

ISSN 2222-940X



NAXÇIVAN DÖVLƏT UNIVERSİTETİ

ELMİ ƏSƏRLƏR

**FİZİKA-RİYAZİYYAT VƏ
TEXNİKİ ELMLƏR
SERİYASI**



**RIYAZIYYAT VƏ MEKANİKA ELMLƏRİ
FİZİKA VƏ ASTRONOMİYA ELMLƏRİ**

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

**Нахчыванский Государственный
Университет**

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



2020 № 7 (108)

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
NAXÇIVAN DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

ISSN 2222-940X

ELMİ ƏSƏRLƏR

Fizika-Riyaziyyat və Texniki elmlər seriyası

№7(108)

NAXÇIVAN – 2020

Naxçıvan Dövlət Universiteti. "Elmi əsərlər". Fizika-Riyaziyyat və
Texniki elmlər seriyası. 2020, № 7 (108)

BAŞ REDAKTOR:

ELBRUS İSAYEV

*Naxçıvan Dövlət Universitetinin rektoru,
tarix üzrə fəlsəfə doktoru, dosent*

BAŞ REDAKTOR MÜAVİNİ:

MƏFTUN İSMAYILOV

Elmi katib, riyaziyyat üzrə fəlsəfə doktoru, dosent

REDAKTOR:

SAMİR TARVERDİYEV

*Naxçıvan Dövlət Universiteti
"Qeyrət" nəşriyyatının direktoru*

REDAKSIYA 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 İsmayilov

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

ARZU SƏFƏROVA. Cırlaşan əmsallı eksponent sistemlərin Riss bazisliyi.....	6
NUBAR QOCAYEVA. Banax fəzasında sistemin bazisliyini isbat edən təkliflər.....	11
ZÜMRÜD SƏFƏROVA. İki qeyri-xətti hiperbolik tənlik üçün sərhəd məsələsində əmsalın tapılmasının ədədi həll üsulu haqqında.....	15
ELMAN MAHMUDOV. Triqonometrik və hiperbolik funksiyalar arasında əlaqənin xüsusi hali.....	19

FİZİKA

FƏRMAN QOCAYEV, CƏFƏROV SEYFƏDDİN. İşığın kvant nəzəriyyəsi və fotoeffekt hadisəsinin tədrisi metodikası.....	22
SEYFƏDDİN CƏFƏROV, XURAMAN MƏMMƏDOVA. Mavi led çiplərin metal orqanik kimyəvi qaz faza epitaksiya üsulu ilə alınması və tədqiqi.....	32
AYGÜN SULTANOVA, NAILƏ QARDAŞBƏYOVA, SƏMA HƏSƏNLİ. Məxsusi yarımkeçiricilərin fermi səviyyələrinin temperatur asılılığı.....	36
ELDAR QOCAYEV, GÜLŞƏN MƏMMƏDOVA. $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ monokristallarının tenzorezistiv xassələri.....	39

TEXNİKİ ELMLƏR

ASƏF ƏLİYEV. Hibrid avtomobilləri.....	47
SƏYYAD VƏLİYEV, GÜLŞADƏ AXUNDOVA. Avtomobillər və onların ətraf mühitə təsiri.....	51
MƏNSUMƏ SEYİDOVA. İnformasiya cəmiyyətində biliklərlə idarəetmədə data mining-in rolu.....	56
ZİYA AĞAYEV. Azərbaycan respublikasının nəqliyyat sektorunda aparılan institusional islahatlar.....	63

CONTENTS

MATHEMATICS AND MECHANICS

- ARZU SAFAROVA.** Riss basis of exponential systems with aa degenerated coefficient.....6
- NUBAR GOJAYEVA.** Propositions proving the basiicity of a system in a banach space.....11
- ZUMRUD SAFAROVA.** Numerical solution method of finding the coefficient of boundary issue for two non-linear hyperbolic equations.....15
- ELMAN MAHMUDOV.** Special case of the link between trigonometric and hyperbolic functions.....19

