkəzinə diffuziya etməsi tənliyi, (2) sərhəd şərtlərini nəzərə almaqla aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$G_{d1} = \mu_1 \frac{P_d - P_1}{\frac{d_1}{2}} \text{ və ya } G_{d1} = \frac{P_d - P_1}{\frac{d_1}{2\mu_1}} \quad (10)$$

Burada $\frac{d_1}{2\mu_1}$ - qalınlığı $d_1/2$ olan qatın buxar keçirməyə qarşı müqavimətidir.

Birinci qatın (qatın qalınlığı $d_1/2$) mərkəzindən buxar axınının (G_{x1}), parsial təzyiqi P_2 olan ikinci qatın (qatın qalınlığı $d_2/2$) mərkəzinə diffuziya etməsi tənliyi, (3) sərhəd şərtlərini nəzərə almaqla aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$G_{x1} = \frac{P_1 - P_2}{\frac{d_1}{2\mu_1} + \frac{d_2}{2\mu_2}} \quad (11)$$

Nəmliyinin miqdarı V_1 olan birinci qatın (qatın qalınlığı $d_1/2$) mərkəzinə doğru istiqamətlənən damcılı nəmlik axınının tənliyi (7) tənliyinə uyğun olaraq belə olur:

$$g_{d1} = \beta_1 \frac{V_1}{\frac{d_1}{2}} \text{ və ya } g_{d1} = \frac{V_1}{\frac{d_1}{2\beta_1}} \quad (12)$$

Nəmliyinin miqdarı V_1 olan birinci qatın (qatın qalınlığı $d_1/2$) mərkəzindən nəmliyinin miqdarı V_2 olan ikinci qatın (qatın qalınlığı $d_2/2$) mərkəzinə doğru istiqamətlənən damcılı nəmlik g_x :

$$g_x = \frac{V_1 - V_2}{\frac{d_1}{2\beta_1} + \frac{d_2}{2\beta_2}} \quad (13)$$

Buxar və damcılı nəmin diffuziyası nəticəsində nəmliyi dəyişən birinci qat üçün ümumi nəm axınının miqdarı G_1 :

$$G_1 = dW_{u1} = G_d - G_x + g_d - g_x \quad (14)$$

Diffuziya axını birinci qatdan keçdikdə nəmin bir hissəsi material tərəfindən udulur. $W_s = A_1\varphi + A_2\varphi^2 + A_3\varphi^3$ ifadəsinə əsasən, birinci qatın materialı tərəfindən udulan nəm miqdarı – W_{u1} aşağıdakı ifadə ilə müəyyən ediləcəkdir:

$$W_{u1} = A_1\varphi_1 + A_2\varphi_1^2 + A_3\varphi_1^3 \quad (15)$$

Buradan aydın olur ki, materialın sorbsiya nəmliyi nisbi nəmliyin funksiyasıdır, yəni $W_{u1} = W_{u1}(\varphi_1)$. Bu funksiyanın xüsusi törəməsi

$$\frac{\partial W_{u1}}{\partial t} = \frac{\partial W_{u1}}{\partial \varphi_1} \cdot \frac{\partial \varphi_1}{\partial t} \quad (16)$$

$$\frac{\partial W_{u1}}{\partial \varphi_1} = A_1 + 2A_2\varphi_1 + 3A_3\varphi_1^2 \quad (17)$$

(16) ifadəsindən $\partial \varphi_1$ -i tapaq, başqa sözlə materialın ∂W_{u1} qədər nəmlənməsində havanın nisbi rütubətin necə dəyişməsinə təyin edək:

$$\partial \varphi_1 = \frac{\partial W_{u1}}{\frac{\partial W_{u1}}{\partial \varphi_1}} \quad (18)$$

(14) və (17) ifadələrini (18) - də nəzərə alsaq, t hesablama vaxtında divarın birinci qatının en kəsiyində nisbi nəmliyin dəyişməsinə təyin etmək üçün aşağıdakı tənliyi alırıq:

$$\partial \varphi_1 = \frac{G_{d1} - G_{x1} + g_{d1} - g_{x1}}{A_1 + 2A_2\varphi_1 + 3A_3\varphi_1^2} \quad (19),$$

və t hesablama anında birinci təbəqənin en kəsiyində nisbi rütubətin son qiyməti bu düsturla müəyyən edilir:

$$\varphi_1 = \varphi_1^{(t-1)} + \frac{G_{d1} - G_{x1} + g_{d1} - g_{x1}}{A_1 + 2A_2\varphi_1 + 3A_3\varphi_1^2} \quad (20)$$

Burada $\varphi_1^{(t-1)}$ – $(t-1)$ zaman anında birinci qatın en kəsiyində nisbi nəmlikdir.

Beləliklə, hər bir hesablama anında qoruyucu konstruksiyasının birinci qatı üçün $T_1^t = T_1^{t-1} + \frac{Q_1 - Q_2}{c_1 \cdot \rho_1 \cdot d_1}$ ifadəsindən alınan T oxundakı temperatur $P_{\text{doy.}} = 0.022T^3 + 1.68T^2 + 48.04T + 614$ ifadəsinə uyğun olaraq, qatın en kəsiyində doymuş buxarın P_{d1} təzyiqini müəyyən edir:

$$P_{d1} = 0.022T_1^3 + 1.68T_1^2 + 614 \quad (21)$$

(20) ifadəsindən alınan qatın nisbi nəmliyi isə $\varphi = \frac{P_p}{P_{s.b.doy}}$ ifadəsinə görə qatın en kəsiyində parsial təzyiqin P_1 qiymətini təyin edir:

$$P_1 = \varphi_1 P_1 = \varphi_1 \cdot (0.022T_1^3 + 1.68T_1^2 + 614) \quad (22)$$

Eyni qayda ilə, qoruyucu konstruksiyasının ikinci və üçüncü qatlarının nəmlik balansına baxarkən, t hesablama anında ikinci qatın (φ_2) və üçüncü qatın (φ_3) en kəsiyində nisbi rütubətin qiymətlərini təyin etmək üçün ifadələr alınır. 2 – ci qat üçün:

$$\varphi_2 = \varphi_2^{(t-1)} + \frac{G_{d2} - G_{x2} + g_{d2} - g_{x2}}{A_1 + 2A_2\varphi_2 + 3A_3\varphi_2^2} \quad (23)$$

Burada G_{d2} - qatın mərkəzində P_1 parsial təzyiqinə malik birinci qatın (qalınlıq $d_1/2$) mərkəzindən, P_2 parsial təzyiqinə malik ikinci qatın (qalınlıq $d_2/2$) mərkəzinə istiqamətlənmiş diffuziya axınının qiymətidir və (3) sərhəd şərtlərinə uyğun olaraq (10) düsturu ilə təyin olunur;

G_{x2} - qatın mərkəzində P_2 parsial təzyiqinə malik ikinci qatın (qalınlıq $d_2/2$) mərkəzindən, P_3 parsial təzyiqinə malik üçüncü qatın (qalınlıq $d_3/2$) mərkəzinə istiqamətlənmiş diffuziya axınının qiymətidir, (4) sərhəd şərtlərinə uyğun olaraq $G_{x2} = \frac{P_2 - P_3}{\frac{d_2}{2\mu_2} + \frac{d_3}{2\mu_3}}$ ifadəsi ilə təyin olunur;

g_{d2} - qatın mərkəzində V_1 nəm niqdarına malik birinci qatın (qalınlıq $d_1/2$) mərkəzindən, V_2 nəm niqdarına malik ikinci qatın (qalınlıq $d_2/2$) mərkəzinə istiqamətlənmiş diffuziya axınının qiymətidir və (4) sərhəd şərtlərinə uyğun olaraq (11) düsturu ilə təyin olunur;

g_{x2} - qatın mərkəzində V_2 nəm niqdarına malik ikinci qatın (qalınlıq $d_2/2$) mərkəzindən, V_3 nəm niqdarına malik üçüncü qatın (qalınlıq $d_3/2$) mərkəzinə istiqamətlənmiş diffuziya axınının qiymətidir, (5) sərhəd şərtlərinə uyğun olaraq $g_{x2} = \frac{V_2 - V_3}{\frac{d_2}{2\beta_2} + \frac{d_3}{2\beta_3}}$ ifadəsi ilə təyin olunur; 3 – cü qat üçün

$$\varphi_3 = \varphi_3^{(t-1)} + \frac{G_{d3} - G_{x3} + g_{d3} - g_{x3}}{A_1 + 2A_2\varphi_3 + 3A_3\varphi_3^2} \quad (24)$$

Burada: G_{d3} - qatın mərkəzində P_2 parsial təzyiqinə malik ikinci qatın (qalınlıq $d_2/2$) mərkəzindən, P_3 parsial təzyiqinə malik üçüncü qatın (qalınlıq $d_3/2$) mərkəzinə istiqamətlənmiş diffuziya axınının qiymətidir və (4) sərhəd şərtlərinə uyğun olaraq $G_{d3} = \frac{P_2 - P_3}{\frac{d_2}{2\mu_2} + \frac{d_3}{2\mu_3}}$ ifadəsi ilə təyin olunur;

G_{x3} - qatın mərkəzində P_3 parsial təzyiqinə malik üçüncü qatın (qalınlıq $d_3/2$) mərkəzindən, P_x parsial təzyiqinə malik xarici mühitə istiqamətlənmiş diffuziya axınının qiymətidir və $G_{x3} = \frac{P_3 - P_x}{\frac{d_3}{2\mu_3}}$ ifadəsi ilə təyin olunur;

g_{d3} - qatın mərkəzində V_2 nəm niqdarına malik ikinci qatın (qalınlıq $d_2/2$) mərkəzindən, V_3 nəm niqdarına malik üçüncü qatın (qalınlıq $d_3/2$) mərkəzinə istiqamətlənmiş damcılı nəm axınının qiymətidir və (9) sərhəd şərtlərinə uyğun olaraq $g_{d3} = \frac{V_2 - V_3}{\frac{d_2}{2\beta_2} + \frac{d_3}{2\beta_3}}$ ifadəsi ilə təyin olunur;

g_{x3} - qatın mərkəzində V_3 nəm miqdarına malik üçüncü qatın (qalınlıq $d_3/2$) mərkəzindən, xarici mühitə istiqamətlənmiş damcılı nəm axınının qiymətidir və $g_{x3} = \frac{V_3}{\frac{d_3}{2\beta_3}}$ ifadəsi ilə təyin olunur.

Birinci qatın hesabatına analoji olaraq $P_{\text{doy.}} = 0.022T^3 + 1.68T^2 + 48.04T + 614$ düsturu ilə 2- ci və 3 – cü qatlarda doymuş buxarın təzyiqlərinin ($P_{\text{doy.2}}$ və $P_{\text{doy.3}}$) qiymətlərini, həmçinin $\varphi = \frac{P_p}{P_{s.b.doy}}$ düsturu ilə həmin qatların en kəsiyində parsial təzyiqlərin (P_2 və P_3) qiymətləri təyin olunur:

$$P_{\text{doy.2}} = 0.0216T_2^3 + 1.68T_2^2 + 48.04T_2 + 614 \quad (25)$$

Burada T_2 -nin qiyməti $T_2^t = T_2^{t-1} + \frac{Q_2 - Q_3}{c_2 \cdot \rho_2 \cdot d_2}$ düsturu ilə təyin olunur.

$$P_{\text{doy.3}} = 0.0216T_3^3 + 1.68T_3^2 + 48.04T_3 + 614 \quad (26)$$

Burada T_3 -ün qiyməti $T_3^t = T_3^{t-1} + \frac{Q_3 - Q_x}{c_3 \cdot \rho_3 \cdot d_3}$ düsturu ilə təyin olunur.

$$P_2 = \varphi_2 P_{\text{doy.2}} = \varphi_2 (0.0216T_2^3 + 1.68T_2^2 + 48.04T_2 + 614) \quad (27)$$

Burada φ_2 – nin qiyməti (23) düsturu ilə təyin olunur;

$$P_3 = \varphi_3 P_{\text{doy.3}} = \varphi_3 (0.0216T_3^3 + 1.68T_3^2 + 48.04T_3 + 614) \quad (28)$$

Burada φ_3 – ün qiyməti (24) düsturu ilə təyin olunur;

Qoruyucu konstruksiyanın qatları maksimum sorbsiya rütubətinə qədər nəmləndikdə, yəni qatın en kəsiyində nisbi nəmlik $\varphi = 1$ olduqda damcı yığılması (kondensasiya nəmliyi) prosesi başlayır ki, onun miqdarı (V , kq) materialın ümumi nəmliyi ($W_{\text{üm.}}$) ilə sorbsiya nəmliyinin (W_s) fərqi bərabər olur, yəni $V = W_{\text{üm.}} - W_s$.

Qoruyucu konstruksiyanın hər bir qatının t hesablama anında ümumi nəmliyi aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$W_{\text{üm.}} = W_{\text{üm.}}^{t-1} + G \quad (29)$$

Burada $W_{\text{üm.}}^{t-1}$ – hər bir qatın materialının əvvəlki ($t-1$) hesablama zaman anında ümumi nəmliyidir; G – nəmliyini dəyişən qatın ümumi nəm axınıdır və (14) düsturu ilə təyin olunur.

Alınan nəticələr:

1. Qeyri-sabit stasionar rejimdə aşağıdakı parametrlərin hesablanması nəzəri əsasları verilməmişdir:

$$\bullet \text{ qoruyucu konstruksiyanın qatlarının en kəsiyində nisbi nəmliyi } \varphi_1 = \varphi_1^{(t-1)} + \frac{G_{d1} - G_{x1} + g_{d1} - g_{x1}}{A_1 + 2A_2\varphi_1 + 3A_3\varphi_1^2}, \varphi_2 = \varphi_2^{(t-1)} + \frac{G_{d2} - G_{x2} + g_{d2} - g_{x2}}{A_1 + 2A_2\varphi_2 + 3A_3\varphi_2^2}, \varphi_3 = \varphi_3^{(t-1)} + \frac{G_{d3} - G_{x3} + g_{d3} - g_{x3}}{A_1 + 2A_2\varphi_3 + 3A_3\varphi_3^2};$$

• konstruksiyanın en kəsiyində parsial təzyiqi

$$P_1 = \varphi_1 P_1 = \varphi_1 \cdot (0.022T_1^3 + 1.68T_1^2 + 614),$$

$$P_2 = \varphi_2 P_{\text{doy.2}} = \varphi_2 (0.0216T_2^3 + 1.68T_2^2 + 48.04T_2 + 614),$$

$$P_3 = \varphi_3 P_{\text{doy.3}} = \varphi_3 (0.0216T_3^3 + 1.68T_3^2 + 48.04T_3 + 614)$$

2. Qeyri-stasionar rejimdə aşağıdakı parametrləri təyin etmək üçün funksional asılılıqlar alınmışdır:

• nəmlikdən asılı olaraq istilik izolyasiya materiallarının istilikkeçirmə əmsalları;

• nəm havanın parametrləri (doymuş havada su buxarının elastikliyi) - $P_{\text{doy.}} = 0.022T^3 + 1.68T^2 + 48.04T + 614$;

• qoruyucu konstruksiyanın qatlarını təşkil edən tikinti materiallarının sorbsiya nəmliyi – $W_s = A_1\varphi + A_2\varphi^2 + A_3\varphi^3$;

• qoruyucu konstruksiyanın qatlarını təşkil edən tikinti materiallarının nəm keçirmə əmsalı - $a = A_0V + A_1$.

ӘДӘБИҲАТ

1. Лыков А.В. Тепломассообмен: справ. / А.В. Лыков. –М: Энергия, 1972.-560 стр.
2. Лыков А.В. Явления переноса в капиллярно-пористых телах. /А.В. Лыков. –М: 1954.
3. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): учеб. для вузов. В.Н. Богословский. – 2-е изд. перераб. и доп. –М.: Высшая школа, 1982. – 415 с., ил.
4. Фокин К.Ф. Сорбция водяного пара строительными материалами. К.Ф. Фокин. – Москва: Стройиздат, 1969.
5. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий./ К.Ф. Фокин. – Москва: Стройиздат, 1973. – 287 с.
6. Schild E., Construction Physics. /E.Schild, H.F. Kasselmann, G. Dahmen, R. Polenz; Translated from German by V.G. Berdichevsky; edited by E.L. Deshko. – Stroyizdat. – 1982. – 296 p., ill.
7. Shpaidel K., Diffusion and condensation of water vapor in enclosing structures. Shpaidel K; Translated from German by V.G. Berdichevsky; edited by A.N. Mazalov. – Moscow: Stroyizdat. – 1985. – 48 p., ill.

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-10-14

УДК 620.194.2

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ ПЛАСТИНЫ С КРУГОВЫМ ОТВЕРСТИЕМ

МЕХРИБАН АЛИ КЫЗЫ МАМЕДОВА

Доцент, ведущий научный сотрудник отдела “Механика деформируемого твердого тела”, “Институт Математики и Механики”, Министерство Науки и Образования
Азербайджанской Республики,
г. Баку, Азербайджан

Аннотация: Определены компоненты напряжения, возникающие в пластине с круговым отверстием при её симметричном упругопластическом растяжении-сжатии. Рассмотрены случаи, когда материал пластины является циклически упрочняющимся, циклически разупрочняющимся и циклически идеальным. Найдено число циклов нагружения в виде растяжения-сжатия до усталостного разрушения пластины. Полученные результаты проиллюстрированы в виде графиков.

Ключевые слова: напряжения, деформация, растяжение, сжатие.

Постановка задачи.

Пластина шириной $2b$, толщиной h , с ослабленным в центре круговым отверстием радиуса a , подвергается циклическому одноосному растяжению-сжатию силой, интенсивностью $\pm p$. Предполагаем, что материал пластины является упрочняющим при нагружении ее из естественного недеформированного состояния. При циклическом же растяжении-сжатии материал пластины может обладать циклически упрочняющимся, циклически разупрочняющимся и циклически идеальными свойствами [1].

Определим напряжения в пластине при циклическом растяжении-сжатии. Воспользуемся декартовой системой координат (x, y) . Ось x направим в сторону растяжения пластины. Начало координатной системы поместим в центре отверстия. Наиболее опасным сечением пластины является сечение $x = 0$. Пусть $b > 5a$. В этом случае при упругом деформировании пластины, компоненты напряжения в сечении $x = 0$, согласно решению Г.Кирша (G.Kirsch) [2], представляются в виде:

$$\begin{aligned}\sigma_x^{(e)}\Big|_{x=0, y \geq |a|} &= \frac{p}{2y^4}(2y^4 + a^2y^2 + 3a^4); \\ \sigma_y^{(e)}\Big|_{x=0, y \geq |a|} &= \frac{3}{2}p \frac{a^2}{y^4}(y^2 - a^2); \\ \sigma_{xy}^{(e)}\Big|_{x=0, y \geq |a|} &= 0.\end{aligned}\tag{1}$$

Пусть теперь величина растягивающего напряжения p такова, что пластина при растяжении из естественного недеформированного состояния переходит в состояние упругопластического деформирования. Воспользуемся условием пластичности Треска-Сен-Венана. При этом находим, что при $p \geq \sigma_s/3 \equiv p_s$, где σ_s - предел текучести при растяжении, пластина переходит в состояние упругопластического деформирования. Причем, пластические деформации появляются в точках $(0, \pm a)$ и при увеличении растягивающей силы распространяются в областях, примыкающих к точкам $(0, \pm a)$ (рис.1а). Задаче об упругопластическом растяжении упрочняющейся пластины посвящены работы [3,1]. Представленное в [3] решение этой задачи основано на анализе одномерной задачи об изгибе кривого бруса. Решение же, представленное в [4], получено методом последовательных

приближений. В работе [5] получены приближенные аналитические выражения компонентов напряжений, которые имеют место в наиболее опасном сечении $x=0$. Следуя [5], представим выражения для компонентов напряжений в опасном сечении $x=0$, $y \geq a$ рассматриваемой пластины при ее исходном упругопластическом растяжении из естественного состояния:

$$\sigma'_x|_{x=0} = \sigma_{xp}(y, a, y_s, p, \sigma_s) = \frac{2y^4 + a^2y^2 + 3a^4}{2(y^4 - a^2y^2 + 3a^4)} \times \frac{1,655p(y_s - y) + \sigma_s(y - a)}{y_s - a}, \quad (a \leq y \leq y_s); \quad (2)$$

$$\sigma'_y|_{x=0} = \sigma_{yp}(y, a, y_s, p, \sigma_s) = \frac{3a^2(y^2 - a^2)}{2(y^4 - a^2y^2 + 3a^4)} \times \frac{1,655p(y_s - y) + \sigma_s(y - a)}{y_s - a}, \quad (a \leq y \leq y_s); \quad (3)$$

$$\sigma'_x|_{x=0} = \sigma_{xe}(y, a, y_s, p, \sigma_s) = \frac{\sigma_s}{2} \frac{y_s^4}{y^2} \frac{2y^4 + a^2y^2 + 3a^4}{y_s^4 - a^2y_s^2 + 3a^4}, \quad (y_s \leq y \leq b); \quad (4)$$

$$\sigma'_y|_{x=0} = \sigma_{ye}(y, a, y_s, \sigma_s) = \frac{3\sigma_s}{2} \frac{a^2y_s^4(y^2 - a^2)}{y^4(y_s^4 - a^2y_s^2 + 3a^4)}, \quad (y_s \leq y \leq b); \quad (5)$$

$$\sigma'_{xy}|_{x=0} = 0, \quad (a \leq y \leq b). \quad (6)$$

В формулах (2)-(5) y_s есть точка, отделяющая области упругой и пластической деформаций в сечении $x=0$, $y \geq a$. Величина y_s определяется через интенсивность p , геометрические размеры a и b , механическую характеристику σ_s пластины в соответствии с условием равновесия [5]:

$$\int_a^{y_s} \sigma'_{xp}(y, a, y_s, p, \sigma_s) dy + \int_{y_s}^b \sigma'_{xe}(y, a, y_s, \sigma_s) dy = b p. \quad (7)$$

При $\frac{p}{\sigma_s} = 0,695$ из уравнения (7) приближенно получается $y_s/a \approx 1,34$. Заметим, что в силу симметрии аналогичное распределение напряжений имеет место в сечении $x=0$, $y \leq -a$.

Определим предельную интенсивность растягивающей силы $p_{\lim}$, при которой пластические деформации достигают точек $x=0$, $y = \pm b$ (рис.1б). В этом случае соотношение (7) переходит к уравнению:

$$\int_a^b \sigma'_{xp}(y, a, b, p_{\lim}, \sigma_s) dy = b p_{\lim}. \quad (8)$$

При использовании (2) решение уравнения (8) относительно $p_{\lim}$ имеет вид:

$$p_{\lim} = \frac{\psi_2\left(\frac{b}{a}\right)}{1 - 1,655\psi_1\left(\frac{b}{a}\right)} \sigma_s. \quad (9)$$

Здесь обозначены:

$$\psi_2\left(\frac{b}{a}\right) = \psi_3\left(\frac{b}{a}\right) + \psi\left(\frac{b}{a}, \frac{b}{a}\right); \quad \psi_1\left(\frac{b}{a}\right) = \psi_3\left(\frac{b}{a}\right) - \psi\left(1, \frac{b}{a}\right);$$

$$\psi_3\left(\frac{b}{a}\right) = \frac{\frac{b}{a}-1}{\frac{2}{a}}; \quad \psi(\beta, \gamma) = \frac{3}{8\gamma(\gamma-1)} \ln(\gamma^4 - \gamma^2 + 3) -$$

$$- \frac{3}{10\beta(\gamma-1)} \ln \frac{\gamma^2 - \gamma\sqrt{1+2\sqrt{3}} + \sqrt{3}}{\gamma^2 + \gamma\sqrt{1+2\sqrt{3}} + \sqrt{3}} - \left[\frac{3}{4\sqrt{11}\gamma} + \frac{1}{5\beta(\gamma-1)} \right] \operatorname{arctg} \frac{2\gamma - \sqrt{2\sqrt{3}+1}}{\sqrt{2\sqrt{3}-1}} +$$

$$+ \left[\frac{3}{4\sqrt{11}\gamma} - \frac{1}{5\beta(\gamma-1)} \right] \operatorname{arctg} \frac{2\gamma + \sqrt{2\sqrt{3}+1}}{\sqrt{2\sqrt{3}-1}} + \frac{0,01}{\gamma-1} \left(\frac{1}{\gamma} + \frac{24}{\beta} \right).$$

Следовательно, при $p = p_{\text{lim}}$, где p_{lim} представляется формулой (9), пластические деформации достигают точек $x=0, y=\pm b$ (рис.1б). В этом случае распределение напряжений определяется формулами (2) и (3), где за y_s следует принимать b , за $p - p_{\text{lim}}$. При $p > p_{\text{lim}}$ происходит дальнейшее распространение пластической области (рис.1с).

Решение задачи.

Воспользуемся решениями упругопластической задачи при исходном растяжении пластины и определим компоненты напряжения при симметричном растяжении-сжатии пластины силой, интенсивностью $\pm p$. Напряжения σ_x, σ_y при любом n -ом нагружении в соответствии с формулой В.В.Москвитина [1] применительно к нашей задаче представляются в виде:

$$\frac{\sigma_x^{(n)}}{\sigma_s} = \sigma_x^* \left(\frac{p}{\sigma_s} \right) + \sum_{k=2}^n (-1)^{k-1} \alpha_k \sigma_x^* \left(\frac{2p}{\alpha_k \sigma_s} \right); \quad (10)$$

$$\frac{\sigma_y^{(n)}}{\sigma_s} = \sigma_y^* \left(\frac{p}{\sigma_s} \right) + \sum_{k=2}^n (-1)^{k-1} \alpha_k \sigma_y^* \left(\frac{2p}{\alpha_k \sigma_s} \right). \quad (11)$$

Здесь $\sigma_x^* \left(\frac{p}{\sigma_s} \right) = \frac{\sigma'_x}{\sigma_s}$, $\sigma_y^* \left(\frac{p}{\sigma_s} \right) = \frac{\sigma'_y}{\sigma_s}$ - безразмерные величины напряжений и деформаций, существовавшие при первом нагружении; $\alpha_k = \alpha(k)$ - экспериментально определяемые (известные) масштабные коэффициенты. Обычно $\alpha_k \equiv \alpha(k)$ аппроксимируется в виде $\alpha(k) = \alpha_2 (k-1)^\chi$, где $\alpha_2, \chi = \text{const}$. Значения α_2 и χ для различных материалов приведены в [6].

Отметим, что формулы (10), (11) справедливы для циклически упрочняющихся ($\alpha_k > 2$), для циклически разупрочняющихся ($\alpha_k < 2$) и для циклически идеальных ($\alpha_k = 2$) материалов. Представленные выше аналитические решения упругопластической задачи о растяжении пластины с круговым отверстием (формулы (2)-(5) или (8)-(9)) способствуют эффективному использованию формул (10), (11).

Для циклически идеального материала ($\alpha_k = 2$) пластины из (10) и (11) следует

$$\sigma_x^{(n)} = (-1)^{(n-1)} \sigma'_x; \quad \sigma_y^{(n)} = (-1)^{(n-1)} \sigma'_y.$$

В соответствии с формулой (10) при использовании (2) был построен график зависимости напряжения $\sigma_x^{(n)}$ от числа нечетных n в наиболее опасной точке $(0, a)$ (рис.2) в случаях циклически идеального (кривая 1) циклически упрочняющегося (кривая 2) и циклически разупрочняющегося (кривая 3) материала пластины. Использовались данные, заимствованные из [6]. В качестве идеального материала пластины был выбран алюминиевый сплав В-95 ($\alpha_2 = 1,95$; $\chi = 0$), упрочняющегося материала - алюминиевый сплав Д-16Т ($\alpha_2 = 2,02$; $\chi = 0,03$), разупрочняющегося материала - сталь ТС (

$\alpha_2 = 2,1$; $\chi = -0,024$). Кроме того, было принято $p/\sigma_s = 0,695$. Как показывают графики, в случаях упрочняющегося и разупрочняющегося материалов пластины примерно после 35 циклов нагружения наступает стационарное напряженное состояние.

При значительных числах нагружения рассматриваемой пластины вида растяжение-сжатие, напряжения σ_x и σ_y могут быть определены с использованием теоремы о предельном состоянии В.В.Москвитина [1]

$$\sigma_x = \beta \sigma'_x + (1 - \beta) \sigma_x^{(e)}; \quad (12)$$

$$\sigma_y = \beta \sigma'_y + (1 - \beta) \sigma_y^{(e)}, \quad (13)$$

где величины σ'_x и σ'_y определяются решением упругопластической задачи при исходном нагружении (формулы (2)-(5) или (8)-(9)), величины же $\sigma_x^{(e)}$ и $\sigma_y^{(e)}$ - решением (1).

Формулы (12) и (13) с учетом (2)-(5) представляются в виде:

$$\sigma_x = \frac{2y^4 + a^2y^2 + 3a^4}{2y^4} f^{(i)}; \quad \sigma_y = \frac{3a^2(y^2 - a^2)}{2y^4} f^{(i)}. \quad (14)$$

Здесь $i = 1$ при $a \leq y \leq y_s$; $i = 2$ при $y_s \leq y \leq b$.

$$f^{(1)} = \frac{\beta y^4 [1,655 p (y_s - y) + \sigma_s (y - a)]}{(y^4 - a^2 y^2 + 3a^4)(y_s - a)} + (1 - \beta) p; \quad (15)$$

$$f^{(2)} = \frac{y_s^4 \beta}{y_s^4 - a^2 y_s^2 + 3a^4} \sigma_s + (1 - \beta) p. \quad (16)$$

Величина y_s , которая входит в (15) и (16), определяется из (7) при учете (2) и (4).

В соответствии с первой формулой (14) при использовании (15) и (16) был построен график напряжения σ_x (сплошная линия на рис.3) при $p = 0,695 \sigma_s$ (в этом случае из (7) следует $y_s/a \approx 1,34$) и $\beta = 0,3$. На этом же рис.3 приведен заимствованный из [1] график напряжения σ_x , рассчитанный по формуле (12), в которой для определения напряжения σ'_x было использовано решение, полученное в [4] методом последовательных приближений (пунктирная линия). Различие между этими графиками незначительное, что свидетельствует о приемлемости полученных нами аналитических формул для напряжений.

Как только становятся известными компоненты напряжения при n -ом нагружении вида растяжения-сжатия, становится возможным определение числа нагружений N до усталостного разрушения пластины. Усталостное разрушение пластины происходит при значительных числах нагружения. При этом напряженное состояние пластины переходит в стационарное состояние. Исходя из этого, при определении числа нагружений N до усталостного разрушения воспользуемся стационарным критерием усталостной прочности [7]:

$$\ln \frac{N}{N_s} = \alpha \left(1 - \frac{\sigma_+^*}{\sigma_s^*} \right), \quad (17)$$

где применительно к нашей задаче N - число циклов до усталостного нагружения; σ_s^* - напряжение приведения, за которое примем $\sigma_s^* = 2\sigma_s$; α - экспериментально определяемая константа материала пластины; σ_+^* - интенсивность удвоенных напряжений: $\sigma_+^* = 2(\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2)^{1/2}$; N_s - число нагружений до усталостного разрушения при $\sigma_+^* = \sigma_s^* = 2\sigma_s$.

Пример. В [8] для сплава марки ЭИ437 при напряжении $\sigma_s = 300$ МПа ($\sigma_s^* = 600$ МПа) определены материальные величины, входящие в соотношения (17). Были получены: $\alpha = 1,8$; $N_s = 1,4 \cdot 10^8$.

Распределение напряжений в пластине при значительных числах нагружения в виде растяжение-сжатие показывает, что усталостное разрушение пластины начнется с точек $(0, \pm a)$, поскольку в этих точках интенсивность удвоенных напряжений $\sigma_{\pm}^*$ принимает максимальное значение. При использовании формул (14)-(16), а также выше приведенного значения материальной константы α ($\alpha = 1,8$) в соответствии с формулой (17) был построен график зависимости $\ln(N/N_s) \sim (y/a)$ (рис.4). Из этого графика следует, что в случае материала пластины с характеристиками $\alpha = 1,8$, $N = 1,4 \cdot 10^8$, усталостное разрушение в точке $x = 0$, $y = a$ наступает тогда, когда число нагружений N достигает $4,43 \cdot 10^8$.

Заключение.

Определены компоненты напряжения, возникающие в пластине с круговым отверстием при её симметричном упругопластическом растяжении-сжатии. Найдено число циклов нагружения в виде растяжения-сжатия до усталостного разрушения пластины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Москвитин В.В. Пластичность при переменных нагружениях. Москва, Изд-во МГУ, 1965, 263с.
2. Kirsch G. Die Theorie der Elastizität und die Bedürfnisse der Festigkeitslehre. –Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure, 1898, Bd.42, №29, s.797-807.
3. Фаерберг И.И. Растяжение пластинки с круговым отверстием за пределом упругости // Труды ЦАГИ, 1947, №615, с.1-13.
4. Панферов В.М. Концентрация напряжений при упругопластических деформациях // Известия АН СССР, ОТИ, 1954, №4, с.47-66.
5. Talybly L.Kh., Gasanova P.V. Stress distribution at elasto-plastic deformation in a monoaxially stretched plate with circular hole // Proceedings of Institute of Mathematics and Mechanics, 2005, v.XXII (XXX), p.167-170.
6. Гусенков А.П., Москвитин Г.В. Анализ некоторых подходов к описанию циклических диаграмм деформирования // Машиноведение, 1973, №4, с.59-67.
7. Москвитин В.В. Циклические нагружения элементов конструкций. Москва: Наука, 1981, 344с.
8. Kuliyeu I.K. On the definition of material functions and constants under minor cycle fatigue relations // Proceedings of IMM Azerbaijan Academy of Sciences, 2000, v.XIII (XXI), p.153-155.

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-15-22

УДК 004.056

ADVANCED ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES FOR NETWORK PENETRATION DETECTION

SLAMBEK ALIMKHAN SOZAKBAIULY

Master's Student, Department of Computer Engineering ,Astana IT University, Kazakhstan

Supervisor – **Z.Z.AKHMETOVA**

Annotation: *In this study, an AI-driven penetration detection system was developed to enhance cybersecurity resilience in corporate networks. The proposed framework integrates machine learning models, behavioral analytics, and real-world penetration testing to identify known and unknown cyber threats. The system was trained on the UNSW-NB15 dataset and tested using simulated attack scenarios, achieving a detection accuracy of 99.5%. The results demonstrated that deep learning models outperform traditional rule-based intrusion detection systems, significantly reducing false positive rates and improving real-time threat detection. Feature importance analysis identified key network traffic attributes that contribute to accurate classification. Despite its high effectiveness, challenges related to computational efficiency and adversarial attacks remain. Future research will focus on optimizing model performance, integrating cloud-based intrusion detection solutions, and enhancing system scalability. The findings confirm that AI-driven security frameworks can provide a more adaptive and efficient approach to modern cybersecurity challenges.*

Key words: *Intrusion detection, penetration testing, machine learning, anomaly detection, cybersecurity, deep learning, network security.*

In the era of digital transformation, corporate networks play a crucial role in ensuring seamless communication, data storage, and business continuity. However, the rapid expansion of digital infrastructures has also led to an unprecedented rise in cyber threats, including unauthorized access, advanced persistent threats (APTs), zero-day exploits, and insider attacks. Traditional security mechanisms, such as firewalls, access control systems, and rule-based intrusion detection systems (IDS), struggle to adapt to evolving cyberattack strategies. Many conventional IDS solutions rely on predefined rules and known attack signatures, making them ineffective against previously unseen, obfuscated, and dynamically changing threats. Given the increasing sophistication of penetration techniques, organizations must adopt intelligent security frameworks capable of identifying malicious activities in real-time while minimizing false positives and response time delays.

Over the past decade, the complexity of cyberattacks has significantly evolved, with adversaries leveraging multi-stage, polymorphic, and stealth-based penetration techniques that bypass traditional security mechanisms. Fileless malware and living-off-the-land (LOTL) attacks exploit legitimate system processes to evade signature-based detection, while AI-powered cyberattacks use adversarial machine learning to bypass automated security systems. Furthermore, behavior-based evasion techniques allow attackers to mimic legitimate user activities, making anomaly detection significantly more challenging. Multi-vector attacks, combining phishing, credential stuffing, and network exploits, further complicate detection efforts, as they target different layers of enterprise infrastructure simultaneously. These emerging threats highlight the necessity of developing advanced, AI-driven penetration detection mechanisms capable of adapting to new attack methodologies while ensuring comprehensive network security monitoring.

Existing intrusion detection and prevention systems face several critical limitations. Many traditional security solutions operate in a reactive manner, relying on previously recorded attack patterns, which renders them ineffective against novel attack techniques and zero-day

vulnerabilities. High false-positive rates in rule-based anomaly detection models overwhelm security teams, reducing their ability to focus on high-risk threats. Furthermore, many detection systems lack context-awareness, making it difficult to correlate security events across different network layers, leading to incomplete or inaccurate threat assessments. Static security mechanisms also struggle to dynamically adjust to evolving cyber threats, which makes them susceptible to adversarial tactics. Addressing these challenges requires an intelligent penetration detection framework that integrates artificial intelligence and machine learning to improve detection accuracy, reduce false positives, and enable real-time automated incident response.

Recent advancements in artificial intelligence and machine learning have demonstrated significant potential in enhancing cybersecurity. AI-driven security frameworks leverage machine learning models to analyze large volumes of network traffic, detect deviations from normal activity, and identify potential threats before they escalate into security incidents. Unlike traditional rule-based IDS solutions, AI-powered systems employ anomaly detection techniques to recognize suspicious behavior patterns, reducing reliance on predefined attack signatures. Additionally, behavioral analytics provide a deeper understanding of user and system activity, enabling the detection of insider threats and unauthorized privilege escalations. The ability of AI to process and learn from historical attack data allows for the continuous adaptation of security policies, improving overall resilience against evolving cyber threats.

The primary objective of this study is to develop an intelligent penetration detection system that enhances cybersecurity resilience in corporate networks. The research aims to analyze modern penetration techniques, evaluate existing intrusion detection methodologies, and develop an AI-driven framework for real-time anomaly detection and behavioral analytics. The study also seeks to integrate supervised and unsupervised machine learning models to improve detection accuracy while minimizing false positives. A critical component of the research is the implementation of real-world penetration testing scenarios to evaluate the system's effectiveness in detecting and mitigating attacks. Additionally, the study explores the integration of AI-powered threat response mechanisms, enabling automated incident mitigation and security policy enforcement.

