

ISSN 2222-940X



*NAXÇIVAN DÖVLƏT UNIVERSİTETİ*

# ELMİ ƏSƏRLƏR

**FİZİKA-RİYAZİYYAT VƏ  
TEXNİKİ ELMLƏR  
SERİYASI**

**Nakhchivan State University  
SCIENTIFIC WORKS  
THE SERIES OF PHYSICAL,  
MATHEMATICAL AND TECHNICAL  
SCIENCES**

**Нахчыванский Государственный  
Университет**

**НАУЧНЫЕ ТРУДЫ  
СЕРИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ  
И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

**2023 № 4 (125)**



**RİYAZİYYAT VƏ MEKANİKA ELMLƏRİ  
FİZİKA VƏ ASTRONOMİYA ELMLƏRİ**



AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ  
NAXÇIVAN DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

İSSN 2222-940X

# ELMİ ƏSƏRLƏR

*Fizika-Riyaziyyat və Texniki elmlər seriyası*

*№4 (125)*

NAXÇIVAN – 2023

Naxçıvan Dövlət Universiteti. "Elmi əsərlər". Fizika-Riyaziyyat və  
Texniki elmlər seriyası. 2023, №4 (125)

Jurnal 13 fevral 1997-ci il tarixdə Azərbaycan Respublikası  
Ədliyyə Nazirliyində qeydiyyatdan keçmişdir. (Şəhadətnamə № 550)

**BAŞ REDAKTOR:**

**ELBRUS İSAYEV**

Naxçıvan Dövlət Universitetinin rektoru,  
tarix üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

**BAŞ REDAKTOR MÜAVİNİ:**

**ORXAN CƏFƏROV**

Elmi katib, pedaqogika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

**REDAKTOR:**

**ƏLİ HƏŞİMOV**

Naxçıvan Dövlət Universiteti "Qeyrət" nəşriyyatının  
direktoru, filologiya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

**REDAKSİYA HEYƏTİNİN ÜZVLƏRİ:**

*Riyaziyyat və mexanika elmləri:*  
*Mathematical and mechanical sciences:*  
*Математика и механика:*

**Cavanşir İbrahim oğlu Zeynalov**  
riyaziyyat üzrə elmlər doktoru, professor

**Sabir Sultanağa oğlu Mirzəyev**  
fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor

**Sahib Əli oğlu Əliyev**  
riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

**Məhəmməd İman oğlu Namazov**  
riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

**Məftun İsmayıl oğlu İsmayılov**  
riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

**Yaqub Yaqub oğlu Məmmədov**  
riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, professor

**Cabir Hüseyn oğlu Əsədov**  
texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent  
(Rusiya Dövlət Aqrar Universiteti)

**Klaus Haenssger**  
riyaziyyat üzrə elmlər doktoru, professor  
(Almaniya, Leypsik Texniki Universiteti)

*Fizika və astronomiya elmləri üzrə:*  
*On Physics and astronomy sciences:*  
*По физике и астрономии:*

**Fərman Rza oğlu Qocayev**  
fizika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

**Şəmsəddin Kazım oğlu Kazımov**  
fizika-riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru,  
dosent

**Qulu Əhməd oğlu Həziyev**  
fizika-riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

**Aygün Hacı qızı Sultanova**  
fizika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

**Məftun Eynulla oğlu Əliyev**  
fizika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

**Soltan Əliyev** fizika-riyaziyyat elmləri  
doktoru, professor

# MÜNDƏRİCAT

## RİYAZİYYAT VƏ MEXANİKA

1. **SAHİB ƏLİYEV, CEYHUN ƏLİYEV.** Yakobi çoxnomillərinin sisteminin qurulması üsulu haqqında.....6
2. **Mətləb Səlimov, Elşad Ağayev, Murquzəli Əliyev.** Qeyri xətti diffuziya tənliyində naməlum əmsalın bərpası üçün tərs məsələ..... 11
3. **MƏMMƏD RƏCƏBOV.** Tərsimi həndəsə-texnika dilinin qrammatikasıdır.....20

## FİZİKA

4. **SEVİNC NOVRUZOVA, ƏYYUB AĞAYEV.** Alternativ energetikada işçi cisim və onun xassələri.....26
5. **XANƏLİ HƏSƏNOV, NƏZAKƏT QULİYEV.** Köçürmə proseslərinin yükdaşıyıcıların paylanmasına təsiri.....29
6. **SEYFƏDDİN CƏFƏROV, SƏYYARƏ CƏFƏROVA.** Fiziki hadisələrin mahiyyətini izah etmək üçün kompüter modellərindən istifadə.....34
7. **ELGÜN TAĞIYEV, SEYFƏDDİN CƏFƏROV, ƏLİ ABBASOV.** Təcrübə-fizika dərslərində tələbələrin idrak fəaliyyətinin inkişaf şərtlərindən biridir.....40
8. **SEVİNC BAĞIROVA.** Konform inikasın tətbiqi ilə konsentrik dairədə temperatur gərginliklərinin təyini.....46
9. **ÜLVÜ VƏLİYEV, NƏRİMAN İSMAYILOV.** CTTS ulduzlarında spektral enerji paylanma (sep) əyrilərinin xüsusiyyətləri.....51

## TEXNİKİ ELMLƏR

10. **ELDAR QOCAYEV, SAMİR QƏHRƏMANOV, ŞƏRƏFXANIM ƏLİYEV.** Tələbə tədqiqat və inkişaf bürolarının yeni cihaz istehsalında rolu.....56
11. **ASƏF ƏLİYEV, SƏYYAD VƏLİYEV.** Yollarda müxtəlif amillərin hərəkətin təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə təsiri.....60
12. **SƏADƏT ZEYANALOVA, ELNARƏ NİFTƏLİYEV.** İntellektual axtarış sistemlərində presedentləri təqdim etmək və çıxarmaq üsulları.....64
1. **SƏYYAD VƏLİYEV, GÜLŞADƏ AXUNDOVA.** Nəqliyyatın idarə edilməsinin yük daşımalarında əhəmiyyəti.....67
2. **YADULLA HƏZİYEV, GÜLŞADƏ AXUNDOVA.** Nəqliyyatda süni intellektin tətbiqinə dair nümunələr.....73
3. **FƏRHAD RÜSTƏMOV.** Scada sistemi (nəzarət yoxlaması və məlumatların toplanması) mühəndislik fəaliyyətində əsas vasitə kimi.....78
4. **ELNUR NAĞIYEV.** Şəhərlərdə nəqliyyatın ərazi üzrə tədqiqi (kür çayı təmsalında).....82

## CONTENTS

### MATHEMATICS AND MECHANICS

<b>SAHIB ALIYEV, JEYHUN ALIYEV.</b> On a method of construction of a system of jacobi polynomials.....	6
<b>MATLAB SALIMOV, ELSAD AGAYEV, MURQUZALI ALIEV.</b> The inverse problem of recovering an unknown coefficient in a nonlinear diffusion equation.....	11
<b>MAMMAD RAJABOV.</b> Descriptive geometry - grammar of engineering language.....	20

### PHYSICS

<b>SEVİNJ NOVRUZOVA, AGAYEV EYYUB.</b> Working fluid and its properties in alternative energy.....	26
<b>KHANALI HASANOV, NAZAKAT GULIYEVA.</b> The effect of transfer processes on the distribution of charge carriers.....	29
<b>SEYFADDIN JAFAROV, SAYYARA SAFAROVA.</b> Using computer models to explain the nature of physical phenomena.....	34
<b>ELGUN TAGHIYEV, SEYFADDIN JAFAROV, ALI ABBASOV.</b> Carrying out experiments is one of the conditions for the development of cognitive activity of students in physics lessons.....	40
<b>SEVINJ BAGHIROVA.</b> Determination of temperature stresses with conformal meshing in concentric circles.....	46
<b>ULVU VALIEV, NARIMAN ISMAILOV.</b> Characteristics of spectral energy distribution (sep) curves in cttS stars.....	51

### TECHNICAL SCIENCES

<b>ELDAR GOJAYEV, SAMIR GAHRAMANOV, SHARAFKHANIM ALIYEVA.</b> The role of student research and development offices in new device production.....	56
<b>ASAF ALIYEV, SAYYAD ALIYEV.</b> The influence of various factors on roads on ensuring traffic safety.....	60
<b>SAADAT ZEYNALOVA, ELNARA NİFTALİYEVA.</b> Techniques for representing and retrieving precedents in intelligent search engines.....	64
<b>SAYYAD VALIYEV, GULSHADA AKHUNDOVA.</b> Importance of transport management in cargo transportation.....	67
<b>YADULLA HAZIYEV, GULSHADE AKHUNDOVA.</b> Examples of use of artificial intelligence in transport.....	73
<b>FARHAD RUSTAMOV.</b> Scada system (Supervisory control and data collection) as the main tool in engineering.....	78
<b>ELNUR NAGHIYEV.</b> Field study of transportation in cities (İn the case of the kur river).....	82

## СОДЕРЖАНИЕ МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

<b>САХИБ АЛИЕВ, ДЖЕЙХУН АЛИЕВ.</b> О методе построения системы полиномов якоби.....6	6
<b>МАТЛАБ САЛИМОВ, ЭЛЬШАД АГАЕВ, МУРГУЗАЛИ АЛИЕВ.</b> Обратная задача восстановления неизвестного коэффициента в нелинейного уравнения диффузии.....11	11
<b>МАМЕД РАДЖАБОВ.</b> Начертательная геометрия-грамматика инженерного языка.....20	20

## ФИЗИКА

<b>СЕВИНДЖ НОВРУЗОВА, ЭЙЮБ АГАЕВ.</b> Рабочее тело и его свойства в альтернативной энергетике.....26	26
<b>ХАНАЛИ ГАСАНОВ, НАЗАКАТ ГУЛИЕВА.</b> Влияние трансферных процессов на распределение перевозчиков.....29	29
<b>СЕЙФАДДИН ДЖАФАРОВ, САЯРА ДЖАФАРОВА.</b> Использование компьютерных моделей для объяснения сущности физических явлений.....34	34
<b>ЭЛЬГЮН ТАГИЕВ, СЕЙФАДДИН ДЖАФАРОВ, АЛИ АББАСОВ.</b> Опыт – восприятие учащихся на уроках физики это одно из условий развития ее деятельности.....40	40
<b>СЕВИНДЖ БАГИРОВА.</b> Решение задачи двумерной термоупругости методом конформного отображения.....46	46
<b>УЛЬВИ ВЕЛИЕВ, НАРИМАН ИСМАИЛОВ.</b> Характеристики кривых спектрального распределения энергии (sep) звезд ctts.....51	51

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

<b>ЭЛЬДАР ГОДЖАЕВ, САМИР КАХРАМАНОВ, ШАРАФХАНУМ АЛИЕВА.</b> Роль студенческих офисов в производстве новых устройств.....56	56
<b>АСАФ АЛИЕВ, САЙЯД ВАЛИЕВ.</b> Влияние различных факторов на обеспечение безопасности движения на дорогах.....60	60
<b>СААДАТ ЗЕЙНАЛОВА, ЭЛЬНАРА НИФТАЛИЕВА.</b> Методы представления и вывода прецедентов в интеллектуальных поисковых системах.....64	64
<b>САЙЯД ВАЛИЕВ, ГУЛЬШАДА АХУНДОВА.</b> Важность управления движением в грузовых перевозках.....67	67
<b>ЯДУЛЛА АЗИЕВ, ГУЛЬШАДА АХУНДОВА.</b> Примеры использования искусственного интеллекта в транспорте.....73	73
<b>ФАРХАД РУСТАМОВ.</b> Система склада (диспетчерское управление и сбор данных) .....78	78
<b>ЭЛЬНУР НАГИЕВ.</b> Полевые исследования транспорта в городах (На примере реки кур).....82	82

## RİYAZİYYAT VƏ MEKANİKA

SAHİB ƏLİYEV

sahib1960elm@gmail.com

CEYHUN ƏLİYEV

jeyhunaliyev@ndu.edu.az

Naxçıvan Dövlət Universiteti

UOT: 05E35, 33C45, 33D45

### ON A METHOD OF CONSTRUCTION OF A SYSTEM OF JACOBI POLYNOMIALS

*The aim of this paper is to show a method of constructing Jacobi's system of polynomials.*

*For this, well-known lemmas and corresponding theorems have been used. That is, for any weight function  $h(x)$  there is a unique sequence of many terms  $\{P_n(x)\}$  that have a positive leading coefficient and satisfy the orthonormality condition. Given the weight function  $h(x) = (1-x)^\alpha(1+x)^\beta$ ,  $x \in (-1,1)$ ,  $\alpha > -1$ ,  $\beta > -1$  using the Leibniz formula, a polynomial of degree  $n$   $P_n^{(\alpha,\beta)}(x)$  is defined. It is clear that the polynomial  $P_n^{(\alpha,\beta)}(x)$  is a Jacobi polynomial with a high degree coefficient and it is proved that orthogonal with respect to the weight function in the interval  $(-1,1)$ . By defining the norm, the corresponding orthonormal polynomial is determined. Using the orthogonality and orthonormality conditions, a zero-order polynomial  $\bar{P}_0^{(\alpha,\beta)}(x)$  is defined and constant.  $C_0, C_1$  coefficients are determined using the corresponding lemma.  $\bar{P}_1^{(\alpha,\beta)}(x)$  is defined and other  $\bar{P}_2^{(\alpha,\beta)}(x)$  polynomials etc. can be found.*

**Key words:** Weight function, Jacobi polynomial, Leibniz rule, Chebyshev polynomial, Rodrigues formula, Kronecker delta, Pascal's triangle, orthonormal, orthogonal, normal.

MSC: 05E35,33C45,33D45

#### 1. Introduction

The classical orthogonal polynomials are named after Hermite, Laguerre and Jacobi. The Hermite polynomials are orthogonal on the interval  $(-\infty, \infty)$  with respect to the normal distribution  $h(x) = e^{-x^2}$ , the Laguerre polynomials are orthogonal on the interval  $(0, \infty)$  with respect to the gamma distribution  $h(x) = e^{-x} x^\alpha$  and the Jacobi polynomials are orthogonal on the interval  $(-1, 1)$  with respect to the beta distribution  $h(x) = (1-x)^\alpha(1+x)^\beta$ ,  $\alpha > -1, \beta > -1$  (1). The Legendre polynomials form a special case ( $\alpha = \beta = 0$ ) of the Jacobi polynomials.

In this article, we consider the following construction of a system of Jacobi polynomials [3], [4], [5].

#### 2. Definitions and preliminary tools

We recall the definition and the basic properties of orthogonal polynomials that can be found in the basic literature on orthogonal polynomials (cf. (4), (5), and (6)).

These classical orthogonal polynomials satisfy an orthogonality relation, a three term recurrence relation, a second order linear differential equation and a so-called Rodrigues formula. Moreover, for each family of classical orthogonal polynomials we have a generating function.

**Definition 2.1.** Let  $\{P_n(x)\}_{n=0}^\infty$  be a system of polynomials, where every polynomial  $P_n(x)$  has the degree  $n$ . If for all polynomials of this system

$$\int_a^b h(x) P_n(x) P_m(x) dx = 0, n \neq m$$

then the polynomials  $\{P_n(x)\}_{n=0}^\infty$  are called orthogonal in  $(a, b)$  with respect to the weight function  $h(x)$ . If moreover

$$\|P_n(x)\|_{h(x)} = \left[ \int_a^b h(x) P_n^2(x) dx \right]^{\frac{1}{2}} = 1$$

for every  $n = 0, 1, 2, \dots$ , then the polynomials are called orthonormal in  $(a, b)$ .

So the condition of the orthonormality of the system  $\{P_n(x)\}_{n=0}^\infty$  has the form

$$\int_a^b h(x) P_n(x) P_m(x) dx = \delta_{mn},$$

where  $\delta_{mn}$  is Kronecker delta which is defined by  $\delta_{mn} = \begin{cases} 0, & m \neq n \\ 1, & m = n \end{cases}$  for  $m, n = \{0, 1, 2, \dots\}$ .

**Definition 2.1** Jacobi polynomials can be defined by means of their **Rodrigues formula** and it is stated below

$$P_n^{(\alpha, \beta)}(x) = \frac{(-1)^n}{2^n n!} (1-x)^{-\alpha} (1+x)^{-\beta} D^n [(1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta}] \text{ for } n = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

In the sequel we will often use and the notation  $D = \frac{d}{dx}$  for differentiation operator. Then we have **Leibniz' rule**.

**Definition 2.2**  $D^n[f(x)g(x)] = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} D^k f(x) D^{n-k} g(x), n = 0, 1, 2, \dots$  which is generalization of the product rule. By using Leibniz' rule we have

$$\begin{aligned} D^n[(1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta}] &= \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} D^k (1-x)^{n+\alpha} D^{n-k} (1+x)^{n+\beta} = \\ &= n! \sum_{k=0}^n (-1)^k \binom{n+\alpha}{k} \binom{n+\beta}{n-k} (1-x)^{n+\alpha-k} (1+x)^{\beta+k} = \\ &= \frac{(-1)^n}{n! 2^n} \sum_{k=0}^n (-1)^k C_n^k \frac{\Gamma(\alpha+n+2)\Gamma(\beta+n+1)}{\Gamma(\alpha+n-k+1)\Gamma(\beta+n+1)} (1-x)^{n-k} (1+x)^k, n = 0, 1, 2, \dots \end{aligned}$$

This implies that  $P_n^{(\alpha, \beta)}(x) = \frac{(-1)^n}{2^n n!} \sum_{k=0}^n (-1)^k \binom{n+\alpha}{k} \binom{n+\beta}{n-k} (1-x)^{n-k} (1+x)^k, n = 0, 1, 2, \dots$

It can be show that the Jacobi polynomial has following the form.

$$P_n^{(\alpha, \beta)}(x) = \frac{(-1)^n}{2^n n!} (1-x)^{-\alpha} (1+x)^{-\beta} D^n [(1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta}] \quad (3)$$

Under certain conditions

$$P_n^{(\alpha, \beta)}(x) = \frac{1}{2^n n!} \frac{\Gamma(\alpha+\beta+2n+1)}{\Gamma(\alpha+\beta+n+1)} x^n + \frac{n(\alpha-\beta)}{2^n n!} \frac{\Gamma(\alpha+\beta+2n)}{\Gamma(\alpha+\beta+n+1)} x^{n-1} + \dots + 1 \quad (4)$$

The proof is by mathematical induction and by use of Pascal's triangle identity

$$\binom{n}{k} + \binom{n}{k-1} = \binom{n+1}{k}, k = 1, 2, \dots, n$$

### 3. A method of construction of a system of Jacobi polynomials.

**Lemma.** If in a system of  $n + 1$  polynomials  $F_0(x), F_1(x), \dots, F_n(x)$  each polynomial  $F_k(x)$  has degree  $k$ , then any polynomial  $Q_n(x)$  of degree  $n$  can be represented in a unique way in the form  $Q_n(x) = a_0 F_0(x) + a_1 F_1(x) + a_2 F_2(x) + \dots + a_n F_n(x)$

**Theorem:** For any weight function  $h(x)$  there is a unique sequence of polynomials  $\{P_n(x)\}$ , with positive leading coefficient and satisfying the orthonormality condition (7).

It can be proved that for  $x \in (-1, 1)$  the right side of equality (2) is indeed a polynomial of degree  $n$ .

Let us prove the orthogonality of the polynomials  $P_n^{(\alpha, \beta)}(x)$  with respect to the (1)  $h(x)$  weight function. Now it can be show that the Jacobi polynomial by using the definition Rodrigues formula and integration by parts satisfy the orthogonality relation.



$$\begin{aligned} J_{mn} &= \int_{-1}^1 (1-x)^\alpha (1+x)^\beta P_m^{(\alpha,\beta)}(x) P_n^{(\alpha,\beta)}(x) dx = \\ &= \int_{-1}^1 (1-x)^\alpha (1+x)^\beta \frac{(-1)^n}{2^n n!} (1-x)^{-\alpha} (1+x)^{-\beta} D^n [(1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta}] P_m^{(\alpha,\beta)} dx \\ &= \frac{(-1)^n}{2^n n!} \int_{-1}^1 D^n [(1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta}] P_m^{(\alpha,\beta)} dx \end{aligned} \quad (5)$$

$$\left\{ \begin{aligned} u &= P_m^{(\alpha,\beta)}(x) \Leftrightarrow dv = D^n [(1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta}] dx \\ du &= \{P_m^{(\alpha,\beta)}(x)\}' \Leftrightarrow v = D^{n-1} [(1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta}] \end{aligned} \right. \quad (6)$$

$$J_{mn} = \frac{(-1)^n}{2^n n!} \left\{ P_m^{(\alpha,\beta)}(x) D^{n-1} [(1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta}] \Big|_{-1}^1 - \int_{-1}^1 \{P_m^{(\alpha,\beta)}(x)\}' D^{n-1} [(1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta}] dx \right\} = \frac{(-1)^{n+1}}{2^n n!} \left\{ \int_{-1}^1 \{P_m^{(\alpha,\beta)}(x)\}' D^{n-1} [(1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta}] dx \right\}$$

Or this expression can be written as

$$\int_{-1}^1 (1-x)^\alpha (1+x)^\beta P_m^{(\alpha,\beta)}(x) P_n^{(\alpha,\beta)}(x) dx = \frac{2^{\alpha+\beta+1}}{(2n+\alpha+\beta+1)} \frac{\Gamma(n+\alpha+1)\Gamma(n+\beta+1)}{\Gamma(n+\alpha+\beta+1)n!} \delta_{mn}$$

By virtue of the conditions  $\alpha > -1$  and  $\beta > -1$ , the terms outside the integral is equal to zero. Therefore, integrating by parts  $(n-1)$  more times, we get

$$A_{mn} = \frac{(-1)^{n+1}}{2^n n!} \int_{-1}^1 \{P_m^{(\alpha,\beta)}(x)\}^{(n)} D^{n-1} [(1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta}] dx \quad (7)$$

If  $m < n$  to,  $\{P_m^{(\alpha,\beta)}(x)\}^{(n)} \equiv 0$  then  $\int_{-1}^1 (1-x)^\alpha (1+x)^\beta P_m^{(\alpha,\beta)}(x) P_n^{(\alpha,\beta)}(x) dx = 0$

The value of the integral in the case  $m = n$  can be computed by using the leading coefficient and then writing the integral in terms of a beta integral:

$$\begin{aligned} \int_{-1}^1 (1-x)^\alpha (1+x)^\beta \{P_n^{(\alpha,\beta)}(x)\}^2 dx &= \frac{(-1)^n}{2^n n!} \int_{-1}^1 P_n^{(\alpha,\beta)}(x) D^n [(1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta}] dx = \\ &= \frac{(-1)^n}{2^n n!} \int_{-1}^1 D^n P_n^{(\alpha,\beta)}(x) (1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta} dx = \frac{(n+\alpha+\beta+1)n}{2^{2n} n!} \int_{-1}^1 (1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta} dx \\ &= \frac{\Gamma(2n+\alpha+\beta+1)}{\Gamma(n+\alpha+\beta+1)2^{2n} n!} \int_{-1}^1 (1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta} dx \end{aligned} \quad (8)$$

and by using the substitution  $1-x = 2t$

$$\int_{-1}^1 (1-x)^{n+\alpha} (1+x)^{n+\beta} dx = \int_0^1 (2t)^{n+\alpha} (2-2t)^{n+\beta} 2dt = 2^{2n+\alpha+\beta+1} \int_0^1 t^{n+\alpha} (1-t)^{n+\beta} dt = 2^{2n+\alpha+\beta+1} B(n+\alpha+1, n+\beta+1) = 2^{2n+\alpha+\beta+1} \frac{\Gamma(n+\alpha+1)\Gamma(n+\beta+1)}{\Gamma(2n+\alpha+\beta+2)}, n = 0, 1, 2, \dots \quad (9)$$

As a result, we obtain the square of the norm of the polynomial (2) with respect to the weight function (1).  $h_n(\alpha, \beta) = \frac{2^{\alpha+\beta+1}\Gamma(\alpha+n+1)\Gamma(\beta+n+1)}{n!(\alpha+\beta+2n+1)\Gamma(\alpha+\beta+n+1)}$

Therefore, the Jacobi orthonormal polynomial is represented in terms of polynomial (2) by the formula  $\bar{P}_n^{(\alpha,\beta)}(x) = \sqrt{\frac{n!(\alpha+\beta+2n+1)\Gamma(\alpha+\beta+n+1)}{2^{\alpha+\beta+1}\Gamma(\alpha+n+1)\Gamma(\beta+n+1)}} P_n^{(\alpha,\beta)}(x) \quad (10)$

Now let us define some limits of the system of orthonormal polynomials using a new method

$$P_0^{(\alpha,\beta)}(x) = \mu_0(\alpha, \beta) = \mu_0$$

$$\int_{-1}^1 \{P_0^{(\alpha,\beta)}(x)\}^2 h(x) dx = 1$$

$$\mu_0^2 \int_{-1}^1 (1-x)^\alpha (1+x)^\beta dx = 1 \text{ and by using the substitution } x = 2t - 1; x = -1, t = 0; x = 1, t = 1; dx = 2dt$$

$$\mu_0^2 \int_0^1 (1-2t+1)^\alpha (1+2t-1)^\beta 2dt = 1$$

$$\mu_0^2 \int_0^1 2^\alpha (1-t)^\alpha 2^\beta t^\beta 2dt = 1$$

$$\mu_0^2 2^{\alpha+\beta+1} \int_0^1 (1-t)^\alpha t^\beta dt = 1$$

$$\mu_0^2 2^{\alpha+\beta+1} B(\alpha+1, \beta+1) = 1$$

Using the relationship between beta and gamma,

$$\mu_0^2 2^{\alpha+\beta+1} \frac{\Gamma(\alpha+1)\Gamma(\beta+1)}{\Gamma(\alpha+\beta+2)} = 1$$

$$\mu_0 = \sqrt{\frac{(\alpha+\beta+1)\Gamma(\alpha+\beta+1)}{2^{\alpha+\beta+1}\Gamma(\alpha+1)\Gamma(\beta+1)}}$$

$\bar{P}_0^{(\alpha,\beta)}(x) = \sqrt{\frac{(\alpha+\beta+1)\Gamma(\alpha+\beta+1)}{2^{\alpha+\beta+1}\Gamma(\alpha+1)\Gamma(\beta+1)}}$  Let's define  $\bar{P}_1^{(\alpha,\beta)}(x)$  If we use the system of orthogonal and orthonormal polynomials

$$\int_{-1}^1 h(x) P_0^{(\alpha,\beta)}(x) P_1^{(\alpha,\beta)}(x) dx = 0$$

If we use the corresponding lemma

$$\int_{-1}^1 h(x) \{P_1^{(\alpha,\beta)}(x)\}^2 dx = 1$$

$$P_1^{(\alpha,\beta)}(x) = C_0 + C_1 x$$

$$\int_{-1}^1 (1-x)^\alpha (1+x)^\beta P_0^{(\alpha,\beta)}(x) (C_0 + C_1 x) dx = 0$$

Here  $P_0^{(\alpha,\beta)}(x) = 1$ , If we replace  $x = 2t - 1$

$$\int_{-1}^1 (1-x)^\alpha (1+x)^\beta (C_0 + C_1 x)^2 dx = 1$$

again then

$$\int_0^1 2^\alpha (1-t)^\alpha 2^\beta t^\beta 2 [(C_0 + C_1(2t-1))] dt = 0 \quad \int_0^1 2^{\alpha+\beta+1} (1-t)^\alpha t^\beta [(C_0 + C_1(2t-1))] dt = 0$$

$$\int_0^1 2^\alpha (1-t)^\alpha 2^\beta t^\beta 2 [C_0 + C_1(2t-1)]^2 dt = 1 \quad \int_0^1 2^{\alpha+\beta+1} (1-t)^\alpha t^\beta [C_0 + C_1(2t-1)]^2 dt = 1$$

$$\int_0^1 2^{\alpha+\beta+1} (1-t)^\alpha t^\beta [(C_0 - C_1) + 2C_1] dt = 0$$

$$\int_0^1 2^{\alpha+\beta+1} (1-t)^\alpha t^\beta [(C_0 - C_1) + 2C_1 t]^2 dt = 1$$

$$\int_0^1 (C_0 - C_1) (1-t)^\alpha t^\beta + 2C_1 (1-t)^\alpha t^{\beta+1} dt = 0$$

$$\int_0^1 (C_0 - C_1)^2 2^{\alpha+\beta+1} (1-t)^\alpha t^\beta + 4(C_0 - C_1)C_1 2^{\alpha+\beta+1} (1-t)^\alpha t^{\beta+1} + 4C_1^2 2^{\alpha+\beta+1} (1-t)^\alpha t^{\beta+2} dt = 1$$

$$(C_0 - C_1)B(\beta + 1, \alpha + 1) + 2C_1 B(\beta + 2, \alpha + 1) = 0$$

$$2^{\alpha+\beta+1} [(C_0 - C_1)^2 B(\beta + 1, \alpha + 1) + 4(C_0 - C_1)C_1 B(\beta + 2, \alpha + 1) + 4C_1^2 B(\beta + 3, \alpha + 1)] = 1$$

Using the relationship between beta and gamma again,

$$(C_0 - C_1) \frac{\Gamma(\beta+1)\Gamma(\alpha+1)}{\Gamma(\alpha+\beta+2)} + 2C_1 \frac{\Gamma(\beta+2)\Gamma(\alpha+1)}{\Gamma(\alpha+\beta+3)} = 0 \quad (*)$$

$$2^{\alpha+\beta+1} \left[ (C_0 - C_1)^2 \frac{\Gamma(\beta+1)\Gamma(\alpha+1)}{\Gamma(\alpha+\beta+2)} + 4C_1(C_0 - C_1) \frac{\Gamma(\beta+2)\Gamma(\alpha+1)}{\Gamma(\alpha+\beta+3)} + 4C_1^2 \frac{\Gamma(\beta+3)\Gamma(\alpha+1)}{\Gamma(\alpha+\beta+4)} \right] = 1$$

Hence  $C_0 = C_1 \frac{\alpha-\beta}{\alpha+\beta+2}$  (\*) Consequently we get

$$C_0 = \sqrt{\frac{(\alpha+\beta+3)\Gamma(\alpha+\beta+2)}{2^{\alpha+\beta+1}\Gamma(\alpha+2)\Gamma(\beta+2)}} \frac{1}{2} (\alpha - \beta)$$

$$C_1 = \sqrt{\frac{(\alpha+\beta+3)\Gamma(\alpha+\beta+2)}{2^{\alpha+\beta+1}\Gamma(\alpha+2)\Gamma(\beta+2)}} \frac{1}{2} (\alpha + \beta + 2)$$

Then the Jacobi orthonormal polynomial has the following

$$\text{form. } \bar{P}_1^{(\alpha,\beta)}(x) = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(\alpha+\beta+3)\Gamma(\alpha+\beta+2)}{2^{\alpha+\beta+3}\Gamma(\alpha+2)\Gamma(\beta+2)}} [(\alpha - \beta) + (\alpha + \beta + 2)]$$

In the same way, we can determine that  $\bar{P}_2^{(\alpha,\beta)}(x), \bar{P}_3^{(\alpha,\beta)}(x), \dots$

### REFERENCES

1. Chihara T., An Introduction to Orthogonal Polynomials, Gordon and Breach, New York: 1978.
2. Ya. L. Geronimus, On the polynomials orthogonal with respect to a given number sequence, Zap. Mat. Otdel. Khar'kov. Univers. i NII Mat. i Mehan. 17 (1940) 3–18.
3. Ya.L. Geronimus, On the polynomials orthogonal with respect to a given number sequence and a theorem by W. Hahn, Izv. Akad. Nauk SSSR 4 (1940) 215–228.
4. Korous J., Special Parts of Mathematics. Orthogonal Functions and Orthogonal Polynomials, SNTL, Prague, 1958 (in Czech).
5. Sujetin P.K., Classical orthogonal polynomials, Nauka, Moskva, 1979 (in Russian).

6. Szego G., Orthogonal polynomials, Nauka, Moskva, 1969 (in Russia).
7. Алиев С., Агаев Е. "Условие существования и единственности системы ортонормированных многочленов относительно данной весовой функции". Научные труды, Нахчыван, НГУ-2017 №4
8. Алиев С., Агаев Е. "Построение чебышевской системы полиномов первого типа". Научные труды, Нахчыван, НГУ-2019 №4
9. Sahib A. ALIYEV Nakhchivan Teacher-Training Institute, AZERBAIJAN Constructing a System of First Kind Chebyshev Polynomials Operators in General Morrey-Type Spaces and Applications (OMTSA 2019), Kutahya Dumlupinar University, Kutahya, TURKEY, 16-20 July, 2019

**SUMMARY**

**Sahib Aliyev, Jeyhun Aliyev**

**ON A METHOD OF CONSTRUCTION OF A SYSTEM  
OF JACOBI POLYNOMIALS**

The aim of this paper is to show a method of constructing Jacobi's system of polynomials.

For this, well-known lemmas and corresponding theorems have been used. That is, for any weight function there is a unique sequence of many terms that have a positive leading coefficient and satisfy the orthonormality condition. Given the weight function

Using the Leibniz formula, a polynomial of degree is defined. It is clear that the polynomial is a Jacobi polynomial with a high degree coefficient, and it is proved that it is orthogonal with respect to the weight function in the interval. By defining the norm, the corresponding orthonormal polynomial is determined. Using the orthogonality and orthonormality conditions, a zero-order polynomial is defined, constant coefficients are determined using the corresponding lemma, and other polynomials, etc. can be found.

**Key words:** *weight function, Jacobi polynomial, Leibniz rule, Chebyshev polynomial, Rodrigues formula, Kronecker delta, Pascal's triangle, orthonormal, orthogonal, normal.*

**РЕЗЮМЕ**

**Сахиб Алиев, Джейхун Алиев**

**О МЕТОДЕ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ПОЛИНОМОВ ЯКОБИ**

Цель этой статьи — показать метод построения системы многочленов Якоби.

Для этого использовались известные леммы и соответствующие теоремы. То есть для любой весовой функции  $h(x)$  существует уникальная последовательность множества термов  $\{P_n(x)\}$ , имеющих положительный старший коэффициент и удовлетворяющих условию ортонормированности. Учитывая весовую функцию

$h(x) = (1-x)^\alpha (1+x)^\beta, x \in (-1,1), \alpha > -1, \beta > -1$  по формуле Лейбница, многочлен степени  $n$   $P_n^{(\alpha, \beta)}(x)$  определено. Ясно, что полином  $P_n^{(\alpha, \beta)}(x)$  является полиномом Якоби с коэффициентом высокой степени и доказано, что он ортогонален относительно весовой функции в интервале  $(-1,1)$ . определяя норму, определяется соответствующий ортонормированный многочлен. Используя условия ортогональности и ортонормированности, определяется и является постоянным многочлен нулевого порядка  $P_0^{(\alpha, \beta)}(x)$ . Коэффициенты  $C_0, C_1$  определяются с помощью соответствующей леммы. Определен  $P_1^{(\alpha, \beta)}(x)$  и могут быть найдены другие полиномы  $P_2^{(\alpha, \beta)}(x)$  и т.д.

**Ключевые слова:** *весовая функция, многочлен Якоби, правило Лейбница, многочлен Чебышева, формула Родригеса, дельта Кронекера, треугольник Паскаля, ортонормированный, ортогональный, нормальный.*

---

*Məqalə daxil olmuşdur: 22 may 2023-cü il*  
*Çapa qəbul edilmişdir: 30 may 2023-cü il*

**МАТЛАБ САЛИМОВ***Azerbaijan State Oil and Industry University**matlab.salimov@asoiiu.edu.az***ЭЛЬШАД АГАЕВ***Нахчыванский Государственный Университет**elsad.agayev.56@mail.ru***МУРГУЗАЛИ АЛИЕВ***Бакинский Государственный Университет***UOT: 517.95****ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕИЗВЕСТНОГО КОЭФФИЦИЕНТА  
В НЕЛИНЕЙНОГО УРАВНЕНИЯ ДИФФУЗИИ**

*Работа посвящена исследованию разрешимости коэффициентной обратной краевой задачи с неизвестным коэффициентом, зависящим от времени для нелинейного уравнения диффузии. Для рассматриваемой обратной краевой задачи вводится определение классического решения. С помощью метода Фурье задача сводится к решению системы интегральных уравнений. С помощью метода сжатых отображений доказывается существование и единственность решения системы интегральных уравнений. Далее доказывается существование и единственность классического решения исходной задачи.*

***Ключевые слова:** Обратная краевая задача, нелинейного уравнения диффузии, метод Фурье, классическое решение.*

**Введение** Под обратной задачей для уравнений с частными производными в настоящей работе подразумевается такая задача, в которой вместе с решением требуется определить правую часть или (и) тот или иной коэффициент (коэффициенты) самого уравнения. Обратные задачи возникают в самых различных областях человеческой деятельности, таких как сейсмология, разведка полезных ископаемых, биология, медицина, контроль качества промышленных изделий и т. д., что ставит их в ряд актуальных проблем современной математики. В случае, если в обратной задаче неизвестными являются решение и правая часть, то такая обратная задача будет линейной; если же неизвестными являются решение и хотя бы один из коэффициентов, то обратная задача будет нелинейной.

Одним из нелинейных уравнений типа <<диффузия-реакция >> является логистическое уравнение с диффузией

$$\frac{\partial u(x,t)}{\partial t} = D \frac{\partial^2 u(x,t)}{\partial x^2} + ku(x,t)(1-u(x,t)). \quad (1)$$

Это уравнение предложено Н. Колмогоровым, И.Г. Петровским и Н.С. Пискуновым (1) и Фишером (2) для моделирования процесса распространения генной волны. Уравнение (1), также называемое уравнением Фишера-Колмогорова-Петровского-Пискунова (ФКПП), находит применение во многих областях: в задачах теплообмена, теории горения, биологии и экологии, в физике плазмы и задачах теории фазовых переходов и т.д. (1, с.3).

Необходимо отметить, что многие характеристики физических, химических, биологических, экологических и т.д. процессов, описываемых уравнением (\*) во многом зависят от коэффициентов данного уравнения. В связи с этим важными считаются задачи по определению этих коэффициентов с целью обеспечения желаемого протекания процессов.

В этой работе с помощью метода Фурье и принципа сжатых отображений доказаны существование и единственность решения нелокальной обратной краевой задачи для нелинейного уравнения диффузии.

Обратные краевые задачи для параболического уравнения второго порядка исследовались в работах (4; 9).

## 2. Постановка обратной краевой задачи

Рассмотрим обратную краевую задачу нахождения решения и неизвестного коэффициента

параболического уравнения

$$a(t)u_t(x,t) = u_{xx}(x,t) + p(t)u(x,t)(1-u(x,t)) + f(x,t), \quad D_T = \{(x,t) : 0 \leq x \leq 1, 0 \leq t \leq T\} \quad (2)$$

при условиях:

$$u(x,0) = \varphi(x) \quad (0 \leq x \leq 1), \quad (3)$$

$$u(0,t) = 0, \quad u(1,t) = 0 \quad (0 \leq t \leq T), \quad (4)$$

$$u(x_0,t) = h(t) \quad (0 \leq t \leq T), \quad (5)$$

где  $x_0 \in (0,1)$  - фиксированное число,  $a(t) > 0$ ,  $b(t)$ ,  $f(x,t)$ ,  $\varphi(x)$ ,  $h(t)$  - заданные функции, а  $u(x,t)$  и  $p(t)$  - искомые функции.

**Определение.** Пару  $\{u(x,t), p(t)\}$  функций  $u(x,t)$  и  $p(t)$  будем называть классическим решением задачи (2)-(5), если выполняются следующие условия:

1) функция  $u(x,t)$  и ее производные  $u_t(x,t)$ ,  $u_x(x,t)$ ,  $u_{xx}(x,t)$  непрерывны в  $D_T$ ;

2) функция  $p(t)$  непрерывна на  $[0,T]$ ;

3) уравнение (2) и условия (3)-(5) удовлетворяются в обычном классическом смысле.

Справедлива следующая

**Теорема 1.** Предположим, что  $0 \leq b(t) \in C[0,T]$ , функция  $a(t)$  положительна и непрерывна на  $[0,T]$ , функция  $\varphi(x)$  непрерывна на  $[0,1]$ , функция  $f(x,t)$  непрерывна по совокупности переменных в  $D_T$ ,  $h(t) \in C^1[0,T]$ ,  $h(t)(1-h(t)) \neq 0$  ( $0 \leq t \leq T$ ). Кроме того пусть выполняется условие согласования

$$\varphi(x_0) = h(0). \quad (6)$$

Тогда задача нахождения классического решения задачи (2)-(5) эквивалентна задаче определения функций  $u(x,t) \in C^{2,1}(D_T)$  и  $p(t) \in C[0,T]$ , из соотношений (2)-(4),

$$at)h'(t) = u_{xx}(x_0,t) + p(t)h(t)(1-h(t)) + f(x_0,t) \quad (0 \leq t \leq T). \quad (7)$$

**Доказательство.** Пусть  $\{u(x,t), p(t)\}$  - классическое решение задачи (2)-(5). Предполагая, что  $h(t)$  дифференцируема, из (4) получаем:

$$u_t(x_0,t) = h'(t) \quad (0 \leq t \leq T). \quad (8)$$

Поставляя  $x = x_0$  в уравнения (2) имеем:

$$a(t)u_t(x_0,t) = u_{xx}(x_0,t) + p(t)u(x_0,t)(1-u(x_0,t)) + f(x_0,t) \quad (0 \leq t \leq T). \quad (9)$$

Из последнего соотношения, в силу (5) и (8), получаем, что выполняется (7).

Теперь, пусть  $\{u(x,t), p(t)\}$  - решение задачи (2)-(4), (7) и удовлетворяется условие согласования (6). Из (7) и (9), имеем:

$$a(t) \frac{d}{dt} (u(x_0,t) - h(t)) = p(t)(u(x_0,t) - h(t))(1 - (u(x_0,t) + h(t))) \quad (0 \leq t \leq T). \quad (10)$$

Из (10), с учетом (3) и (6), нетрудно видеть, что

$$u(x_0,0) - h(0) = \varphi(x_0) - h(0) = 0. \quad (11)$$

Очевидно, что общее решение (10) имеет вид:

$$u(x_0, t) - h(t) = ce^0 \int_0^t \frac{a(\tau)(1-(u(1,t)+h(t)))}{a(\tau)} d\tau \quad (0 \leq t \leq T). \quad (12)$$

Отсюда, с учетом (11), получаем:

$$c = 0. \quad (13)$$

Подставляя его в (12) заключаем, что  $u(x_0, t) - h(t) = 0$  ( $0 \leq t \leq T$ ). Следовательно, ясно, что выполняется и условие (5). Теорема доказана.

### 3. О разрешимости обратной краевой задачи

Формально разыскивая первую компоненту  $u(x, t)$  решения  $\{u(x, t), p(t)\}$  задачи (2)-(4), (7) в виде

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} u_k(t) \sin \lambda_k x \quad (\lambda_k = k\pi) \quad (14)$$

приходим к задаче:

$$a(t)u'_k(t) + \lambda_k^2 u_k(t) = F_k(t; p, u) \quad (k = 1, 2, \dots; 0 \leq t \leq T), \quad (15)$$

$$u_k(0) = \varphi_k \quad (k = 1, 2, \dots), \quad (16)$$

где

$$u_k(t) = 2 \int_0^1 u(x, t) \sin \lambda_k x dx, \quad F_k(t; u, p) = f_k(t) + p(t)g_k(u)(t),$$

$$g_k(u)(t) = 2 \int_0^1 u(x, t)(1-u(x, t)) \sin \lambda_k x dx, \quad f_k(t) = 2 \int_0^1 f(x, t) \sin \lambda_k x,$$

$$\varphi_k = \int_0^1 \varphi(x) \sin \lambda_k x dx \quad (k = 1, 2, \dots).$$

Далее, из (15), (16) находим:

$$u_k(t) = \varphi_k e^{-\int_0^t \frac{\lambda_k^2 ds}{a(s)}} + \int_0^t \frac{F_k(\tau; p, u)}{a(\tau)} e^{-\int_{\tau}^t \frac{\lambda_k^2 ds}{a(s)}} d\tau \quad (k = 1, 2, \dots). \quad (17)$$

Для определения первой компоненты  $u(x, t)$  решения  $\{u(x, t), p(t)\}$  задачи (2)-(4), (7) подставляем выражения  $u_k(t)$  ( $k = 1, 2, \dots$ ) из (17) в (14):

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} \left\{ \varphi_k e^{-\int_0^t \frac{\lambda_k^2 ds}{a(s)}} + \int_0^t \frac{F_k(\tau; p, u)}{a(\tau)} e^{-\int_{\tau}^t \frac{\lambda_k^2 ds}{a(s)}} d\tau \right\} \sin \lambda_k x. \quad (18)$$

Учитывая (14), из (7), находим, что

$$p(t) = [h(t)(1-h(t))]^{-1} \left\{ a(t)h'(t) - f(x_0, t) + \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k^2 u_k(t) \sin \lambda_k x \right\}. \quad (19)$$

Далее, после подстановки выражения  $u_k(t)$  из (17) в (19) для определения второй компоненты  $p(t)$  решения  $\{u(x, t), p(t)\}$  задачи (2)-(4), (7) получаем:

$$p(t) = [h(t)(1-h(t))]^{-1} \left\{ a(t)h'(t) - f(x_0, t) + \right.$$

$$+ \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k^2 \left[ \left( \varphi_k - \int_0^T b(t) u_k(t) dt \right) e^{-\int_0^t \frac{\lambda_k^2 ds}{a(s)}} + \int_0^t \frac{F_k(\tau; p, u)}{a(\tau)} e^{-\int_{\tau}^t \frac{\lambda_k^2 ds}{a(s)}} d\tau \right] \sin \lambda_k x_0 \quad (20)$$

Таким образом, решение задачи (2)-(4), (7) свели к решению системы (18) и (20) относительно неизвестных функций  $u(x, t)$  и  $p(t)$ .