PHYSICS

- FARMAN GOJAYEV, SEYFADDIN JAFAROV.** Quantum theory of light and teaching methodology of photo-effect phenomenon.....22
- SEYFADDIN JAFAROV, KHURAMAN MAMMADOVA.** Determination and investigation of blue led chips by metal organic chemical gas phase epitaction.....32
- AYGUN SULTANOVA, NAILA GARDASHBAYOVA, SAMA HASANLI.** Farm levels of special semiconductors temperature dependence.....36
- ELDAR GOJAYEV, GULSHAN MAMMADOVA.** Tenzoresistive Properties Of $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ monocrystals.....39

TECHNICAL SCIENCES

- ASAF ALIYEV.** Electric vehicles.....47
- SAYYAD VALIYEV, GULSHADA AKHUNDOVA.** Automobiles and their impact on the environment.....51
- MANSUMA SEYIDOVA.** In knowledge management in the information society the role of data mining.....56
- ZIYA AGAYEV.** Institutional reforms in the transport sector of Azerbaijan Republic.....63

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА

АРЗУ САФАРОВА. Рисовая основа экспоненциальных систем с вырожденным коэффициентом.....	6
НУБАР ГОДЖАЕВА. Предложения, которые доказывают базисность системы в фазе Банаха.....	11
ЗУМРУД САФАРОВА. В граничном вопросе для двух нелинейных гиперболических уравнений о численном способе решения нахождения коэффициента.....	15
ЭЛЬМАН МАХМУДОВ. Особые соотношения между тригонометрическими и гиперболическими функциями.....	19

ФИЗИКА

ФАРМАН ГОДЖАЕВ, СЕЙФАДДИН ДЖАФАРОВ. Методика обучения квантовой теории света и явления фотоэффекта.....	22
СЕЙФАДДИН ДЖАФАРОВ, ХУРАМАН МАМЕДОВА. Исследование и изготовление <i>ingan/ gap</i> синих светодиодов с квантовыми ямами методом металлоорганического химического осаждения из паровой фазы.....	32
АЙГЮН СУЛТАНОВА, НАИЛЯ ГАРДАШБЕКОВА, СЕМА ГАСАНБЕЙЛИ. Фермерские уровни специальных полупроводников и их зависимость от температуры.....	36
ЭЛЬДАР ГОДЖАЕВ, ГЮЛЬШАН МАМЕДОВА. Тензорезистивные свойства монокристаллов.....	39

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

АСЕФ АЛИЕВ. Электрические автомобили.....	47
САЙЯД ВЕЛИЕВ, ГУЛЬШАДЕ АХУНДОВА. Автомобили и их влияние на окружающую среду.....	51
МАНСУМА СЕИДОВА. Со знаниями в информационном обществе роль data mining-а в управлении.....	56
ЗИЯ АГАЕВ. Институциональные реформы в транспортном секторе Азербайджанской республики.....	63

RİYAZİYYAT VƏ MEXANİKA

ARZU SƏFƏROVA

Naxçıvan Dövlət Universiteti

arzusafarova027@gmail.com

UOT:517

CIRLAŞAN ƏMSALLI EKSPONENT SİSTEMLƏRİN RİSS BAZİSLİYİ

Cırlaşan $\omega(t)$ əmsallı eksponent sistemə baxaq:

$$\{A^+(t)\omega(t)e^{int}; A^-(t)\omega(t)e^{-i(n+1)t}\}_{n \geq 0} \quad (1)$$

Burada $A^\pm(t) \equiv |A^\pm(t)|e^{iz^\pm(t)} - [-\pi; \pi]$ seqmentində kompleks qiymətli funksiyadı: $\omega(t)$ -isə aşağıdakı kimi ifadə olunmuşdur.

$$\omega(t) \equiv \prod_{i=1}^e \sin \left| \frac{t - \tau_i}{2} \right|^{\beta_i} \quad (2)$$

$\{\tau_i\}[-\pi; \pi]; \{\beta_i\} \subset R$ hər hansı ədədlər çoxluğudur.