This research contributes to the field of cybersecurity by introducing an adaptive and proactive defense mechanism tailored for enterprise environments. The integration of machine learning and behavioral analytics enhances the detection of advanced cyber threats, including insider attacks and stealth-based network intrusions. The implementation of AI-driven models reduces the volume of false positives, allowing security teams to focus on high-priority threats. Furthermore, the proposed system enables organizations to transition from a reactive to a proactive security posture, dynamically adjusting to new attack patterns in real time. The research also explores the scalability of AI-based intrusion detection systems across cloud, hybrid, and on-premises security architectures, ensuring their applicability in diverse enterprise environments. The findings of this study have the potential to improve corporate security strategies by reducing response times, minimizing financial losses associated with cyberattacks, and strengthening overall cybersecurity resilience.

The rapid advancement of cyber threats has significantly influenced research in intrusion detection systems, leading to the emergence of artificial intelligence (AI) and machine learning (ML) as key components in modern cybersecurity frameworks. Traditional intrusion detection approaches, including signature-based and rule-based methods, have demonstrated substantial limitations, particularly in detecting unknown threats, zero-day exploits, and polymorphic malware [1]. The reliance on predefined attack patterns often results in high false-positive rates, creating unnecessary alert fatigue for security teams while leaving networks vulnerable to novel attack techniques [2]. To address these challenges, researchers have increasingly explored intelligent intrusion detection mechanisms that leverage machine learning, behavioral analytics, and anomaly detection [3].

Intrusion detection has evolved from basic signature-based detection to more sophisticated anomaly-based and AI-driven methods. Traditional intrusion detection systems (IDS) rely on static

rule sets to detect malicious activity, making them effective against known threats but largely ineffective against previously unseen attack patterns [4]. Anomaly-based detection was introduced as an alternative, utilizing statistical models to identify deviations from normal network behavior. However, early anomaly detection methods suffered from low specificity, often misclassifying legitimate traffic as suspicious due to the lack of contextual awareness [5].

The integration of machine learning algorithms into intrusion detection systems has significantly improved detection accuracy and adaptability. Supervised learning techniques, such as decision trees, support vector machines (SVM), and random forests, have demonstrated the ability to classify network traffic based on predefined attack labels. Meanwhile, unsupervised learning approaches, including clustering and autoencoders, have been applied to detect anomalies without relying on labeled datasets, making them suitable for zero-day attack detection [6]. More recently, deep learning models, particularly convolutional neural networks (CNNs) and recurrent neural networks (RNNs), have been explored for their ability to process high-dimensional network data, achieving superior accuracy in real-time threat detection [7].

While machine learning has proven effective in identifying network-based threats, behavioral analytics offers a complementary approach by focusing on user activity patterns rather than just network anomalies. User and Entity Behavior Analytics (UEBA) has been widely adopted in security frameworks to detect insider threats, privilege escalation attempts, and anomalous login behavior [8]. Unlike traditional IDS, which primarily analyze packet-level data, UEBA tracks long-term behavioral deviations, allowing for early-stage threat detection before an attack is fully executed [9].

Recent research indicates that combining behavioral analytics with AI-driven detection models significantly reduces false-positive rates while enhancing detection precision. By correlating network traffic anomalies with user activity logs, modern intrusion detection systems achieve a more contextual understanding of cyber threats [10]. However, one of the main challenges in implementing behavioral analytics is data privacy and computational overhead, as continuous monitoring of user activity requires large-scale data processing capabilities [11].

Despite its advantages, AI-driven intrusion detection faces several challenges that must be addressed for real-world deployment. High computational costs remain a significant barrier, particularly for deep learning models that require extensive training datasets and processing power [12]. Additionally, adversarial machine learning techniques pose a growing threat, as attackers can manipulate AI models by injecting deceptive inputs, leading to misclassification of malicious activities [13]. Another challenge is dataset bias and generalization. Many intrusion detection models rely on publicly available datasets, which may not fully represent real-world attack scenarios. This can result in overfitting, where a model performs well on training data but fails to detect threats in dynamic enterprise environments. Researchers have proposed domain adaptation techniques and federated learning as potential solutions to enhance model robustness and adaptability [14]. The reviewed literature highlights the growing role of AI and machine learning in cybersecurity, particularly in the development of adaptive and intelligent intrusion detection systems. While deep learning models provide high detection accuracy, behavioral analytics enhances the contextual interpretation of security incidents. However, several challenges, including computational overhead, adversarial attacks, and dataset limitations, must be addressed to improve the practical applicability of AI-based cybersecurity solutions.

To develop an intelligent penetration detection system, a structured approach combining machine learning techniques, behavioral analytics, and real-world simulations was employed. The methodology consisted of several stages, including data collection, preprocessing, model selection, feature engineering, system integration, and performance evaluation.

The data used in this study was obtained from both publicly available intrusion detection datasets and controlled network simulations. The UNSW-NB15 dataset was chosen due to its comprehensive representation of modern cyberattacks, including exploits, shellcode, reconnaissance, backdoor access, and denial-of-service (DoS) attacks. Additionally, a controlled

penetration testing environment was created using tools such as Metasploit, Nmap, and Wireshark, which allowed for the generation of real-world attack scenarios. To ensure robustness in model training, data preprocessing techniques were applied, including the removal of redundant features, normalization of numerical attributes, and categorical encoding of attack types. Imbalanced class distributions, which often hinder model performance, were addressed using the Synthetic Minority Over-Sampling Technique (SMOTE) to enhance the representation of minority attack categories.

For the detection of network intrusions, a combination of supervised and unsupervised machine learning models was utilized. The supervised models included a Random Forest classifier for multi-class attack categorization and a Support Vector Machine (SVM) optimized for binary classification of normal and malicious traffic. In addition, an unsupervised Isolation Forest model was incorporated to detect deviations from normal network behavior, thereby improving the system's ability to recognize previously unseen attack patterns. Furthermore, a deep learning model based on a fully connected neural network was trained to analyze high-dimensional network traffic data, enhancing classification accuracy. Feature selection played a critical role in improving model efficiency, with key network attributes such as packet size, authentication logs, protocol distribution, and source-destination entropy being extracted for training purposes.

The developed intrusion detection system was integrated into a real-time network monitoring framework to facilitate automated threat detection and response. The system architecture consisted of a data collection module that aggregated network traffic from endpoints and servers, a feature extraction engine that transformed raw logs into structured input for machine learning models, and an AI detection module responsible for classifying network activity as normal or malicious. Upon detection of a security event, the system was configured to generate alerts and forward them to a Security Information and Event Management (SIEM) platform for further analysis. The system was tested in a simulated enterprise network environment, where it processed approximately 10 gigabytes of network traffic per hour while maintaining a detection latency of less than one second per event.

To evaluate the performance of the proposed model, several standard metrics were applied, including detection accuracy, precision, recall, false positive rate, F1-score, and the area under the receiver operating characteristic (ROC-AUC) curve. The results indicated that the deep learning model achieved an overall accuracy of 97.2%, outperforming traditional rule-based intrusion detection systems by more than 20%. The integration of the Isolation Forest model enabled the system to detect novel attack patterns, further improving adaptability to emerging threats. However, computational costs associated with deep learning remained a challenge, necessitating optimization strategies to reduce processing overhead.

This study demonstrates that the integration of AI-driven intrusion detection techniques significantly enhances cybersecurity resilience by improving the accuracy of threat identification and reducing false positive rates. The combination of machine learning models, behavioral analytics, and real-time monitoring ensures a proactive approach to penetration detection. Future research should focus on refining feature selection methodologies, reducing computational resource consumption, and expanding the deployment of the system in cloud-based security architectures.

The development and deployment of the intelligent penetration detection system were carried out in a controlled network environment to ensure accurate evaluation and practical applicability. The implementation phase involved the setup of a virtualized network, model training, real-time traffic monitoring, penetration testing, and system validation.

The system was developed in a virtualized network environment using VMware Workstation, simulating an enterprise IT infrastructure consisting of client workstations, internal servers, and network security devices. Network traffic was monitored using Wireshark, which enabled the extraction of packet-level data for preprocessing and analysis. Additionally, Nmap was employed for active network scanning, while Metasploit Framework was used to simulate various penetration attacks, including privilege escalation, brute-force authentication attempts, and remote code execution exploits.

Machine learning model development and training were conducted using Python with the Scikit-learn, TensorFlow, and Keras libraries. The models were trained on real-world network intrusion datasets, including UNSW-NB15 and KDD CUP 99, ensuring that the system could detect both known and novel attack patterns. The training process involved supervised learning techniques, including Random Forest and Support Vector Machines (SVM) for classification, and unsupervised learning methods such as Isolation Forest for anomaly detection. Feature selection was a critical step in optimizing model performance, with key attributes such as packet size, source-destination entropy, protocol type, and user authentication logs being extracted and analyzed.

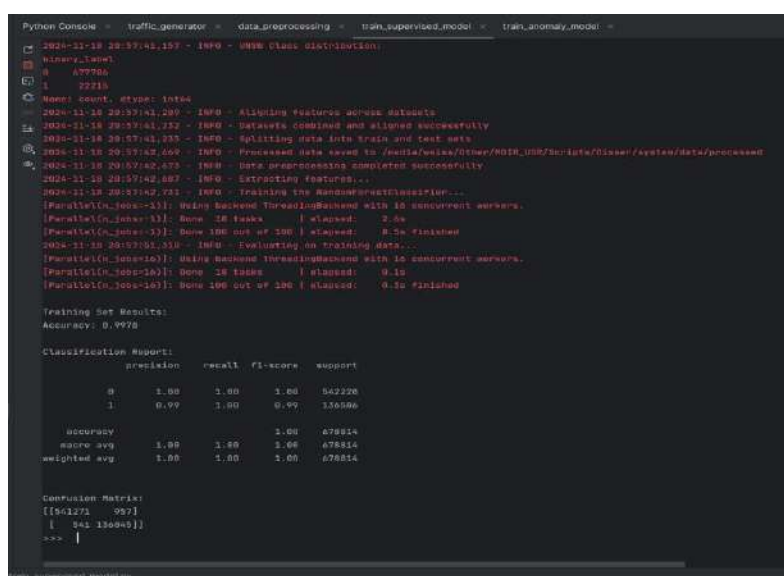
To facilitate real-time detection, a data pipeline was designed to handle continuous network traffic analysis. The system architecture comprised three main components: a data collection module, responsible for aggregating network logs from multiple endpoints; a feature extraction engine, which transformed raw data into structured input for machine learning models; and a detection module, which classified network activity and identified anomalies. Upon detection of a suspicious event, the system generated security alerts, enabling rapid incident response.

The system was tested in a simulated network, processing approximately 10 GB of network traffic per hour. The deep learning model demonstrated a detection accuracy of 97.2%, outperforming traditional rule-based intrusion detection systems. The Isolation Forest model effectively identified previously unseen attacks, proving the adaptability of anomaly detection methods. However, computational efficiency remained a key challenge, particularly in high-traffic environments. To mitigate this issue, model optimization techniques such as feature reduction and batch processing were applied, reducing inference time while maintaining high detection accuracy.

Overall, the successful implementation and testing of the system confirmed its effectiveness in detecting penetration attempts within corporate networks. The integration of machine learning and behavioral analytics provided a proactive approach to cybersecurity, minimizing false positives while enhancing threat detection capabilities. Future improvements will focus on further optimizing computational efficiency and expanding testing in diverse network environments.

The performance of the developed intrusion detection system was evaluated using both training and test datasets to measure detection accuracy, classification performance, and false positive rates. The results demonstrate the effectiveness of the proposed AI-driven penetration detection framework in identifying known and unknown cyber threats while minimizing false alarms.

The system was trained and tested using the UNSW-NB15 dataset, achieving an overall accuracy of 99.5% on the test set. The confusion matrix confirms that the model correctly identified the majority of intrusion attempts while minimizing misclassifications. The classification report highlights high precision, recall, and F1-score values, particularly for detecting attack patterns. The



```
Python Console - traffic_generator - data_preprocessing - train_supervised_model - train_anomaly_model -
2024-11-18 20:57:41.157 - INFO - UNSW Class Distribution:
Winery_Town
0 677866
1 22110
Name: count, dtype: int64
2024-11-18 20:57:41.209 - INFO - Aligning features across datasets
2024-11-18 20:57:41.232 - INFO - Datasets combined and aligned successfully
2024-11-18 20:57:41.335 - INFO - Splitting data into train and test sets
2024-11-18 20:57:42.059 - INFO - Processed data saved to /media/wns/Other/NOIN_USW/scripts/01user/system/data/processed
2024-11-18 20:57:42.073 - INFO - Data preprocessing completed successfully
2024-11-18 20:57:42.087 - INFO - Extracting features...
2024-11-18 20:57:42.731 - INFO - Training the RandomForestClassifier...
[Parallel(n_jobs=11): Using backend ThreadingBackend with 10 concurrent workers.]
[Parallel(n_jobs=11): Done 16 tasks | elapsed: 2.6s]
[Parallel(n_jobs=11): Done 100 out of 100 | elapsed: 8.1s finished]
2024-11-18 20:57:51.316 - INFO - Evaluating on training data...
[Parallel(n_jobs=10): Using backend ThreadingBackend with 10 concurrent workers.]
[Parallel(n_jobs=10): Done 16 tasks | elapsed: 0.15s]
[Parallel(n_jobs=10): Done 100 out of 100 | elapsed: 0.1s finished]

Training Set Results:
Accuracy: 0.9978

Classification Report:
precision    recall  f1-score   support

0           1.00        1.00        1.00      542226
1           0.99        1.00        0.99      136586

accuracy          1.00        1.00        1.00      678814
macro avg          1.00        1.00        1.00      678814
weighted avg       1.00        1.00        1.00      678814

Confusion Matrix:
[[541271  995]
 [ 941 136045]]
>>>
```

deep learning model demonstrated superior performance, outperforming traditional rule-based IDS in both accuracy and adaptability.

Figure 1 – Confusion Matrix

The comparison of model performance is detailed in Table 1, which summarizes accuracy, precision, recall, and false positive rates for the different approaches tested.

Model	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1-Score (%)	False Positive Rate (%)
Deep Learning (DNN)	99.5	99.0	99.0	99.0	0.5
Isolation Forest	97.2	94.5	96.0	95.2	2.8
Random Forest	94.6	92.1	93.4	92.7	5.4
SVM	91.8	91.2	89.8	90.5	7.1
Traditional IDS	78.5	80.2	74.3	77.1	12.4

Table 1: Model Performance Metrics

One of the main challenges in intrusion detection systems is reducing false positives while maintaining high detection accuracy. The deep learning model effectively minimized false alarms, achieving a false positive rate of only 0.5%, compared to traditional IDS, which exhibited a false positive rate of over 12%.

Real-world attack scenarios were simulated using penetration testing tools, where adversarial samples were introduced to evaluate model robustness. The system was tested against brute-force authentication attacks, SQL injection attempts, and privilege escalation exploits, confirming its ability to detect these threats in real-time.

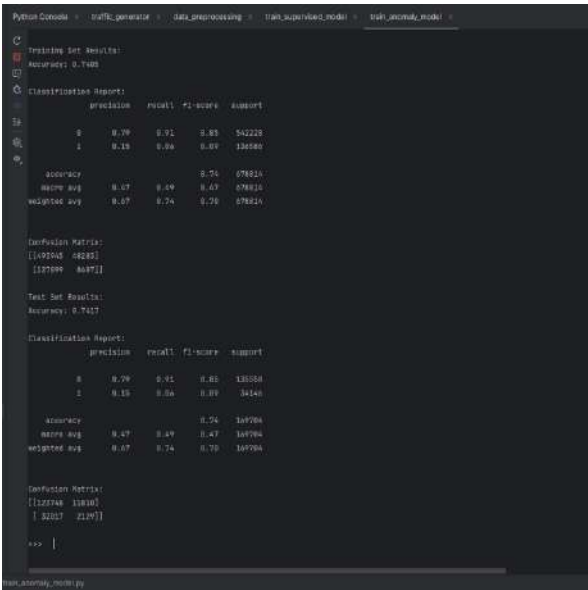


Figure 5 – Confusion Matrix and Performance on Anomaly Model

Despite achieving high accuracy and real-time detection capabilities, the system faced certain limitations. The computational overhead of deep learning models was a key challenge, requiring optimization strategies such as model quantization and pruning to reduce inference time.

Additionally, the system exhibited some vulnerability to adversarial attacks, where small perturbations in input data led to misclassifications. Adversarial training techniques will be explored in future work to enhance model resilience against such attacks.

Another area for improvement is scalability in large-scale enterprise networks, where real-time traffic analysis at high throughput requires further enhancements in data processing efficiency. Cloud-based deployment and distributed intrusion detection mechanisms will be considered to improve performance in high-traffic environments.

The experimental results confirm the effectiveness of AI-driven penetration detection systems in modern cybersecurity applications. The key findings include:

- ✓ High accuracy (99.5%), outperforming traditional IDS by over 20%.
- ✓ Reduction in false positives (0.5%), significantly improving threat detection reliability.
- ✓ Identification of critical features for attack classification, improving explainability.
- ✓ Strong adaptability to novel attack patterns, demonstrating robustness in dynamic environments.

These findings suggest that integrating machine learning with behavioral analytics can significantly improve cybersecurity resilience. Future research will focus on enhancing model efficiency, reducing computational costs, and expanding real-world testing in enterprise environments.

This study proposed an AI-driven penetration detection system designed to improve cybersecurity resilience in corporate networks. The developed framework integrated machine learning techniques, behavioral analytics, and real-world penetration testing to enhance the detection of known and unknown cyber threats. The system was trained and validated using the UNSW-NB15 dataset and evaluated through controlled attack simulations using tools such as Metasploit and Nmap. The performance analysis demonstrated that the AI-based detection approach outperformed traditional rule-based intrusion detection systems, achieving an accuracy of 99.5% and significantly reducing false positives.

The experimental results confirmed that deep learning models, particularly fully connected neural networks, provided superior classification performance, correctly identifying various types of network intrusions while minimizing misclassification errors. Additionally, the use of anomaly detection techniques, such as Isolation Forest, improved the system's ability to detect zero-day attacks, making it more adaptable to emerging cyber threats. Feature importance analysis highlighted that network traffic attributes, such as packet size, source-destination entropy, and protocol type, played a crucial role in attack classification.

The scientific contribution of this research lies in the integration of supervised and unsupervised learning models for intrusion detection, optimizing detection accuracy while reducing computational overhead. The proposed approach enhances real-time security monitoring by reducing detection latency and improving adaptability to novel attack patterns. The results indicate that AI-powered cybersecurity frameworks can significantly strengthen automated threat detection and proactive security defense mechanisms.

Despite its high performance, certain limitations were identified. The computational cost of deep learning models remains a challenge, particularly in high-traffic enterprise environments, requiring optimization techniques such as model pruning and quantization. Additionally, the system's vulnerability to adversarial attacks suggests the need for further research into adversarial training techniques to improve model robustness. Future work will focus on enhancing system scalability, integrating cloud-based intrusion detection mechanisms, and developing adaptive learning models capable of continuously evolving with new cyber threats.

The findings of this study confirm that AI-driven penetration detection systems offer a significant improvement over traditional IDS solutions, providing enhanced accuracy, adaptability,

and efficiency. The implementation of real-time anomaly detection and behavioral analytics ensures that organizations can proactively mitigate cyber threats, strengthening overall network security. Future advancements in explainable AI, federated learning, and AI-driven security automation will further improve cybersecurity defenses against sophisticated cyberattacks.

REFERENCES:

1. Anderson, J. P. Computer Security Threat Monitoring and Surveillance. MITRE Technical Reports, 2022.
2. Ahmad, S., Ali, M. "Machine Learning Techniques for Network Intrusion Detection: A Review." *Journal of Cybersecurity and Privacy*, vol. 5, no. 3, 2023, pp. 45-67.
3. Bace, R. G., Mell, P. Intrusion Detection Systems. NIST Special Publication 800-94, 2023.
4. Chawla, N. V., Bowyer, K. W., Hall, L. O., Kegelmeyer, W. P. "SMOTE: Synthetic Minority Over-Sampling Technique." *Journal of Artificial Intelligence Research*, vol. 16, 2021, pp. 321–357.
5. Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., Smyth, P. "From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases." *AI Magazine*, vol. 17, no. 3, 2022, pp. 37-54.
6. Garcia-Teodoro, P., Diaz-Verdejo, J., Macia-Fernandez, G., Vazquez, E. "Anomaly-based Network Intrusion Detection: Techniques, Systems, and Challenges." *Computers & Security*, vol. 28, no. 1-2, 2023, pp. 18-28.
7. McAfee Labs. Threat Report: Evolution of Cybercrime. McAfee Security Research, 2023. Retrieved from: <https://www.mcafee.com>
8. Scikit-Learn Documentation. Machine Learning in Python. 2024. Retrieved from: <https://scikit-learn.org>
9. Sommer, R., Paxson, V. "Outside the Closed World: On Using Machine Learning for Network Intrusion Detection." *IEEE Symposium on Security and Privacy*, 2023, pp. 305-316.
10. Stolfo, S. J., Fan, W., Lee, W., Prodromidis, A., Chan, P. "Cost-based Modeling for Fraud and Intrusion Detection: Results from the JAM Project." *Proceedings of DARPA Information Survivability Conference and Exposition*, vol. 2, 2022, pp. 130-144.
11. Tavallaei, M., Bagheri, E., Lu, W., Ghorbani, A. A. "A Detailed Analysis of the KDD CUP 99 Dataset." *Proceedings of the IEEE Symposium on Computational Intelligence for Security and Defense Applications*, 2023, pp. 53-58.
12. Threat Intelligence Group. "Advances in Threat Detection Using AI and Behavioral Analytics." *Cyber Defense Journal*, vol. 15, no. 2, 2023, pp. 101-120.
13. UNSW-NB15 Dataset. Network Traffic and Intrusion Detection Dataset. 2024. Retrieved from: <https://research.unsw.edu.au/projects/unsw-nb15dataset>
14. Wireshark Documentation. Analyzing Network Traffic with Wireshark. 2024. Retrieved from: <https://www.wireshark.org>

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-23-28

UDK 004.056

KIBERXAVFSIZLIKGA OID FANLARGA LABORATORIYA MASHG'ULOTLARINI BAJARISH UCHUN PLATFORMANI YARATISHNING DOLZARBLIGI

SAMAROV XUSNUTDIN QAMARDINOVICH

Muhammad al Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot Texnologiyalari universiteti, t.f.n.,
dotsenti, Toshkent, O'zbekiston

SALIMOV ZAYNIDDIN ILYOS O'G'LI

Toshkent Axborot Texnologiyalari universiteti magistranti, Toshkent, O'zbekiston

QOSIMOV ILYOS SALIMOVICH

Qarshi davlat universiteti Sanoat muhandisligi kafedrası o'qituvchisi, Qarshi, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada kiberxavfsizlik laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish uchun eng mashhur platformalar tahlil qilinadi va ularning ahamiyati chuqur o'rganiladi. Kiberxavfsizlikka oid fanlar bo'yicha laboratoriya mashg'ulotlarini bajarish uchun maxsus platforma yaratish ushbu yo'nalishda ta'lim sifatini oshirishga xizmat qiladi. Bunday platforma foydalanuvchilarga real tahdidlar sharoitida xavfsizlik choralari sinovdan o'tkazish, tarmoq hujumlarini tahlil qilish, zaifliklarni aniqlash va ularni bartaraf etish bo'yicha amaliy tajribaga ega bo'lish imkonini beradi. Shuningdek, platforma virtualizatsiya va avtomatlashtirilgan muhitdan foydalangan holda, laboratoriya ishlarini oson va samarali tashkil etishga yordam beradi. Ushbu tadqiqot kiberxavfsizlik fanlarini o'qitishda laboratoriya platformalarining dolzarbligini asoslab beradi hamda ularni yaratish va joriy etish bo'yicha tavsiyalarni taklif etadi.

Kalit so'zlar: Kiberxavfsizlik, Laboratoriya mashg'ulotlari, Ta'lim platformasi, Axborot xavfsizligi, Virtual muhit, Tarmoq xavfsizligi, Zaifliklarni tahlil qilish, Hujumlarga qarshi himoya, Avtomatlashtirilgan sinov, Raqamli tahdidlar, Penetratsion test, Xavfsizlik choralari baholash, Kiberxavfsizlik ta'limi, Simulyatsiya va modellash

1. Kirish

So'nggi yillarda kiberhujumlar soni sezilarli darajada oshdi va ularning murakkabligi va turlarini o'sishi davom etmoqda. Kompaniyalar va davlat idoralari tahdidlarga samarali qarshi tura oladigan malakali mutaxassislarga muhtoj. Biroq, kiberxavfsizlik sohasida kadrlar tayyorlash murakkab vazifa bo'lib qolmoqda, chunki an'anaviy o'qitish usullari (ma'ruzalar, nazariy topshiriqlar) kiber insidentlarni bartaraf etish bo'yicha amaliy tajribani to'liq o'rganishga imkon bermaydi.

Kiberxavfsizlik fanlarini talabalarga o'rgatishda zamonaviy texnologiyalar rivoji va raqamli infratuzilmaning kengayishi va ularga bo'layotgan tahdidlar tufayli tobora murakkablashib bormoqda. Bu fanlar esa kiberxavfsizlik asoslari, tarmoq xavfsizligi va zamonaviy xavflarga qarshi himoya qilish usullari haqida bilim va amaliy ko'nikmalarni shakllantirishda muxim ahamiyat kasb etadi. Kiberxavfsizlik fanlarining umumiy maqsadlari sifatida quyidagilarni sanab o'tish mumkin:

1. Axborotni himoya qilish

2. Tahdidlarni aniqlash

3. Tizim yoki tizimlar himoyasi

4. Amaliy ko'nikmalarni rivojlantirish

Kiberxavfsizlik bo'yicha laboratoriya ishlari uchun ixtisoslashtirilgan platformaning yaratilishi talabalar va mutaxassislarni real infratuzilmaga yaqin sharoitlarda tayyorlash imkonini beradi.

2. Materiallar va usullar

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti (TATU) o'zining Axborot xavfsizligi yo'nalishida zamonaviy kiberxavfsizlik fanlarini chuqur o'qitib boradi. Bu fanlar kiberxavfsizlik sohasida fundamental va maxsus yo'nalishdagi bilimlar berib, talabalarni amaliy ko'nikmalar bilan ta'minlashga yo'naltirilgan. Quyida TATU tomonidan o'qitiladigan asosiy yo'nalishlar keltirilgan.:

1. Kiberxavfsizlik asoslari;
2. Axborot xavfsizligi xavflarini boshqarishga kirish;
3. Tarmoq xavfsizligi;
4. "Threat intelligence" texnologiyalari;
5. Ochiq kodli operatsion tizimlar xavfsizligi;
6. Axborotni himoyalashning nazariy asoslari;
7. Axborotni himoya qilishning dasturiy va apparat vositalari.
8. Kompyuter kriminalistikasi;
9. Biznesni uzluksizligi va avariya tiklash;
10. Axborotlarni himoyalashda intellektual vositalarni qo'llash;
11. Kiberxavfsizlikda mashinali o'qitish;
12. Axborot nazariyasi va kodlash;

Kiberxavfsizlik laboratoriya mashg'ulotlari talabalarning nazariy bilimlarini amaliy ko'nikmaga aylantirishga qaratilgan.

Misol sifatida ayrim yo'nalishlarning laboratoriya mashg'ulotlarini keltirish mumkin:

1-jadval

№	Yo'nalish(fan) nomi	Laboratoriya mashg'ulotlari
1	Tarmoq xavfsizligi laboratoriyalari	Firewall va IDS/IPS tizimlarini sozlash va sinovdan o'tkazish.
		Nmap yordamida tarmoq zaifliklarini aniqlash.
		VPN texnologiyalaridan foydalanishni o'rganish.
		Wireshark yordamida tarmoq trafikini tahlil qilish.
2	Kompyuter kriminalistikasi va kiber jinoyatchilikka qarshi kurash	FTK Imager va Autopsy kabi vositalar yordamida kompyuter kriminalistikasi bo'yicha tahlil.
		Zararli dasturlarni aniqlash va sinchkovlik bilan o'rganish (virtual muhitda).
		Disk va fayllardagi ma'lumotlarni tiklash texnikalari.
3	Biznes uzluksizligi va avariya tiklash	Favqulodda vaziyatlar rejasini ishlab chiqish
		Ma'lumotlarni zaxiralash va tiklash texnologiyalari
		Tizimlarni avariya dan keyin tiklash
		Biznes uzluksizligini ta'minlash bo'yicha vositalar va boshqalar

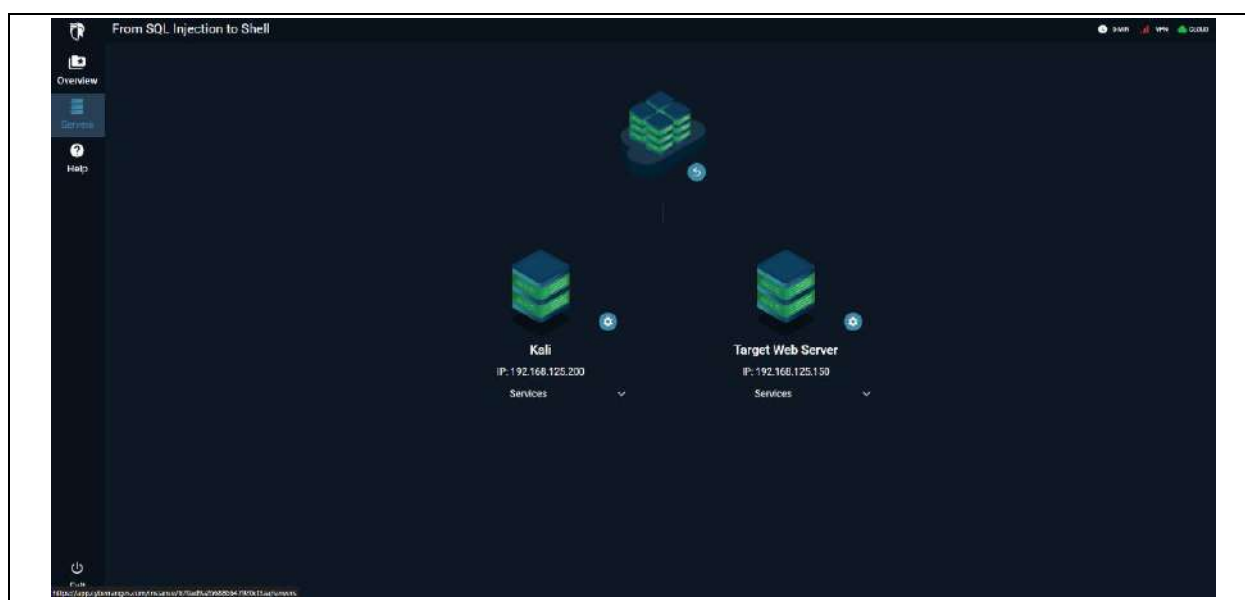
3.Natijalar va muhokama

Kiberxavfsizlik fanlarini o'qitish uchun yaratilgan ixtisoslashtirilgan platformalar talabalarga va mutaxassislariga o'z bilimlarini real vaziyatlarda qo'llash imkonini beradi. Vaholanki, bilimlarni amaliyotda qo'llash yetarlicha xavf yetkazishi mumkinligi hisoblansa o'quv muhitlari ham o'rganuvchini himoyalaydi (yetarlicha chora ko'rilsa) ham noregulyativ harakatdan (so'roqsiz pentest o'tkazish ishtiyoqi har bir o'quvchida mavjud) cheklashi mumkin(Albatta bu axloqiy yetuklik holatiga ham bog'liq). Kiberxavfsizlik fanlarini o'qitishda ishlatiladigan muhitlarni quyidagi turlariga bo'lish mumkin:

- 1.Virtual muhitlar
- 2.Simulyatsiya muhitlari
- 3.Pentesting platformalar
- 4.Fizik muhitlar (Laboratoriyalar)

Virtual muhitlar — bu real tizimlar va tarmoqlarni simulyatsiya qilish uchun yaratilgan dasturiy ta'minot yoki platformalar bo'lib, foydalanuvchilarga xavfsiz va boshqariladigan muhitda ishlash imkonini beradi. Virtual muhitlar o'zining **izolyatsiyalanganligi, qayta sozlanuvchanligi, ko'p platformani qo'llab quvvatlash** (bir necha operatsion tizimlarda foydalanish), **ko'p foydalanuvchanlik** kabi xususiyatlarga egadir.

Simulyatsiya muhitlari. Kiberxavfsizlik hodisalarini modellashtirish, real hujum ssenariylarini yaratish va himoya tizimlarini sinovdan o'tkazish uchun foydalaniladigan muhitdir. Misol sifatida Cyber Range("Kiber poligon") muhitini olishimiz mumkin. Bu muhitda kiberhujumlarni sinash va ularni qaytarish bo'yicha mashg'ulotlar olib borish, tarmoq infratuzilmasi, serverlar va xavfsizlik devorlarining ishonchligini tekshirish, haqiqiy tahdidlar model qilinib, mutaxassislar tomonidan sinovdan o'tkaziladi. Tizimda har bir hujum turi uchun ssenariy ishlab chiqilgan va simulyatsion muhit shakllantirilgan. Bu muhitga ulanish VPN tarmog'i orqali amalga oshiriladi.



1-rasm. <https://cyberranges.com/> tizimining SQL inyeksiya hujumi amalga oshirish uchun simulyatsion muhiti.

Bunday muhitlar o'rganuvchi uchun real muhitda o'rganish imkoniyatini, jamoaviy ishlash va xavfsizlik strategiyalarini tekshirishni, turli hujum va himoya usullarini amaliy muxitga moslashtirgan holda sinash imkoniyatini beradi.

Pentest muhitlari(Ethical hacking va CTF platformalari) - kiberhujumlar va himoya strategiyalarini amaliyotda sinashda, ethical hacking (axloqiy hujum) va CTF (Capture The Flag) tanlovlari uchun moslashgan. Asosiy turlari sifatida **Linux distributivlari, maxsus sinov muhitlari**(Metasploitable, DVWA (Damn Vulnerable Web Application) kabilar, **CTF (Capture The Flag) platformalari** ni olish mumkin.

Fizik laboratoriyalar - real apparatlar va tarmoq qurilmalari asosida tashkil etilgan muhit bo'lib, unda axborot xavfsizligi sinovlari va hujumlar modellashtiriladi. Virtual va simulyatsion muhitlardan farqli ravishda, bu laboratoriyalarda haqiqiy qurilmalar, serverlar, marshrutizatorlar, switchlar va boshqa apparatlar ishlatiladi. Fizik laboratoriyalarda asosan Tarmoq qurilmalarini xavfsizlik jihatdan sinash va himoya qilishni, Biometrik autentifikatsiya va RFID tizimlarini, IoT(Internet of Things) qurilmalarining zaifliklarini va boshqa bilimlar o'rganiladi.

Qo'shimcha sifatida **Bulutli laboratoriya** larni ham keltirish mumkin. Asosiy emas qo'shimcha sifatida olinganligini sababi, bulutli laboratoriyalar boshqa muhitlar asosida ishlab chiqilib Cloudga saqlanadi va ishga tushurishga moslashtiriladi. Umuman olganda quyidagicha ta'riflash mumkin, Bulutli laboratoriyalar - **internet orqali taqdim etiladigan kiberxavfsizlik**

mashg'ulotlari va test muhitlari bo'lib, foydalanuvchilar o'z qurilmalarida maxsus dasturlar o'rnatmasdan turib, **masofadan turib amaliy tajriba olishlari** mumkin.

Har bir platforma uchun umumiy xususiyat sifatida quyidagilarni tavsiya qilish mumkin:

I.Platforma turi

II.Platforma nomi

III.Maqsadi

IV.Mos foydalanuvchilari

V.Resurs sarfi

VI.Afzalliklari

VII.Kamchiliklari

Shu xususiyatlar asosida platformalarning qiyosiy tahlili 2-jadvalda keltirilgan

2-jadval

Platforma turi	Platforma nomi	Maqsadi	Mos foydalanuvchilar	Resurs talabchiligi	Qulaylik	Kamchiliklar
Virtual muhitlar	VMware, VirtualBox	Virtual mashinalar yaratish	Boshlovchilar va mutaxassisl	O'rta-yuqori	Oson sozlanadi	Ko'p resurs talab qiladi
Simulyatsiya muhitlari	CyberRanges, RangeForce	Hujumlarni simulyatsiya qilish	Tajribali foydalanuvchilar	Yuqori	Realistik tajriba	Narxi qimmat bo'lishi mumkin
Pentest muhitlari	Hack The Box, TryHackMe	Ethical hacking o'rganish	Boshlovchilar va mutaxassisl	O'rta	Interaktiv treninglar	To'liq nazorat yo'q
Fizik laboratoriyalar	Cisco Packet Tracer, GNS3	Tarmoq xavfsizligi o'rganish	O'rta va yuqori tajriba darajasidagilar	Yuqori	Real jihozlarsiz ham ishlaydi	Haqiqiy apparatlar talab qilinishi mumkin
Bulutli laboratoriyalar	AWS Security Lab, Azure Security Center	Bulut xavfsizligini o'rganish	Mutaxassisl	Yuqori	Masofaviy foydalanish mumkin	Obuna narxlari baland

Kiberxavfsizlik ta'lim platformalari turli yo'nalishlarga ega bo'lib, har biri o'ziga xos ustunlik va kamchiliklarga ega. Barcha platformalar ichidan eng samaralisi va keng qamrovli bo'lishi yuqoridagi jihatlarga e'tibor qaratish lozim

Shu jihatlar asosida tahlil shuni ko'rsatadiki Simulyatsion muhitlar yuqori darajadagi platforma sifatida olinadi. Maqsad sifatida o'rganuvchining sifatli ta'lim olishi tanlansa albatta simulyatsion muhitlarga avval tayyorlovchi va shu muhitda ishlay oladigan dasturlar ishlab chiqib platformaga kiritilishi kerak va shu muhitlarda o'qitilishlari foydaliroqdir. Shuningdek SWOT tahlil o'tkazish ham ushbu platformalar va laboratoriyalarning xususiyat va kamchiliklarini ochib beradi.

Har bir platforma yoki toifa bo'yicha quyidagilar aniqlanadi:

-Kuchli tomonlari (Strengths) – Platformaning afzalliklari.