Для изучения вопроса единственности решения задачи (2)-(4), (7) важную роль играет следующая

**Лемма 1.** Если  $\{u(x, t), p(t)\}$  является решением задачи (2)-(4), (7), то функции

$$u_k(t) = 2 \int_0^1 u(x, t) \sin \lambda_k x dx \quad (k = 1, 2, \dots),$$

удовлетворяют на  $[0, T]$  счетной системе (17).

**Доказательство.** Пусть  $\{u(x, t), p(t)\}$  – любое решение (2)-(4), (7). Тогда умножив обе части уравнения (1) на функцию  $2 \sin \lambda_k x$  ( $k = 1, 2, \dots$ ), интегрируя полученное равенство по  $x$  от 0 до 1 и пользуясь соотношениями

$$2 \int_0^1 u_t(x, t) \sin \lambda_k x dx = \frac{d}{dt} \left( 2 \int_0^1 u(x, t) \sin \lambda_k x dx \right) = u'_k(t) \quad (k = 1, 2, \dots),$$

$$\int_0^1 u_{xx}(x, t) \sin \lambda_k x dx = -\lambda_k^2 \left( 2 \int_0^1 u(x, t) \sin \lambda_k x dx \right) = -\lambda_k^2 u_k(t)$$

получаем, что удовлетворяются (15).

Аналогично, из (2) получаем, что выполняется условие (16).

Таким образом,  $u_k(t)$  ( $k = 0, 1, \dots$ ) является решением задачи (15), (16). А отсюда, непосредственно следует, что функции  $u_k(t)$  ( $k = 0, 1, \dots$ ) удовлетворяют на  $[0, T]$  системе (17). Лемма доказана.

Очевидно, что если  $u_k(t) = 2 \int_0^1 u(x, t) \sin \lambda_k x dx$  ( $k = 1, 2, \dots$ ) является решением системы

(17) тройка,  $\{u(x, t), p(t)\}$  функций  $u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} u_k(t) \sin \lambda_k x$  ( $\lambda_k = \frac{\pi}{2}(2k-1)$ ) и  $p(t)$  является решением системы (18), (20).

Из леммы 1 следует, что имеет место следующее

**Следствие.** Пусть система (18), (20) имеет единственное решение. Тогда задача (2)-(4), (7) не может иметь более одного решения, т.е. если задача (2)-(4), (7) имеет решение, то оно единственно.

Теперь, с целью исследования задачи (2)-(4), (7) рассмотрим следующие пространства:

1. Обозначим через  $B_{2,T}^3$  [10], совокупность всех функций  $u(x, t)$  вида

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} u_k(t) \sin \lambda_k x \quad (\lambda_k = k\pi),$$

рассматриваемых в  $D_T$ , где каждая из функций  $u_k(t)$  непрерывна на  $[0, T]$  и

$$J_T(u) \equiv \left\{ \sum_{k=1}^{\infty} (\lambda_k^3 \|u_k(t)\|_{C[0,T]})^2 \right\}^{\frac{1}{2}} < +\infty.$$

Норму в этом множестве определим так:

$$\|u(x, t)\|_{B_{2,T}^3} = J_T(u).$$

2. Через  $E_T^3$  обозначим пространство, состоящее из топологического произведения

$$B_{2,T}^3 \times C[0, T].$$

Норма элемента  $z = \{u, p\}$  определяется формулой

$$\|z\|_{E_T^3} = \|u(x, t)\|_{B_{2,T}^3} + \|p(t)\|_{C[0, T]}.$$

Известно, что  $B_{2,T}^3$  и  $E_T^3$  являются банаховыми пространствами.

Теперь рассмотрим в пространстве  $E_T^3$  оператор

$$\Phi(u, a) = \{\Phi_1(u, p), \Phi_2(u, p)\},$$

где

$$\Phi_1(u, p) = \tilde{u}(x, t) \equiv \sum_{k=1}^{\infty} \tilde{u}_k(t) \sin \lambda_k x, \quad \Phi_2(u, p) = \tilde{p}(t),$$

а  $\tilde{u}_k(t)$  ( $k=1, 2, \dots$ ) и  $\tilde{p}(t)$  равны соответственно правым частям (17) и (20).

Нетрудно видеть, что

$$\left( \sum_{k=1}^{\infty} (\lambda_k^3 \|\tilde{u}_k(t)\|_{C[0, T]})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \leq 2 \left( \sum_{k=1}^{\infty} (\lambda_k^3 |\varphi_k|)^2 \right)^{\frac{1}{2}} + 2\sqrt{T} \left\| \frac{1}{a(t)} \right\|_{C[0, T]} \left[ \left( \int_0^T \sum_{k=1}^{\infty} (\lambda_k^3 |f_k(\tau)|)^2 d\tau \right) + \|p(t)\|_{C[0, T]} \left( \int_0^T \sum_{k=1}^{\infty} (\lambda_k^3 |g_k(u)(\tau)|)^2 d\tau \right) \right], \quad (21)$$

$$\|\tilde{p}(t)\|_{C[0, T]} \leq \| [h(t)(1-h(t))]^{-1} \|_{C[0, T]} \left\{ \|a(t)h'(t) - f(x_0, t)\|_{C[0, T]} + \left( \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k^{-2} \right)^{\frac{1}{2}} \left[ \left( \sum_{k=1}^{\infty} (\lambda_k^3 |\varphi_k|)^2 \right)^{\frac{1}{2}} + \right. \right.$$

$$\left. \left. + \sqrt{T} \left\| \frac{1}{a(t)} \right\|_{C[0, T]} \left[ \left( \int_0^T \sum_{k=1}^{\infty} (\lambda_k^3 |f_k(\tau)|)^2 d\tau \right)^{\frac{1}{2}} + \|p(t)\|_{C[0, T]} \left( \int_0^T \sum_{k=1}^{\infty} (\lambda_k^3 |g_k(u)(\tau)|)^2 d\tau \right)^{\frac{1}{2}} \right] \right\}. \quad (22)$$

Предположим, что данные задачи (2)-(4), (7) удовлетворяют следующим условиям:

1.  $\varphi(x) \in C^2[0, 1], \varphi'''(x) \in L_2(0, 1), \varphi(0) = \varphi(1) = \varphi''(0) = \varphi''(1) = 0$ .
2.  $f(x, t), f_x(x, t), f_{xx}(x, t) \in C(D_T), f_{xxx}(x, t) \in L_2(D_T), f(0, t) = f(1, t) = f_{xx}(0, t) = f_{xx}(1, t) = 0$  ( $0 \leq t \leq T$ ).
3.  $0 < a(t) \in C[0, T], h(t) \in C^1[0, T], h(t)(1-h(t)) \neq 0$  ( $0 \leq t \leq T$ ).

Тогда из (21) и (22) соответственно, имеем:

$$\left( \sum_{k=1}^{\infty} (\lambda_k^3 \|\tilde{u}_k(t)\|_{C[0, T]})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \leq 2 \|\varphi'''(x)\|_{L_2(0, 1)} +$$



$$+ 2\sqrt{T}(1+\delta) \left\| \frac{1}{a(t)} \right\|_{C[0,T]} \left[ \left\| f_{xxx}(x,t) \right\|_{L_2(D_T)} + \|p(t)\|_{C[0,T]} \left\| \frac{\partial^3}{\partial x^3} [u(x,t)(1-u(x,t))] \right\|_{L_2(D_T)} \right], \quad (23)$$

$$\begin{aligned} \|\tilde{p}(t)\|_{C[0,T]} \leq & \left\| [h(t)(1-h(t))]^{-1} \right\|_{C[0,T]} \left\{ \|a(t)h'(t) - f(x_0,t)\|_{C[0,T]} + \right. \\ & + \left. \left( \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k^{-2} \right)^{\frac{1}{2}} \left[ \|\varphi'''(x)\|_{L_2(0,1)} + \sqrt{T} \left\| \frac{1}{a(t)} \right\|_{C[0,T]} \left[ \|f_{xxx}(x,t)\|_{L_2(D_T)} + \right. \right. \right. \\ & \left. \left. \left. + \|p(t)\|_{C[0,T]} \left\| \frac{\partial^3}{\partial x^3} [u(x,t)(1-u(x,t))] \right\|_{L_2(D_T)} \right] \right] \right\}. \quad (24) \end{aligned}$$

Легко видит , что

$$\begin{aligned} \left\| \frac{\partial^3}{\partial x^3} [u(x,t)(1-u(x,t))] \right\|_{L_2(D_T)} &= \|u_{xxx}(x,t) - 2u(x,t)u_{xxx}(x,t) - 6u_x(x,t)u_{xx}(x,t)\|_{L_2(D_T)} \leq \\ &\leq \sqrt{3}\|u_{xxx}(x,t)\|_{L_2(D_T)} + 2\sqrt{3}\|u(x,t)\|_{C(D_T)}\|u_{xxx}(x,t)\|_{L_2(D_T)} + 6\sqrt{3}\|u_x(x,t)\|_{C(D_T)}\|u_{xx}(x,t)\|_{L_2(D_T)} \leq \\ &\leq \sqrt{3T}\|u(x,t)\|_{B_{2,T}^3} + 8\sqrt{3T}\|u(x,t)\|_{B_{2,T}^3}^2. \quad (25) \end{aligned}$$

Далее, с учетом (25) , из (23) и (24) соответственно, получаем:

$$\|\tilde{u}(x,t)\|_{B_{2,T}^3} \leq A_1(T) + B_1(T)\|p(t)\|_{C[0,T]}\|u(x,t)\|_{B_{2,T}^3} \left( 1 + \|u(x,t)\|_{B_{2,T}^3} \right), \quad (26)$$

$$\|\tilde{p}(t)\|_{C[0,T]} \leq A_2(T) + B_2(T)\|p(t)\|_{C[0,T]}\|u(x,t)\|_{B_{2,T}^3} \left( 1 + \|u(x,t)\|_{B_{2,T}^3} \right), \quad (27)$$

где

$$A_1(T) = \sqrt{3}\|\varphi'''(x)\|_{L_2(0,1)} + \sqrt{3T} \left\| \frac{1}{a(t)} \right\|_{C[0,T]} \|f_{xxx}(x,t)\|_{L_2(D_T)},$$

$$B_1(T) = 24T \left\| \frac{1}{a(t)} \right\|_{C[0,T]},$$

$$\begin{aligned} A_2(T) = & \left\| [h(t)(1-h(t))]^{-1} \right\|_{C[0,T]} \left\{ \|a(t)h'(t) - f(0,t)\|_{C[0,T]} + \right. \\ & + \left. \left( \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k^{-2} \right)^{\frac{1}{2}} \left[ \|\varphi'''(x)\|_{L_2(0,1)} + \sqrt{T} \left\| \frac{1}{a(t)} \right\|_{C[0,T]} \|f_{xxx}(x,t)\|_{L_2(D_T)} \right] \right\}, \end{aligned}$$

$$B_2(T) = 8\sqrt{3} \left\| [h(t)(1-h(t))]^{-1} \right\|_{C[0,T]} \left( \sum_{k=1}^{\infty} \lambda_k^{-2} \right)^{\frac{1}{2}} \left\| \frac{1}{a(t)} \right\|_{C[0,T]} T,$$

Из неравенств (26), (27) заключаем:

$$\begin{aligned} & \|\tilde{u}(x,t)\|_{B_{2,T}^3} + \|\tilde{p}(t)\|_{C[0,T]} \leq \\ & \leq A(T) + B(T)\|p(t)\|_{C[0,T]}\|u(x,t)\|_{B_{2,T}^3} \left( 1 + \|u(x,t)\|_{B_{2,T}^3} \right), \end{aligned} \quad (28)$$

где

$$A(T) = A_1(T) + A_2(T), \quad B(T) = B_1(T) + B_2(T),$$

Таким образом, справедлива следующая

**Теорема 2.** *Предположим, что выполняются условие 1-3 и неравенство*

$$B(T)(A(T) + 2)^2(A(T) + 3) < 1. \quad (29)$$

Тогда в шаре  $K = K_R(\|z\|_{E_T^3} \leq R = A(T) + 2)$  из  $E_T^3$  задача (2)-(4), (7) имеет единственное решение.

**Доказательство.** Запишем систему уравнений (18), (20) в виде

$$z = \Phi z, \quad (30)$$

где  $z = \{u, p\}$ ,  $\Phi z = \{\Phi_1 z, \Phi_2 z\}$ , а  $\Phi_i(u, p) (i = 1, 2)$  определены правыми частями уравнений (18), (20) соответственно.

Оператор  $\Phi(u, a_0)$  рассмотрим в шаре  $K = K_R(\|z\|_{E_T^3} \leq R = A(T) + 2)$  пространства  $E_T^3$ .

Аналогично (28) получаем, что для любых  $z, z_1, z_2 \in K_R$  справедливы оценки:

$$\begin{aligned} & \|\Phi z\|_{E_T^3} \leq A(T) + B(T)\|p(t)\|_{C[0,T]}\|u(x,t)\|_{B_{2,T}^3} \left( 1 + \|u(x,t)\|_{B_{2,T}^3} \right) + \leq \\ & \leq A(T) + B(T)(A(T) + 2)^2(A(T) + 3), \end{aligned} \quad (31)$$

$$\begin{aligned} & \|\Phi z_1 - \Phi z_2\|_{E_T^3} \leq \\ & \leq B(T)R(2R + 1) \left( \|p_1(t) - p_2(t)\|_{C[0,T]} + \|u_1(x,t) - u_2(x,t)\|_{B_{2,T}^3} \right). \end{aligned} \quad (32)$$

Из неравенств (31) и (32), в силу (29), следует, что оператор  $\Phi$  является в шаре  $K = K_R$  сжатым. Следовательно, оператор  $\Phi$  имеет в шаре  $K = K_R$  единственную неподвижную точку  $\{u, p\}$ , которая является единственным решением уравнения (30). Очевидно, что это решение также является единственным решением системы (18), (20) в шаре  $K = K_R$ .

Из структуры пространства  $B_{2,T}^3$  следует, что функции  $u(x,t)$ ,  $u_x(x,t)$  и  $u_{xx}(x,t)$  непрерывны в области  $D_T$ .

В силу (24) из (29) легко заметить, что

$$\begin{aligned} & \left( \sum_{k=1}^{\infty} (\lambda_k \|u'_k(t)\|_{C[0,T]})^2 \right)^{\frac{1}{2}} \leq \sqrt{3} \left\| \frac{1}{a_1(t)} \right\|_{C[0,T]} \left\{ \left( \sum_{k=1}^{\infty} (\lambda_k^3 \|u_k(t)\|_{C[0,T]})^2 \right)^{\frac{1}{2}} + \right. \\ & \left. + \left\| f_x(x,t) \right\|_{C[0,T]} \right\|_{L_2(0,1)} + \left\| p(t) \right\|_{C[0,T]} \left\| u_x(x,t)(1 - 2u(x,t)) \right\|_{C[0,T]} \right\|_{L_2(0,1)}. \end{aligned}$$

Из последнего соотношения следует, что  $u_x(x,t)$  непрерывна в  $D_T$ .

Нетрудно проверить, что уравнение (2) и условия (3)-(5) и (7) выполняются в обычном смысле. Таким образом, решением задачи (1)-(3), (7) является пара функций  $\{u(x, t), p(t)\}$ . В силу следствия леммы 1 оно единственно в шаре  $K = K_R$ . Теорема доказана.

С помощью теоремы 1 и теоремы 2 получаем однозначную разрешимость задачи (2)-(5).

**Теорема 3.** Пусть выполнены условия теоремы 2 и удовлетворяются условия согласования

$$\varphi(x_0) = h(0).$$

Тогда в шаре  $K = K_R (\|z\|_{E_T^3} \leq R = A(T) + 2)$  из пространства  $E_T^3$  задача (2)-(5) имеет единственное классическое решение.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Fisher, R.A. The Wave of Advance of Advantageous Genes /R.A. Fisher // Annals of Eugenics.- 1937.-№ 7.-Р. 355-369.
2. Колмогоров, А.Н. Исследование уравнения диффузии, соединенной с возрастанием количества вещества, и его применение к одной биологической проблеме /А.Н. Колмогоров, И.Г. Петровский, И.С. Пискунов // Бюллетень МГУ. Секция А.-1937.-Т. 1, № 6. -Р. 1-25.
3. Маслов, В.П. Исследование уравнения диффузии, соединенной с возрастанием количества вещества, и его применение к одной биологической проблеме / В.П. Маслов, В.Г. Данилов, К.А. Волосов. - М.: Наука, 1987.
4. Камынин, В.Л. Обратная задача определения младшего коэффициента в параболическом уравнении при условии интегрального наблюдения / В.Л. Камынин // Математические заметки. -2013. -Т. 94, № 2. -Р. 207-217.
5. А.И. Кожанов, Параболические уравнения с неизвестными коэффициентами, зависящими от времени // Журнал вычислительной математики и математической физики, 45 (2005), No. 12, 2168–2184.
6. Elvin Azizbayov, Yashar Mehraliyev Solvability of nonlocal inverse boundary-value problem FOR a second-order parabolic equation with integral conditions Electronic Journal of Differential Equations, Vol. 2017 (2017), No. 125, pp. 1–14
7. M. I. Ivanchov; Inverse problem for equations of parabolic type, Mathematical Studies, vol. 10, Lviv: VNTL Publishers, Monograph Series, 2003.
8. X. M. Гамзаев, Численный метод решения коэффициентной обратной задачи для нелинейного уравнения диффузии-реакции, Вестн. ЮУрГУ. Сер. Матем. моделирование и программирование, 2018, том 11, выпуск 1, 145–151
9. Keriinov, N.B. An Inverse Coefficient Problem for the Heat Equation in the Case of Nonlocal Boundary Conditions /N.B. Kerimov, M.I.Ismailov // Journal of Mathematical Analysis and Applications. -2012. -V. 396, № 2. -Р. 546-554.
10. К. И. Худавердиев, А. А. Велиев, Исследование одномерной смешанной задачи для одного класса псевдогиперболических уравнений третьего порядка с нелинейной операторной правой частью, Баку: Чашыоглы, 2010.

## XÜLASƏ

Mətləb Səlimov, Elşad Ağayev  
Murquzəli ƏliyevQEYRİ XƏTTİ DIFFUZIYA TƏNLIYİNDƏ NAMƏLUM ƏMSALIN  
BƏRPASI ÜÇÜN TƏRS MƏSƏLƏ

İşdə qeyri xətti diffuziya tənliyində zamandan asılı naməlum əmsalın tapılması üçün əmsallı tərs sərhəd məsələsi tədqiq edilir. Baxılan məsələ üçün klassik həllin tərfi verilir. Furiye üsulunun köməyi ilə məsələ inteqral tənliklər sisteminin həllinə gətirilir. Sıxılmış inkas prinsipinin köməyi ilə inteqral tənliklər sisteminin həllinin varlığı və yeganəliyi isbat olunur. Sonra isə qoyulmuş məsələnin klassik həllinin varlığı və yeganəliyi isbat olunur.

*Açar sözlər:* tərs sərhəd məsələsi, qeyri xətti diffuziya tənliyi, Furiye üsulu, klassik həll

## SUMMARY

Matlab Salimov, Elsad Agayev  
Murquzali AlievTHE INVERSE PROBLEM OF RECOVERING AN UNKNOWN  
COEFFICIENT IN A NONLINEAR DIFFUSION EQUATION

The work is devoted to the study of the solvability of the coefficient inverse boundary value problem with an unknown coefficient depending on time for the nonlinear diffusion equation. For the considered inverse boundary value problem, the definition of a classical solution is introduced. Using the Fourier method, the problem is reduced to solving a system of integral equations. Using the contraction mapping method, we prove the existence and uniqueness of a solution to a system of integral equations. Further, the existence and uniqueness of the classical solution to the original problem are proved.

*Key words:* Inverse boundary value problem, nonlinear diffusion equation, Fourier method, classical solution.

---

*Məqaləni çapa təqdim etdi:* riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, dosent Sahib Əliyev

*Məqalə daxil olmuşdur:* 22 may 2023-cü il

*Çapa qəbul edilmişdir:* 30 may 2023-cü il

**MƏMMƏD RƏCƏBOV**  
*mamedrecebov52@gmail.com*  
*Naxçıvan Dövlət Universiteti*

**UOT: 514.**

### **TƏRSİMİ HƏNDƏSƏ-TEXNİKA DİLİNİN QRAMMATİKASIDIR**

*Məqalədə göstərilir ki, həndəsi biliklərin inkişaf mərhələsinin hər birində həndəsi modelləşmə üsulu köklü şəkildə dəyişdiyindən həndəsi modelləşmə üsulu köklü dəyişikliklərə məruz qalır, lakin öyrənilən obyekt (fəza cisimləri, onların qarşılıqlı vəziyyətləri və nisbətləri) və məmulatın əyani təsvir şəklində verilməsi dəyişməz qalır.*

*Birinci mərhələdə həndəsənin formalaşması tamamlanmışdır. Bundan sonra elmi biliklər (təsvirlərin alınması üçün yeni proyeksiyalama üsulları işlənmiş və təkmilləşdirilmiş, üçölçülü dekart koordinant sistemi yaranmış və s.) və sənaye inkişaf etmiş, bu isə öz növbəsində kifayət qədər mürəkkəb olan üçölçülü obyektlərin istehsalı zərurətini artırmışdır. XIX əsrin əvvəlində fransız alimi Qaspar Monj bu sahədə özündən əvvəlki elmi nailiyyətləri ümumiləşdirərək üçölçülü obyektin yeni həndəsi modelləşdirmə üsulunu vermişdir. İkinci mərhələ tərsimi həndəsənin meydana gəlməsi ilə tamamlanmışdır. Tərsimi həndəsə üsulu ilə yaradılan model (çertyoj) əvvəlki inkişaf mərhələsindəki modeldən kəskin fərqlənir. Bu modeldə üçölçülü obyektin təsvir etməyə, obyektin həndəsi xarakteristikasını tədqiq etməyə və onu istehsal etməyə imkan verir. Tərsimi həndəsə insan təfəkkürünün ən ali ixtirası sayılan çertyojun tərtibinin nəzəri əsasını verir. Çertyojun tərtibində konstruksiya sistemlərinin vahid sisteminin (KSVS) standartlarının tətbiqi qrafiki təsviri beynəlxalq dil səviyyəsinə yüksəltmişdir. Belə ki, texniki biliyə malik olan hər bir şəxs ana dilindən asılı olmayaraq, öz fikrini çertyojda daha yaxşı ifadə edə bilir, çünki çertyoj əşyanın sözlə təsvirindən daha mükəmməl və daha dəqiqdir. Tərsimi həndəsə texnika dilinin (çertyojun) qrammatikasıdır.*

***Açar sözlər:** tərsimi həndəsə, proyeksiya, çertyoj, kompüter qrafikası, epyür, Monj metodu*

Həndəsi biliklərin inkişaf tarixi bir neçə mərhələdən keçmiş və onun hər birində həndəsi modelləşmə üsulu köklü şəkildə dəyişdiyindən həndəsi model də dəyişikliyə məruz qalmışdır. (Şəkil formasında əyani təsvir modeli; ikiölçülü obyektin ikiölçülü həndəsi modeli (həndəsə), üçölçülü obyektin ikiölçülü həndəsi modeli (tərsimi həndəsə), üçölçülü obyektin üçölçülü kompüter modeli (kompüter qrafikası), dördölçülü obyektin (dördüncü ölçü kimi zaman nəzərdə tutulur) dördölçülü kompüter modeli (kompüterlə animasiya)) bir inkişaf mərhələsindən digər inkişaf mərhələsinə keçərkən öyrənilən obyekt qalır. Qrafiki təsvirlə verilən informasiyaların dəqiq, əyani və lakonik olması ilə yanaşı onun oxunmasında dil baryeri də yoxdur.

Birinci mərhələ həndəsənin formalaşması ilə tamamlanmışdır. Bundan sonra cəmiyyətdə elmi biliklər və sənaye inkişaf etmiş, bu da öz növbəsində kifayət qədər mürəkkəb olan üçölçülü obyektin istehsalı zərurətini artırmışdır. XIX əsrin əvvəllərində fransız alimi Qaspar Monj (1746-1818) bu sahədə özündən əvvəlki elmi nailiyyətləri ümumiləşdirərək üçölçülü obyektin yeni həndəsi modelləşdirmə üsulunu vermişdir. İkinci mərhələ tərsimi həndəsənin meydana gəlməsi ilə tamamlanmışdır. Tərsimi həndəsə üsulu ilə yaradılan model (çertyoj) əvvəlki inkişaf mərhələsindəki modeldən kəskin fərqlənir. Bu model üçölçülü obyektin təsvir etməyə, obyektin həndəsi xarakteristikasını tədqiq etməyə və onu istehsal etməyə imkan versə də, XX əsrin sonunda elm və texnikada kompüter texnologiyalarının geniş istifadəsinə maneəçilik törədən amillərdən oldu və bu

isə öz növbəsində yeni üçölçülü obyektin üçölçülü kompüter (elektron) modelinin yaranmasına gətirib çıxardı.

Tərsimi həndəsə həndəsənin bir bölməsi olub riyaziyyatla texnikanın vəhdətini təşkil edir və bu kursda fəza cisimlərinin (hansı ki, nöqtələr, xətlər və səthlər çoxluğundan təşkil olunur) müstəvilər üzərində təsvir olunma (proyeksiyaların alınması) üsullarından və müstəvilər üzərindəki təsvirlər (proyeksiyalar) vasitəsilə cismin fəzadakı vəziyyətinin müəyyən edilməsi qaydalarında bəhs edilir.

Tərsimi həndəsə metodlarından riyazi məsələlərin həllində, qrafik modelləşdirmədə, memarlıqda istifadə edilir, geniş şəkildə fizika, kimya, texnika, kristalloqrafiyada və çox sayda digər elmlərdə istifadə edilir (3, s.8).

Riyaziyyatın başqa sahələri kimi “Tərsimi həndəsə” məntiqi təfəkkürü və fəza təsəvvürünü inkişaf etdirir və onun mühəndis təmayüllü təhsil sistemində tədris edilməsi mühüm əhəmiyyətə malikdir.

Tərsimi həndəsə çertyoj tərtib etmək üçün nəzəri hazırlığı və texniki əsası verir. Çertyoj-özünəməxsus beynəlxalq dil olub onun vasitəsilə yalnız nöqtə, düz xətt, müstəvi və məhdud həndəsi işarələr və rəqəmlərdən istifadə etməklə, insan səth üzərində, xüsusilə müstəvi üzərində həndəsi fiqurların və onların qarşılıqlı əlaqələrinin təsviri imkanına malikdir.

“Çertyoj” sözü rus dilində ən gec XVI əsrdən başlayaraq müasir mənaya yaxın, yəni hər hansı cismi kağız üzərində təsvir etmək, nəyin isə planı mənasında işlənmişdir. Çertyojlar bizi əhatə edən real aləmin cisimlərini öyrənmək vasitələrindən biridir. Qrafik təsvirlərin müasir görünüş olması üçün yüzilliklər keçmişdir. Bu istiqamətdə ən sürətli inkişaf intibah dövrünə (1400-1700-cü illər) təsadüf edir və bunlara Leonordo Da Vinçinin (1452-1519), Jerar Dezarqın (1593-1662) əsərlərində rast gəlinir (6, s.143).

XVIII əsrin axırında görkəmli fransız həndəsə bilicisi və mühəndisi, sonralar isə dövlət xadimi Qaspar Monj (1746-1818) özündən əvvəlki əsas proyeksiyalama metodlarını tədqiq edərək onları bir sistemə salıb “Tərsimi həndəsə” (Geometre descriptive) adını daşıyan klassik əsərini yazmış və onu 1799-cu ildə Parisdə nəşr etdirmişdir. Burada ilk dəfə fəza fiqurlarının müstəvi üzərində təsvirinin nəzəri və praktiki yerinə yetirilməsi qaydası verilmişdir.

Rusiyada “Tərsimi həndəsə” fənni bu sahədə ilk rus professoru Y.A.Sevestyanov (1796-1849) tərəfindən fransız dilindən tərcümə edilmiş və 1821-ci ildə “Tərsimi həndəsənin əsasları” adı ilə nəşr edilmişdir. “Tərsimi həndəsə” fənni Rusiyada ilk dəfə əsas 1809-cu ildə qoyulmuş Sankt-Peterburq Dəmiryol mühəndisləri İnstitutunda tədris edilmişdir. 1830-cu ildən başlayaraq Rusiyanın bütün ali-texniki məktəblərində əsas fənn kimi tədris edilməyə başlanmışdır (7, c. 9).

Müasir insan fəaliyyətinin elə bir sahəsi tapılmaz ki, orada az və ya çox dərəcədə çertyojdan istifadə olunmasın.

Tərsimi həndəsə insan təfəkkürünün ən ali ixtirası sayılan çertyojun tərtibinin nəzəri əsasını təşkil edir. Tərsimi həndəsə qanunları (qaydaları) əsasında çertyoj alətləri ilə qurulmuş fəza cisimlərinin müstəvi üzərində təsviri çertyoj adlanır. Tərsimi həndəsədə çertyoj proyeksiyalama metodları əsasında qurulur və ona görə də proyeksiya çertyoju adlanır. Üçölçülü fəza cisimlərinin müstəvi üzərində təsvirinin qurulması üçün aparılan əməliyyat proyeksiyalama adlanır. Proyeksiyalama aparatı (əməliyyatı) – proyeksiyalayıcı şüalardan, cisimdən (həndəsi obyektədən) və cismin təsviri alınan proyeksiya müstəvisindən ibarətdir. Müstəvi üzərində proyeksiyalayıcı şüalar vasitəsilə təsviri qurma metoduna proyeksiyalama deyilir. Proyeksiyalayıcı şüaların keçirilmə üsulundan asılı olaraq aşağıdakı proyeksiyalama metodları mövcuddur.

1. mərkəzi proyeksiyalama metodu
2. paralel proyeksiyalama metodu

#### **Mərkəzi proyeksiyalama metodu.**

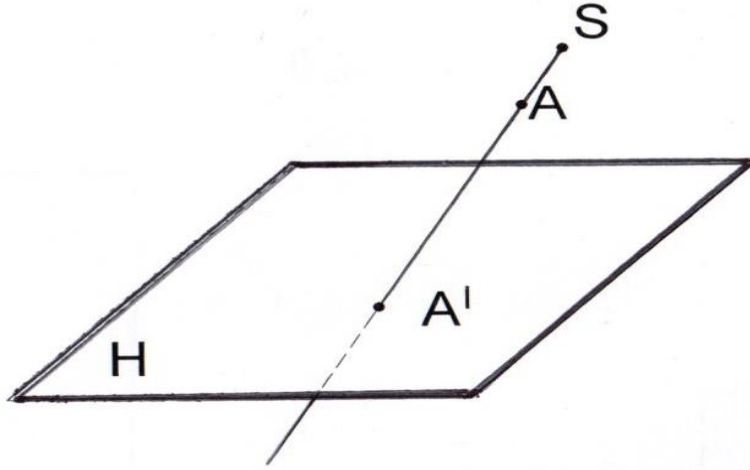
Mərkəzi proyeksiyalama metodu proyeksiya müstəvisi və onun üzərində olmayan nöqtə (S)-proyeksiya mərkəzi ilə verilir. Fəzadakı A nöqtəsinin verilmiş H proyeksiya müstəvisi üzərində proyeksiyasını almaq üçün S mərkəzindən SA şüası keçirilir və bu şüanın H-proyeksiya müstəvisi ilə kəsişmə nöqtəsi tapılır.

$$(SA) \cap H = A'$$

$A'$  nöqtəsi (proyeksiyası) fəzadakı  $A$  nöqtəsinin  $S$  mərkəzinə görə  $H$ -proyeksiya müstəvisi üzərindəki mərkəzi proyeksiyası adlanır (şəkil 1).

Mərkəzi proyeksiyalama üsulunda nöqtə verildikdə onun proyeksiyası birqiymətli təyin edilir, çünki  $S$ -mərkəzindən və  $A$  nöqtəsindən bir düz xətt keçir və bu düz xətt proyeksiya müstəvisi ilə bir nöqtədə kəşisir, lakin proyeksiyasına görə nöqtənin fəzadakı yerini birqiymətli tapmaq olmur.

Mərkəzi proyeksiyalama metodundan əsasən memarlıqda, şəkil və kinoçəkmədə, kristalloqrafiyada istifadə olunur.



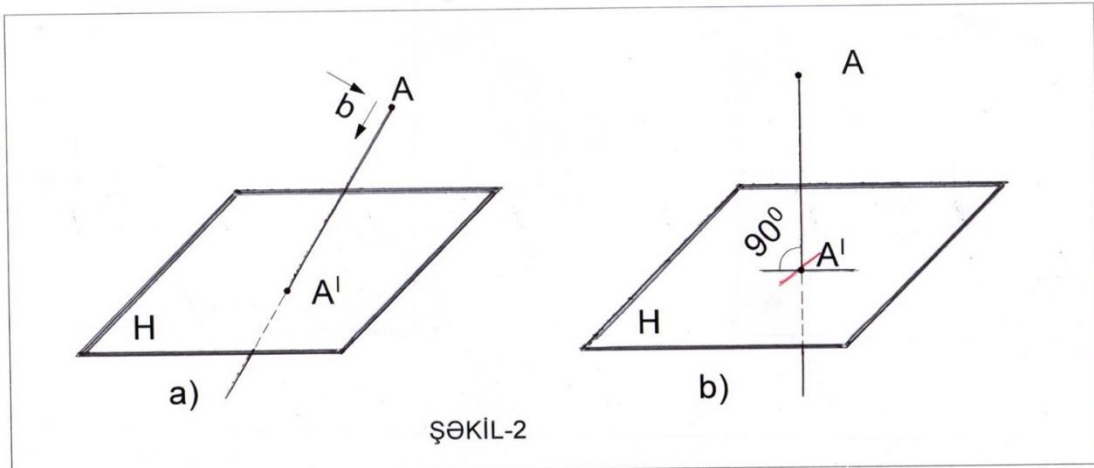
Şəkil 1.

**Paralel proyeksiyalama metodu.**

Paralel proyeksiyalama metodu proyeksiya müstəvisi və bu müstəviyə paralel olmayan istiqamətlə (vektorla) verilir. ( $\vec{v}HH$ ). Fəzadakı  $A$  nöqtəsinin proyeksiyasını qurmaq üçün  $A$  nöqtəsindən verilmiş istiqamətdə şüa keçirilir və bu şüa ilə proyeksiya müstəvisinin kəşimə nöqtəsi tapılır ( $A'$ ). Paralel proyeksiyalama üsulunda da bir proyeksiyasına görə nöqtənin fəzadakı yerini birqiymətli tapmaq olmur (şəkil 2 a).

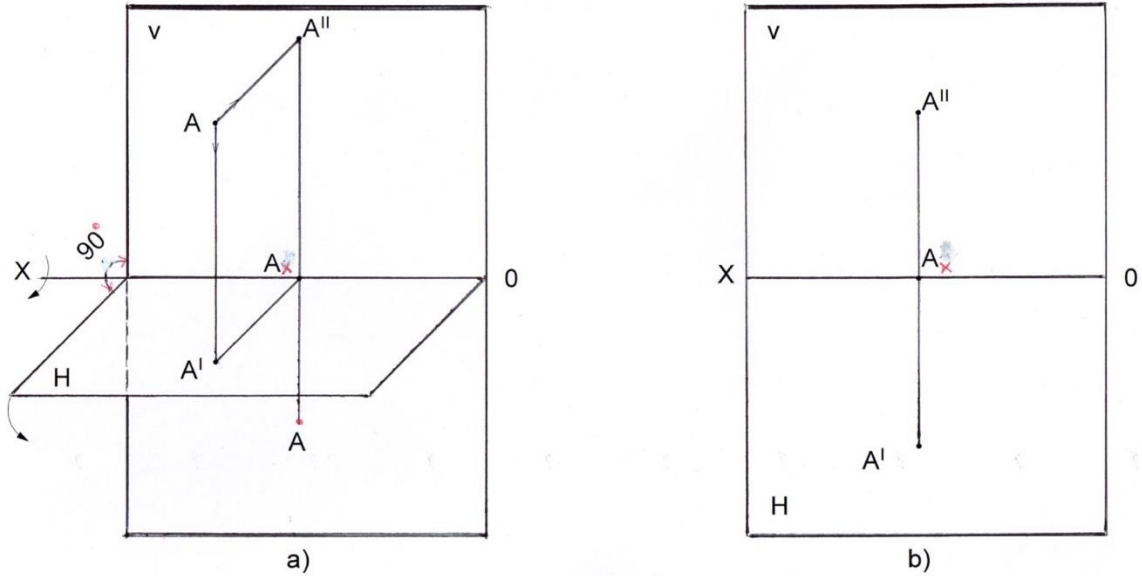
**Ortoqonal proyeksiyalama metodu.**

Paralel proyeksiyalama metodunda proyeksiyalama istiqaməti proyeksiya müstəvisinə perpendikulyar olarsa ortoqonal proyeksiyalama adlanır (şəkil 2 b). Ortoqonal proyeksiyalama



ŞƏKİL-2

üsulunda fəzadakı nöqtənin bir proyeksiya müstəvisi üzərində yalnız bir proyeksiyasını almaq mümkündür.



ŞƏKİL-3

**Monj metodu.** Q.Monj müəyyən etmişdir ki, nöqtənin fəzadakı vəziyyətini müəyyən etmək üçün onun ən azı 2 proyeksiyası məlum olmalıdır. Ortoqonal proyeksiyalamada proyeksiyalama istiqaməti proyeksiya müstəvisinə perpendikulyar olduğundan, nöqtənin iki proyeksiyasını almaq üçün iki bir-birinə paralel olmayan müstəvidən istifadə etmək lazımdır. Bu məqsədlə 1799-cu ildə Fransız alimi Q.Monj qarşılıqlı perpendikulyar müstəvilərdən istifadə etməyi təklif etmişdir (Şəkil 3 a).

H-horizontal proyeksiya müstəvisi, V-frontal proyeksiya müstəvisi; A' və A''- A nöqtəsinin horizontal və frontal proyeksiyası, [AA'), [AA'') uyğun olaraq horizontal və frontal proyeksiyalayıcı şüa adlanır.

Bu təsvirdə həm fəzadakı obyekt (baxılan halda nöqtə), həm də onun müstəvi üzərindəki proyeksiyaları verildiyindən mürəkkəb alınır, ölçülərin bir qismi təhrif olunur. Təsvirlərin sadələşməsi və dəqiqliyin artırılması üçün hər iki proyeksiya müstəvisi bir müstəvi üzərinə salınır. Bu məqsədlə V-frontal proyeksiya müstəvisini tərənəm saxlayıb, H-proyeksiya müstəvisini X oxu ətrafında saat əqrəbi istiqamətində  $90^0$  döndərməklə V-proyeksiya müstəvisi ilə üst-üstə salırlar (şəkil 3 b). Bu təsvir epyür adlanır. Bu halda rabitə xətti (A'A'') X oxuna perpendikulyar olur.

Epyürdə verilmiş iki nöqtənin fəzadakı hər hansı bir nöqtənin proyeksiyası olması üçün zəruri şərt onların proyeksiya oxuna perpendikulyar bir düz xətt üzərində olmasıdır.

Epyür vasitəsi ilə nöqtənin proyeksiya müstəvilərindən olan məsafələrini asanlıqla müəyyən etmək olur. |A'A<sub>x</sub>| məsafəsi A nöqtəsinin frontal proyeksiya müstəvisindən, |A''A<sub>x</sub>| məsafəsi isə A nöqtəsinin horizontal proyeksiya olan məsafəsini göstərir.

Qrafiki fəaliyyət təbiəti və texnikanı duymağa və səmərəli dərk etməyə imkan yaradır, predmetləri və əmək vasitələrini başa düşməyə, müşahidə vasitəsi ilə mümkün olmayan proseslərin və hadisələrin dərk olunmasına kömək edir.

Hər bir mühəndis texnik və fəhlələr bir-birindən çox uzaq məsafələrdə yerləşən sənayenin müxtəlif sahələrində tərtib edilmiş çertyojları oxumağı bacarması üçün çertyojların tərtibi vahid bir qaydada olmalıdır. Bu məqsədlə konstruksiya sənədlərinin yerinə yetirilməsi üçün standartlar yaradılmışdır. Konstruksiya sənədlərinin standartlaşmasının (KSS) təşkili ilk dəfə 1917-ci ildə Almaniyada, 1918-ci ildə ABŞ-da və Fransada, 1919-cu ildə Yaponiyada, 1925-ci ildə SSRİ-də həyata keçirilmişdir.



Hal-hazırda Azərbaycan Respublikasında çertyoj-qrafiki işlərin tərtibində Sovetlər sistemində işlənmiş və bütün Müstəqil Dövlətlər Birliyi tərəfindən qəbul edilmiş qaydalardan istifadə edilir (4, s.10-16).

Q.Monj yazırdı “Rəsmxətt texnikanın dilidir”, hazırda isə bu sahədə İSO standartlarının tətbiqi qrafik təsviri beynəlxalq dil səviyyəsinə yüksəlmişdir. Belə ki, texniki biliyə malik olan hər bir şəxs ana dilindən asılı olmayaraq, öz fikrini çertyojda daha yaxşı ifadə edə bilir, çünki çertyoj əşyanın sözlə təsəvvüründən daha mükəmməl və daha dəqiqdir. “Tərsimi həndəsə” texnika dilinin (çertyojun) tərtib edilməsi qaydalarını müəyyən etdiyindən Tərsimi həndəsəni öyrənmədən çertyojları başa düşmək və tərtib etmək mümkün deyil, Tərsimi həndəsə texnika dilinin (çertyojun) qrammatikasıdır.

### ƏDƏBİYYAT

1. Справочное руководство по черчению. Москва: “Машиностроение”, 1989, 864 с.
2. Гордон В.О, Семенцов М.А-Огисвский. Курс Начертательной геометрии. Москва: Наука, 1988, 272 с.
3. Фролов. “Начертательная геометрия” “Машиностроение” 1983, 240 с.
4. Nəbibov İ.Ə., İsmayilov C.X., Hüseynov V.S. Mühəndis geoloji qrafika (Dərslik). Bakı: 2018, 162 s.
5. Əliyev R.M. Tərsimi həndəsə və mühəndis qrafikası. Gəncə: 2018.
6. Стройк Краткий очерк истории математики. Москва: Наука, 1969, 328 с.
7. Михайленко В.Е, Пономарев А.М. Инженерная графика. Киев: Вища школа, 1980, 230 с.

### SUMMARY

Mammad Rajabov

#### DESCRIPTIVE GEOMETRY - GRAMMAR OF ENGINEERING LANGUAGE

The article shows that at each stage of development of geometric knowledge, the method of geometric modeling undergoes radical changes, since the method of geometric modeling changes radically, but the studied object (spatial objects, their mutual states and proportions) and the presentation of the product in the form of a visual description remain unchanged.

At the first stage, the formation of geometry is completed. After that, scientific knowledge (new projection methods for obtaining images were developed and improved, a three-dimensional Descartes coordinate system was created, etc.) and the industry has developed, which in turn has increased the need to produce three-dimensional objects that are quite complex. At the beginning of the XIX century, the French scientist Gaspar Monge summarized his previous scientific achievements in this field and gave a new method of geometric modeling of a three-dimensional object. The second stage is completed with the formation of descriptive geometry. The model created by the method of descriptive geometry (drawing) differs sharply from the model at the previous stage of development. In this model, it allows you to depict a three-dimensional object, explore the geometric characteristic of an object and produce it. The descriptive geometry gives the theoretical basis for the design of the drawing, which is considered the highest invention of human thinking. The application of the standards of the unified system of construction systems (KSVS) in the design of the drawing has raised the graphic representation to the level of an international language. So, any person with technical knowledge is better able to express his opinion in a drawing, regardless of his native language, because the drawing is more perfect and more accurate than the idea of an item in words. The descriptive geometry is the grammar of the technique language (drawing).

**Key words:** *descriptive geometry, projection, drawing, computer graphics, epur, Monj method.*

## РЕЗЮМЕ

Мамед Раджабов

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ-ГРАММАТИКА  
ИНЖЕНЕРНОГО ЯЗЫКА

В статье показано, что на каждом этапе развития геометрических знаний метод геометрического моделирования претерпевает коренные изменения, так как радикально меняется сам метод геометрического моделирования, но изучаемый объект (пространственные объекты, их взаимное расположение и пропорции) и представление продукта в виде визуального образа остаются неизменными.