$$\{A^+(t)e^{int}; A^-(t)e^{ikt}\}_{n \geq 0, k \geq 1} \quad (3)$$

(3) sistemi L_2 fəzasında Riss bazisi təşkil edir. $\{e_n^+(t), e_k^-(t)\}_{n \geq 0, k \geq 1}$ -ilə (3) sisteminə biortoqonal sistemi işarə edək, yəni

$$\begin{aligned} \int_{-\pi}^{\pi} A^+(t)e^{int} \cdot \overline{e_m^+(t)} dt &= \delta_{nm}, \\ \int_{-\pi}^{\pi} A^+(t)e^{int} \cdot \overline{e_m^-(t)} dt &= 0, \\ \int_{-\pi}^{\pi} A^-(t)e^{-int} \cdot \overline{e_m^-(t)} dt &= \delta_{nm}, \\ \int_{-\pi}^{\pi} A^-(t)e^{-int} \cdot \overline{e_m^+(t)} dt &= 0 \end{aligned}$$

δ_{nm} , -kroneker simvoludur.

Nəticə olaraq alırıq ki, (1) sistemi Bessel bazisi deyil, L_2 fəzasında Riss bazisi deyil. $\beta_i \geq 0, \forall i = \overline{1, e}$ şərti ödənildikdə (1) sistemi L_2 fəzasında Hilbert bazisi təşkil edir.

Açar sözlər: Riss bazisi, biortoqonal əmsal, qoşma məsələsi, Hilbert bazisi

Cırlaşan $\omega(t)$ əmsallı aşağıdakı eksponentlər sistemə baxaq:

$$\{A^+(t)\omega(t)e^{int}, A^-(t)\omega(t)e^{-i(n+1)t}\}_{n \geq 0} \quad (1)$$

Burada $A^\pm(t) \equiv |A^\pm(t)|e^{i\alpha^\pm(t)} - [-\pi, \pi]$ - seqmentində kompleks qiymətli funksiyadır; $\omega(t)$ -isə aşağıdakı kimi ifadə olunmuşdur:

$$\omega(t) \equiv \prod_{i=1}^e \left\{ \sin \left| \frac{t - \tau_i}{2} \right| \right\}^{\beta_i} \quad (2)$$

$\{\tau_i\} < (-\pi, \pi); \{\beta_i\} < R$ - hər hansı həqiqi ədədlər çoxluğudur. (1) sisteminin L_2 Hilbert fəzasında Riss bazisliyinə baxılmışdır. Bu məsələ $\left\{ \frac{1}{\sqrt{2\pi}} t(x) e^{inx} \right\}_{-\infty}^{+\infty}$ şəklində eksponentlər sistemə nəzərən B.F.Qaboşkinin [1] və K.J.Babenkonun [2] işlərində tədqiq olunmuşdur.

Tutaq ki, $A^\pm(t)$ və $\omega(t)$ funksiyaları aşağıdakı şərtləri ödəyirlər:

1) $\alpha^\pm(t) - [-\pi; \pi]$ – parçasında hissə-hissə Hölder funksiyalardır, $\{s_i\}_1^r$ –isə $\theta(t) \equiv e^-(t) - \alpha^+(t)$ funksiyasının $(-\pi; \pi)$ intervalında kəsilmə nöqtələri çoxluğudur.

2) $|A^\pm(t)| - (-\pi; \pi)$ intervalında ölçülən funksiyalardır, həmçinin aşağıdakı şərti ödəyirlər:

$$\sup_{vrai} \{|A^+(t)|^{\pm e}; |A^-(t)|^{\pm e}\} \leq M < +\infty \quad (-\pi; \pi)$$