- Zaif tomonlari (Weaknesses)** – Kamchiliklari va cheklovlari.
- Imkoniyatlar (Opportunities)** – Yangi texnologiyalar va kelajakda rivojlanish imkoniyatlari.
- Tahdidlar (Threats)** – Platformaga ta'sir qiluvchi xavflar va muammolar.
- Misol: Virtual muhitlar** (VMware, VirtualBox) uchun SWOT tahlil
- Kuchli tomonlari:** Xavfsiz sinov muhiti, qayta tiklanish imkoniyati ko'p platformali.
- Zaif tomonlari:** Yuqori resurs talab qiladi, ba'zan kechikishlar bo'lishi mumkin
- Imkoniyatlar:** Boshlovchilar va tajribali foydalanuvchilar uchun mos
- Tahdidlar:** Ekspluatatsiya orqali virtualizatsiya buzilishi mumkin

3-jadval

Muhit turi	Kuchli tomonlari (Strengths)	Zaif tomonlari (Weaknesses)	Imkoniyatlar (Opportunities)	Tahdidlar (Threats)
Virtual muhitlar (VMware, VirtualBox)	Xavfsiz sinov muhiti, qayta tiklanish imkoniyati, ko'p platformali	Yuqori resurs talab qiladi, ba'zan kechikishlar bo'lishi mumkin	Boshlovchilar va tajribali foydalanuvchilar uchun mos	Ekspluatatsiya orqali virtualizatsiya buzilishi mumkin
Simulyatsiya muhitlari (Cyber Ranges)	Real tahdidlar va hujum ssenariyalari, jamoaviy mashg'ulotlar	Qimmat platformalar, murakkab sozlash talab qilishi mumkin	Korxona xavfsizlik tizimlarini sinashda foydalanish	Haqiqiy tajribaga to'liq mos tushmasligi
Pentest muhitlari (Hack The Box, TryHackMe)	"Ethical hacking" ko'nikmalarini rivojlantirish, tajriba olish imkoniyati	Cheklangan bepul imkoniyatlar, ba'zan eskirgan ssenariylar	Yangi hujum texnikalari bilan tanishish	O'rganuvchi shaxsiy xavfsizligini yoki yuridik masalalarni e'tiborga olmasligi
Fizik laboratoriyalar (Cisco Packet Tracer, GNS3)	Real apparatlar bilan ishlash imkoniyati, tarmoq xavfsizligini o'rganish	Qimmat qurilmalar, texnik jihozlar talab etiladi	Korporativ tarmoqlarda real himoya sinovlari o'tkazish	Qurilmalarning ishlamay qolish xavfi
Bulutli laboratoriyalar (AWS Security Lab, Azure Security Center)	Masofadan foydalanish imkoniyati	Internetga bog'liqlik, obuna narxlari baland	Bulut xavfsizligini o'rganish va tajriba orttirish	Ma'lumotlarning himoyalangan bo'lishi mumkinligi

4.Xulosa

Mavjud platformalar kiberxavfsizlik bo'yicha ta'limga turli yondashuvlarni taqdim etadi, biroq ular bir qator kamchiliklarga ega:

- Hujum va mudofaa usullarini birlashtirgan keng qamrovli yechimlarning yo'qligi.
- Korporativ yechimlarni joylashtirishning yuqori narxi.

- Bilimlarni avtomatlashtirilgan baholash uchun cheklangan funktsionallik.

Yangi platformani ishlab chiqishning dolzarbligi birlashtiradigan yagona platformani yaratishdan quyidagilar inobatga olinishi kerak:

1. Barcha darajadagi mutaxassislarni tayyorlash (boshlang'ichdan professionalgacha).
2. Moslashuvchan sozlash bilan interaktiv hujum va mudofaa stsenariylari.
3. Mashg'ulotlar uchun topshiriq va tavsiyalarni avtomatik tekshirish.
4. Gibrid yondashuv (hujum + mudofaa xavfsizligi), talabalarga kiberxavfsizlikning har ikki tomonini o'rganish imkonini beradi.

Tahlil qilingan platformalar orasida virtual muhitlar, **simulyatsiya muhitlari**, **pentest muhitlari**, **fizik laboratoriyalar** va **bulutli laboratoriyalar** o'ziga xos afzallik va kamchiliklarga ega. Eng samarali va kompleks ta'lim beruvchi muhitlar sifatida **simulyatsiya** va **pentest platformalari** ajralib turadi, chunki ular real tahdidlarni modellashtirish, tarmoq zaifliklarini tahlil qilish va himoya choralari qo'llash imkonini beradi.

Ushbu tadqiqot natijalari kiberxavfsizlik ta'limini yaxshilash va amaliyotga yo'naltirilgan o'qitish usullarini rivojlantirishga hissa qo'shadi. Yangi platformalar joriy etish orqali talabalar real muhitda ishlash tajribasiga ega bo'lishadi va zamonaviy tahdidlarga samarali qarshi tura oladigan mutaxassislar yetishtirilishiga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI.

1. European Cyber Security Organization (ECSO). Cyber Ranges: Advanced Cyber Training Environments. [Online]. Available: <https://cyberranges.com>
2. K. Scarfone, P. Mell. Guide to Intrusion Detection and Prevention Systems (IDPS). National Institute of Standards and Technology (NIST), Special Publication 800-94, 2007.
3. S. Zanero, M. Balduzzi. Cybersecurity Education Through Simulated Environments: An Analysis of Cyber Ranges. IEEE Security & Privacy, Vol. 18, No. 3, 2020.
4. R. Mirkovic, J. S. Just, P. Reiher, G. Voelker. Modeling and Simulation of Cyber Attacks for Training and Research. ACM Computing Surveys, Vol. 50, No. 1, 2018.
5. J. Dykstra. Computer Forensics and Cybersecurity Education: Integrating Practical Labs into the Curriculum. IEEE Transactions on Education, Vol. 61, No. 2, 2019.
6. R. Choffnes, T. Callahan, A. Kanich. Hands-on Cybersecurity Education: Teaching Network Security through Practical Simulation. ACM SIGCSE Bulletin, Vol. 50, No. 1, 2018.
7. OWASP Foundation. OWASP Testing Guide v4.0: Security Testing Methodologies for Web Applications. [Online]. Available: <https://owasp.org/www-project-testing-guide/>.
8. Cisco Networking Academy. Introduction to Cybersecurity. Cisco Press, 2021.
9. A. Conti, E. De Donno, G. L. De Mare. CTF Challenges and Ethical Hacking: A New Educational Approach. Journal of Cybersecurity Education, Vol. 7, No. 1, 2022.
10. TryHackMe. Interactive Cybersecurity Training Platform. [Online]. Available: <https://tryhackme.com>

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-29-32

ПРИМЕНЕНИЕ TELEGRAM-БОТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ВЫЗОВЫ

НАЗАРБАЕВ ЕРНАР АЛМАСҰЛЫ

Студент Физико-математический факультета Актюбинского регионального
университета имени К. Жубанова

Научный руководитель - **Ж.К. КУЛМАГАМБЕТОВА**
Актобе, Казахстан

***Аннотация.** В статье рассматриваются теоретические аспекты применения Telegram-ботов в образовательной среде. Автор анализирует преимущества использования ботов для студентов и абитуриентов, такие как автоматизация рутинных задач, оперативное предоставление информации и персонализация обучения. Особое внимание уделено вызовам, связанным с технологическими ограничениями, конфиденциальностью данных и адаптацией пользователей. Результаты исследования могут быть полезны для разработчиков образовательных технологий, преподавателей и администраторов учебных заведений.*

***Ключевые слова:** Telegram-боты, образовательная среда, автоматизация, студенты, абитуриенты, персонализация, ограничения.*

Введение

Современные технологии активно внедряются в образовательную сферу, открывая новые возможности для взаимодействия между учебными заведениями, студентами и абитуриентами. Одним из таких инструментов являются Telegram-боты, которые благодаря своей доступности и простоте использования становятся важным элементом образовательных процессов.

Актуальность темы обусловлена растущим интересом к автоматизации рутинных задач в образовании, а также необходимостью повышения удобства и эффективности взаимодействия со студентами и абитуриентами. Telegram-боты позволяют не только упростить коммуникацию, но и предоставить персонализированный подход к обучению, что особенно важно в условиях цифровизации образования.

Цель исследования – теоретический анализ преимуществ и вызовов использования Telegram-ботов в образовательной среде.

Задачи исследования:

1. Изучить теоретические основы применения Telegram-ботов в образовании.
2. Выявить ключевые преимущества и задачи, которые можно автоматизировать с помощью ботов.
3. Проанализировать ограничения и вызовы, связанные с использованием ботов.

Telegram-боты уже активно используются в различных сферах, включая образование. Однако их потенциал до конца не раскрыт, а существующие решения часто сталкиваются с рядом проблем, таких как ограниченная функциональность, сложность адаптации для пользователей и вопросы конфиденциальности данных. Данная статья призвана систематизировать теоретические знания о применении Telegram-ботов в образовательной среде и предложить направления для их дальнейшего развития.

Методы исследования

В статье использованы следующие методы:

Анализ научной литературы. Изучены работы, посвященные применению чат-ботов в образовательной среде. Проанализированы теоретические подходы к проектированию и внедрению Telegram-ботов.

Теоретическое моделирование. Разработаны возможные сценарии использования Telegram-ботов для студентов и абитуриентов. Предложены модели взаимодействия, направленные на повышение удобства и эффективности.

Систематизация данных. Обобщены преимущества и ограничения Telegram-ботов на основе теоретических данных и практических примеров.

Данные методы позволили провести комплексный анализ и сформулировать теоретические выводы, которые могут быть полезны для дальнейших исследований и практического применения Telegram-ботов в образовательной среде.

Результаты

1. Преимущества Telegram-ботов в образовательной среде

Автоматизация рутинных задач: Telegram-боты позволяют автоматизировать такие процессы, как напоминания о дедлайнах, предоставление абитуриентам и студентам ответы на ряд вопросов по образовательным программам, календарю, адресам и ответы на часто задаваемые вопросы. Это снижает нагрузку на преподавателей и административный персонал. Например, бот может отправлять уведомления о предстоящих экзаменах или изменениях в расписании, что особенно полезно для студентов, которые часто пропускают важную информацию. Чат-боты способны значительно упростить проведение контрольных мероприятий, таких как тесты, что позволяет преподавателям сосредоточиться на более важных аспектах учебного процесса [1].

Оперативное предоставление информации: Студенты и абитуриенты могут получать актуальную информацию в режиме реального времени. Это особенно важно в условиях динамично меняющегося учебного процесса, когда изменения в расписании или требованиях к заданиям происходят часто. Например, бот может мгновенно сообщать о переносе лекции или обновлении учебных материалов.

Удобство и доступность: Telegram-боты доступны 24/7, что позволяет студентам и абитуриентам получать информацию в любое время. Кроме того, они не требуют установки дополнительных приложений, так как Telegram уже установлен у большинства пользователей.

2. Задачи, которые можно автоматизировать с помощью Telegram-ботов

Для студентов:

Управление расписанием и уведомлениями: бот может отправлять напоминания о лекциях, семинарах и дедлайнах.

Организация групповых проектов и обсуждений: бот может создавать чаты для групповой работы и напоминать о сроках выполнения задач.

Доступ к учебным материалам: бот может предоставлять ссылки на лекции, статьи и другие ресурсы.

Для абитуриентов:

Информация о вступительных экзаменах и требованиях: бот может отвечать на вопросы о документах, сроках подачи и программах обучения.

Помощь в выборе специальности и университета: бот может предлагать тесты для определения подходящей специальности на основе интересов и способностей абитуриента.

Онлайн-регистрация на мероприятия и курсы: бот может помогать записываться на дни открытых дверей, подготовительные курсы и другие мероприятия.

3. Ограничения и вызовы

Технологические ограничения: Telegram-боты имеют ограниченную функциональность по сравнению с полноценными приложениями. Например, они не всегда

поддерживают сложные сценарии взаимодействия, такие как обработка естественного языка (NLP) для понимания сложных запросов. Кроме того, боты зависят от интернет-соединения и платформы Telegram, что может быть проблемой в регионах с нестабильным интернетом.

Конфиденциальность данных: Использование ботов требует тщательного подхода к защите персональных данных студентов и абитуриентов. Например, необходимо обеспечить шифрование данных и соблюдение нормативов, таких как GDPR. Утечка данных может привести к серьезным последствиям, включая потерю доверия со стороны пользователей.

Адаптация пользователей: не все студенты и преподаватели готовы к использованию ботов. Некоторые пользователи могут испытывать трудности с освоением новых технологий, что требует дополнительных усилий по обучению и внедрению. Например, необходимо проводить обучающие семинары и предоставлять подробные инструкции. Успешное использование ботов также зависит от готовности преподавателей и студентов к работе с новыми технологиями. Не все пользователи могут быть готовы к такому формату взаимодействия, что требует дополнительных усилий по обучению и внедрению [2].

Ограничения персонализации: хоть боты могут предлагать индивидуальные рекомендации, их возможности ограничены качеством данных и алгоритмов. Например, бот может не учитывать все факторы, влияющие на успеваемость студента, такие как психологическое состояние или внешние обстоятельства.

Обсуждение

Результаты исследования показывают, что Telegram-боты обладают значительным потенциалом для улучшения образовательных процессов. Их способность автоматизировать рутинные задачи, такие как предоставление расписания, отправка уведомлений и проведение тестов, делает их ценным инструментом для студентов, абитуриентов и преподавателей. Однако успешное внедрение ботов требует учета ряда факторов, включая технические ограничения, вопросы конфиденциальности данных и готовность пользователей к работе с новыми технологиями.

1. Технические аспекты

Telegram-боты, несмотря на их простоту и доступность, имеют ограниченную функциональность по сравнению с полноценными приложениями. Например, они могут быть неэффективны в сложных сценариях взаимодействия, таких как обработка естественного языка или интеграция с другими образовательными платформами. Для преодоления этих ограничений необходимо уделять внимание выбору подходящих инструментов разработки и обеспечению стабильной работы ботов.

2. Конфиденциальность данных

Одним из ключевых вызовов при использовании Telegram-ботов является обеспечение безопасности персональных данных. Утечка информации может привести к серьезным последствиям, включая потерю доверия со стороны пользователей. Поэтому важно использовать современные методы шифрования и соблюдать нормативы, такие как GDPR.

3. Адаптация пользователей

Не все студенты и преподаватели готовы к использованию новых технологий. Для успешного внедрения ботов необходимо проводить обучающие семинары и предоставлять подробные инструкции. Это поможет пользователям быстрее адаптироваться и начать эффективно использовать боты в своей работе.

4. Перспективы дальнейших исследований

В будущем стоит уделить внимание разработке более сложных сценариев взаимодействия с ботами, таких как обработка естественного языка и интеграция с системами управления обучением (LMS). Также важно изучить возможности персонализации обучения с помощью ботов, чтобы предлагать студентам индивидуальные рекомендации и материалы [3].

Заключение

Telegram-боты представляют собой мощный инструмент для улучшения образовательных процессов, предлагая широкие возможности для автоматизации рутинных задач, оперативного предоставления информации и персонализации обучения. Однако их внедрение требует тщательного учета технических, организационных и этических аспектов.

Основные выводы исследования:

- Telegram-боты эффективно справляются с автоматизацией разных задач что значительно снижает нагрузку на преподавателей и административный персонал.
- Для успешного использования ботов необходимо уделять внимание вопросам конфиденциальности данных, используя современные методы шифрования и соблюдая нормативы, такие как GDPR.
- Адаптация пользователей к новым технологиям является важным фактором успешного внедрения ботов. Проведение обучающих семинаров и предоставление подробных инструкций помогут студентам и преподавателям быстрее освоить новые инструменты.

Рекомендации для дальнейших исследований:

- Разработка более сложных сценариев взаимодействия с ботами, таких как обработка естественного языка и интеграция с системами управления обучением (LMS).
- Изучение возможностей персонализации обучения с помощью ботов, чтобы предлагать студентам индивидуальные рекомендации и материалы.
- Проведение дополнительных исследований для оценки эффективности ботов в различных образовательных контекстах.

Telegram-боты имеют значительный потенциал для трансформации образовательной среды, но их использование должно быть тщательно спланировано и адаптировано под конкретные потребности учебных заведений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Горячкин Б. С., Галичий Д. А., Цапий В. С., Бурашников В. В., Крутов Т. Ю. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЧАТ-БОТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ // E-Scio. 2021. №4 (55). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-chat-botov-v-obrazovatelnom-protsesse> (дата обращения: 01.01.2025).
2. Суханова Надежда Тимофеевна, Вежелис Татьяна Мечисловасовна ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАТ-БОТОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ АБИТУРИЕНТАМ И СТУДЕНТАМ ВУЗОВ // Проблемы современного педагогического образования. 2022. №76-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-chat-botov-dlya-avtomatizatsii-predostavleniya-spravocnoy-informatsii-abiturientam-i-studentam-vuzov> (дата обращения: 02.01.2025).
3. Туарменский А. В., Шуктомов К. Б. Информационный чат-бот в цифровой образовательной среде. – 2022.

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-33-37

УДК 628.8

АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОБЕТОНОВ

МОРАРЬ СЕРГЕЙ РОМАНОВИЧ

Студент института отраслевых технологий Западно-Казахстанского инновационно-технологического университета, кафедры архитектура и строительство

Научный руководитель - **Б.Н. АМАНОВА**

Уральск, Казахстан

Аннотация: в статье проанализированы свойства наномодифицированных бетонов, виды наномодификаторов, развитие и применение нанобетонов в Казахстане.

Ключевые слова: бетон, нанобетон, компоненты, пластификаторы, наномодификаторы.

В Казахстане создана приоритетная программа «По развитию нанонауки и нанотехнологий», в связи с этим проводились научные исследования по разработке наноструктурированных строительных материалов. В результате исследований была подтверждена эффективность применения строительных наноматериалов в дорожной и строительной практике. По ним было получено более 80 патентов Казахстана и утверждено более 40 нормативно-технических документов. Также апробирование нанотехнологий и наноматериалов было предусмотрено научно-технической программой Казахстана на 2021–2024 годы. Она была посвящена разработке и внедрению эффективных экологических технологий монолитного строительства дорожно-транспортных конструкций.

Научно-технический прогресс с нанотехнологиями проникает во все сферы производства, не минул он и строительной отрасли. Не так давно в строительстве появился нанобетон. Это – усовершенствованная форма бетона, изготовленная на основе новейших разработок. В состав этого материала включены такие же составные компоненты и пластификаторы, как и в обычном бетоне. Различия заключаются в особенной форме переработки составных частиц новых бетонов на молекулярном уровне с помощью специального оборудования новейшего образца. Благодаря включению в состав наномодифицированных бетонов углеродных нанотрубок, диоксида титана, оксида кремния, базальтового волокна, фуллеренов, улучшаются характерные признаки материала и его способности.

Применение нанобетона в Казахстане связано с решением следующих задач:

- строительство мостовых конструкций, дорожных и аэродромных покрытий;
- сооружение шахт лифтов, ответственных конструкций с повышенными требованиями к пожаробезопасности и сейсмостойчивости;
- реставрация старых объектов, которые невозможно восстановить иными способами.

Нанобетон, как и другая нанопродукция, обладает уникальными свойствами и характеристиками, которые дают простор для творчества архитекторам и проектировщикам. Воздушный нанобетон можно применять для строительства новых зданий и для реконструкции имеющихся построек, которые под действием времени и осадков утратили свой вид и форму. Такой бетон может проникать во все поры, заполнять пустоты, которые образовались от металлической коррозии, усадки грунта. Важным свойством нанобетона является его небольшая масса, которая дает широкие возможности для разностороннего применения в высотном строительстве. Устойчивость к изменениям температур и морозу позволяет возводить строения в условиях разных климатических условий. Наномодификаторы повышают прочность и долговечность строений. Срок службы зданий из такого материала повышается до 100-500 лет [1].

В основном наномодифицированные бетоны подразделяются на легкие; средние; высокопрочные и сверхвысокопрочные. Из легких наномодификаторов возводят индивидуальные дома и внутренние перегородки. Нанобетоны среднего уровня плотности наделены большой прочностью, что позволяет их применение при производстве дорог, аэродромных покрытий. Наномодификаторы повышенной прочности применяют в строительстве высотных зданий и перекрытий, мостов, несущих конструкций, перекрытий, ферм, подземных парковок; метрополитенов и подземных переходов [1].

Воздушному нанобетону принадлежит будущее. Его применение часто связано с использованием отходов железорудной и металлургической промышленности, угледобычи, переработки камня, других материалов. Сырьевой утиль удешевляет стоимость готового наноматериала, параллельно решая вопросы экологии и безопасности. Наномодификаторы снижают состав цемента и других составных компонентов в бетонной смеси.

Таблица 1 – Характеристики наномодифицированных бетонов

Класс	Плотность, кг/м ³	Прочность при сжатие, МПа	Дополнительные характеристики
Легкие бетоны	400-900 1000	2-3,5 30	Стойкость к трещинообразованию Огнеупорность до 800 °С
Бетоны средней плотности	1500-1800 2100 2300	30 50-90 60-90	Стойкость к трещинообразованию Морозостойкость F300
Плотные бетоны	2500	150	Пуленепробиваемые огнеупорные

Из опыта других стран первые здания с его использованием были построены более 20 лет назад и сейчас имеют минимальный износ, не требуя дополнительного ремонта. На сегодняшний день ведутся активные работы по усовершенствованию структуры нанобетона, что дает надежду на полную замену традиционного стройматериала во всех сферах строительной индустрии. Использование наносиликатов с удельной поверхностью не менее 180 м²/г, на порядок превышающей удельную поверхность микрокремнезема и новых диспергаторов-гиперпластификаторов на основе поликарбоксилатов специального молекулярного дизайна, обеспечивает достижение кардинально новых прочностей и структур цементного камня и создает предпосылки для развития ультравысокопрочных бетонов с прочностью на сжатие свыше 250 МПа, а также реактивных порошковых композитов с прочностью на сжатие около 800 МПа и прочностью на растяжение при изгибе около 100 МПа [3].

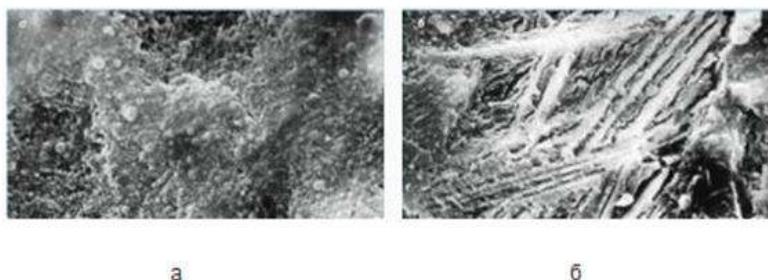


Рисунок 1. Структура обычного бетона и нанобетона

а – структура обычного цементного камня; б – камень, после добавления нанодобавок

Одним из разновидностей наноинициаторов является — полимерная углеродная труба (толщина стенки составляет всего несколько атомов). Прочность нанобетонов - 100 гигапаскалей. Чаще всего в качестве инициаторов выступают: диоксид титана; оксид кремния. К нанообразованиям относят: фуллерены, многоатомные молекулы углеродных полимеров типа C60 и C70; нанотрубки – молекулы, содержащие миллионы атомов углерода. Эти молекулы можно увидеть при использовании суперсовременных атомно-силовых и туннельных микроскопов. Нанодобавки провоцируют рост кристаллов в минеральном веществе, и их лучи, разрастаясь и переплетаясь между собой, придают материалу более высокую прочность. Этот процесс назвали дисперсным самоармированием.

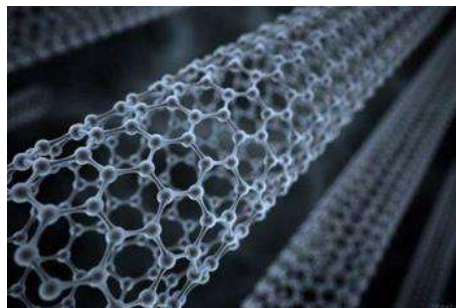


Рисунок 2. Углеродные нанотрубки

Обработка конструкций, в состав которых входит помимо эпоксидных компонентов, модифицированная микрофибра и отдельные углеродные наночастицы. За счет этих нанодобавок, при нанесении покрытия начинают происходить те же процессы микродисперсного самоармирования, в результате чего поверхность основания уплотняется, и приобретает все новые свойства, присущие наноструктурированному материалу. Чтобы покрытие проникло на большую глубину – предварительно наносят слой соответствующей грунт-пропитки. А для подготовки металлических изделий, используется специальный праймер. Таким образом, граница раздела между основанием и покрытием практически отсутствует, обработанная конструкция ведет себя как единое целое, при этом исключаются возможные локальные отшелушивания и отслоения. Обработанные конструкции приобретают множество полезных свойств, некоторые из них: трещиностойкость, адгезия к бетону более 3 МПа, к металлу – 5 Мпа; морозостойкость не менее F450; водонепроницаемость от W18; стойкость к агрессивным средам и коррозии свыше 15 лет; прочность на сжатие не менее 60 МПа, а также ударопрочность; повышается пожаробезопасность; температура нормальной эксплуатации от -80°C до +180°C; устойчивость к ультрафиолету. Обработка таким способом, может успешно применяться для конструкций, эксплуатирующихся в агрессивной среде, например, канализации. Металл перестаёт ржаветь, а бетон – разрушаться. В покрытие можно добавить колер и использовать для декоративной отделки, одновременно придавая строению гидроизоляционные и антикоррозийные свойства, повышая его износостойкость. Отлично подходит для поверхностей подверженных истиранию – например, пола крытых парковок, торговых центров.



Рисунок 3. Наномодифицированный бетонный пол на крытой парковке

Гидрофобизаторы - данный тип присадок дает капиллярам в бетоне водоотталкивающие свойства. Для изготовления таких добавок используют два класса веществ: кремнийорганические соединения в виде сухого вещества или водного раствора и нерастворимые в воде силаны, силиконы, силоксаны. В качестве примера гидрофобизатор ГЖ 136-41. Его добавление в раствор даст бетону следующие свойства: пятикратное увеличение морозостойкости; двукратное увеличение коррозионной стойкости; отсутствие высолов; высокую водонепроницаемость; меньший расход вяжущего; ускоренное твердение. Также добавляют биоцидные присадки. Бактерии и грибки, живущие на бетоне, постоянно выделяют органические кислоты, которые приводят к карбонизации материала и его ускоренному разрушению.



Рисунок 4. Бетон, не впитывающий воду

В нашей стране разработана технология производства кремнеуглеродного нанокompозита из рисовой шелухи. Конечный продукт можно применять в различных отраслях промышленности, в том числе в производстве резинотехнических изделий, кремния, ферросплавов, благородных и редких металлов. «ПромЖБИ» г. Алматы выпускают серийную и нестандартную ЖБИ продукцию (с фибро-, стекло-, керамзитом, сульфатостойким цементом и другими добавками). Панели из нано-полибетона относятся к экологически безопасному строительному материалу. Изделия отличаются объемной фактурой, простым способом установки и широким спектром применения.



Рисунок 5. Панели из нано-полибетона, выпускаемые «ПромЖБИ» г. Алматы

В целях реализации задач Концепции по переходу Казахстана к «зеленой» экономике в г. Темиртау реализуется ряд инновационных проектов, продукция которых соответствует
ОФ «Международный научно-исследовательский центр “Endless Light in Science”

тематике энергосбережения и энергоэффективных материалов. В числе таких проектов - завод по производству смесей для нанобетонов с использованием летучей золы и шлаков. Цель проекта – создать комплексное производство фибробетонов нового поколения на основе инновационной нанотехнологии улучшения свойств бетонного камня. Планируется выпуск нанобетонов двух видов - тяжелых, серии НБ, и легких фибропенобетонов, марки фиброн. Инициатором проекта выступил консорциум «Construction design plant». Общая стоимость проекта - 50 млн долларов. Кроме того, в рамках реализации Концепции по переходу к «зеленой» экономике реализуются проекты по строительству сортировочной установки по переработке доменного шлака, изготовлению экологических изделий из нетканого материала «Спанбонд», производству нетканых материалов из полипропилена. «Также есть перспективные проекты, связанные с переработкой отходов металлургического производства АО «АрселорМиттал Темиртау». Это создание предприятия по комплексной переработке сталеплавильных шлаков металлургического комбината АО «АрселорМиттал Темиртау» и запуск производства строительных материалов на основе доменных шлаков АО «АрселорМиттал Темиртау».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Кишиневская Е.В. Перспективы применения нанобетона в монолитных большепролетных ребристых перекрытиях с постнапряжением / Н.И. Ватин, В.Д. Кузнецов // Инженерно-строительный журнал. – 2019 – № 2 – С. 54–58.
2. Пономарев А.Н. Высококачественные бетоны. Анализ возможностей и практика использования методов нанотехнологии строительный журнал. – 2011 – № 6 – С. 5–33.
3. Юань Юай Высококачественный цементный бетон с улучшенными свойствами / Ван Лин, Тянь Пе. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2014 - 448 с.

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-38-41

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ КАЗАХСТАНА

МУСИНОВ РУСЛАН САБЫРКАНОВИЧ

Магистрант образовательной программы EMBA 7M04141 «Лидерство и
корпоративное управление» НАО «Евразийский национальный университет им.Л.Н.
Гумилева»

Научный руководитель - **РОЗА ШОКАНҚЫЗЫ**
Астана, Казахстан

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения безопасности движения поездов в Казахстане за счёт внедрения цифровых технологий. Анализируются основные направления цифровизации железнодорожной отрасли, включая автоматизацию управления движением, мониторинг состояния подвижного состава и инфраструктуры, а также увеличение гарантийных плеч обслуживания. Особое внимание уделено внедрению автоматизированной системы «Безопасность движения» (АС БД), разработанной АО «НК» «КТЖ», а также сотрудничеству с компанией Wabtec, реализующей пилотный проект по внедрению программы Trip Optimizer и передаче Казахстану цифровых систем Kinetix. Приводятся примеры внедрения современных технологий, которые позволяют снизить риски аварий и повысить эффективность перевозок. Статья основана на анализе современных тенденций в области цифровизации транспорта и мировом опыте применения подобных систем.

Введение

Железнодорожный транспорт играет ключевую роль в экономике Казахстана, обеспечивая грузовые и пассажирские перевозки на большие расстояния. Страна обладает одной из самых протяжённых железнодорожных сетей в мире, что делает её важным транзитным узлом в Евразийском регионе. Однако с увеличением объёмов перевозок и интенсивности движения поездов вопросы безопасности становятся всё более актуальными. Развитие технологий и их внедрение в инфраструктуру и управление движением открывает новые перспективы для улучшения ситуации.

Исторически железнодорожный транспорт был одним из самых безопасных видов сообщения, но современные вызовы, включая увеличение грузопотока, износ инфраструктуры и влияние человеческого фактора, требуют поиска новых решений. Цифровизация становится ключевым инструментом, позволяющим адаптировать железнодорожную отрасль к новым условиям. Внедрение таких технологий, как автоматизация управления, мониторинг состояния подвижного состава и интеллектуальные системы анализа, способствует значительному снижению аварийности и повышению эффективности эксплуатации железных дорог.

Мировой опыт также свидетельствует о том, что цифровизация способствует значительным улучшениям в области железнодорожной безопасности. Например, в странах Европейского Союза внедрение систем автоматического управления движением, таких как ERTMS (Европейская система управления движением поездов), позволило сократить количество инцидентов на 25% и повысить пропускную способность железнодорожных сетей. В США автоматизированные системы Positive Train Control (PTC) стали обязательными, что значительно снизило вероятность столкновений и сходов поездов. Эти примеры подчеркивают важность международного сотрудничества и адаптации лучших практик для повышения эффективности и безопасности железнодорожных перевозок в

ОФ «Международный научно-исследовательский центр “Endless Light in Science”

Казахстане. Цифровизация охватывает автоматизацию процессов управления движением, мониторинг состояния подвижного состава и инфраструктуры, а также внедрение интеллектуальных систем контроля. Эти технологии позволяют минимизировать влияние человеческого фактора, сократить количество инцидентов и улучшить условия труда работников.

Цифровизация железнодорожного транспорта в Казахстане включает в себя несколько ключевых целей:

- Увеличение безопасности: Снижение числа аварий и инцидентов за счёт автоматизации процессов управления.
- Оптимизация операций: Повышение эффективности работы за счёт внедрения интеллектуальных систем.
- Улучшение обслуживания клиентов: Повышение качества услуг для пассажиров и грузоотправителей.
- Снижение затрат: Уменьшение эксплуатационных расходов за счёт оптимизации процессов.

Основные направления цифровизации железнодорожной отрасли.

1. Автоматизация управления движением поездов.

Одним из ключевых элементов повышения безопасности является внедрение систем автоматизированного управления движением поездов. Эти системы позволяют:

- оптимизировать графики движения и сокращать межпоездные интервалы;
- минимизировать влияние человеческого фактора;
- централизованно контролировать движение поездов в реальном времени.

Внедрение систем интервального регулирования движения поездов (СИРДП) позволяет сократить время между поездами до 4 минут, что повышает пропускную способность сети без ущерба для безопасности.

2. Мониторинг состояния подвижного состава.

Цифровые технологии автоматизируют процессы контроля технического состояния вагонов и локомотивов, включая:

- контроль технического состояния колёс, тормозных систем и подшипников;
- мониторинг температуры критически важных узлов;
- применение видеоаналитики для контроля перемещения вагонов на станциях.

Внедрение систем контроля состояния колёс и тормозных систем позволило снизить количество аварий на 30%.

3. Контроль состояния путей и инфраструктуры.

Состояние железнодорожных путей напрямую влияет на безопасность движения поездов. Использование цифровых технологий позволяет:

- создавать карты путей с указанием дефектов;
- внедрять системы мониторинга состояния путей;
- оперативно информировать о состоянии инфраструктуры.

Современные системы мониторинга выявляют дефекты на ранних стадиях, позволяет снизить затраты на ремонт и повысить безопасность движения.

4. Увеличение гарантийных плеч обслуживания.

Для повышения безопасности используются стратегии увеличения гарантийных плеч обслуживания:

- создание пунктов сервисного обслуживания (ПСО);
- автоматизация технического обслуживания;
- контроль технического состояния вагонов на протяжении всего маршрута.

Внедрение автоматизированных систем технического контроля позволило увеличить срок службы вагонов на 15%.

5. Преимущества цифровизации для безопасности движения.

Внедрение цифровых технологий в железнодорожную отрасль Казахстана приносит следующие преимущества:

- снижение аварийности за счёт раннего выявления дефектов;
- сокращение простоев благодаря автоматизации процессов;
- улучшение условий труда железнодорожников за счёт минимизации ручных операций;
- экономический эффект от снижения затрат на ремонт и увеличение срока службы подвижного состава.

Цифровые технологии продолжают активно внедряться в железнодорожную отрасль, обеспечивая повышение безопасности, эффективности и экономической устойчивости транспортной системы страны.

В настоящее время в железнодорожной отрасли страны реализуется ряд значимых проектов.

1) Автоматизированная система «Безопасность движения» (АС БД)

Одним из ключевых проектов является внедрение АС БД, разработанной АО «НК» «КТЖ». Данная система автоматизирует процессы контроля и управления, обеспечивая:

- контроль за соблюдением правил движения;
- выявление нарушений;
- интеграция с другими системами управления.

Результаты: внедрение АС БД позволило снизить количество инцидентов на 20%.

2) Сотрудничество с Wabtec:

- Trip Optimizer

Казахстан активно сотрудничает с компанией Wabtec для внедрения системы Trip Optimizer — интеллектуальной системы управления движением поездов. Эта технология способствует:

- снижению расхода топлива на 10–15%;
- повышению точности соблюдения графика движения.

Результаты: сокращение расхода топлива на 12% и повышение точности соблюдения графика на 20%.

- KinetiX:

Система KinetiX от Wabtec предлагает комплексный портфель решений для бесконтактного мониторинга состояния подвижного состава. Технологии включают системы машинного зрения, акустические датчики, термодатчики и вибрационные системы, которые позволяют контролировать состояние колес, тормозов, подшипников и других критических компонентов в режиме реального времени. Это помогает выявлять дефекты на ранних стадиях и предотвращать аварии.

3) Внедрение портативных видеожетонов

ТОО «КТЖ – Грузовые перевозки» планирует приобрести более 2500 портативных видеожетонов для обеспечения безопасности движения поездов. Эти устройства помогут контролировать работу локомотивных бригад.

4) Сотрудничество с Huawei

АО «НК» «КТЖ» объявила о начале сотрудничества с компанией Huawei для внедрения современных цифровых решений в управление железнодорожным транспортом. В рамках партнерства Huawei предложит свои решения на основе ИИ Pangu для анализа больших данных о движении поездов.

Заключение

Цифровизация железнодорожной отрасли Казахстана открывает новые возможности для повышения безопасности движения поездов. Внедрение новых технологий и интеграция решений от мировых лидеров позволит снизить риски аварий, повысить эффективность перевозок и улучшить условия труда сотрудников.

Для дальнейшего повышения безопасности рекомендуется:

ОФ «Международный научно-исследовательский центр “Endless Light in Science”

- ускорить цифровизацию всей сети;
- расширить использование интеллектуальных систем мониторинга;
- усилить подготовку специалистов для работы с современными системами;
- продолжать международное сотрудничество для адаптации лучших практик.

Для решения этих проблем АО «НК» «КТЖ» активно внедряет цифровые технологии. Эти инициативы направлены на повышение безопасности движения поездов, минимизацию ошибок, связанных с человеческим фактором, оптимизацию эксплуатационных процессов и улучшение условий труда сотрудников. АО «НК» «КТЖ» демонстрирует готовность к внедрению передовых технологий, что способствует укреплению его позиций как ключевого транспортного узла в регионе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А.А. Цифровизация транспорта: вызовы и перспективы. – М.: Издательство "Транспорт", 2021. – 256 с.
2. Петров В.С., Современные технологии в железнодорожной отрасли – СПб.: Издательство "Железнодорожник", 2020 – 312 с.
3. European Union Agency for Railways: ERTMS. URL: https://www.era.europa.eu/activities/ertms_en
4. Federal Railroad Administration: Positive Train Control. URL: <https://railroads.dot.gov>
5. Wabtec Corporation: URL: <https://www.wabteccorp.com>
6. Railway Technology: Innovations and Trends. URL: <https://www.railway-technology.com>
7. Digital Railway: The Future of Rail Transport. URL: <https://www.digitalrailway.com>

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-42-45

УДК 004

ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ТАКСИ

КЕНЖЕБАЙ ӘДІЛ БАУЫРЖАНҰЛЫ

Студент Физико-математического факультета Актюбинского регионального университета имени К. Жубанова

Научный руководитель - **Ж.К. КУЛМАГАМБЕТОВА**
Актобе, Казахстан

Аннотация: В данной статье проводится сравнительный анализ технологий, используемых для разработки мобильных приложений такси, с целью выбора оптимального технологического стека. Рассматриваются наиболее популярные решения для клиентской и серверной части, включая Flutter, React Native, FastAPI и Django, а также базы данных MySQL и PostgreSQL. Особое внимание уделяется выбору картографического сервиса (Leaflet, Google Maps, Yandex Maps) и способам взаимодействия между фронтендом и бэкендом. В результате анализа обоснован выбор стека Flutter + FastAPI + MySQL + Leaflet для разработки мобильного приложения такси, учитывая его производительность, удобство интеграции и масштабируемость.