На первом этапе завершается формирование геометрии. После этого развивались научные знания (разрабатывались и совершенствовались новые проекционные методы получения изображений, создавалась трехмерная декартова система координат и т.д.) и промышленность, что в свою очередь увеличивало потребность в производстве достаточно сложных трехмерных объектов. В начале 19 века французский ученый Гаспар Монж обобщил предыдущие научные достижения в этой области и дал новый метод геометрического моделирования трехмерного объекта. Второй этап завершается формированием инверсной геометрии. Модель (чертеж), созданная методом начертательной геометрии, резко отличается от модели на предыдущем этапе разработки. Он позволяет описать трехмерный объект в модели, изучить геометрические характеристики объекта и изготовить его. Начертательная геометрия обеспечивает теоретическую основу для рисования, которое считается высшим изобретением человеческой мысли. Применение стандартов единой системы строительных систем (КСВС) при составлении чертежа подняло графическое описание на уровень международного языка. Итак, каждый человек с техническими знаниями, независимо от его родного языка, может лучше выразить свою мысль в рисунке, потому что рисунок совершеннее и точнее, чем словесное изображение предмета. Начертательная геометрия — это грамматика технического языка (чертежа).

**Ключевые слова:** начертательная геометрия, проекция, рисунок, компьютерная графика, эльюр, метод Монжа.

---

*Мəqaləni çapa təqdim etdi: riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, dosent Sahib Əliyev*

*Мəqalə daxil olmuşdur: 22 may 2023-cü il*

*Çapa qəbul edilmişdir: 30 may 2023-cü il*

## FİZİKA

SEVİNC NOVRUZOVA

sevincrzayeva1969@gmail.com

ƏYYUB AĞAYEV

Naxçıvan Dövlət Universiteti

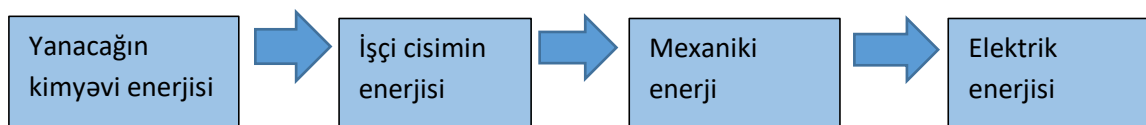
eyyubagayev01@gmail.com

UOT: 621

### ALTERNATİV ENERJETİKADA İŞÇİ CİSİM VƏ ONUN XASSƏLƏRİ

*Alternativ və ənənəvi üsullarla energetikanın istilik və elektrik enerjisinə çevrilməsi prosesində işçi cismin istilik və elektik enerjisinin alınmasının təsir mexanizmindən bəhs olunur. Həmçinin istilik elektrik stansiyalarında enerjinin çevirilməsi sxemi və İES-lərin bir sıra əlamətlərinə görə təsnifatından bəhs edilir. Bundan başqa İstilik Elektrik Stansiyalarında istifadə olunan yanacaqların əsas keyfiyyət göstəriciləri və yanacağın bir tərkibindən başqa tərkibinə keçmək üçün istifadə edilən əmsallar haqqında məlumat verilir. Həmçinin bu istiliyin alınması, yuxarı və aşağı yanma istiliyi, onların mənşəyi və xarakteristikaları haqqında danışılır.*

**Açar sözlər:** işçi cisim, üzvi yanacaq, atom nüvəsinin bölünməsi, isilik enerjisi, generatorlar.



Şəkil. 1. Enerji çevrilmələrinin sxemi

1. Qaz turbini qurğusunu yanma kamerası və ya nüvə reaktoru onun buxar generatoru
2. İstilik mühərriki və ya qaz turbini
3. Elektrik generatoru

Üzvi yanacağın kimyəvi enerjisindən istifadə edən İstilik Elektrik Stansiyalarının təsnifatı bir sıra əlamətlərinə görə aşağıdakı kimi aparılır.

1. İstifadə edilən yanacağın növünə görə
2. Elektrik generatorunun rotorunu hərəkətə gətirən əsas mühərrik tipinə görə
3. Buxarın başlanğıc təzyiqinə görə
4. İstehlakçının xarakterinə görə
5. İstehsal olunan enerjinin növünə görə

İstifadə edilən yanacağın növünə görə elektrik stansiyalarında bərk, maye və qaz yanacağı tipləri ilə işləyən vardır. Yanacağın üzvi tərkibinə yanar, quru, işçi və analitik tərkib daxildir.

Bərk yanacaqlar üzvi, yanar, quru, işçi və analitik tərkibəri ilə xarakterizə edilir. Yanacağın üzvi tərkibi dedikdə onun tərkibinə daxil olan C, H, O, N kütlələrinin faizlərlə miqdarı başa düşülür. Yanacağın işçi tərkibinə onun istehlakçılara yəni, stansiyalara göndərdiyi zaman malik olduğu tərkib başa düşülür. Yanacağın tərkibin öyrənmək məqsədilə laboratoriya şəraitində onun müəyyən temperaturda qurudub sonra üyüdürlər. Bərk yanacağın hər hansı bir tərkibdə kütləsi verildikdə onu digər tərkibdəki kütləsinə keçmək mümkündür. Bu zaman keçid əmsallarından istifadə olunur. Bu əmsallar aşağıdakı cədvəl vasitəsilə verilmişdir.

Şəkil 1. Yanacağın bir tərkibindən başqa tərkibinə keçmək üçün istifadə edilən əmsallar

Yanacağın verilmiş tərkibdə kütləsi					
	Üzvi	Yanar	Quru	İşci	Analitik
Üzvi	-----	$\frac{100 - S_{u\zeta}^y}{100}$	$\frac{100 - S_{u\zeta}^q + A^q}{100}$	$\frac{100 - (S_{ue}^i + A^i + W^i)}{100}$	$\frac{100 - (S_{u\zeta}^a + A^a + W^a)}{100}$
Yanar	$\frac{100}{100 - S_{u\zeta}^y}$	-----	$\frac{100 - A^2}{100}$	$\frac{100 - (A^i + W^i)}{100}$	$\frac{100 - (A^a + W^a)}{100}$
Quru	$\frac{100}{100 - (S_{u\zeta}^q + A^q)}$	$\frac{100}{100 - A^q}$	-----	$\frac{100 - W^i}{100}$	$\frac{100 - W^a}{100}$
İşci	$\frac{100}{100 - (S_{u\zeta}^i + A^i + W^i)}$	$\frac{100}{100 - (A^i + W^i)}$	$\frac{100}{100 - W^i}$	-----	$\frac{100 - W^a}{100 - W^i}$
Analitik	$\frac{100}{100 - (S_{u\zeta}^a + A^a + W^a)}$	$\frac{100}{100 - (A^a + W^a)}$	$\frac{100}{100 - W^a}$	$\frac{100 - W^i}{100 - W^a}$	-----

Energetik baxımdan yanacağın əsas keyfiyyət göstəricilərindən biri yanma istiliyi və istilik törətmə qabiliyyətidir. Bərk və maye yanacağın 1kq kütləsinin qaz yanacaqlarının isə normal şəraitdə  $1m^3$  tam yanması nəticəsində ayrılan istilik miqdarı onların yanma istiliyi və ya istilik törətmə qabiliyyəti adlanır. Yanacağın yanma istiliyi yuxarı və aşağı yanma istiliyinə ayrılır. Yanacaq yandırıldıqda ayrılan istilik miqdarından yanma məhsullarının tərkibindəki su buxarının kondensatlaşması zamanı ayrılan istilik miqdarını çıxdıqda alınan istilik aşağı yanma istiliyi ( $Q_a$ ), əks halda isə yuxarı yanma istiliyi adlanır ( $Q_y$ ). Yanacağın işçi tərkibinə görə aşağı yanma istiliyi aşağıdakı düstur ilə təyin olunur.

$$Q_a^i = Q_y^i - 25(9H^i + W^i), \text{ cK/kq}$$

Bərk və maye yanacaqların aşağı yanma istiliyi D.İ.Mendeleyev düsturu ilə təyin olunur:

$$Q_a^i = 338C^i + 1025H^i - 108,5(O^i + S_{u\zeta}^i) - 25W^i, \text{ kC/kq}$$

Keçid əmsallarından istifadə etməklə bərk və maye yanacaqların hər hansı bir tərkibdə yanma istiliyi verildikdə onların başqa tərkibdəki yanma istiliyini tapmaq mümkündür.

## ƏDƏBİYYAT

1. Abdullayev K.M., Lətifov Y.İ., Abdullayeva G.K. Enerji Ehtiyatları. Elektrik Enerjisi istehsalı və Ətraf Mühit. Bakı: 2005
2. Yüsifov F.M., Abbasov Q.İ., Musayev T.N., Orucova N.Q. İstilik texnikası və energetik qurğular. (dərslük). Gəncə: ADAU, 2014.
3. Mürşüdlü C.Ç., Məmmədov Ə.Q. İstilik Aparatları (dərs vəsaiti). Bakı: 2018.
4. Kazımov Ş.K., Hacıyeva V.İ., Novruzova S.Y. Naxçıvan MR-nın Elektroenergetika Sistemləri. Naxçıvan: 2016.

SUMMARY

Sevinj Novruzova, Agayev Eyyub

WORKING FLUID AND ITS PROPERTIES IN  
ALTERNATIVE ENERGY

In the process of converting energy into thermal and electrical energy by alternative and traditional methods, an effective mechanism for obtaining thermal and electrical energy from the working fluid is discussed. The scheme of energy conversion in thermal power plants and the classification of thermal power plants according to a number of features are also considered. In addition, information is provided on the main indicators of the quality of the fuel used at TPPs, and the coefficients used to switch from one fuel composition to another. It also tells about the production of this heat, the upper and lower calorific values, their origin, and characteristics.

*Key words:* Working object, organic fuel, nuclear fission, thermal energy, generators.

РЕЗЮМЕ

Севиндж Новрузова, Эйюб Агаев

РАБОЧЕЕ ТЕЛО И ЕГО СВОЙСТВА В АЛЬТЕРНАТИВНОЙ  
ЭНЕРГЕТИКЕ

В процессе преобразования энергии в тепловую и электрическую альтернативными и традиционными способами обсуждается эффективный механизм получения тепловой и электрической энергии рабочего тела. Также рассмотрена схема преобразования энергии в тепловых электростанциях и классификация тепловых электростанций по ряду признаков. Кроме того, приведены сведения об основных показателях качества топлива, используемого на ТЭС, и коэффициентах, используемых для перехода с одного состава топлива на другой. Также рассказывается о получении этой теплоты, верхней и нижней теплотах сгорания, их происхождении и характеристиках.

*Ключевые слова:* Рабочий объект, органическое топливо, ядерное деление, тепловая энергия, генераторы.

---

*Məqaləni çapa təqdim etdi:* fizika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent Fərman Qocayev

*Məqalə daxil olmuşdur:* 22 may 2023-cü il

*Çapa qəbul edilmişdir:* 30 may 2023-cü il

XANƏLİ HƏSƏNOV  
NƏZAKƏT QULİYEVA  
Naxçıvan Dövlət Universiteti

UOT: 621.315.592

## KÖÇÜRMƏ PROSESLƏRİNİN YÜKDAŞIYICILARIN PAYLANMASINA TƏSİRİ

*Baxılan işdə yarımkeçiricilərdə elektronlar və fononlar üçün kinetik tənlik diffuziya yaxınlaşmasında birgə həll edilərək yükdaşıyıcıların paylanma funksiyası tapılmış, ölçüsüz elektron temperaturuna əsasən xarici elektrik sahəsinin paylanmaya təsiri araşdırılmışdır.*

*Xarici elektrik sahəsi statik sahə olmayıb, yarımkeçirici kristalda yayılan elektromaqnit dalğaların elektrik hissəsi olduğundan, paylanmada yaratdığı dəyişiklik mexanizmi mürəkkəbdir. Tədqiqat işində müəyyən modellər və sadələşdirilmələr edilməklə qarşıya qoyulan məqsədə müəyyən dərəcədə nail olunmuşdur.  $\omega$  – tezliyi ilə dəyişən elektrik sahəsi yükdaşıyıcıların (elektronların) rəqsini, digər tərəfdən qəfəsdə atomların istilik rəqslərini yaradır. Kontinium yaxınlaşmasında kristala harmonik ossilyatorların yığılımı kimi baxıldığından, nəticədə, rəqs edən kristal qəfəs əvəzinə elektron qazı ilə fonon qazının qarşılıqlı təsiri kimi baxılıb. Rəqslər sisteminin tezlikləri üzərinə konkret şərtlər qoyularaq cərəyan sıxlığı vektoruna görə elektrik keçiriciliyinin həqiqi hissəsi tapılmış, enerji balansı tənliyindən isə ölçüsüz elektron temperaturu nəzəri hesablanmışdır. Alınan ifadəyə yarımkeçiricinin fiziki parametrləri daxil olduğundan, silisium üçün cədvəl məlumatlarına görə qiymətləndirmə də aparılmışdır. Nəzəri alınmış nəticə təcrübi məlumatlara uyğun gəlir.*

***Açar sözlər:** elektron, fonon, elektrik sahəsi, paylanma funksiyası, cərəyan sıxlığı, elektrik keçiriciliyi, elektron temperaturu.*

Elektromaqnit dalğalarının yarımkeçiricilərdə və dielektriklərdə yayılması maddi tənliklərlə və Maksvell tənlikləri ilə təsvir edilir. Elektron qazı xarici elektromaqnit sahəsindən enerji alaraq onu mühitin kristal qəfəsinə verir. Nəticədə, elektron qazının qızdırılması elektromaqnit dalğalarının öz-özünə təsiri adlanan effekte gətirir. Məsələn burasındadır ki, mühitin dielektrik nüfuzluğu yükdaşıyıcıların konsentrasiyasından, onların müxtəlif növ səpəcilərlə toqquşma tezliyindən, effektiv kütləsindən və s. asılıdır. Konsentrasiya öz növbəsində yükdaşıyıcıların enerjisi ilə müəyyən edilir. Güclü elektromaqnit sahəsində orta enerji bu sahənin funksiyasıdır və beləliklə, elektromaqnit sahəsi yayıldığı mühitin dielektrik nüfuzluğunu formalaşdırır. Bu effekt öz-özünə təsir effekti adlanır.

Mühitdə dispersiya olduqda, dielektrik nüfuzluğu kompleks kəmiyyətdir. Elektrik keçiriciliyi onun xəyali hissəsini təşkil etdiyindən, elektromaqnit dalğalarının udulması nəticəsində elektrik keçiriciliyi də dəyişir. Bu dəyişmənin xarakterini müəyyənləşdirmək məqsədi ilə yükdaşıyıcılar üçün aşağıdakı uzunluqlar daxil edilir: impulsun yükdaşıyıcı sistemindən səpici mərkəzlərə verilməsini səciyyəyləndirən impuls uzunluğu, enerjinin yükdaşıyıcılardan fonon altsisteminə verilməsini göstərən energetik uzunluq və elektromaqnit sahəsinin dəyişdiyini göstərən xarakterik uzunluq. Real halların əksəriyyətində sərbəst yolun energetik uzunluğu impuls uzunluğundan böyük olur. Əlavə olaraq qəbul edək ki, sahənin dəyişdiyi uzunluq da impuls uzunluğundan çoxdur. Bu halda, cərəyan sıxlığı ilə elektrik sahəsinin intensivliyi arasındakı əlaqə lokal xarakterə malik olur. Başqa sözlə, normal skin-effekt halı ödənilir. Dielektrik nüfuzluğunun sahədən asılılığına əsasən fonon və elektron qazı kifayət qədər qızdırıldıqda, superpozisiya prinsipi yerinə yetirilmir. Bu onunla nəticələnir ki, monoxromatik elektromaqnit dalğaları mənbəyi yüksək harmonikalar generasiya edir. Nəticədə, sahənin öz-özünə təsiri ilə Maksvell tənliyi kifayət dərəcədə qeyri-xətti olur. Bu isə öz növbəsində

yeni effektlər meydana çıxarır. Həmin effektlərin biri də elektrik keçiriciliyinin ölçüsüz elektron temperaturundan asılılığıdır.

Elektron temperaturu statistik parametr olduğundan, kinetik proseslərdə əsas rol oynayır. Yarımkeçiricilərin kinetik xassələri isə yükdaşıyıcıların dispersiya qanununa və onların kristal qəfəsin defektləri ilə qarşılıqlı təsirinə qarşı çox həssasdır. Bu səbəbdən də, yarımkeçirici maddələrin öyrənilməsinin ənənəvi üsulları müxtəlif kinetik effektlərin tədqiqinə əsaslanır. Onlar xüsusilə bəzi ekstremal şəraitlərdə - aşağı temperaturlarda, güclü maqnit sahəsində, güclü qeyri-paraboliklikdə və s. effektiv olur.

### 1. Məsələnin qoyuluşu və tədqiqi

Xarici elektrik sahəsi yarımkeçirici kristalda yükdaşıyıcıların paylanmasına necə təsir edir? Yükdaşıyıcıların (elektronların) paylanma funksiyası  $f(\vec{p}, \vec{r}, t)$  ümumi halda onların impulsundan, koordinatından və zamandan asılıdır. Termodinamik tarazlıqda bu funksiya impulsun sıqamətindən asılı deyil.

$$f_0(\varepsilon) = \left[ 1 + \exp\left(\frac{\varepsilon(p) - \xi}{k_0 T}\right) \right]^{-1} \quad (1)$$

Fermi-Dirak düsturu ilə hesablanır və izotrop paylanmadır. Burada  $k_0$  – Bolsman sabiti,  $\xi$  – Fermi enerjisidir.

Temperatur və konsentrasiya qradientləri, xarici elektrik sahəsi və səpilmə mexanizmləri olduqda, paylanma funksiyası izotrop qalmır.

Səpilmə mexanizmlərindən diffuziya halına yarımkeçirici kristalda yayılan elektromaqnit dalğalarının  $\omega$  – tezliyinin müxtəlif səpici mərkəzlərlə  $\nu(\varepsilon)$  – toqquşma tezliyindən çox-çox böyük olduğu hal [1]-də tədqiq edilmişdir.

Baxılan məsələ tezliklər üzərinə  $(\omega_H - \omega)^2 \gg \nu_{ep}^2(\varepsilon)$  şərti əsasında tədqiq edilir. Burada

$$\nu_{ep}(\varepsilon) = \frac{2\pi}{(2\pi\hbar)^3} \left(\frac{dP}{d\varepsilon}\right) \frac{1}{p^2(\varepsilon)} \int_0^{2p} W_q q^3 dq \int_0^\pi N_t(q) \cos^2 \gamma \sin \gamma d\gamma \quad (2)$$

elektronların fononlardan səpilmə (toqquşma) tezliyidir.  $q$  – fononun impulsu,  $N_t(q)$  – onların paylanma funksiyasının simmetrik hissəsi,  $\gamma$  – fonon impulsunun polyar bucağı,  $W_q$  – elektron-fonon toqquşma ehtimalıdır.  $\omega_H$  – elektronlar üçün tsiklotron tezlikdir.

Diffuziya yaxınlaşması şərtinə görə

$$|f - f_0| \ll f_0 \text{ və } |N - N_0| \ll N_0 \text{ olmalıdır.}$$

Fonon nədir? Suala aydınlıq gətirmək üçün bərk cismin mikroskopik nəzəriyyəsini yada salaq. Kontinuum yaxınlaşmasında yarımkeçirici kristala harmonik ossilyatorların yığılımı kimi baxıb, kvant mexanikasının bəzi prinsiplərini tətbiq etmək əlverişlidir [2]. Temperatur sıfır olanda kristal qəfəsin enerjisi ossilyatorların sıfırıncı enerjilərinin cəminə bərabər olur. Temperatur sıfırdan fərqli olduqda, ossilyatorların bəzisi həyəcanlanmış hala keçir (oyanır). Bu zaman kristalın enerjisi  $\hbar\omega_j(q)$  qədər artır.  $\omega_j(q)$  – j-ninci budaqdakı rəqslərin tezliyidir. Hər dəfə ossilyatorlar yeni həyəcanlanmış hala keçdikdə, kristalın enerjisi  $\hbar\omega_j(q)$  – lərin misilləri qədər artır. Enerjinin  $\hbar\omega_j(q)$  qədər artmasını kristalda enerjisi  $\varepsilon = \hbar\omega$ , impulsu  $\vec{p} = \hbar\vec{q}$  olan bir kvazizərrəciyin yaranması kimi təsəvvür etmək olar. Həmin zərrəcik fonon adlanır. Fononlar yalnız kristal daxilində mümkündür, yəni kristaldan xaricdə fonon ola bilməz. Bu səbəbdən onlar kvazizərrəciklər hesab edilir.

Beləliklə, fononlar kristal qəfəs boyu yayılan elastiki və ya istilik dalğalarının enerji kvantıdır. Onlar Boze statistikasına tabedir.

Fonon anlayışı kristal qəfəsin istilik tutumunun, istilikkeçirməsinin nəzəriyyəsini qurmaqda və keçiricilərdə keçiricilik elektronlarının kristal qəfəs ilə qarşılıqlı təsirini araşdırmaqda çox əlverişlidir. Bu hallarda rəqs edən kristal əvəzinə ideal fonon qazına baxmaq, yəni elektron qazının fonon qazı ilə qarşılıqlı təsirini araşdırmaq kifayətdir.

### 2. Bolsmanın kinetik tənliyinin araşdırılması.

Kvant effektləri nəzərə alınmadığı hallarda yükdaşıyıcıların paylanma funksiyası Bolsmanın kinetik tənliyini ödəyir [3]. Bu tənlik demək olar ki, köçürmə proseslərinə aid bütün monoqrafialarda və dərsliklərdə verilib. Bu tədqiqat işində tənliyə edilən istinad aşağıda verilir.

Elektronların və fononların tam paylanma funksiyaları uyğun olaraq

$$\begin{cases} f(\vec{p}, \vec{r}, t) = f_0(\varepsilon, \vec{r}, t) + \frac{(\vec{f}_1(p)\vec{p})}{p} = f_0 + f_1 \\ N(\vec{q}, \vec{r}, t) = N_0(q, \vec{r}, t) + \frac{(\vec{N}_1(q)\vec{q})}{q} = N_0 + N_1 \end{cases} \quad (3)$$

kimidir. (3)-də tarazlıq paylanma funksiyalarına edilən kiçik əlavələr;  $\vec{f}_1$  və  $\vec{N}_1$  Bolsmanın ümumi tənliyindən aşağıdakı ifadələri ödəyir:

$$\begin{cases} \frac{\partial \vec{f}_1}{\partial t} + v(\varepsilon)\vec{f}_1 - \omega_H[\vec{h}\vec{f}_1] + \frac{ep}{m}\left(-\frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon}\right)\vec{E} = \frac{2\pi m}{(2\pi\hbar)^3}\left(-\frac{\partial f_0}{\partial \varepsilon}\right)\frac{1}{p^2(\varepsilon)}\int_0^{2p}\vec{N}_1(q)\hbar\omega_q q^2 W_q dq \\ \frac{\partial \vec{N}_1}{\partial t} + \beta(q)\vec{N}_1(q) - \frac{4\pi m W_q N_0(q)}{(2\pi\hbar)^3}\int_{q/2}^{\infty}\vec{f}_1(p)dp = 0 \end{cases} \quad (4)$$

Burada,  $\vec{h} = \frac{\vec{H}}{H}$  – maqnit sahəsi boyunca vahid vektor,  $v(\varepsilon)$  və  $\beta(q)$  uyğun olaraq yükdaşıyıcıların bütün mexanizmlərdən və fononların elektronlardan səpilmə tezlikləridir.  $W_q = W_0 \cdot q^t$  – elektron-fonon toqquşma ehtimalıdır.  $t = \pm 1$  parametrdir. “+” işarəsi deformasiya potensialından, “-” işarəsi isə pyezoakustik potensialdan səpilməni göstərir.

Elektronların tarazlıq paylanma funksiyası  $f_0(\varepsilon)$ -ni tapmaq üçün (4)-də  $\vec{N}_1(q)$  və  $\vec{f}_1(p)$ -in zamandan asılılıqlarını  $\sim e^{-i\omega t}$  şəklində hesab edək. Bu o vaxt doğru olar ki, yarımkəçirici kristalda yayılan elektromaqnit dalğalarının tezliyi  $\omega$ , bütün səpici mərkəzlərlə toqquşma tezliklərindən çox böyük, nümunə üzərinə düşən dalğa isə dairəvi polyarlaşmış olsun. Yuxarıda qeyd olunan şərtlər daxilində (1) paylanma funksiyası

$$f_0(\varepsilon) = c_1 \exp\left(-\frac{\varepsilon}{T_e(E)}\right) \quad (5)$$

şəklində alınır. Burada,  $c_1$  – normallaşdırıcı vuruq,  $T_e(E)$  – xarici elektrik sahəsinin intensivliyindən asılı olan elektron temperaturudur.

Qeyd edək ki, tədqiqat işində xarici elektrik sahəsi dedikdə, yayılan elektromaqnit dalğalarının elektrik sahəsi nəzərdə tutulur.

Enerji balansı tənliyi

İndi isə xarici elektrik sahəsinin yükdaşıyıcıların paylanmasına təsirini xarakterizə edən ölçüsüz elektron temperaturunu ( $\theta_e = T_e/T$ ) qiymətləndirək. Bu məqsədlə baxılan hal üçün enerji balansı tənliyini quraq və onu araşdıraq.

Elektronlar xarici sahədən aldıkları enerjini bir-birləri ilə toqquşaraq öz aralarında bölüşərək, qəfəsin temperaturu  $T$ -dən böyük olan  $T_e$  temperaturuna malik olurlar. Sonra yenə toqquşmalarla enerjilərini uzundalğalı (akustik) fononlara, axırda isə rezervuara, yəni qısdalğalı (optik) fononlar sisteminə verirlər.

Proses riyazi olaraq

$$(\vec{j}\vec{E}) = \sum_{\vec{q}} \hbar\omega_q \left(\frac{\partial N}{\partial t}\right)_{pp} \quad (6)$$

şəklində yazılır. Burada,  $\vec{j}$  – cərəyan sıxlığıdır. Onun skalyar şəkli  $j = j_x - ij_y$ , elektrik keçiricilik isə  $\sigma = \sigma_{xx} + i\sigma_{xy}$ . Diferensial Om qanunundan və xətti Maksvell tənliyinin həllindən istifadə etsək, (6) saxlanma qanunu

$$\sigma_{Re} \cdot U^2(z) = \sum_{\vec{q}} \hbar\omega_q \frac{N(q, T_e) - N(q, T)}{\tau_{pp}} \quad (7)$$

şəklinə düşər. Burada,  $\sigma_{Re}$  – elektrik keçiriciliyinin həqiqi hissəsi,  $U(z)$  – kristalın daxilində yayılan elektromaqnit dalğalarının amplitudu,  $N(q, T_e)$  və  $N(q, T)$  uyğun olaraq, həyəcanlaşan və həyəcanlaşmayan fononların paylanma funksiyaları,  $\tau_{pp}$  – fonon-fonon toqquşmaların relaksasiya müddətidir. Boze paylanmasından istifadə edib (7)-də cəmləmədən inteqrallamaya keçsək,

$$\sigma_{Re} \cdot U^2(z) = \frac{4\pi}{(2\pi\hbar)^3} (T_e - T) \int_0^{2p} \beta_p(q) q^2 dq \quad (8)$$



Fononların bir-birindən səpilmə tezliyinin  $\beta_p(q) = \beta_p(T)^{qs}/T$  asılılığını nəzərə alıb, riyazi çevirmələrlə ölçüsüz elektron temperaturu üçün

$$\theta_e(z) = \left[ \frac{\pi\sqrt{\pi} v_p(T)}{6 \beta_p(T) s T m^3 v^2(T)} \frac{n e^2 \hbar^3}{s T m^3 v^2(T)} \right]^{2/5} U(z)^{4/5} \quad (9)$$

alırıq. Burada,  $s$  – kristalda səsin sürətidir. Si yarımkəçirici kristalının fiziki parametrlərini ( $n, m, s$ ) (9) düsturuna tətbiq etsək,  $\theta_e \approx 10$  alınır. Bu da təcrübi faktlarla uyğundur.

### ƏDƏBİYYAT

1. Həsənov X. Diffuziya yaxınlaşmasında elektrik sahəsinin yükdaşıyıcıların paylanmasına təsiri. Bakı Universitetinin xəbərləri 2, 2008, s.167-170.
2. Əsgərov B. Bərk cisimlər nəzəriyyəsi. Fononlar. Bakı: Bakı Universiteti nəşriyyatı, 2001, 153 s.
3. Аскеров Б. Электронные явления переноса в полупроводниках. Москва: Наука, 1985, 318 с.
4. Басс Ф.Г., Гуревич Ю.Г. Горячие электроны и сильные электромагнитные волны в плазме полупроводников и газового разряда. Москва: Наука, 1975, 400 с.

### SUMMARY

**Khanali Hasanov, Nazakat Guliyeva**

### THE EFFECT OF TRANSFER PROCESSES ON THE DISTRIBUTION OF CHARGE CARRIERS

The article deals with the kinetic equation for electrons and phonons in semiconductors, which was jointly solved in the diffusion approximation; the distribution function of charge carriers was found; and the effect of the external electric field on the distribution was investigated based on the dimensionless electron temperature.

Since the external electric field is not a static field but the electric part of the electromagnetic waves propagating in the semiconductor crystal, the mechanism of the change in the distribution is complex. By making certain models and simplifications in the research work, the goal has been achieved to a certain extent. The electric field changing with frequency  $\omega$  creates the oscillation of charge carriers (electrons), on the other hand, thermal oscillations of atoms in the lattice. Since in the continuum approximation the crystal is treated as a collection of harmonic oscillators, the result is treated as an interaction of electron gas and phonon gas instead of an oscillating crystal lattice. By imposing specific conditions on the frequencies of the dance system, the real part of the electrical conductivity was found according to the current density vector, and the dimensionless electron temperature was theoretically calculated from the energy balance equation. Since the obtained expression includes the physical parameters of the semiconductor, an evaluation was also carried out according to the table data for silicon. *The theoretical result is consistent with the experimental data.*

**Key words:** *electron, phonon, electric field, distribution function, current density, electrical conductivity, electron temperature.*

## РЕЗЮМЕ

Ханали Гасанов, Назакат Гулиева

ВЛИЯНИЕ ТРАНСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ НА  
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕВОЗЧИКОВ

В рассматриваемой работе совместно решено кинетическое уравнение для электронов и фононов в полупроводниках в диффузионном приближении, найдена функция распределения носителей заряда и исследовано влияние внешнего электрического поля на распределение на основе безразмерной электронной температура.

Поскольку внешнее электрическое поле представляет собой не статическое поле, а электрическую часть электромагнитных волн, распространяющихся в полупроводниковом кристалле, механизм изменения распределения сложен. Путем внесения некоторых моделей и упрощений в исследовательскую работу цель в определенной степени была достигнута. Электрическое поле, изменяющееся с частотой  $\omega$ , создает колебания носителей заряда (электронов), а с другой стороны, тепловые колебания атомов в решетке. Поскольку в континуальном приближении кристалл рассматривается как совокупность гармонических осцилляторов, результат трактуется как взаимодействие электронного газа и фононного газа вместо колеблющейся кристаллической решетки. Наложив определенные условия на частоты танцевальной системы, по вектору плотности тока была найдена действительная часть электропроводности, а из уравнения энергетического баланса теоретически рассчитана безразмерная температура электронов. Поскольку в полученное выражение входят физические параметры полупроводника, оценка также проводилась по табличным данным для кремния. Теоретический результат согласуется с экспериментальными данными.

**Ключевые слова:** электрон, фонон, электрическое поле, функция распределения, плотность тока, электропроводность, температура электрона.

---

*Мəqaləni çapa təqdim etdi: fizika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent Fərman Qocayev*

*Мəqalə daxil olmuşdur: 22 may 2023-cü il*

*Çapa qəbul edilmişdir: 30 may 2023-cü il*

**SEYFƏDDİN CƏFƏROV**

*Naxçıvan Dövlət Universiteti*

**SƏYYARƏ CƏFƏROVA**

*Naxçıvan şəhər 8 №li orta məktəb*

**UOT: 53.**

### **FİZİKİ HADİSƏLƏRİN MAHİYYƏTİNİ İZAH ETMƏK ÜÇÜN KOMPÜTER MODELLƏRİNDƏN İSTİFADƏ**

*Bu işdə kompüter modellərinin (KM) tədris prosesinə tətbiqinin üstünlükləri nəzərdən keçirilmiş və təhlil edilmişdir. Tədris təcrübəsi zamanı fiziki hadisələrin kompüter modellərindən istifadə etməklə dərslər qeydləri hazırlanmış, onlara uyğun olaraq dərslər keçirilmişdir. Təhlillər əsasında sübut edilmişdir ki, dərslər zamanı kompüter modellərindən istifadə fəaliyyətin yeniliyi ilə əlaqədar olaraq tədrisin keyfiyyətini artırır. Müəllim dərsləri daha rəngarəng və əyani edə bilər ki, bu da şagirdlərin fəaliyyətini yaxşılaşdırmağa, onların fənnə marağını inkişaf etdirməyə kömək edir. Bu mövzu təsadüfən seçilmişdir, çünki, təhsildə kompüter həm müəllimin, həm də şagirdin yaradıcı və innovativ fəaliyyətinə geniş imkanlar yaradan, yeni təhsil formalarına keçidin müxtəlif yollarını təmin edən elektron cihazdır. Fizika dərslərində kompüter modellərindən istifadənin əsas üstünlüklərini vurğulayaraq qeyd etmək olar ki, dərslərdə kompüter modellərindən istifadə onun effektivliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırır, dərslər hazırlıq prosesini sürətləndirir, müəllimə öz yaradıcılığını tam ifadə etməyə imkan verir, və görmə qabiliyyətini təmin edir. Beləliklə, deyə bilərik ki, informasiya və kompüter texnologiyalarının mühüm rolu tədris materialının məzmununun kompüter modelləri ilə zənginləşdirilməsidir.*

***Açar sözlər:** kompüter, təhsil sistemi, texnologiya, didaktik, fizika*

İnformasiya texnologiyaları təhsildə əsas vasitələrdən biridir, ona görə də onların inkişafı və təhsildə istifadəsi planının hazırlanması əsas problemlərdən biridir. Nəticə etibarilə kompüter texnologiyalarından istifadə milli əhəmiyyət kəsb edir. Bir çox ekspertlər hesab edirlər ki, hazırda kompüter təhsil sistemində keyfiyyətə irəliləyişə nail olmağa imkan verəcək. Adətən kompüterləşdirmənin iki əsas istiqaməti var. Birincisi universal kompüter savadlılığını təmin etmək məqsədi daşıyır, ikincisi kompüterdən təlimin effektivliyini artıran bir vasitə kimi istifadə etməkdir.

Əgər kompüter tədris fəaliyyətini idarə etmək funksiyasını yerinə yetirirsə, o zaman onu müəllimi əvəz edən təlim vasitəsi hesab etmək olar, çünki kompüter təlim fəaliyyətini modelləşdirir, sual verir, müəllim kimi şagirdin cavab və suallarına cavab verir. Kompüter yalnız tədris fəaliyyəti vasitəsi kimi istifadə olunursa, onun tələbələrə qarşılıqlı əlaqəsi "kompüter istifadəçisi" növünə uyğun olaraq həyata keçirilir. Bu halda kompüter yeni bilikləri ötürə bilsə də, öyrənmə vasitəsi deyil. Buna görə də, onlar kompüter öyrənməsindən danışarkən, tədris fəaliyyətinin idarə edilməsi vasitəsi kimi kompüterdən istifadəni nəzərdə tuturlar. Müasir təhsildə Kompüter Texnologiyaları (KT) vasitələrinin istifadəsi onların istifadəsinin didaktik prinsiplərinə, xassələrinə və xüsusiyyətlərinə əsaslanır.

Didaktik prinsiplər hər hansı bir təhsil prosesinin təmin etməli olduğu bəzi açıq başlanğıc nöqtələri kimi başa düşülür, yəni, təhsil və təlim aksiomaları. Onlar məzmunun seçilməsi, təlim prosesinin təşkili və həyata keçirilməsinin əsasını təşkil edən başlanğıc nöqtələri kimi başa düşülür. Bunlar təlim prosesinin məlum qanunauyğunluqlarına əsaslanan və şagirdlərin psixologiyasını nəzərə almaqla təlim-tərbiyə proseslərinin təşkili xüsusiyyətlərini əks etdirən normativ əsaslardır.

Kompüterin tədris prosesinə daxil edilməsi ilə həyata keçiriləcək vəzifələr üzərində daha

ətraflı dayanaq:

- Məktəblilərin yaradıcılıq qabiliyyətlərini, təhlil, modelləşdirmə, proqnozlaşdırma, yaradıcı düşünmə bacarıqlarını inkişaf etdirmək;
- Fizikanın öyrənilməsinə marağı artırmaq;
- Tələbələrin üzərində işləmək üzrə praktik bacarıqlarını təkmilləşdirmək;
- Şagirdlərin özbaşına bilik əldə etmək bacarığını formalaşdırmaq, lakin kompüterdə dərsləklərlə işləməklə;
- Kompüterdən istifadə etməklə fizikanın tədrisində tələbələrə differensial yanaşmanın tətbiqi.

Kompüterlərin tətbiqi təhsil fəaliyyətinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərdi, bu gün heç kim kompüterlərin sinifdə istifadə edilməsinin zəruriliyi haqqında tezislə mübahisə etmir. Üstəlik, fizikanın tədrisinin hazırkı vəziyyəti onların fizika dərslərində tətbiqini tələb edir. Demək olar ki, bütün məktəb fizikası kursunu əhatə edən xeyli sayda kompüter modelləri tədris elektron nəşrlərində yer alır: Şəkillərdə Fizika, Açıq Fizika, Canlı Fizika. MS Excel mühitində fiziki problemlərin modelləşdirilməsi üçün böyük imkanlar mövcuddur. Proqramlaşdırma dilləri kompüter modelləşməsi üçün proqram mühitidir. Modellə işləyərkən tələbələrə müxtəlif tapşırıqlar təklif etmək lazımdır. Bu mövzuda ədəbiyyatı öyrəndikdə görə bilərsiniz ki, bir çox metodistlər bir vaxtlar yazırdılar: “Kompüterləşmə elə bir sürətlə gedir ki, bir neçə ildən sonra istənilən məktəbdə kompüterlər olacaq. Buna görə də, hazırda sinifdə kompüterdən istifadə qaydaları, fənlərarası qarşılıqlı əlaqənin əsaslandırılması üçün təlimatlar hazırlamaq lazımdır. İlk növbədə, məktəb kurikulumuna uyğun olan elektron tədris proqramları və onlardan istifadəyə dair metodiki vəsaitlər, elektron dərsləklər, problem kitabları, hamı üçün rahat və başa düşülən interfeysə malik repertorlar yaratmaq lazımdır”. (2). Yuxarıda göstərilənlərin çoxu artıq bir çox məktəblərdə mövcuddur, indi müəllimlərin bütün bunları mənimsəməsi və onlardan, o cümlədən elektron tədris vəsaitlərindən dərslərində istifadə etməyi öyrənmək qalır (3). Fiziki hadisələrin kompüter modellərindən düzgün istifadə etməklə, fizika kursunun qeyri-rəsmi mənimsənilməsi və dünyanın fiziki mənzərəsinin formalaşması üçün tələb olunanların çoxuna nail olmaq olar.

Kompüter aşağıdakı kimi əlverişsiz şəraitdə müəllimin köməkçisidir:

- Şagirdin gələcəkdə fizikaya ehtiyac duymayacağına inandığı zaman fənninə marağının olmaması;
- Dəqiq elmləri öyrənmək bacarığının olmaması;
- Təcrübəni nümayiş etdirmək üçün məktəbdə laboratoriya avadanlıqlarının olmaması.

Dərslərin keçirilməsinin ümumi sinif forması seçildiyi halda, dərslərin mövzusu üzrə müxtəlif elektron əyani vəsaitlər və onların əsasında yaradılmış təqdimat kitabxanalarından istifadə etmək faydalıdır. Tədris prosesində fiziki hadisələrin kompüter modellərindən istifadə bəzi hallarda özünün danılmaz üstünlüklərinə malikdir. Onlar tədqiq olunan hadisəyə fərqli nəzər salmağa, fiziki kəmiyyətlərin dəyişməsi haqqında daha dolğun məlumat əldə etməyə, müvafiq qrafiklər, trayektoriyalar qurmağa, öyrənilən prosesləri dinamikada “müşahidə etməyə”, öyrənilən hadisənin şagirdlərdə vizual görüntüsünü formalaşdırmağa imkan verir, onun fiziki mahiyyətinə nüfuz edir. Real təcrübə nəticəsində açıq qalan suallara cavab alın. Nəzərdən keçirilən modellər Fiziki hadisələrin kompüter modelləşməsi kitabında ətraflı təhlil edilir. Kitabın elektron versiyası ilə <http://maier-rv.glazov.net> saytında tanış olmaq olar.

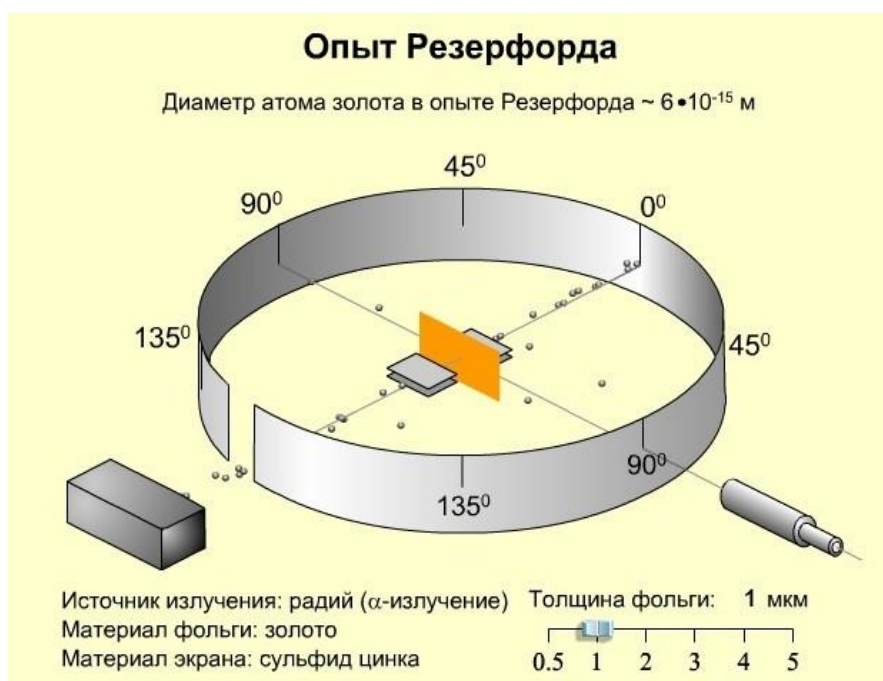
Kompüter modellərindən istər müvafiq materialın izahı zamanı, istərsə də materialın təkrarı və möhkəmləndirilməsi zamanı istifadə oluna bilər. Kompüter modellərini ən çox yayılmış kompüter təlim proqramları kimi nəzərdən keçirin. Dördü bir əsr əvvəl fərdi kompüterlərin meydana gəlməsi təhsildə kompüterlərdən istifadənin yeni dövrünü başlamağa imkan verdi, o vaxtdan bir çox kompüter modelləri yaradıldı. Bu modellər proqramçılar, müəllimlər və professorlardan, eləcə də şagird və tələbələrdən ibarət peşəkar komandalara tərəfindən yaradılmışdır. Belə proqramlar kifayət qədər çox sayda hadisə və obyektə əhatə edir, bir-birindən tamlığı, keyfiyyəti, əhatəliliyi, ardıcılığı və görünməsi ilə fərqlənir.

İnternetdə yerləşdirilən modelə müraciət edərkən: <http://files.school-collection.edu.ru>

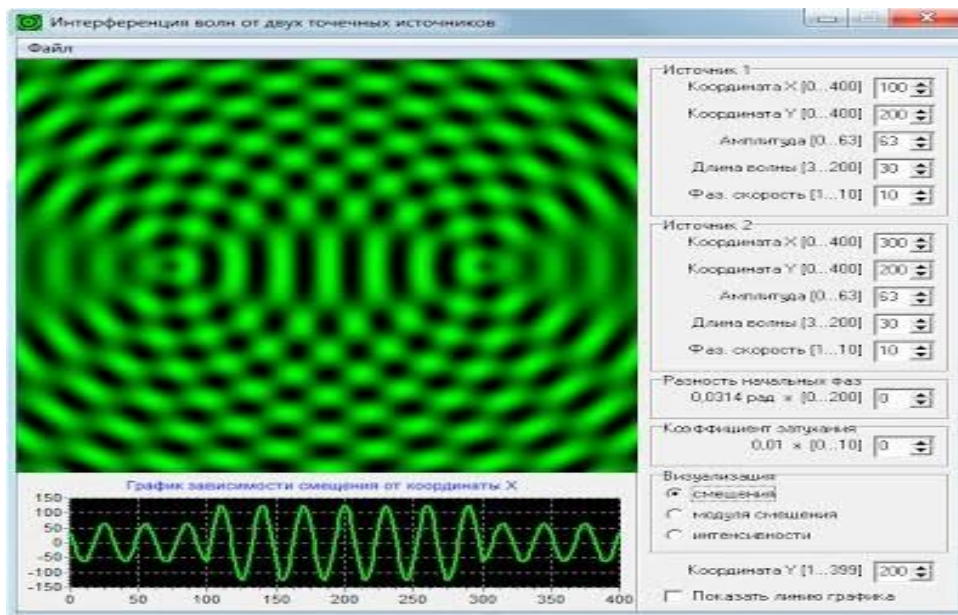


Şəkil 1. Işığın sınması və tam əks olunması modeli

Bu model iki media arasındakı interfeysdə işığın sınması və əks olunmasını təsvir etmək üçün istifadə edilə bilər. Işığın sınma əmsalı  $n=1$  olan mühitdən sınma əmsalı  $n=1,5$  olan mühitə (məsələn, işığın sərhəddə sınması: hava–şüşə) keçdikdə işığın sınması nəzərə alınır. Şəkil 2-də göstərilən və internetdə <http://files.school-collection.edu.ru/.../kvant1.htm> ünvanında yerləşdirilən kompüter modeli atomun strukturunun müəyyən edilməsində Rrzerfordun təcrübəsini nümayiş etdirir. Təcrübənin mahiyyəti də bu səhifədə təsvir edilmişdir. Ekranın altındakı kaydırıcıyı istifadə edərək, folqa qalınlığını dəyişə bilərsiniz, eyni zamanda böyük bucaqlarda hissəciklərin nisbəti dəyişir. İnterferensiyanı öyrənərkən tələbələrə iki koherent dalğanın üst-üstə qoyulması zamanı baş verən müdaxilə modelini göstərmək lazım gəlir.