3) $\{\tau_i\}_1^e$ və $\{s_i\}_1^r$ çoxluqları kəsişmir, yəni

$$\{\tau_i\}_1^e \cap \{s_i\}_1^r = \emptyset$$

$\{h_i\}_1^r$ – ilə $\theta(t)$ funksiyasının $s_i (i = \overline{1, r})$ nöqtələrində sıçrayışlarını işarə edək, yəni

$$h_i = \theta(s_i + 0) - \theta(s_i - 0), \quad i = \overline{1, r}$$

Aşağıdakı teorem doğrudur. Teorem. Fərz edək ki, A^\pm və $\omega(t)$ funksiyaları 1)- 3) şərtlərini ödəyirlər. Onda

$$-\frac{1}{2} < \beta_i < \frac{1}{2}, \quad i = \overline{1, e}$$

$$-\pi < h_k < \pi, \quad k = \overline{1, r+1}$$

şərtləri ödənildikdə (1) sistemi h_2 fəzasında onda və yalnız onda Riss bazisi təşkil edər ki,

$\beta_i = 0 (i = \overline{1, e})$ olsun. Burada $h_{r+1} = \theta(-\pi+0) - \theta(\pi-0)$.

İsbatı. Əvvəlcə aşağıdakı eksponentlər sisteminə baxaq:

$$\{A^+(t)e^{int}; A^-(t)e^{ikt}\}_{n \geq 0, k \geq 1} \quad (3)$$

Teoremin şərtlərindən və B.T.Bilalovun [3] işindən alırıq ki, (3) sistemi L_2 fəzasında Riss bazisi təşkil edir. $\{e_n^+(t); e_n^-(t)\}_{n \geq 0, k \geq 1}$ –ilə (3) sisteminə biortoqonal sistemi işarə edək, yəni

$$\begin{aligned} \int_{-\pi}^{\pi} A^+(t)e^{int} \cdot \overline{e_m^+(t)} dt &= \delta_{nm}, \\ \int_{-\pi}^{\pi} A^+(t)e^{int} \cdot \overline{e_m^-(t)} dt &= 0, \\ \int_{-\pi}^{\pi} A^-(t)e^{-int} \cdot \overline{e_m^-(t)} dt &= \delta_{nm}, \\ \int_{-\pi}^{\pi} A^-(t)e^{-int} \cdot \overline{e_m^+(t)} dt &= 0 \end{aligned}$$

Burada, δ_{nm} -Kroneker simvoludur.

[3]-işindən alınır ki, $e_n^\pm(t)$ funksiyaları $\tau_i (i = \overline{1, e})$

Nöqtələrinin kafi kiçik ətrafında hər yerdə $|e_n^\pm(t)| \geq \delta > 0$ şərtini ödəyiblər. Buna görə də (1) sistemi L_2 fəzasında minimaldır və ona biortoqonal sistem aşağıdakı şəkildədir:

$$H_n^+(t) \equiv \frac{e_n^+(t)}{\omega(t)}, n \geq 0; H_n^-(t) \equiv \frac{e_k^-(t)}{\omega(t)}, k \geq 1.$$

İndi əvvəlcə fərz edək ki, $i_0 \in \{1, \dots, e\}$ nömrəsi var ki, $\beta_{i_0} > 0$ olur. Onda L_2 fəzasında $f(t)$ funksiyası var ki, onun üçün $\frac{f(t)}{\omega(t)}$ nisbəti L_2 fəzasına daxil deyildir.

(3) sisteminə görə $F(t) \equiv \frac{f(t)}{\omega(t)}$ funksiyasının biortoqonal əmsallarını $\{a_n^+; a_k^-\}_{n \geq 0, k \geq 1}$ –ilə işarə edək.