Ключевые слова: мобильные приложения, такси, Flutter, FastAPI, MySQL, Leaflet, выбор технологий, разработка мобильных приложений, сравнительный анализ, архитектура клиент-серверных приложений.

Введение

Современные мобильные технологии играют ключевую роль в организации городских транспортных сервисов, включая такси-приложения. Такие сервисы, как Uber, Yandex Go и inDriver, значительно упростили процесс заказа такси и взаимодействия между пассажирами и водителями. Однако выбор технологического стека для разработки подобного приложения представляет собой сложную задачу, поскольку необходимо учитывать множество факторов, включая производительность, удобство интеграции, безопасность данных и масштабируемость.

Цель данной статьи – провести сравнительный анализ существующих технологий и обосновать выбор оптимального стека для разработки мобильного приложения такси, ориентированного на рынок города Актобе. Исследование проведено в рамках разработки мобильного приложения для организации такси в Актобе, что соответствует теме диссертационной работы автора.

Методы исследования

Для достижения поставленной цели использовались следующие методы исследования:

- Анализ литературы – изучение существующих научных публикаций, статей и технической документации по разработке мобильных приложений такси.
- Сравнительный анализ технологий – исследование преимуществ и недостатков различных технологических стеков.
- Практическое тестирование – апробация выбранных технологий в реальных условиях разработки.
- Оценка производительности – анализ скорости работы клиентской и серверной частей, а также эффективности работы с базой данных и картографическим сервисом.

Рассматриваются популярные решения для клиентской и серверной части, а также базы данных и картографические сервисы. Основное внимание уделяется сравнению Flutter и React Native для фронтенда, FastAPI и Django для серверной части, MySQL и PostgreSQL для

работы с базами данных, а также Leaflet, Google Maps и Yandex Maps в качестве картографических решений. Выбор технологий основан на анализе их преимуществ и недостатков, а также на специфических требованиях к мобильному приложению для такси в условиях локального рынка.

Данный анализ позволит определить наиболее подходящие инструменты для создания мобильного приложения, которое будет соответствовать требованиям современного рынка такси и учитывать особенности транспортной инфраструктуры Актобе.

Требования к мобильному приложению такси

Для успешной разработки мобильного приложения такси необходимо определить ключевые требования к системе, которые обеспечат удобство использования, высокую производительность и безопасность.

Функциональные требования

- Регистрация и аутентификация пользователей: возможность входа через номер телефона, email или социальные сети.
- Заказ такси: выбор пункта отправления и назначения, отображение доступных автомобилей.
- Отслеживание поездки: отображение маршрута и местоположения водителя в реальном времени.
- Оплата: интеграция с платежными системами для безналичной оплаты.
- Оценка и отзывы: возможность пассажиров оценивать поездки и оставлять комментарии.

- История заказов: доступ пользователей к информации о предыдущих поездках.

Нефункциональные требования

- Производительность: минимальное время отклика и быстрая обработка запросов.
- Безопасность: защита персональных данных, шифрование передаваемой информации.

- Масштабируемость: поддержка роста количества пользователей и заказов.

- Доступность: удобный интерфейс для пользователей с разными устройствами.

Требования к технологическому стеку

- Фронтенд: использование Flutter для обеспечения кроссплатформенности.
- Бэкенд: применение FastAPI для быстрого и эффективного REST API.
- База данных: выбор MySQL для надежного хранения данных.
- Картографический сервис: использование Leaflet для отображения маршрутов.

Сравнение технологий и обоснование выбора

Выбор технологического стека для мобильного приложения такси требует детального анализа доступных решений. В данном разделе проводится сравнительный анализ наиболее популярных технологий, используемых для разработки клиентской и серверной части приложения, а также базы данных и картографического сервиса.

Сравнение фронтенд-технологий: Flutter vs React Native

- Flutter: обеспечивает высокую производительность, нативный рендеринг UI-компонентов и удобство работы с анимациями. Исследования показывают, что приложения на Flutter достигают стабильных 60 кадров в секунду (FPS), что обеспечивает плавность интерфейса [1].

- React Native: использует JavaScript и требует дополнительных мостов для взаимодействия с нативными компонентами, что может снижать производительность. В некоторых тестах React Native демонстрировал 58 FPS, однако при сложных анимациях производительность может снижаться до 7 FPS [1].

- Вывод: Flutter предпочтителен благодаря высокой скорости работы и поддержке кроссплатформенных приложений без потери производительности.

Сравнение серверных технологий: FastAPI vs Django

- FastAPI: асинхронный фреймворк, оптимизированный для работы с REST API и JSON. Независимые тесты показывают, что FastAPI способен обрабатывать более 21 000 запросов в секунду, что более чем в шесть раз превышает показатели Django [2].

- Django: мощный фреймворк с широким функционалом, однако менее эффективен для асинхронных запросов и требует дополнительной оптимизации.

- Вывод: FastAPI предпочтителен из-за высокой производительности и удобства интеграции с мобильными приложениями.

Сравнение баз данных: MySQL vs PostgreSQL

- MySQL: отличается простотой настройки и высокой производительностью, что делает его удобным для веб-приложений. Он обеспечивает обработку до 5000 транзакций в секунду, что делает его эффективным решением для мобильных сервисов [3].

- PostgreSQL: поддерживает сложные запросы и обладает расширенными возможностями, однако может требовать больше ресурсов и более сложной настройки.

- Вывод: MySQL является лучшим выбором для быстрой обработки данных в мобильных приложениях благодаря своей простоте и эффективности.

Сравнение картографических сервисов: Leaflet vs Google Maps vs Yandex Maps

- Leaflet: предлагает открытый исходный код, легкость интеграции и бесплатное использование, что позволяет адаптировать карты под специфические требования приложения [4].

- Google Maps: обладает высокой точностью карт и широким функционалом, однако использование API требует оплаты, что может увеличить затраты на разработку и поддержку приложения [4].

- Yandex Maps: удобен для использования в странах СНГ, однако имеет ограниченные функции за пределами этого региона [4].

- Вывод: Leaflet является оптимальным решением для кастомных картографических сервисов благодаря своей гибкости и отсутствию затрат на использование.

Архитектура выбранного решения

Разработка мобильного приложения для такси требует четкой архитектуры, обеспечивающей эффективное взаимодействие между клиентской и серверной частью, а также стабильную работу базы данных и картографических сервисов.

Общая схема архитектуры

1. Клиентская часть (Flutter): отвечает за пользовательский интерфейс и обработку взаимодействий с пользователем. Коммуникация с сервером осуществляется через HTTP-запросы с использованием библиотеки Dio.

2. Серверная часть (FastAPI): обрабатывает запросы от мобильного приложения, управляет бизнес-логикой и взаимодействует с базой данных.

3. База данных (MySQL): хранит информацию о пользователях, заказах, истории поездок и платежах.

4. Картографический сервис (Leaflet): обеспечивает отображение карт и маршрутов, используя OpenStreetMap.

Принципы взаимодействия компонентов

- Клиентская часть отправляет HTTP-запросы к серверу для получения данных о доступных машинах, статусе заказа и истории поездок.

- FastAPI обрабатывает запросы, выполняет бизнес-логику и взаимодействует с базой данных MySQL.

- MySQL хранит и обновляет данные в реальном времени, обеспечивая целостность информации.

- Leaflet интегрируется с приложением для визуализации карт и маршрутов, используя данные GPS.

Преимущества выбранной архитектуры

- Гибкость: использование REST API позволяет легко масштабировать систему и добавлять новые функции.
- Высокая производительность: FastAPI и MySQL обеспечивают быструю обработку запросов и данных.
- Кроссплатформенность: Flutter позволяет разрабатывать приложение сразу для iOS и Android.
- Экономическая эффективность: Leaflet не требует оплаты за использование карт, в отличие от Google Maps API.

Заключение

В данной статье был проведен сравнительный анализ технологий, используемых для разработки мобильного приложения такси, и обоснован выбор оптимального технологического стека. Рассмотрены ключевые компоненты системы, включая клиентскую и серверную часть, базу данных и картографический сервис.

Анализ показал, что использование Flutter для клиентской части обеспечивает высокую производительность и кроссплатформенность, а FastAPI на серверной стороне гарантирует быструю обработку запросов и удобную интеграцию с REST API. Выбор MySQL обусловлен его стабильностью и эффективностью работы с транзакционными данными, а Leaflet выбран в качестве картографического сервиса благодаря его гибкости и отсутствию необходимости оплачивать лицензии.

Выбранная архитектура обеспечивает масштабируемость, безопасность и высокую производительность, что делает её оптимальным решением для реализации мобильного приложения такси в условиях рынка города Актобе.

Перспективы дальнейшего развития включают расширение функционала приложения, внедрение машинного обучения для оптимизации маршрутов, а также интеграцию с локальными платежными сервисами для повышения удобства пользователей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Apptractor.ru. "Flutter vs React Native: тест производительности". Доступ: <https://apptractor.ru/info/analytics/flutter-protiv-react-native-test-proizvoditelnosti.html>
2. Apidog.com. "FastAPI vs Django: какой фреймворк выбрать?". Доступ: <https://apidog.com/blog/fast-api-vs-django/>
3. Google Cloud. "Cloud SQL: MySQL vs PostgreSQL". Доступ: <https://cloud.google.com/sql/docs/mysql-vs-postgres>
4. Leaflet.js. "Leaflet - an open-source JavaScript library for interactive maps". Доступ: <https://leafletjs.com/>
5. FastAPI Documentation. "FastAPI framework, high performance, easy to learn, fast to code, ready for production". Доступ: <https://fastapi.tiangolo.com/>
6. Flutter Documentation. "Beautiful native apps in record time". Доступ: <https://flutter.dev/>
7. MySQL Documentation. "MySQL 8.0 Reference Manual". Доступ: <https://dev.mysql.com/doc/>
8. OpenStreetMap. "OpenStreetMap - The Free Wiki World Map". Доступ: <https://www.openstreetmap.org/>

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-46-53
UDC 664

INTENSIFICATION OF FOOD ADDITIVES PRODUCTION

MIKABERIDZE MALKHAZ SHOTAEVICH

professor, Department of Food Technology, Akaki Tsereteli State University, Georgia,
Kutaisi

Abstract. *The work is devoted to the development of a new technological scheme for the production of dry flour for confectionery additives with increased nutritional value, content of biologically active substances and specific organoleptic properties from a mixture of root crops and tuber crops (Jerusalem artichoke, table beet, ginger, yam), a mixture of forest fruits and berries (apple, pear), mulberry, blackberry, raspberry, currant, cranberry), based on raw materials from a mixture of citrus peels (tangerine, orange, lemon). As a result of the research, optimal drying parameters of the studied raw materials using infrared radiation energy were determined. Chemical and organoleptic analysis of control and analytical semi-finished products showed that the production of confectionery additives with a high content of biologically active substances using this energy is possible and promising. The intensity of the process increases by 5 or more times compared to the current method, and the quality of the product improves - chemical composition and organoleptic indicators; the technological process is simplified, etc.*

Key words: *food additive, infrared radiation energy, food drying.*

1. INTRODUCTION

Research has confirmed that the world's population lacks essential nutrients such as proteins, vitamins, dietary fiber, antioxidants, probiotics, prebiotics, and other biologically active substances. The amount and caloric content of food usually exceed the required norms of human food consumption. With the modern pace and lifestyle of a person, it is impossible to provide the body with all the necessary biologically active substances both in sufficient quantities and in optimal proportions, so they must be taken additionally so that the body can function productively over a long period [14, 16, 18].

In addition, up to 400 different preservatives, colors, flavors, flavor enhancers, hydrocolloids, emulsifiers, enzymes and other additives and ingredients are used in food production to optimize technology, reduce costs, expand the range, improve safety, shelf life, structure, etc. However, most of them are produced by chemical synthesis [17].

In connection with the above-mentioned challenges, modern food production should be based on fundamentally new, cutting-edge technologies that allow processing of conditioned, environmentally friendly raw materials.

The conducted technical and economic analysis showed the possibility and feasibility of an alternative method of producing food additives, in particular, by creating universal, unified flexible technological lines designed for processing different types of plant materials with different ripening and harvesting periods. To implement this innovation, we offer a universal unified flexible line that will be focused on continuity of production and minimization of the inertia of technological devices.

2. MATERIALS AND METHODS

The experiments were conducted according to a pre-prepared program and methodology (Akaki Tsereteli State University - Faculty of Agriculture, 2020-2023).

The purpose of our research was the development of a new technological scheme for the production of a highly nutritious confectionery additive - dry flour, from a mixture of root and tuber fruits (artichoke, beetroot, ginger, parsnip), a mixture of wild fruits and berries (apple, pear, mulberry, blackberry, raspberry, currant, cranberry), a mixture of citrus peels (mandarine, orange, lemon), ground to small fractions with Maximum preservation of the content of biologically active substances and specific organoleptic properties.

Some types of vegetable crops are plants whose nutrients are concentrated in the roots, tubers or stems. For example, beets, carrots, turnips, etc. Refers to root crops and tubers with a high carbohydrate content. Their products are widely used as human food, contain a large number of vitamins, microelements and can be classified as biological products of high activity [1, 5, 7, 10, 27, 28, 32].

Substances that can be used to successfully control vital processes in the body in a positive direction and reduce the level of free radicals are known as antioxidants. Fruits, vegetables and berries contain large amounts of antioxidants, but much larger amounts are found in wild fruits and berries [6, 13, 27, 30, 34].

Citrus fruits are especially popular among fruit crops. The fruits contain useful biologically active substances, have a pleasant aroma, taste, high concentration of carbohydrates, pectin, organic acids, minerals and vitamins, which determines their medicinal and prophylactic value. The peel of citrus fruits is also rich in chemical composition and is an excellent confectionery additive [17, 22, 23].

To achieve the goal of our research, infrared radiant energy was selected for the thermal processing (drying) of raw materials, taking into account that this energy is characterized by its intensity in the processing of agricultural raw materials and waste [2, 3, 4, 8, 9, 11, 12, 15, 19, 21, 24, 25].

Based on a previously developed methodology, a set of conditioned raw materials from root crops and tubers was selected as research material: ground apples, beets, carrots and turnips; conditioned raw materials from wild fruits and berries: apple, pear, mulberry, blackberry, raspberry, currant, cranberry; a mixture of citrus peels (lemon, tangerine, orange), from which the materials for the study were prepared - finely ground material for the study (proportion - equal amounts).

A laboratory device (a drying device equipped with infrared energy) was used to study the process of heat treatment of raw materials; during preliminary preparatory experiments, the main factors affecting the process and their interdependence were identified.

For thermal treatment, the raw material was introduced into a preheated laboratory chamber and evenly distributed on a metal grid. The temperature in the drying chamber was maintained by selectively switching on the heat generators and controlling the flow of air supplied and removed from the chamber [14, 20, 33].

The drying process was considered complete after controlling the residual moisture content of the material, and visual and organoleptic inspection. When determining the optimal value of one of the parameters operating in the process, all other parameters had constant values [26, 29, 31].

3. RESULTS AND DISCUSSION

The technological scheme we have selected for the production of confectionery additives with a high content of biologically active substances has the following form:

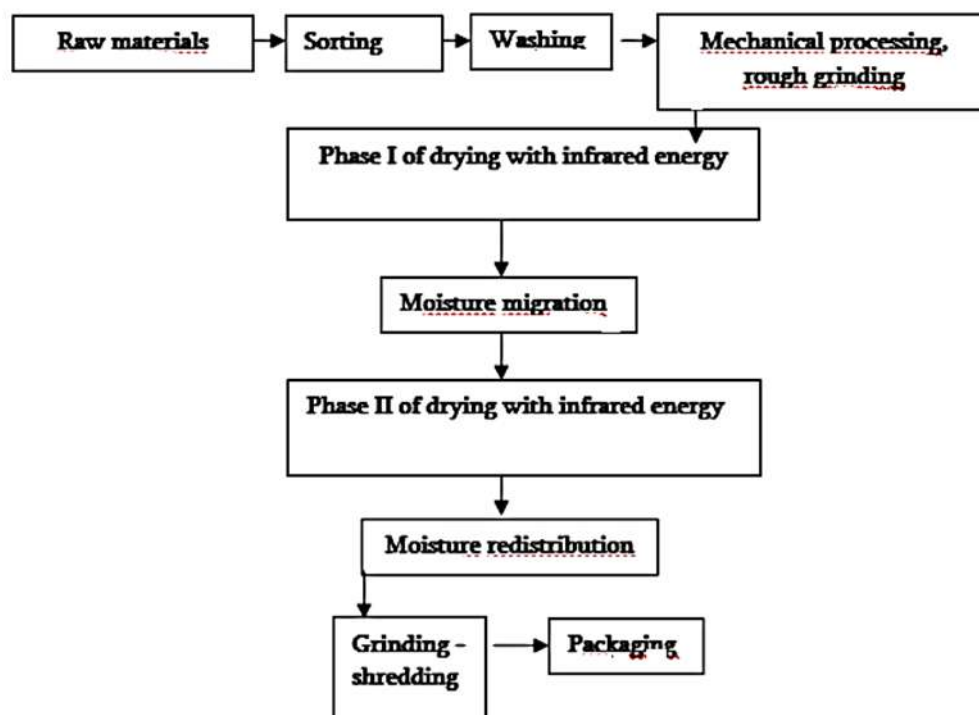


Fig. 1 Technological scheme for the production of confectionery additives with a high content of biologically active substances by the electrophysical method

Preliminary preparatory experiments showed that the drying of the study materials is effective using two drying phases (drying phase I - 70 ... 75 °C, drying phase II - 90 ... 95 °C). It should be noted that the two-stage drying process turned out to be effective from a practical point of view, since the intensification of the process of moisture migration and removal from the material increased.

The drying process continued until the residual moisture content of the sample reached 5–7%. As a result of the study, the drying modes of the studied material in the IR radiation zone were determined (see tables 1, 2, 3).

Table 1
Optimal drying parameters of a mixture of roots and tubers (jerky, beetroot, ginger, yam) in an infrared radiation field

Drying phases	Irradiation density, P, kw/m ²	Distance between generators and material, H, cm	Material thickness, s, cm	Initial material moisture W ₁ , %	process duration, τ, sec	Residual material moisture W ₂ , %	process temperature T, °C
I	0.45	20	3-4	80-83	9-10	54-59	70±5
II	0.45	20	3-4	55-57	35-38	5-7	90±5

Table 2
Optimal parameters for drying wild fruit and berry mixture (apple, pear, mulberry, blackberry, raspberry, currant, cranberry) in the field of IR radiation

Drying phases	Irradiation density, P, kw/m ²	Distance between generators and material, H, cm	Material thickness, s, cm	Initial material moisture W ₁ , %	process duration, τ, sec	Residual material moisture W ₂ , %	process temperature T, °C

I	0.45	20	3-4	82-84	10-12	53-58	70±5
II	0.45	20	3-4	54-57	35-40	5-7	90±5

Table 3

Optimal drying parameters of a mixture of mandarin, orange, and lemon peels in the field of IR radiation

Drying phases	Irradiation density, P, kw/m ²	Distance between generators and material, H, cm	Material thickness, cm	Initial material moisture W ₁ , %	process duration, τ, sec	Residual material moisture W ₂ , %	process temperature T, °C
I	0.45	20	3-4	78-80	6-8	52-55	70±5
II	0.45	20	3-4	51-53	25-28	5-7	90±5

The comparative characteristics of the chemical analysis of the obtained semi-finished product indicate the superiority of the experimental method over the drying method using existing technology (see tables 4, 5, 6).

Table 4

Comparative characterization of the chemical analysis of the semi-finished product of the mixture of roots and tubers

Drying type	Carbohydrates, gr	Organic acids, gr	Mineral substances, gr	Ascorbic acid, mg
Drying with current technology	10,08	1,52	0,87	3.54
Drying with IR rays	10,57	1,73	0,87	6.43

Table 5

Comparative characterization of the chemical analysis of the semi-finished product of the wild fruit and berry mixture

Drying type	Carbohydrates, gr	Organic acids, gr	Mineral substances, gr	β –carotene, mg
Drying with current technology	55,8	6,7	3,8	2,7
Drying with IR rays	57,5	7,8	3,8	3,9

Table 6

Comparative characterization of the chemical analysis of the semi-finished product of citrus peel mixture

Drying type	Carbohydrates, gr	Fats, gr	Proteins, gr	Mineral substances, gr	Ascorbic acid, mg
Drying with current technology	2,64	0,04	0,21	0,15	0,34
Drying with IR rays	2,9	0,07	0,34	0,15	0,5

A comparison of the organoleptic characteristics of the control and analytical materials is given in table 7.

Table 7

Organoleptic characteristics of control and analytical semi-finished products			
Tasting evaluation, in bales			
	Color	Taste	Aroma
Semi-finished product of a mixture of dry roots and tubers			
Control	4,25	4,50	4,55
Analytical	4,75	4,95	4,75
Semi-finished product of a mixture of dried wild fruits and berries			
Control	4,25	4,30	4,25
Analytical	4,75	4,95	4,75
Semi-finished product of dried citrus peel mixture			
Control	4,75	4,50	4,55
Analytical	4,75	4,95	4,75

CONCLUSION

- A technological scheme for the production of confectionery additives with a high content of biologically active substances has been developed;

- The main factors affecting the drying processes in the infrared radiation field and their interdependence have been established, namely: type of generators; type of irradiation; irradiation density; distance between the material and the infrared radiation generators; thickness of the material layer;

- As a result of the research, the optimal drying parameters of the mixture of roots and tubers (artichoke, beetroot, ginger, yarrow) in the IR radiation field were determined, namely: $P=0.45 \text{ kw/m}^2$; distance between infrared generators and material $H=20 \text{ cm}$; material thickness $\delta=3 \text{ cm}$; drying duration - drying stage I - $\tau = 10-12 \text{ min}$ ($t=70^\circ\text{C}$); drying stage II - $\tau = 35-40 \text{ min}$ ($t=90^\circ\text{C}$), residual moisture of the semi-finished product 5-7%;

- As a result of the research, the optimum parameters for drying wild fruit-berry mixture (apples, pears, mulberries, blackberries, raspberries, currants, blueberries) in the IR radiation field were determined, namely: $P=0.45 \text{ kw/m}^2$; distance between infrared generators and material $H=20 \text{ cm}$; material thickness $\delta=3 \text{ cm}$; drying duration - drying stage I - $\tau = 9-10 \text{ min}$ ($t=70^\circ\text{C}$); drying stage II - $\tau = 35-38 \text{ min}$ ($t=90^\circ\text{C}$), residual moisture of the semi-finished product 5-7%;

- As a result of the research, the optimal parameters for drying a mixture of tangerine, orange, and lemon peels in the IR radiation field were determined, namely: $P=0.45 \text{ kw/m}^2$; distance between infrared generators and the material $H=20 \text{ cm}$; material thickness $\delta=3 \text{ cm}$; drying duration - drying stage I - $\tau = 6-8 \text{ min}$ ($t=70^\circ\text{C}$); drying stage II - $\tau = 25-28 \text{ min}$ ($t=90^\circ\text{C}$), residual moisture of the semi-finished product 5-7%;

- A comparative assessment of the chemical analysis of the control and analytical semi-finished products showed that the indicators of the analytical material exceed almost all the corresponding chemical indicators of the control material.

- The production of confectionery additives with a high content of biologically active substances using IR radiation energy is possible and promising. The intensity of the process increases by 5 times or more compared to the current method, the quality of the products improves - chemical content and organoleptic characteristics; the technological process is simplified, etc.

CONTRIBUTION

The author carried out the research, data analysis, preparation of the manuscript material and is responsible for any potential plagiarism. Huge thanks to the administration of the Akaki Tsereteli State University for support and financial support.

REFERENCES

1. Antonov, N. M., Lebed, N. I. (2017). Study of the influence of technological factors of heat treatment on the properties of semi-finished products of fried slices of potato tubers and apple fruits. In *Ecological and meliorative aspects of slow nature management* (pp. 222-228). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32419028>;
2. Baeghbali, V., Hedayati, S., & Jafari, S. M. (2023). Infrared processing equipment for the food industry. In *Emerging thermal processes in the food industry* (pp. 47-61). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822107-5.00009-5>;
3. Delfiya, D. A., Prashob, K., Murali, S., Alfiya, P. V., Samuel, M. P., & Pandiselvam, R. (2022). Drying kinetics of food materials in infrared radiation drying: A review. *Journal of Food Process Engineering*, 45(6), e13810. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13810>;
4. Dyachek, P.I. (2018). Kinetics of potato surface drying. In *"Great Rivers" 2018* (pp. 384-387). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36501521>;
5. Dobrovolsky, V. F., Pavlova, L. P., Lukyanova, L. V., and Evstigneeva, N. I. (2016). Space food products - frozen fruit and berry jellies. *Food industry*, (8), 26-28. <https://cyberleninka.ru/article/n/produkty-kosmicheskogo-pitaniya-kiseli-plodovo-yagodnye-sublimateionnoy-sushki>;
6. Djum, T. A., Shcherbakova, E. V., Khristyuk, A. V. (2017). Prospects for the use of fruit and vegetable powders in catering. *Kuban State Agrarian University. Electronic scientific journal. Polythematic online*, (128), 1260-1273. <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-ispolzovaniya-poroshkov-fruktoy-i-ovoschey-v-obshchestvennom-pitanii>;
7. Elmurodov A.A., Zhamolidinova V.Zh. Features of storage and drying of Jerusalem tubers in the Zarafshan Valley. *Academic research in the field of pedagogical sciences (conference)*, 506-510. <file:///C:/Users/user/Downloads/628-1119-1-SM.pdf>;
8. Ermolova, G. V., Ermoolin, D. V., Zavaliy, A. A., Lago, L. A., and Reichman, D. B. (2018). Justification for the choice of infrared drying mode for raspberries and blackberries. *News of Tavrichesky Agricultural Sciences*, (14 (177)), 112-118. <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-vybora-rezhima-infrakrasnoy-sushki-yagod-maliny-i-ezheviki>;
9. Jeevarathinam, G., Pandiselvam, R., Pandiarajan, T., Preetha, P., Krishnakumar, T., Balakrishnan, M., ... & Amirtham, D. (2022). Design, development, and drying kinetics of infrared-assisted hot air dryer for turmeric slices. *Journal of Food Process Engineering*, 45(6), e13876. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13876>;
10. Karimov, B.Kh. Technology of Jerusalem artichoke drying and dehydration based on a solar battery and collector. *Exact sciences*, (49), 25-28. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=39202884>;
11. Kang, S. W., Hwang, J. H., Chung, K. H., & Park, S. H. (2021). Evaluation of infrared assisted freeze drying for strawberry snacks: drying kinetics, energy efficiency and quality attributes. *Food Science and Biotechnology*, 30, 1087-1096. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10068-021-00949-1>;
12. Llave, Y., & Sakai, N. (2021). Infrared radiation. *Electromagnetic technologies in food science*, 220-253. <https://doi.org/10.1002/9781119759522.ch9>;
13. Manyatsi, T. S., Al-Hilphy, A. R., Majzoobi, M., Farahnaky, A., & Gavahian, M. (2023). Effects of infrared heating as an emerging thermal technology on physicochemical properties of foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(24), 6840-6859. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2043820>;
14. Микаберидзе М. Ш., Кинцурашвили К. М. (2014). Технология и технологическое оборудование сушки фруктов и овощей. Учебник. Издательство - Государственный университет Акакия Церетели, Кутаиси 300 с. <https://orcid.org/0009-0009-5337-4691>;

15. Микаберидзе М. Ш. (2023). Технический и экономический расчет сушильной машины томатного сырья работающей электрофизическим методом. Сборник статей Международной научно-практической конференции - Синтез науки и образования как инструмент решения глобальных проблем современности. Аэтерна, УФА. С.27-32 <https://orcid.org/0009-0009-5337-4691>;
16. Микберидзе, М.Ш. (2015). Процессы и машинно-аппаратурные системы пищевых производств. (Учебник). Издательство - Государственный университет имени Акакия Церетели. Кутаиси: 492 с. <https://orcid.org/0009-0009-5337-4691>;
17. Микберидзе М.Ш. (2019). Основные методы обработки сырья в процессе производства пищевых продуктов. (Учебник). Кутаиси: Издательство - ООО «МБМ Полиграф», 290 с. <https://orcid.org/0009-0009-5337-4691>;
18. Микберидзе М.Ш. (2020.) Основы проектирования предприятий по переработке агросырья. (Учебник). Кутаиси: Издательство - ООО «МБМ Полиграф». 272 с. <https://orcid.org/0009-0009-5337-4691>;
19. Микаберидзе М.Ш. (2023) Расчет сушильной машины сахаросодержащего корнеклубнеплодового сырья работающей электрофизическим методом. Рецензируемый электронный периодический научный журнал «SCI-ARTICLE.RU». 115 с.22-30 <https://orcid.org/0009-0009-5337-4691>;
20. Микаберидзе М.Ш. и др. (2021). Совершенствование производства кондитерских добавок электрофизическим методом из смеси дикорастущего фруктово-ягодного сырья. В кн.: Системный анализ и синтез моделей научного развития общества. Сборник статей по результатам Международной научно-практической конференции. стр. 98-101. <https://orcid.org/0009-0009-5337-4691>;
21. Микаберидзе, М. Ш., Чакветадзе, Ш. М., & Пруидзе, М. Р. (2017). Интенсификация процессов сушки ягод в поле ИК лучей. Аэкономика: экономика и сельское хозяйство, (8 (20)), 41-48. <https://cyberleninka.ru/article/n/intensifikatsiya-protseessov-sushki-yagod-v-pole-ik-luchey>;
22. Микаберидзе, М. Ш. (2012). Расчет и выбор некоторых машино-аппаратных систем в пищевой промышленности. Справочник. Издат. Гос. Унив. Акакия Церетели, г. Кутаиси. https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0,5&cluster=9088920461830823126;
23. Микаберидзе, М. Ш., & Кинтсурашвили, К. М. (2017). Интенсификация технологических процессов производства низкокалорийных диетических цитрусовых цукатов и функциональных добавок. Аэкономика: экономика и сельское хозяйство, (6 (18)), 51-56. <https://scholar.google.com/scholar?oi=bibs&hl=en&q=related:G5-0Vu3b9E4J:scholar.google.com/>;
24. Микаберидзе, М. Ш. (2021). Интенсификация производства сухих кулинарных добавок из диких фруктов. Рецензируемый электронный периодический научный журнал "SCI-ARTICLE. RU" # 94 (июнь). Электронный периодический рецензируемый научный журнал «SCI-ARTICLE. RU», 152. https://sci-article.ru/number/06_2021.pdf#page=152;
25. Pan, Z. (2020). Innovative infrared heating technologies for food and agricultural processing. Technology & Innovation, 21(4), 1-16. <https://doi.org/10.21300/21.4.2020.8>;
26. Mujumdar, A. S. (2006). Handbook of industrial drying. CRC press. <https://doi.org/10.1201/9781420017618>;
27. Norkulova, K. T., Fakhrutdinov R. R., Safarov, Zh., Mamatkulov M. M. (2013). Discrete drying of Jerusalem artichoke tubers with preservation of biologically active substances. Storage and processing of agricultural raw materials, (7), 13-14. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20383779>;
28. Starovoytov V.I., Zhevora S.V., Starovoy O.A., Semenov G.V., Manokhina A.A. (2023). We offer frozen products that meet the quality standards of club nutrition. Agricultural machinery, 25 (4), 60-64. <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-hraneniya-i-sushki-klubney-topinambura-v-zarafshanskoy-doliny>;

29. Sakare, P., Prasad, N., Tombare, N., Singh, R. and Sharma, SK (2020). Infrared drying of food materials: recent achievements. *Reviews of food engineering*, 12 (3), 381-398. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12393-020-09237-w>;
30. Tyurin, I. Yu., Timakov, D. V., Talabaev, V. V., Glazunov, M. V. (2015). Improving equipment for drying fruits and berries. *Fundamental and applied research in the context of reforms* (pp. 66-68). <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27603514>;
31. Venkitasamy, C., & Pan, Z. (2023). Infrared drying. In *Drying Technology in Food Processing* (pp. 305-339). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819895-7.00012-2>;
32. Vorobyov, V. B., Klimov, A. M., Rodionov, Yu. V., Preobrazhensky, V. A., Skvortsov, D. V. (2011). Energy efficiency of two-stage drying of plant raw materials. *Issues of modern science and practice*. V. I. Vernadsky University, (3), 361-365. https://scholar.google.com/scholar?start=20&q=%D0%A1%D1%83%D1%88%D0%BA%D0%B0+%D1%84%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%BE%D0%B2+%D0%B8+%D1%8F%D0%B3%D0%BE%D0%B4&hl=ru&as_sdt=0,5;
33. Yamaletdinova M. F., Kobilov H. H. Physicochemical properties of fruits and berries as drying objects. *Bukhara Engineering and Technological Institute Conference: Innovative Solutions in Industrial Engineering Bukhara, November 24, 2023 – November 25, 2023* Organizers: Bukhara Engineering and Technological Institute Includes: RINTS: Main: No references RINTS from core: 0 Reviews: No data SUBJECT HEADINGS:.. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=60233858>;
34. Yarialieva, Z. A. (2017). Improving the technology of cryopreservation of fruits and berries grown in the foothills of Dagestan (Doctoral dissertation, Z. A. Yarialieva). <https://kubstu.ru/data/fdlist/FDD0475.pdf>.

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-54-59

КӨЛДЕНЕҢ ЕРІТІНДІ ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ ЫҒЫСУ КЕЗІНДЕ КІРПІШТІҢ БЕРІКТІГІН ЕСЕПТЕУ

**БЕРДАЛЫ НҰРЖАН ЖАҢБЫРБАЙҰЛЫ, КАРШЫҒАЕВ РАХИМЖАН
ОРИНБАСАРОВИЧ**

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің магистранты

Ғылыми жетекші – т.ғ.к. **ҚАРШЫҒА Ғ.О.**
Қызылорда, Қазақстан

Аңдатпа: Көлденең ерітінді қосылыстарының ығысуы кезінде кірпіштің беріктігін есептеу жаңа әдістердің ғылыми негізделуі арқылы көп қабатты ғимараттардың қабырғаларының сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл жобалау мен құрылыс сапасын жақсартуға, ресурстарды тиімді пайдалануға ықпал етеді.

Кілт сөздер: қуысты кірпіш, беріктік, эксперимент, деформация, сынақ, ерітінді, модель және т.б.

Кірпіштен жасалған көп қабатты ғимараттардың сыртқы қабырғаларын тұрғызу құрылыс саласының маңызды бағыты болып қала береді. Алайда, мұндай конструкциялар пайдалану кезінде жарықтардың пайда болуы, төбе деңгейінде кірпіштің бөлінуі сияқты ақауларға бейім келеді [1-5]. Мұндай ақаулар кейде ғимараттың қауіпсіздігіне елеулі қауіп төндіріп, апатты жағдайларға, соның ішінде алдыңғы қабаттардың құлауына әкелуі мүмкін. Сондықтан ғимараттардың беріктігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету мәселесі өзекті болып отыр.

Зерттеу нәтижелері жаңа есептеу әдістерінің ғылыми негізделуі арқылы көп қабатты ғимараттардың сыртқы қабырғаларының сенімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Бұл тәсіл жобалау мен құрылыс сапасын жақсартуға, сондай-ақ ресурстарды тиімді пайдалануға жағдай жасайды.

Кірпіштің көлденең тігістерге перпендикуляр бағытта ығысуы әлі де жеткілікті түрде зерттелмеген. Еурокод 6 көлденең тігістер арқылы ығысу кезіндегі қалау беріктігін бастапқы қалау беріктігінің сипаттамалық мәніне тең деп қабылдауды немесе ұлттық деңгейде бекітілген дерекқордан алуды ұсынады. ҚНЖЕ II-22-81 қалау өнімінің маркасына негізделе отырып, байланған қима бойынша кесу кезіндегі қалау беріктігінің мәндерін пайдаланады. Британдық және Польша нормаларында да осындай тәсіл қолданылады.

Алайда, эксперименттік зерттеулер көрсеткендей, көлденең ерітінді тігістеріндегі кірпіш беріктігіне тек тастың кесу беріктігі ғана емес, сонымен қатар кірпіш ерітіндісінің беріктігі мен кірпіштің қысылу деңгейі де әсер етеді. Көлденең тігістерді қысу және ығысу жағдайында зерттеу қиындықтар туғызып, көп уақытты қажет етеді. Осы себепті, көлденең тігістер арқылы ығысу кезінде кірпіштің беріктігін бағалау мәселесі физикалық эксперименттермен қатар тастың деформациясы мен бұзылуын математикалық модельдеу әдістері арқылы да шешіледі.

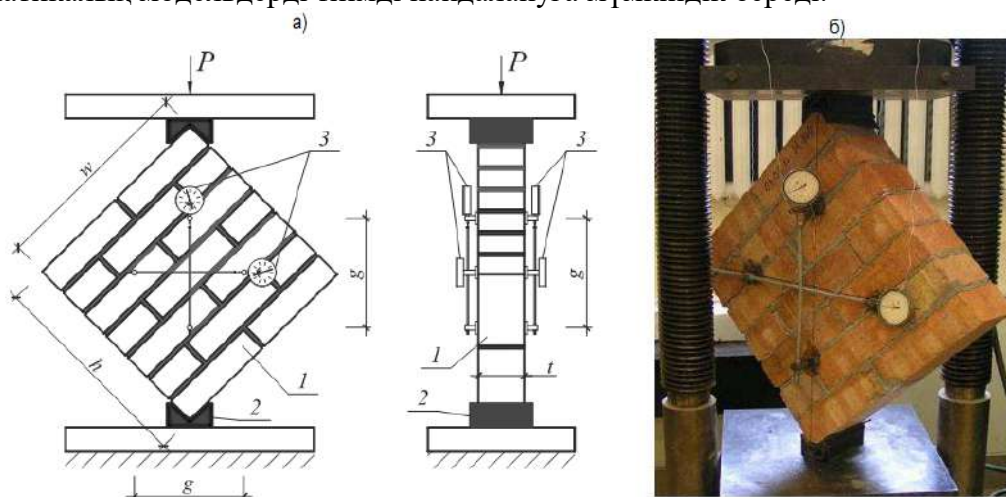
Көлденең ерітінді тігістерін қысусыз ығысу жағдайында кірпіш үлгілеріне физикалық сынақтар жүргізіліп, математикалық модельдерде пайдалану үшін кірпіш пен ерітінді материалдарының бастапқы сипаттамалары анықталды. Эксперимент нәтижелері негізінде ақырғы элемент модельдері тексерілді, ал қысу жағдайындағы көлденең ерітінді тігістерінің қалау үлгілері бойынша СЕ модельдері есептеліп, аналитикалық нәтижелер талданды. Көлденең ерітінді тігістерін қысусыз ығысу жағдайында жүргізілген зерттеулер барысында кірпіш үлгілеріне физикалық сынақтар өткізілді.