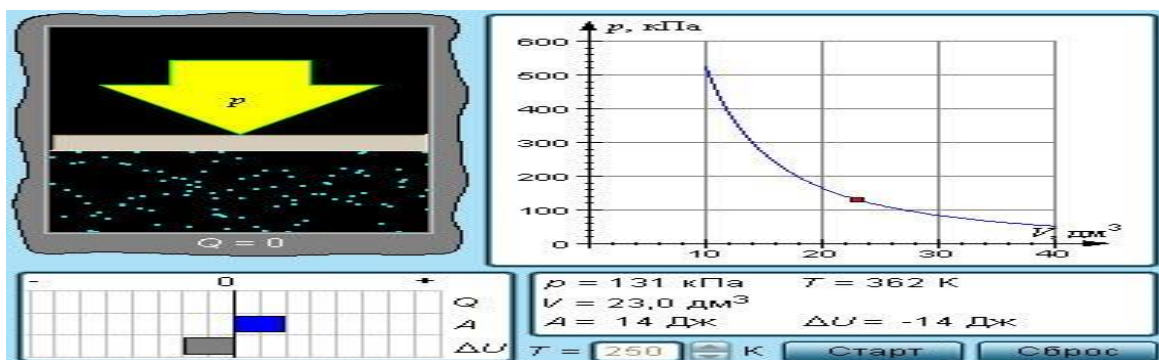
Şəkil-2. Rezerfordun təcrübə modeli



Şəkil-3. Müdaxiləni simulyasiya edən proqramın pəncərəsi

İnterferensiyayı öyrənərkən tələbələrə iki koherent dalğanın üst-üstə qoyulması zamanı baş verən müdaxilə modelini göstərmək lazım gəlir. Kompüter modelləşməsi heç bir halda real təcrübəni əvəz edə bilməz, lakin onu tamamlayıcı rol oynaya bilər.

İki nöqtəli mənbədən gələn dalğaların müdaxiləsini modelləşmə edən kompüter proqramında Şəkil 3-də göstərilən pəncərə var. Bu proqramdan istifadə etməklə istifadəçi aşağıdakı parametrləri dəyişə bilər: dalğa mənbələrinin koordinatları, amplituda, dalğa uzunluğu, faza sürəti və mənbələrdən yayılan dalğaların ilkin fazalarının fərqi. Ekranla müstəvidə kəmiyyətlərin üç müxtəlif paylanması müşahidə etmək mümkündür: yerdəyişmə, yerdəyişmə modulu və yaranan dalğanın intensivliyi. Bundan əlavə, ekranın aşağı hissəsində koordinatları istifadəçi tərəfindən təyin olunan eyni kəmiyyətlərin düz xətt boyunca paylanması göstərilir. 10 A sinfində dərs keçirərkən, <http://files.school-collection.edu.ru/dlrstore/989ac025-a99c-408d-6af7-> saytıda təqdim olunan adiabatik prosesi nümayiş etdirmək üçün bir modeldən istifadə edilmişdir.



Şəkil 4. Model. Adiabatik proses

Modeldə Şəkilə göstərilən bir pəncərə var. Adiabatik prosesi, yəni istilik keçirməyən divarları olan qabda ideal qazın kvazistatik genişlənməsi və ya sıxılması prosesini öyrənmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Qazın ilkin temperaturunu T dəyişə bilərsiniz. Adiabatik proses üçün  $p(V)$  asılılığının qrafiki təqdim olunur və qazın yaratdığı A işini və onun daxili enerjisinin  $\Delta U$  dəyişməsini göstərən enerji diaqramı göstərilir. Adiabatik bir prosesdə qazın yalnız daxili enerjisini dəyişdirərək (müsbət və ya mənfi) işlədiyini vurğulayın. Ətrafdakı cisimlərlə istilik mübadiləsi yoxdur. Beləliklə, deyə bilərik ki, informasiya və kompüter texnologiyalarının mühüm rolu tədris materialının məzmununun

kompyuter modelləri ilə zənginləşdirilməsidir. Onlar anlamaqda vacibdir yeni və ya köhnə materialı tələbələrə gücləndirərək, dərsləri daha ətraflı və müxtəlif edir. Yeni mövzunun qavranılması və dərk edilməsi prosesində məktəblilər müxtəlif modellərdən istifadə etməklə təqdim olunan fiziki hadisələri müşahidə edə bilirlər. Bütün bunlar dərsi daha zəngin və başa düşülən edir. Yuxarıda göstərilənlərə əsaslanaraq qeyd etmək lazımdır ki, fiziki hadisələrin kompyuter modellərindən bacarıqla istifadə etməklə fizika kursunun qeyri-rəsmi mənimsənilməsi və dünyanın fiziki mənzərəsinin formalaşması üçün tələb olunanların çoxuna nail olmaq olar. Ona görə də belə nəticəyə gəlmək olar ki, fizikanın tədrisində kompyuter modellərindən istifadə şagirdin fənnə marağını, onun irəliləyişini və tədris materialını mənimsəmə keyfiyyətini artırır.

### ƏDƏBİYYAT

1. Баранов А.В. Техника физического эксперимента в системах с пониженной размерностью: учеб. пособие для студентов. 2011, 186 с.
2. Бухаркина М. Ю. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования. 2009, 46 с
3. Ванярх А.Я. Примерное поурочное планирование с применением мультимедийных средств обучения. Книга 1: 8-9 классы / А.Я. Ванярх, Ю.А. Мурашкина. - М.: Школьная пресса, 2012, 32 с.
4. Seyfəddin Cəfərov. Yarımkeçiricilər fizikası və elektronikanın əsasları kursunda. Metodik vəsait. Bakı: Mütərcim, 2021, 104 s.
5. Seyfəddin Cəfərov, Aygün Sultanova, Billurə Hacıyeva. Fizika. Dərs vəsaiti, Bakı: Mütərcim, 2022, 230 s.
6. Cəfərov S.A., Hacıyeva B.X. Fizikadan laboratoriya məşğələlərində yeni informasiya texnologiyalarından istifadə metodikasının ümumi məsələləri. Elmi Əsərlər. Naxçıvan Müəllimlər İnstitutu. 2021. N-2(64), səhifə 109-113

### SUMMARY

Seyfaddin Jafarov, Sayyara Safarova

#### USING COMPUTER MODELS TO EXPLAIN THE NATURE OF PHYSICAL PHENOMENA

In the article, the advantages of using computer models (CM) in the educational process have been taken into consideration and analyzed. Lesson summaries were prepared using computer models of physical phenomena in the process of pedagogical practice, and lessons were prepared based on them. Based on the analysis, it is proven that using computer models in the classroom enhances the quality of learning due to the novelty of the activity. The teacher can make the lesson more colorful and visual, which helps to improve student performance and develop their interest in the subject. Noting the main advantages of using computer models in physics lessons, it can be noted that the use of computer models in the lesson significantly increases its effectiveness, speeds up the process of preparing for the lesson, allows the teacher to fully demonstrate their creative abilities, and provides visibility. Thus, we can say that the important role of information and computer technologies is to enrich the content of educational material with computer models.

**Key words:** computer, education system, technology, didactics, physics

## РЕЗЮМЕ

Сейфаддин Джафаров, Саяра Джафарова

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЪЯСНЕНИЯ СУЩНОСТИ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ**

В данном исследовании были рассмотрены и проанализированы преимущества применения компьютерных моделей (КМ) в учебном процессе. В ходе педагогической практики были подготовлены конспекты уроков с использованием компьютерных моделей физических явлений, и по ним проводились занятия. образование в связи с Преподаватель может сделать урок более красочным и наглядным, что способствует повышению успеваемости учащихся и развитию их интереса к предмету. Эта тема выбрана не случайно, ведь компьютер в образовании создает широкие возможности для творческой и инновационной деятельности. как учителя, так и ученика, и переход к новым формам обучения. Это электронное устройство, обеспечивающее различные способы. Отмечая основные преимущества использования компьютерных моделей на уроках физики, можно отметить, что использование компьютерных моделей на уроках физики урок значительно повышает его эффективность, ускоряет процесс подготовки к уроку, позволяет учителю в полной мере проявить свои творческие способности; и обеспечивает наглядность. Таким образом, можно сказать, что важная роль информационно-компьютерных технологий заключается в обогащении содержания учебного материала компьютерными моделями.

**Ключевые слова:** Компьютер, образовательная система, технология, дидактика, физика.

---

*Мəqaləni çapa təqdim etdi: fizika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent Fərman Qocayev*

*Мəqalə daxil olmuşdur: 22 may 2023-cü il*

*Çapa qəbul edilmişdir: 30 may 2023-cü il*



ELGÜN TAĞIYEV  
SEYFƏDDİN CƏFƏROV  
ƏLİ ABBASOV

*Naxçıvan Dövlət Universiteti*

UOT: 53.

### TƏCRÜBƏ -FİZİKA DƏRSLƏRİNDƏ TƏLƏBƏLƏRİN İDRAK FƏALİYYƏTİNİN İNKİŞAF ŞƏRTLƏRİNDƏN BİRİDİR

*Bir neçə onilliklər ərzində proqramçılar özlərinə yalnız bir sual verirlər: fiziki elmin hansı hissəsini məktəb fizikasına daxil etmək, öyrənmə motivasiyasına lazımi qayğı göstərmək lazımdır. Bildiyiniz kimi, fizikanın tədrisinin ümumi məqsədi təkcə fizikanın özündə akademik təhsillə məhdudlaşmır. Akademik bir fənn kimi fizika müvafiq elmdən tamamilə fərqli bir dünyadır -biz uşaqlara əldə etdikləri bilikləri həyatda istifadə edə bilmələri üçün dərindən və daxilən qavramağı öyrətməliyik, nəinki sinif dərsi zamanı verilən suallara cavab verməliyik onların təcrübələrini də aparmaq lazımdır.*

*Açar sözlər: təcrübə, fiziki proses, fiziki təcrübə, eksperiment, məktəb fiziki eksperimenti*

Fiziki eksperimentin texniki vasitələri öz tərbiyəvi funksiyasını yalnız o zaman yerinə yetirməyə başlayır ki, onlar təbii olaraq eksperiment texnikasını -fiziki avadanlıqla işləmək üsulları toplusunu mükəmməl bilməli olan müəllimin əlinə keçsinlər. Təcrübə texnikasının səviyyəsi nə qədər yüksək olarsa, fiziki təcrübələrin mövzu üzrə biliklərin mənimsənilməsi prosesinə təsiri bir o qədər effektiv olar. Tədris eksperimentinin metodikasının və texnikasının bu elementinin məzmunu aşağıdakı komponentlərdən ibarətdir: eksperimental təcrübə qurğuların yığılması və tənzimlənməsi; onları hərəkətə keçirmək; fiziki prosesin uğurlu gedişini və lazımi vaxtda eksperimentin dayandırılmasını təmin etmək; texniki təhlükəsizliyə tam uyğunluq.

#### ***Məktəblilərin fiziki eksperiment təhsilinin təşkili metodologiyası.***

Psixoloqlar hesab edirlər ki, məktəblilərdə təhsilin inkişafı müəllimlərdən əhəmiyyətli diqqət və rəhbərlik tələb edir. Təcrübənin qavranılmasının yüksək səmərəliliyini təmin etmək üçün bu elementdə aşağıdakı dörd komponenti ayırmaq lazımdır:

#### **1. Təcrübənin vizuallaşdırılması. Bunlara daxildir:**

A) cihazların ən rəşional yerləşdirilməsi, yeniyetmələrin istifadəsi, meylli güzgülər, fon ekranları, əlavə işıqlandırma, böyüdülmüş tərəzi, oxlar, göstəricilər, sıxaclar, həmçinin cihazların xüsusi rənglənməsi, rəngləmə mayeləri ilə əldə edilən təcrübənin yaxşı görünməsi, ekrana proyeksiya;

B) tədqiq olunan materiala birbaşa təhsilin adekvatlığını təmin edən eksperimentlərdən istifadə etməyə çalışmaqda, ona təsir edən əlavə təsirlərin minimuma endirilməsi ilə ifadə olunan müşahidə olunan hadisənin maksimum inandırıcılığına nail olmaq;

C) hər bir fiziki təcrübənin ifadəliliyinin təmin edilməsi.

#### **2. Eksperimentin tərtibatının estetikası.**

#### **3. Təcrübə zamanı əməyin elmi təşkili; ona daxildir:**

A) dərş vaxtından rəşional istifadə;

B) iş üçün əlverişli və düzgün ölçmə aparatlarının və eksperimentatorun düzülüşü;

C) konkret laboratoriya təcrübəsinin yerinə yetirilməsi zamanı tələbələrin əməyinin təşkili üsulları.

#### **4. Fiziki eksperimentin gedişində məktəblilərin qavrayışına nəzarət edilməlidir:**

A) tələbələrin fəaliyyətini mübahisə etmək, onlarla birlikdə təcrübənin həyata keçirilməsi üçün məqsəd və planları müəyyən etmək;

B) müxtəlif növ təlimatlardan istifadə;

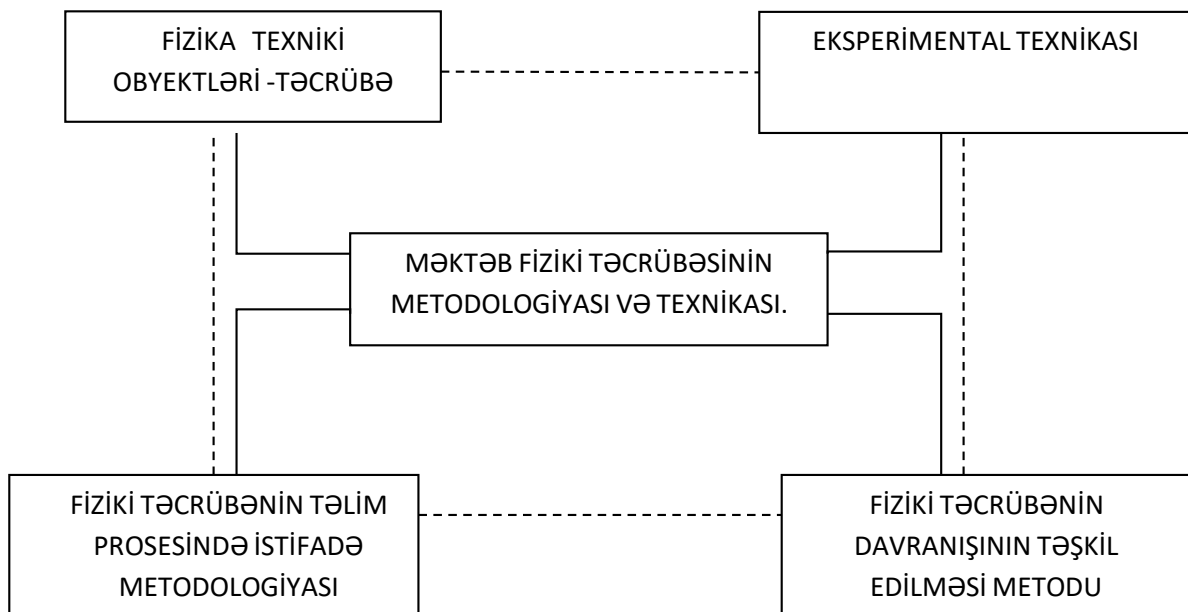
C) eksperimentin tempinin, şagirdlərin müvafiq qavrayış tempinin müəyyən edilməsi;

D) məktəblilərdə müşahidə bacarıqlarının formalaşması;

E) təcrübənin praktiki olaraq məqsədəuyğun sayda təkrarlanması.

Məktəblilərə fizikanın tədrisində fiziki eksperimentdən istifadə metodikası.

Təcrübə göstərir ki, məktəbdə fiziki eksperiment üçün qarşıya qoyulan təhsil problemlərini həll etmək üçün onun üçün texniki vasitələrin alınması və hazırlanması, eksperimentin aparılması üsullarını mənimsəmək, hətta eksperimentin şagirdlər tərəfindən optimal qavranılmasına şərait yaratmaq kifayət deyil. Təcrübənin tədris prosesində belə praktik tətbiqini təmin etmək vacibdir ki, bu da digər tədris metodları ilə birlikdə problemi ən yaxşı şəkildə həll etməyə imkan verəcəkdir.



### **Məktəblilərə fizikanın tədrisində fiziki eksperimentdən istifadə metodikası.**

Təcrübə göstərir ki, məktəbdə fiziki eksperiment üçün qarşıya qoyulan təhsil problemlərini həll etmək üçün texniki vasitələrin alınması və hazırlanması, eksperimentin aparılması üsullarını mənimsəmək, hətta eksperimentin şagirdlər tərəfindən optimal qavranılmasına şərait yaratmaq kifayət deyil. Təcrübənin tədris prosesində belə praktik tətbiqini təmin etmək vacibdir ki, bu da digər tədris metodları ilə birlikdə konkret təhsil problemlərini ən yaxşı şəkildə həll etməyə imkan verəcəkdir. Fiziki eksperimentin digər tədris metodları ilə birlikdə praktiki tətbiqi üçün metod və üsulların məcmusu təhsil problemlərini uğurla həll etməyə imkan verən onun metodologiyası və texnologiyasının başqa bir struktur təcrübəsi hesab edilməlidir. Bu elementə eksperimentin planlaşdırılması, mövzunun və dərslərin tədris məqsədlərindən asılı olaraq onun məzmununun seçilməsi daxildir. Fiziki eksperimentin hazırlanması və istifadəsi zamanı tələbələrin idrak fəaliyyətinin aktivləşdirilməsi, onların idrak maraqlarının və yaradıcılığının inkişafı, məktəb fiziki eksperimentinin metodologiyasında və texnikasında nəzərdən keçirilən bütün struktur elementlərin seçilməsi onun üçün texniki və psixoloji-didaktik tələbləri genişləndirməyə və xüsusilə vacib olanı dəqiqləşdirməyə imkan verir. Şagirdlərin idrak və zehni fəaliyyətini artırmaq, əsas anlayışların, qanunların, nəzəriyyələrin, praktiki bacarıqların formalaşdırılması, məktəbdə fizika dərslərində yaradıcılıq qabiliyyətlərinin inkişafı, təcrübələrin nümayişi, praktiki və laboratoriya işləri, eksperimental problemlərin həlli, tapşırıqlar yerinə yetirilir. Bütün bu tapşırıqlar şagirdlərə sadə təcrübələr, ölçmələr aparmağa, alət və materiallarla işləməyə, fiziki hadisələri müşahidə etməyə və nəticələri təhlil

etməyə, ümumiləşdirmələr və nəticələr çıxarmağa kömək edir ki, bu da şagirdlərin bilik və bacarıqlarının keyfiyyətinin yüksəlməsinə səbəb olur.

1. Nümayişlər və təcrübələr əsasən fiziki anlayışların və hadisələrin aydınlığı üçün yeni materialın izahı zamanı aparılır. Müəllim özü bəzən şagirdləri də cəlb etməklə nümayiş və eksperimentlər aparır ki, bu da fənnə maraq aşılamağa kömək edir.

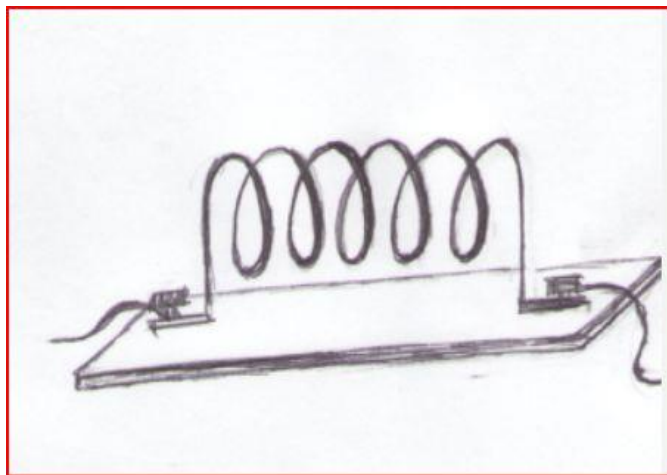
2. Təqdim olunan materialın ümumiləşdirilməsi və möhkəmləndirilməsi kimi proqrama uyğun olaraq praktiki və laboratoriya işləri aparılır. Onlar cütlər və ya tələbələr qruplarında aparılır. Bütün laboratoriya işləri təlimatlarla təmin edilir. İş zamanı tələbələr cihazlarla işləmək və onlara hörmət etmək üçün lazımi bacarıqlar əldə edirlər. Nəticələr alındıqdan sonra nəticələr və ümumiləşdirmələr aparılır. Təcrübədən sonra tələbələr verilən nəzəri suallara cavab verirlər. İş notebookda aparılır.

3. Yuxarı siniflərdə fiziki məşğələ keçirilir. Onlar tədris ilinin sonunda proqram tərəfindən təmin edilir. Tələbə qrupları hər bir iş üzrə metodiki tapşırıq və göstərişlərə uyğun olaraq müxtəlif laboratoriya işlərini yerinə yetirirlər. Bu cür təcrübə il ərzində öyrənilən bütün materialın təkrarlanmasına və ümumiləşdirilməsinə kömək edir. Şagirdlər ölçmələr, hesablamalar aparmalı, hesablama xətlərini hesablamalı, müəyyən nəticə əldə etməli, təhlil etməli və nəticə çıxarmalıdırlar. Fiziki alətlərdən istifadə ilə bağlı hər hansı bir laboratoriya işi, praktiki və ya hər hansı digər iş üçün müəllim əməyin mühafizəsi və təhlükəsizlik qaydalarına dair təlimatlar verir. Şagirdlər hər bir konkret işdə verilən suallara da cavab verirlər.

4. Müxtəlif tədris problemlərinin həlli məqsədilə dərsin ayrı-ayrı mərhələlərinə frontal eksperimental tapşırıqlar daxil edilə bilər; dərsin mövzusunə giriş, dərstdə öyrənilən materialın izahı üçün illüstrasiyalar, praktiki bacarıqların tətbiqi və digər növlər. Tapşırıqlar standart laboratoriya avadanlıqlarında 5-10 dəqiqə ərzində yerinə yetirilir. Onlar tələbələri frontal laboratoriya işlərinə və seminarlara hazırlamağa kömək edir. Tapşırıqlar avadanlığın mövcudluğundan asılı olaraq cütlər, qruplar və ya fərdi şəkildə yerinə yetirilir. Tapşırıqlar müəllimin bilavasitə rəhbərliyi altında yerinə yetirilir və dərsin məqsədindən, mövzusundan və metodikasından, həmçinin şagirdlərin hazırlığından asılı olaraq seçilir. Bu cür tapşırıqlar müstəqil təcrübə aparmaq bacarıqlarının inkişafına kömək edir. Eksperimental tapşırıqların sistemli yerinə yetirilməsi nəticəsində şagirdlərin biliyi dərinləşir, möhkəmlənir.

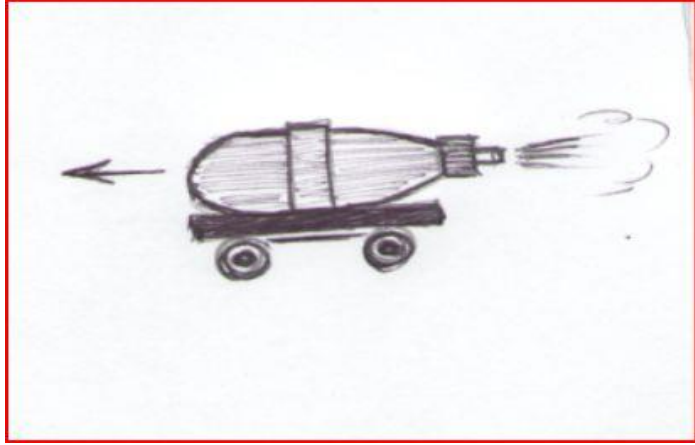
Gündəlik həyatda istifadə olunan alətlərdən istifadə etməklə nümayiş etdirilən təcrübələr böyük maraq doğurur. Evdə belə təcrübələri təkrarlamaqdan, valideynlərinə və dostlarına nümayiş etdirməkdən məmnundurlar.

Elektrostatika ilə bağlı bu cür təcrübələri həyata keçirmək asandır və əyləncəlidir. Elektrikləşdirmənin elektrostatikasını nümayiş etdirmək üçün təxminən 10 ilə 40 sm ölçüdə polietilen pilyonka götürürük, onu quru, elektrik keçirməyən masanın üstünə qoysaq, sonra ovucumuzu onun üzərində bir neçə dəfə gəzdirsək, zolağın yüksək dərəcədə elektrikləşdiyini və onunla qarşılıqlı əlaqədə olduğunu görə bilərik. Bir qələm və ya qələmə asaraq zolağın kənarları ayrılacaq və bununla da elektrik skuterinin bir modelini əldə edəcəyik. Şagirdlərin evdə istilik hadisələri üzərində apara biləcəyi bir çox təcrübə var. Dərstdə əyirici yaratma təcrübəsinin məlumatları izah edilir, suallar isə növbəti dərstdə tələbələrin cavablandırılması üçün qeyd olunur. Belə bir təcrübə əsas mövzu "konveksiya" izah edildikdən sonra aparılır. Şagirdlər belə misallar çox verirlər. Bu fenomenin istifadə edildiyi yer. Fizika kabinetində fiziki təcrübə və laboratoriya işləri aparmaq üçün kifayət qədər cihaz var.

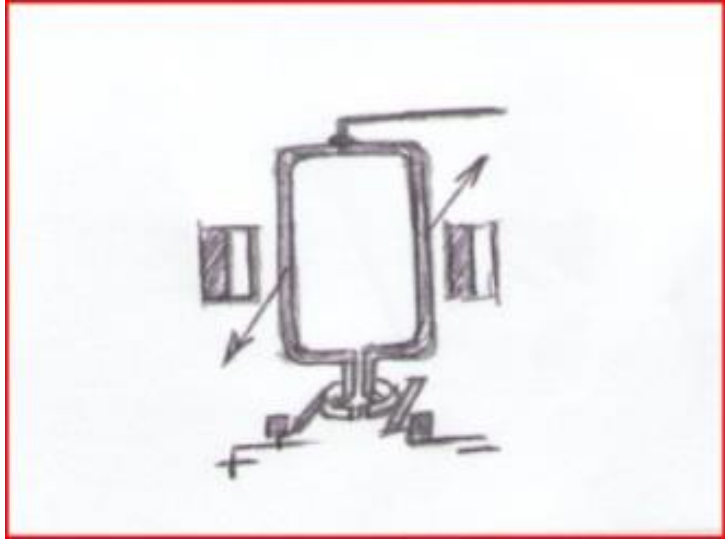


Dərsləri apararkən hər mövzu üzrə eksperiment keçirməyə çalışıram. Unudulmuş köhnəni yeni

şəkildə açmaq üçün nəse fikirləşməlisən, nələrsə icad etməlisən. 7-ci sinifdə ilkin mərhələdə hər dərstdə eksperiment aparmaq xüsusilə zəruridir. Tələbələri cəlb etmək, fizikaya maraq aşılamaq lazımdır. Buna görə də 7-9-cu sinif şagirdləri fizikanı yuxarı sinif şagirdlərinə nisbətən böyük maraqla öyrənirlər, burada problemlərin həllinə daha çox diqqət yetirilməlidir. Belə bir fikir var ki, bütün təcrübələrə kompüterdə baxmaq olar. Hətta bəzi laboratoriya işləri də buraya daxildir. Mən bu fikri bölüşürəm və dəstəkləmirəm. Əlbəttə ki, kompüter müəllimə tapşırıqları çeşidləməyə, rəsmləri izah etməyə, təqdimatlar, layihələr hazırlamağa kömək edir, lakin dərstdə əsas şey eksperimentdir. Şagirdlər öz əlləri ilə eksperimentlər etməli, ona toxunmalı, hiss etməli, quraşdırmanı yığmalı və bundan müəyyən məmnunluq əldə etməlidirlər.

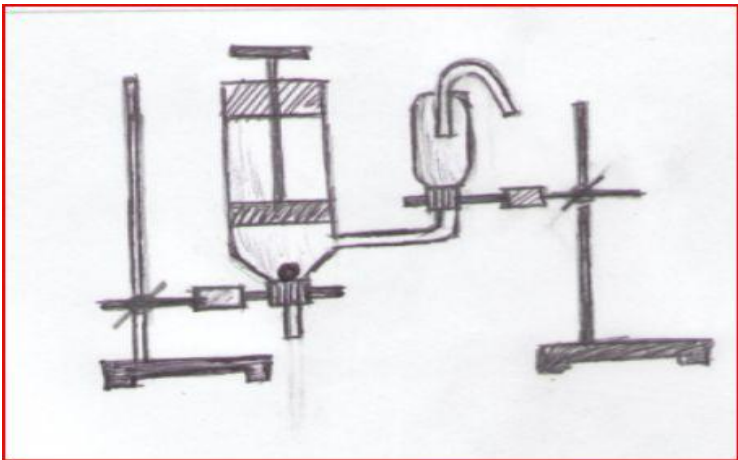


Mövzunu öyrəndikdən dərhal sonra il ərzində onuncu sinifdə laboratoriya məşğələsi keçirirəm. Köhnə dərsliklərdən çoxlu təcrübələr və laboratoriya işləri götürürəm. Bunlar bizim çoxdan gördüyümüz işlərdir. Və bütün cihazlar köhnə olsa da, hər şey işlək vəziyyətdədir. Bir çox əsərdə doğaçlama materialından istifadə edə bilərsiniz. Yalnız bu materialdan necə istifadə oluna biləcəyini və hansı təcrübələrdə istifadə oluna biləcəyini düşünmək lazımdır. Bunlar müxtəlif



yaylar, rezin lentlər, şəffaf borular, plastik flakonlar və müxtəlif tutumlu butulkalar, naqillər, tıxaclar, maqnitlər və s. Bütün bunlar faydalıdır, hər şeydən nəse düzəldə bilərsiniz. Məsələn, reaktiv hərəkəti nümayiş etdirərkən işləyən raket modeli əvəzinə 0,5 litrlik plastik butulkadan istifadə etmək olar.

Bunu etmək üçün sadəcə mantarı bənzəri ilə əvəz etməlisiniz, ancaq bir çuxur ilə bir rezin boru və bir avtomobil ayaq pompası da lazımdır. Şüşə arabaya sabitlənə bilər. Böyük xərclər yoxdur və təcrübə çox aydındır. Siz həmçinin bir şüşədən raket edə bilərsiniz və ya bir porşen maye nasosu edə bilərsiniz. Belə qablarda maye və qazların təzyiqi, cisimlərin üzməsi haqqında nümayişlər yaxşı alınır. Böyük siniflərdə maqnit və elektriddən eksperimental tapşırıqlar aparılır. Xüsusilə müxtəlif qaydalardan istifadə edilən təcrübələr: sol əl, sağ əl, Lenz qaydası. Nümunələr:



1. Maqnitlər götürülərsə, cərəyanlı bobin necə davranacaq? (Sol əlin qaydası)
2. Solenoiddəki cərəyanın istiqamətini təyin edin. (Sağ əl qaydası)

3. Solenoiddə bu istiqamətdə cərəyanın görünməsi üçün maqnit hansı hərəkəti etməlidir? (Lenz qaydası)

4. EQ hansı qanunla dəyişir.

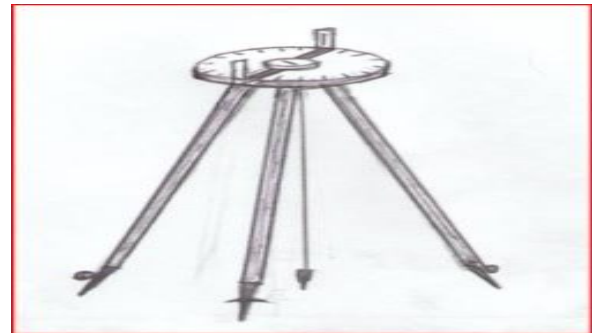
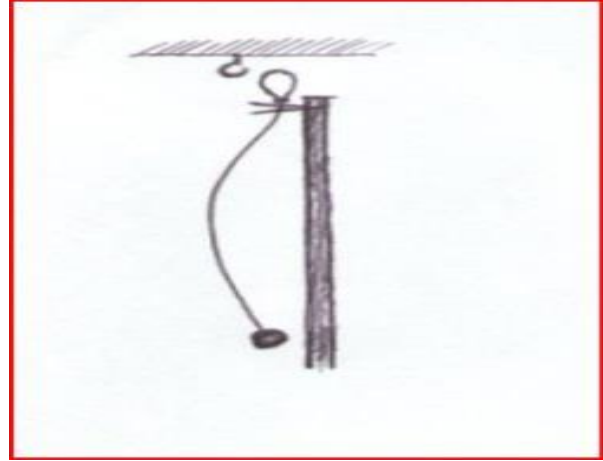
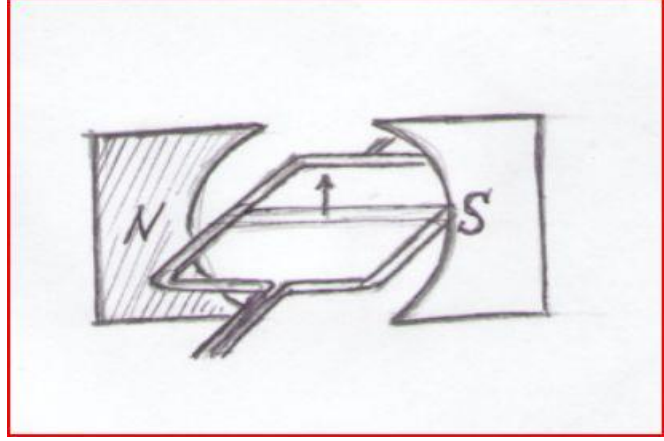
Sarğac zamanın ilkin anında şəkildə göstərildiyi kimi vəziyyətdə olsaydı, bobində baş verən induksiya necə olardı? Dövrün  $\frac{3}{4}$  hissəsinə bərabər olan müddətdən sonra emf hansı dəyəri alacaq?

Mexanik vibrasiyaların başqa bir nümunəsi. Saniyəölçən, ölçmə lenti və sarkaç varsa sinif otağının hündürlüyünü müəyyən edə bilərsiniz. Sarkaç masanın üstündəki tavana yapışdırılır. Bu sarkaçdan impulsun və enerjinin saxlanma qanununu nümayiş etdirmək üçün istifadə edə bilərsiniz. 9-cu sinifdə şagirdlər bu sarkaçdan istifadə edərək salınan hərəkət tənliklərini yazır, qrafiklər qurur və bir çox başqa məsələləri həll edirlər.

İstənilən eksperimental tapşırığın praktik istiqaməti var. Mən həmişə tələbələrə layihə qurarkən və ya tikərkən gündəlik həyatda harada faydalı ola biləcəyini izah edirəm. Dərslərdə tez-tez müxtəlif plumb xətləri, bloklar, rıçaqlar, goniometrlərdən istifadə olunur. İstənilən inşaatçı və ya usta öz işində Pifaqorun “qızıl” üçbucağından istifadə edir. Şagirdlər dizaynda belə üçbucağı necə və harada tətbiq edəcəyini də bilməlidirlər. Və burada başqa bir iş "Böyük məsafələrin paralaktik yerdəyişmə üsulu ilə ölçülməsi". Mən bu cür işləri fakultativ və ya seçmə kurslarda aparıram. Məktəb astrolabından istifadə olunur -geodeziya cihazı. Həmçinin bir çox astronomik alətlər də istifadə olunur.

Müəllimi maraqlandırmalıdır ki, bəzi detallar, cihazlar dərslərdə həmişə olsun. Belə ki, onlar bir növ vizual və ya səs effekti verirlər. Bu, həmişə fizikanın öyrənilməsinə marağı artırır. Şagird problemi həll edə bilməsə belə, öz gözü ilə gördüklərini, təcrübə apardıqlarını, birləşdirdiklərini, Fəaliyyətimin əsas məqsədi şagirdə öz fənnim üzrə tələbələrin hazırlıq səviyyəsinə dair dövlət tələblərinə cavab verən elmi bilik, bacarıq və vərdişlərin formalaşması və inkişafı üçün şərait yaratmağa imkan verən optimal təlim sisteminin yaradılması, əldə edilmiş biliklərə əsaslanaraq onları əhatə edən dünyanın vahid mənzərəsi haqda təsəvvür formalaşdırmaqdır. Tədris materialına aşağıdakı tələbləri qoyuram: o, yeni olmalıdır (müasir uşaqlar təkrar etməyi sevmirlər, mobil və dinamikdirlər),

əlçatan olmalıdır (bu, müəllimin şagirdə etibar etməsi üçün vacib meyardır), bu maraqlı olmalıdır (əsir etmək, əbədi olmasa da, uzun müddətdir). Deməli, fizika eksperimental elm kimi öyrənilməlidir. Bunsuz fiziki dünyagörüşünün və idrak fəaliyyətinin formalaşması mümkün deyil. Təbiəti öyrənməyin müasir fiziki üsullarının öyrənilməsi, şagirdlərdə mövzuya maraq aşılması olmalıdır. Ona görə də hər hansı bir mövzunun öyrənilməsində nəzəri materialın təhlili ilə yanaşı, lazımı səviyyədə elmi-metodik, fiziki eksperimentin hazırlanması tələb olunur. Şagirdlərin yaradıcılıq qabiliyyətlərini inkişaf



etdirmək üçün evdə təcrübə aparmağa da həvəsləndirilməli, problemlə təcrübələrdən istifadənin faydalılığına və fiziki eksperimentin politexniki yönünə diqqət yetirilməlidir.

### ƏDƏBİYYAT

1. Буров В.А., Кабанов С.Ф., Свиридов В.И. Фронтальные экспериментальные задания по физике. М.: Просвещение, 1981.
2. Иванова. Л.А. Активизация познавательной деятельности учащихся при изучении физики. Москва: Просвещение, 1983.
3. Зверева Н. М. Активизация мышления учащихся на уроках физики. Москва: Просвещение, 1980.

### SUMMARY

Elgun Taghiyev, Seyfaddin Jafarov,  
Ali Abbasov

#### CARRYING OUT EXPERIMENTS IS ONE OF THE CONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT OF COGNITIVE ACTIVITY OF STUDENTS IN PHYSICS LESSONS

For several decades, programmers have been asking themselves only one question: What part of physical science should be included in school physics, to take proper care of the motivation for learning.

As you know, the general goal of teaching physics is not limited to academic education in physics itself. Physics as an academic subject is a completely different world from the corresponding science; we need to teach children to perceive the knowledge gained deeply and intuitively so that they can use it in life, not only to answer the questions asked during the class lesson but also to conduct experiments.

*Key words:* experiment, physical process, physical experiment, experiment, school physical experiment

### РЕЗЮМЕ

Эльгюн Тагиев, Сейфаддин Джафаров,  
Али Аббасов

#### ОПЫТ – ВОСПРИЯТИЕ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ФИЗИКИ ЭТО ОДНО ИЗ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ ЕЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

На протяжении нескольких десятилетий программисты задавали себе только один вопрос: какую часть физических наук следует включить в школьную физику, чтобы уделить должное внимание мотивации обучения. Как известно, общая цель обучения физике не ограничивается академическим образованием в самой физике, физика как учебный предмет - это совершенно иной мир, чем соответствующая наука - нам нужно научить детей понимать глубоко и внутренне, чтобы они могли использовать знания, которые они приобретают в жизни, а не только для того, чтобы отвечать на вопросы во время классного занятия, необходимо проводить свои эксперименты.

*Ключевые слова:* Эксперимент, физический процесс, физический эксперимент, эксперимент, школьный физический эксперимент

*Məqaləni çapa təqdim etdi:* fizika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent Fərman Qocayev

*Məqalə daxil olmuşdur:* 22 may 2023-cü il

*Çapa qəbul edilmişdir:* 30 may 2023-cü il

SEVİNC BAĞIROVA

bagirovasevindj@rambler.ru

Azərbaycan Dövlət Aqrar Universiteti

UOT: 539

## KONFORM İNİKASIN TƏTBİQİ İLƏ KONSENTRİK DAİRƏDƏ TEMPERATUR GƏRGİNLİKLƏRİNİN TƏYİNİ

*Baxılan işdə konsentrik dairədə konform inikasın köməyi ilə temperatur gərginliklərinin təyini edilməsi məsələsinə baxılmışdır. Məlumdur ki, ikiqat lövhələrdə, laylarda, qatlarda xarici qüvvənin təsiri altında yaranan temperatur dəyişmələri özünü gərginlik və yerdəyişmə funksiyalarını qarşılıqlı əlaqəsi kimi biruzə verir. Bu zaman bu əlaqəni kiçik parametrlə daxil etməklə həll etmək olar. Qoyulan məsələyə (D) oblastında baxılır, harada ki, təsir edən qərarlaşmış  $T(\rho, \alpha)$  temperatur sahəsinin yaratdığı termoelastiki gərginlikləri təyin etmək mümkündür. Belə oblastlara bir və ya bir neçə dairə ilə zəiflədilmiş yarım sonsuz yaxud sonsuz müstəviləri, elliptik halqanı göstərmək olar. Lakin elə metodlar var ki, bu termolekstiyyətlə məsələləri üçün yeni keyfiyyət göstəricilərə malikdir. Bu baxımdan konform inikasın müxtəlif oblastları tətbiqi aktuallaşır. Nəticədə nəzərdə tutulan tətbiqlərin köməyi ilə bir dairəvi boşluqla zəiflədilmiş yarımmüstəvinin termoelastiki vəziyyəti konform inikas üsulu ilə araşdırılır və konsentrik dairədə temperatur gərginlikləri təyin edilir. Bu toplu məsələlər həlli ilk dəfə görkəmli alim N.İ. Musxeleşvli tərəfindən öyrənilmişdir.*

*Açar sözlər: termoelastikiyyət, konform inikas, polyar koordinatlar, termoelastiki gərginlik, Puasson əmsalı, elastiklik modulu*

1. Bir çox hallarda müstəvi oblastlarda qoyulmuş termoelastikiyyət məsələsinin həlli oblastın mürəkkəbliyi üzündən çətin olur. Bu çətinlik o zaman özünü göstərir ki, oblast qeyri-klassik olsun. Məsələn, belə oblastlara bir və ya bir neçə dairə ilə zəiflədilmiş yarım sonsuz yaxud sonsuz müstəviləri, Paskal ilbizini, epi-troxoidanı, hipotroxoidanı, elliptik halqanı göstərmək olar.

2. Lakin kompleks dəyişənli funksiyalar nəzəriyyəsində praktik cəhətdən əhəmiyyətli olan konform inikas metodu bir və ikirabitəli oblastların uyğun olaraq dairə daxilinə və konsentrik halqaya inikasını mümkün etdiyindən qeyd olunan çətinliyi aradan qaldırmağa kömək edə bilər. Baxılan işdə bir dairəvi boşluqla zəiflədilmiş yarımmüstəvinin termoelastiki vəziyyəti konform inikas üsulu ilə araşdırılır.

Fərz edək ki,  $r_1$  radiuslu dairə ilə zəiflədilmiş sonsuz yarımmüstəvinin düzxətli sərhəddində temperatur sabit  $T_0$ -a bərabərdir və oblastın dairəvi sərhəddində sabit  $Q$  istilik seli təsir edir. Bu oblastı  $D$  ilə işarə edək. Əgər istilik mənbəyi yoxdursa onda aşağıdakı sərhəd məsələsinin həllinin axtarılmasına gəlirik:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial \rho^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial T}{\partial \rho} + \frac{1}{\rho^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \alpha^2} = 0 \quad (1)$$

$$T = T_0, \rho = 1 \left. \frac{\partial T}{\partial \rho} \right|_{\rho=r_1} = \frac{1}{\lambda_0} Q \quad (2)$$

Burada,  $T = T(\rho, \alpha)$  ilə  $(\rho, \alpha)$  polyar koordinat sistemində temperatur,  $\lambda_0$  ilə isə istilikkeçirmə əmsalı işarə edilmişdir. (1), (2) məsələsini həll etmək üçün  $(D)$  oblastının  $(\Omega)$  oblastına konform inikasına baxaq.