Onda (3) sisteminin L_2 fəzasında Riss bazisliyindən alırıq ki,

$$\sum_n |a_n^+|^2 + |a_n^-|^2 = +\infty$$

sırası dağılındır. Digər tərəfdən $\{a_n^\pm\}$ ədədləri $f(t)$ funksiyasının (1) sisteminə görə biortoqonal əmsallarıdır, yəni

$$a_n^\pm = \int_{-\pi}^{\pi} F(t) \cdot \overline{e_n^\pm(t)} dt = \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \cdot \overline{H_n^\pm(t)} dt.$$

Beləliklə, nəticədə alırıq ki, bu halda (1) sistemi Bessel bazisi deyil. Deməli, L_2 fəzasında Riss bazisi deyildir. İndi fərz edək ki,

$$\sum_n |a_n^+|^2 + |a_n^-|^2 < +\infty$$

Sırası hər hansı $\{a_n^\pm; a_{n+1}^\pm\}_{n \geq 0}$ ədədlər ardıcılığı üçün yığılır. (3) sistemi L_2 fəzasında Riss bazisi təşkil etdiyindən, L_2 fəzasından elə $F(t)$ funksiyası var ki, onun üçün $\{a_n^\pm\}$ ədədlər ardıcılığı bu funksiyanın (3) sisteminə görə biortoqonal əmsallıdır. Yəni

$$a_n^\pm = \int_{-\pi}^{\pi} F(t) \overline{e_n^\pm(t)} dt$$

$F(t) \cdot \omega(t)$ hasilini $f(t)$ ilə işarə etsək alırıq:

$$a_n^\pm = \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \overline{H_n^\pm(t)} dt$$

Tamamilə aşkardır ki, əgər $\forall i = \overline{1, e}$ üçün $\beta_i \geq 0$ olarsa, onda $f(t)$ funksiyası L_2 fəzasına daxil olar. $H_n^\pm \equiv \frac{e_n^\pm(t)}{\omega(t)}$ ifadəsindən çıxır ki, $\{H_n^\pm(t), H_{n+1}^\pm(t)\}_{n \geq 0}$ sistemi L_2 fəzasına daxildir.

Göstərək ki, bu cür funksiya yeganədir. Teoremin şərtindən çıxır ki, $[\omega(t)]^{-1}$ funksiyası L_2 fəzasına daxildir. Fərz edək ki, L_2 fəzasına daxil olan başqa $f_o(t)$ funksiyası var ki,

$$a_n^\pm = \int_{-\pi}^{\pi} f_o(t) \cdot \overline{H_n^\pm(t)} dt = \int_{-\pi}^{\pi} F(t) \cdot \overline{e_n^\pm(t)} dt$$

Burada $F_o(t) \equiv \frac{f_o(t)}{\omega(t)}$. Aşkardır ki, bu funksiya $L_1(-\pi; \pi)$ fəzasına daxildir. (3) sisteminin L_2 fəzasında Riss bazisliyindən alırıq ki, ona biortoqonal $\{e_n^\pm(t), e_{n+1}^\pm(t)\}_{n \geq 0}$ sistemi L_2 fəzasında tamdır. Nəticədə alırıq ki, bu sistem $L_1 \equiv L_1(-\pi; \pi)$ fəzasında tamdır. Beləliklə, alırıq ki,

$$0 = \int_{-\pi}^{\pi} [F(t) - F_o(t)] \overline{e_n^\pm(t)} dt, \forall n$$

Bu münasibətdən alırıq ki, $F(t) = F_o(t)$ və $f(t) = f_o(t)$.

Nəticədə alırıq ki, $\beta_i \geq 0, \forall i = \overline{1, e}$ şərti ödənildikdə (1) sistemi L_2 fəzasında Hilbert bazisi təşkil edir. Hər hansı $i_o \in \{1, \dots, e\}$ nömrəsi üçün $\beta_{i_o} < 0$ halına baxaq. Onda L_2 fəzasında elə $F(t)$ funksiyası var ki, $F(t) \cdot \omega(t)$ hasil L_2 fəzasına daxil deyildir. Fərz edək ki, $\{a_n^\pm\}$ ədədləri $F(t)$ funksiyanın (3) sisteminə görə biortoqonal əmsallarıdır.