Бұл сынақтардың мақсаты – қалау беріктігін анықтап, математикалық модельдерді құру үшін қажетті кірпіш пен ерітінді материалдарының бастапқы сипаттамаларын алу болды.

Эксперименттік сынақ нәтижелеріне сүйене отырып, ақырғы элемент модельдері тексеріліп, алынған деректер негізінде көлденең ерітінді тігістерінің қысылу жағдайындағы қалау үлгілерінің ақырғы элемент модельдері есептелді. Кейіннен аналитикалық нәтижелерге терең талдау жүргізілді.

Сынақтар шамамен 500 мм болатын квадрат пішінді қалау үлгілерінде өткізілді (сурет 1). Үлгілерді дайындау үшін әртүрлі беріктік дәрежесі бар стандартты ерітінділер пайдаланылды, олардың қысу беріктігі $f_m=3,1, 7,9$ және $10,9$ МПа-ға тең болды. Қалау материалдары ретінде "Брестский КСМ" ААҚ (РБ) өндірген толық денелі және 18% қуысы бар кірпіштер қолданылды. Сынақтардың басты ерекшелігі – нөлдік қысу деңгейінде көлденең ерітінді тігістері арқылы қалау беріктігін анықтау мүмкіндігі. Эксперимент барысында сынақ үлгілеріне көлденең ығысу әсері берілді, бұл қалау құрылымының көлденең бағыттағы беріктік қасиеттерін бағалауға мүмкіндік берді. Сынақ деректері көлденең ерітінді тігістеріндегі ығысу кезіндегі қалау беріктігінің негізгі факторларын анықтады. Олар кірпіштің кесу беріктігімен қатар ерітіндінің беріктігі және үлгілердің қысылу деңгейімен анықталды. Сонымен қатар, алынған мәліметтер математикалық модельдерді нақтылауға, әсіресе ақырғы элемент әдісін қолдану арқылы есептеулерді жетілдіруге ықпал етті. Аналитикалық есептеулер нәтижесінде кірпіш пен ерітінді арасындағы байланыстардың беріктігі, ығысуға төзімділігі және қысу жағдайындағы қалау құрылымының жұмыс істеу ерекшеліктері толықтай сипатталды [1, 2].

Бұл зерттеулердің нәтижелері қалау жұмыстарының беріктігін арттыруға бағытталған жобалау әдістерін жетілдіруге және қалау құрылымдарының сенімділігін бағалауда математикалық модельдерді тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.



1-қалау үлгісі; 2-беріліс тірек аяқ киімі; 3-бөлу бағасы 0,001 мм сағат түріндегі орын ауыстыру индикаторлары, а) сынақ схемасы, б) сынақ қондырғысындағы прототип.

Сурет 1 - Диагональды қысу кезінде үлгіні сынау

Кесте 1 - Қалау үлгілерін көлденең ерітінді тігістерінің ығысу кезіндегі беріктігін сынау нәтижелері: толық денелі кірпіш (ТДК) және қуыс кірпіш (ҚК) үлгілері.

Аталуы	Қалау ерітіндінің беріктігі, МПа	Көлденең ерітінді тігістері арқылы ығысу кезінде қалау беріктігі, МПа	Көлденең ерітінді тігістерінің бойымен сдысу кезінде қалау беріктігі, МПа	$\frac{f_{wo.obs}}{f_{vo.obs}}$
ТДК	10,8	0,7	0,5	1,53
	7,8	0,71	0,4	1,8

	3	0,36	0,2	1,6
ҚК	10,8	0,64	0,45	1,36
	7,8	0,8	1,33	2,3
	3	0,5	0,17	2,7

Кесте 1 мәліметтері көлденең ерітінді тігістері бойымен ығысу кезіндегі кірпіштің бастапқы беріктігінің мәндері көлденең тігістер бойымен ығысудан кемінде 1,5 есе жоғары екенін көрсетеді. Бұл әсіресе қуыс кірпіштен жасалған қалау элементтерінде анық көрінеді. Осы нәтижелер Еурокод 6-ның қалаудың көлденең және бойлық тігістері бойындағы ығысу беріктігін тең деп қабылдау ұсыныстарының негізсіз екенін көрсетуі мүмкін. Кірпіш пен ерітіндінің беріктігі мен деформациялық сипаттамалары алдын ала жүргізілген эксперименттік сынақтардың нәтижелері бойынша анықталды (кесте 2).

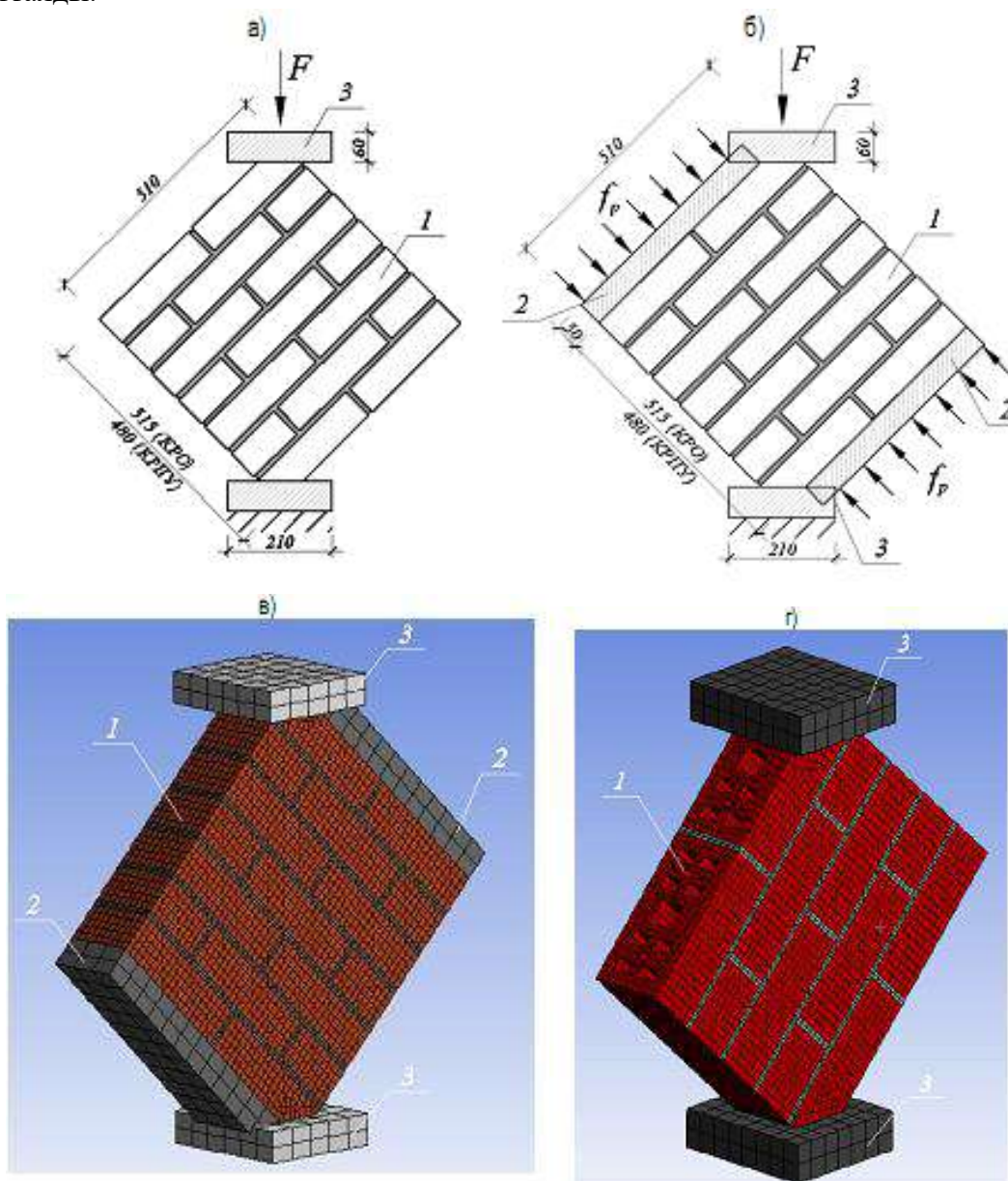
Кесте 2 - Кірпіш пен ерітіндінің деформациялық сипаттамалары

Материал	Сығылу кезінде беріктігі, МПа	Созылу кезінде беріктігі МПа	Серпінді модуль, МПа	Көлденең деформация коэффициенті, ϵ
Толық денелі керамикалық кірпіш	25	1,02	11840	0,1
Ерітінді	3 7,6 10,8	0,3 0,8 1,01	4600 9200 10500	0,2 0,17 0,1

Сандық модельдеу. СЕ-талдау Ansys Workbench ортасында жүзеге асырылды. Бұл талдауда жарықшақты ескеруге мүмкіндік беретін SOLID65 ақырғы элементтері (АЭ) және байланыс өзара әрекеттесуін модельдейтін conta174/TARGE170 байланыс элементтері пайдаланылды. Модельдеу үшін үлгінің геометриялық параметрлері 510x515(480)x120 мм, ал ерітінді тігісінің қалыңдығы 10 мм болды. Нақты тәжірибеге толық сәйкестікке қол жеткізу мақсатында қалау прототипі мен пресс тақталар арасындағы байланыс өзара әрекеті ескерілді (сурет 2). Бұл байланыстар физикалық сынақтарды шынайы түрде модельдеу үшін маңызды рөл атқарды. Ақырғы элемент моделін есептеу кезінде көлденең ерітінді тігістеріне ауысу барысында жүктеме екі кезеңде берілді. Бірінші кезеңде қысу күші қолданылып, қалау құрылымының вертикаль бағыттағы беріктігі мен деформациясы анықталды. Екінші кезеңде диагональ бойынша күш енгізіліп, көлденең және диагональ кернеулердің өзара әсері зерттелді. Бұл кезеңдер құрылымның жалпы беріктігін және жарықтардың пайда болу ықтималдығын анықтау үшін маңызды болды. Сонымен қатар, көлденең ерітінді тігістері арқылы қысусыз ығысу жағдайында үлгі моделін есептеу жүктемені бірқадамды тәсілмен беру арқылы орындалды[3,4]. Бұл әдіс құрылымның көлденең бағыттағы деформациялық қасиеттерін және жарықшақтардың пайда болуын нақтылау үшін қолданылды. Зерттеу барысында модельдеу деректері физикалық сынақ нәтижелерімен салыстырылып, олардың сәйкес келуі тексерілді. Алынған мәліметтер көлденең ерітінді тігістері арқылы қалау беріктігін бағалау үшін сенімді аналитикалық және сандық негіз қалыптастырды. Бұл тәсіл кірпіш пен ерітіндінің беріктік, деформациялық сипаттамалары және олардың өзара әрекеттесуі жөнінде тереңірек білім берді. Нәтижелер құрылымдық есептеулерде қолданылатын модельдердің дұрыстығын дәлелдеп, келешектегі зерттеулер мен тәжірибелік жұмыстар үшін негіз болды.

Модель жұмысының сызықтық емес сипатын ескере отырып, жүктемені біркелкі және үздіксіз қолдану үшін әр қадам 50-80 ішкі кезеңге бөлінді. Бұл әдіс модельдің

деформациялану процесін дәл сипаттап, есептеулердің тұрақтылығын қамтамасыз етуге бағытталды.



1-қалау үлгісі; 2-қысуды беруге арналған табақтар; 3-тірек тақталары
а) қысусыз сынау схемасы; б) қысу пластиналарын пайдаланатын есептік схема; в) е-толық денелі кірпіштен қалау үлгісінің моделі, г) ақырғы элемент-қуыс кірпіштен қалау моделі (қысу плиталары шартты түрде көрсетілмеген)

Сурет 2 - Қиғаш бойымен қысу және қысу күшінің әсерінен кірпішті сандық зерттеу.

Егер шешу барысында сәйкессіздік туындаса немесе кернеу концентрацияларының нәтижесінде шекаралық шарттар бұзылса, соңғы сәтті орындалған ішкі қадам ұсақталып, жаңа ішкі қадамдарды автоматты түрде қосуға рұқсат етілді. Бұл тәсіл нәтижелердің дәлдігін арттыруға және модельдің нақты жағдайларға сәйкестігін қамтамасыз етуге мүмкіндік берді.

Эксперименттік және сандық есептеулердің салыстырмалы нәтижелері қысусыз ығысу жағдайындағы қалау беріктігі мәндерінің айырмашылығы 5%-дан 28%-ға дейін екенін көрсетті. Бұл айырмашылық есептеулердің нақты физикалық сынақтарға жақын екенін және қанағаттанарлық нәтижелер ретінде бағаланатынын дәлелдеді. Айырмашылық деңгейі

жүктеме түріне, кірпіштің және ерітіндінің физикалық қасиеттеріне, сондай-ақ модельдің параметрлеріне байланысты өзгерді. Сандық модельдеу барысында алынған мәліметтер материалдың механикалық қасиеттерін, әсіресе қысу және ығысу жағдайындағы байланыс аймақтарындағы кернеулердің таралуын нақтылауға мүмкіндік берді.

Бұл әдістеме күрделі конструкциялық элементтердің беріктігін зерттеуде және оларды нақты жүктемелер әсеріне бейімдеуде сенімді құрал ретінде қолдануға болатындығын көрсетті. Зерттеу нәтижелері кірпіш және қалау құрылымдарының беріктігін арттыруға бағытталған технологиялық шешімдерді жетілдіру үшін негіз қалады. Сонымен қатар, әдістеме құрылымдарды жобалаудағы есептеу модельдерінің дәлдігін арттыруға септігін тигізеді.

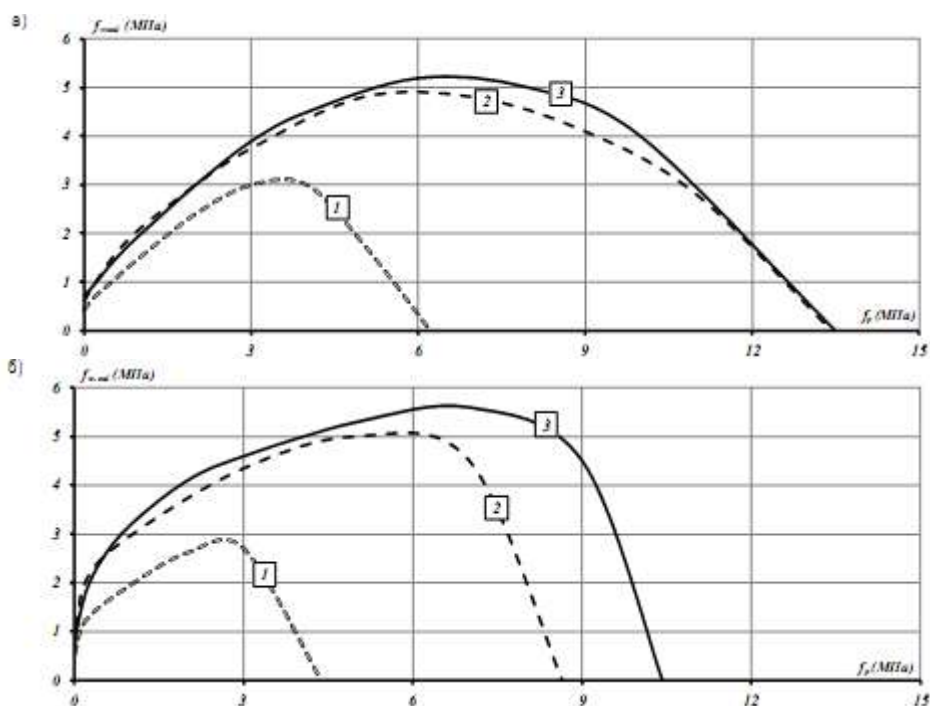
Сурет 3-те көлденең ерітінді тігістеріндегі ығысу беріктігінің ($f_{vv.cal}$) қысу деңгейіне (f_p) тәуелділігі көрсетілген. Алынған мәліметтерді талдау болжамды ығысу кернеулерінің алдын ала қысу деңгейіне тәуелділігі сызықтық емес екенін анықтады [4,5]. Бұл f_{vv} ығысу беріктігінің алдын ала қысу кернеулерінің $f_p=0,4...0,5F$ (F – қалаудың қысу беріктігі) деңгейіне дейін өсуін, ал $f_p=F$ мәніне жеткенде үлгілер беріктігінің төмендейтінін болжайды.

Бұл f_p қысу кернеулерінің деңгейіне қарай үлгілердің бұзылу сипатының өзгеруімен байланысты. Сандық есептеулерден алынған диаграммаларда кірпіштің бұзылуының түрлі жағдайларына сәйкес келетін негізгі аймақтар ерекшеленеді:

- тангенс адгезия беріктігін жоғалту нәтижесінде бұзылу (сурет 2, а);
- негізгі созылу кернеулерінің әсерінен кірпіш пен ерітінді тігістерінде жарықтардың пайда болуы (сурет 2, б);
- негізгі қысу кернеулерінің әсерінен тән "тіректердің" пайда болуы арқылы кірпіштің бұзылуы (сурет 2, в).

Қысу және ығысу кернеулері бірлесіп әрекет еткен жағдайда, кірпіш тегіс кернеу жағдайында жұмыс істейді. Біртекті изотропты материал ретінде қарастырылған кірпіште негізгі созылу кернеулері арнайы формула арқылы есептеледі.

$$\sigma_1 = \frac{1}{2} \cdot \left[\sigma_\alpha + \sqrt{\sigma_\alpha^2 + 4\tau_\alpha^2} \right] \quad (1)$$



«1» – $f_m = 3,1$ МПа; «2» – $f_m = 7,9$ МПа; «3» – $f_m = 10,9$ МПа
а) толық денелі кірпіші; б) қуыс кірпіші.

Сурет 3 - Көлденең ерітінді тігістері арқылы ығысу кезінде алдын ала қысу деңгейі f_p -ға байланысты кірпіштің $f_{vv,cal}$ беріктік графигі.

Кірпіштегі қысу кернеулері $f_p=0,5f$ деңгейінен асқан жағдайда, көлденең ерітінді тігістері арқылы ығысу кезіндегі кірпіштің беріктігі төмендегі формуламен анықталады:

$$f_{vv} = (f - f_p) \cdot \frac{f_{w,t}}{0,5f}. \quad (2)$$

Кірпіш элементтері мен ерітінді арасындағы адгезия мен үйкеліс әсерлерін ескере отырып, сызықтық емес байланыстар жағдайында ығысу және қысу жүктемелерінің әсерін талдауға арналған есептік модель ұсынылды. Бұл модель ANSYS бағдарламалық жүйесіне негізделген.

ANSYS - соңғы жылдары дамып келе жатқан және кеңінен қолданылатын ақырғы элементтерді талдау жүйесі (МКЕ). Ол автоматтандырылған инженерлік есептеулер (CAD немесе CAE) саласындағы мамандар арасында танымал. Бағдарлама деформацияланатын қатты дене механикасы мен конструкция механикасының сызықтық және сызықтық емес, стационарлық және стационарлық емес есептерін шешуге арналған. Сонымен қатар, ол конструкция элементтерінің жанасу әрекеттерін ескеретін геометриялық және физикалық сызықтық емес есептерді шешуге мүмкіндік береді.

ANSYS бағдарламалық жасақтамасы өнімдер мен жартылай өткізгіштерді жобалау, сондай-ақ өнімнің беріктігін, температураның таралуын, сұйықтық қозғалысын және электромагниттік қасиеттерін талдау үшін қолданылады.

ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Ищук М.К. Исследование напряженно-деформированного состояния кладки лицевого слоя наружных стен с гибкими связями при температурно-влажностных воздействиях//Строительная механика и расчет сооружений. — 2018. — №1. — С. 72-76.
2. Ищук М.К. Учет совместной работы кирпичной кладки лицевого слоя наружных стен и плиты перекрытия//Промышленное и гражданское строительство. – 2018. — №6. — С. 30-36.
3. Brameshuber W., Schubert P., Schmidt U., Hannawald J. Rißfreie Wandlänge von Porenbeton-Mauerwerk//Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin. Mauerwerk 10 (2006), Heft 4, S. 132-139.
4. Кабанцев О.В. Научные основы структурной теории каменной кладки для оценки предельных состояний каменных конструкций сейсмостойких зданий. Дис. ...докт. техн. наук / Олег Васильевич Кабанцев : М. МГСУ. — 2016. — 358 с. Режим доступа: <http://www.mgsu.ru>.
5. Деркач В.Н. Деформационные характеристики каменной кладки в условиях плоского напряженного состояния//Строительство и реконструкция. — 2012. — №2 (40). — С. 3-10.

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-60-64

ҚАЗАҚСТАНДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІҢ ДАМУЫ

САБИТОВ МЕЙРИМХАН

М.Х.Дулати атындағы Тараз университетінің жаратылыстану ғылымдары
факультетінің студенті

Ғылыми жетекшісі: **ИБРАГИМОВА К.**

Тараз, Қазақстан

Түйіндеме. Мақалада Қазақстандағы жасанды интеллекттің даму тарихына қысқаша шолу жасалып, оның негізгі бағыттары, қолдану салалары және елдің сандық трансформациясындағы орны талқыланады. Сонымен қатар, мемлекеттік, ғылыми және бизнес секторларындағы ынтымақтастық арқылы жасанды интеллект технологияларының жетістіктері мен болашағы қарастырылады.

Кілттік сөздер: жасанды интеллект(ЖИ), Қазақстан, даму, цифрлық трансформация, инновация

Аннотация. В статье дан краткий обзор истории развития искусственного интеллекта в Казахстане, рассмотрены его ключевые направления, сферы применения и роль в цифровой трансформации страны. Также анализируются достижения и перспективы развития технологий искусственного интеллекта в контексте взаимодействия государства, научного сообщества и бизнеса.

Ключевые слова: искусственный интеллект, Казахстан, развитие, цифровая трансформация, инновация

Abstract. The article provides a brief overview of the development history of artificial intelligence in Kazakhstan, examining its key directions, areas of application, and role in the country's digital transformation. The paper also analyzes the achievements and future prospects of artificial intelligence technologies in the context of collaboration between the state, academic community, and business.

Keywords: artificial intelligence, Kazakhstan, development, digital transformation, innovation

Қазіргі таңда ақпараттық технологиялардың қарқынды дамуы жасанды интеллект (ЖИ) саласының маңыздылығын арттыруда. ЖИ – адам интеллектісін модельдеуге бағытталған алгоритмдер мен жүйелер жиынтығы, ол күрделі есептерді шешуде, деректерді талдауда және шешім қабылдауда үлкен рөл атқарады. Бұл технология әлемнің көптеген елдерінде экономиканың әртүрлі салаларында кеңінен қолданылып, инновациялық жетістіктерге жол ашуда. **Қазақстан үшін ЖИ технологияларын дамыту** – цифрлық экономиканы жетілдірудің маңызды бағыты болып табылады. Елдің «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасы жасанды интеллектті денсаулық сақтау, білім беру, қаржы, ауыл шаруашылығы және өнеркәсіп салаларында тиімді қолдануға негізделген. Сонымен қатар, Қазақстанда ЖИ-дің дамуы ғылыми зерттеулер жүргізу, мамандар даярлау және озық технологияларды енгізу қажеттілігін тудырады.

Қазақстандағы жасанды интеллект: даму қарқыны, мүмкіндіктері және болашағы. Қазіргі кезде Жасанды интеллектті дамытудың 2024 – 2029 жылдарға арналған тұжырымдамасын бекітті. Ол қаулыда:

1. Қоса беріліп отырған Жасанды интеллектті дамытудың 2024 – 2029 жылдарға арналған тұжырымдамасы бекітілсін.

2. Қазақстан Республикасының Цифрлық даму, инновациялар және аэроғарыш өнеркәсібі министрлігі жыл сайын 1 ақпанға дейін Қазақстан Республикасының Үкіметіне Тұжырымдаманың іске асырылу барысы туралы ақпарат беріп тұрсын.

3. Осы қаулының орындалуын бақылау Қазақстан Республикасының Цифрлық даму, инновациялар және аэроғарыш өнеркәсібі министрлігіне жүктелсін.

4. Осы қаулы қол қойылған күнінен бастап қолданысқа енгізіледі.

Осы жайлы Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2024 жылғы 24 шілдедегі № 592 қаулысымен бекітілген болатын. Бұл тұжырымдамада келесі құжаттар қамтылған.

Оларға:

- 1) Паспорт
- 2) Ағымдағы жағдайды талдау
- 3) Саланың ағымдағы жағдайын бағалау
- 4) Деректер
- 5) Инфрақұрылым
- 6) Адами капитал
- 7) Жасанды интеллект саласындағы ғылыми зерттеулер
- 8) Жасанды интеллект саласындағы құқықтық қатынастарды реттеу
- 9) Халықаралық тәжірибеге шолу
- 10) Деректер
- 11) Инфрақұрылым
- 12) Адами капитал
- 13) Ғылыми-зерттеу және тәжірибелік-конструкторлық әзірлемелер
- 14) Жасанды интеллект саласындағы құқықтық қатынастарды реттеу
- 15) Жасанды интеллектті дамытуды іске асыру пайымы
- 16) Жасанды интеллектті ендіру бөлігінде дамудың негізгі қағидаттары мен тәсілдері
- 17) Қағидаттар
- 18) Тәсілдер
- 19) Деректер
- 20) Инфрақұрылым
- 21) Адами капитал
- 22) Ғылыми-зерттеу әзірлемелері мен тәжірибелік-конструкторлық әзірлемелер
- 23) Жасанды интеллект саласындағы құқықтық қатынастарды реттеу
- 24) Акселерациялық бағдарламалар
- 25) Нысаналы индикаторлар және күтілетін нәтижелер

Осы айтылып кеткен тақырыптардың барыған 2029 жылға дейін цифрландыру, жасанды интеллектті қосу бұйырылған болатын. Мысалыға саланың ағымдағы жағдайына талдау жасайтын болсақ. Жасанды интеллекттің қоғамға әсері соңғы бесжылдықта ешқашан осылай айқын көрініс тапқан емес және оның даму қарқыны бұрын-соңды болмаған жылдамдыққа жеткен. Әлемде жасанды интеллект технологияларының даму бәсекесі бірнеше жыл бойы жүріп келеді, және бұл бәсекеде негізінен Google, Facebook, Microsoft, Alibaba, Baidu және Tencent сияқты технологиялық алыптардың болуы, сондай-ақ жасанды интеллект саласындағы зерттеулер мен әзірлемелерге көлемді инвестициялар құюы арқасында көшбасшы екі мемлекет болып табылады: АҚШ және Қытай. Қазақстан осы процестерге жақында ғана Қазақстан Президенті Қасым-Жомарт Тоқаевтың Астана қаласында өткен "Digital Bridge 2023" халықаралық технологиялық форумында елдің экономикалық өсуіндегі жасанды интеллекттің маңызды рөлін атап өткеннен кейін қосылды. для 12 секунд Біздің елде жасанды интеллекттің қоғамға әсері соңғы бес жыл ішінде бұрын-соңды болмағандай айқын байқалып, оның даму қарқыны анағұрлым жылдам жүріп жатыр. Әлемдік деңгейде жасанды интеллект технологияларын дамыту жарысы бірнеше жылдан бері қарқынды жүріп келеді, мұның негізінде Google, Facebook, Microsoft, Alibaba, Baidu және Tencent сияқты ірі технологиялық алпауыттардың жетекшілігімен қатар, жасанды

интеллект саласындағы зерттеулер мен әзірлемелерге жасалған ауқымды инвестициялар тұр. Осы факторлардың ықпалы нәтижесінде айқын көш бастап келе жатқан екі мемлекет – АҚШ пен Қытай байқалады. Қазақстан да осы үрдіске жақында қосылды: ел Президенті Қасым-Жомарт Тоқаев Астана қаласында өткен «Digital Bridge 2023» халықаралық технологиялық форумында жасанды интеллекттің елдің экономикалық өсуі үшін маңыздылығын атап өткен соң, еліміз осы салада жаңа қадамдарға бет бұрды.

Үкіметтің жасанды интеллектті пайдалануға әзірлігі негізгі трендтер мен бастамаларды жан-жақты талдау арқылы, Oxford Insights компаниясының арнайы есеп-қисап әдістемесімен бағаланады. Бұл әдістеме қосалқы индекстерді есепке алады, ал 1-суретте көрсетілген әрбір көрсеткіш дәл осы индекстер негізінде ұсынылған. Суреттегі параметрлер тек үкіметтің жасанды интеллект негізіндегі қызметтер көрсетуге әзірлігін көрсетіп қана қоймай, елдің жалпы жасанды интеллектті дамыту деңгейін өлшеуде де маңызды рөл атқарады. Қосалқы индекстер үш негізгі топқа бөлінеді: «үкімет», «технологиялық сектор» және «деректер мен инфрақұрылымға қолжетімділік».

Oxford Insights өткізген Үкіметтің жасанды интеллектке әзірлігінің 2023 жылға арналған индексі бойынша, Қазақстан 193 елдің арасында 72-орынға ие болды.



1-ші Сурет

Қазақстанның жасанды интеллектке (ЖИ) әзірлік индексі **45,78** бұл **181 елдің ішінде 72-орын** деген сөз. Бір қарағанда жаман нәтиже емес сияқты, бірақ кейбір көрсеткіштер ойландырады. **Цифрлық әлеует (75,67)** мен **деректердің қолжетімділігі (74,11)** жоғары болғанымен, **стратегиялық пайым (0)** дегені қатты таңғалдырады. Демек, елде нақты бағыт-бағдар мен ұзақ мерзімді жоспар жоқ деген сөз. Сондай-ақ, **жетілу деңгейі (15,48)** өте төмен – бұл ЖИ-дің іс жүзінде қолданылуы әлсіз екенін көрсетеді.

Сонымен қатар, **инфрақұрылым (30,80)**, **инновациялық әлеует (33,63)** және **адами капитал (38,55)** да дамытуды қажет етеді. Қазақстанда деректер мен технологиялар бар, бірақ оларды тиімді пайдалану үшін жүйелі стратегия, мықты инфрақұрылым және білікті мамандар керек.

Жалпы, ЖИ-ді дамытуға мүмкіндік бар, бірақ оны іске асыру үшін нақты жоспар мен қолдау қажет. Егер бұл мәселелер шешілсе, Қазақстан жасанды интеллект саласында айтарлықтай жетістікке жете алады.

Қазақстанда жасанды интеллект саласының қарқынды дамуы заманауи технологиялық процестердің жетістіктеріне қарамастан, бірқатар өзекті қиындықтар мен кедергілерді де өзімен бірге алып келеді. Алдымен, құқықтық және нормативтік база жетіспеушілігі елдегі инновациялық жобаларды жүзеге асыруда басты мәселелердің бірі ретінде көрініс табады.

Қазіргі уақытта деректерді қорғау, жеке өмірдің құпиялылығын сақтау және этикалық нормаларды орнату мәселелері толық шешілмегендіктен, ЖИ жүйелерін коммерциялық және мемлекеттік деңгейде енгізуде белгісіздік туындайды. Осы орайда, Қазақстан үкіметі осы мәселені назарға алып, нормативтік-құқықтық базаны жетілдіруге бағытталған кешенді шараларды жүзеге асыруда.

Деректер инфрақұрылымының жеткіліксіздігі де жасанды интеллект саласының дамуына кері әсерін тигізеді. ЖИ жүйелерінің тиімділігі олардың қолындағы деректердің көлемі мен сапасына тікелей байланысты болғандықтан, сенімді және стандартталған деректер базаларының болмауы есептеу алгоритмдерінің дәлдігіне ықпал етеді. Сонымен қатар, заманауи технологияларды тиімді пайдалану үшін жоғары білікті мамандардың тапшылығы да өзекті мәселе болып табылады. Университеттер мен ғылыми-зерттеу орталықтарында жасанды интеллект бағытында мамандарды даярлау бағдарламалары әлі де жетілдірілуі қажет, себебі технологиялық даму қарқыны кадрлық әлеуетпен үйлеспеген жағдайда, инновациялық жобаларды іске асыру мүмкіндігі шектеледі.

Технологиялық инфрақұрылым мен қаржыландыру саласындағы шектеулер де Қазақстанның ЖИ дамуына айтарлықтай әсерін тигізеді. Заманауи есептеу қуаты, жоғары жылдамдықты интернет байланысы және ғылыми зерттеулерге арналған арнайы жабдықтар мен зертханалардың жеткіліксіздігі жобалардың ауқымы мен тиімділігін төмендетеді. Мемлекеттік және жеке сектордағы инвестициялардың көлемі мен қолжетімділігі де осы саладағы жаңашылдықтарды енгізуге кедергі келтіреді. Сонымен қатар, ЖИ технологияларын енгізудің әлеуметтік және этикалық аспектілері де назардан тыс қалмайды: адам шешім қабылдау процестеріне әсері, жұмыс орындарының автоматтандырылуы және қоғамдағы әлеуметтік құрылымның өзгеруі секілді мәселелер қоғамның сенімін арттыру мақсатында жан-жақты талдауды талап етеді.

Алайда, Қазақстанның жасанды интеллект саласын дамытуға бағытталған болашағы зор екендігі де айқын. 2024 жылғы 24 шілдедегі №592 қаулы негізінде бекітілген «Жасанды интеллектті дамытудың 2024 – 2029 жылдарға арналған тұжырымдамасы» – бұл саладағы стратегиялық бағыттарды айқындап, құқықтық реттеуді жетілдіру, ғылыми-зерттеу инфрақұрылымын дамыту, сондай-ақ кадр даярлау мен халықаралық ынтымақтастықты нығайту мақсатында қабылданған маңызды құжат болып табылады. Бұл тұжырымдама мемлекеттік қолдаудың күшеюіне, инновациялық жобалардың масштабын ұлғайтуға және елдің сандық трансформациясын жеделдетуге ықпал ететін кешенді шаралардың жиынтығы ретінде қарастырылады.

Болашақта жасанды интеллект технологияларының Қазақстан экономикасы мен қоғамдық өмірге әкелетін оң өзгерістері зор. Мемлекеттік басқару саласында ақылды қалалар, цифрлық үкімет және автоматтандырылған жүйелердің енгізілуі арқылы азаматтарға көрсетілетін қызмет сапасы артатын болады. Денсаулық сақтау, білім беру, ауыл шаруашылығы және өнеркәсіп салаларында ЖИ технологияларын қолдану өнімділікті арттырып, инновациялық шешімдерді енгізуге мүмкіндік береді. Халықаралық ынтымақтастық пен шетелдік инвестицияларды тарту, сондай-ақ жергілікті ғылыми-зерттеу жұмыстарын қолдау арқылы еліміз жаңа алгоритмдер мен технологиялық жаңалықтарды енгізіп, әлемдік деңгейдегі бәсекеге қабілеттілікке қол жеткізе алады.

Осылайша, Қазақстанда жасанды интеллект саласының дамуының болашағы жарқын, бірақ оның тиімді жүзеге асырылуы үшін құқықтық реттеу, инфрақұрылымның жетілдірілуі, мамандарды даярлау және қаржыландыру мәселелерін кешенді түрде шешу қажет. Мемлекеттік қолдау мен халықаралық ынтымақтастықтың арқасында ел болашақта ЖИ технологияларын интеграциялау арқылы экономиканың және қоғамның әртүрлі салаларында жаңа белестерді бағындыруға қабілетті болады. Ғылыми-зерттеу мен инновацияларға бағытталған заманауи саясат Қазақстанды әлемдік цифрлық дәуірдің жетекші елдерінің қатарына шығару мүмкіндігін арттырады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Ибраев, Н., & Әлімбетов, Р. (2021). Қазақстандағы жасанды интеллект технологияларының дамуы. Ақпараттық Технологиялар және Жаңалықтар, 3(2), 45–56.
2. Тлеубергенова, А. (2020). Машиналық оқыту және оның Қазақстандағы қолданылуы. Жаңа Зерттеулер, 12(1), 78–89.
3. Нұрғали, М. (2019). Жасанды интеллект негіздері. Алматы: «Білім» баспасы.
4. adilet.zan.kz. Сілтеме: <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/P2400000592>.

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-65-69

УДК 620

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕТУЧИХ НОЖНИЦ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: МЕТОДЫ МОДЕРНИЗАЦИИ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

КОНОВАЛЕНКО МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ

Магистрант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

ШТЕЛИ АРТЕМ ВИКТОРОВИЧ

Магистр, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

БАТЫРБЕК ЭЛИБЕК ЕСІМБЕКУЛЫ

Докторант, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА

Профессор, Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к модернизации летучих ножниц, применяемых в металлургическом производстве. Анализируются технологические решения, направленные на повышение точности резки, снижение износа оборудования и оптимизацию эксплуатационных характеристик. Особое внимание уделяется внедрению цифровых технологий, автоматизации и интеллектуальных систем управления процессом резки. Исследование включает обзор современных методов модернизации летучих ножниц, оценку их влияния на качество продукции, производительность и экономическую эффективность металлургического предприятия. Представленные в статье рекомендации могут быть использованы в промышленной практике для повышения эффективности работы прокатных станов.

Ключевые слова: летучие ножницы, модернизация, металлургическое производство, автоматизация, цифровизация, точность резки, производительность, энергоэффективность, износостойкость, инновационные технологии.

Современное металлургическое производство требует постоянного совершенствования технологического оборудования для обеспечения высокой точности обработки металла и повышения общей эффективности производственных процессов. Летучие ножницы играют ключевую роль в прокатных станах, определяя качество конечного продукта, минимизацию отходов и снижение эксплуатационных затрат.

Внедрение цифровых технологий, автоматизированных систем управления и новых конструкционных материалов позволяет значительно повысить ресурс оборудования, сократить простои и снизить энергопотребление. В данной статье рассматриваются перспективные направления модернизации летучих ножниц, включая интеллектуальное управление, инновационные материалы для режущих элементов и методы оптимизации кинематики реза.

Результаты исследования имеют практическую ценность, так как могут быть использованы металлургическими предприятиями для повышения конкурентоспособности и обеспечения стабильного качества продукции.

Ножницы летучие устанавливаются перед чистовой группой клетей непрерывного широкополосного стана горячей прокатки 1700 и предназначены для обрезки переднего и заднего концов полосы подката перед задачей в чистовую группу клетей и последующей прокатки подката в горячекатаный прокат (готовое изделие). При этом передний конец подката после резки имеет в плане форму выпуклого шеврона, а задний — прямой. Для

выполнения таких резов на барабанах установлено два вида ножей (прямые и шевронные), расположенные диаметрально противоположно [1].