Göründüyü, kimi ( $\Omega$ ) oblastı daxili radiusu vahidə, xarici radiusu isə  $R$ -ə bərabər olan konsentrik halqadan ibarətdir. İnikas etdirici funksiya isə

$$\xi = \frac{(A+1)z - (z_1 A + z_1)}{(A-1)z - (z_1 A - z_1)}, \quad A = \sqrt{\frac{a-r_1}{a+r_1}} \quad (3)$$

şəklindədir (1). Burada  $z = \rho(\cos\alpha + i\sin\alpha)$ ,  $\xi = r(\cos\theta + i\sin\theta)$  olduğundan  $(\rho, \alpha)$  və  $(r, \theta)$  koordinatları arasında əlaqə düsturları aşağıdakı kimidir:

$$r = \sqrt{\frac{(1+A)^2 \rho^2 - 2(1+A)(z_1 + Az_1)\rho \cos\alpha + (z_1 + Az_1)^2}{(1+A)^2 \rho^2 - 2(1-A)(z_1 + Az_1)\rho \cos\alpha + (z_1 - Az_1)^2}}$$

$$\theta = -\arctan \frac{(1+A)(z_1 + Az_1)\rho \cos\alpha}{(1-A)^2 \rho^2 - 2(z_1 + Az_1)\rho \cos\alpha + (z_1 - Az_1)^2} \quad (4)$$

Beləliklə  $r_1$  radiuslu dairə ilə zəiflədilmiş sonsuz yarımüstəvidə  $T(\rho, \alpha)$  temperaturunun (2) sərhəd şərtləri daxilində axtarılması məsələsi daxili radiusu vahidə, xarici radiusu  $R$ -ə bərabər o konsentrik halqada  $T(r, \theta)$  funksiyanın tapılmasına gətirilir. Bu məsələ tənliyinin

$$\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} = 0 \quad (5)$$

$$T(1, \theta) = T_0, \quad \left. \frac{\partial T}{\partial r} \right|_{r=R} = \frac{4Aa}{\lambda} f(\theta) \quad (6)$$

sərhəd şərtlərini ödəyən həllinin axtarılmasından ibarətdir. Burada, (1) və (5) tənliklərinin Laplas tənliyi kimi yazılması konform inikas zamanı Laplas operatorunun invertantlığının saxlanması xassəsindən irəli gəlir (2). Digər tərəfdən

$$\frac{\partial T}{\partial n_i} = \frac{\partial T}{\partial \eta_i} \frac{\partial \eta_i}{\partial n_i}$$

və  $\frac{\partial \eta_i}{\partial n_i} = |\xi_z|$  olduğundan

$$\frac{\partial T}{\partial \eta_2} = |\xi_z| \frac{\partial T}{\partial v_2} = |\xi_z| \frac{\partial T}{\partial \rho} = |\xi_z| \frac{Q}{\lambda}$$

yaza bilərik. Lakin  $\xi_z = \frac{1}{z\xi}$  olduğundan (1.6)-  $f(\theta) = \frac{Q}{B+C\cos\theta}$  olması nəzərə alınmalıdır.

Burada  $B = (1-A)^2 R^2 + (1+A)^2$ ,  $C = 2R(1-A^2)$  işarə edilmişdir. Əgər  $\varepsilon = \frac{1-A}{1+A} R$  işarələməsini qəbul etsək  $f(\theta)$  funksiyanı aşağıdakı Furye sırasına ayırmaq olar.

$$f(\theta) = \frac{Q}{(1+A)^2(1+\varepsilon^2)} \left[ \frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k \varepsilon^k \cos k\theta \right] \quad (7)$$

(5), (6) məsələsini həllini

$$T(r, \theta) = D_0 + D \ln r + \sum_{k=1}^{\infty} (D_k r^k + D_k r^{-k}) \cos k\theta \quad (8)$$

(8)-i (5), (6) şərtlərində yerinə yazsaq və bu zaman (7) ifadəsindən istifadə etsək, belə olar.

Şəklində axtaraq

$$D_0 + \sum_{k=1}^{\infty} (D_k + D_{-k}) \cos k\theta = T_0$$

$$\frac{D}{R} + \sum_{k=1}^{\infty} k(D_k R^{k-1} + D_{-k} R^{-k-1}) \cos k\theta =$$



$$\frac{4AaQ}{\lambda(1+A)^2(1+\varepsilon^2)} \left[ \frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^k \varepsilon^k \cos k\theta \right]$$

Bu sistemin bərabərliklərdə sabit hədləri və  $\cos k\theta$  -nin əmsallarını tutuşdursaq

$$D_0, D, D_k, D_{-k}, k = 1, 2, \dots$$

sabitləri üçün cəbri tənliklər sistemi alırıq. Bu sistemin həlli aşağıdakı kimidir

$$D_0 = T_0 D = \frac{2AaRQ}{\lambda(1+A)^2(1+\varepsilon^2)}, D_{-1} = -\frac{4AaQ\varepsilon}{\lambda_0(R+R^{-1})(1+A)^2(1+\varepsilon^2)},$$

$$D_1 = \frac{4AaQ\varepsilon}{\lambda_0(R+R^{-1})(1+A)^2(1+\varepsilon^2)} \quad (9)$$

$$D_k = \frac{(-1)^k \varepsilon^k}{k} \frac{4AaQ}{\lambda_0(1+A)^2(1+\varepsilon^2)(R^{k-1} + R^{-(k-1)})}$$

$$D_{-k} = -\frac{(-1)^k \varepsilon^k}{k} \frac{4AaQ}{\lambda_0(1+A)^2(1-\varepsilon^2)(R^{k-1} + R^{-(k-1)})} \quad k \geq 2$$

Bu sabitlərin qiymətlərini (8)-də yerinə yazaraq konsentrik halqada temperatur sahəsini təyin edirik.

$$T(r, \theta) = T_0 + \frac{4AaRQ}{\lambda_0(1+A)^2(1-\varepsilon^2)} \left[ \frac{1}{2} \ln r + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^k \varepsilon^k}{k} \frac{r^k - r^{-k}}{R^n + R^{-k}} \cos k\theta \right] \quad (10)$$

Beləliklə,  $r_1$  dairəsi ilə zəiflədilmiş sonsuz yarımmüstəvidə qoyulmuş şərtlər daxilində temperatur sahəsini tapmaq (4) polyar koordinatlarının qiymətlərini (10)-da nəzərə almaqla hər bir  $(\rho, \alpha)$  nöqtəsində temperaturu təyin etmək mümkündür.

(D) oblastında təsir edən qərarlaşmış  $T(\rho, \alpha)$  temperatur sahəsinin yaratdığı termoelastiki gərginlikləri təyin edək. Fərz edək ki, bu oblasta xarici qüvvələr təsir etmir. Yuxarıda göstərilmiş konform inikasa görə bu məsələ konsentrik ( $\Omega$ ) halqasında təsir edən  $T(\rho, \theta)$  temperatur sahəsinin yaratdığı termoelastiki gərginliklərin təyini məsələsilə ekvivalentdir.

Bu məsələnin həlli isə N.İ. Musxeleşvilinin temperatur gərginlikləri və dislokasiya gərginlikləri arasındakı analogiyaya əsaslanır. Bu halda dislokasiya xarakteristikaları termoelastiki yerdəyişmələrin birqiymətlik şərtlərindən təyin edilir.

Əgər, müstəvi fiqur xarici qüvvələrin və qeyri-müntəzəm paylanmış temperatur təsirlərinə məruz qalarsa yerdəyişmə komponentləri  $u, v$  kompleks dəyişənli funksiyalarla aşağıdakı kimi təyin edilir.

$$2\mu(u + iv) = \alpha_0 E f(\xi) + k_0 \varphi(\xi) - \xi \overline{\varphi(\xi)} - \overline{\psi(\xi)} \quad (11)$$

Burada:  $\alpha_0$ - temperaturun təsiri ilə xətti genişlənmə əmsalıdır.

$k = \frac{\lambda+3\mu}{1+\mu}$ ,  $\lambda, \mu$  -Lame əmsalları;  $f(\xi), \varphi(\xi), \psi(\xi)$  əmsalları isə konsentrik halqada kompleks dəyişənli olub analitik funksiyalardır və bunlar  $F(\xi), \Phi(\xi), \Psi(\xi)$  potensial funksiyalarla təyin olunurlar [3,4].

$$f(\xi) = \int F(\xi) d\xi, \quad \varphi(\xi) = \int \Phi(\xi) d\xi, \quad \psi(\xi) = \int \Psi(\xi) d\xi.$$

Baxılan ( $\Omega$ ) oblastında bu funksiyalar aşağıdakı kimi təyin olunurlar:

$$F(\xi) = D \ln \xi + \sum_{k=-\infty}^{\infty} D_k \xi^k$$

$$\Phi(\xi) = \frac{a_0 E}{2(1-\nu)} \left[ D \left( \frac{R^2 \ln R}{R^2 - 1} - \frac{1}{2} - \ln \xi \right) + D_{-1} \left( \frac{2\xi}{R^2 + 1} - \frac{1}{\xi} \right) \right] \quad (12)$$

$$\Psi(\xi) = \frac{a_0 E}{2(1-\nu)} \left[ \frac{2R^2 \ln R}{R^2 - 1} D \frac{1}{\xi^2} - D_{-1} \left( \frac{1}{\xi} + \frac{R^2}{R^2 + 1} \frac{1}{\xi^3} \right) \right]$$

Burada:  $E$ -elastiklik modulu,  $\nu$ -Puasson əmsalıdır. Bu funksiyaların ifadələri onların Loran sırasına ayrılışından istifadə etməklə əvvəlcə (2), (1) vasitəsilə  $u, v$  yerdəyişmə deformasiya komponentlərinin, sonra isə yerdəyişmələrin birqiymətlik şərtlərinin nəzərə alınmasının nəticəsidir. Bu zaman konsentrik halqada gərginlik komponentləri aşağıdakı kimi təyin olunurlar:

$$\sigma_r = \frac{a_0 E}{1-\nu} \left[ \left( \frac{r^2 - 1}{r^2} \frac{R^2 \ln R}{R^2 - 1} - \ln r \right) \cdot D + \left( \left( \frac{r}{R^2 + 1} - \frac{1}{r} + \frac{R^2}{R^2 + 1} \frac{1}{r^3} \right) D_{-1} \cos \theta \right) \right]$$

$$\sigma_r = \frac{a_0 E}{1-\nu} \left[ \left( \frac{R^2 \ln R}{R^2 - 1} \frac{r^2 + 1}{r^2} - \ln r - 1 \right) D + \left( \frac{3r}{R^2 + 1} - \frac{1}{r} - \frac{R^2}{R^2 + 1} \frac{1}{r^3} \right) D_{-1} \cos \theta \right]$$

( $D$ ) oblastmda ( $\rho, \alpha$ ) nöqtəsində gərginlik komponentlərini təyin etmək üçün  $\rho$  və  $\alpha$ -nın qiymətləri (4) düsturunda qoyularaq ( $\rho, \alpha$ ) nöqtəsinin inikasları olan ( $r, \theta$ ) nöqtəsində (3)-ün ədədi qiyməti təyin edilməlidir.

Konsentrik dairədə termoelastiki parametrlərdən asılı alınmış həll (\*) düsturu vasitəsilə göstərilmişdir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Мусхелешвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М.: Наука, 1966, 610 с.
2. Бахышев Ш.М. Обратные задачи термоупругости. М.: Прометей, 2002, 150 с.
3. Baratzadə R.Z., Вағирова S.M. Хətti сəбр, analitik həndəsə və riyazi analiz. Bakı: 2021.
4. Вағирли D.V., İbrahimov R.A. Ali riyaziyyat kursu, I və II hissə. Bakı: 2020
5. Белонучкин В.Е., Белонучкин В.Е. «Краткий курс термодинамики» М.: 2010.
6. Цербе Гюнтер, Вильгельмс Гернот «Техническая термодинамика». Фолиант, 2015 г.
7. Федорович К.Т., Владимирович Г.В. «Основы термодинамики и статистической физики». Феникс: 2012.

## SUMMARY

Sevinj Baghirova

### DETERMINATION OF TEMPERATURE STRESSES WITH CONFORMAL MESHING IN CONCENTRIC CIRCLES

The issue of determining temperature stresses with the help of conformal meshing in concentric circles has been examined in the given study. It is known that temperature variations occurring under the influence of external forces in double-layered structures, plates, and shells manifest themselves as interrelated functions of stress and displacement. In such cases, it is possible to solve this relationship by introducing a small parameter. The problem is considered in the specified domain, where it is possible to determine the thermoelastic stresses created by the predetermined temperature field. We can represent these regions with one or several weakened semi-infinite or infinite strips, or an elliptic annulus. However, there are methods that are capable of providing new

quality indicators for these thermos-elasticity issues. Therefore, the application of conformal meshing becomes relevant for various regions. As a result, the thermoelastic state of a weakened semi-infinite strip with a circular void is investigated, and temperature stresses are determined in concentric circles through the application of conformal meshing.

**Key words:** *thermoelectricity, conformal meshing, polar coordinates, thermoelastic stress, Poisson's ratio, elasticity modulus.*

**РЕЗЮМЕ**

**Севиндж Багирова**

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ДВУМЕРНОЙ ТЕРМОУПРУГОСТИ МЕТОДОМ  
КОНФОРМНОГО ОТОБРАЖЕНИЯ**

В работе рассматривается задача термоупругости в стационарной постановке в которой методом конформного отображения, определяются термоупругие напряжения в бесконечной полуплоскости ослабленной круговым вырезом. Известно, что изменения температуры в двойных пластинах, слоях, пластах под действием внешней силы проявляются как взаимодействие функций напряжений и перемещений. В этом случае эту связь можно разрешить, введя небольшой параметр. В этом случае эту связь можно разрешить, введя небольшой параметр. Данная задача рассматривается в области (D), где можно определить термоупругие напряжения, вызванные воздействующим фиксированным полем температуры  $T(\rho, \alpha)$ . К таким областям можно отнести полубесконечные или бесконечные плоскости, ослабленные одним или несколькими кругами, эллиптическим кольцом. Но есть методы, которые имеют новые качественные показатели для этих вопросов термоупругости. С этой точки зрения становится актуальным применение различных направлений конформного контроля. В результате с помощью предполагаемых приложений методом конформного анализа исследовано термоупругое состояние полуплоскости, ослабленной кольцевой полостью, и определены температурные напряжения в концентрической окружности. Решением этих коллективных задач впервые занимался выдающийся ученый Н. И. Мусхелешвили.

**Ключевые слова:** *термоупругость, конформное отображение, полярные координаты, коэффициент Пуассона, модуль упругости*

---

*Мəqaləni çapa təqdim etdi: fizika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent Fərman Qocayev*

*Мəqalə daxil olmuşdur: 22 may 2023-cü il*

*Çapa qəbul edilmişdir: 30 may 2023-cü il*

ÜLVÜ VƏLİYEV

Batabat Astrofizika Rəsədxanası  
veliyev\_ulvu@mail.ru

NƏRİMAN İSMAYİLOV

Şamaxı Astrofizika Rəsədxanası  
ismailovnshao@gmail.com

UOT:524

CTTS ULDUZLARINDA SPEKTRAL ENERJİ PAYLANMA (SEP)  
ƏYRİLƏRİNİN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

Məqalədə CTTS ulduzlarının HBC kataloqundan seçilmiş və onların 0.36-100  $\mu\text{m}$  spektral diapazonda genişzolaqlı fotometrik ulduz ölçüləri əsasında ulduz spektrlərində spektral enerji paylanma (SEP) ayrısı qurulmuşdur. Alınan SEP əyriləri Lada klasifikasiyasına görə təsnif edilmişdir. 49 proqram ulduzlarının 7-si I tipə, 42-si II tipə aid edilmişdir. Şüalanma artıqlığı parametrlərinin bir-birindən və H $\alpha$  xəttinin işıqlığından asılılığına baxılmışdır.

**Açar sözlər:** CTTS ulduzları, SEP əyriləri, şüalanma artıqlığı, H $\alpha$  xəttinin işıqlığı

**Giriş.** Praktiki astrofizikada tədqiq olunan kosmik obyektlərin spektrlərində spektral enerji paylanmasının qurulması maraq doğurur. Məlumdur ki, məsələn, uluzətrafi qaz-toz diski olan ulduzlar spektrin yaxın və uzaq infraqırmızı diapazonda əhəmiyyətli miqdarda İQ şüalanma artıqlığına malikdir. Ulduzətrafi diskdəki şüalanmanın xarakteri İQ diapazonda şüalanma xarakteri sözügedən ulduzların ulduzətrafi disklərinin fizikası və quruluşu haqqında dolğun məlumat verə bilər. Bundan əlavə, cavan ulduzların spektral enerji paylanmasının (SEP) öyrənilməsi bu cür obyektlərin tədqiq edilməsinin mühüm metodlarından biridir. Bu, ulduz disklərinin şüalanma xarakterinin öyrənilməsinə, onların fiziki parametrlərini və ulduzların təkamülünün erkən mərhələsində ulduzətrafi disklərində planetlərin formalaşması proseslərini qiymətləndirməyə imkan verir. Bu işdə CTTS ulduzlarının 0.36-100 mkm diapazonda enerji paylanması tədqiqinin nəticələri verilir.

**Tədqiqat.** Proqram ulduzları HBC kataloqundan seçilmişdir, seçmə zamanı müxtəlif səviyyəli şüalanma spektrinə malik ulduzlar seçilmişdir. 1 cədvəlinde soldan sağa sütunlar üzrə aşağıdakı parametrlər verilir: obyektin adı, HBC nömrəsi, obyektə qədər olan məsafə, ulduzlararası qızarma əmsali, spektral siniflər və onlara görə (10) işinə əsasən təyin olunmuş temperaturalar və əsas ədəbiyyat mənbələri göstərilmişdir. Cədvələ əlavədə ayrıca həmin ədəbiyyat mənbələrinin siyahısı verilmişdir. Ulduza qədər məsafə və ulduzlararası qızarmağın dəqiq təyini SEP əyrilərinin dəqiq qurulmasında mühüm əhəmiyyətə malikdir. Ona görə də kataloqlardan götürülmüş bu parametrlər, ciddi şəkildə müxtəlif arxivlərə görə yoxlanmışdır. Alınan məsafələr Gaia DR3 (<https://gea.esac.esa.int/archive/>) arxvi ilə tutuşdurulmuş və dəqiqləşdirilmişdir.

Cədvəl 1. Proqram ulduzları üçün ədəbiyyatdan toplanmış parametrlər

Obyekt	HBC	D, pc	Av	W(H $\alpha$ ) Å	Sp type	Teff	Ədəbiyyat
LkHa 262	8	246	1.6	31	M0	3850	32, 17, 2
LkHa 271	13	279	4.6	186	K4	4620	2, 8
FM Tau	23	132	0.7	71	M0	3850	10, 9, 30
CW Tau	25	131	2.16	135	K3	4840	27, 10, 44

**NAXÇIVAN DÖVLƏT UNIVERSİTETİ**

Obyekt	HBC	D, pc	Av	W(H $\alpha$ ) Å	Sp type	Teff	Ədəbiyyat
DD Tau	30	126	1.36	182	M3.5e	3300	10, 27
DG Tau	37	125	0.62	113	K7, K6ve	4050	9, 10,11
DK Tau	45	140	1.4	19	K7e, K8.5	4050	32, 27
XZ Tau	50	147	1.71	274	M2e	3550	27, 30
UZ Tau	52	140	1	80	M1/3Ve	3600	5,25 , 24
GH Tau	55	140	0.25	15	M0.6	3800	5, 26, 27
GK Tau	57	130	0.53	16	K 6.5	4200	1, 2,5
CI Tau	61	160	1.58	102	K7, K5.5	4050	10, 40, 27
DP Tau	70	140	1.22	85	M0.8	3700	30, 27, 9
GO Tau	71	142	2.44	81	M0, M2.3	3850	27, 10, 30
YZ Ori	120	388	0.218	70	K7e	4050	28, 29, 10
KP Ori	124	113	1.2	127	M0	3850	43, 44, 2
AB Ori	135	410	0.81	45	K7	4050	5, 31, 30
CE Ori	152	375	0.496	74	K5e	4450	44, 10
BC Ori	166	304	0.35	151	K7.5e	4000	41, 42
BE Ori	168	398	2.61	68	K0	5280	32, 18, 2
Haro 4-255	176	392	5.0	100	K7:	4780	17, 2, 52
LP Mon	214	830	0.7	58	K7	4050	19, 45, 33
NX Mon	216	706	-2.45	211	K7,M5	3550	50, 38,51
V591 Mon	235	717	0.25	106	K4	4620	33, 38, 39
V 432 MON	237	726	0.4	83	K5	4450	32, 33, 34
RU Lup	251	157	0.37	216	K7 e	4050	6, 21, 22
V 852 Oph	258	131	0.9	167	M0	3850	30, 3, 2
Haro 1-16	268	146	1.38	54	K3e	4840	2, 17
EM*AS209	270	121	1.2	71	K4ve	4620	2, 14, 15
S CrA	286	130	1.92	90	G0Ve	5900	32, 2, 12
FQ Tau	377	140	1	114	M3	3400	35, 32,36
IP Tau	385	129	0.2	11	M0.6	3800	30, 17, 2
FV Tau	386	136	4.73	23	K5	4450	9, 30, 37
Haro 6-13	396	128	2.81	88	M0	3850	9, 30, 17
FZ Tau	402	129	1.83	204	M0	3850	9, 53,
TW Cha	567	183	1	26	K8Ve,	3970	2, 47, 18
TW Hya	568	60	0.27	86	K6, M0	4100	14, 10, 46
Ass Cha T1-15	574	190	1.55	94	K5Ve	4450	32, 47, 48
WW Cha	580	188	2.31	54	K2	5040	32, 2
Wy cha	583	174	1.65	52	K7-M0	4050	2, 16,17
VW cha	585	168	2.6	116	K8e, K7	3970	10, 20, 13
XX Cha	586	192	1	87	M3e	3500	2, 18,13
Ass cha T1-32	590	188	0.3	32	M0.5e	3800	2, 12, 13
THA 15-5	600	157	2.04	97	K7e	4050	2, 12, 49
HO Lup	612	200	1	220	M1	3680	32, 6,
SZ 102	617	422	0.32	20	K2, K0V	5040	2, 6, 7
SZ 111	622	158	0.5	145	M0	3850	11, 23, 12
AS 205	632	140	1.09	155	K0e, K5e	4500	1, 2, 3
V 1082 Cyg	728	646	0.13	11	K5, K6	4250	2, 4

***1 cədvəldəki ədəbiyyat istinadları***

(1) Zacharias N. et al., 2012yCat, 1322, 0; (2) Cutri R.M. et al., 2003yCat, 2246, 0; (3) Ducourant C. et al., 2005 A&A, 438, 769; (4) Alfonso-Garzón J. et al., 2012 A&A, 548A, 79; (5) Herbig G. H. 1977 ApJ, 214, 747; (6) Hughes J. et al., 1994 AJ, 108, 1071; (7) Merín B. et al., 2008 ApJS, 177, 551; (8) Winston E. et al., 2010 AJ, 140, 266; (9) Audard M. et al., 2007 A&A, 468, 379; (10) Ducati J.R. 2002 yCat.2237, 0; (11) Röser S. et al., 2008 A&A, 488, 401; (12) Cutri R. M. et al., 2014 yCat, 2328, 0 (13) Luhman K.L. 2004 ApJ, 602, 816; (14) Høg E. et al., 2000 A&A, 355L, 27;(15) Salyk C. et al., 2013 ApJ, 769, 21S; (16) Camargo J.I. et al., 2003 A&A, 409, 361; (17) Lasker B.M. et al., 2008 AJ, 136, 735; (18) Tonry J.L. et al., 2018 ApJ, 867, 105; (19) Chambers K.C. et al., 2016 arXiv 161205560; 20) Kirk H., Myers P.C. 2011 ApJ, 727, 64; (21) Bai Yu. et al., 2019 AJ, 158, 93; (22) Bourgués L. et al., 2014 ASPC, 485, 223; (23) Mowlavi N. et al., 2021 A&A, 648, 44; (24) Kraus A.L. Hillenbrand, Lynne A. 2009 ApJ, 704, 531; (25) Bianchi L. et al., 2017 ApJS, 230, 24; (26) Zacharias N. et al., 2009 yCat, 1315, 0; (27) Strom K.M. et al., 1989 AJ 97, 1451; (28) Cohen M., Kuhl L.V., 1979 ApJS, 41, 743; (29) Kounkel M. et al., 2016 ApJ, 821, 8; (30) Lawrence A. et al., 2007 MNRAS, 379, 1599; (31) Frasca A. et al., 2009 A&A, 508, 1313; (32) Sung H. et al., 1997 AJ, 114, 2644S (33) Rebull L.M. et al., 2002 AJ, 123, 1528; (34) Traven G. et al., 2015 A&A, 581, 52; (35) Lucas P.W. et al., 2008 MNRAS, 391, 136; (36) Zhang Z. et al., 2018 ApJ, 858, 41; (37) Luhman K.L. et al., 2010 ApJS, 186, 111; (38) Barentsen G. et al., 2014yCat, 2321, 0; (39) Broos P.S. et al., 2013 ApJS, 209, 32; (40) Torres C.A. et al., 2006 A&A, 460, 695; (41) Wiramihardja S.D. et al., 1991 PASJ, 43, 27; (42) Briceño C. et al., 2019 AJ, 157, 85B; (43) Da Rio, N. et al., 2009 ApJS, 183, 261; (44) Herczeg G.J. Hillenbrand L.A. 2014 ApJ, 786, 97; (45) Dahm S.E., Simon T. 2005 AJ, 129, 829D;(46) Wolf C. et al., 2018 PASA, 35, 10; (47) Frasca A. et al., 2015 A&A, 575A, 4; (48) Stelzer B. et al., 2004 A&A, 423, 1029; (49) Alcalá J.M. et al., 2014 A&A, 561A, 2; (50) Flaccomio E. et al., 2006 A&A, 455, 903; (51) Hsu Wen-Hsin. et al., 2012 ApJ, 752, 59.

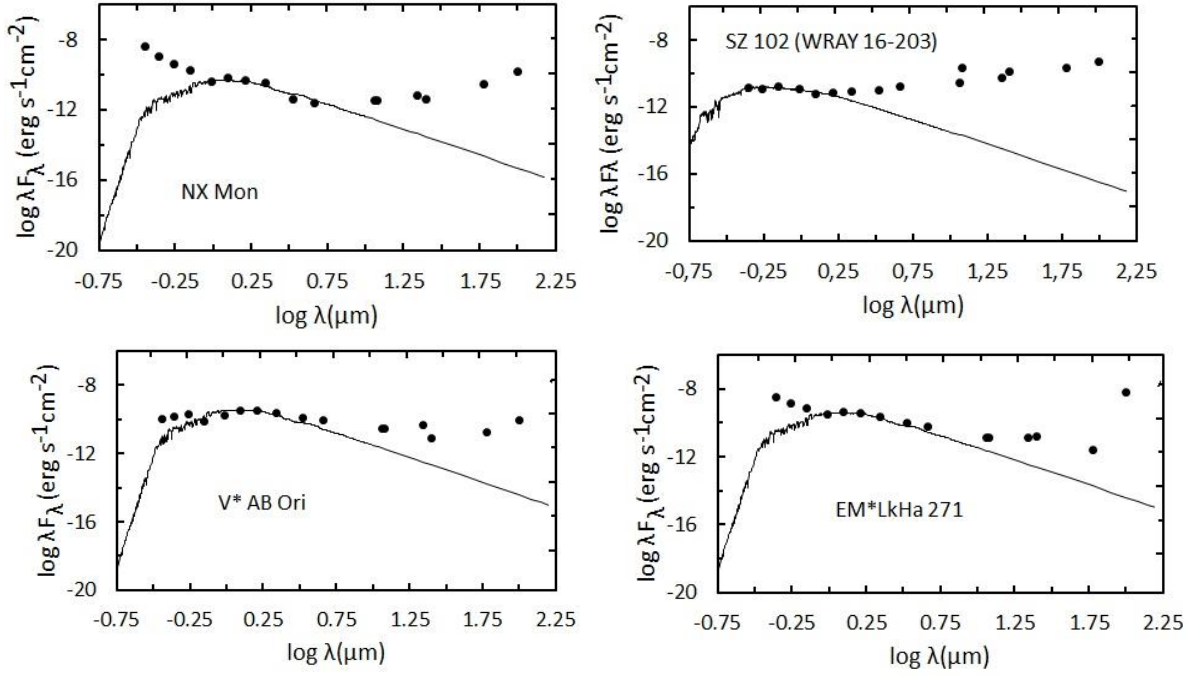
Proqram ulduzlarının alınan SEP əyriləri 1-ci şəkildə verilmişdir. Müşahidə nöqtələri standart ulduz modeli əyrisi ilə approksimasiya olunmuşdur (2). R və İ zolaqlarında ulduzlararası qızarma əmsalının təsiri minimum olduğuna görə və bu zolaqlarda şüalanma artıqlığı müşahidə edilmədiyinə görə, bu zolaqlar approksimasiya zamanı əsas götürülmüşdür. Approksimasiya edici əyridən kənara çıxmanın səviyyəsi  $\sigma=\pm 0.07$  təşkil edir.

Alınan SEP əyrilərinin təsnifatını Lada (3) sxemi üzrə aparmaq üçün  $\alpha$  parametri hesablanmışdır.

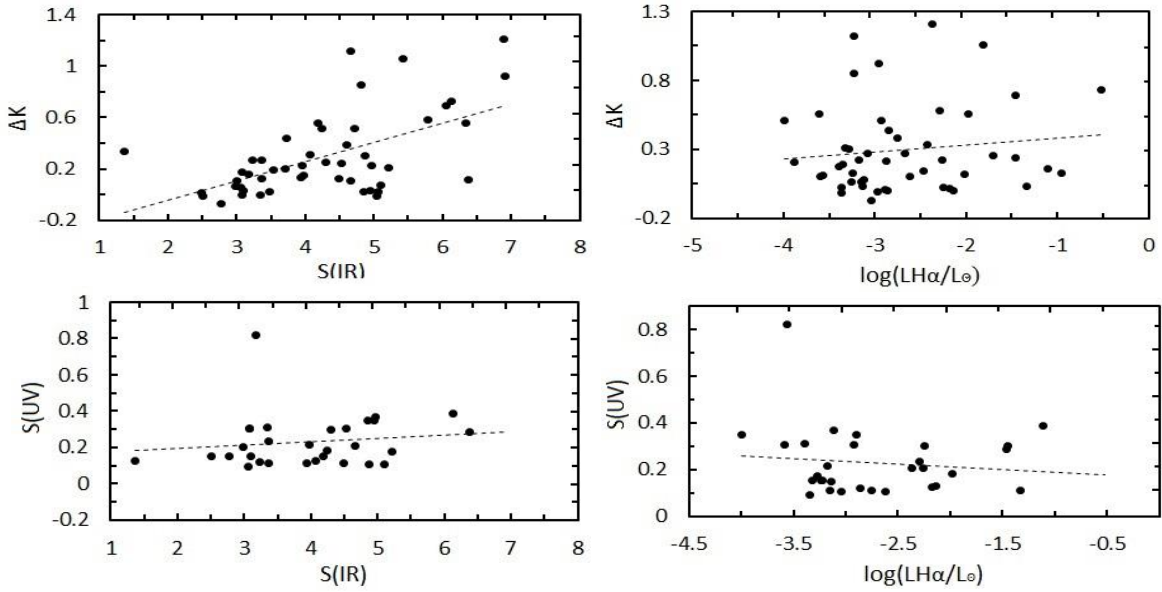
$$\alpha = \frac{\log \lambda_2 F_2 - \log \lambda_1 F_1}{\log \lambda_2 - \log \lambda_1} \quad (1)$$

burada  $\lambda_1$  və  $\lambda_2$  haradakı ( $\lambda_2 > \lambda_1$ ) SEP əyrisindəki müvafiq nöqtələrin dalğa uzunluqları,  $F_1$  və  $F_2$  isə həmin dalğa uzunluğundakı uyğun mütləq sellərdir.  $\alpha$  parametri SEP əyrisində seçilmiş intervalın meylini göstərir.  $\lambda_1=2.2$  mkm və  $\lambda_2=12$  mkm aralığı üçün 49 proqram ulduzundan yalnız 7- nin (14%) spektri I tip alınmışdır, qalanları isə II tipə aid edilmişdir (5).

$\Delta K$  parametrinin təyini üçün ulduz və standartın mütləq sellərinin fərqi götürülür. Belə hesablama yalnız  $K=2.2$  mkm zolağında həyata keçirilir. Təcrübə göstərir ki, ulduzların SEP əyrilərində olan şüalanma artıqlığı yalnız bir zolaqda deyil, dalğa uzunluqları istənilən iki  $\lambda_1$  və  $\lambda_2$  dalğa uzunluğu intervalında ola bilər. Bu halda həmin intervalda şüalanma artıqlığını hesablamaqdan ötrü şüalanma artıqlığını inteqral üsulla hesablamaq daha əlverişlidir.



**Şəkil 1.** Proqram ulduzların 0.36-100 mkm arasında SEP əyriləri. Bütöv əyri xətlər [2] modelindən seçilmiş standart ulduzların paylanmasıdır.



**Şəkil 2.** Qırıq xəttlə polinomial üsulla xətti approksimasiya düz xətti keçirilmişdir

2-ci şəklidə müxtəlif şüalanma artıqlığı parametrlərinin bir-biri ilə və H $\alpha$  xəttinin mütləq işıqlığı ilə asılılıq diaqramları verilmişdir ( $\Delta K \sim S(\text{IR})$ ,  $S(\text{UV}) \sim S(\text{IR})$ ,  $\Delta K \sim \log(LH\alpha/L_0)$ , və  $S(\text{UV}) \sim \log(LH\alpha/L_0)$ ).  $\Delta K$  parametri ilə  $S(\text{IR})$  parametri arasında korrelyasiya əmsalı  $r = 52 \pm 2\%$  alınmışdır. Qalan qrafiklərdə verilmiş asılılıqlarda korrelyasiya müşahidə olunmur. Yaxın İQ diapazonda şüalanma artıqlığının göstəricisi  $\Delta K$  parametri disk akkresiyasının indikatoru sayılır (4).  $\Delta K \sim \log(LH\alpha/L_0)$ -a kəmiyyətləri arasındakı korrelyasiyanın olmaması göstərir ki, H $\alpha$  xətti təkə akkresiya nəticəsində deyil, həm də xromosfer aktivliyi hesabına da yarana bilər.

**Nəticə.** 49 CTTS ulduzdan 7-si I tip, 42-si isə ikinci tip SEP əyriləri göstərir. Bu ulduzlarda III tip SEP əyriləri aşkar edilməmişdir. Bu da həmin ulduzların qaz-toz dikiinin optik qalın olduğunu sübut edir. Hə xəttinin işıqlığı ilə UB və İQ oblastlarda mövcud olan şüalanma artıqlıqları arasında korrelyasiya aşkar edilməmişdir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Pecaut M.J., Mamajek E.E. Intrinsic Colors, Temperatures, and Bolometric Corrections of Pre-main-sequence Stars. // *Astrophys.J.Suppl.Ser.* Washington: –2013. –208, –p. 9-31.
2. Castelli F., Kurucz R.I., ATLAS9, –2004. <https://www.user.oats.inaf.it/castelli/grids/>
3. Lada C.J. Star formation: from OB associations to protostar/IN: Star forming regions; Proceedings of the Symposium, Tokyo, Japan, Nov. 11-15, 1985 (A87-45601 20-90) //IAU Symposium, Tokyo: –1987. –115, –p.1-17.
4. Strom K.M., Circumstellar Material Associated with Solar-Type Pre-Main-Sequence Stars: A Possible Constraint on the Timescale for Planet Building/ K.M.Strom, S.E.Strom, S.Edwards, [et al.] //Astron.J. Washington: –1989. –97, –p. 1451-1470.
5. Ismailov N. Z., Valiev U. S., Dzhililov N. S. Protoplanetary disks around classical t tauri stars. // *Astronomical Publications, Odessa.* 2022. vol 35

## SUMMARY

Ulvu Valiev, Nariman Ismailov

### CHARACTERISTICS OF SPECTRAL ENERGY DISTRIBUTION (SEP) CURVES IN CTTS STARS

In the article, CTTS stars were selected from the HBC catalog and their energy distribution in the stellar spectra was constructed based on quantitative broadband photometric data in the 0.36-100  $\mu\text{m}$  spectral range. The obtained SEP curves were classified according to the Lada classification and the alpha parameter was calculated. 7 of the 49 program stars belong to type I and 42 to type II. The dependence of radiation excess parameters on each other and on the luminosity of the H $\alpha$  line was considered.

**Key words:** CTTS stars, SEP curves, radiative excess, H $\alpha$  line luminosity

## РЕЗЮМЕ

Ульви Велиев, Нариман Исмаилов

### ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИВЫХ СПЕКТРАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ (SEP) ЗВЕЗД CTTS

В статье из каталога HBC были отобраны звезды CTTS и построено их энергетическое распределение в спектрах звезд на основе количественных широкополосных фотометрических данных в спектральном диапазоне 0.36-100 мкм. Полученные кривые СЭП классифицировали по классификации Лада и рассчитывали параметр альфа. 7 из 49 звезд программы относятся к типу I и 42-к типу II. Рассмотрена зависимость параметров избытка излучения друг от друга и от светимости линии H $\alpha$ .

**Ключевые слова:** Звезды CTTS, кривые SEP, радиационный избыток, светимость в линии

*Мəqaləni çapa təqdim etdi:* fizika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent Fərman Qocayev

*Мəqalə daxil olmuşdur:* 22 may 2023-cü il

*Çapa qəbul edilmişdir:* 30 may 2023-cü il



## TEKNİKİ ELMLƏR

**ELDAR QOCAYEV**

Azərbaycan Texniki Universiteti  
geldar-04@aztu.edu.az

**SAMİR QƏHRƏMANOV**

Elm və Təhsil Nazirliyinin nəzdindəki Fizika İnstitutu  
samir.gahramanov@gmail.com

**ŞƏRƏFXANIM ƏLİYEVƏ**

Azərbaycan Texniki Universiteti  
sharafxanim@aztu.edu.az

UOT. 62

### TƏLƏBƏ TƏDQIQAT VƏ İNKİŞAF BÜROLARININ YENİ CİHAZ İSTEHSALINDA ROLU

*Ali texniki təhsil müəssisələrinin tərkibində Tələbə Tədqiqat və İnkişaf bürolarının (TTİB) təşkil olunması, biliklərin artırılması üçün sistemlik şəkildə həyata keçirilən yaradıcılıq işləri və bu biliklərdən yeni tətbiqetmələr yaratmaq məqsədilə nəzərdə tutulan layihənin dünya praktikasındakı analogları nəzərdən keçirilib. Tələbələrin yeni proseslər, sistemlər və tətbiqetmələr hazırlanması üçün, sistemli şəkildə həyata keçirilən yaradıcı fəaliyyəti, ətraf mühitə uyğun məhsul dizaynı və ya proqram fəaliyyətləri ilə öz sahəsində nümunə olaraq elmi və texnoloji addımların alqoritmi təqdim olunub.*

***Açar sözlər:** tələbə tədqiqat işi, texniki layihə, texnologiya, Karolinska Enterprise sistemi, Know-How və patentlər*

Tələbələrin elmi işinin məqsədi təbiətin, cəmiyyətin, insanın inkişaf qanunauyğunluqları haqqında yeni biliklərin əldə edilməsinə yönəlmiş və Azərbaycanın texnoloji, iqtisadi, sosial və mənəvi inkişafına töhfə verən fundamental və kəşfedici elmi tədqiqatların aparılması və inkişafıdır. Bilik əldə etmək ehtiyacı, motivasiyası və həvəsi, praktik iş aparılarda daha da artır. Bu səbəbdən tələbələrin hər hansı bir texnoloji layihədə iştirakı üçün nəzəri biliklərin dəstəyi lazım olur və onlara ehtiyac artır, nəticədə tədris prosesi təbii olaraq keyfiyyətə yeni sinergetik mərhələyə keçir. Elmi-tədqiqat fəaliyyəti tədris prosesinə daxil olan tələbələrin konstruktor, layihə, texnoloji, elmi və informasiya bürolarında, yaradıcılıq emalatxanalarında və studiyalarında işləri əhatə edə bilir. Bu cür layihələrin inkişafı onları özünü maliyyələşdirən innovasiyalar, yeni texnologiyalar və ideyaların yaradılması mərkəzinə çevirir.

Dünya praktikasında buna aid ən uğurlu layihə ABŞ-ın Massaçusets ştatında, Kembriç şəhərində yerləşən Massaçusets Texnologiya İnstitutudur (Massachusetts Institute of Technology - MIT). 1861-ci ildə "Massaçusets Texnologiya İnstitutu və Boston Təbiət Elmləri Cəmiyyəti" yaradılmışdır və illər ərzində bu qurum dünyanın ən möhtəşəm texnoloji və innovasiya mərkəzinə çevrilmişdir. İkinci dünya müharibəsində əsas hərbi layihələr bu qurum tərəfindən həyata keçirilirdi və o zamandan dövlət tərəfindən səxavətlə maliyyələndirilməsi nəticəsində laboratoriyaların və elmi-tədqiqat personalının sayı görünməmiş sürətlə artmışdır. Keçən əsrin 50-60-cı illərində sovetlər birliyindəki elmi-texniki sıçrayış və rəqabətlə bağlı dövlət öz dəstəyini bu quruma daha da artırmış və artıq dünyada tayı bərabəri olmayan, onlarla Nobel və fərqli fənlər üzrə mükafatçıları olan, özünümaliyyələşdirən innovasiya və tədqiqat mərkəzinə çevrilmişdir. İnstitutun

tanınmış məzunlarından Azərbaycan əsilli alim, qeyri-səlis məntiq nəzəriyyəsinin banisi, Kaliforniyanın Berkli Universitetinin professoru Lütfi Rəhim oğlu Ələsgərzadəni (Lütfi Zadə) xüsusi qeyd etmək olar (1, s.2).

Bu sahədə Avropada mərkəzləşdirilmiş irimiyaşlı vahid təşkilat qurmağı məqsəduyğun hesab etmədilər və bu barədə bir qədər məlumatlar bölüşmək istədik, çünki elmin təşkili problemləri bizim üçün də aktual mövzudur. Ötən illərdə Avropa Komissiyasının sədri José Manuel Barroso Amerika modeli ilə rəqabət apara bilən "EIT" ("I-Ai-Ti") -Avropa Texnologiya İnstitutunun yaradılması təşəbbüsü ilə çıxış etmişdi (3). Barrozunun ideyasına görə Avropada elmi araşdırmaların belə bir "mayakı", "flaqman" rolunu gələcək "EIT" oynamalıdır. Lakin Avropa Komissiyası sədrinin ideyası qitənin görkəmli alimləri arasında yekdil dəstək tapmadı. Siyasətçilər də bu təşəbbüsə şübhə ilə yanaşdılar (4). Professor Mayer-Kramer: "Sıfırdan "MİT"-ə bərabər və ya heç olmasa dəyər baxımından müqayisə edilə bilən bir şey yaratmağa çalışmaq tamamilə qeyri-real bir işdir. Bu şeylər heç nədən yaranmır. Burada tamamilə fərqli yanaşma lazımdır. AXI Massaçusets Texnologiya İnstitutu uzun müddət davam edən bir çox qurumun birləşməsi prosesinin nəticəsidir. Ona görə də Avropada da müxtəlif institutların və texniki universitetlərin ümumi elmi şəbəkədə bir növ assosiasiyasının yaradılmasına əsaslanmaq lazımdır". Göttingendəki Maks Plank adına Biofiziki Kimya İnstitutunun direktoru, Nobel mükafatı laureatı, tibb professoru Ervin Neher bütün təşəbbüsü, hansı formada həyata keçirilməsindən asılı olmayaraq, tamamilə dəyərsiz hesab edir: "Bunlar hamısı məmurların kabinetlərində doğulan çox mürəkkəb süni strukturlardır. Mən bu fikirdə heç bir məna görmürəm. Bu "Avropa kimliyi" nədir ki, onu yetişdirməliyik? Əslində bu nə olmalıdır? Avropada artıq əla texniki tədqiqat institutları var, məsələn, Aachen-dəki RWTH Texnologiya Universiteti. Budur, onlar artıq bu günün "mayakları"dır. Siyasətçilər elm üçün faydalı iş görmək istəyirlərsə, özünü əla təsdiqləmiş qurumların daha da inkişafı üçün daha çox pul ayırsınlar... Təhlükə ondadır ki, rəqabət olmadığı halda, belə süni yaradılmış və səxavətlə maliyyələşdirilən texnologiya institutu öz damının altına ən yaxşılarını deyil, ən hiyləgərlərini yığacaq. Onlardan fayda az olacaq. Amma digər elmi qurumların maliyyəsi kəsilə bilər".

Müxtəlif elmi qurumlar və sənaye arasında sıx beynəlxalq əməkdaşlıq uzun müddətdir ki, mövcuddur, burada yeni heç nə yoxdur. Amma Avropanın aparıcı universitetlərinin EIT layihəsində iştirak hüququ uğrunda mübarizə aparacaqlarını söyləmək çətindir, çox güman ki, etməyəcəklər. Onlar ilk növbədə öz brend adını gücləndirməkdə maraqlıdırlar, Avropa Texnologiya İnstitutu çərçivəsində işləmək isə onları anonimliyə məhkum edir.