$$a_n^\pm = \int_{-\pi}^{\pi} F(t) \overline{e_n^\pm(t)} dt$$

(3) sisteminin L_2 fəzasında Riss bazisliyindən alırıq ki,

$$\sum_n |a_n^+|^2 + |a_n^-|^2 < +\infty$$

Sırası yığılır. $F(t) \cdot \omega(t)$ hasilini $f(t)$ ilə işarə etsək, alırıq ki, $\{a_n^\pm\}$ ədədləri bu funksiyanın (1) sisteminə görə biortoqonal əmsallarıdır.

$$a_n^\pm = \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \overline{H_n^\pm(t)} dt$$

Eynilə $\{e_n^\pm(t), e_{n+1}^\pm(t)\}_{n \geq 0}$ sisteminin L_1 fəzasında tamlığından və $f(t)$ funksiyası yeganədir. Nəticədə baxdığımız halda (1) sistemi Hilbert sistemi deyildir və beləliklə L_2 fəzasında Riss bazisi təşkil etmir.

Fərz edək ki, $\beta_i \geq 0, \forall i = \overline{1, e}$ L_2 fəzasında istənilən $f(t)$ funksiyasını götürək. Aşkardır ki, $F(t) \equiv \frac{f_o(t)}{\omega(t)}$ funksiyası L_2 fəzasına daxildir. (3) sisteminin L_2 fəzasında Riss bazisliyindən alırıq ki,

$$\sum_n |a_n^+|^2 + |a_n^-|^2 < +\infty$$

Burada, $\{a_n^\pm\}$ ədədləri $F(t)$ funksiyanın (3) sisteminə görə biortoqonal əmsallarıdır:

$$a_n^\pm = \int_{-\pi}^{\pi} F(t) \cdot \overline{H_n^\pm(t)} dt$$

Digər tərəfdən, $\{a_n^\pm\}$ ədədləri $f(t)$ funksiyasının (1) sisteminə görə biortoqonal əmsallarıdır. Bu halda (1) sistemi L_2 fəzasında Bessel bazisi təşkil edir.

Teorem isbat olundu.

Bu teoremdən aşağıdakı nəticələr alınır:

Nəticə 1. Fərz edək ki, A_n^\pm və $\omega(t)$ funksiyaları 1)-3) şərtlərini ödəyirlər. Və aşağıdakı bərabərsizliklər ödənilir:

$$-\pi < h_k < \pi, k = \overline{1, r+1}, \quad |\beta_i| < \frac{1}{2}, \quad i = \overline{1, e}$$

Burada $h_{r+1} = \theta(-\pi + 0) - \theta(\pi - 0)$. (1) sistemi L_2 fəzasında onda və ancaq onda Hilbert bazisi təşkil edər ki, $\beta_i \geq 0, \forall i = \overline{1, e}$ olsun.

Nəticə 2. Fərz edək ki, teoremin bütün şərtləri ödənilir. (1) sistemi L_2 fəzasında onda və ancaq onda Bessel bazisi təşkil edər ki, $\beta_i \leq 0, \forall i$ olsun.

Qeyd: İşdə istifadə olunan bəzi terminləri aşağıdakı kimi ifadə edə bilərik.

Fərz edək ki, H Hilbert fəzasında $\{x_k\}, \|x_k\| = 1, (k = 1, 2, \dots)$ bazisi verilmişdir. Qoşma bazisi $\{y_k\}$ ilə işarə edək. N.K.Bari (4) aşağıdakı terminləri daxil etmişdir:

1) Əgər istənilən $x \in H$ üçün $\sum_{k=1}^{\infty} |(x, y_k)|^2$ sırası yığılırsa, onda $\{x_k\}$ bazisi Bessel bazisi adlanır.

2) Əgər istənilən $(\sum_{k=1}^{\infty} a_k^2 < \infty)$ $\{a_k\}$ ədədlər ardıcılığı üçün, elə $x \in H$ tapılsa ki, $(x, y_k) = c_k$ olsun, onda $\{x_k\}$ bazisi Hilbert bazisi adlanır.

3) Əgər $\{x_k\}$ bazisi eyni zamanda Bessel və Hilbert bazisləri olarsa, onda ona Riss bazisi deyilir.