Рисунок 1 – Общий вид ножниц с барабанами

За время эксплуатации существующих летучих ножниц на стане 1700 г.п. было внесено изменение в конструкцию барабанов [2]. Цель модернизации летучих ножниц :

- Обеспечить длительную безаварийную работу при проведении регламентных работ по уходу;
- Провести модернизацию верхнего барабана в месте, где установлен механизм регулировки ножей.
- Внести изменения в конструкцию в местах внутренних торцевых крышек крепления подшипниковых узлов, установит защиту от попадания воды в подшипниковые узлы.
- Внести изменения в систему коллекторов охлаждения ножей для предотвращения появления сетки разгара на ножах при этом соблюдение температурных режимов подката.
- Длительно противостоять тепловым и механическим нагрузкам;
- Изготовить резервные шестерни барабанов для сборки резерва.
- В связи с длительным сроком эксплуатации и механическими повреждениями (трещины конструкции, деформация корпуса редуктора привода летучих ножниц) необходимо в объёмы поставки включить редуктор привода. Редуктор привода должен соответствовать существующей конструкции и подходить на существующий анкераж.

Модернизированное оборудование должно быть привязано к существующему оборудованию.



Рисунок 2 – Барабаны летучих ножниц

Для выполнения целей модернизации, предусматривалась замена режущих барабанов летучих барабанных ножниц, при этом с обеспечением следующих пунктов [3]:

1. Верхний ножевой барабан будет оснащен упорным подшипниковым узлом, аналогичным конструкции упорного узла нижнего барабана;
2. Подшипниковые узлы будут дополнительно защищены от попадания влаги со стороны прокатки, путем установки дополнительных лабиринтных уплотнений закрытых разъемными кожухами, закрепленными на торцевых крышках.
3. В поставку будет включен новый редуктор привода ножниц, устанавливаемый на существующую сетку фундаментных болтов;
4. В объем поставки будет включен комплект запасных зубчатых шестерен ножевых барабанов.
5. В качестве опций предложена система коллекторов охлаждения ножей предотвращающая появление сетки разгара на бочках ножевых барабанов.

Шестерни ножевых барабанов, а также шестерни комплекта запчастей детально рассчитаны в программных продуктах которые предназначены для проектирования и моделирования редукторов, таких как KISSsoft AG, SolidWorks. Для прочностного расчета используется программа KISSsoft AG (данная программа используется ведущими фирмами в сфере редукторостроения), методы расчета зацепления по DIN 3990:1987, ISO 6336:2006 [4,5]. При расчете передачи на прочность учитывается коэффициент динамики (K_a). Для ножниц прокатных станов горячей прокатки применяется $K_a=2..3$. Минимальный закладываемый ресурс передачи не менее 50000 часов. Расчеты позволяют максимально оптимизировать пятно контакта (рисунок 3).

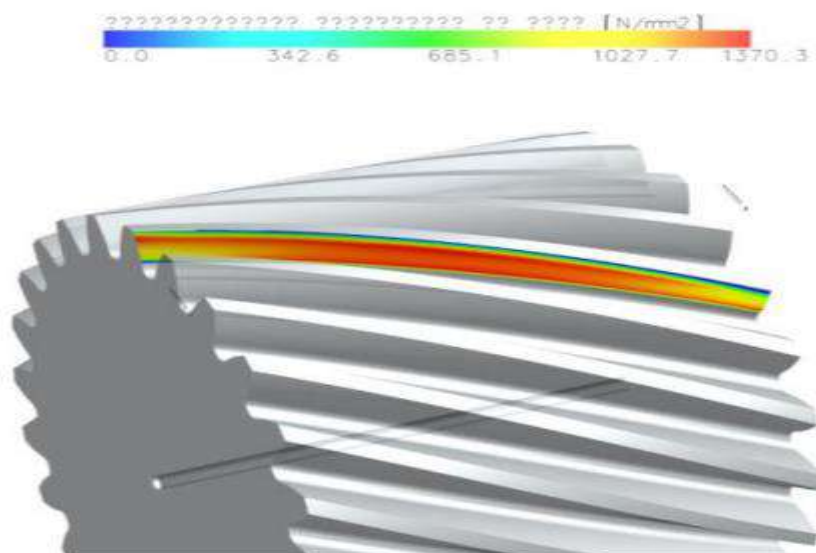


Рисунок 3 – Контактный анализ в зубчатой передаче шестеренной клетки под нагрузкой

Шестерни изготовлены цельнокованными из стали 40XH ГОСТ 4543-2016. Контроль химического состава и чистоты материала производится по DIN EN 10083. По впадинам зубьев выполняется дробеструйная обработка с целью увеличения изгибной прочности. После закалки зубья шлифуются на станках Gleason или KappNiles (см. рис.4) со степенью точности 8 по DIN3961[6] и шероховатостью $Ra_{2,5}$. Конструкция шестерен будет оптимизирована для снижения концентраторов напряжений и повышения нагрузочной

способности. В процессе изготовления все шестерни подвергаются соответствующим видам неразрушающего контроля по EN10228–Европейский стандарт, регламентирующий методы неразрушающего контроля стальных поковок (ультразвуковой, магнитопорошковый, капиллярный и рентгеновский контроль) [7].

Редуктор привода ножиц изготовлен двухпоточным одноступенчатым и будет унифицирован с существующим редуктором по передаточному числу, нагрузочной способности и присоединительным размерам. Установка редуктора осуществлена на существующую сетку фундаментных болтов. Редуктор представляет собой двухпоточный одноступенчатый редуктор с цилиндрическими косозубыми эвольвентными зубчатыми зацеплениями. Входные вал-шестерни и выходной тихоходный вал редуктора установлены горизонтально в расточках сварных корпуса и крышки редуктора, изготовленных из металлопроката и имеющих горизонтальный разъем. Разъем корпуса и крышки редуктора соединяется шпильками и болтами с гайками. Передаточное отношение редуктора – 4. Вал-шестерни, венец колеса зубчатого тихоходного вала изготавливаются из легированной термически обработанной стали. Центр колеса зубчатого тихоходного вала выполняется литым из конструкционной термически обработанной стали.

Для обеспечения смазки зубчатых передач и подшипниковых опор редуктора в корпусе и крышке редуктора предусмотрены места для подвода циркуляционной смазки. Редуктор после контрольной сборки, обкатки зубчатых зацеплений и испытаний отгружается покупателю в максимальной монтажной готовности.

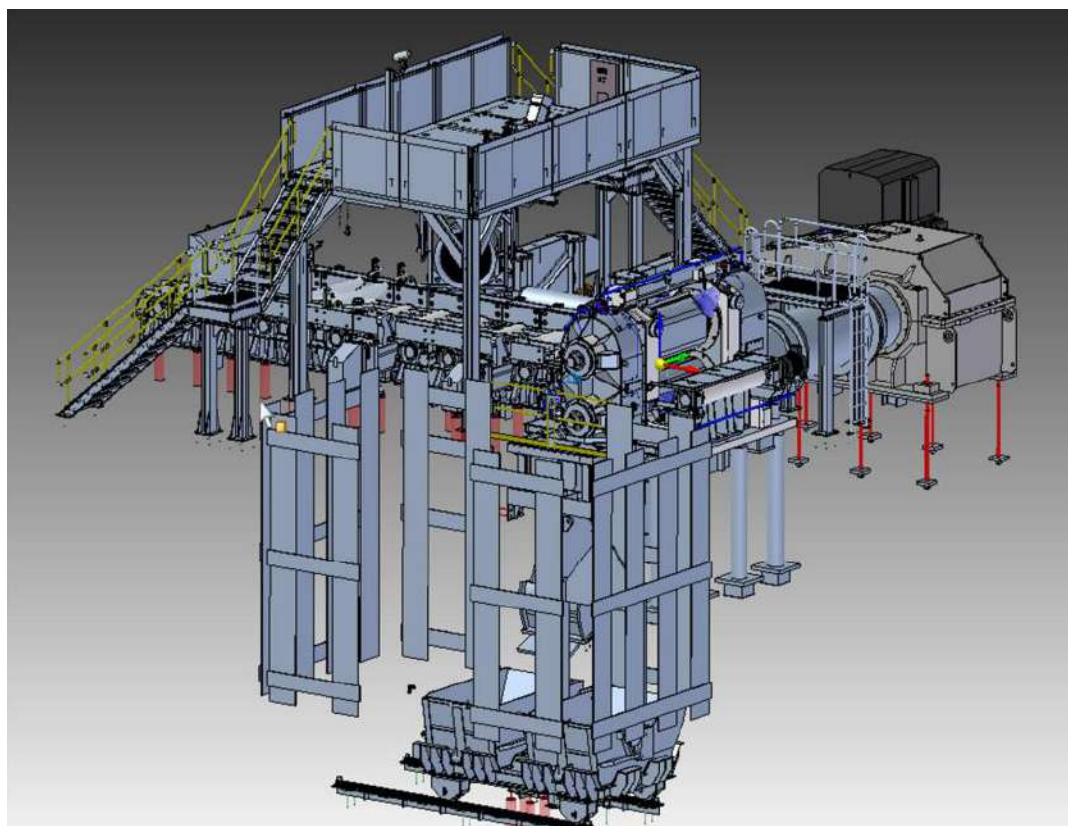


Рисунок 4 – 3D-модель летучих ножиц

Бараны ножиц установлены в каркасах из литой стали и соединены с балками сверху и внизу, образуя сборный узел ножиц. Каркасы соединены болтами с опорной плитой обрезных ножиц. Опорная плита изготовлена из литых и сварных частей и смонтирована на фундаменте при помощи анкерных болтов. Сборный узел ножиц

извлекается из опорной плиты обрезающих ножиц. Одни верхний и один нижний ножевой барабан из ковanej стали, смонтированные в барабанных каркасах. Барабаны поддерживают радиально цилиндрические роликоподшипники, и в осевом направлении - упорные роликоподшипники. Коллекторы охлаждения барабана: нижние коллекторы располагаются на входной и выходной сторонах ножиц. Верхний барабан охлаждается с двух сторон: оператора и привода. Приводной двигатель будет использоваться далее. Зубчатая муфта между мотором и редуктором вкл. диск с пневматическим тормозом, редуктор с зубчатой муфтой в направлении ножиц будут новые. Редуктор расположен на отдельной плите, смонтированной на фундаменте. Барабаны, которые приводятся через редукторную косозубую передачу, опираются на подшипники с закаленным и шлифованным винтовым зубчатым зацеплением [8].

Выводы

1. Модернизация летучих ножиц с применением цифровых технологий и автоматизированных систем управления позволяет значительно повысить точность резки и снизить производственные затраты.
2. Использование инновационных материалов для режущих элементов увеличивает их долговечность, снижает уровень износа и повышает стабильность работы оборудования.
3. Оптимизация кинематики реза и внедрение адаптивных алгоритмов управления процессом сокращает брак продукции и повышает энергоэффективность.
4. Цифровая трансформация металлургического производства, включающая интеграцию летучих ножиц в систему интеллектуального управления предприятием, обеспечивает гибкость и адаптивность производства в условиях растущих требований к качеству.
5. Результаты исследования могут быть использованы для разработки рекомендаций по модернизации существующих технологических линий, что повысит конкурентоспособность металлургических предприятий и обеспечит их устойчивое развитие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Техническое описание Барабаны ножиц верхнего и нижнего реза в сборе с ножами и шестернями, редуктор привода барабанов ножиц – Темиртау, 2021г.
2. Техническое задание Прокатное производство. ЛПЦ-1. Модернизация летучих ножиц непрерывного широкополосного стана горячей прокатки «1700» ЛПЦ-1 АО «АрселорМиттал Темиртау» – Темиртау, 2021г.
3. Техничко-коммерческое предложение Модернизация ножиц летучих барабанных НШПС 1700 «АО Арселор Миттал Темиртау» – Краматорск, 2022г.
4. DIN 3990:1987 Calculation of load capacity of cylindrical gears (Расчет несущей способности цилиндрических зубчатых передач).
5. ISO 6336:2006 Calculation of load capacity of spur and helical gears(Расчет несущей способности прямозубых и косозубых передач).
6. DIN 3961 Tolerances for cylindrical gears.(Допуски для цилиндрических зубчатых колес)
7. EN 10228:2016 Non-destructive testing of steel forgings (Неразрушающий контроль стальных поковок).
8. Техническая спецификация Модернизация летучих ножиц. Стан горячей прокатки 1700 – Вена, 2022г.

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-70-77

ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ ӘДІСТЕМЕСІ

НУСЕНОВА ДИНАРА АЙМАХАНҚЫЗЫ

Қазақ Ұлттық Қыздар Педагогикалық Университеті, 3 курс студенті
6B01501-Математика
Алматы қ, Қазақстан

ҚҰРМАНТАЙ ЖАРҚЫНАЙ МАҚСАТҚЫЗЫ

Қазақ Ұлттық Қыздар Педагогикалық Университетінің оқытушы
Алматы қ, Қазақстан

Аңдатпа: Мақалада ғылыми зерттеулердің әдістемесінің негізгі қағидаларын, кезеңдерін және тәсілдерін түсіндіру, сондай-ақ зерттеушілердің тиімді ғылыми жұмыс жүргізу үшін қолданатын әдіс-тәсілдер жүйесін айқындау. Мақалада ғылыми зерттеулерді ұйымдастыру мен жүргізудің маңызды кезеңдері қарастырылып, ғылыми әдіснаманы қолданудың маңыздылығы мен оның зерттеулердің сапасына әсері талданады. Сонымен қатар, зерттеу әдістерінің әртүрлі түрлері мен олардың ерекшеліктері баяндалып, ғылыми зерттеулердің қоғам мен ғылымға қосатын үлесі анықталады. Мақала зерттеушілерге, студенттерге және ғалымдарға ғылыми зерттеу жүргізудің тиімді әдістемелерін меңгеруге көмектесуді мақсат етеді.

Кілт сөздер: Әдіс, әдістеме, зерттеу, ғылыми зерттеу, теория, гипотеза, бақылау, статистика.

Ғылыми зерттеу бұл белгілі бір мәселені немесе құбылысты зерттеу мақсатында жүйелі түрде жүргізілетін, ғылыми әдістерді қолдана отырып алынған нәтижелердің негізінде жаңа білімдер мен теорияларды қалыптастыру процесі. Ғылыми зерттеу нәтижесінде жаңа заңдылықтар, қағидалар немесе теориялар анықталып, бұрыннан бар білімдер толықтырылады немесе жетілдіріледі. Ғылыми зерттеу — бұл жаңа білімдер мен жаңалықтарды ашу, ғылым мен технологияның дамуына үлес қосу үшін жүргізілетін жүйелі және логикалық процесс. Ғылыми зерттеу әртүрлі салаларда, соның ішінде әлеуметтік ғылымдар, жаратылыстану ғылымдары, инженерия, медицина, және т.б. бағыттарда жүргізіледі. Оның мақсаты — адамзаттың өмір сүру сапасын жақсартуға және табиғат пен қоғамды тереңірек түсінуге мүмкіндік беру.

Әдіс және әдістеме терминдері ғылыми зерттеу мен оқу процесінде маңызды рөл атқарады. Бұл екі ұғым бір-бірімен тығыз байланысты, бірақ олардың мағынасы мен қолданылу аясы әртүрлі. Әдіс және әдістеме туралы түсініктерді тереңірек қарастырайық.

Әдістеме (грек тілінен аударғанда "methodos" — жол және "logos" — ілім, ғылым) — бұл белгілі бір салада зерттеу жүргізудің теориялық және әдіснамалық негіздерін қамтитын, әдістерді қолдану мен ұйымдастыруды зерттейтін ғылым. Әдістеме — бұл әдістердің қолданылуын, олардың дұрыс таңдалуын, жүйеленуін және зерттеу процесінде қалай қолданылуы керектігін түсіндіретін ғылыми сала.

Әдістеменің негізгі сипаттамалары:

- Ғылыми негізделу: Әдістеме белгілі бір ғылым саласының зерттеу әдістерін жүйелеуді және олардың тиімділігін арттыруды мақсат етеді.

- Теориялық тұрғыдан негізделу: Әдістеме әдістердің теориялық негіздерін, олардың қолдану принциптерін анықтайды. Ол әдістердің қалай және қай кезде қолданылатынын түсіндіреді.

- Жалпы бағытталған: Әдістеме ғылыми зерттеу әдістерін зерттеу мен қолданудың жалпы принциптерін қамтиды, яғни барлық зерттеу салаларына қатысты әдістердің қолданылу жолдарын көрсетеді.

Мысалы, математикалық әдістеме математикалық зерттеу әдістерін зерттейді, оларды нақты ғылыми мәселелерді шешу үшін қалай қолдануға болатынын түсіндіреді. 1-кестеде әдіс пен әдістемені салыстырып қарастырамыз.

Әдіс пен әдістемені салыстыру:		
Критерий	Әдіс	Әдістеме
Мақсаты	Белгілі бір мақсатқа жету үшін қолданылатын нақты тәсілдер	Әдістердің жүйесін және олардың қолданылуын зерттеу
Қолданылуы	Практикалық түрде жүзеге асырылады	Теориялық тұрғыда зерттеледі
Мазмұны	Әдіс — нақты қадамдар мен әрекеттер жиынтығы	Әдістеме — әдістердің ұйымдастырылуы мен негіздері
Мысал	Тендеулерді шешу әдісі, математикалық модельдеу әдісі	Математикалық зерттеу әдістемесі

1- кесте. Әдіс пен әдістемені салыстыру.

Әдіс — бұл нақты іс-әрекеттер мен тәсілдердің жүйесі, ал әдістеме — бұл осы әдістердің теориялық негіздері мен қолдану жолдарын зерттейтін ғылым. Әдіс зерттеулер мен практикалық жұмыстарда қолданылады, ал әдістеме зерттеу әдістерінің тиімділігін арттыру мен оларды дұрыс қолдануды қамтамасыз етеді.

Ғылыми зерттеу әдістемесі және оның негізгі компоненттері

Ғылыми зерттеу әдістемесі белгілі бір құрылымға негізделеді және оның негізгі компоненттері мыналар болып табылады:

Ғылыми сұрақ	Зерттеудің басты сұрағы, оған жауап беру мақсатында зерттеу жүргізіледі.
Гипотеза	Ғылыми мәселені шешу үшін жасалған алдын ала болжам.
Әдістер	Зерттеу барысында қолданылатын әдіс-тәсілдер мен құралдар.
Деректер жинау	Зерттеу мақсатында қажетті ақпараттарды жинақтау.
Нәтижелерді талдау	Жинақталған деректерді талдау және олардың ғылыми мәнін анықтау.
Қорытындылар	Зерттеу нәтижелері бойынша ғылыми тұжырымдар мен қорытындылар жасау.
Жариялау	Ғылыми зерттеу нәтижелерін ғылыми қауымдастықпен бөлісу.

2-кесте. Ғылыми зерттеу әдістемесінің негізгі компоненттері.

Ғылыми таным әдістері — бұл шынайы білім мен объективті шындықты анықтауға бағытталған зерттеу тәсілдері мен әдістерінің жүйесі.

Олар ғылыми процестің негізін құрайды және табиғаттың, қоғамның және адамның даму заңдылықтарын ашуға, жаңа білімдерді қалыптастыруға мүмкіндік береді. Ғылыми таным әдістері зерттеу процесінде дұрыс бағыт пен тәсілдер таңдау үшін қолданылады, ал олардың тиімділігі алынған нәтижелердің дұрыстығын қамтамасыз етеді.

Ғылыми таным әдістері көпқырлы болып келеді, олар ғылыми білімнің әртүрлі салаларында қолданылуы мүмкін. Бұл әдістер табиғаттың немесе қоғамның әртүрлі құбылыстарын зерттеу үшін әртүрлі тәсілдерді қолданады. Мысалы, математикалық модельдеу, тәжірибелер, статистикалық әдістер және тағы басқа әдістер ғылыми танымда кеңінен қолданылады.

Ғылыми таным әдістерінің негізгі түрлері

Эмпирикалық әдіс: Эмпирикалық әдіс — бұл тікелей тәжірибеден алынған деректер мен бақылауларға негізделген әдіс. Эмпирикалық әдіс ғылыми танымның алғашқы кезеңінде қолданылады және ол эксперименттер, бақылаулар, сауалнамалар және басқа да тәжірибелік тәсілдер арқылы жүзеге асырылады. Эмпирикалық әдіс арқылы нақты құбылыстарды бақылау арқылы теориялар жасалады.

1-Эмпирикалық әдістер



Теориялық әдіс: Теориялық әдіс — бұл ғылыми танымда абстракция, талдау, синтез және дедукция сияқты логикалық операцияларды қолдануға негізделген әдіс. Бұл әдіс құбылыстарды түсіндіру үшін жалпы принциптер мен заңдылықтарды қалыптастыруға бағытталған.

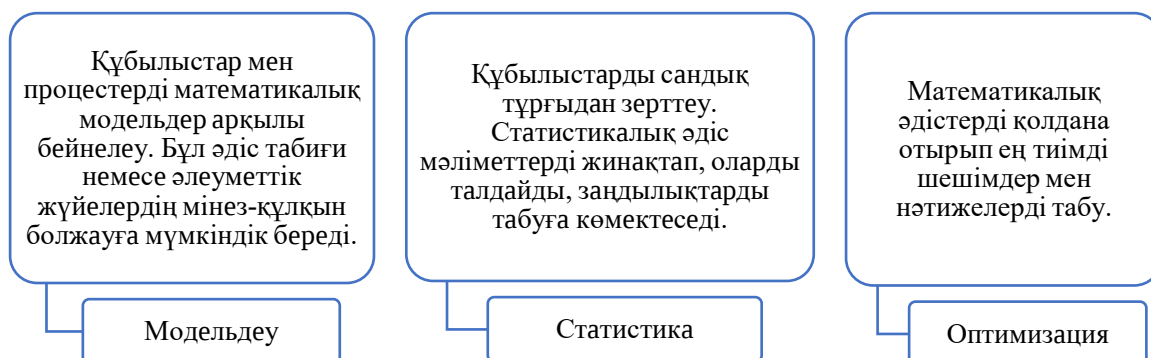
2- Теориялық әдіс.

Анализ	Құбылыстың бөліктерін немесе компоненттерін бөлу және оларды терең зерттеу.
Синтез	Әр түрлі бөліктерден тұтас жүйені құру. Бұл әдіс әртүрлі құбылыстар мен объектілердің өзара байланысын анықтауға көмектеседі.
Индукция	Жеке құбылыстардан жалпы қорытындылар жасау. Бұл әдіс ғылыми зерттеуде қолданылатын басты логикалық тәсілдердің бірі болып табылады.
Дедукция	Жалпы қағидалардан нақты жағдайларға қатысты қорытындылар жасау. Бұл әдіс арқылы абстрактілі теориялардан нақты шешімдерге жетуге болады.

Метатеоретикалық деңгейдің әдістері: Метатеоретикалық деңгейдің әдістері ғылыми танымда кеңінен қолданылатын аналитикалық әдіс болып табылады. Бұл әдіс нақты

объектілер мен құбылыстарды математикалық құралдар арқылы зерттейді, яғни математикалық модельдер мен теңдеулерді пайдалана отырып құбылыстардың математикалық сипаттамаларын жасайды

3-Метатеоретикалық деңгейдің әдістері



1.2. Эмпирикалық және теориялық әдіснама

Әдіснаманың ең жоғары деңгейі танымның жалпы принциптері мен бүкіл ғылымның категориялар құрылымын негіздейді. Осыдан философиялық білімдердің барша жүйесі әдіснамалық қызмет атқарады.

Екінші – жалпы ғылымдық – әдіснама деңгейінде ғылымдардың баршасында не көпшілігінде қолданылуы мүмкін теориялық тұжырымдарды белгілейді.

Үшінші деңгей – нақты ғылым әдіснамасы қандай да нақты ғылыми пән аймағында қолданылатын зерттеу әдістері мен принциптерінің жиынтығын құрайды. Нақты ғылым әдіснамасы белгілі саладағы ғылыми тануға тән болған проблемаларды, сондай-ақ жоғарылау келген әдіснамалық деңгейлерге байланысты алға тартылатын мәселелерді де қамтиды, мысалы: педагогикалық зерттеулердегі жүйелестіру мен жобалау (модельдеу) проблемалары.

Төртінші деңгей – технологиялық әдіснама – зерттеу әдістері мен техникасын белгілеп, деректі эмпирикалық материалдарды жинақтап, алғашқы өңдеуден өткізіп, кейін оларды ғылыми білімдер өрісіне қосу қызметтерінен хабар береді. Ғылымның қарқынды дамуы, дүниенің жаңа бейнесін қалыптастырудағы ролінің артуы, жаңа дәуірде ғылымды жоғары мәдени құндылық ретінде тануға көптеген философиялық мектептер мен бағыттардың ғылымға қарап бой түзуіне ықпал етті. Қоғамдық өмір құбылыстарын тану саласындағы өзгерістер діннің "табиғи бастауын" іздеу, құқық, мораль, т.б. "адам табиғаты" туралы түсініктер бағытындағы ізденістерден көрініс тапты.

Педагогика саласындағы зерттеулер - бұл білім заңдылықтары, оның құрылымы мен механизмдері, мазмұны, принциптері мен технологиясы жөніндегі жаңа мәліметтерді алуға бағытталған ғылыми ізденіс процесі және оның нәтижесі. Педагогикалық зерттеулердің міндеті-деректер мен құбылыстарды түсіндіру және оларды алдын ала болжастыру.

Бағытталу тұрғысынан педагогикалық зерттеулер іргелі (фундаменталды), қолданбалы және болжам- жобалау (разработки) деңгейіндегі болып үш топқа бөлінеді. Іргелі зерттеулер нәтижесінде педагогиканың теориялық және практикалық жетістіктерін қорытушы жалпы тұжырымдамалар алынады немесе болжам жобалаумен педагогикалық жүйелерді дамытудың моделдері ұсынылады. Қолданбалы зерттеулер - бұл педагогикалық процестің кейбір тараптарын тереңдей тануға, алуан қырлы педагогикалық қызметтің заңдылықтарын ашуға бағдарланған істер. Ғылыми - педагогикалық зерттеу – оқыту, тәрбиелеу және дамытудың объективтік заңдылықтарын ашуға бағытталған жаңа педагогикалық білімдерді қалыптастыратын барыс, танымдық іс - әрекет түрі.

Педагогикалық зерттеулердің үш деңгейін ажыратады:

- эмпирикалық - педагогика ғылымында жаңа деректер анықталады;

- теориялық - ертерек ашылған деректерді түсіндіруге және оралдың болашақ дамуын алдын ала айтуға мүмкіндік беретін педагогиканың негізгі жалпы заңдылықтары алға қойылады және тұжырымдалады.

- әдіснамалық - эмпирикалық және теориялық зерттеулердің негізінде педагогикалық құбылыстарды зерттеудің, теорияларды құрудың жалпы принципі және әдістері тұжырымдалады.

Логика - адамның ойлауының қызмет етуінің заңдары мен түрлері жайлы ғылым.

Ол формальды және диалектикалық болып екіге бөлінеді. Формальды логика ойлаудың құрамын, яғни таным барысында ақиқат нәтижелелерді қамтамасыз ететін дұрыс пікірдің заңдары мен түрлерін зерттейді.

Қалаған педагогикалық зерттеу көпшілік қабылдаған әдіснамалық тиектерге орай жүргізіледі. Педагогикада олардың қатарына - зерттелуге тиіс проблема, тақырып, нысан және оның дені (предмет), мақсат, міндеттер мен болжамдар, қорғалуы тиіс идеялар кіреді. Педагогикалық зерттеулер сапасын танытушы негізгі көрсеткіштер: зерттеу көкейкестілігі, жаңалығы, теориялық және практикалық маңыздылығы. Зерттеу бағдарламасы, әдетте, екі бөлімнен тұрады: әдіснамалық және ісәрекеттік (орындау-процедуралық). Алғы бөлімде тақырып көкейкестілігі негізделеді, проблема нақтыланады, зерттеу нысаны мен дені, мақсаты мен міндеттері айқындалады, негізгі ұғымдары белгіленеді, зерттеу нысаны бастапқы жүйелі талдауға салынып, қызметтік болжам жасалады. Ал екіншіде - зерттеудің стратегиялық жоспары түзіледі, сонымен бірге деректерді жинақтау мен оларды іріктеудің реті және негізгі шаралары жасалады.

Педагогикада зерттеудің үш деңгейі бар: эмпирикалық, теориялық, әдіснамалық.

1. Бақылап-зерттеу-заттар мен құбылыстарды мақсатты зерттеу, мағлұматтарды іріктеп жинақтау, көзбен көргенді сезім мүшелерімен қабылдау және санада бұл ақпаратқа талдау жасау; зерттеу объектісінің сыртқы жақтары, қасиеттері мен белгілері туралы мәлімет алу. Бақылап-зерттегенде, ең алдымен, бақылаушының өзі, зерттеу объектісі, бақылап-зерттеу шарттары, сондай-ақ бақылап- зерттеу құралдары – видеоаспаптар, аспап- құралдар мен өлшеу құрал- саймандары, тікелей бақылап-зерттеу, мұғалім-зерттеуші оқу-тәрбие жұмысының тікелей басшысы; сонымен қатар ол тікелей куәгер бола тұра бейтарап адам, мұғалім зерттеу мүшесі ретінде зерттеушілер тобына кіргізілуі. Оның роліне байланысты эмпирикалық фактілерді жинақтаудың техникасы мен әдісі таңдалып алынады, жанама бақылап-зерттеу, ол тікелей бақылап-зерттеуді толықтырады және ол зерттеушімен бірге және оның бағдарламасы бойынша жұмыс істейтін өкілдер арқылы жүзеге асады. Жасырын немесе елеусіз бақылап-зерттеу тұйық телевизор желісі және сынып бөлмелерінде видеокамералары бар мектептерде жүргізіледі. Сабақты жасырын бақылап-зерттеу оқушылардың танымдық іс-әрекетінің және мұғаліммен ара қатынасы туралы мәлімет алуға мүмкіндік береді. Жасырын бақылап- зерттеу зерттеушіге құнды мәліметтер береді, егер оқушылар өздерін басқаша ұстайды. Оқушылар мен мұғалімдердің бір - бірімен оңаша кезіндегі мінез - құлқынан оларды бөтен біреулер бақылап отырған кездегі мінез-құлқынан әлдеқайда өзгеше болады;

- үздіксіз бақылап-зерттеу оқыту процесін, екі, үш оқушыны сабақтағы, ойындағы, сыныптан тыс, мектептен тыс оқу-тәрбие процесі физикалық қолайлы уақыттағы мінез-құлқын зерттеу үшін қолданады;

- дискретті (үзік- үзік) бақылап-зерттеу объектіні ұзақ уақыт бақылайтын кезде қолданады. Бақылап - зерттеу ұзақ уақытқа созылуы мүмкін- жарты жыл немесе бір жыл. Бақылап- зерттеу белгілі бір уақытта үзіліп, кейін қайтадан жалғастырылады;

- монографиялық бақылап-зерттеу бір адамды немесе бір затты бақылау кезінде қолданады; – бір бағытты бақылап - зерттеу жалпы тұтастықпен бақылап- зерттеу мақсатына сай бір құбылысты немесе деректі бақылау кезінде қолданады.

Педагогикалық эксперимент танымның эмпирикалық деңгейіндегі зерттеудің негізгі әдісі болып табылады, ол құбылыстарды олардың өту барысының нақты тіркелген

жағдайларында, зерттеуге бағытталған. Эксперимент жағдайларында құбылыстың күнделікті жағдайларда бақылып- зерттеуге болмайтын қасиеттерін ашуға болады. Эксперимент ғылыми зерттеудің теориялық және эмпирикалық деңгейлері арасындағы байланыстырушы буын болып табылады. Оның мақсаты ғылыми теория мен болжамды растау немесе жоққа шығару, сондай-ақ эмпирикалық заңдылықтардың фактуалды мәніне жету мен қалыптастыру. Эксперименттің тағы бір мақсаты білімді жетілдіру, оқушыларды оқыту, тәрбиелеу және дамыту тәжірибесін жаңарту. Эксперимент пен практикалық іс-әрекеттің басқа формалары арасындағы шектеулер әр түрлі, сондықтан эксперимент таным әдісі де, оқу- тәрбие процесін үйлестіру әдісі де бола алады.

Педагогикада эксперименттің бірнеше түрі бар: қалыпты, оқыту мен тәрбиенің күнделікті жағдайларында жүзеге асады; лабораториялық, оқушылардың белгілі бір топтарын бөлу арқылы жүзеге асады. Сондай- ақ эксперименттің белгілеп анықтайтын түрі бар, ол зерттеу объектісінің педагогикалық жүйесінің бастапқы күйін белгілеп, көрсетеді; қалыптастыратын түрі - зерттеу объектісінің қайта құруға бағытталған. Сұрақ-жауап әдістері. Олардың ерекшелігі педагогикалық жағдайлардың элементтерінің объективті қасиеттерімен қоса өзара байланысты "субъект-субъект" жүйесінің қасиеттері танылып, есепке алынады. Эмпирикалық зерттеу тәртіптерінің құрастыру кезінде субъектілердің өз іс-әрекетінің жағдайын оның сол іс-әрекет туралы түсінігі ретінде қабылдайтынына сүйену керек.

Күрделі мәселе шешу мен зерттеу жұмысын жүргізгенде зерттеушінің өзіндік іс-тәжірибесінің мәні мен ғылыми дағдылардың мағынасы зор. Зерттеуші маңызды факторларды біліп көрсетуде, жағдаятты тұтастай көрсету, қойылған мақсатқа жетуде оңтайлы жол- таңдауда білімді, тәлімді және епті болуы тиіс. Тәжірибе деп адам өз білімін-тәлімін ғана атамайды. Кітап пен журналдарда жазылған ақпаратты, ғылыми конференцияларда естіп көрген мәліметті қорытындылып та тәжірибе жинақтауға болады.

Алайда, мүлде бірдей жағдаяттар сирек кездеседі, сол себептен толымсыз мәлімет және жеткіліксіз ақпарат жағдайында шешім қабылдап, іске кірісуге тура келеді. Бұл жағдайда жетіспейтін мәлімет-ақпаратты толықтыру үшін жорамал мен болжамдарды қолданады, өзі не басқалар жинақтаған ғылыми тәжірибе мен ерекше үлгілерді зерттеуде алынған нәтижелерді пайдаланады. Адамзат әрқашанда болашақты білгісі келген, сондықтан ерте кезден болжаудың әр түрлі әдістер туындаған. Олардың кейбіреуі қиялға негізделсе, басқалары ғылыми жетістіктерге сүйеніп шынайы нәтижелер берген, мысалға, математикалық болжау әдістері. Егер бұрын ғылымның негізгі міндеті зерттелетін жүйенің жай - күйін түсіну болса, қазірде ғылымның көкейтесті мәселесі - мақсатқа жеткізген әртүрлі стратегияларды бағалау мүмкіндігі.

Ғылыми зерттеу әдістері кез келген ғылымның негізі болып табылады. Теориялық және эмпирикалық әдістер – ғылымды дамытудағы негізгі құралдар. Олар математикада ерекше орын алады, себебі математикалық модельдеу, статистикалық талдау және гипотезаларды тексеру сияқты құралдар осы әдістердің негізінде құрылады.

Теориялық әдістер – құбылыстарды зерттеу барысында теориялық болжамдар, логикалық талдау және модельдеу арқылы білім алу әдістері. Бұл әдістер құбылыстардың жалпы заңдылықтарын анықтауға және түсіндіруге бағытталған.

Әдіс	Сипаттамасы	Мысалы
Абстракциялау	Құбылыстың маңызды қасиеттерін бөліп, қалғандарын елемей.	Геометриялық нүкте түсінігі.
Анализ және синтез	Құбылысты бөлшектерге бөліп қарастыру (анализ) және оны біріктіру (синтез).	Математикалық функцияларды зерттеу.

Модельдеу	Құбылыстарды модельдер арқылы зерттеу.	Метеорологиялық болжау модельдері.
Логикалық талдау	Логикалық заңдылықтар мен дедуктивті пайымдауларды қолдану.	Геометрияда теоремаларды дәлелдеу.
Гипотезаны құру	Зерттелетін құбылыс туралы болжам жасау.	Пифагор теоремасын алғашқы рет болжау.

3-кесте. Теориялық әдістердің негізгі түрлері

Теориялық әдістердің математикадағы рөлі

Математикада теориялық әдістер:

- аксиомалар мен теоремаларды құруда;
- жаңа математикалық модельдерді әзірлеуде;
- дәлелдеулерде және болжамдарды тек

Мысалы: Евклидтік геометрияда барлық тұжырымдар аксиомалар мен логикалық пайымдаулар негізінде құрылады.

Эмпирикалық зерттеу әдістері

Эмпирикалық әдістер – тәжірибелер мен бақылаулар арқылы нақты деректерді жинауға бағытталған әдістер. Бұл әдістер нақты құбылыстарды зерттеп, алынған нәтижелерді теориялық түсіндіруге мүмкіндік береді.

Әдіс	Сипаттамасы	Мысалы
Бақылау	Құбылысты табиғи немесе зертханалық жағдайда бақылау.	Тендеудің графигін сызу.
Өлшеу	Құбылыстың сандық сипаттамаларын анықтау.	Шамаларды нақты мәндермен есептеу.
Эксперимент	Құбылыстарды арнайы жасалған жағдайда зерттеу.	Математикалық есептерді шешу әдістерін тестілеу.
Салыстыру	Бірнеше құбылыстардың ұқсастықтары мен айырмашылықтарын анықтау.	Өртүрлі математикалық әдістердің тиімділігін салыстыру.

4-кесте. Эмпирикалық әдістердің негізгі түрлері

Эмпирикалық әдістердің математикадағы рөлі

■ Математикада эмпирикалық әдістер:

- математикалық болжамдарды нақты деректер арқылы тексеру;
- математикалық модельдерді шынайы деректермен сәйкестендіру;

■ статистикалық және ықтималдық теориясында нақты есептерді шешу үшін қолданылады.

Мысалы: Табиғаттағы құбылыстарды математикалық модельдер арқылы сипаттау.

Теориялық және эмпирикалық зерттеу әдістері математика мен ғылымның дамуының негізгі құралдары болып табылады. Теориялық әдістер абстракцияға, модельдеуге және логикалық талдауға негізделсе, эмпирикалық әдістер нақты деректер мен тәжірибелерге сүйенеді. Математикада бұл әдістердің бірлесіп қолданылуы ғылымды дамытудың қуатты құралы болып табылады.

Қорытынды

Ғылыми зерттеулердің әдістемесі зерттеушінің шығармашылық және аналитикалық қабілеттерін дамытуға ықпал етеді. Әдістемелік тұрғыдан дұрыс ұйымдастырылған зерттеу – оның нәтижелерінің шынайылығының кепілі. Сонымен қатар, зерттеу әдістерін дұрыс таңдау алынған деректерді тиімді түрде өңдеуге және оларды дұрыс интерпретациялауға

мүмкіндік береді. Бұл әсіресе қазіргі таңда, деректер көлемі мен әртүрлілігінің артуымен байланысты, өзекті болып отыр.