Bizim şəraitə daha uyğun olan elmin təşkili formasını mövcud elm və təhsil müəssisələrinin daxili inkişafı və tədris qurulan təhsil-elmi-tədqiqat-texnologiya şəbəkəsinin möhkəmlənən inteqrasiyası ola bilər. Məsələn, Avropada dünyanın bir sıra aparıcı elmi müəssisələri var, və İsveçin ən məşhur elmi müəssisəsi, Stokholmdakı Karolinska İnstitutu bu sıradandır. Karolinska İnstitutu dövlət büdcəsindən yalnız 50% maliyyələşdirilir. Və bu pay daim azalır, ona görə də institut sənaye şirkətlərindən, müxtəlif fondlardan və bu kimi qurumlardan daha çox vəsait almağa çalışır. Professor Sundberg: "Biz həm media, həm məktəblər, həm də siyasətçilər və biznes ictimaiyyətinin nümayəndələri ilə çox sıx əməkdaşlıq etməyə çalışırıq. Məqsədimiz təkəcə onlara elmi araşdırmaların mənasını və əhəmiyyətini ümumilikdə çatdırmaq deyil, həm də əldə etdiyimiz nəticələrin konkret əhəmiyyətini onlara nümayiş etdirməkdir. Və burada biz Avropada liderik. Biz nailiyyətlərimizi həyata keçirmək üçün "Karolinska Enterprise" adlı sistem yaratmışıq. Bu struktur patentlər, lisenziyalar, kəşflərimiz əsasında firmaların təşkili ilə məşğul olur." Karolinska İnstitutunda elmi tədqiqatların nəticələri konkret bazar məhsulları şəklində məharətlə reallaşdırılır. Ümumiyyətlə elmi-texniki nəticələrin kommersialaşmasını dünyanın bir çox Texnologiya Transferi mərkəzlərində edirlər, Know-How və patentlərin ötürülməsi əsasında yeni məhsullar istehsal olunub bazara çıxarılır, gəlir əldə edilir, universitet və texnoloji parkların büdcəsinə dəstək olur. Əlbət ki, bu hal yüksək elmi texniki nəticələrin olduğunda həyata keçirilə bilər. İkinci dünya müharibəsindən sonra Yaponiya və Cənubi Koreya öncə patentləri alıb mənimləməsindən əmələ gətirilən texnoloji sıçrayışdan sonra elmi texniki inkişafa nail oldular. Bu inkişafda olan ölkələr üçün universal yoldur və bizdə bu gedişi

təkrar edə bilərik.

Azərbaycan Texniki Universitetində respublikanın elmi texniki inkişafına töhfə vermək üçün və tədrisin elmi-tədqiqat, texnologiya ilə istehsal daha da yaxınlaşdırılması üçün tədbirlər görülür və yeni inkişaf formaları aranır. Layihələşdirmə və təcrübi istehsal nəzərdə tutan daxili elmi-tədqiqat, təcrübi nümunələr istehsal edən, geniş profilli qurumun əməliyyat strukturu aşağıda göstərilib. Ali texniki təhsil müəssisələrinin tərkibində Tələbə Tədqiqat və İnkişaf bürolarının (və ya qısaca TTİB) təşkil olunması bu məqsədlərə uyğundur. TTİB biliklərin artırılması üçün sistemik şəkildə həyata keçirilən yaradıcılıq işləri və bu biliklərdən yeni tətbiqetmələr yaratmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Məlumat bazasını artırmaq və ondan yeni proseslər, sistemlər və tətbiqetmələr hazırlanması üçün istifadə məqsədilə sistemli şəkildə həyata keçirilən yaradıcı fəaliyyəti, ətraf mühitə uyğun məhsul dizaynı və ya program fəaliyyətləri ilə öz sahəsində elmi və texnoloji inkişafı təmin edən və nəticələri orijinal, eksperimental, elmi və texniki fəaliyyətləri əhatə edir. TTİB öz məhsuldarlığını və istehsal keyfiyyətini artırmağı və ya yeni məhsul və xidmətlər yaratmağı hədəfləyən dövlət və şəxsi təşkilatların sifarişlərini həyata keçirir. Bura tələbələrin və gənc alimlərin adlı sanlı alimlər və mütəxəssislərlə rahat və azad şəraitdə görüşmək və müzakirələr aparmaq yeridir.

**Cihaz istehsalı qrupunun əməliyyat algoritmi və kafedraların iştirakı**

Mühəndis fizikası və elektronika kafedrası	Maşınqayırma texnologiyası kafedrası	Elektrotexnika və mühəndis fizikası və elektronika kafedraları
<b>Cihazın əsas fəal hissəsi aktiv element olan kristalın hazırlanması</b>	<b>Cihazın korpusunun və idarəetmə hissələrinin hazırlanması</b>	<b>Cihazın elektron idarəetmə və elektrik təchizatı sisteminin hazırlanması</b>
Maddələrin çəkisinin ölçülməsi və təmizlənmiş ampulaya yerləşdirilməsi ↓	Formanın 3d programı vasitəsilə layihələndirməsi ↓	Elektron idarəetmə və elektrik təchizatı sxeminin layihələndirməsi ↓
Vakuumlaşdırılan ampulanın ağzının qaynaqla bağlanması ↓	Formanın CNC yonma və 3d-çapla hazırlanması ↓	Elektron idarəetmə lövhəsinin hazırlanması ↓
Ampulanı maddələrin sintezi üçün sobaya yerləşdirilməsi	Termoplast avtomatla korpus və idarəetmə hissələrinin hazırlanması	elektron idarəetmə lövhəsinin üzərində komponentlərin montajı
Ampulanı kristalın göyərdilməsi (böyüsməsi) üçün sobaya yerləşdirilməsi ↓	Aktiv elementin yerləşdirilməsi üçün korpusun hazırlanması	elektrik təchizatı elementlərinin qurulması ↓
Ampulanın sındırılması və hazır kristalın xırda paylara bölünmüş hissələrindən aktiv elementlərin hazırlanması		Elektrik təchizatı, elektron idarəetmə sisteminin və aktiv elementin bir sistem olaraq korpusda qurulması ↓

**ƏDƏBİYYAT**

1. Research Plays Large Role at MIT. // *Aviation Week*, June 3, 1957, v. 66, no. 22, pp. 269-275. [https://archive.org/details/Aviation\\_Week\\_1957-06-03/page/n134/mode/1up?view=theater](https://archive.org/details/Aviation_Week_1957-06-03/page/n134/mode/1up?view=theater)
2. "ARWU-Massachusetts Institute of Technology". Shanghai Ranking Consultancy. <https://web.archive.org/web/20151030134046/http://www.shanghairanking.com/ARWU2015.htm>

3. Speech by President Barroso: Towards a more cultural Europe. All European Academies (ALLEA) – Madame de Staël Prize for Cultural Values Brussels, 9 April 2014 [http://www.allea.org/wp-content/uploads/2015/07/2014\\_04\\_16-Speech\\_Barroso.pdf](http://www.allea.org/wp-content/uploads/2015/07/2014_04_16-Speech_Barroso.pdf)
4. Barroso boost for European Institute of Technology. <https://sciencebusiness.net/news/73914/Barroso-boost-for-European-Institute-of-Technology>

#### SUMMARY

Eldar Gojayev, Samir Gahramanov,  
Sharafkhanim Aliyeva

#### THE ROLE OF STUDENT RESEARCH AND DEVELOPMENT OFFICES IN NEW DEVICE PRODUCTION

The article reviews the organization of Student Research and Development Offices (SRD) within higher technical educational institutions, systematic creative works for increasing knowledge, and the creation of new applications from this knowledge. The algorithm of scientific and technological steps is presented as an example in their field with creative activities, environmentally friendly product design, or software activities systematically implemented by students for the development of new processes, systems, and applications.

**Key words:** *student research work, technical projects, technology, Karolinska Enterprise System, know-how, and patents*

#### РЕЗЮМЕ

Эльдар Годжаев, Самир Кахраманов,  
Шарафханум Алиева

#### РОЛЬ СТУДЕНЧЕСКИХ ОФИСОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ НОВЫХ УСТРОЙСТВ

Рассмотрены организация студенческих научно-исследовательских бюро (СНО) в высших технических учебных заведениях, систематическая творческая работа по пополнению знаний и созданию новых приложений на основе этих знаний. Алгоритм научно-технологических шагов представлен в качестве примера в области освоения студентами новых процессов, систем и приложений, систематически реализуемой творческой деятельности, проектирования экологически чистых продуктов или программной деятельности.

**Ключевые слова:** *студенческая научно-исследовательская работа, технический проект, технология, система Karolinska Enterprise, ноу-хау и патенты*

---

*Мəqaləni çapa təqdim etdi: riyaziyyat üzrə elmlər doktoru, professor Cavanşir Zeynalov*

*Мəqalə daxil olmuşdur: 22 may 2023-cü il*

*Çapa qəbul edilmişdir: 30 may 2023-cü il*

**ASƏF ƏLİYEV**

*aliyev-asef@mail.ru*

**SƏYYAD VƏLİYEV**

*seyyadveliye75@gmail.com*

*Naxçıvan Dövlət Universiteti*

**UOT: 656: 001.83(100)**

### **YOLLARDA MÜXTƏLİF AMİLLƏRİN HƏRƏKƏTİN TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN TƏMİN EDİLMƏSİNƏ TƏSİRİ**

*Yollarda hərəkətin təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə təsir göstərən amillərdən biri yola xidmətin təşkilindən ibarətdir. Yolun təmiri və saxlanması xidmətinin işçiləri istismarda olan yollarda əlverişsiz sahələrin aradan qaldırılması işi ilə məşğul olurlar. Bu xidmət işçiləri əsasən öz gücləri ilə çuxurların və dağıntuların aradan qaldırılması, çiyinlərə səpələnmiş əlavə qrunnun tökülməsi, yol örtüyündən xırda daşların götürülməsi, buzlaşma ilə mübarizə və s. kimi hərəkətin təhlükəsizliyi ilə birbaşa bağlı olan işləri yerinə yetirirlər. Qeyd edək ki, yol-istismar xidməti orqanlarının işi bununla məhdudlaşmır. Təmir prosesində yol şəraitini yaxşılaşdırmaqla onlar eyni zamanda hərəkətə təsir edərək, onu təşkil edir və mövcud olan bütiün vasitələrlə təhlükəli yol şəraitlərində hərəkət sürətinin yol şəraitlərinə uyğunluğunu təmin edirlər. Bu məqsədlə yolun hərəkət hissəsinin nişanlanması, xəbərdarlıq və qadağan nişanlarının quraşdırılması, yolların yaşıllaşdırılması və s. kimi tədbirlərdən istifadə olunur. Bu xidmətin işçiləri yol örtüklərindəki kələ-kötürlüyü aradan qaldırmaqla, virajlar tikməklə, ayrılarda görünmə məsafəsini artırmaqla, hərəkət zolağını təmizləməklə təhlükəsizliyin yüksəldilməsinə çalışırlar.*

**Açar sözlər:** *hərəkətin təşkili, hərəkət intensivliyi, hərəkət sürəti, hərəkət şəraiti, hava şəraiti.*

Yollarda hərəkətin təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə təsir göstərən amillərdən biri də mürəkkəb sahələrdə və əlverişsiz hava-iqlim şəraitlərində hərəkət təhlükəsizliyinin yüksəldilməsidir. Qeyd olunmalıdır ki, hərəkətin təşkili üzrə mürəkkəb sahələrə kəsişmə və qovuşmalar, yaşayış məntəqələri və dağlıq ərazidə mövcud olan yollar daxildir. Belə sahələrdə qarşıya qoyulan əsas məsələlər kimi axını fərdi nişanlama, nişanlar, istiqamətləridirici və təhlükəsizlik adacıqları, əlavə hərəkət zolaqları vasitəsilə istiqamət, sürət və nəqliyyat vasitələrinin tiplərinə görə bölünməsi hesab edilir.

Avtomobil yollarında hərəkət şəraiti ilin fəsillərindən asılı olaraq əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir. Ona görə də mövsümə uyğun olaraq yolun nişanlanması, nişanların yerləşdirilməsi, qar basan sahələrin dolayı keçilməsi, mürəkkəb hava şəraiti olan sahələrdə meteoroloji şərait və yolun fəaliyyəti barədə digər məlumatların alınması və ötürülməsi üçün sxemlər işlənib hazırlanır.

Dumanın təhlükə yarada biləcəyi sahələrdə sürücülərin düzgün istiqamətləndirilməsi üçün əlavə tədbirlər görülür. Bunlardan ən vacibləri aşağıdakılardır: istiqamətləndirici dirəklər; işıq əksətdiricili lövhələr; reflektik səthə malik yol nişanları və göstəriciləri; xüsusi işarə qurğuları və növbəli məlumatlar əks etdirən lövhəciklər, buz bağlama və yağıntı olması barədə xəbərdaredici xüsusi lövhələr; ilk növbədə yolun dəqiq nişanlanması; stasionar işıqlandırma; örtüklərin şəffaflaşdırılması; kənar zolaqların rəngli materiallardan inşa olunması; ilişənli səth emalı və s. Belə sahələrdə kəsişmə, qovuşma və avtobus dayanacaqlarının olmasına yol vermək olmaz. Əgər bu mümkün deyilsə, onda mümkün olan toqquşmalardan və qəzalardan qorunmaq üçün hərəkəti kanallaşdırmaq lazımdır.

Hərəkətin qış aylarında təşkili zamanı qarşıya daha çox çətinliklər çıxır. Əgər yoldakı sürüşkənliyi və digər maneələri vaxtında aradan qaldırmaq mümkün olmazsa, onda yol xidməti işçiləri DYP orqanlarının razılığı ilə təhlükəli sahədən əvvəl və onun bir neçə yerində xəbərdarlıq və qadağan nişanları qoyurlar. Bəzi vacib hallarda buraxıla bilən sürəti və məlum ara məsafəsinə malik olan avtomobil karvanının hərəkətini təşkil edir, dik yoxuşlarda və sərt enişlərdə nəqliyyat vasitələri ancaq tək-tək buraxılmaqla, digər avtomobillər yoxuşun ən hündür (enişin ən aşağı) nöqtəsindən təhlükəsiz məsafəyə çəkilir, nasaz nəqliyyat vasitələrinin təmir yerinə aparılması üçün yedəkçilərdən ibarət patrul xidməti təşkil edilir. Güclü qar yağması və çovğun zamanı, xüsusilə təhlükəli sahələrdə (kiçik radiuslu əyrilər, kəsişmə və qovuşmalar, süni qurğular) alov siqnallar, yaxud da müvəqqəti istiqamətləndirici dirəklər qoyulur, qar basma təhlükəsi daha çox olan sahələr isə müvəqqəti kənar yollar (gediş və gəliş üçün az təhlükəli) ilə təmin edilir (1).

Yollarda hərəkətin təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə təsir göstərən amillərdən biri də hərəkət sürətinin normalaşdırılmasıdır. Hərəkət intensivliyinin yüksəlməsi yollarda sürətli və fasiləsiz hərəkətin təşkili işini çətinləşdirir. Yol hərəkətinin səmərəli təşkili üsullarının tətbiqi də bu sahədə lazımı nəticə əldə etməyə imkan vermir. Məsələn köklü surətdə həll etmək üçün mövcud küçə-yol şəbəkəsini yenidən qurmaqla sürətli və fasiləsiz hərəkətli magistrallar yaradıla bilər. Belə magistrallarda hərəkət sürəti adi magistrallara nisbətən yüksək, digər küçələrlə kəsişmələri isə müxtəlif səviyyələrdə olur. Onlarda maksimum hesabi sürət 150 km/saat müəyyən edilmişdir. Bu baxımdan yüksək hərəkət sürətinə nail olmaq üçün aşağıdakı tədbirlər görülməlidir:

- Yerli hərəkətdən tam təcrid olunmalı;
- Qarşı-qarşıya nəqliyyat axınları bir-birindən ayrılmalı;
- Adi avtobus marşrutlarının hərəkətinin qadağan edilməsi;
- Velosiped hərəkətinin qadağan edilməsi.

Sürətli və fasiləsiz hərəkətli magistralların istismarı təcrübəsi göstərmişdir ki, onlarda baş vermiş yol nəqliyyat hadisələrinin sayı adi magistrallara nisbətən xeyli azdır. ABŞ-da aparılmış statistik tədqiqatlar göstərmişdir ki, bu nisbət 2,2-3,5 dəfədir. Bu, aşağıdakı səbəblərlə izah olunur:

- Müxtəlif növ nəqliyyat vasitələrinin hərəkətinin bir-birindən təcrid olunması;
- Markalayıcı xətlərlə hərəkət zolaqlarının ayrılması;
- Mübahisəli nöqtələrin tam və ya qismən ləğv olunması;
- Piyada hərəkətindən tam təcrid olunma və s. (2).

Belə halda sürətli yollarda və fasiləsiz hərəkətli küçələrdə hərəkətin təşkili olduqca sadələşir, svetoforlar olmur, əsasən, qadağan və xəbərdarlıq yol nişanlarının sayı azalır. Bununla yanaşı, hərəkəti qaydaya salmaq üçün hərəkət hissəsinin nişanlama xətlərindən geniş surətdə istifadə olunur.

Avropa ölkələrinin çoxunda hərəkət sürəti ya kənd yerlərində və şəhərlərdəki təhlükəli sahələrdə, ya da müəyyən rayonda müəyyən növ avtomagistrallarda məhdudlaşdırılır. Onlar üçün konkret yol sahəsində sürətin məhdudlaşdırılması məsələsi nisbətən yeni məsələdir. Bu ölkələrdə bir sıra hallarda yollar heç bir sürət məhdudiyyəti olmadan da istismar edilir.

ABŞ tədqiqatçılarının fikrincə sürücülər avtomobili heç də yol nişanında göstərilən sürətlə deyil, əsasən yerli şəraitlərin imkan verdiyi sürətlə idarə edirlər. Başqa sözlə əsaslandırılmamış sürət təklif edən yol nişanlarının tələblərinə sürücülərin çoxu məhəl qoymurlar. Bu isə nişanlarla müəyyən edilən digər məhdudiyyətlərə inamı azaltmış olur.

Statistik tədqiqatlar göstərir ki, şəhərlərdə sürətin məhdudlaşdırılması sayəsində ağır nəticəli yol nəqliyyat hadisələrinin sayını azaltmaq mümkündür. İngiltərədə 40 yol sahəsində aparılmış tədqiqatlarla müəyyən edilmişdir ki, harada maksimum sürət 48 km/saat-dan 64 km/saat-a qədər artırılmışdır, orada yol nəqliyyat hadisələrinin sayı təqribən 20% artmışdır.

Kənd yerlərindəki yollarda aparılmış tədqiqatlar göstərmişdir ki, nisbi qəzalılıq göstəricisinin ən yüksək qiyməti ən kiçik sürətlərdə, ən kiçik qiyməti isə orta sürətə yaxın qiymətlərdə alınır və çox yüksək sürətlərdə bu göstərici yenidən artmağa başlayır. Yəni, buradan çıxan əsas nəticə odur ki, avtomobilin hərəkət sürəti orta sürətdən nə qədər çox fərqlənəcəksə, onun yol nəqliyyat hadisəsində iştirakı ehtimalı da bir o qədər yüksələcəkdir.

Yollarda hərəkətin təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə təsir göstərən amillərdən biri də yolların həndəsi parametrlərinin yaxşılaşdırılmasıdır.

Qeyd edək ki, böyük mailliklər, kiçik radiuslu əyrilər və məhdud görünüşlü sahələr (dik yoxuş və enişlər, planda kiçik radiuslu əyrilər) yolların təhlükəli sahələri hesab olunurlar. İstismar müddətində belə sahələrdə hərəkətin təhlükəsizliyini artırmaq üçün onların həndəsi parametrlərini yaxşılaşdırın kompleks tədbirlər həyata keçirilir.

Məlumdur ki, yol nəqliyyat hadisələrinin əksər hissəsi eniş və yoxuşlarda baş verir. Mütəxəssislərin araşdırmalarına görə düzənlik ərazilərdə yol nəqliyyat hadisələrinin 7%-i, dərə-təpəli ərazilərdə 18%-i, çox dərə-təpəli ərazilərdə isə 25%-i baş verir. Bu qiymətlər payız-yaz və qış mövsümlərində örtüyün sürüşkənliyinin artması ilə əlaqədar xüsusilə artır.

Əyrlərdə ən çox rast gəlinən yana sürüşmə, aşma və toqquşma hadisələridir. Adətən, birincilər eninə ilişmənin, ikincilər isə uzununa ilişmənin və əyrlərdə görünmənin məhdud olması səbəbindən baş verir. Buna görə də əyrlərdə hərəkətin təhlükəsizliyini artırmaq üçün görülən tədbirlərin birincisi örtüyün ilişmə keyfiyyətinin yüksəldilməsi, təmiz saxlanması və qış sürüşkənliyinin aradan qaldırılmasıdır. Ən vacibi isə əyrlərin radiuslarının 600 m-ə qədər və daha çox, yaxud bu iş çox xərc tələb etdikdə 200 m və daha çox artırmaqdan ibarətdir. Bunun üçün başqa bir üsul isə əyrlərdə virajların inşasıdır.

Hərəkətin təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə təsir edən amillərə yollardakı çəpərləmələr və mühafizəedici qurğuları da göstərmək olar.

Çəpərləmələrin yoldakı əsas funksiyaları qəza zamanı avtomobillərin tutulub saxlanması və sürücünü onun sərhədləri hüdudlarına səmtləndirməsidir. Çəpərlərin qoyulması yol nəqliyyat hadisələrinin sayını azaltmadan onun nəticələrinin ağırlığını, xüsusilə də həlak olanların və yaralıların sayını əhəmiyyətli dərəcədə azaldır. Çəpərlər elə bir maneədir ki, onun üzərinə çıxan avtomobillər zədələnər, adamlar yaralanar və həlak ola bilərlər. Ona görə də başqa tədbirlərin görülməsi mümkün olan hallarda çəpərlərin əbəs yerə qoyulmasından imtina etmək lazımdır (yamacların yatıqlaşdırılması, əyri radiuslarının böyüdülməsi və s. hesabına).

Yollarda hərəkətin təhlükəsizliyinin təmin edilməsinə təsir göstərən amillərdən biri də yolların işıqlandırılmasıdır. Yolların işıqlandırılması da hərəkətin təhlükəsizliyinə təsir edən amillərdən biridir. Belə ki, yolların işıqlandırılması nəqliyyat vasitələrinin sürücülərinə gecə vaxtı tam təhlükəsiz və rahatlıqla hərəkət etməyə şərait yaratmalıdır. Sürücü hərəkət mühitindəki hərəkət üçün əhəmiyyətli olan bütün detalları aydın görməli, onların yerləşmə yerlərini inamla və vaxtında müəyyən edə bilməlidir. Piyada da öz yolunu görə bilməli, nəqliyyat vasitələri və digər mümkün olan bütün maneələrə nəzərən öz vəziyyətini qiymətləndirə bilməlidir (3).

Beləliklə, deyə bilərik ki, yollara xidmətin təşkili, mürəkkəb sahələrdə və əlverişsiz hava-iqlim şəraitlərində hərəkət təhlükəsizliyinin yüksəldilməsi, hərəkət sürətinin normalaşdırılması, yolların həndəsi parametrlərinin yaxşılaşdırılması, yollardakı çəpərləmələr və mühafizəedici qurğular və yolların işıqlandırılması yol hərəkətinin təhlükəsizliyinin təmin edilməsində əsas amillər kimi dəyərləndirilə bilər.

### ƏDƏBİYYAT

1. Həsənov Ş.H., Cəfərov R.M., Bayramov R.F. Yol şəraitləri və hərəkətin təhlükəsizliyi. Dərslik. Bakı: 2013, 348 s.
2. Tağızadə Ə.H., Bayramov R.P. Yol hərəkətinin təşkili və təhlükəsizliyi. Bakı: 2002, 248 s.
3. Piriyev Y.M. Avtomobil yolları. Bakı: 1999, 558 s.

**SUMMARY**

**Asaf Aliyev, Sayyad Aliyev**

**THE INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON ROADS ON  
ENSURING TRAFFIC SAFETY**

The article considers the influence of various factors on ensuring traffic safety on the roads. Thus, the article mentions such factors as the organization of the road economy, improving traffic safety in difficult areas and adverse weather conditions, normalizing the speed of movement, improving the geometric parameters of roads, fences and protective devices, and road lighting.

**Key words:** *movement organization, movement intensity, movement speed, movement conditions, weather conditions*

**РЕЗЮМЕ**

**Асаф Алиев, Сайяд Валиев**

**ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ДОРОГАХ**

В статье рассмотрено влияние различных факторов на обеспечение безопасности движения на дорогах. Так, в статье упоминаются такие факторы, как организация дорожного хозяйства, повышение безопасности движения на сложных участках и неблагоприятных погодных условиях, нормализация скорости движения, улучшение геометрических параметров дорог, ограждений и защитных устройств и дорожного освещения.

**Ключевые слова:** *организация движения, интенсивность движения, скорость движения, условия движения.*

---

*Мəqaləni çapa təqdim etdi: riyaziyyat üzrə elmlər doktoru, professor Cavanşir Zeynalov*

*Мəqalə daxil olmuşdur: 22 may 2023-cü il*

*Çapa qəbul edilmişdir: 30 may 2023-cü il*



**SƏADƏT ZEYNALOVA**

*seadet8787@mail.ru*

**ELNARƏ NİFTƏLİYEVƏ**

*ellie2697@icloud.com*

*Naxçıvan Dövlət Universiteti*

**UOT: 62.**

### **İNTELLEKTUAL AXTARIŞ SİSTEMLƏRİNDƏ PRESEDENTLƏRİ TƏQDİM ETMƏK VƏ ÇIXARMAQ ÜSULLARI**

*Precedentin çıxarılması metodunun seçilməsi birbaşa precedentlərin təqdim edilmə üsulu və müvafiq olaraq PK-nın (president kitabxanasının) təşkili ilə bağlıdır. PK intellektual sistemin bilik bazasının mühüm komponentidir, lakin sistemin ayrıca komponenti kimi çıxış edə bilər. Beləliklə, PK-nın strukturu sistemin müxtəlif fəaliyyət göstəricilərinə və xüsusilə precedentlərin axtarışı və əldə edilməsi vaxtına əhəmiyyətli təsir göstərir.*

*Açar sözlər: precedentlərin axtarışı, parametr siyahısı, həll ağacları.*

Precedentləri təmsil etmək və saxlamaq üçün müxtəlif üsullar mövcuddur. Qeyd etmək lazımdır ki, relyasiya məlumat bazaları texnologiyasına əsaslanan precedentlərin saxlanması və təqdim edilməsinin sadə üsulları daha mürəkkəb olan sistemlərdən fərqli olaraq sistemin həyata keçirilməsinə, PK-nın saxlanılmasına və müşayiət edilməsinə xeyli az xərc tələb edir, lakin, precedentlərin sadə təqdim olunması zamanı həll edilməsi üçün digər presentlərin təqdim edilməsi və saxlanması üsulları ilə müqayisədə daha çox vaxt tələb oluna bilər.

Precedentlər parametr siyahısı, konseptual qrafiklər, semantik şəbəkə, ağac strukturları, predikatlar, çərçivələr, şəkillər və multimedia məlumatı kimi təqdim edilə bilər (1).

Precedentlərə aşağıdakı komponentlər daxil ola bilər:

- Tapşırığın təsviri (problem və ya problemlə vəziyyət);
- Problemin həlli;
- Məhlulun tətbiqinin nəticəsi.

Nəticənin təsvirinə yerinə yetirilən hərəkətlərin siyahısı, əlavə şərtlər və digər istifadə hallarına keçidlər daxil ola bilər. Precedent qərarın tətbiqinin həm müsbət, həm də mənfi nəticəsi ola bilər və həmçinin, bəzi hallarda bu həll yolunun seçilməsi üçün əsaslar və mümkün alternativlər verilə bilər.

Precedentlərin təqdim edilməsinin əsas yollarını aşağıdakı qruplara bölmək olar:

- Parametrik;
- Obyektivlik;
- Xüsusi (ağaclar, qrafiklər, məntiqi düsturlar və s. şəkildə).

Əksər hallarda, sadə parametrik təsvir istifadə hallarını təmsil etmək üçün kifayətdir. Precedentin xüsusi dəyərlər və həlləri olan parametrlər toplusu kimi təqdim edilməsi:

$$\text{CASE} = (x_1, x_2, \dots, x_n, R),$$

burada  $x_1 \dots x_n$  bu precedenti təsvir edən vəziyyətin parametrləridir ( $x_1 \in X_1, x_2 \in X_2, \dots, x_n \in X_n$ ),  $R$  qərardır,  $n$  precedentin parametrlərinin sayıdır və  $X_1, \dots, X_n$  - precedentin müvafiq parametrlərinin məqbul dəyərlərinin sahələridir.

Əlavə olaraq tapılan qərarın tətbiqinin nəticəsinin təsviri və əlavə şərtlər də ola bilər.

Precedentləri təqdim etmək üçün sadə parametrik təsəvvürdən, yəni precedentin konkret dəyərlərlə parametrlər dəsti şəklində təqdim edilməsindən (istifadəçinin sorğusunu xarakterizə edən parametrlər toplusu (məsələn, sorğudan açar sözlər) və bu sorğuya cavab) istifadə edilmişdir.

CBR dövrünün birinci mərhələsində (precedentlərin çıxarılması) cari vəziyyətin PK sistemindən precedentlərlə oxşarlıq dərəcəsinin müəyyənləşdirilməsi və yeni problemlə vəziyyəti həll etmək məqsədi ilə sonrakı çıxarılması yerinə yetirilir. Precedentlər əsasında mülahizələrin uğurla həyata keçirilməsi üçün sistemin PK-dan precedentlərin düzgün çıxarılmasını təmin etmək lazımdır (2).

PK sistemindən precedentlərin çıxarılması üçün müxtəlif metodlar mövcuddur, məsələn:

- Ən yaxın qonşu metodu və onun modifikasiyaları;
- Həll ağacları əsasında precedentlərin çıxarılması metodu;
- Biliyə əsaslanan çıxarma üsulu;
- Precedentlərin tətbiqi nəzərə alınmaqla çıxarma üsulu.

#### **Ən yaxın qonşu metodu (NN - Nearest Neighbor)**

Bu, precedentlərin müqayisəsi və çıxarılmasının ən geniş yayılmış metodudur. Cari problemlə vəziyyətin və sistemin PK precedentlərinin oxşarlıq dərəcəsini asanlıqla hesablamağa imkan verir. Precedentləri və mövcud vəziyyəti təsvir etmək üçün istifadə olunan bir çox parametrlərdə oxşarlıq dərəcəsini müəyyənləşdirmək məqsədilə müəyyən metrika tətbiq olunur. Bundan sonra, seçilən metrikeyə uyğun olaraq, cari problemlə vəziyyətə uyğun hədəf nöqtəsindən PK-dan precedent olan nöqtələrə qədər məsafə müəyyən edilir və hədəf nöqtəsinə ən yaxın nöqtə seçilir.

Ən yaxın qonşunun (ən yaxın qonşuların) təyini üsulu təsnifat, qruplaşma, reqressiya və nümunənin tanınması problemlərinin həlli üçün də geniş istifadə olunur.

Bu metodun əsas üstünlükləri müəyyən bir problem sahəsinin xüsusiyyətlərindən müstəqillik mənasında həyata keçirilməsinin asanlıığı və universallığıdır. Metodun əhəmiyyətli çatışmazlıqlarına oxşarlıq dərəcəsini və tələb olunan hesablama resurslarının PK-nın ölçüsündən birbaşa asılılığını müəyyən etmək üçün metrikanın seçilməsinin mürəkkəbliyi, həmçinin natamam və səs-küylü ilkin məlumatlarla işləyərkən səmərəsizliyi daxildir.

Praktikada göstərilən metodun müxtəlif modifikasiyaları tətbiq olunur. Adətən qərar bir deyil, bir neçə yaxın nöqtə (qonşu) əsasında seçilir. Fənn sahəsi haqqında biliklərə (obyektin parametrləri arasında müəyyən asılılıqlara) əsaslanan ən yaxın qonşu metodundan istifadə etmək mümkündür.

#### **Həll ağacları əsasında precedentlərin axtarışı metodu**

Bu üsul həll ağacının zirvələrini həll etməklə tələb olunan precedentlərin tapılmasını nəzərdə tutur. Ağacın hər bir zirvəsi onun hansı budaqlarını daha da axtarmaq lazım olduğunu göstərir. Budaq seçimi mövcud problemlə vəziyyət haqqında məlumat əsasında həyata keçirilir. Beləliklə, bir və ya bir neçə precedentə uyğun olan son zirvəyə çatmaq lazımdır. Əgər sonlu zirvə bəzi precedentlər ilə əlaqəlidirsə, onda ən uyğun olanı seçmək üçün ən yaxın qonşu metodu istifadə edilə bilər. Bu yanaşmanın böyük PK-lar üçün tətbiq edilməsi tövsiyə olunur, çünki precedentlərin çıxarılması işinin əsas hissəsi həll ağacının qurulması mərhələsində əvvəlcədən yerinə yetirilir ki, bu da həll vaxtını xeyli azaldır.

#### **Bilik əsasında precedentlərin çıxarılması metodu**

Yuxarıda təsvir olunan metodlardan fərqli olaraq, bu metod müəyyən fənn sahəsi üzrə ekspertlərin (LPR) biliklərini (parametrlərin əhəmiyyət əmsalları, aşkar edilmiş asılılıqlar və s.) çıxarılarəkən nəzərə almağa imkan verir. Metod digər precedentlərin çıxarılması metodları ilə birlikdə, xüsusilə PK böyük ölçülərə malik olduqda və fənn sahəsi açıq və dinamik olduqda uğurla tətbiq edilə bilər.

#### **Precedentlərin tətbiqi nəzərə alınmaqla çıxarma metodu**

Precedentə əsaslanan əsaslandırma mexanizmlərindən istifadə edən əksər sistemlərdə cari problem vəziyyətinə ən çox oxşar halların bu vəziyyətdə ən çox tətbiq olunduğu güman edilir. Lakin bu, həmişə belə olmur. Tətbiq qabiliyyətinə əsaslanan çıxarış (uyğunlaşma) konsepsiyası ona əsaslanır ki, işlərin çıxarılması təkcə onların mövcud problem vəziyyəti ilə oxşarlığına deyil, həm də

onların istənilən nəticə üçün nə qədər yaxşı model olmasına əsaslanır. Yəni, çıxarılan presedentlərin seçilməsinə onların konkret vəziyyətdə tətbiq edilməsi imkanı təsir edir. Bəzi sistemlərdə bu problem presedentlərin tətbiqi ilə bağlı şərtlərlə birlikdə qorunması yolu ilə həll olunur. Bu yanaşmadan istifadə qəsdən perspektivsiz presedentlərin bir hissəsini ləğv etməklə həllin axtarışını daha effektiv hala gətirməyə imkan verir (3).

Presedentlərin çıxarılması üçün nəzərdən keçirilən metodlardan əlavə digər metodlar da (məsələn, süni neyron şəbəkələri aparatı) müvəffəqiyyətlə tətbiq edilə bilər.

### ƏDƏBİYYAT

1. Ландэ Д.В. Поиск знаний в Internet / Д.В. Ландэ – СПб: Диалектика-Вильямс, 2005, 272 с.
2. Башмаков А.И., Башмаков И.А. Интеллектуальные информационные технологии: Учеб. Пособие // – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005, 304 с.
3. Варшавский П.Р., Еремеев А.П. Методы правдоподобных рассуждений на основе аналогий и прецедентов для интеллектуальных систем поддержки принятия решений// Новости искусственного интеллекта. 2006. №3. с. 39-62.

### SUMMARY

Saadat Zeynalova, Elnara Niftaliyeva

#### TECHNIQUES FOR REPRESENTING AND RETRIEVING PRECEDENTS IN INTELLIGENT SEARCH ENGINES

The choice of precedent retrieval method is directly related to the method of presenting precedents and, accordingly, the organization of the presidential library. The PL is an important component of the knowledge base of an intelligent system, but it can also act as a separate component of the system. Thus, the structure of the PC has a significant effect on a variety of system performance metrics, particularly the amount of time required for searching and obtaining precedents.

*Key words: precedent search, parameter list, decision trees*

### РЕЗЮМЕ

Саадат Зейналова, Эльнара Нифталиева

#### МЕТОДЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ВЫВОДА ПРЕЦЕДЕНТОВ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМАХ

Выбор метода извлечения прецедента напрямую связан со способом представления прецедентов и, соответственно, организацией ПК (президентской библиотеки). ПБ является важным компонентом базы знаний интеллектуальной системы, но может выступать и как отдельный компонент системы. Таким образом, структура ПБ оказывает существенное влияние на различные показатели эффективности системы, и особенно на время поиска и получения прецедентов.

*Ключевые слова: поиск прецедентов, список параметров, деревья решений*

---

*Мəqaləni çapa təqdim etdi: riyaziyyat üzrə elmlər doktoru, professor Cavanşir Zeynalov*

*Məqalə daxil olmuşdur: 22 may 2023-cü il*

*Çapa qəbul edilmişdir: 30 may 2023-cü il*

SƏYYAD VƏLİYEV

seyyadveliyev 75@ gmail.com

GÜLŞADƏ AXUNDOVA

Naxçıvan Dövlət Universiteti

UOT: 62

**NƏQLİYYATIN İDARƏ EDİLMƏSİNİN YÜK DAŞIMALARINDA  
ƏHƏMİYYƏTİ**

*Məqalədə iqtisadiyyatın müxtəlif səviyyələrində nəqliyyatın idarə edilməsi konsepsiyasından bəhs edilir, idarəetmənin əsas komponentləri, idarəetmə prinsipləri və müasir yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin idarəetmə metodologiyası təsvir olunur. Logistika qoşqulara əsaslanan yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsi yükdaşıma proseslərinin idarə edilməsi metodologiyası tərtib edilmişdir. Milli iqtisadiyyatın müasir inkişafı şəraitində yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin idarə edilməsi ilə bağlı müxtəlif üsulların təsviri verilmişdir.*

**Açar sözlər:** *nəqliyyat vasitəsi, nəqliyyatın idarə edilməsi, yükdaşıma prosesləri, logistika sxemləri, idarəetmə komponentləri, idarəetmə prinsipləri, idarəetmə metodologiyası, yük, yükəndərən, yükalan*

Yük daşımaları bazarı həm regionlararası, həm də beynəlxalq səviyyədə yüksək rəqabətlə xarakterizə olunur. Bu baxımdan malların təhlükəsizliyinə və vaxtında çatdırılmasına zəmanət verə bilən bir təşkilat daşıma sahəsində rəqabət üstünlüyünə malikdir.

Sürücülərə və nəqliyyat vasitəsinin vəziyyətinə zəif nəzarət malların oğurlanması və itməsi riskini artırır, yanacaq xərclərini, boş vaxt və nəqliyyat vasitələrinin sui-istifadəsini artırır. Belə ki, məsələn, nəqliyyatın real yerini bilməmək malların vaxtında çatdırılmasını və ümumiyyətlə, yük daşımalarının idarə edilməsini təhlükə altına alır.

Nəqliyyat vasitəsinin peyk nəqliyyat idarəetmə sistemləri ilə təchiz edilməsi və müxtəlif parametrləri izləmək üçün GPS (Global Mövqe təyinetmə Sistemi, ingiliscə GPS - *Global Positioning System*) avadanlığı müştərilərin təşkilata inamını artırmağa və malların çatdırılması ilə bağlı problemlərin qarşısını almağa kömək edəcək.

Məlum olduğu kimi yük daşıma müəssisələrinin fəaliyyət göstərdiyi müasir mühit qeyri-sabitlik, uyğunsuzluq və gözlənilməz hallar ilə xarakterizə olunur. Buna görə də, logistikanın və yükdaşıma prosesinin idarə edilməsi problemi, xüsusən qlobal rəqabət şəraitində, biznesdə informasiya texnologiyalarının inkişafı obyektiv olaraq eksperimental, elmi və praktik fəaliyyət sahəsinə keçir.

Nəzəri ədəbiyyatda nəqliyyatın idarə edilməsinin tərifinə müxtəlif yanaşmalar mövcuddur. Belə ki, nəqliyyatın idarə edilməsi malların xarici və daxili daşınmasının planlaşdırılması, idarə edilməsi və nəzarəti, malların daşınmasının təşkili üçün zəruri olan məlumatların hazırlanması və mübadiləsi kimi başa düşülə bilər (1). Lakin bu tərif yalnız yüklərin daşınmasına aiddir, sərnişin daşımalarının idarə edilməsi kimi aspektlərə isə məhəl qoyulmur.

Nəqliyyatın idarə edilməsinin köməyi ilə həm nəqliyyat təşkilatları, həm də onların əməkdaşları arasında birgə fəaliyyətin əlaqələndirilməsinə nail olunur, idarəetmə subyektivi və obyektivi arasında münasibətlərin, onlar arasındakı əlaqələrin nizamasalınması üzrə qarşıya qoyulan məqsədlərin yerinə yetirilməsini təmin edir.

Nəqliyyatın idarə edilməsinin vəzifəsi ölkə nəqliyyatının iqtisadiyyatın bütün sahələrinin həyatı ilə bağlı daha da inkişafını və təkmilləşdirilməsini vaxtında və keyfiyyətlə təmin etmək və bu əsasda maddi-texniki bazanın daha dolğun təmin edilməsinə töhfə verməkdən ibarətdir (1).

Nəqliyyatın idarə edilməsi, ilk növbədə, nəqliyyat müəssisəsinin (göndərmə) daşıma qabiliyyəti və ötürmə qabiliyyəti kimi əsas əməliyyat parametrlərindən səmərəli istifadə etməkdir.

Bu baxımdan iqtisadiyyatın müxtəlif səviyyələrində nəqliyyatın idarə edilməsi konsepsiyasını nəzərdən keçirmək lazımdır:

a) Mikro səviyyədə nəqliyyatın idarə edilməsinə aşağıdakıları daxil etmək məqsədəuyğundur:

- Nəqliyyat vasitələrinin birbaşa idarə edilməsi (fərdi avtomobillər, təyyarələr, qatarlar və s.);
- Ayrı-ayrı müəssisə səviyyəsində nəqliyyatın idarə edilməsi sistemləri.

b) Mezol səviyyədə nəqliyyatın idarə edilməsini aşağıdakı kimi başa düşmək olar:

- Nəqliyyat müəssisələrinin aqreqatlarının işini əlaqələndirən ayrı-ayrı nəqliyyat qovşaqlarının və terminalların idarə edilməsi;

- Ayrı-ayrı nəqliyyat şəbəkələrinin və qovşaqların (kanallar, boru kəmərləri, su yolları və s.) istismarının təmin edilməsi;

c) Makro səviyyədə idarəetmə aşağıdakıları əhatə edir:

- Milli iqtisadiyyatın ölkə iqtisadiyyatının sektoru kimi nəqliyyatın idarə edilməsi (sektora investisiya qoyuluşu, sektorun inkişafı, təhlükəsizlik standartlarının təmin edilməsi və s.);

- Nəqliyyat infrastrukturunun idarə edilməsi (2).

Beləliklə, baxılma miqyasından asılı olaraq, idarəetmə özünəməxsus xüsusiyyətləri əldə edir. Ən çətin istiqamət makro səviyyədir, lakin mikro səviyyədə effektiv idarəetmə olmadan düzgün işləyən makro sistemin qurulması imkanlarından danışmaq mümkün deyil.

İdarəetmənin ayrı-ayrı sahələri daxilində nəqliyyat növündən və onun təsnifatına digər yanaşmalardan asılı olaraq onların xüsusiyyətlərini ayırmaq olar. Belə ki, yüklərin daşınma üsulundan və daşınan heyətin növündən asılı olaraq avtomobil, dəmir yolu, boru kəməri, su (çay, dəniz) və hava nəqliyyatı fərqləndirilir. Odur ki, müəyyən bir nəqliyyat növündən istifadə bir sıra amillərdən asılıdır. Bu amillərə aşağıdakılar aiddir: daşınan yükün tərkibi və xarakteri, onun fiziki həcmi, daşınma məsafəsi, nəqliyyat vasitəsinin yükü müəyyən məntəqəyə çatdırma qabiliyyəti, ümumi xərclər, çatdırılma müddəti və s. (3).

Müvafiq olaraq, yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin rəhbərliyi altında, avtonəqliyyat və konsaltinq (məsləhət) xidmətlərinin outsorsinqi (xarici mənbədən, resursdan istifadə edilməsi) ilə təmin edilməsi prosesində onların fəaliyyətlərini təşkil etmək və əlaqələndirmək üçün bir qrup insan komandasına onun rəhbərliyinin mərkəzləşdirilmiş təsirini başa düşəcəyik.

Qeyd etmək lazımdır ki, yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsi idarəetməsinin əsas komponentləri onun məzmununu açıqlayır. Bunlara yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsi personalı tərəfindən həyata keçirilən logistik xidmətlərin outsorsinqi nəticəsində avtomobil daşımaları prosesinin iştirakçıları arasında yaranan formalar, metodlar, prinsiplər, funksiyalar, proseslər, təşkilati idarəetmə və təşkilati münasibətlər daxildir.

Prinsiplər personalın idarə edilməsinə dair tələbləri və avtomobil daşımaları prosesinin təşkili üzrə yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin fəaliyyətini əks etdirir. Metodlar təşkilati fəaliyyətdə istifadə olunan metodları aşkar edir, yəni, necə edildiyini göstərir. Funksiyalar idarəetmə subyektinin idarəetmə obyektində hərəkətlərini təsvir edərək idarəetmə fəaliyyətinin məzmununu xarakterizə edir. Proses bu hərəkətlərin həyata keçirilməsi ardıcılığını, təşkilati formaları və münasibətləri, strukturu və məkan-zaman münasibətlərini müəyyən edir.

Yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsi idarəetmə prinsipləri yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin fəaliyyət göstərdiyi və fəaliyyətini idarə etdiyi başlanğıc nöqtələridir. Bu baxımdan yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin idarəetmə prinsipləri aşağıdakılar ola bilər:

a. Daşıma prosesinin idarə edilməsi prinsipləri;

b. Xidmət keyfiyyətinin idarə edilməsinin prinsipləri;

c. Nəqliyyat və logistika outsorsinqinin təkmilləşdirilməsi prinsipləri;

- d. Yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin təşkilatı şəxsiyyətinin formalaşması prinsipləri;  
 e. Nəqliyyat və logistika xidmətləri bazarının təkamülünün stimullaşdırılması prinsipləri.

Yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin idarəetmə metodu dedikdə, avtomobil yolu ilə yükdaşımaları sahəsində outsorsinq logistika xidmətlərinin vaxtında və keyfiyyətli təmin edilməsi üçün istifadə olunan idarəetmə fəaliyyətlərinin həyata keçirilməsi üçün metodlar, yanaşmalar və texnikalar toplusunu nəzərdə tutulur. Bu cür metodların istifadəsi məqsədlərin müəyyən edilməsinə və həyata keçirilməsinə sərf olunan vaxtı və digər resursları azaltmağa, yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsində baş verən proseslərin nümunələrindən istifadə etməyə imkan verir.

İdarəetmənin bu və ya digər vəzifəsini həll edən metodlar praktiki idarəetmə məqsədlərinə xidmət edir, onun sərəncamında məqsədlərin qoyulması və əldə edilməsinə sərf olunan vaxtı və digər resursları azaldan qaydalar, üsullar və yanaşmalar sistemini təmin edir.

İdarəetmənin ümumi konsepsiyasına görə idarəetmə üsullarını, eləcə də idarəetmənin özünü aşağıdakılara bölmək olar:

- Yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin fəaliyyətinin idarə edilməsi üsulları;
- Kadrların idarə edilməsi üsulları (əmək komandası və fərdi işçilər) YANM. Sonuncu, müəssisələr, birliklər və işçi kollektivləri olan idarə olunan obyektlərə məqsədyönlü idarəetmə təsirinin üsulları kimi şərh edilməlidir (5).

Yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin rəhbərliyi gələcək üçün fəaliyyətini planlaşdırmaqdan tutmuş tapşırıqların icrası zamanı fərdi iş proseslərinin tənzimlənməsinə qədər bir-biri ilə əlaqəli çoxlu sayda vəzifələrin həllini təmin edir. Bu problemlərin həlli idarəetmənin iqtisadi, təşkilati, inzibati və sosial-psixoloji üsullarının tətbiqinə əsaslanır.

İqtisadi idarəetmə üsulları məsrəflərin və nəticələrin (maddi həvəsləndirmə və sanksiyalar, maliyyələşdirmə və kreditləşmə, əmək haqqı, maya dəyəri, mənfəət, qiymət) konkret müqayisəsinin köməyi ilə icraçılara təsir üsulları və üsulları sistemidir (5).

Burada əsas idarəetmə üsulları iştirakçının fəaliyyəti ilə maksimum əlaqədə olmalı olan əmək haqqı və mükafatlar sistemidir. Menecerin mükafatlandırılmasını onun məsuliyyət sahəsindəki fəaliyyətinin nəticələri və ya bütün yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin fəaliyyətinin nəticələri ilə əlaqələndirmək məqsədəuyğundur. Bu metodların ən mühüm üstünlükləri onların çevikliyi və bilavasitə maraqları vasitəsilə insanlara təsiridir.

Əmək ehtiyatlarından istifadənin idarə edilməsi əmək haqqı fondunun həcmnin tənzimlənməsi, plan göstəricilərinin yerinə yetirilməsi və bu göstəricilərin dəyərinin artırılması üçün maddi həvəsləndirmə tədbirləri nəzərə alınmaqla həyata keçirilir.

İqtisadi idarəetmə üsulları yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin subyekt və obyektin müqavilə, əmtəə-pul münasibətləridir. Onlar müqavilə prosesində öz maraqlarının həyata keçirilməsi və müqavilə öhdəliklərinin yerinə yetirilməsi üçün kifayət qədər subyekt və obyektin azadlığı ilə xarakterizə olunur.

Metodun üstünlükləri aşağıdakılardır: təşəbbüsün təzahürü stimullaşdırılır, maddi tələbatların ödənilməsi əsasında işçilərin yaradıcı potensialı həyata keçirilir. Metodun çatışmazlığı: maddi maraq dairəsindən kənar qalan bir çox ehtiyaclar təmin edilməmiş qalır ki, bu da motivasiyanı azaldır.

Yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin idarəetməsinin inzibati üsulları nizam-intizam, məsuliyyət, güc və məcburiyyətə əsaslanan direktiv və məcburi xarakter daşıyan birbaşa təsir üsullarıdır (3).

Yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin idarə edilməsinin inzibati üsulları komandanı tabe etmək və onu konkret problemlərin həllinə yönəltmək lazım olduğu hallarda qarşıya qoyulmuş məqsədlərin nəticələrinə nail olmaq üçün güclü bir qoldur. Onların effektivliyi üçün ideal şərt idarəetmənin və əmək intizamının yüksək səviyyədə tənzimlənməsidir, idarəetmə təsirləri idarəetmənin aşağı səviyyələri tərəfindən əhəmiyyətli təhrif olmadan həyata keçirilir.

Burada istifadə olunan mexanizmlər aşağıdakılardır:

- İnzibati (əmr, sərəncam, göstəriş);
- Normativ (qanun, əsasnamə, göstəriş, plan, yuxarıdan aşağı salınan və icrası məcburi olan);

- İqtisadi (ödənİLƏn mƏnfƏtİN faizi, gƏstƏrilƏn (tƏyin edilmiŐ) xidmƏtin qiymƏti), əmƏk haqqı (tƏyin edilmiŐ), yuxarıdan mÜəyyƏn edilmiŐ maddi sanksiyalar);

- Sosial-psixoloji (sƏrƏncamda tƏhmƏt elan edilməsi, rƏhbƏrliyin əmri ilƏ diplomun verilməsi, sƏrƏncamda tƏŐƏkkür, kollektivin sosial inkiŐafı planı vƏ onun hƏyata keçirilməsi tƏdbirləri).

Yük avtomobil nƏqliyyatı mÜəssisƏsinin idarƏ edilmƏsinin komanda (inzibati) üsulu ilƏ subyekt vƏ obyekt arasındakı əlaqə güc vƏ tabeçilik nisbƏti ilƏ xarakterizə olunur.

Metodun əsas üstünlükləri aŐağıdakılardır:

a) Məqsədə çatmaqda rƏhbƏrliyin iradə vƏhdəti təmin edilir;

b) Böyük maddi xərclər tələb etmir;

c) Məqsədlərə tez nail olunur vƏ xarici mühitdəki dəyiŐikliklərə tez reaksiya verilir.

Metodun çatıŐmazlıqlarına aŐağıdakılar daxildir:

a) TəŐəbbüs, yaradıcı iŐ sıxıŐdırılır;

b) Səmərləli əmƏk hƏvƏsləndiriciləri yoxdur vƏ anti hƏvƏsləndiricilər yarana bilər.

Yük avtomobil nƏqliyyatı mÜəssisƏsinin idarƏ edilmƏsinin sosial-psixoloji üsulları komandanın iŐinin sosial prinsiplərinə istiqamətləndirici təsir etməklə hƏyata keçirilir. Onlar əmƏk kollektivlərinin sosial tərkibinin vƏ Őəraitinin, iŐinin fƏrdi xüsusiyyətlərinin vƏ maraqlarının öyrənilməsinə əsaslanır.

İstehsal uğurlarının nəticələri əsasən kollektivdəki sosial-psixoloji iqlim, iŐçilərin mədəni, məiŐət vƏ digər tələbatlarının ödənilməsi ilƏ mÜəyyən edilir.

İdarəetmənin sosial-psixoloji üsulları kadr dəyiŐikliyinə qarŐı mübarizədə həlləddici rol oynayır vƏ aŐağıdakıları əhatə edir:

- Liderin kollektivlərə münasibətlərə təsiri;

- Kollektivin fəaliyyətinin onun strukturundan asılılığının öyrənilməsi;

- Komandaya yeni üzvlərin daxil edilməsi Őərtlərinin öyrənilməsi;

- Kollektiv əməyin müxtəlif formalarının psixoloji xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi;

- İntizam təcrübəsinin vƏ digər amillərin kollektivin əhval-ruhiyyəsinə təsirini nəzərə almaq;

- Liderlik üslubunun komanda üzvlərinin münasibətlərinə təsiri;

- Fərdin komandaya təsiri;

- Őəxsiyyətin səlahiyyətinin psixoloji əsasları.

Yük avtomobil nƏqliyyatı mÜəssisƏsinin idarəetmə təcrübəsində müxtəlif sosioloji metodlardan vƏ tədqiqat üsullarından (elmi-texniki konfranslar metodu; sorğ-u-sual; müsahibə vƏ Őəxsi müşahidə; sosial eksperiment; sosial stimullaŐdırma) istifadə etmək məqsədəuyğundur.

İstehsalat kollektivinin formalaŐdırılması vƏ təkmilləŐdirilməsi yük avtomobil nƏqliyyatı mÜəssisƏsinin rƏhbƏrinin qarŐısında duran ən mühüm vəzifələrdən biridir. Komanda birliyinə nail olmaq, onun mənəvi yetkinlik səviyyəsini artırmaq üçün lider komandanın fəaliyyətində bütün iŐçilər, ənənələr vƏ komandanın təcrübəsi tərəfindən aydın Őəkildə qəbul ediləcək konkret bir məqsədin olmasına diqqət yetirməlidir.

Sosial münasibətlər vƏ onları əks etdirən müvafiq idarəetmə üsullarının mühüm əhəmiyyət kəsb etməsi vƏ digər idarəetmə üsulları ilƏ sıx bağılı olması idarəetmə prosesinin iŐtirakçılarının insanlar olması ilƏ əlaqədardır.

Müqavilə mexanizmləri: inandırma, tənqid, məlumatlandırma, liderin insanlara danıŐması.

Sosial-psixoloji metodlar subyektin vƏ obyektin idarəetmə münasibətlərini maddi əsası olmayan müqavilə kimi səciyyələndirir.

İcra Őərtləri: tərəflərdən biri müqavilə prosesini başladır, digəri ondan imtina etmir.

Metodun üstünlükləri:

a) Maddi ehtiyacların ödənilməsi ilƏ bağılı olmayan əməyin motivasiyası mexanizmləri daxildir;

b) Praktiki olaraq heç bir maddi xərc tələb olunmur.

Metodun mənfi cəhətləri:

a) İnsanların maddi ehtiyaclarına əsaslanan hƏvƏsləndirmələrdən istifadə edilmir;

b) Nəticələri proqnozlaŐdırmaq çətindir.

Yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin fəaliyyətinin idarə edilməsi metodlarına gəldikdə isə, onlar ümumi elmi metodologiyanın əsasını təşkil edir. Bu üsullar yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin ən yüksək keyfiyyəti ilə öz funksiyalarını yerinə yetirmək üçün avtomobil yolu ilə yüklərin daşınması prosesinin əsas komponentlərinin modelləşdirilməsini, eksperimentlərin aparılmasını, iqtisadi-riyazi metodların tətbiqini və sosioloji tədqiqatları əhatə edir. Yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin idarəetmə funksiyalarına aşağıdakılar daxildir (2):

#### 1. Planlaşdırma:

- Yük sahiblərinin istək və tələbləri nəzərə alınmaqla nəqliyyat və texnoloji marşrutların və malların çatdırılması sxemlərinin texnoloji və iqtisadi əsaslandırılmasının tərtib edilməsi;
- Nəqliyyat vasitələrinin hərəkət heyətinin strukturunun müəyyən edilməsi;
- Yük daşımalarının marşrutu;
- Daşıma haqqlarının və yığımlarının hesablanması;
- Avtomobilin sürətinin tənzimlənməsi;
- Hərəkət heyətindən istifadənin səmərəliliyini artırmaq üçün iqtisadi-riyazi üsulların və hesablamaların tətbiqi.

#### 2. Təşkilati:

- Müqavilə öhdəliklərində nəzərdə tutulmuş şərtlərdə və müddətlərdə təhlükəsizliyinə zəmanətlə malların çatdırılmasının təşkili;
- Müəyyən edilmiş qaydada malların qəbulu, daşınması və verilməsi xidmətlərinin təşkili;
- Nəqliyyat vasitələrinin icarəyə verilməsinin təşkili;
- Əmtəə-nəqliyyat və digər müşayiət sənədlərinin, malların çatdırılması üçün nəqliyyat-texnoloji marşrutların və sxemlərin, habelə yük gömrük bəyannamələrinin və malların gömrük rəsmiləşdirilməsi üçün zəruri olan digər sənədlərin qeydiyyatı;
- Yüklərin sığortası ilə bağlı sənədlərin rəsmiləşdirilməsi;
- Malların yönləndirilməsinin və malların, nəqliyyat vasitələrinin axtarışı üzrə işlərin təşkili;
- Malların səmərəli və təhlükəsiz daşınmasını təmin etmək.

Müəssisənin məqsədlərinə çatmaq üçün yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin və nəqliyyat vasitələrinin təchizatçıların işçilərinin motivasiyası (maddi və mənəvi).

#### 4. Nəzarət:

- Hərəkət heyətinin hərəkəti üçün səmərəli və təhlükəsiz marşrutların işlənilib hazırlanması məqsədilə yol şəraitinin təhlili;
- Malların və nəqliyyat vasitələrinin hərəkətinə nəzarət, ekspeditorluq fəaliyyəti, malların markalanması və nəqliyyat vasitələrinin plomblanması, yükləmə-boşaltma, yenidən yükləmə, qablaşdırma və digər işlər.

5. Avtomobil nəqliyyatı ilə yüklərin çatdırılmasında bütün iştirakçıların qarşılıqlı fəaliyyətinin əlaqələndirilməsi.

Yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin idarəetmə prosesi təşkilatın şəxsi heyətinin avtomobil yolu ilə yük daşımaları sahəsində müştərilərə logistik xidmət göstərməsi ardıcılığını müəyyən edir.

Avtomobil yolu ilə yükdaşımaların idarə edilməsi sisteminin ən mühüm komponenti daşıma təhlükəsizliyidir ki, bura aşağıdakılar daxildir:

- Yol hərəkətinin təhlükəsizliyi;
- Ekoloji təhlükəsizlik;
- Daşınan malların, nəqliyyat vasitələrinin təhlükəsizliyi və sürücünün şəxsi təhlükəsizliyi.

Beləliklə, demək olar ki, yük avtomobil nəqliyyatı müəssisəsinin effektivliyi əhəmiyyətli dərəcədə onu idarə etmək üçün seçilmiş təşkilati formadan (strukturdan) asılıdır. Belə strukturun formalaşmasında, kadrların əmək bölgüsü və kooperasiyasında aşağıdakıların olması çox vacibdir: sistemin məqsədinə çatmaq üçün zəruri olan idarəetmə funksiyalarına görə idarəetmə əlaqələrinin (orqanlarının) ayrılması, həmçinin seçilmiş əlaqələr və fərqli xarakterli kommunikasiyaları həyata keçirən idarəetmə səviyyələri arasında idarəetmə əlaqələrinin yaradılması.



**ƏDƏBİYYAT**

1. Cavadov Ə.Ə. Avtomobil yük daşımaları. Bakı: 2009, 354 s.
2. Həsənov S.H. və b. Beynəlxalq multimodal daşımalar. Bakı: 2014, 304 s.
3. Məmmədov Y.Ə. və b. Beynəlxalq avtomobil daşımaları. Bakı: 2018, 206 s.
4. Cavadov Ə.Ə. Daşımalar və vahid nəqliyyat sistemi. Bakı: 2004, 260 s.
5. Афанасьев, Л.Л. и др. «Единая транспортная система и автомобильный транспорт». Учебник для студентов вузов. М.: Транспорт, 2008. 333 с.

**SUMMARY**

**Sayyad Valiyev, Gulshada Akhundova**

**IMPORTANCE OF TRANSPORT MANAGEMENT IN CARGO  
TRANSPORTATION**

The article deals with the concept of transport management at different levels of the economy and describes the main components of management, management principles, and the management methodology of a modern truck transport enterprise. A methodology for managing the processes of cargo transportation for a truck company based on logistics trailers has been developed. The characteristics of various methods of management of the enterprise of truck motor transport in modern conditions of the development of the national economy are given.

*Key words:* vehicle, transport management, cargo transportation processes, logistics schemes, management components, management principles, management methodology, cargo, consignee, loading and unloading.

**РЕЗЮМЕ**

**Сайяд Валиев, Гульшада Ахундова**

**ВАЖНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ В ГРУЗОВЫХ  
ПЕРЕВОЗКАХ**

В статье рассматривается понятие управления транспортом на разных уровнях экономики, описываются основные составляющие управления, принципы управления и методология управления современным автотранспортным предприятием. Разработана методика управления процессами грузоперевозок автотранспортного предприятия на базе логистических прицепов. В условиях современного развития народного хозяйства дано описание различных методов управления автотранспортным предприятием.

*Ключевые слова:* транспортное средство, транспортный менеджмент, грузоперевозочные процессы, логистические схемы, компоненты управления, принципы управления, методология управления, груз, грузоотправитель, грузополучатель, погрузка-разгрузка.

---

*Məqaləni çapa təqdim etdi: riyaziyyat üzrə elmlər doktoru, professor Cavanşir Zeynalov*

*Məqalə daxil olmuşdur: 22 may 2023-cü il*

*Çapa qəbul edilmişdir: 30 may 2023-cü il*

YADULLA HƏZİYEV

yadohazi@gmail.com

GÜLŞADƏ AXUNDOVA

gulsade.axundova.92@mail.ru

Naxçıvan Dövlət Universiteti

## NƏQLİYYATDA SÜNİ INTELEKTİN TƏTBİQİNƏ DAİR NÜMUNƏLƏR

*Məqalədə süni intellekt barədə qısaca məlumat verilmiş, ölkənin nəqliyyat sistemində daxil olan nəqliyyatın ayrı-ayrı növlərində süni intellekdən istifadə nümunələri nəzərdən keçirilmiş, ictimai nəqliyyat vasitələrinin təhlükəsiz hərəkətinin təşkil edilməsi, pilotsuz taksi xidməti, dəmir yolu nəqliyyatında fəaliyyət göstərən çeşidləmə stansiyalarında işlərin təşkili proseslərində süni intellekdən istifadə edilməsindən ətraflı bəhs edilmiş, pilot manevr lokomotivi, “ağıllı lokomotiv” layihələrindən söhbət açılmışdır. “Ağıllı” işıqforlardan və pilotsuz uçuş aparatlarından istifadənin üstünlükləri də məqalədə öz əksini tapmışdır.*

**Açar sözlər:** *süni intellekt, ağıllı işıqforlar, rəqəmsal iqtisadiyyat, pilotsuz avtomobillər, pilotsuz uçuş aparatı, ictimai nəqliyyat, avtopilot, hərəkətin təşkili, insanın yorulma dərəcəsi, üzün biometrik tanınması.*

Süni intellekt insan məntiqini maşınlarda tətbiq etmək məqsədi daşıyır. İnsan zəkasını təqlid etməyə çalışan alqoritmlərdən ibarət olan süni intellektin tətbiqində elm və mühəndislikdən geniş şəkildə istifadə edilir. Süni intellekt insanın sahib olduğu ən dəyərli mülkiyyəti olan intellektin maşınlar tərəfindən dəqiq şəkildə simulyasiya olunması məqsədinə xidmət edir. Bu sahə yaradıldığı vaxtdan bu günədək dəfələrlə optimist və pesimist fikirlərlə qarşılaşılsa da bu gün texnologiyanın inkişafını onsuz təsəvvür etmək mümkün deyil. Günümüzdə süni intellekt texnologiyası iş dünyasında baş verən dijital transformasiyanın, başqa sözlə desək, rəqəmsal çevrilmənin əsas hissələrindən biridir. Bu gün istehsalatın əksər sahələrində süni intellektin tətbiqinə rast gəlmək olar. Nəqliyyat sektoru da bu sahədə özünəməxsus yer tutur. Fasiləsiz və təhlükəsiz yük və sərnişin daşımalarının həyata keçirilməsində süni intellekt faktorundan məharətlə istifadə edilir. Vahid nəqliyyat sistemində daxil olan nəqliyyat növlərinin hər birində daşımaların təhlükəsizliyinin təmin edilməsində süni intellekdən istifadə edilməsi nəqliyyat infrastrukturunun mükəmməl öyrənilməsi nəticəsində mümkün ola bilmişdir. Ölkəmizin dəmir yolu, hava, yerüstü, ictimai şəhər nəqliyyatı və s. sahələrində süni intellekdən istifadə hallarını görmək olar. Artıq şəhərlərimizin küçələrində pilotsuz avtomobillərin görünməsi heç kimdə təəccüb doğurmur. 44 günlük Vətən müharibəsində düşmən qüvvələrinin damadağın edilməsində əvəzsiz rol oynamış pilotsuz uçuş aparatlarından Azərbaycan Ordusu tərəfindən bacarıqla istifadə edilməsi isə hər bir Azərbaycan vətəndaşının qürur mənbəyinə çevrilmişdir.

Meqapolislərdə “ağıllı” işıqforlardan istifadə edilməsi süni intellektin tətbiqinin bariz nümunəsidir. Əksər sürücülər bilir ki, küçə və prospektlərdə quraşdırılmış kameralar avtomobil yollarındakı vəziyyəti analiz edərək hərəkətin nizamlanması yönündə lazımi variantları təklif edir, tıxacların aradan qaldırılmasında müstəsna rol oynayır.



*Şəkil 1. Avtomobil yollarındaki vəziyyət*

Dünya ölkələrində pilotsuz avtomobillərdən sərnişin və yük daşımalarında istifadə olunur.



*Şəkil 2. Pilotsuz sərnişin və yük avtomobilləri*

İctimai nəqliyyatın idarə edilməsində də süni intellekdən geniş istifadə edilir. Düzdür, bu nəqliyyat növündə “süni beyin” birbaşa nəqliyyat vasitəsini idarə etməsə də, sürücüyə lazımi köməklik göstərir. Belə ki, “süni beyin” yolda yaranmış vəziyyəti, işıqforların göstəricilərini, yol nişanlarını, piyadaların və digər nəqliyyat vasitələrinin hərəkətini nəzərə alaraq hadisələrin inkişafını proqnozlaşdırır və baş verə biləcək təhlükəni təyin edərək sürücüyə işarə verir. Əgər insan lazım olan reaksiya nümayiş etdirməzsə və təhlükə hələ də davam edərsə, “süni beyin” nəqliyyat vasitəsinin əyləc sistemini işə salaraq onu dayandırır.

İctimai nəqliyyatda, yəni avtobus, trolleybus, tramvay və ya metro vaqonlarında hərəkətin təhlükəsizliyini təmin etmək məqsədilə sürücülərin yorulmasına nəzarət edən sistemlər fəaliyyət göstərir. Müxtəlif səbəblərdən sürücü sükan arxasında yuxlayarsa bu hal sonradan xoşagəlməz halların yaranmasına səbəb ola bilər. Bu halların qarşısını almaq üçün nəqliyyat vasitəsinin salonunda quraşdırılmış xüsusi kameralar sürücünün vəziyyətindəki hər hansı dəyişikliyə, məsələn, göz qırpmalarına, üz cizgilərindəki dəyişikliklərə görə onun yatdığı müəyyən etdikdə aid qurğu vasitəsilə insanın yorğunluq dərəcəsi təyin edilir və lazım gəldikdə onun diqqətini bərpa etmək üçün səs işarəsi verir. Bundan başqa ictimai nəqliyyatda biometrik üz tanıma sisteminin xidmətlərindən də istifadə edilə bilər. Bu sistemlərin xidməti zamanı sərnişinlər gediş haqlarını ödəmək üçün smartfonlardan və ya nəqliyyat kartlarından istifadə edə bilərlər. Belə nəqliyyat vasitələrində konduktorların xidmətinə ehtiyac qalmır.



Şəkil 3. İctimai nəqliyyat vasitələri: trolleybus və avtobus

Tatarstanın İnnopolis şəhərində artıq bir neçə ildir ki, şəhər sakinlərinin sərnəşin daşımalarına olan ehtiyacını ödəmək üçün pilotsuz taksi xidmətindən istifadə edilir. Bu günədək 40000-ə yaxın sifariş yerinə yetirən bu xidmətdə bir dəfə də olsun xoşagəlməz hal və ya yol-nəqliyyat hadisəsinin baş verməməsi bildirilir. İKT nailiyyətlərindən istifadə edərək süni intellekt bazası əsasında yaradılmış xidmətdə taksilər şəhərin küçələrində yol-hərəkəti qaydalarına tam riayət edərək hərəkət edir. Pilotsuz taksi xidmətindən istifadə edən sərnəşinlər məmnun olduqlarını hər fürsətdə dilə gətirməkdən çəkinmirlər.



Şəkil 4. Tatarstanın İnnopolis şəhərində fəaliyyət göstərən pilotsuz taksilər

Dəmir yolu nəqliyyatında da süni intellekt sistemlərindən geniş istifadə edilir. Bildiyimiz kimi qatarların hərəkətinin təşkil edilməsində, yük və sərnəşin daşımaları sahəsindəki tapşırıqların yerinə yetirilməsində qatar dispetçerinin rolu danılmazdır. Qatar dispetçeri vəzifəsinin həddən artıq məsuliyyətli, gərgin iş rejimi şəraitində icra edildiyini nəzərə alaraq süni intellekt bazasında “qatar dispetçerinin köməkçisi” sistemini yaratmışlar. Bu sistem qatarların hərəkətinin təşkili proseslərini proqnozlaşdırır, modelləşdirir və optimallaşdırır. “Qatar dispetçerinin köməkçisi” sistemi qatarların hərəkət cədvəlini daha dəqiq tərtib edərək bütün mümkün qəza hallarını istisna edir. Çəşidləmə stansiyalarında işin təşkil edilməsi, o cümlədən, vaqonların çəşidlənməsi, tranzit qatarların emal edilməsi, qatarların lokomotiv və lokomotiv briqadaları ilə təchiz edilməsi və s. əməliyyatlar ən mürəkkəb məsələlərdəndir. Bu stansiyalarda çoxlu sayda müxtəlif təyinatlı yollar, yüzlərlə yoldəyişdirici qurğular, neçə-neçə əyləcləmə mövqeləri fəaliyyət göstərir. Süni intellekt sistemi qatar stansiyaya daxil olmazdan əvvəl oradakı vəziyyəti analiz edir, digər hərəkət vasitələrinin hərəkətini nəzərə alaraq vəziyyəti nəzarətdə saxlayır. İstənilən hava şəraitində qüsursuz fəaliyyət göstərən bu sistem bir çox hallarda insanların görə bilmədiyi xoşagəlməz halları qabaqcadan təyin edir və qatar maşinistinə bu barədə məlumat ötürür. Əgər qatar maşinisti tərəfindən edilmiş xəbərdarlığa adekvat reaksiya nümayiş etdirilməzsə dərhal əyləcləmə sisteminə qatarı saxlamaq barədə tapşırıq verilir.

Bundan başqa dəmiryol nəqliyyatında pilot manevr lokomotivi, “ağıllı lokomotiv” layihələri fəaliyyət göstərir.



Şəkil 5. Pilot manevr lokomotivi və “ağıllı lokomotiv”

Rusiyada kənd təsərrüfatında istifadə olunan texnikaların idarə edilməsi üçün Cognitive Aqro Pilot sistemləri yaradılmışdır. Süni intellekt texnoloji bazası əsasında yaradılmış bu avtonom idarəetmə sistemi kombayn, traktor, suvarma sistemləri və s. kimi qurğuların idarə edilməsində istifadə olunur. Kombaynın işi avtomobilə nisbətən daha çətin olduğundan bu hərəkət edən “fabrik”in idarəsi zamanı vacib əməliyyatların icrasının insana, hərəkərin idarə edilməsinin isə robotla həvalə edilməsi daha məqsədəuyğun hesab edilir. Bu sistem imkan verir ki, texnikanın idarə edilməsini robot həyata keçirsin, operator isə işin keyfiyyəti və məhsul yığımını ilə məşğul olsun.

Cognitive Aqro Pilot sistemləri Rusiyanın 35 regionunda 1000-dən çox kombaynda quraşdırılmış və problemsiz fəaliyyət göstərir



Şəkil 6. Cognitive Aqro Pilot sistemləri quraşdırılmış kombaynlar

Sonda onu qeyd etmək istəyirəm ki, süni intellektin nəqliyyat sektorunda tətbiqi sadalananlarla bitmir. Dünya ölkələrinin təcrübəsi göstərir ki, süni intellektin nəqliyyatda tətbiqi çoxvektorludur, konkret sahə ilə məhdudlaşmır. Xarici ölkələrdə nəqliyyatda süni intellektin tətbiqinə dair çoxsaylı təcrübələrin öyrənilməsi və yerli şəraitə uyğunlaşdırılması ölkəmiz üçün də faydalı olar.

### ƏDƏBİYYAT

1. <https://национальныепроекты,рф>
2. <https://az.m.wikipedia.org>
3. <https://asi-journal-rzd.ru>
4. <https://aiconference.ru>
5. <https://ai-russia.ru>

## SUMMARY

Yadulla Haziyeu, Gulshade Akhundova

EXAMPLES OF USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE  
IN TRANSPORT

The article briefly reported on artificial intelligence, considered examples of the use of artificial intelligence in different modes of transport included in the country's transport system, the use of artificial intelligence in the processes of organizing the safe movement of public transport, unmanned taxis, in organizing the work of marshalling yards in railway transport, discussed projects of an experimental shunting diesel locomotive, "intellectual locomotive". The article also reflects the benefits of using "smart" traffic lights and unmanned aerial vehicles.

**Key words:** *artificial intelligence, smart traffic lights, digital economy, unmanned vehicles, unmanned aerial vehicles, public transport, autopilot, traffic management, degree of human fatigue, biometric face recognition*

## РЕЗЮМЕ

Ядулла Азиев, Гульшада Ахундова

ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО  
ИНТЕЛЛЕКТА В ТРАНСПОРТЕ

В статье кратко сообщалось об искусственном интеллекте, рассмотрены примеры использования искусственного интеллекта на разных видах транспорта, входящих в транспортную систему страны, использование искусственного интеллекта в процессах организации безопасного движения общественного транспорта, беспилотного такси, в организации работы сортировочных станции на железнодорожном транспорте, обсуждались проекты пилотного маневрового тепловоза, «интеллектуального локомотива». Также в статье отражены преимущества использования «умных» светофоров и беспилотных летательных аппаратов.

**Ключевые слова:** *искусственный интеллект, умные светофоры, цифровая экономика, беспилотные автомобили, беспилотные летательные аппараты, общественный транспорт, автопилот, организация движения, степень усталости человека, биометрическое распознавание лица*

---

*Məqaləni çapa təqdim etdi: riyaziyyat üzrə elmlər doktoru, professor Cavanşir Zeynalov*

*Məqalə daxil olmuşdur: 22 may 2023-cü il*

*Çapa qəbul edilmişdir: 30 may 2023-cü il*

FƏRHAD RÜSTƏMOV

Naxçıvan Dövlət Universiteti  
ferhatrustemov89@gmail.com

UOT: 620.9:658.2.016

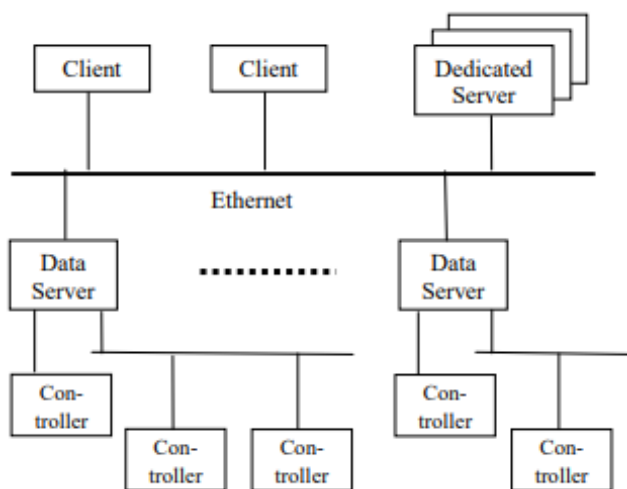
**SCADA SİSTEMİ (NƏZARƏT YOXLAMASI VƏ MƏLUMATLARIN TOPLANMASI)  
MÜHƏNDİSLİK FƏALİYYƏTİNDƏ ƏSAS VASİTƏ KİMİ**

SCADA sistemləri sənayedə geniş istifadə olunur. SCADA (Nəzarət Yoxlaması və Sənaye Məlumatlarının Alınması prosesləri) şirkətlər standartlaşdırma komitələri (məsələn, OPC, Proses üçün OLE Nəzarət) və bununla da İT məsələlərində istiqamətləri müəyyən edirlər. Bu sistemin əsas funksiyası şəbəkənin və ya enerji sistemini operativ idarə edən dispetçerlə, idarə olunan şəbəkə arasında birbaşa vizual əlaqə yaradır. Son zamanlarda kiçik ölçülü hissəcik detektorlarının idarə edilməsi də tətbiq edilmişdir. SCADA sistemləri real vaxt miqyasında texnoloji proseslərə opeartor nəzarətinin təminatının tələb olunduğu təsərrüfat işlərinin bütün sahələrində istifadə edilə bilər.

**Açar sözlər:** SCADA, OPC, NT platformaları, EMS sistemi, fibro-optik.

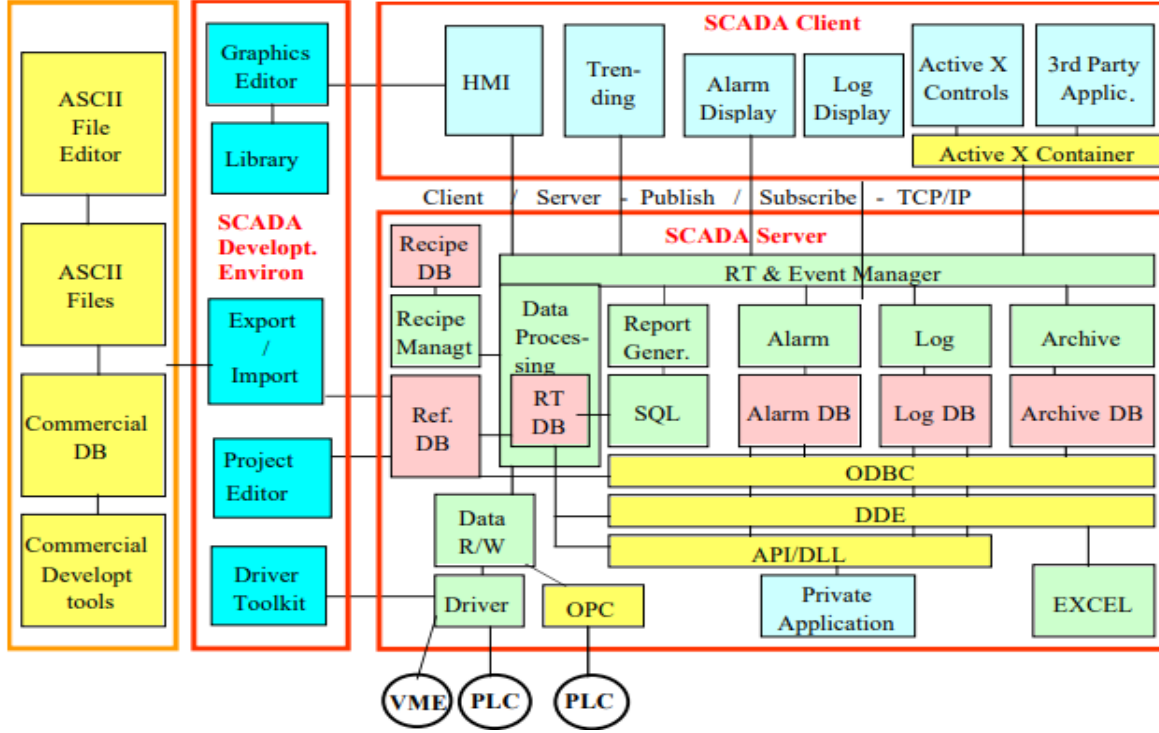
**GİRİŞ.** SCADA nəzarət yoxlaması və məlumat toplanmasına əsaslanmışdır. Adından da məlum olduğu kimi, bu bütöv bir yoxlama sistemi deyil, həmçinin nəzarət sisteminə əsaslanmışdır. Beləliklə, bu ümumi bir proqram paketidir. Hansı ki, interfesyədə yerləşdirilmiş proqramlaşdırıla bilən məntiq nəzarətçiləri və kommersiya moduludur. SCADA sistemi sadəcə sənaye sistemində istifadə olunmur, həm də güc nəslinə və distribüturuna töhfə verə bilər. Bunlardan əlavə kimyada, bəzi eksperimental sahələrdə, məsələn nüvə silahının hazırlanmasında bu sistemin tətbiqi həyata keçirilir. SCADA sistemi sürətli hissələrə malikdir və fabriklərin mindən on minədək daxil edici və çıxarıcı kanallarını əhatə edə bilər. SCADA DOS, VMS, UNIX kimi sistemlərin işlədilməsində öz töhfəsini verir.

**Hardware quruluşu.** SCADA iki sadə qatdan təşkil olunur: “klient təbəqə”, hansı ki, prosesin əsas hissəsi məlumat yoxlanışının hissəsi sayılır. Digər təbəqə isə “data server təbəqəsi”. Proses yoxlayıcıları məsələn PLC data serverləri ilə əlaqələndirilmişdir. Data serverləri bir-biri ilə əlaqəlidir və klient sahə Ethernet LAN olmuşdur. Data serverləri və klient sahələr NT platformalarında vardır, lakin bir çox istehsal məhsullarında klient sahələr W95 qurğularında yerləşə bilər (şəkil .1.)



Şəkil.1: Sadə Hardware quruluşu

*Software quruluşu.* Bu məhsullar çoxşaxəlidir və real vaxt ölçülü məlumat bazası daha çox serverlərdə yerləşir. Serverlər məlumat toplayıcısı üçün daha məsuliyyətlidir. Lakin fərdi suallar serverlər mümkündür (məsələn datalogger). SCADA-nın quruluşu ümumi məhsullar üçün formallaşmışdır.



Şəkil 2. Ümumi program arxitekturası

SCADA satıcıları əsas versiyanı istifadəyə verdilər və yarım il ərzində birdən ikiyə qədər kiçik versiyalar əlavə olundu. Bu məhsullar çox sürətli olmaları ilə yeni market fürsətlərinin avantajına daxil idi. Onların müştərilərinin istəkləri ilə razılaşmaq və avantajlarını əldə etmək fürsəti də yarandı. SCADA məhsullarının bir çoxu “atomik” parametrlərdə təhrif olundu, hansı ki, bu Tag-name assosiasiyasıdır. Bu çox böyük proseslərin əsasının praktiki hissəsidir. Sənaye proqramları ölçücə böyüyürlər, yeni SCADA versiyaları əl qurğuları kimi dizayn olunur və hətta sistem sinifləri onların xüsusi atributları və funksionallıqları ilə modullaşır. Əlavə olaraq gələcəkdə onlar çox komandalı inkişafı təmin edəcəklər. Tezliklə yeni texnologiyalar nümayiş etdiriləcək, hansı ki, bura SCADA məhsulları daxildir:

- WEB texnologiyası, ActiveX, Java və s.
- OPC: mütəlif əlaqələr üçün və klient-server modulları üçün OPC komponenti üçüncü dərəcəli SCADA məhsulu modulu üçün əlaqəsi mümkündür.

SCADA məhsulu inkişaf edir və başlıca qoruma müddəti mümkündür, hansı ki, bu sistem yoxlanmasını qorunması üçün ilkin mərhələdir. Mühəndisliyin inkişafı üçün səyləri azaldaraq qarşılır və bu sistemin tələblərini yüksəldir. Bu inkişafı ekonomik səviyyədə yenilənəbilən və sürətli edir. Mühəndislik fəaliyyətləri üçün xüsusi SCADA sistemləri istifadə olunur.

- Obyektlər kitabxanası (PLC, qurğu, yuxarı sistem) standart obyektlərin inkişafı ilə tamamlanır (script, sequences, graphical interface)
- Panellərin müxtəlif növləri üçün şablonlar (məsələn: alarm)
- Yoxlamada struktur vacibliyi (məsələn: qurğu yoxlaması)
- Yoxlamaları inkişaf etdirmək üçün mexanizmlər
- Siqnal səviyyəsi xüsusi siqnanların inkişafında adaptasiya



Enerji sisteminin operativ idarə olunması Sistemin Operatoru –Mərkəzi Dispetçer İdarəsi (MDİ) tərəfindən həyata keçirilir. Mərkəzi Dispetçer İdarəsinin fəaliyyətinin əsas məqsədi elektrik enerjisinin istehsalının və ötürülməsinin fasiləsiz idarə olunması ilə texniki reqlamentlərin və digər normativ aktların tələblərinə uyğun respublikanın dayanıqlı və etibarlı elektrik enerjisi təchizatının, o cümlədən elektrik enerjisinin keyfiyyət göstəricilərinin təmin edilməsidir.

MDİ-nin fəaliyyəti aşağıdakı əsas istiqamətləri əhatə edir:

- Azərbaycan enerji sisteminin rejimlərinin qısa müddətli planlaşdırılması və operativ idarə olunması;
- Azərbaycan elektroenergetika sisteminin inkişaf konsepsiyası nəzərə alınmaqla uzunmüddətli və perspektiv planların hazırlanmasında iştirak;
- Elektroenergetika obyektlərinin texniki vəziyyətinə nəzarətinin həyata keçirilməsində iştirak;
- Avtomatlaşdırılmış dispetçer idarəetmə sisteminin inkişafı;
- Qonşu dövlətlərin enerji sistemləri ilə sinxron işin və razılaşdırılmış elektrik enerjisi verilişinin təmin edilməsi;
- Bütün təsərrüfat subyektlərinə sistem xidmətlərinin (tezliyin və gərginliyin tənzim olunması, ehtiyat gücün saxlanması və gücün balansına nəzarət, qəzanın ləğvi və s. ) göstərilməsi;
- Elektrik enerjisinin (gücün) tranziti və transsərhəd ticarətinin həyata keçirilməsi;
- Elektrik enerjisinin topdan satışında və digər dövlətlərin enerji bazarlarında iştirak;
- Elektrik energetikası sahəsində beynəlxalq əməkdaşlığın inkişaf etdirilməsində iştirak.

Azərbaycan enerji sisteminin dispetçer idarəetmə sistemi– SCADA/EMS/Telekommunikasiya/Enerjinin uçotu sistemi “Elektrik enerjisinin ötürülməsi sisteminin inkişafı” layihəsi çərçivəsində 2007-2011-ci illər ərzində yerinə yetirilmişdir.

SCADA/EMS/Telekommunikasiya sistemi – “Azərənərji” ASC-nin balans mənsubiyyətində olan elektrik stansiyalarının, yarımstansiyaların və sistem təşkilədiçi elektrik veriliş xətlərinin vəziyyətinə, texnoloji proseslərə və dəyişikliklərə real vaxtda alınan teleölçülər əsasında fasiləsiz nəzarət və idarə etmək imkanına malikdir və hal hazırda 46 enerji obyektini əhatə edir. Bu sistem Mərkəzi Dispetçer Məntəqəsi, paralel olaraq ehtiyat gözləmə (stand-by) rejimində işləyən Ehtiyat Dispetçer Mərkəzi və 5 Regional Monitoring Mərkəzi vasitəsilə avtomatlaşdırılmış dispetçer idarəetməsinin reallaşdırılmasına şərait yaradır.

SCADA/EMS sistemi beynəlxalq rabitə protokollarından (İCCP) istifadə olunmaqla ölkə enerji sisteminin qonşu dövlətlərin müvafiq sistemləri ilə texnoloji-dispetçer məlumatlarının mübadiləsini təmin edir.

Telefon-rabitə avadanlıqları sistemi fibro-optik şəbəkə üzərindən yaradılaraq tam yenilənmiş, enerji sistemində çoxsaylı abunəçiləri sürətli, itkisiz və etibarlı rabitə ilə təmin edən telefon stansiyalarından ibarətdir.

SCADA/EMS sistemi açıq struktura malikdir və sistemə yeni obyektlərin birləşdirilməsinə texniki imkan yaradır. MDİ-nin fəaliyyəti müasir texnoloji platforma əsasında həyata keçirilir.

Enerjiyə qənaət problemlərinin həllində əsas vacib istiqamətlərdən biri də, istifadə olunan enerjinin hesabının avtomatik aparılmasına və dövrlərin rejimlərinin avtomatik tənzimləməsinə imkan verən vahid informasiya sisteminin yaradılmasıdır. Enerji ehtiyatlarına qoyulan tariflərin daim artdığı bir şəraitdə istifadəçilər istiliyin, buxarın, elektrik enerjisinin alınan real həcmə nəzarət etmək haqqında daim düşünməli olurlar. Adətən enerji ehtiyatları təchizatçısı bir qayda olaraq öz itkilərini istifadəçinin ünvanına yazır. Buna görə də nəinki, təkcə istifadəçi, həm də tədarükçü də itkinin analizi ilə məşğul olmalıdır. Enerji ehtiyatlarının texnoloji hesabı onlar üçün öz təsərrüfatlarını yeniləşdirmək, qaydalara əməl etmək və sonda bazarda rəqabət qabiliyyətini artırmaq deməkdir. Son illər enerji ehtiyatlarının problemlərinin həlli gətirib o yerə çıxarmışdır ki, kommunal təsərrüfatlarda enerji ehtiyatlarının hesabını aparən müasir cihazların quraşdırılması üzrə müxtəlif proqramlar işlənib tətbiq edilmişdir.