ƏDƏBİYYAT

1. Гапошкин В.Ф. Одно обобщение теоремы М. Рисса о сопряженных функциях, Математический сборник, 46 (88), №3 (1958), 359–372
2. Бабенко К. И. О сопряженных функциях, ДАН СССР, т. 62 № 2 (1948), 157-160
3. Билалов Б. Т. Базисность некоторых систем экспонент, косинусов и синусов, Дифференц. уравнения, т. 26, №1 (1990), 10–16
4. Бари Н. К. Биортогональные системы и базисы в гильбертовом пространстве, Ученые записки МГУ, вып. 148, т. 4, (1951), 69–106

SUMMARY

Arzu Safarova

RISS BASIS OF EXPONENTIAL SYSTEMS WITH DEGENERATED COEFFICIENT

Let's see an exponential decay system with a coefficient $C(t)$.

$$A^+(t) \omega(t) e^{int}: A^-(t) \omega(t) e^{-i(n+1)t} \quad n \geq 0 \quad (1)$$

Here $A^\pm(t) \equiv |A^\pm(t)| e^{iz^\pm(t)}$ - complex value function in the segment $[-\pi; \pi]$: $\omega(t)$ is expressed as follows.

$$\omega(t) \equiv \prod_{i=1}^e \sin \left| \frac{t - \tau_i}{2} \right|^{\beta_i} \quad (2)$$

$\{\tau_i\} [-\pi; \pi]$: $\{\beta_i\} \subset \mathbb{R}$ is a set of any numbers.

$$\{A^+(t) e^{int}: A^-(t) e^{ikt}\}_{n \geq 0, k \geq 1} \quad (3)$$

(3) The system forms the Riss base in space L_2 . $\{e_n^+(t), e_k^-(t)\}_{n \geq 0, k \geq 1}$ Let us indicate the biorthogonal system by (3), i.e

$$\int_{-\pi}^{\pi} A^+(t) e^{int} \cdot \overline{e_m^+(t)} dt = \delta_{nm},$$

$$\int_{-\pi}^{\pi} A^+(t)e^{int} \cdot \overline{e_m^-(t)} dt = 0,$$

$$\int_{-\pi}^{\pi} A^-(t)e^{-int} \cdot \overline{e_m^-(t)} dt = \delta_{nm},$$

$$\int_{-\pi}^{\pi} A^-(t)e^{-int} \cdot \overline{e_m^+(t)} dt = 0$$

δ_{nm} , -is the Kronecker symbol.

As a result, we obtain that (1) is not a Bessel base, but a Riss base in L_2 space. When the condition $\beta_i \geq 0, \forall i = \overline{1, e}$ is satisfied, the system (1) forms the Hilbert base in the space L_2 .

Key words: Riss base, biorthogonal coefficient, addition problem, Hilbert base

РЕЗЮМЕ

Арзу Сафарова

РИСОВАЯ ОСНОВА ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫХ СИСТЕМ С ВЫРОЖДЕННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ

Рассмотрим экспоненциальную систему с коэффициентом $C(t)$.

$$A^+(t) \omega(t) e^{int}: A^-(t) \omega(t) e^{-i(n+1)t} \quad n \geq 0 \quad (1)$$

Здесь $A_{\pm}(t) \equiv |A_{\pm}(t)| e^{iz_{\pm}(t)}$ комплексная функция на отрезке $[-\pi; \pi]$: $\omega(t)$ выражается следующим образом.

$$\omega(t) \equiv \prod_{i=1}^e \sin \left| \frac{t - \tau_i}{2} \right|^{\beta_i} \quad (2)$$

$\{\tau_i\} [-\pi; \pi]: \{\beta_i\} \subset \mathbb{R}$ - это множество любых чисел.

$$\{A^+(t) e^{int}: A^-(t) e^{ikt}\}_{n \geq 0, k \geq 1} \quad (3)$$

(3) Система образует базу Рисса в пространстве L_2 . L_2 . $\{e_n^+(t), e_k^-(t)\}_{n \geq 0, k \geq 1}$ Обозначим биортогональную систему через (3), т.е.