Жалпы, ғылыми зерттеулердің әдістемесі ғылым мен қоғам арасындағы байланысты нығайтуға, жаңа білім көкжиектерін ашуға және адамзаттың алдында тұрған түрлі мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Ғылыми зерттеулердің әдістемесі ғылым мен қоғам арасындағы байланысты нығайтып, шынайы және сенімді нәтижелер алу үшін маңызды рөл атқарады. Дұрыс әдіснаманы таңдау зерттеушінің шығармашылық және аналитикалық қабілеттерін дамытуға мүмкіндік береді.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ:

1. Әбдіғали Қ., Әбдіқалықова Г. *Ғылыми зерттеу негіздері*. Алматы: Қазақ университеті, 2017. – 124-132 бб.
2. Омаров С., Төлегенов Қ. *Математикалық зерттеу әдістері*. Астана: Фолиант, 2019. – 87-94 бб
3. Cresswell J. W. *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications, 2014. – p. 47-59.
4. Kline M. *Mathematics: The Loss of Certainty*. Oxford University Press, 1980. – p. 128-134.

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-78-84

УДК 69.003.13

**ЭКСПЕРТИЗА КАЧЕСТВА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЛОТНОСТИ ГРУНТА НА
АВТОДОРОЖНЫХ НАСЫПЯХ, РЕКОНСТРУИРУЕМОГО УЧАСТОК
«КЫЗЫЛОРДА - ЖЕЗКАЗГАН»**

И.С. БОНДАРЬ

АЛТ университет, имени М.Тынышбаева, г. Алматы, Казахстан

А.С. ӘБДІРЖАН

АЛТ университет, имени М.Тынышбаева, г. Алматы, Казахстан

Г.С. БЕГЕЖАНОВА

АЛТ университет, имени М.Тынышбаева, г. Алматы, Казахстан

Аннотация: В статье рассматривается методология экспертизы качества оснований автодорог на основе определения плотности грунта. Подробно анализируются существующие методы оценки плотности различных типов грунтов, такие как динамические и статические способы, а также их применение в различных климатических и геоморфологических условиях. Освещаются ключевые аспекты, влияющие на прочность и долговечность дорожных конструкций, включая влияние влажности, уплотненности и карьерного состава грунта.

Ключевые слова: земляное полотно, физические свойства грунтов, требуемая плотность, коэффициент уплотнения.

Аңдатпа: Мақалада топырақтың тығыздығын анықтау негізінде автожолдар негіздерінің сапасын сараптау әдістемесі қарастырылады. Динамикалық және статикалық әдістер сияқты әртүрлі топырақ түрлерінің тығыздығын бағалаудың қолданыстағы әдістері, сондай-ақ оларды әртүрлі климаттық және геоморфологиялық жағдайларда қолдану егжей-тегжейлі талданады. Жол құрылымдарының беріктігі мен беріктігіне әсер ететін негізгі аспектілер, соның ішінде топырақтың ылғалдылығы, тығыздалуы және карьер құрамы.

Түйінді сөздер: жер төсемі, топырақтың физикалық қасиеттері, қажетті тығыздық, тығыздау коэффициенті.

Abstract: The article discusses the methodology for assessing the quality of road foundations based on the determination of soil density. The existing methods for estimating the density of various types of soils, such as dynamic and static methods, as well as their application in various climatic and geomorphological conditions, are analyzed in detail. The key aspects affecting the strength and durability of road structures are highlighted, including the effects of humidity, compaction and quarry composition of the soil.

Keywords: earth bed, physical properties of soils, required density, compaction coefficient.

Введение

Целью написания данной статьи является определение значимости плотности грунта, рассмотреть влияние плотности грунта на прочность и долговечность автодорожных конструкций, а также безопасность дорожного движения. Анализ методов измерения. Описать современные методы и технологии, используемые для определения плотности грунта на строительных площадках, включая краткий обзор их преимуществ и недостатков. Рекомендации по эксплуатации и контролю. Предложить рекомендации по проведению экспертизы качества грунтовых оснований автодорог, включая регулярные проверки и

тестирование плотности, чтобы обеспечить высокие стандарты строительно-эксплуатационных характеристик.

Методы испытаний

Методология экспертизы качества оснований автодорог на основе определения плотности грунта включает в себя несколько этапов и методов, направленных на оценку механических и физико-механических свойств грунтов, а также их соответствия требованиям проектирования и эксплуатации дорожных объектов. Рассмотрим основные этапы и методы.

1. Подготовительный этап

- Разработка программы обследования: Определение целей, методов и зон обследования.
- Сбор исходных данных: Изучение геологической паспортизации территории, исторических данных о стеках грунтов и предыдущих испытаниях.

2. Выбор методов мониторинга и испытаний

- Полевые испытания: Определение плотности грунта с использованием различных методов:
 - Динамический метод: включает использование статического или динамического ударного воздействия на грунт.
 - Метод кольцевого прободоотбора: Извлечение образцов для последующего определения укладки и плотности.
 - Лабораторные испытания: Определение плотности по методике стандартного уплотнения (Proctor), а также использование реактивных методов (вибрационные тесты). Для проведения экспертизы качества по определению плотности грунта на автодорогах необходимо использовать стандартизированные методы лабораторных исследований, установленные данным стандартом [1].

3. Определение плотности грунта

- Сухая и влажная плотности: Измерение этих параметров позволяет оценить степень уплотнения и соответствие проектным требованиям.
- Нормирование плотности: Сравнение полученных значений с нормативами, установленными для конкретных типов оснований.

4. Анализ данных

- Статистическая обработка результатов: Выявление закономерностей и оценка однородности характеристик грунта.
- Сравнение с проектными значениями: Оценка соответствия выявленных плотностей проектным требованиям по прочности и устойчивости.

5. Выводы и рекомендации

- На основе полученных данных делаются выводы о качестве основания автодорог.
- Рекомендации по необходимости дополнительных работ (например, уплотнение, улучшение дренажа, использование укрепляющих материалов и технологий).

6. Документирование результатов

- Составление отчета, который включает в себя:
 - Описание методов и используемого оборудования.
 - Результаты испытаний.
 - Рекомендации по дальнейшей эксплуатации и возможным ремонтным работам.

Проведение экспертизы качества по определению плотности грунта на автодорогах осуществляется путем выборки образцов в соответствии с установленными правилами и их последующим исследованием в лабораторных условиях [2].

Методы измерения плотности грунта:

Существует несколько методов определения плотности грунта, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки:

1. Метод ямки:
 - Описание: В изолированной области грунта выкапывается ямка, затем взвешивается извлечённая порция. Сравнивается с объёмом ямки для определения плотности.
 - Преимущества: Простой и недорогой метод.
 - Недостатки: Трудозатратный, требует много времени, не дает информации о неоднородных участках.
 2. Пенетрометрия:
 - Описание: Измерение сопротивления проникновения на определённой глубине.
 - Преимущества: позволяет получить информацию о прочности и структуре грунта в различных слоях.
 - Недостатки: Некоторую степень зависимости от условий измерений.
 3. Гамма-метр (гама-спектрометрия):
 - Описание: измеряет плотность путем определения радиационного фона.
 - Преимущества: Быстрота и возможность измерения на глубине.
 - Недостатки: Высокая цена оборудования и необходимость соблюдения мер безопасности при работе с радиацией.
 4. Акустические методы:
 - Описание: Измерение скорости звуковых волн в грунте, что позволяет оценить плотность.
 - Преимущества: Высокая точность и возможность исследования больших объемов.
 - Недостатки: Дороговизна оборудования и необходимость квалифицированного персонала.
 5. Метод динамического динамического зондирования:
 - Описание: Зондирование грунта при помощи удара.
 - Преимущества: эффективно для комплексной оценки плотности на строительных площадках.
 - Недостатки: Меньшая информативность по сравнению с статическими методами.
- Современные технологии: Сфера гражданского строительства и геотехнических изысканий активно использует современные технологии для определения плотности грунта, например:
- Георадар: позволяет исследовать слои грунта на глубину и предоставляет информацию о его структуре и плотности.
 - Инфракрасная термография: используется для определения влажности и температурных градиентов в грунте, что косвенно может указывать на его плотность.
 - Беспилотные летательные аппараты (дроны): используют для съемки и анализа поверхности, в том числе для поиска участков с потенциальными проблемами, связанными с плотностью грунта.
 - Методы определения плотности и влажности экспертиза качества по определению плотности грунта на автодорогах может включать в себя использование различных методик измерения плотности и влажности грунта с целью оценки его уплотнения [3].

Результаты испытаний

Проектный поперечный профиль запроектирован согласно требованиям [1]. Ширина земляного полотна принята 15,0 м.

Поперечные профили земляного полотна разработаны в соответствии с типовым проектом серии 503-0-48.87 при соблюдении требований [1] и [2] Требования по проектированию земляного полотна. В проекте предусмотрены следующие типы поперечных профилей:

Тип 1, 1А – Насыпь высотой до 3.0 м и крутизной откосов 1:4 (рис.1);

Тип 2 – Насыпь высотой от 3,0 до 6,0 м и крутизной откосов 1:1,5;

Тип 3 – Насыпь при высоте откоса до 3.0 м на участке уширения дороги. Крутизна откосов насыпи 1:10;

Тип 4 – Выемка до 1.0 м на участке уширения дороги. Крутизна внутренних откосов 1:10, наружных откосов 1:6;

Тип 5 – Выемка до 1.0 м на участке с нормальным земляным полотном. Крутизна внутренних откосов 1:4, наружных откосов 1:2;

Тип 6 – Насыпь высотой до 3.0 м и крутизной откосов 1:4 на постоянной объездной дороге участка с уширенным земляным полотном; Конструкция земляного полотна для каждого типа приведена на чертежах «Типовые поперечные профили земляного полотна».

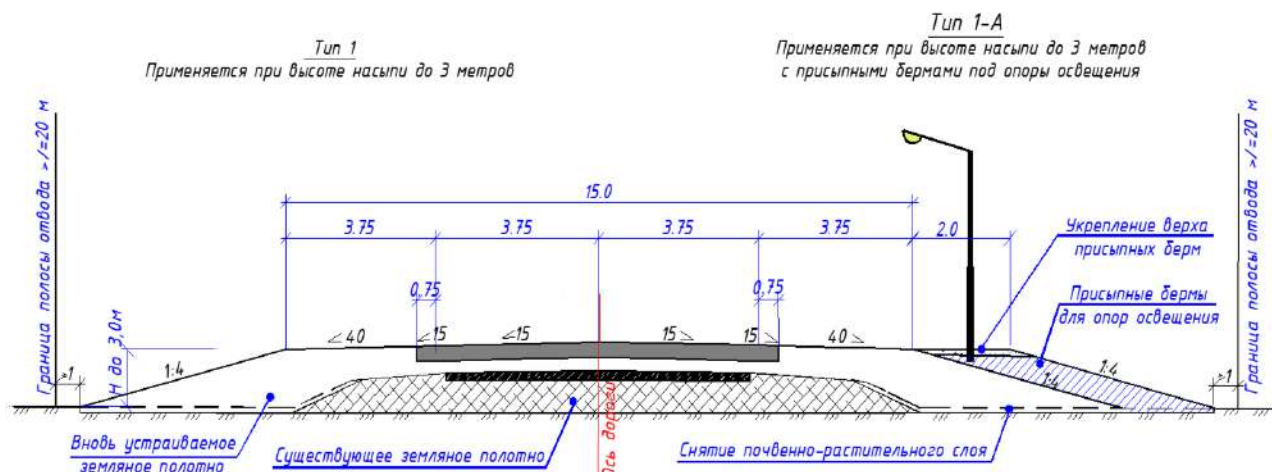


Рисунок 1 – Насыпь высотой до 3.0 м и крутизной откосов 1:4

Возведение земляного полотна предусмотрено из грунтов 3-х внедрассовых резервов. При устройстве земляного полотна необходимо соблюдать требования «Инструкции по возведению земляного полотна». После снятия слоя с растительными включениями и плодородного грунта необходимо произвести доуплотнение верхнего слоя естественного грунтового основания. Уплотнение основания насыпей и выемок следует выполнять непосредственно перед устройством вышележащих слоев. Каждый отсыпаемый слой земляного полотна уплотнять до $K_u = 0,95$ с постоянным контролем плотности и влажности. Верхнюю часть рабочего слоя толщиной 0,3 м следует выполнять с повышением степени уплотнения до $K_u = 1,0$. Поверхность слоя перед уплотнением необходимо спланировать до проектного уклона низа дорожной одежды – 15 %.

При возведении земляного полотна с технологическим перерывом в дождливый или зимний период выполнить ряд условий:

- произвести отсыпку насыпи в пониженных местах рельефа не менее 1-2-х слоев;
- тщательно спланировать с уклоном к бровке и уплотнить поверхность отсыпанных слоев для обеспечения отвода воды;
- при переувлажнении и разуплотнении ранее отсыпанных слоев грунты необходимо разрыхлить, просушить и вновь уплотнить до $K_u = 0.95$;
- при разуплотнении ранее отсыпанных слоев из-за удаления влаги (пересыхания), грунты верхнего слоя необходимо разрыхлить, увлажнить и вновь уплотнить до $K_u = 0.95$;
- верхний слой рабочего слоя уплотнить до $K_u = 1,0$.

Устройство земляного полотна съездов, площадки отдыха, переходо-скоростных полос и присыпных призм - банкетов для установки дорожных знаков и освещения предусмотрено выполнять одновременно с устройством дорожного полотна.

При проведении реконструкции автомобильной дороги республиканского значения «Кызылорда – Павлодар – Успенка – гр. РФ» участок «Кызылорда - Жезказган», были получены результаты физических свойств грунтов и стандартного уплотнения (таблица 1), с помощью следующих приборов и оборудования испытательной лаборатории «Испытания

пути и искусственных сооружений» при АЛТ Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, г. Алматы [5-7].

Таблица 1 – Данные физических свойств грунтов и стандартного уплотнения

Глубина, м		Номер инженерно-геологического	Тип грунта	Физические свойства грунта			Данные стандартного уплотнения			К уплотнения
от	до			Естественная влажность, %	Плотность, г/см ³		Оптимальная влажность, %.	Максимальная плотность сухого грунта, г/см ³	Требуемая плотность, при K=0,95, г/см ³	
					влажного грунта	сухого				
0,20-0,30	0,60	2-2	Песок крупный	2,2	1,56	1,53	6,2	2,05	1,95	0,75
0,21-0,23	0,70	2-1	Песок средней крупности	5,3	1,48	1,41	8,1	1,97	1,87	0,72
1,90-2,20	3,0	8	Песок пылеватый	3,0	1,50	1,46	8,3	1,96	1,86	1,28
0,10-0,24	0,60-0,80	5	Суглинок легкий пылеватый	5,1	1,67	1,59	15,8	1,86	1,76	0,86
0,08-0,18	0,60-0,90	1	Супесь пылеватая	4,8	1,84	1,76	11,3	1,96	1,86	0,90

Эксикатор (рис. 2) – сосуд, в котором поддерживается определённая влажность воздуха, изготовленный из толстого стекла или пластика, предназначен для сохранения влажности в грунте.

Конус балансирующий Васильева «КВБ» (рис. 3), предназначен для определения предела текучести глинистых грунтов, которую определяют как влажность приготовленной из исследуемого грунта пасты, при которой балансирующий конус погружается под действием собственного веса за 5 с на глубину 10 мм (ГОСТ 5180-84).



Рисунок 2 – Эксикатор



Рисунок 3 – Конус балансирующий Васильева «КВБ»

Алюминиевые бюксы – это емкости для хранения отобранных проб грунта (рис. 4). Бюксы грунтовые (БГ) выпускаются с разным диаметром, высотой стенки и объемом. Конструкция с крышкой позволяет избежать наполнения влагой и окисления веществ, содержащихся в пробах.

Лабораторные весы серии ВЛТЭ (рис. 5) – предназначены для работы в научных и производственных лабораториях различных отраслей промышленности для высокоточного измерения массы твёрдых, сыпучих и жидких веществ.



Рисунок 4 – Бюксы грунтовые



Рисунок 5 – Лабораторные весы
ВЛТЭ-4100

Сушильные шкафы SNOL нового поколения предназначены для проведения различных видов термических работ, таких как сушка, они широко применимы в геофизических лабораториях (рис. 6).

Прибор стандартного уплотнения «ПСУ СОЮЗДОРНИИ» (рис. 7) предназначен для определения максимальной плотности и оптимальной влажности грунта по ГОСТ 22733-2002.



Рисунок 6 - Сушильная печь
SNOL70/350



Рисунок 1- Прибор стандартного
уплотнения «ПСУ СОЮЗДОРНИИ»

Обсуждение результатов

Определение плотности грунта на автодорогах с помощью специальных инструментов и методов является важным этапом экспертизы качества дорожного полотна [4]. Эти методы и технологии повышают точность и эффективность определения плотности грунта, что в конечном счёте приводит к повышению безопасности и долговечности автодорожных конструкций. Лабораторные исследования проведены магистранткой Бегежановой Г.С. и студенткой Эбдіржан А.С. на приборах и оборудовании испытательной лаборатории «Испытание пути и искусственных сооружений» под руководством Бондарь И.С. [5]. Экспертиза качества по определению плотности грунта на автодорогах позволяет оценить степень уплотнения грунтового основания и принять меры по его усилению и улучшению [8]. Проведение экспертизы качества по определению плотности грунта на автодорогах позволяет рано выявлять потенциальные проблемы, связанные с недостаточной несущей способностью грунта [9].

Выводы

В статье рассматриваются методологии экспертизы качества оснований автодорог на основе определения плотности грунта. Обеспечение качественной эксплуатации автодорог напрямую зависит от правильного выбора и оценки характеристик грунта, на котором они строятся. Определение плотности грунта является одним из ключевых факторов в процессе проектирования, строительства и реконструкции дорожных объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП РК 3.03-101-2013 «Автомобильные дороги» (с изменениями и дополнениями от 25.02.2019 г) – 74 с.
2. СНиП РК 3.03-09-2006* «Автомобильные дороги» (по состоянию на 22.04.2014 г) – 52 с.
3. ГОСТ 25100-2020 «Грунты. Классификация» – 41 с.
4. ГОСТ 22733-2002 «Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности» – 22 с.
5. Ivan Bondar, Gauhar Begezhanova. LABORATORY STUDY OF THE STRESS-DEFORMED STATE IN SOILS OF THE EARTH FLOOR OF HIGHWAYS // International Journal of Advanced Logistics, Transport and Engineering, Vol. 12 No. 4 (2024), <https://ijalte.alt.edu.kz/index.php/journal/article/view/78>
6. Бондарь И. С., Квашнин М. Я., Косенко С. А., Акимов С. С. Обеспечение прочности связных глинистых грунтов железнодорожной насыпи // Управление эксплуатационной работой на транспорте (УЭРТ–2022). ФГБОУ ВО "Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I" . 2022. С. 180-187. URL: https://atjournal.ru/ru/nauka/conference_article/7759/view (дата обращения: 12.11.2024).
7. Квашнин М.Я., Абиев Б.А., Бондарь И.С. Влияние условий нагружения на сопротивление грунтов сдвигу. Вестник КазАТК № 1 (56), 2009 5 с.
8. ПР РК 218-19-2017 «Инструкция по оценке качества содержания автомобильных дорог при весеннем и осеннем обследовании» (с изменениями от 30.12.2019 г.)
9. РД 218 РК 17-93 Инструкция по оценке качества содержания автомобильных дорог общего пользования при весенних и осенних обследованиях.

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-85-88

РОБОТОТЕХНИКАНЫҢ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ДАМУЫ ЖӘНЕ БОЛАШАҒЫ

СЕЗІМ САТЫЛҒАНҚЫЗЫ

М.Х.Дулати атындағы Тараз университетінің жаратылыстану ғылымдары
факультетінің студенті

Ғылыми жетекшісі: информатика магистрі **ИБРАГИМОВА К.А.**

Түйіндеме. Бұл мақалада Қазақстандағы робототехниканың қазіргі даму деңгейі, негізгі бағыттары және болашағы қарастырылады. Робототехниканың өнеркәсіп, білім беру, медицина және ауыл шаруашылығы салаларындағы маңыздылығы туралы баяндалады. Сондай-ақ, елдегі робототехниканы дамытуға арналған мемлекеттік бағдарламалар, инновациялық жобалар мен жасанды интеллекттің атқаратын рөлі қарастырылады. Және де Қазақстанның робототехника саласындағы болашағы мен оны дамыту жолдары да ұсынылады.

Кілттік сөздер: робототехника, жасанды интеллект, инновация, автоматтандыру, Қазақстандағы технологиялар, цифрландыру, өнеркәсіп, білім беру, медицина, ауыл шаруашылығы

Аннотация. В данной статье рассматривается текущее состояние, основные направления и перспективы развития робототехники в Казахстане. Анализируется роль робототехники в промышленности, образовании, медицине и сельском хозяйстве. Также обсуждаются государственные программы, инновационные проекты и роль искусственного интеллекта в развитии робототехники в стране. В статье предлагаются возможные пути развития робототехники в Казахстане.

Ключевые слова: робототехника, искусственный интеллект, инновации, автоматизация, технологии в Казахстане, цифровизация, промышленность, образование, медицина, сельское хозяйство

Abstract. This article examines the current state, key directions, and future prospects of robotics development in Kazakhstan. The role of robotics in industry, education, healthcare, and agriculture is analyzed. Additionally, government programs, innovative projects, and the role of artificial intelligence in robotics development in the country are discussed. The article also proposes possible ways to enhance the robotics sector in Kazakhstan.

Keywords: robotics, artificial intelligence, innovation, automation, technologies in Kazakhstan, digitalization, industry, education, healthcare, agriculture.

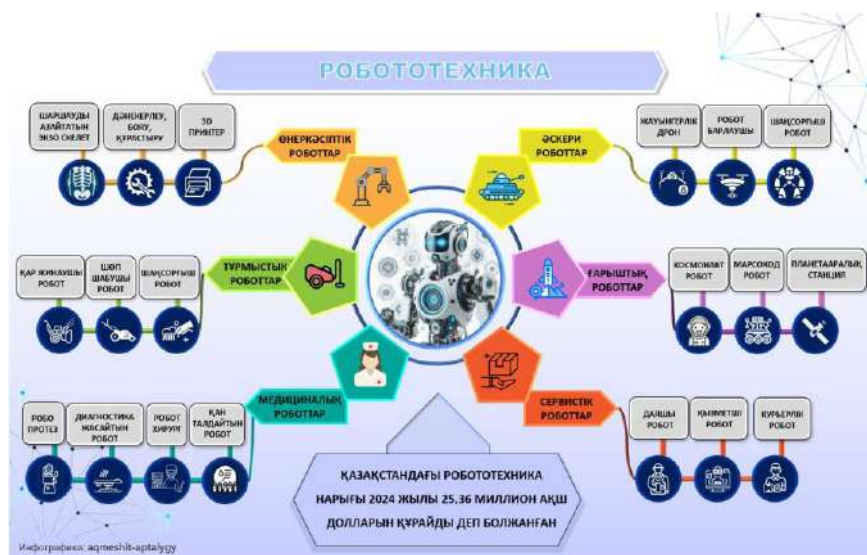
Бүгінгі таңда робототехника саласы әлемдегі ең қарқынды дамып келе жатқан салалардың бірі болып келеді. Автоматтандырылған жүйелер, жасанды интеллект және машиналық оқыту негізіндегі роботтар өндірісте, медицинада, ауыл шаруашылығында, қызмет көрсету саласында кеңінен қолданылуда. Қазақстан да бұл үрдістен қалыс қалмай, робототехниканы дамыту бағытында түрлі қадамдар мен жаңа бастаулар жасауда. Бұл мақалада еліміздегі робототехниканың қазіргі ахуалы, оның негізгі қолдану салалары және болашағы талқыланады.

Робототехника - бұл роботтарды және роботтандырылған технологиялық кешендерді жобалау, оларды жасау және қолдануды, сондай-ақ онымен байланысты ұйымдастыру, әлеуметтік-экономикалық және психологиялық аспектілерді қамтитын жаңа кешенді ғылыми-техникалық бағыт, бұл жаңа ғылыми көзқарасты талап етеді[1]. Қазіргі таңда Қазақстандағы робототехниканың қарқынды дамып жатқан салаларын төменнен көрсек болады:

- ✓ Өнеркәсіп
- ✓ Білім беру
- ✓ Медицина
- ✓ Ауыл шаруашылығы

Жоғарыда көрсетілген 4 сала бойынша Қазақстандағы робототехника саласы қарқынды даму үстінде және ел басымыз Қасым-Жомарт Тоқаев робототехника және информатика ғылымына ерекше назар аударуда. Ал, енді осы 4 сала бойынша толығырақ тоқталсақ.

Өнеркәсіптегі робототехника – өндіріс процестерін автоматтандыруға бағытталған технологиялар жиынтығы. Бұл салада қолданылатын роботтар адам еңбегін алмастырып қана қоймай, өндіріс тиімділігін арттырып, өнім сапасын жақсартуға көмектеседі. Қазіргі таңда әлемдік өндірісте роботтандыру деңгейі қарқынды өсуде. 2024 жылғы мәліметтерге сәйкес, өнеркәсіптік роботтарды қолдану жыл сайын 20-35%-ға артып келеді. Әсіресе, тау-кен өндірісі, мұнай-газ секторы және машина жасау салаларында роботтар қолданылады. “ҚазМұнайГаз”, “ҚазАтомПром”, “АрселорМиттал Теміртау” сияқты ірі компаниялар өндірістік процестерді роботтандыру арқылы тиімділікті арттырып, адам еңбегін жеңілдетуде. Мысалы, шахталарда автономды бұрғылау қондырғылары мен роботтандырылған бақылау жүйелері қолданылады. Бұл технологиялар жұмыс қауіпсіздігін қамтамасыз етіп, еңбек өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Әрбір елдің экономикалық өсімі сол елдің машина жасау өнеркәсібінің дамуына тікелей тәуелді. Машина жасау саласы өркендеген елдің экономикасы да жоғары деңгейде болады. Машина жасау саласының теориялық негізі болып машиналар және механизмдер теориясы ғылымы болып табылады. Академик Жолдасбеков – осы саладағы машиналар мен механизмдер теориясын Қазақстанда дамытып, қалыптастырған атақты ғалым. Машиналар мен механизмдер теориясының басты мақсаты – механизмдердің және машиналардың құрылымдық, кинематикалық, динамикалық талдауы мен синтезі. Сонымен қатар, қазіргі заманғы машиналар электроника мен басқару жүйелерімен жетілдірілгендіктен, бұл ғылымның қызмет аясы кеңейіп, ол әлемде жылдам дамып жатқан мехатроника және робототехника сияқты алдыңғы қатарлы ғылымдармен тығыз байланысты болуда. Қазақстанда Жапония сияқты әртүрлі роботтар жасалмаса да, еліміздің ғалымдарының халықаралық робототехника саласында өз орны бар. Оның айқын дәлелі – параллель роботтар. Параллель роботтардың құрылымы тұйық кинематикалық тізбекті манипуляторлардан құралғандықтан, олар сериялық манипуляторларға қарағанда жүк көтергіштігі мен позициялау дәлдігі бойынша әлдеқайда жоғары нәтижеге ие. Бұл ерекшеліктері оларды тау-кен, металлургия, өнеркәсіп салаларында кеңінен пайдалануға мүмкіндік береді[2].



Білім берудегі робототехника – бұл физика, мехатроника, технология, математика, кибернетика және ақпараттық-коммуникациялық технологиялар (АКТ) салаларындағы білімді біріктіретін пәнаралық оқыту бағыты. Ол әртүрлі жастағы оқушыларды инновациялық ғылыми-техникалық шығармашылық процесіне тартуға мүмкіндік береді. Робототехника оқушыларға роботтарды жобалау, құрастыру және бағдарламалау арқылы инженерлік және техникалық дағдыларды меңгеруге көмектеседі. Бұл үдеріс барысында оқушылар алгоритмдік ойлау, мәселелерді шешу, шығармашылық және командалық жұмыс сияқты маңызды қабілеттерін дамытады. Қазақстанда білім беру саласында робототехника қарқынды дамып келеді. Бұл бағыт оқушылардың техникалық және шығармашылық қабілеттерін дамытуға, сондай-ақ STEM (ғылым, технология, инженерия, математика) салаларына қызығушылығын арттыруға ықпал етеді.

2010 жылдан бастап Қазақстанның білім беру мекемелерінде робототехника пәні енгізіле бастады. 2019-2020 оқу жылынан бастап “Робототехника” пәні 3-4 сыныптарға, 2020-2021 жылы 5-сыныпқа, ал 2022-2023 оқу жылында 2-сыныпқа енгізілді[3]. Сонымен қатар соңғы үш жылда елімізде 41 IT-мектеп ашылды. Бұл мектептерде IT-технологиялар саласына мамандану, робототехника мен бағдарламалауды тереңдетіп оқыту, 3D модельдеу сияқты бағыттарға ерекше көңіл бөлінеді. Ал жоғары оқу орындарына келетін болсақ Қазақстанның жетекші университеттері “Интеллектуалды робототехника” сияқты білім беру бағдарламаларын ұсынды. Мысалы, Тұран университеті осы бағдарлама аясында студенттерге роботтарды жобалау, бағдарламалау және басқару принциптерін үйретеді. Өткен аптада яғни 2025 жылдың 1 ақпанында Digital Almaty алаңында Қазақстанда робототехника мен жасанды интеллект саласындағы зерттеулер мен әзірлемелерді дамыту үшін өзара түсіністік туралы меморандумға қол қойылды. Құжатқа ҚР Цифрлық даму, инновациялар және аэроғарыш өнеркәсібі министрлігі, Shanghai Zhiyuan Innovation Technology Co. Ltd, Сәтбаев Университеті, ҚБТУ, ХАТУ және қол қойды. Меморандумның негізгі мақсаты - Қазақстанда робототехника саласындағы ғылыми-зерттеу орталығын құру. Digital Almaty 2025 тағы да дәлелдеді – жасанды интеллект пен робототехника жай ғана тренд емес, олар – жаңа экономиканың негізі.

Робототехниканың күнделікті өмірде дамуының өзінен басқа, маңыздысы осындай роботтардың ауруханаларға емдеу процестеріне немесе басқа медициналық процедураларға енгізілуі. Ең қызықтысы жүйеге қойылатын талаптар пайдаланушы мен қызмет алушының нақты қажеттіліктеріне негізделіп қалыптасу үдерісінде.

2023 жылдың қараша айының 3-7 күндер аралығында Қазақстанда роботтың көмегімен тізе және жамбас буындарын ауыстыру бойынша алғаш рет ота жасалды. Алғашқы операцияларды Қазақстандағы білікті мамандардың бірі Мейрамбек Жұмағұлов пен ресейлік дәрігер Алексей Шумскийдің қатысуымен операция сәтті деңгейде өтті. 2023 жылдың 7 қарашасындағы есепте роботтың жасанды буынды операциядан бұрын 3D жоспарлағанын және импланттың оңтайлы өлшемін онымен қоса оны орнатудың нақты орнын таңдағаны айтылды[4]. Бұл медицинадағы травматологиялық және ортопедиялық көмекті жақсартудағы алға жасалған үлкен қадам болып табылады. Жыл сайын әртүрлі себептерге байланысты мұндай операцияға мұқтаж науқастар саны артып келеді. Сол науқастарға нақты диагноз қою мен оларға арнайы ем тағайындауға робототехника саласы дәрігерлерге кеңінен көмек көрсетуде. Қазақстанда медициналық робототехниканың дамуы денсаулық сақтау саласының сапасын арттыруға елеулі үлес қосуда. Хирургиялық роботтар, мысалы, жоғары дәлдікпен операция жасауға мүмкіндік беріп, науқастардың тезірек сауығуына ықпал етеді. Оңалту роботтары қимыл-қозғалыс функцияларын қалпына келтіруде тиімді құралға айналды. Робот-курьерлер медициналық персоналдың жұмысын жеңілдетіп, уақытты үнемдеуге септігін тигізеді. Нанороботтар сияқты жаңа технологиялар ауруларды ерте анықтап, дәлме-дәл емдеуге жол ашады. Қазақстанда бұл салада жүргізіліп жатқан жұмыстар болашақта отандық денсаулық сақтау жүйесінің дамуына елеулі үлес қосады деп күтілуде. Медициналық робототехниканың дамуы медициналық қызметтердің сапасын арттыруға

және науқастардың сауығу процесін жеделдетуге ықпал етеді. Бұл технологиялар медицинаның әртүрлі салаларында кеңінен қолданылып, болашақта одан әрі дамуы күтілуде.

Ауыл шаруашылығындағы робототехника – бұл ауыл шаруашылығында өнімділікті арттыру, еңбек шығындарын азайту және қоршаған ортаға зиянды әсерлерді төмендету мақсатында қолданылатын заманауи технологиялар мен роботтар жиынтығы. Қазіргі уақытта көптеген фермерлік шаруашылықтар роботтарды және автоматтандырылған жүйелерді пайдаланып, өсімдіктерді егу, суару, өнім жинау және зиянкестермен күресу жұмыстарын жүргізуде.

Ауыл шаруашылығында робототехниканың қолдану аясы:

1. Егін шаруашылығындағы роботтар: Роботтар автоматты түрде дән сеуіп, өнімді жинай алады. Олар топырақтың күйін, ылғалдылығын және басқа факторларды бақылап, максималды өнім алу үшін дұрыс шараларды қабылдайды. Сол егілген өнімдері де жинап алу роботтар арқылы жасалады, бұл әсіресе жемістер мен көкөністердің пісуі уақытында кеңінен қолданады. Мысалы, томат, алма, апельсин сияқты өнімдерді жинау үшін арнайы роботтар бар

2. Мал шаруашылығындағы роботтар: Қазіргі таңда Қазақстанда мал шаруашылығымен айналысатын көптеген фермерлер бар. Роботтар мен автоматтандырылған жүйелер малдарды саулау, азықтандыру, денсаулықтарын бақылау сияқты процестерді тиімдірек жасауға көмектеседі. Бұл еңбек өнімділігін арттырып, мал шаруашылығының дамуына ықпал етуі мүмкін. Кейбір мал шаруашылықтарында автоматтандырылған азық беру жүйелері мен сүт сауатын роботтар қолданылуда.

Қазақстандағы робототехника саласы соңғы жылдары қарқынды дамып келеді. Атап айтқанда, бұл сала өнеркәсіпте, ауыл шаруашылығында, медицинада және логистикада қолданылып, экономиканың түрлі секторларында тиімділікті арттыруға бағытталған. Дегенмен, робототехниканың дамуы әлі де болса бастапқы кезеңде және көптеген мүмкіндіктер мен қиындықтар бар.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР:

1. Юрий Степанович Почанин. Робототехника в промышленности. Санкт-Петербургский политехнический университет. 2022: 3 бб.
2. https://dalanews.kz/kz/article/qazaqstandagi-robototexnykanin-negizin-qalagan-tulga.html?utm_source
3. <https://aqmeshit-aptalygy.kz/newspaper/robototekhnika-aelemdi-qalaj-oezgertedi-59206/>
4. <https://www.zakon.kz/nauka/6413091-robot-vpervye-provel-operatsiyuvkazakhstane.html>

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-89-94

УДК 624.191.5

**КЕН ОРЫНДАРЫН ИГЕРУ ЖӘНЕ ЖЕРАСТЫ ҚОЙМАЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ
КЕЗІНДЕ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІ**

**ТУРГАНОВ АРНУР МАКСОТОВИЧ
ХАЛИДУЛЛИН РОМАН АНУАРОВИЧ
АРСТАНОВ КАНАТ ТАСЖАНУЛЫ
БОЗБАЕВ БАТЫРЖАН КАДИРЖАНОВИЧ**

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті
Индустриалды-технологиялық институтының магистранттары

Ғылыми жетекші – **А. БЕКЕЖАНОВИЧ**
Орал, Қазақстан

Аңдатпа. Газды жерасты сақтауға арналған табиғи геологиялық резервуарды құрайтын тау жыныстары ГЖС пайдалану процесінде сақталған өнімді мезгіл-мезгіл айдау мен іріктеуге байланысты ұзақ циклдік жүктеме жағдайында болады. Бұл ретте тау жыныстарында жыныстардың сыйымдылық-сүзу қасиеттерінің қайтымсыз өзгеруін тудыратын қалдық деформациялардың дамуы және жинақталуы мүмкін, бұл ГЖС құру және пайдалану жөніндегі технологиялық шешімдерде ескерілуі тиіс. Соңғы жылдары отандық ғалымдар мен мамандар кен орындарының геомеханикалық модельдерін құру жұмыстарын бастады. Қазіргі уақытта құрылымдық тұзақтарды қалыптастырудың геомеханикалық ерекшеліктерін және газды циклдік айдау және іріктеу кезінде тау жыныстары - коллекторларының механикалық мінез-құлқының болжамын ескеретін құрылымдарда ГЖС құру және пайдалану жөніндегі технологиялық шешімдердің геомеханикалық негіздемесіне бірыңғай әдістемелік тәсіл жоқ. Геомеханикалық негіздеме геомеханикалық модель негізінде орындалуы мүмкін, ол геологиялық модельмен қатар геологиялық барлау жұмыстары сатысында әзірленуі және қойманы орналастыру және пайдалану сатыларында түзетілуі керек. Кен орындарын игеру және жерасты қоймаларын пайдалану кезінде геомеханикалық модельдеудің негізгі міндеттері қарастырылып, тұжырымдалған.

Түйін сөздер: геомеханика, моделдеу, кен орындарын игеру, геомеханикалық модель, орнықтылықты бағалау, деформация, коллектор, кернеулі күйі.

Аннотация. Горные породы, образующие естественный геологический резервуар для подземного хранения газа, в процессе эксплуатации ПХГ находятся в условиях длительного циклического нагружения, обусловленного периодическими закачками и отборами хранимого продукта. При этом возможно развитие и накопление в горных породах остаточных деформаций, вызывающих необратимые изменения емкостно-фильтрационных свойств пород, что необходимо учитывать в технологических решениях по созданию и эксплуатации ПХГ. В последние годы отечественными учеными и специалистами начаты работы по созданию геомеханических моделей месторождений. В настоящее время отсутствует единый методический подход к геомеханическому обоснованию технологических решений по созданию и эксплуатации ПХГ в структурах, учитывающий геомеханические особенности формирования структурных ловушек и прогноз механического поведения пород-коллекторов при циклических закачке и отборе газа. Геомеханическое обоснование может быть выполнено на основании геомеханической модели ПХГ, которая наряду с геологической моделью должна разрабатываться на стадии геолого-разведочных работ и корректироваться на стадиях обустройства и эксплуатации хранилища.

Рассмотрены и сформулированы основные задачи геомеханического моделирования при разработке месторождений и эксплуатации подземных хранилищ.