**Nəticə.** Bütün bu məsələlərin, eləcə də dispetçerləşdirmə problemlərinin uyğun həlli üçün

SCADA sistemləri intensiv olaraq tətbiq edilməkdədir. SCADA sistemləri isə səpələnmiş kənar obyektlərdən informasiyaları toplayan, onları real vaxtda işləyən, analiz edən və sonda kənarlaşdırılmış obyektləri idarə edə biləcək prosesləri həyata keçirən sistemlərdir. Bu sistem strukturuna, funksional və texniki imkanlarına, eləcə də qiymətinə görə fərqlənir.

## ƏDƏBİYYAT

1. Quliyev Z.H., Abaszadə R.Q. Texnoloji proseslərin avtomatlaşdırılmasının müasir texniki vasitələri. Bakı: 2016.
2. Koray Tunçalp. SCADA sistemləri, yapıları, yararları və uygulama örnekleri. Otomasyon 2001 seminerleri.
3. Robert Radnaovsky, Jacob Brodsky. SCADA/Control Systems Security. New York: 2013.
4. Stuart A. Boyer. SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition 2010.

## SUMMARY

**Farhad Rustamov**

### SCADA SYSTEM (SUPERVISORY CONTROL AND DATA COLLECTION) AS THE MAIN TOOL IN ENGINEERING

SCADA systems are widely used in industry. SCADA (Control audit and Industry Data Acquisition Processes) companies set up standardization committees (e.g., OPC, OLE Control for Process) and thereby set directions in IT issues. The main function of this system is to create a direct visual connection between the dispatcher who manages the network or the energy system and the managed network. Recently, it has been applied to the control of small particle detectors. SCADA systems can be used in all areas of economic work where it is required to provide operator control of technological processes on a real-time scale.

**Key words:** SCADA, OPC, NT platforms, EMS system, fiber-optic.

## РЕЗЮМЕ

**Фархад Рустамов**

### СИСТЕМА СКАДА (ДИСПЕТЧЕРСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ И СБОР ДАННЫХ)

Системы SCADA широко используются в промышленности. Компании SCADA (диспетчерское управление и сбор промышленных данных) создают комитеты по стандартизации (например, OPC, OLE Control for Process) и тем самым устанавливают направления в вопросах ИТ. Основная функция этой системы создает прямую визуальную связь между диспетчером, который управляет сетью или энергосистемой, и управляемой сетью. В последнее время он применяется для управления детекторами малых частиц. SCADA-системы могут применяться во всех сферах хозяйственной деятельности, где требуется обеспечить операторское управление технологическими процессами в масштабе реального времени.

**Ключевые слова:** Платформы SCADA, OPC, NT, система EMS, оптоволокно.

*Мəqaləni çapa təqdim etdi: riyaziyyat üzrə elmlər doktoru, professor Cavanşir Zeynalov*

*Məqalə daxil olmuşdur: 22 may 2023-cü il*

*Çapa qəbul edilmişdir: 30 may 2023-cü il*

ELNUR NAĞIYEV

Bakı Dövlət Univerisiteti

elnur.naddyev@mail.ru

UOT: 2508.01

### ŞƏHƏRLƏRDƏ NƏQLİYYATIN ƏRAZİ ÜZRƏ TƏDQIQI (KÜR ÇAYI TİMSALINDA)

*Məqalə Kürün aşağı axınında yerləşən şəhərlərin nəqliyyat əlaqələrindən və ərazi prinsipi üzrə yerləşməsindən bəhs edilir. Eyni zamanda Kür çayında nəqliyyatın rolu və rayonlararası əlaqələrin yaradılmasından bəhs olunur. Şəhər və rayonlarda yüklərin daşınmasının rahatlığı, iqtisadi və sosial əlaqələrin qurulması əhatə olunmuşdur. Avtomobillərin ekoloji göstəricilərinə nəzarət olunmasından, ətraf mühitə atılan zərərli maddələrin miqdarının daha da artmamasının qarşısının alınması məsələləri öz əksini tapmışdır. Nəqliyyat ətraf mühitə, yəni insanların həyatına güclü təsir göstərir. Şəhərlər böyüdükcə nəqliyyat problemi kəskin hal almaqdadır. Avtomobil yollarının yenilənməsi Kürün aşağı axınında yerləşən şəhər və rayonların əlaqələrinin inkişaf etdirilməsi məqalədə əks etdirilmişdir. Kür çayında nəqliyyatın rolu və Kürətrafi ərazilərdə yaşayan insanların nəqliyyatdan istifadəsi nəzərdə tutulmuşdur.*

*Açar sözlər: Kürün aşağı axını, nəqliyyat, avtomobil yolları, ətraf mühit, təbii sərvətlər, Kür çayı, çirklənmə, aqlomerasiya, atmosfer, tullantı.*

Kürün aşağı axınında yerləşən şəhərlərin əlverişli coğrafi mövqedə yerləşməsi nəqliyyat sahələrinin inkişafına müsbət təsir göstərmişdir. Şəhər daxilində dəmir yolu, avtomobil nəqliyyatı inkişaf etmişdir. Bakı-Yevlax-Balakən, Yevlax-Ağdam magistral dəmir yollarının keçməsi rayonun sosial-iqtisadi inkişafında mühüm rol oynayır. Əsrin iqtisadiyyatı hər bi ölkənin bazarının rəqabətə dözümlü, ixtisaslaşdırılmış məhsul istehsalını tələb edirsə, nəqliyyat sahəsində isə yük tutumuna və intensiv hərəkətə malik nəqliyyat vasitələrinin olmasını tələb edir. Nəqliyyat təbii sərvətlərin öyrənilməsində və məhsuldar qüvvələrin ərazi üzrə yerləşməsində, iqtisadi əlaqələrin formalaşmasında təsərrüfatın ayrılmaz tərkib hissəsi olmaqla mühüm iqtisadi əhəmiyyət kəsb edir. Rayon üzrə 100 nəfərə 0,5 km dəmir yolu düşür. Nəqliyyat hər bir ölkənin sosial-iqtisadi davamlı inkişafının əsas sistemlərindən sayılır. Bu səbəbdən də nəqliyyatın formalaşmasında sənaye kompleksləri, şəhər qruplarının intensivliyi elmi texniki potensialda iştirak edir (4, s.144-145). Kürün aşağı axınında yerləşən rayonlara gəldikdə isə Sabirabad rayonunda-0,9 km, Salyanda-0,6 km, Neftçalada-0.7 km dəmir yolu düşür. Respublika əhəmiyyətli Ucar-Zərdab-Ağcəbədi avtomobil yolunun 50-ci km-də Kür çayı üzərində avtomobil körpüsünün inşa edilməsi yük və sərnişinlərin daşınmasında rahatlığın təmin olunmasıdır. Kür çayı boyunca Zərdab inzibati rayonunda daxil etməklə əlverişli nəqliyyat sisteminə malikdir. Lakin Zərdab inzibati rayonundan dəmir yolu keçmədiyindən uzun illərdir ki, məkəzləşdirilmiş qayda ilə yüklərin daşınması prosesi həyata keçirilir. Ucar-Zərdab respublika əhəmiyyətli avtomobil yolu (34km) hər iki rayon mərkəzləri arasında yük və sərnişin daşınmasında mühüm əhəmiyyətə malikdir (4, s.35). Şəhər daxilində bir sıra mühüm dəmir yolu stansiyaları fəaliyyət göstərir. Salyan, Mingəçevir, Yevlax stansiyalar yük və sərnişin daşınmasında xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Mingəçevir SES-in tikilməsi ilə əlaqədar olaraq Mingəçevir şəhərinə 19 km uzunluğunda əlaqələndirici dəmir yolu Yevlax stansiyasından çəkilib istifadəyə verilmişdir (4, s.35). Son ildə bu stansiyalardan 1,7 mln. tondan artıq yükdaşıma əməliyyatları yerinə yetirilmişdir. Şirvan və Yevlax dəmir yolu stansiyaları həmçinin qovşağ rolunu yerinə yetirir. Yevlax dəmiryolu stansiyası Mingəçevir-Yevlax sənaye qovşağının inkişaf etdirilməsində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Aparılan iqtisadi təhlil göstərir ki, rayon daxilində dəmir yolu ilə daşınan cəmi yükün 30 %-i Yevlax

stansiyasının payına düşür. Şəhər aqlomerasiyasını iqtisadi-coğrafi mövqedən araşdıran alimlər insanların şəhər mühitinə uyğunlaşması, sənaye komplekslərinin yaradılması, regionlar ilə şəhər arasında iqtisadi-nəqliyyat əlaqələr sisteminin nizamlanması və s. iqtisadi-coğrafi faktorları əsas götürərək aqlomerasiya sisteminin elmi həllini vermişlər (4, s.144-145). Şəhərlərin daxili iqtisadi əlaqələrin inkişaf etdirilməsində təbii və əmək resuslarının istehsal dövriyyəsinə cəlb olunmasında avtomobil nəqliyyatı mühüm əhəmiyyət daşıyır. Şəhər aqlomerasiyasının inkişafında iqtisadi-coğrafi mövqe əsas amillərdən biridir. Ölkənin gələcək iqtisadi və sosial inkişafı regionların potensial imkanlarından kompleks istifadə etmək yolu ilə iri şəhərlərin yaranmasına nail olmaq olur (2, s.24). Şəhər və rayon üzrə ümumi avtomobil yollarının uzunluğu 7000 min km-ə yaxın təşkil edir ki, bu da respublikada olan ümumi avtomobil yollarının 26.3 % -i deməkdir. İqtisadi rayon üzrə hər 100 kv km əraziyə orta hesabla 30,1 km, hər min nəfərə isə 5,8 km avtomobil yolu düşür. Şəhər daxilində fəaliyyət göstərən ümumi avtomobil yollarının inkişaf etdirilməsi müasir şəraitdə dünya ölkələrinin qarşısında duran vacib problemlərdən hesab edilir. Əlverişli nəqliyyat sahələrinin inkişafı ölkələrin iqtisadiyyatına müsbət təsir etməklə yanaşı yeraltı və yerüstü təbii resusların istehsal dövriyyəsinə cəlb olunmasına geniş imkan açır (4, s.35). Respublika üzrə 24.1%-i Kürün aşağı axınında yerləşən şəhərlərin payına düşür. Avtomobil rayondaxili və rayonlararası iqtisadi əlaqələrin inkişaf etdirilməsində güclü rol oynayır. Salyan rayonu üzrə yerli əhəmiyyətli yollar ümumi avtomobil yollarının 45,8% təşkil etməsinə baxmayaraq IV kateqoriyalı yol qrupuna aiddir (4, s.35). Şəhərlərdə yaşayan əhalinin Bakı şəhəri ilə əlaqələrini yaxşılaşdırmaq üçün Bakı-Mingəçevir, Bakı-Yevlax şəhərlərarası hava nəqliyyatı fəaliyyət göstərir. Respublika əhəmiyyətli Ucar-Zərdab-Ağcabədi avtomobil yolunun 50 kilometrliyində Kür çayı üzərində avtomobil körpüsü inşa edilmişdir. İnşa edilən körpü yük və sərnişinlərin daşınmasında, rahatlığın təmin olunmasında mühüm rol oynayır (1). Şəhərlər üzrə aparılan təhlildən belə nəticəyə gəlmək olar ki, ərazinin əlverişli iqtisadi şəraiti şəhərlərin çoxşaxəli inkişafına zəmin yaradır. Şəhər daxilində fəaliyyət göstərən dəmir yolu stansiyalarının və qovşaqların yükdaşıma qabiliyyətini artırmaq üçün bütün iş proseslərinin mexanikləşdirilməsi, beynəlxalq normalara uyğunlaşdırılması mühüm məsələlərdən biridir. İstehsal sahələrin inkişafı yük axımlarının intensivləşməsinə təsir etməklə, onların itkisiz daşınmasını təmin etmək üçün nəqliyyatın kompleks inkişafına dair proqramın hazırlanması olduqca vacibdir (4, s.35). Rayonlar üzrə xalq təsərrüfatı yüklərinin daşınmasının xüsusi çəkisinin yüksəldilməsi ilk növbədə hər bir rayonun təbii ehtiyat mənbələrindən səmərəli istifadə olunması, avtomobil yollarının texniki vəziyyətinin yüksəldilməsi və bir sıra texniki məsələlərin həlli ilə əlaqədardır. Ümumi avtomobil yollarının uzunluğu 4574 km və yaxud respublika ümumi avtomobil yollarının 17,6 %-ni təşkil edir. Rayonun nəqliyyat-iqtisadi əlaqələrinin müasir təhlilindən belə nəticəyə gəlmək olar ki, nəqliyyatın qarşılıqlı əlaqələndirilməsi yük və sərnişin daşınmanı intensivləşdirməklə yanaşı, təbii və əmək ehtiyatlarından səmərəli istifadə olunmaqla rayonun iqtisadi inkişafına müsbət təsir göstərir (4, s.35). Məlum olduğu kimi avtomobil nəqliyyatı ilk növbədə atmosfərə təsir göstərir və insan sağlamlığına mənfi təsir göstərən ekoloji problemlər yaradır. Müasir dövrdə atmosferin çirklənməsi bəşəriyyətin, cəmiyyətin bəlasına, xəstəliyinə çevrilmişdir. Dəmiryol vağzalları və onların ətraf ərazilərinin atmosferi paravozlar və teplovozlər tərəfindən çirklənir. Hazırda bir çox ölkələrdə, o cümlədən respublikamızda çəkisi qüvvə elektriklə əvəz olunduğundan bu sahədə çirklənmə xeyli aşağı düşmüşdür. Azərbaycan inkişaf etmiş nəqliyyat infrastrukturuna malikdir. Ekoloji baxımdan nəqliyyatın istismarının səviyyəsi çox aşağıdır. Nəqliyyat vasitələrinin əksəriyyəti köhnədir. Onların modelləri əsas texniki göstəricilərinə görə inkişaf etmiş ölkələrdə istehsal edilən nəqliyyat vasitələrindən çox geri qalır. Köhnə, istismar müddəti çoxdan başa çatmış, ucuz qiymətlə xarici dövlətlərdən gətirilmiş texniki cəhətdən yarasız avtomobillərin istismarı nəticəsində şəhərlərin havasına külli miqdarda zərərli qazlar buraxılır. Respublikamızda hazırda avtomobillərdən atılan tullantıların zərərlik hədlərini müəyyənləşdirən ekoloji təhlükəsizlik standartları yoxdur. Bu günədək keçmiş SSRİ-nin standartları əsasən qüvvədə qalır. Bu standartlar isə müasir beynəlxalq tələblərə cavab vermir. Avtomobillərin ekoloji göstəricilərinə nəzarət tələb olunan səviyyədə deyildir. Əksər avtomobil yolları, rayon mərkəzləri və kəntdaxili yolların standartlara cavab verməməsi bir çoxunun isə yarasız hala düşməsi və ya sıradan çıxması avtonəqliyyat tərəfindən ətraf mühitə atılan zərərli maddələrin miqdarının daha da artmasına səbəb olur. Yuxarıda qeyd olunanlardan aydın olur ki, atmosferin qlobal çirklənməsi

bəşəriyyət üçün ağır nəticələrə gətirib çıxara bilər. Ona görə də ekologiya qlobal problemləri ilə dünya dövlətlərinin müvafiq qurumları və BMT-in ekologiya ilə məşğul olan strukturları məşğul olmalıdır. Azərbaycan, o cümlədən Aran iqtisadi rayonunun iri şəhərlərinin ekoloji vəziyyəti heç də ürək açan deyil. Havanı daha çox çirkləndirən mənbələrdən biri də hal hazırda nəqliyyat vasitələri, xüsusilə avtomobillərdir. Nəqliyyat ətraf mühitə, yəni insanların həyatına güclü təsir göstərir. Şəhərlər böyüdükcə nəqliyyat problemi kəskin hal alır. Bəzi şəhərlərdə onların buraxdığı qazlar havanı çirkləndirən qazların 68-80%-ni təşkil edir. Əvvəllər buna əhəmiyyət verilmirdi, çünki avtomobillərin sayı az olduğuna görə bu, ətraf mühit üçün o qədər də qorxulu sayılmırdı. Lakin bu məsələ ciddi problemə çevrilmişdir. Dünya avtomobil parkında 600 milyondan çox maşın vardır. Azərbaycanda onların sayı 1 milyondan çoxdur. Maşınların hərəkəti nəticəsində atmosfərə külli miqdarda zəhərli qaz buraxılır. Bu qazlar ətraf mühiti və insanları zəhərləyərək müxtəlif xəstəliklərin yaranmasına səbəb olur. Hal-hazırda Avropanın üç böyük şəhərində -Afina-Paris-Milan da avtomobil hərəkəti çox olduğu üçün bir sıra xəstəliklərin yayılmasına gətirib çıxarmışdır. Ölüm halları bu şəhərlərdə çox qeydə alınmışdır. Yuxarıda qeyd olunduğu kimi havanın çox çirklənməsi ciyər, dəri, bronxit və başqa xəstəliklərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Su nəqliyyatına gəldikdə isə məlumdur ki, Kür çayının uzunluğu 1515 km olub üç ölkənin - Azərbaycan, Türkiyə və Gürcüstanın ərazisindən axır. Kür özünün ən böyük qolu olan Araz çayı ilə birləşərək Xəzər dənizinə tökülür. XX əsrdə Kürdə daşqınların sayı daha da çoxalmağa başladı. Buna görə də həmin əsrin 50-ci illərindən başlayaraq Kürdə çox sayda su anbarları və kanallar inşa edilməyə başlandı. Əvvəllər Xəzər dənizindən Kür çayı vasitəsilə Tiflis şəhərinə qədər gəmi ilə getmək mümkün idisə, hazırda bu yol su elektirik stansiyalarının tikintisi səbəbindən bağlanıb. 1985-ci ilə kimi Bakı-Neftçala-Şirvan arasında qarışıq nəqliyyat vasitəsindən dəniz-çay, çay-dəniz kimi istifadə olunmaqla yüklərin daşınma prosesi həyata keçirilirdi. Yüklər mərkəzləşdirilmiş qayda ilə Şirvan şəhərindən Kür çayı vasitəsilə Kür boyu rayonlara Yevlaxadək daşınırdı. Kür çayı Yevlaxadan Xəzər dənizinə qədər 480 kilometr boyunca gəmiçilik fəaliyyəti üçün yararlı hesab olunur. 1985-ci ildə Şirvan şəhərindən (Əli Bayramlı) Kürboyu rayonlara Sabirabada, Neftçalaya, Kürdəmirə, Ağcabədiyə və Zərdaba müxtəlif tərkibli kənd təsərrüfatı məhsulları, yanacaq materialları daşınırdı. Kür çayının bu ərazilərdən keçməsi dənizlə ətraf rayonlar arasında mərkəzləşdirilmiş qaydada xalq təsərrüfatı yüklərinin daşınmasında mühüm əhəmiyyət kəsb edir (4, s.35). Lakin sonralar Kür çayı üzərində Şəmkir və Tovuz su anbarının tikilməsi çayın su səviyyəsinin aşağı düşməsinə səbəb olmuşdur. Nəticədə Kür çayı ilə Xəzər dənizi arasında gəmilərin işləməsinin qarşısı alınmış və yüklərin daşınması dayandırılmışdır. 113 il bundan öncə görkəmli təbiətşünas alim Həsən Bəy Zərdabının "Kaspi" qəzetində rus dilində dərc olunmuş "Kür çayında gəmiçilik" adlı məqaləsində ətraflı məlumat vermişdir. Kürlə müqayisədə heç bir ölkədə böyük çay tapmazsan ki, orada gəmiçilik olmasın; eynilə özü kimi məhsuldar Muğan-Mil-küdrü kimi geniş çöllərə rast gəlməzsən ki, məskunlaşmamış olsun. Hələ keçmiş canişin knyaz Vorontsov Kürün mənəbi ilə Tiflis şəhərini birləşdirmək istəyirdi, ancaq mühəndis araşdırmalarına görə bu mümkün olmamışdı. Buna görə də o vaxt Salyanı Zərdab kəndi ilə (o zaman indiki Neftçala Salyanın tərkibinə daxil olduğundan Kürün mənəbi hesab olunan yer Salyan adlanırdı, Zərdab kəndi isə indiki Zərdab şəhəridir) birləşdirən kiçik bir gəmi ilə kifayətlənirdilər. Sonra gəmiçilik haqqında düşünmədilər, hansı ki, heç bir yaxşı şey vəd etmirdi və o vaxtki hökumət Kür çayında gəmi ilə yalnız Salyan qızdırması daşımaq olar, şərqi Zaqafqaziyaya xəstə bir ölkə kimi baxılan belə bir naümid vəziyyət xeyli davam etdi. Kürün aşağı axınında yerləşən ərazilərdə neft quyularının qazılması və Zaqafqaziyanın Şərqi hissəsində Tiflis və Bakı onunla birlikdə Xəzərsahili ərazilər dirçəlməyə başladı. Dəmir yolunun açılmasından sonra Kürdə gəmiçilik haqqında düşünməyə başladılar. Nəqliyyat mühəndisləri sualtı əyriyələri təmizləyən bütöv suölçən ştatı yaratdılar. Rəhbərlik üçün kayutalı gəmilər qurdular və su hövzəsini təmizləməyə başladılar. Gündə 3 dəfə suyun səviyyəsini ölçmək üçün Kürün əsas məntəqələrində daimi suölçənlər yerləşdirildilər. Kürün axını istiqamətdə Yevlax stansiyasından başlayaraq çıxıntılar təmizləməyə başlandı. Buna baxmayaraq təmizlənen ərazinin hər yerində yeni çıxıntılar əmələ gəlib. Məlum oldu ki, Kür çayı daşan vaxt çayda üzən ağaclar Yevlax körpüsünün yanında çayın dibinə bataraq yeni çıxıntılar əmələ gətirir. Gəmilərin hərəkəti üçün Kür çayını aşağıdan yuxarı (Salyandan) təmizləməyə başladılar. Kür çayında kiçik Kür gəmisini adlı gəmi ilə sahil boyu yaşayan kəndlilərin ununu və taxıllarını daşımağa başladılar.

Çay Körpükənd kəndinə (Zərdab rayonunun indiki Körpükənd kəndi) qədər təmizləndi. Həsən bəy Zərdabi “Kaspi” qəzetində dərc etdirdiyi “Kür çayında gəmiçilik” adlı məqaləsində çox məsələlərdən söhbət açır. O, Azərbaycanın malik olduğu belə sərvətdən səmərəli surətdə istifadə olunmaması halına acıyırdı. Qeyd edirdi ki, doğma Kür çayı ilə müqayisədə heç bir yerdə belə bir çay tapmaq olmaz ki, orada gəmiçilik olmasın. Həsən bəy Zərdabi yazılarında elmi, nəzəri, təcrübi əsaslarla Kür çayında gəmiçilik fəaliyyətinin tam şəkildə mümkünlüyü məsələsinə öz münasibətini bildirmiş, bunun Kür çayı boyunca yerləşən yaşayış məntəqələri və eyni zamanda orada yaşayan əhalinin sosial, mədəni, məişət həyatında iqtisadi səmərəsini bilərək bu yolda əməli fəaliyyət göstərmişdir. Kürdə sərnəşin daşınması ilk növbədə yeni bir layihə planlarının həyata keçirilməsi, Salyandan Yevlax şəhərinə qədər yaxtalarla sərnəşinlərin daşınmasını və çay turizminin inkişaf etdirilməsini əhatə etməlidir. Yerli və xarici şirkətlər üçün Kür çayında gəmiçiliyin yaradılması üçün tenderlərin təşkil edilməsinə ehtiyac vardır. Bu təkliflərə dayanaraq Kür çayında sərnəşin daşınması üçün çay gəmilərinin alınması, gəmiçiliyin inkişafı üçün zəruri infrastrukturun yaradılması yer almalıdır. Mingəçevir şəhərində turizmin inkişafı üçün şərait də vardır. Ekoloq Elman Hacıyevin sözlərinə görə su nəqliyyatı Kür ətrafı bölgələr üçün də çox sərfəli nəqliyyat vasitəsi olub, su nəqliyyatı vasitələrinin Kür çayında daim hərəkət etməsi lillənmənin qarşısını alır, nəticədə daşqınlar olmurdu. Həmçinin o dövrdə çayda balıqlar da bol olurdu. Kürdə əvvəllər də paraxodlar hərəkət edib və sərnəşinlərin daşınması üçün elə bir təhlükə də yoxdur. Çay gəmiləri suya adətən 1 metr-2 metr 20 sm oturduğundan Kürün Neftçala-Yevlax sahəsi gəmiçiliyə yararlı hesab olunur. Burada bəzi infrastruktur işlərinin həyata keçirilməsi, mənsəbə yaxın ərazilərin lildən təmizlənməsi və dərinləşdirmə işlərinin aparılması gələcəkdə Bakıdan belə Yevlaxa gəmi reyslərinin təşkilinə imkan yarada bilər. Kür çayında gəmiçiliyin inkişaf etdirilməsi ilə bağlı bu və ya digər layihələrin yaxın müddət ərzində reallaşması və həyata keçirilməsi hələ bu yolda 113 il bundan öncə öz dəyərli yazıları, tövsiyələri, əməli işləri ilə fədakarlıq göstərən millət fədaisi, Azərbaycanın ilk təbiətşünas-ekoloq alimi, dahi Həsən bəy Zərdabi arzularının çiçək açması, ruhunun şad olması deməkdir (6).

**Nəticə.** 1. Aparılan təhlilə görə Kürün aşağı axınında yerləşən şəhərlərin inkişafında nəqliyyatın rolunu, əsasən insanların rahatlığı üçün, həm də yüklərin daşınmasında əsas rol oynamasını qeyd etmək olar.

2. Statistik məlumatlara əsasən qeyd etmək olar ki, avtomobil nəqliyyatı ilə yüklərin daşınmasına görə Kürün aşağı axınında yerləşən şəhərlərin 2015-ci ildən 2021-ci ilədək göstəricisinə baxsaq azalmanı qeyd etmək olar. Mingəçevir şəhərində 2015-ci ildə 730 min ton yük daşınıbsa 2021-ci ildə bu göstərici 502 min ton olub, Yevlax şəhərində 2015-ci il üçün daşınan yük 2023 min ton olubsa 2021-ci il üçün isə 1350 min ton olub, Zərdab şəhərində (505 min tondan 329 min tona), Şirvan şəhərində (445 min tondan-298 min tona), Salyan şəhərində (1235 min tondan-841 min tona), Sabirabad şəhərində (1227min tondan 858 min tona) və Neftçalada şəhərində (667 min tondan 451 min tona) düşmüşdür.

3. Nəqliyyat həm quruda, həm də Kür çayında Kənd-şəhər əlaqələrinin qurulmasında əlaqələndirici rol oynayır. Kür çayında nəqliyyatın bərpasına və çay turizminin inkişafına təkan verilsə müsbət təsirini göstərə bilər. Buna misal olaraq Mingəçevir şəhərində Kür çayı üzərində qurulan yeni bir gəzinti-əyləncə vasitəsi olan kanatdan istifadə olunur. Yay aylarında Mingəçevir şəhərinə çoxlu turistlərin cəlb olunması üçün tədbirlər həyata keçirilir. Bundan əlavə Mingəçevir şəhərində Kür çayına kiçik həcmli motorlu gəmilərin gətirilməsi turistlərin bu nəqliyyat vasitəsilə Kür çayında gəzintiyə çıxmasına imkan yaradır. Bu nəqliyyatın müsbət cəhətlərindən fərqli olaraq ətraf mühitə mənfi təsirləri də vardır.

4. Tədqiqat zamanı aydın olur ki, nəqliyyat vasitələrindən çıxan çirkli qazlar atmosfərə buraxılmaqla atmosfer havasının çirklənməsinə, canlı təbiətə və insana öz təsirini göstərməkdədir. Atmosferə atılan tullantı qazların qarşısını almaq üçün Dövlət tərəfindən xüsusi proqramların hazırlanıb həyata keçirilməsi mütəmadi olaraq aparılmalıdır.

## ƏDƏBİYYAT

1. Aran iqtisadi rayonu.15.02.2021. Fed.az

2. Əfəndiyev V.Ə. (2002). Urbanizasiya və Azərbaycan Şəhər yaşayış məskənləri. Bakı.
3. Həsənov E. Ə. Həsən bəy Zərdabının Kür çayında gəmiçiliklə bağlı təklifləri. 18.03.2020 [www.zerdab.com](http://www.zerdab.com)
4. Məmmədova Ş.İ. (2014). Şəhər aqlomerasiyası və nəqliyyatın müasir vəziyyəti. Bakı: Bakı Univerisiteti xəbərləri. s.144-145
5. Məmmədov Z.S. (2002). XXI əsr: İqtisadi inkişafın nəqliyyat faktoru. Bakı: Parni iz Bakı nəşriyyat evi. s. 35
6. Qarayev R.E. Kür çayında su nəqliyyatının rolu.iqtisadiyyat qəzeti.24.12.2008.
7. Su nəqliyyatı bərpa olunarsa Kür lildən təmizlənər. 11.sentyabr 2019. Oxu.az ekspert
8. Vəliyev S.M. İqtisadiyyatın inkişafında nəqliyyatın rolu.13.04.2021. <https://nuhcixan.az>.

### SUMMARY

Elnur Naghiyev

#### FIELD STUDY OF TRANSPORTATION IN CITIES (IN THE CASE OF THE KUR RIVER)

The article deals with the transport connections and territorial location of the cities located downstream of the Kur. At the same time, the role of transport on the Kur River and the establishment of inter-regional relations The convenience of cargo transportation in cities and regions and the establishment of economic and social relations are covered. The problems of controlling the ecological indicators of cars and preventing the number of harmful substances released into the environment from increasing are reflected. Transport has a strong impact on the environment—that is, on people's lives. As cities grow, the traffic problem becomes acute. The article indicates the renewal of highways and the development of connections between cities and regions located downstream of Kur. The role of transport in the Kur River and the use of transport by people living in the surrounding areas of Kur are considered.

**Key words:** *Kur downstream, transport, highways, environment, natural resources, Kur River, pollution, agglomeration, atmosphere, waste.*

### РЕЗЮМЕ

Эльнур Нагиев

#### ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТА В ГОРОДАХ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ КУР)

В статье рассматриваются транспортные связи и территориальное расположение городов, расположенных ниже по течению Куры. В то же время это роль транспорта на реке Кура и налаживание межрегиональных связей. Освещены удобство перевозки грузов в городах и районах, налаживание экономических и социальных связей. Отражены проблемы контроля экологических показателей автомобилей и предотвращения увеличения количества вредных веществ, выбрасываемых в окружающую среду. Транспорт оказывает сильное влияние на окружающую среду, то есть на жизнь людей. По мере роста городов проблема дорожного движения становится острой. В статье показано обновление автомобильных дорог, развитие сообщения городов и районов, расположенных в низовьях Куры. Рассмотрена роль транспорта на реке Кура и использование транспорта людьми, проживающими в окрестностях Куры.

**Ключевые слова:** *низовья Куры, транспорт, автомобильные дороги, окружающая среда, природные ресурсы, река Кура, загрязнение, агломерация, атмосфера, отходы*

---

*Мəqaləni çapa təqdim etdi: riyaziyyat üzrə elmlər doktoru, professor Cavanşir Zeynalov*

*Məqalə daxil olmuşdur: 22 may 2023-cü il*

*Çapa qəbul edilmişdir: 30 may 2023-cü il*

## MÜƏLLİFLƏRİN NƏZƏRİNƏ!

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyası 30 aprel 2010-cu il tarixli (protokol №10-R) qərarı ilə Naxçıvan Dövlət Universitetinin “Elmi əsərlər” jurnalının aşağıdakı seriyalarını müstəqil jurnallar kimi tanımışdır:

1. Elmi əsərlər. *Humanitar elmlər seriyası*
2. Elmi əsərlər. *İctimai elmlər seriyası*
3. Elmi əsərlər. *Təbiət elmləri və tibb seriyası*
4. Elmi əsərlər. *Fizika-riyaziyyat və texnika elmləri seriyası*

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyası sədrinin 20 dekabr 2010-cu il tarixli 48-01-947/16 sayılı məktubuna əsasən “Elmi əsərlər” jurnalına çap üçün təqdim edilən məqalələr aşağıdakı qaydalar əsasında tərtib edilməlidir:

1. Məqalənin mətni – 17 sm x 25 sm formatında, sətirlərarası – 1 intervalla, Times New Roman-12 (Azərbaycan dilində - latın, rus dilində - kiril, ingilis dilində - ingilis əlifbası ilə) şrifti ilə yığılmalıdır.

2. Müəllifin (müəlliflərin) adı və soyadı, elmi dərəcəsi tam şəkildə yazılmalı, elektron poçt ünvanı, çalışdığı müəssisənin (təşkilatın) adı göstərilməlidir.

3. Hər bir məqalədə UOT indekslər və ya PACS tipli kodlar və açar sözlər verilməlidir (açar sözlər məqalənin və xülasələrin yazıldığı dildə olmalıdır).

Məqalələr və xülasələr (üç dildə) kompüterdə çap olunmuş şəkildə CD-lə (disklə) birlikdə təqdim edilməlidir, CD-lər geri qaytarılmır.

4. Ədəbiyyat siyahısı AAK-ın “Dissertasiyaların tərtibi qaydaları” barədə qüvvədə olan Təlimatının “İstifadə edilmiş ədəbiyyat” bölməsinin 10.2-10.4.6 tələblərinə uyğun tərtib olunmalıdır.

5. Məqalənin xülasəsi və açar sözləri rus və ingilis dillərində olmalıdır (150-200 söz)

**Kitabların (monoqrafiyaların, dərsliklərin və s.) biblioqrafik təsviri kitabın adı ilə tərtib edilir.**

Məs.: *Həbibbəyli İ.Ə. Ədəbi-tarixi yaddaş və müasirlik. Bakı, Nurlan, 2007, 696 s.*

**Müəllifi göstərilməyən və ya dördədən çox müəllifi olan kitablar (kollektiv monoqrafiyalar və ya dərsliklər) kitabın adı ilə verilir.** Məs.: *Nuh peyğəmbər, dünya tufanı və Naxçıvan. Naxçıvan: Əcəmi, 2010, 300 s.*

**Çoxcildli nəşrə aşağıdakı kimi istinad edilir.** Məs.: *Azərbaycan Xalq Cümhuriyyəti Ensiklopediyası. 2 cildə, I cild, Bakı, Lider nəşriyyat, 2004, 440 s.*

**Məqalələrin təsviri aşağıdakı şəkildə olmalıdır:** Məs.: *Hacıyev İ.M. Azərbaycan Xalq Cümhuriyyəti dövründə ermənilərin Azərbaycana qarşı ərazi iddiaları, bunun qarşısının alınması. // NDU-nun Elmi əsərləri. İctimai elmlər seriyası, 2011, №1, s.13-18*

**Məqalələr toplusundakı və konfrans materiallarındakı mənbələr belə göstərilir:** Məs.: *Həbibbəyli İ.Ə. Naxçıvan şəhərinin yaşı-beş min il./ “Naxçıvan Muxtar Respublikasının yaranması: tarix və müasirlik” mövzusunda elmi-praktik konfransın materialları. Bakı: Nurlan, 2007, s.20-27*

**Dissertasiyaya aşağıdakı kimi istinad olmalıdır:** Məs.: *Həsənli O.Q. Şagird şəxsiyyətinin formalaşdırılmasında diyarşünaslıq materiallarından istifadənin sistemi: Pedaqoji elm.dok. ... . dis. Naxçıvan, 2005, 240 s.*

Dissertasiyanın avtoreferatına da eyni qaydalarla istinad edilir, yalnız “avtoreferat” sözü əlavə olunur.

**Qəzet materiallarına istinad belə olmalıdır:** Məs.: *Şeremetyevski P.A. Naxçıvanın duz yataqları. “525-ci qəzet” qəz., Bakı, 28 iyul 2012*

**Arxiv materiallarına aşağıdakı kimi istinad edilir.** Məs.: *Naxçıvan MDTA: f.19, siy.3, iş 56 v.7-9*

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısında son 5-10 ilin ədəbiyyatına üstünlük verilməlidir.

\*\*Elmi əsərlər jurnalında çap olunan məqalələrin elektron variantı ilə

[www.ndu.edu.az](http://www.ndu.edu.az). saytında tanış olmaq olar.

**P.S: Kənar müəssisələrdən NDU-nun “Elmi əsərlər”inə məqalə göndərən müəlliflər NDU rektorunun adına, təmsil olunduğu müəssisə rəhbərinin məktubunu da təqdim etməlidir. Növbəti saylarda bu tələblərin hər hansı birinə cavab verməyən məqalələr nəşriyyat tərəfindən qəbul edilməyəcəkdir.**

**REDAKSIYA HEYƏTİ**



**TO THE AUTHORS!**

By its 30 April, 2010 (minutes J\б 10-R) decision of the Higher Attestation Commission attached to the President of the Azerbaijan Republic has admitted the following series of the journal "**Scientific works**" of **Nakhchivan State University as independent journals:**

- 1. Scientific works. Humanitarian sciences series**
- 2. Scientific works. Social sciences series**
- 3. Scientific works. Nature sciences and medicine series**
- 4. Scientific works. Physics-mathematics and technical sciences series**

By the letter Ns 48-01947/16, 20 December, 2010 of the Chairman of the Higher Attestation Commission attached to the President of the Azerbaijan Republic the articles submitted for publication in the journal "**Scientific works**" of NSU should follow the following the rules:

**1. Papers should be typed in single space, {4 size (17sm x 25sm) format, in l2pt Times New Roman (in Azerbaijani -in Latin alphabet, in Russian - in Cyrillic, in English –in the English alphabet).**

**2. Name(s) and surname(s) of the author(s) and affiliation(s), their scientific degree should be given in full, their e-mail address and complete address (university, organization) should be shown.**

**3. Each article should include UOT indexes or codes of PACS type and keywords (keywords should be in the language in which the article and abstracts have been written).**

The articles and abstracts (in three languages) should be submitted in computer typed form and electronic form (in CD disk); CDs ate not given back.

**4. List of literature (References) should meet the 10.2 -10.4. 6. requirements of the section "Used Literature" of the Instruction of the HAC "Rules for Dissertations" which is in power.**

**5.The abstract and key words of the article should be in Russian and English language (150-200 words) Sources in "References" are shown as follows:**

Books (monographies, text-books, etc.) Habibbayli I.A. Literary-historioal memory and modernism. **Baki, Nurlan, 2007,696 p.**

Multi-authored books (collective monographies and text-books) Noah prophet, world's gale and Nakhchivan: **Adjami, 2010, 300 p.**

Multi-volume publications Encyclopedia of the Azerbaijan People's Republic. In 2 volumes, I volume, **Baki, Lider Publishing house, 2004,440 p.**

**Articles/ Papers Hajiyev LM. Tenitorial claims of the Atmenians against Azerbaijan during the Azerbaijan People's Republic and its prevention. // Scientific works of NSU. Social sciences series, 2011, Nr 1, pp. 13-18.**

Series of articles and conference materials Habibbayli I.A. Age of the city Nakhchivan- five thousand years. / **Materials of the scientificpractical conference "Establishment of Nakhchivan Autonomous Republic: history and modernism". Baki, Nurlan, 2007, pp.20-27**

**Thesis /Dissertation Hassanli O.G.** Use system of regional ethnographic materials in the formation of student personality: Doctor of pedagogical sciences ... Disselt, Nakhchivan, 2005, 240 p.

**The same is applied to the Synopsis of thesis, only the word "synopsis of thesis" is added.** Newspaper materials Sheremetyevski P. A. Salt deposits of Nakhchivan. Newspaper "Newspaper 525", Baki, 28 July,2012.

**Archive materials Nakhchivan MDTA:** f. 19, list 3, work 56 v.7-9

The literature ofthe last 5-10 years in the references is specially prefened.

**P.S: The authors from other enterprises should also submit the letter by his/her head to the rector of NSU for publication of their papers. the papers which do not meet these requirements will not be admitted.**

**К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ!**

Высшая Аттестационная Комиссия при Президенте Азербайджанской Республики по решению (протокол № 10-Р) от 30 апреля 2010 года признал как самостоятельные журналы нижеследующие серии журнала «Научные труды» Нахчыванского Государственного Университета:

1. Научные труды. *Серия гуманитарных наук*
2. Научные труды. *Серия общественных наук*
3. Научные труды. *Серия естественных и медицинских наук*
4. Научные труды. *Серия физико-математических и технических наук*

На основании письма № 48-01-947/16 от 20 декабря 2010 года председателя Высшей Аттестационной Комиссии при Президенте Азербайджанской Республики статьи, представленные для публикации в журнале «Научные труды», должны составляться на основе нижеследующих требований:

1. Текст статьи должен быть набран в формате 17 см x 25 см, межстрочный интервал 1 на компьютере в программе Times New Roman-12 (на азербайджанском языке латинским, на русском – на кириллице, на английском – на английском алфавите).

2. Имя и фамилию автора (авторов), ученую степень следует написать полностью, указать адрес электронной почты, название предприятия (организации), где работает.

3. В каждой статье следует дать индексы УДК или коды типа PACS (ключевые слова должны быть написаны на языке статьи и резюме).

4. Ключевые слова статьи должны быть на русском и английском языках. (150-200 слов)

Статьи и резюме должны быть набраны на компьютере (на трех языках) и представлены в электронной версии на диске СД (СД не возвращаются).

5. Список литературы должен составляться в соответствии с требованиями раздела 10.2-10.4.6 «Использованная литература» существующей Инструкции ВАК «О порядках составления Диссертаций».

**Библиографическое описание книг (монографий, учебников и т.д.) составляется названием книги.** *Напр.: Габиббейли И.А. Литературно-историческая память и современность. Баку, Нурлан, 2007, 696 с.*

**Книги, в которых не указан автор, и которые имеют более четырех авторов (коллективные монографии или учебники), даются по названию книги.** *Напр.: Пророк Ной, всемирный потоп и Нахчыван: Аджем, 2010, 300 с.*

**На многотомное издание ссылка дается в нижеследующем порядке:** *Напр.: Энциклопедия Азербайджанской Народной Республики. В 2-х томах, том I, Баку, издательство Лидер, 2004, 440 с.*

**Ссылка на статьи должна быть в нижеследующем порядке:** *Напр.: Гаджиев И.М. Территориальные притязания армян к Азербайджану в период Азербайджанской Народной Республики и их предотвращение. // Научные труды НГУ. Серия общественных наук, 2011, № 1, с. 13-18.*

**На источники по сборникам статей и материалам конференций следует указать так:** *Напр.: Габиббейли И.А. Городу Нахчыван – пять тысяч лет. / Материалы научно-практической конференции на тему: «Создание Нахчыванской Автономной Республики: история и современность». Баку: Нурлан, 2007, с. 20-27.*

**На диссертацию следует ссылаться так:** *Напр.: Гасанлы О.Г. Система использования краеведческих материалов в формировании личности ученика: Дис... доктора педагогических наук. Нахчыван, 2005, 240 с.*

**На автореферат диссертации ссылка дается также, но следует добавить слово «автореферат».**

**Ссылка на газетные материалы производится так:** *Напр.: Шереметевски Р.А. Сольные скважины Нахчывана. Газ. «525-я газета», Баку, 28 июля 2012*

**Ссылка на архивные материалы дается так:** *Напр.: НГИА Нахчывана: ф.19, оп.3, д. 56, лл.7-9.*

В списке использованной литературы следует предпочитать литературу последних 5-10 лет.

**П.С.: Присылающие в «Научные труды» НГУ статьи из других организаций авторы, должны представить на имя ректора НГУ письмо руководителя организации, которую они представляют. Статьи, не отвечающие на эти требования, не будут в последующем приняты издательством.**

**РЕДКОЛЛЕГИЯ**

---

---

**DÜZƏLIŞLƏR ÜCÜN SƏHİFƏ**

**PAGE FOR CORRECTION**

**СТРАНИЦА ДЛЯ КОРРЕКЦИЙ**

---

Nəşriyyat direktoru:	Əli Həşimov
Mətbəə müdiri:	Vidadi Kazımov
Aparıcı redaktor:	Sahilə Abbasova
Aparıcı redaktor:	Günəl Məmmədova
Aparıcı korrektor:	Sitarə Əlizadə

Yığılmağa verilib: 05.06.2023

Çapa imzalanıb: 15.10.2023

Formatı: 60/90, 32/1, həcmi 5.75 ç/v

Sifariş №118, sayı 100 nüsxə

---

---

NDU-nun «Qeyrət» nəşriyyatının mətbəəsində çap olunmuşdur.

**REDAKSİYANIN ÜNVANI:** 7012. Naxçıvan şəhəri,  
Universitet şəhərciyi,  
Naxçıvan Dövlət Universiteti,  
Əsas bina, I mərtəbə,  
“Qeyrət” nəşriyyatı

**TELEFON:** (00994 036) 545-45-59  
(00994 036) 544-08-61

**E-mail:** *elmi.hisse@mail.ru*