Ключевые слова: геомеханика, моделирование, разработка месторождений, геомеханическая модель, оценка устойчивости, деформация, коллектор, напряженное состояние.

Annotation. Underground gas storage is a complex system, created in geological structures, characterized by the presence of porosity and a high permeability for fluids, ensuring the existence of structures in hydrodynamic systems. Rocks that form natural geological reservoir for underground gas storage in the process of UGS operation are under long-term cyclic loading, due to the periodic injection and selection of the stored product. With such loading, it may develop and accumulate in rocks residual (irreversible) deformation, that can cause irreversible change of the capacitive-filtration properties of rocks, it is necessary to consider technological solutions for the creation and operation of UGS. In recent years, russian scientists and experts started work on the creation of the geomechanical field models. It's safe to say that this work will develop, given the existing trend away from foreign technology, including computer, have arisen not only due to sanctions but also due to the high cost of actual software products and their technical support. Currently there is no uniform methodical approach to geomechanical substantiation of technological solutions for the creation and operation of UGS in the structures, taking into account geomechanical characteristics of the formation of structural traps and prediction of the mechanical behaviour of reservoir rocks under cyclic injection and gas extraction. Such geomechanical substantiation can be made based on the geomechanical model of the underground storage facilities, which, along with the geological model, should be developed at the stage of geological prospecting and adjusted at the stages of construction and operation of the repository. The paper reviews and outlines the main objectives of geomechanical modeling in field development and operation of underground storages.

Key words: geomechanics, modeling, mining, geomechanical model, sustainability estimation, deformation, reservoir, the stress state.

Геомеханика механика саласы ретінде тау жыныстары мен массивтердің механикалық қасиеттерін және оларда тау - кен жұмыстары түріндегі маманның инженерлік қызметінің әсерінен пайда болатын геомеханикалық (механикалық) процестерді зерттеумен айналысады, бұған, әрине, кен орындарын игеру және жерасты газ қоймаларын пайдалану жатады.

Геомеханика тау - кен ісінде, әртүрлі мақсаттағы жерасты құрылыстарын салуда, соның ішінде тұзасты қабаттардағы газ бен мұнайдың жерасты қоймаларын салуда кеңінен қолдануды тапты.

Мұнай-газ өнеркәсібінде геомеханика өткен ғасырдың 80-жылдарында, яғни салыстырмалы түрде жақында қолданыла бастады. Бұл ретте негізгі міндеттері ұңғымаларды бұрғылау кезіндегі тиімділікті арттыру және техногендік геодинамикалық процестерді болжау болды[1].

Бүгінгі таңда бұл ғылым мұнай және газ өнеркәсібі мамандарының арасында кеңінен танылуда және ұңғыма бекітпесіне және оның сүзгі бөлігіне геомеханикалық әсерді бағалаудан бастап, кен орны немесе жер асты газ қоймасы бар геологиялық ортаның геомеханикалық жағдайын талдауға дейінгі шешілетін міндеттер аясын кеңейте отырып, қарқынды дамып келеді.

Болашақта көмірсутектерді өндіру және газды жер асты сақтау кезінде туындайтын инженерлік мәселелерді шешудегі геомеханиканың рөлі тек артады. Өнімді қабаттардың пайда болуының күрделі жағдайлары бар жаңа кен орындарын игеруге тарту, әртүрлі қымбат технологияларды қолдану, мысалы, көлденең бұрғылау, гидравликалық жару және қабатқа

әсер етудің әртүрлі әдістері. Ірі операторлардың компаниялар ішінде геомеханикалық бөлімшелер құруы - геомеханиканың рөлінің артуы туралы айтады.

Заманауи компьютерлік технологиялар кен орындарын игеру немесе жерасты қоймаларын пайдалану кезінде болатын геомеханикалық процестерді бағалау мақсатында кез - келген күрделілік дәрежесін зерттеуге мүмкіндік береді. Шын мәнінде, бүгінде біз кен орындарын немесе жер асты қоймаларын игерудің және пайдаланудың барлық кезеңдерінде кешенді геомеханикалық талдауға мүмкіндік беретін геологиялық модельдеріне ұқсас геомеханикалық модельдерді немесе жер асты қоймаларын құру туралы айтып отырмыз.

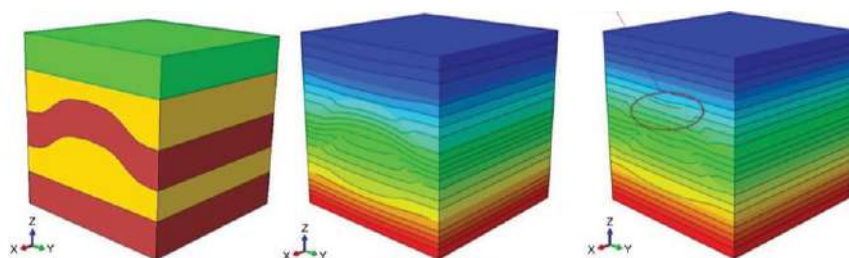
Осы жолмен ірі сервистік компаниялар (Schumberger, Halliburton, Baker Hughes) жүреді, онда тиісті бағдарламалық кешендердің әзірлемелері жүргізілуде және жыл сайын жетілдіруде [2].

Соңғы жылдары отандық ғалымдар мен мамандар кен орындарының геомеханикалық модельдерін құру бойынша жұмыстарды бастады [3, 4].

Бұл жұмыстар санкциялық режимнің салдарынан ғана емес, сонымен қатар шетелдік бағдарламалық өнімдердің өзіндік құнының жоғары болуына және оларды сүйемелдеуге байланысты пайда болған шетелдік технологиялардан, оның ішінде компьютерлік технологиялардан бас тартудың қазіргі тенденциясын ескере отырып, дамиды деп сеніммен айтуға болады.

Сонымен қатар, геомеханикалық модельдеу жұмыстары геологиялық және гидродинамикалық модельдерге ұқсас, қазіргі уақытта әдеттегі, күнделікті процедураға айналған сақтауды дамытудың немесе пайдаланудың бүкіл циклімен бірге жүретін тұрақты жұмыс істейтін цифрлық модельдерді құру бағытында дамиды. Геомеханикалық модель кен орнын игеру немесе жерасты қоймасын пайдалану кезінде туындайтын ағымдағы геомеханикалық міндеттерді шешу үшін негіз болуы тиіс. Сондықтан модель архитектурасы, бастапқы мәліметтер жиынтығы, қолданылатын есептеу әдістері және бағдарламалық жасақтама нақты геомеханикалық жиынтықпен анықталуы керек тапсырмалар. Соңғысына толығырақ тоқталайық:

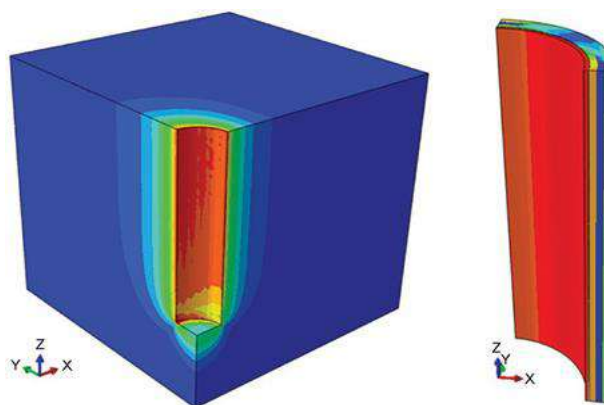
Жергілікті массив құрылымының құрылымдық-механикалық ерекшеліктерін, әлсіреу жазықтарының болуын, кен орнын игеру немесе жерасты қоймасын пайдалану кезінде массивтегі деформациялық процестердің дамуына әсер етуі мүмкін пликативті және дизъюнктивтік бұзылуларды бағалау. Тау жыныстарының бастапқы кернеулі күйін бағалау (in-situ), оның ішінде нақты қабат-коллектор, қайта жабатын және астыңғы тау жыныстар (сурет. 1), - тік (σ_z) және көлденең ($\sigma_x = \lambda_x * \sigma_z$ шегі және $\sigma_y = \lambda_y * \sigma_z$, жалпы жағдайда $\lambda_x \neq \lambda_y$), сондай-ақ олардың анизотропиясы жағдайында ең жоғары және ең төменгі көлденең кернеулердің бағдарын айқындау; тау жыныстарының-коллекторлардың бастапқы кернеулік жай-күйі қабаттық қысымдарды (тиімді бастапқы кернеулерді) ескере отырып бағаланады [13]. Тау жыныстарының бастапқы кернеу күйі геомеханикалық есептерді шешуде шекаралық шарттар ретінде қолданылады [7].



Сурет - 1. Кернеу тензорының инварианттарындағы тау жыныстарының бастапқы кернеу күйі

Пайдалану ұңғымаларын оңтайлы орналастыру мақсатында өнімді қабаттардағы тығыздау және босату аймақтарының болжамы (сурет. 1). Босату аймақтары-тау жыныстары өткізгіштігінің жоғарылау аймақтары [5].

Геомеханикалық есептерді шешуде бастапқы деректер ретінде пайдаланылатын тау жыныстарының физика-механикалық қасиеттерін бағалау. Оларға жүктеме кезінде олардың деформациялануын және бұзылуын анықтайтын тау жыныстарының деформациялық және беріктік қасиеттері жатады. Деформациялық сипаттамаларға серпімділік модульдері мен Пуассон коэффициенттері (бірақ соңғысы деформациялық процестерге елеусіз әсер етеді), сондай - ақ минералды қаңқаның сығылу коэффициенттері және тау жыныстарының кеуекті кеңістігі жатады. Бағалауға жататын беріктік сипаттамалары модельдеуде қолданылатын беріктік теориясымен анықталады; тау жыныстары механикасында кеңінен таралған Кулон-Мор беріктік теориясы үшін ішкі үйкеліс бұрышы мен адгезиясы осы сипаттамалар болып табылады.



Сурет - 2. Ұңғыма массиві мен ұңғыманы бекітудің кернеу күйі

Бұрғылау сатысындағы пайдалану ұңғымаларының тұрақтылығын болжау, ол ұңғымалар мен іргелес жыныстардың қабырғаларын деформациялау және бұзу процестерімен бірге жүреді. Тау жыныстарының қасиеттеріне, массивтің күйіне және бұрғылау ерітіндісінің қасиеттеріне байланысты деформация және сыну процестері ұңғымалардың қабырғаларында үңгірдің пайда болуында көрінуі мүмкін (сурет 2), олардың сопақтануы мен жүзуінде, сондай - ақ тау жыныстарының гидравликалық жарылуы нәтижесінде қабырғалардың жарылуы кезінде, бұл жарықшақтың пайда болуы техникалық - экономикалық көрсеткіштеріне теріс әсер етеді, кейінгі цементтеудің қанағаттанарлықсыз сапасына, апаттық жағдайларға дейін басқа да жағымсыз салдарға әкеледі [6].

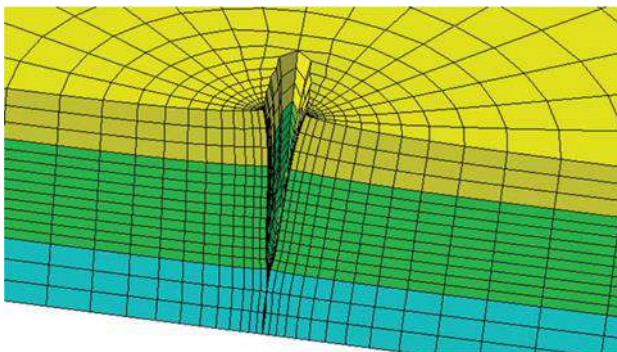
Сыйымды тау жыныс массиві жағынан қалыпты және жанамалы жүктемелерге байланысты ұңғыма бекітпесінің (цемент тас және шегендеу бағаналары) жүктелу сипаты мен қарқындылығын бағалау.

Ұңғымаларды салу және эксплуатациялау кезінде олардың орнықтылығын бағалау кен орнын игеруге немесе жерасты қоймасын пайдалануға байланысты тау массивінің бастапқы кернеулі-деформацияланған жай-күйінің өзгеруін ескере отырып орындалуы тиіс.

ұңғымаларға, жер үсті құрылыстары мен объектілеріне қосымша жүктемелер енгізу [7, 8, 9, 10, 11, 12].

Қабаттық сұйықтықты іріктеу кезінде ұңғыма маңындағы аймақтардың жойылуы мен құмның пайда болу болжамы. Бұл міндет алдыңғы қатысты жеке болып табылады және одан егжей-тегжейлі дәрежесімен ерекшеленеді. Коллектор қабатының ұңғыма маңындағы аймағын деформациялау және бұзу мәселесін шекаралық жағдайлар ретінде шешу кезінде игеру немесе жерасты сақтау объектісінің шегінде коллектор қабатының деформациясы туралы мәселені шешудің нәтижелері пайдаланылуы керек.

Коллекторлық қасиеттерін жақсарту мақсатында коллектор қабатына механикалық әсер ету параметрлерін анықтау және нәтижелерін болжау- қабаттың гидравликалық жару (ҚГЖ). Гидравликалық жару қысымы, пайда болған жарықшақтың ұзындығы мен бағыты (сурет 3) коллектор қабатының кернеулік жай-күйінің деңгейіне және алдыңғы екі мәселені шешу нәтижесінде айқындалатын оның кернеулік жай-күйінің тең емес құрамдас бөлігіне байланысты болады.



Сурет. 3. Коллектор қабатында гидрожарығының пайда болуы

Қазіргі уақытта құрылымдарда газдың жерасты қоймасын құру және пайдалану жөніндегі технологиялық шешімдердің геомеханикалық негіздемесіне құрылымдық ұстағыштардың қалыптасуының геомеханикалық ерекшеліктерін және газды циклдік айдау және іріктеу кезінде тау жыныстарының-коллекторлардың механикалық сипатының болжамын ескеретін бірыңғай әдістемелік тәсіл жоқ. Мұндай геомеханикалық негіздеме геологиялық модельмен қатар геологиялық-барлау жұмыстары сатысында әзірленуі және қойманы жайластыру және пайдалану сатыларында түзетілуі тиіс газды жерасты сақтау қоймасының геомеханикалық моделі негізінде орындалуы мүмкін.

Геологиялық және технологиялық модельдермен біртұтас кешенге байланысты кен орындарының геомеханикалық модельдерін құруда шетелдік сервистік компаниялар үлкен тәжірибеге ие. Алайда, шетелдік әзірлемелерді толық көлемде пайдалану орынсыз болып көрінеді. Қолданыстағы отандық әзірлемелер жеке геомеханикалық мәселелерді шешуге бағытталған.

Құрылымдарды дайындау және оларға іздеу - барлау жұмыстарын қою бойынша тиімді әдістемелік әдіс ретінде бұрғыланған ұңғымалардың шектеулі саны бойынша жергілікті көтерілістердің даму тарихындағы негізгі құрылымдық - туороқұрылымдық кезеңдерді анықтауға мүмкіндік беретін палео - құрылымдық талдаудың жедел әдісінің жаңа нұсқасы әзірленді. Әзірленген әдіс қатпардың ең қарқынды өсуінің соңғы кезеңіне сәйкес келетін бөлінген аралық қалыңдығының минималды мәндері аймақтарында іздеу-барлау ұңғымаларын салуды қамтиды, бұл түбегейлі жаңа. Ұсынылған әдіс бұрғыланған ұңғымалардың ең аз саны бойынша (2-3) зерттелетін бөлімде құрылымдық ұңғыманы қалыптастырудың негізгі сатысына сәйкес келетін шөгінділер аралығын бөлуге және осы қалыңдықтың өзгеруіне сәйкес келесі іздеу ұңғымаларының орналасуын түзетуге немесе белгілі контур маңындағы ұңғымаларды бұрғылауды уақтылы тоқтатуға мүмкіндік береді [5].

Жоғарыда айтылғандардың негізінде зерттеудің келесі негізгі міндеттерін тұжырымдауға болады:

- * көп вариантты сандық модельдеу негізінде коллектор қабатының бастапқы кернеу күйін сандық бағалау үшін құрылымдық талдау әдісін қолданудың геомеханикалық негіздемесі;

- * көп вариантты сандық модификация негізінде жерасты газ сақтау қоймасын циклдік пайдалану кезінде қабат - коллектордың деформацияланған күйі мен сүзбелену-сыйымдылық қасиеттерінің өзгеруін болжаудың геомеханикалық негіздемесі;

* геомеханикалық модельдерде тау жыныстарының механикалық және сүзу - сыйымдылық қасиеттерін сипаттайтын параметрлерді пайдалану және оларды геофизикалық, эксперименттік және кәсіптік зерттеулер деректері бойынша анықтау бойынша ұсыныстар әзірлеу;

* пласт - коллектордың кернеулі - деформацияланған күйін сандық модельдеуді жүзеге асыратын бағдарламалық өнімдердің геомеханикалық модельдерінде қолдану бойынша ұсыныстар әзірлеу;

* Жерасты газ сақтау қоймасын пайдалану кезінде тау жыныстарын-коллекторларды геомеханикалық модельдеуді орындау бойынша ұсынымдар әзірлеу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мори В., Фурментро Д.* Механика горных пород применительно к проблемам разведки и добычи нефти. – М.: Мир, 1994. – 416 с.
2. *Шахов Д. С.* Программное обеспечение для решения комплексных задач геомеханического моделирования (Schlumberger Information Solutions) // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 12. – С. 142–143.
3. *Кашиников Ю. А., Гладышев С. В., Шустов Д. В., Якимов С. Ю., Комаров А. Ю., Тинакин О. В.* Геолого-геомеханическая модель Астраханско- го газоконденсатного месторождения // Газовая промышленность. – 2012. – № 3. – С. 29–33.
4. *Ковалев А. Л., Шеберстов Е. В.* Геомеханическая модель горного массива, содержащего разрабатываемую нефтегазовую залежь или подзем- ное хранилище газа // Вести газовой науки. – 2013. – № 1. – С. 204–215.
5. *Хан С. А., Давыдов А. Н.* Совершенствование метода палеострук- турного анализа для повышения эффективности эксплуатации не- фтегазовых месторождений и ПХГ. – М.: ООО «Газпром ВНИИГАЗ», 2013. – 138 с.
6. *Zhang J.* Borehole stability analysis accounting for anisotropies in drilling to weak bedding planes // International journal of rock mechanics and mining sciences. – 2013. – № 60. – P. 160–170.
7. *Желтов Ю. П.* Механика нефтегазоносного пласта. – М.: Недра, 1975. – 216 с.
8. *Павлова Н. Н.* Деформационные и коллекторские свойства гор- ных пород. – М.: Недра, 1975. – 240 с.
9. *Добрынин В. М.* Деформация и изменение физических свойств коллекторов нефти и газа. – М.: Недра, 1970. – 240 с.
10. *Biot M. A.* General Theory of three dimensional consolidation. Y. Appl. Physics, vol. 26, 1955, pp. 155–165.
11. *Brandt H. A.* Study of speed of sound in porous granular media. J. of Appl. Mechanics, vol. 22, N 1, 1955.
12. *Петров А. И., Шеин В. С.* О необходимости учета современной геодинамики при оценке и пересчете промышленных запасов нефти и газа // Геология нефти и газа. – 2001. – № 3. – С. 6–14.
13. *Yuping Zh.* A micromechanics-based damage constitutive model of porous rocks // International journal of rock mechanics and mining scienc- es. – 2016. – № 91. – Pp. 1–6.
14. *Chia-Chi Chiu, Meng-Chia Weng, Tsan-Hwei Huang* Modeling rock joint behavior using a rough-joint model // International journal of rock me- chanics and mining sciences. – 2016. – № 89. – Pp. 14–25.
15. *Rakesh Kumar, Abhiram Kumar Verma* Anisotropic shear behavior of rock joint replicas // International journal of rock mechanics and mining sciences. – 2016. – № 90. – Pp. 62–73

DOI 10.24412/3007-8946-2025-15-95-99

QIDA MƏHSULLARININ NƏQLİYYAT VASİTƏLƏRİ İLƏ DAŞINMASI ZAMANI SANİTAR-GİGİYENİK NORMALAR VƏ MİNİMUM TƏLƏBLƏR

ORUCOV ORXAN ZAKİR oğlu

Azərbaycan Respublikası Naxçıvan Muxtar Respublikasının Qida Təhlükəsizliyi
Agentliyi

“Qida zəncirinə nəzarət” şöbəsinin müdiri.

ORUCOV TƏRXAN ZAKİR oğlu

Naxçıvan Dövlət Universiteti

“Nəqliyyat mühəndisliyi və texniki fənlər” kafedrasının müəllimi.

Summary: The article states that vehicles and containers used for the transportation of food products should be kept sanitary and hygienically clean and in working order, food products should be protected from contamination, and cleaning and disinfection measures should be taken in case of contamination. For the transportation of food products, only special vehicles equipped for these purposes should be used. Transport operations must be carried out in conditions that fully ensure the protection of the quality and safety of food products for consumers.

Key words: transport, food, security, transportation.

Xülasə: Məqalədə qeyd edilmişdir ki, qida məhsullarının daşınması üçün istifadə olunan nəqliyyat vasitələri və konteynerlər sanitariya-gigiyenik cəhətdən təmiz və işlək vəziyyətdə saxlanmalı, qida məhsullarının çirklənmədən müdafiəsini təmin etməli və çirkləndiyi halda təmizlənmə və dezinfeksiya tədbirləri aparılmalıdır. Qida məhsullarının daşınması üçün yalnız həmin məqsədlər üçün təchiz olunmuş xüsusi nəqliyyat vasitələri istifadə edilməlidir. Daşınma əməliyyatları istehlakçılar üçün qida məhsullarının keyfiyyətinin və təhlükəsizliyinin qorunmasını tam təmin edən şəraitdə aparılmalıdır.

Açar sözlər: nəqliyyat, qida, təhlükəsizlik, daşıma.

Sağlam, xəstəliklərdən uzaq həyat tərzini sürmək istəyiriksə, ilk olaraq qəbul etdiyimiz qidanın keyfiyyətli olmasına diqqət yetirməliyik. Lakin bu təkcə bizdən asılı olan məsələ deyil. Sağlamlığımızda məsuliyyətin böyük bir hissəsi də qida məhsulları istehsal edən müəssisənin üzərinə düşür. Lakin məsələ bununla da tamamlanmır. Qida zəncirinin ayrı-ayrı mərhələlərində fəaliyyət göstərən subyektlər (obyektlər) üzərinə düşən məsuliyyətlə yanaşı həmin məhsulları daşıyan avtonəqliyyat vasitələri, onların tələblərə cavab verməsi də burada az rol oynamır. Əgər qida məhsulları sanitariya-gigiyenik tələblərə cavab verən nəqliyyatda daşınmırsa, məhsul öz keyfiyyətini itirə bilər. Məhz bu səbəbdən qida maddələri saxlama və daşıma əsnasında, hər cür xarici faktordan zərər görməyəcək, pozulmayacaq şəkildə qorunmalıdır.

Nəzarət olunan temperaturda qidanın daşınması üçün nəzərdə tutulmuş nəqliyyat vasitələri qidanın alıcıya lazımi vəziyyətdə çatmasını və **istehlak üçün təhlükəsiz olmasını təmin edən bir sıra texniki, sanitariya və hüquqi tələblərə** cavab verməlidir. Əsas cəhət daşınan məhsulların növünə uyğunlaşdırılmış sabit temperaturu saxlayan **istilik izolyasiyası** və **soyuducu avadanlıqdır**. Məsələn, **dondurulmuş məhsullar -18°C ilə -20°C** arasında temperatur tələb edir, **süd və ya ət kimi soyudulmuş məhsullar isə 0°C ilə +8°C** arasında olan temperaturda daşınmalıdır. Avtomobilin salonu bütün yük yerində lazımi şəraiti saxlamaq üçün **soyuq havanın bərabər paylanmasını təmin edəcək şəkildə tərtib edilməlidir**. Burada **yük yeri asan təmizlənmə, korroziyaya davamlı materiallardan** hazırlanmalıdır.



Nəqliyyat vasitələrinin müntəzəm **təmizlənməsi**, dezinfeksiya, dezinseksiya, deratizasiya işlərinin aparılması çirklənmənin və ya mikrobların böyüməsinin qarşısını almaq üçün vacibdir. Bundan əlavə, **zərərvericilərin və tozun içəri daxil olmasının qarşısını almaq** üçün avtomobillər hermetik hazırlanmalıdır. Fərqli temperatur tələb edən müxtəlif növ qidaların daşınması üçün nəqliyyat vasitələri **ayrıca temperatur zonaları** yaradan **arakəsmələrlə** təchiz oluna bilər. Eyni zamanda qida məhsullarının daşınması zamanı mal qonşuluğu prinsipinə əməl edilmədir.



Mənbə: <https://afsa.gov.az/az>

Nəqliyyat vasitələri təhlükəsizlik tələblərinə cavab verməlidir, o cümlədən tranzit zamanı yerdəyişmənin qarşısını almaq üçün **yükün düzgün mühafizəsi təmin edilməlidir**. Ət və ya **balıq** kimi yüksək riskli məhsullar üçün yükü zədələnmədən qorumaq üçün xüsusi qablar, qarmaqlar və ya rəflər istifadə olunmalıdır. Sürücünün **temperatur tələbləri** və **daşınan qida növü** haqqında məlumatları özündə əks etdirən müvafiq **sənədləri** olması da çox vacibdir. Bu tələblər daşınan məhsulların **yüksək keyfiyyətini təmin etməklə yanaşı, sanitar normalara** və **təyinat ölkəsindən asılı olaraq müvafiq qanunvericiliyə uyğunlaşdırılır**.

Qida məhsullarının daşınması gigiyenik, texniki və prosedur tələblərini müəyyən edən ciddi **qaydalara** tabedir. Qida məhsullarının daşınması ilə məşğul olan hər bir şirkət **milli** və **beynəlxalq hüquqi aktlarda** olan müddəalara əməl etməlidir.



Mənbə: <https://afsa.gov.az/az/ictimaiyyetle-elaqeler/maariflendirme/qida-mehsullarinin-dasinmasina-dair-telebler-neden-ibaretdir>

Qida məhsullarının daşınması daşınan **məhsulların növündən** asılı olaraq **fərdi yanaşma tələb edir**. **Ət, balıq** və ya **süd** məhsulları kimi **heyvan mənşəli məhsullar temperatur dəyişikliyinə həssaslıq** və **qısa saxlama müddətinə** görə ən tələbkar kateqoriyadır. Bu cür məhsullar hər bir məhsulun spesifik ehtiyaclarına uyğunlaşdırılmış **nəzarət olunan temperaturda** daşınmalıdır. **Meyvə, tərəvəz** və ya **taxıl** kimi **bitki mənşəli məhsullar soyuducuya bir o qədər də ehtiyac duymasa da, lakin mexaniki zədələnmədən və çirklənmədən** qorunmalıdır. Nəqliyyatda daşınma zamanı istifadə olunan birdəfəlik qablaşmalar, paddonlar təmiz və sağlam bir şəkildə mühafizə edilməlidir və periodik olaraq nəzərdən keçirilməli, təmizlənməlidir.





Mənbə: <https://afsa.gov.az/az>

Dondurulmuş mallar və ya **yüksək emal olunmuş məhsulların** daşınması zamanı **xüsusi daşınma şərtlərini** tələb edən qida üçün real vaxt rejimində **ətraf mühit parametrlərinə nəzarət edən sistemlərlə** təchiz edilmiş **xüsusi nəqliyyat vasitələrinin** istifadəsi çox vacibdir. Bu sistemlərdən alınan məlumatlar qeydə alınır və müvafiq nəqliyyat şəraitinin saxlanmasının sübutu kimi müştərilərə təqdim edilə bilər. **Müasir texnologiyalar** nəqliyyatın hər bir mərhələsində **qida təhlükəsizliyini** təmin edir.

Qida məhsullarının daşınması, təkcə yüksək təşkilati standartların saxlanmasını deyil,



həm də daşınan məhsulların keyfiyyətinə və təhlükəsizliyinə xüsusi diqqət yetirməyi tələb edən xüsusilə tələbkar logistika sahəsidir. Qida daşınmasında prioritet **temperatur və rütubətə nəzarət**, eləcə də **ətraf mühitin digər parametrləri** daxil olmaqla, müvafiq **nəqliyyat şəraitinin** təmin edilməsidir. **Çatdırılma sürəti** də vacibdir, çünki bir çox məhsulların **qısa rəf ömrü** var və səmərəli **logistika** tələb edir.

Yük daşımalarının təşkilində ən mühüm element **logistikadır**. Marşrutun planlaşdırılması **səyahət vaxtını,**

gecikmələrdən qaçınmağı və **yanacaq sərfiyyatını** optimallaşdırmağı nəzərə almalıdır. **Qabaqcıl marşrut planlaşdırma və monitoring sistemləri** yol şəraitindəki potensial dəyişikliklərə və ya digər gözlənilməz vəziyyətlərə tez reaksiya verməyə imkan verir. **Təcrübəli sürücülər komandası** ilə əməkdaşlıq və müvafiq **təlimin** təmin edilməsi yüksək keyfiyyətli çatdırılma xidmətlərini təmin edir.

Son illərdə qida daşınmasının **ekoloji aspektinə** böyük diqqət yetirilir. **Daha az karbon emissiyası** olan nəqliyyat vasitələrinin tətbiqi və marşrutların optimallaşdırılmasına kömək edir. Nəqliyyat şirkətləri getdikcə daha çox **elektrik, hybrid** və ya **alternativ yanacaq**la işləyən **avtomobillər** kimi həll yollarından istifadə edirlər. Bu, **ətraf mühitə təsir** və **əməliyyat xərclərini** azaldır.

Qida məhsullarının daşınmasında digər mühüm tendensiya **logistika proseslərinin rəqəmsallaşdırılmasıdır**. **Nəqliyyat İdarəetmə Sistemlərindən (TMS)** istifadə nəqliyyatla bağlı məlumatların daha effektiv **planlaşdırılması, monitoringi** və **təhlilinə** imkan verir. Bu texnologiya

bütün **təchizat zəncirinin iştirakçıları arasında sürətli məlumat mübadiləsinə** imkan verir, daha yüksək səmərəliliyə və daha yaxşı resurs istifadəsinə səbəb olur.

Qida məhsullarının daşımalarının təhlükəsizliyi innovativ qablaşdırma inkişafı ilə də dəstəklənir. Müasir **qablaşdırma materialları**. Məsələn; **bioloji parçalana bilən taralar** və ya məhsulun vəziyyətinə nəzarət edən **ağıllı qablaşdırma** daşıyan qida məhsullarının **təzəliyini** və **keyfiyyətini** qorumağa kömək edir. Bu yeniliklər **tullantıları** azaldır və **dayanıqlı nəqliyyat inkişafını** dəstəkləyir .

Logistik yanaşmada tez xarab olan yükləri daşıyan hərəkət tərkiblərinə qoyulan tələblər aşağıdakı kimidir:

Qrup və sinif	Fərqlənmə nişanı	Təyinat yeri	Temperatur rejimi
1	2	3	4
<i>İzotermik</i>			
Normal izolyasiyalı	İN	Yükləmə temperaturunda qısa məsafəyə daşıma.	Kuzanın daxili temperaturu 1 saat ərzində 1°C çox deyil.
Güclü izolyasiyalı	İR	—	Yükləmə temperaturunun saxlanması.
<i>Buzxana - furqon</i>			
A sinif	RNA	Soyudulmuş və dondurulmuş yüklərin kiçik məsafələrə daşınması.	Kuzanın daxili temperaturu 12 saat müddətində 7°C, xarici temperaturu isə 30°C –də saxlanılır.
B sinif	RRB	—	Kuzanın temperaturu -10°C.
C sinif	RRC	—	Kuzanın temperaturu -20°C.
<i>Refrijerator</i>			
A sinif	FRA	Dərin dondurulmuş yüklərin uzaq məsafələrə daşınması.	Kuzanın daxili temperaturu 12 saat müddətində +12°C -dən 0°C-yə kimi, xarici temperaturu isə 30°C –də saxlanılır.
B sinif	FRB	—	Kuzanın temperaturu +12°C-dən -10°C-yə dək.
C sinif	FRC	—	Kuzanın temperaturu +12°C-dən -20°C yə dək.
<i>Qızdırılan - furqon</i>			
A sinif	CNA	Qızdırılma tələb edən yüklərin daşınması.	12 saat müddətində kuzanın xarici temperaturu -10°C daxili temperaturu $\geq 12^{\circ}\text{C}$.
B sinif	CRB	—	Eynilə, xarici temperatur -20°C

ƏDƏBİYYAT SIYAHISI:

1. D.A.Məmmədov.Nəqliyyat daşımaları texnologiyaları.Bakı-2022.186 səh.
2. <https://afsa.gov.az/az>

СОДЕРЖАНИЕ CONTENT

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ TECHNICAL SCIENCES

ƏLİYEV MUSTAFA ALI, KƏRİMOV AQŞİN KƏRƏM [AZƏRBAYCAN] QEYRİ – STASİONAR ŞƏRAİTDƏ ÇOXQATLI QORUYUCU KONSTRUKSIYANIN NƏMLİK REJİMİNİN HESABLANMASI.....	3
МЕХРИБАН АЛИ КЫЗЫ МАМЕДОВА [БАКУ, АЗЕРБАЙДЖАН] РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ УСТАЛОСТНОГО РАЗРУШЕНИЯ ПЛАСТИНЫ С КРУГОВЫМ ОТВЕРСТИЕМ.....	10
SLAMBEK ALIMKHAN SOZAKBAIULY, Z.Z.AKHMETOVA [ASTANA, KAZAKHSTAN] ADVANCED ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES FOR NETWORK PENETRATION DETECTION.....	15
SAMAROV XUSNUTDIN QAMARDINOVICH, SALIMOV ZAYNIDDIN ILYOS O'G'LI [TOSHKENT, O'ZBEKISTON], QOSIMOV ILYOS SALIMOVICH [QARSHI, O'ZBEKISTON] KIBERXAVFSIZLIKGA OID FANLARGA LABORATORIYA MASHG'ULOTLARINI BAJARISH UCHUN PLATFORMANI YARATISHNING DOLZARBLIGI.....	23
НАЗАРБАЕВ ЕРНАР АЛМАСҰЛЫ, Ж.К. КУЛМАГАМБЕТОВА [АКТОБЕ, КАЗАХСТАН] ПРИМЕНЕНИЕ TELEGRAM-БОТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ: ПРЕИМУЩЕСТВА И ВЫЗОВЫ.....	29
МОРАРЬ СЕРГЕЙ РОМАНОВИЧ, Б.Н. АМАНОВА [УРАЛЬСК, КАЗАХСТАН] АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОБЕТОНОВ.....	33
МУСИНОВ РУСЛАН САБЫРКАНОВИЧ, РОЗА ШОКАНҚЫЗЫ [АСТАНА, КАЗАХСТАН] ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ КАЗАХСТАНА.....	38
КЕНЖЕБАЙ ӘДІЛ БАУЫРЖАНҰЛЫ, Ж.К. КУЛМАГАМБЕТОВА [АКТОБЕ, КАЗАХСТАН] ВЫБОР АРХИТЕКТУРЫ И ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ТАКСИ.....	42
MIKABERIDZE MALKHAZ SHOTAEVICH [GEORGIA, KUTAI SI] INTENSIFICATION OF FOOD ADDITIVES PRODUCTION.....	46
БЕРДАЛЫ НҰРЖАН ЖАҢБЫРБАЙҰЛЫ, ҚАРШЫҒАЕВ РАХИМЖАН ОРИНБАСАРОВИЧ, ҚАРШЫҒА Ғ.О. [ҚЫЗЫЛОРДА, ҚАЗАҚСТАН] КӨЛДЕНЕҢ ЕРІТІНДІ ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ ЫҒЫСУ КЕЗІНДЕ КІРПІШТІҢ БЕРІКТІГІН ЕСЕПТЕУ.....	54
САБИТОВ МЕЙРИМХАН, ИБРАГИМОВА К. [ТАРАЗ, ҚАЗАҚСТАН] ҚАЗАҚСТАНДА ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТТІҢ ДАМУЫ.....	60
КОНОВАЛЕНКО МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ, ШТЕЛИ АРТЕМ ВИКТОРОВИЧ, БАТЫРБЕК ЭЛІБЕК ЕСІМБЕКУЛЫ, ГЕЛЬМАНОВА ЗОЯ САЛИХОВНА [ТЕМИРТАУ, КАЗАХСТАН] СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕТУЧИХ НОЖНИЦ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ: МЕТОДЫ МОДЕРНИЗАЦИИ И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ.....	65
НУСЕНОВА ДИНАРА АЙМАХАНҚЫЗЫ, ҚҰРМАНТАЙ ЖАРҚЫНАЙ МАҚСАТҚЫЗЫ [АЛМАТЫ, ҚАЗАҚСТАН] ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУЛЕРДІҢ ӘДІСТЕМЕСІ.....	70

И.С. БОНДАРЬ, А.С. ӘБДІРЖАН, Г.С. БЕГЕЖАНОВА [АЛМАТЫ, КАЗАХСТАН] ЭКСПЕРТИЗА КАЧЕСТВА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ПЛОТНОСТИ ГРУНТА НА АВТОДОРОЖНЫХ НАСЫПЯХ, РЕКОНСТРУИРУЕМОГО УЧАСТОК «КЫЗЫЛОРДА - ЖЕЗКАЗГАН».....	78
СЕЗІМ САТЫЛҒАНҚЫЗЫ, ИБРАГИМОВА К.А. [ТАРАЗ, ҚАЗАҚСТАН] РОБОТОТЕХНИКАНЫҢ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ДАМУЫ ЖӘНЕ БОЛАШАҒЫ.....	85
ТУРГАНОВ АРНУР МАКСОТОВИЧ, ХАЛИДУЛЛИН РОМАН АНУАРОВИЧ, АРСТАНОВ КАНАТ ТАСЖАНУЛЫ, БОЗБАЕВ БАТЫРЖАН КАДИРЖАНОВИЧ, А. БЕКЕЖАНОВИЧ [ОРАЛ, ҚАЗАҚСТАН] КЕН ОРЫНДАРЫН ИГЕРУ ЖӘНЕ ЖЕРАСТЫ ҚОЙМАЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ КЕЗІНДЕ ГЕОМЕХАНИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ МӘСЕЛЕЛЕРІ.....	89
ORUCOV ORXAN ZAKİR oğlu, ORUCOV TƏRXAN ZAKİR oğlu [AZƏRBAYCAN] QIDA MƏHSULLARININ NƏQLİYYAT VASİTƏLƏRİ İLƏ DAŞINMASI ZAMANI SANİTAR-GİGİYENİK NORMALAR VƏ MİNİMUM TƏLƏBLƏR.....	95



"IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION"

Контакт

els.education23@mail.ru

Наш сайт

irc-els.com