$$\int_{-\pi}^{\pi} A^+(t)e^{int} \cdot \overline{e_m^+(t)} dt = \delta_{nm},$$

$$\int_{-\pi}^{\pi} A^+(t)e^{int} \cdot \overline{e_m^-(t)} dt = 0,$$

$$\int_{-\pi}^{\pi} A^-(t)e^{-int} \cdot \overline{e_m^-(t)} dt = \delta_{nm},$$

$$\int_{-\pi}^{\pi} A^-(t)e^{-int} \cdot \overline{e_m^+(t)} dt = 0$$

δ_{nm} - символ короны.

В результате получаем, что (1) является не базой Бесселя, а базой Рисса в пространстве L_2 . При выполнении условия $\beta_i \geq 0, \forall i = \overline{1, e}$ система (1) образует гильбертову базу в пространстве L_2 .

Ключевые слова: база Рисса, биортогональный коэффициент, задача сложения, база Гильберта

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

Məqalə daxil olmuşdur: 18 noyabr 2020-ci il

Çapa qəbul edilmişdir: 25 noyabr 2020-ci il

NUBAR QOCAYEVA
Naxçıvan Dövlət Universiteti
qocayevanubar99@gmail.com

UOT: 515.17

BANAX FƏZASINDA SİSTEMİN BAZİSLİYİNİ İSBAT EDƏN TƏKLİFLƏR

Məqalədə Banax fəzasında funksiyalar və eksponentlər sisteminin bazislik xassələrini xarakterizə edən bəzi təriflər, təkliflər və bu təkliflərdən alınan nəticələr verilmişdir. Onların köməkliyi ilə sistemin bazislik xassələrinin öyrənilməsi daha məqsədəuyğundur. Eyni zamanda işdə qeyd olunmuşdur $\{x_n(x)\}$ funksiyalar sistemi $L_p(0,1)$, $1 < p < +\infty$, fəzasında bazis təşkil edirsə, onda ona qoşma, $\{x_n^*\}_{n \in \mathbb{N}}$ funksiyalar sistemi $L_q(0,1)$, $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$, fəzasında bazis təşkil edir.

Əgər $\{e_n(x)\}_{n \in \mathbb{N}}$ ortonormal sistemi $L_p(0,1)$ fəzasında bazis təşkil edirsə və $e_n(x) \in L_p(0,1) \cap L_q(0,1)$, $\forall n \in \mathbb{N}$, $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$, $1 < p < +\infty$ olarsa, onda bu sistem istənilən $r \in [\min(p, q), \max(p, q)]$ üçün $L_r(0,1)$ fəzasında bazis təşkil edir.

Alınan nəticədən əmsallar cırlaşmayan olduqda qoyulan məsələ B.T.Bilalov tərəfindən öyrənilmişdir.

Açar sözlər: Banax fəzası, bazis, təklif, kriteriya, total, nəticə

Son illər Banax fəzasında funksiyalar və eksponentlər sisteminin bazislik xassələrinin tədqiqinə dair rus, ingilis və Azərbaycan dillərində nəşr olunan jurnallarda çoxlu məqalələr həsr olunmuşdur. Bu məqalələrdə verilənləri daha yaxşı mənimsəmək məqsədi ilə Banax fəzasında bazislər nəzəriyyəindən bəzi tərifləri, təklifləri və nəticələri vermək daha məqsədə uyğundur.

Fərz edək ki, $B, \|\cdot\|$ norması ilə K meydanı (K ya \mathbb{R} - həqiqi ox, ya da \mathbb{C} kompleks müstəvidir) üzərində hər hansı Banax fəzasıdır. B^* isə B fəzasının qoşmasını göstərir.

Tərif. Əgər istənilən $x \in B$ elementi üçün yeganə $\{a_n\}_{n \in \mathbb{N}} \subset K$ skalyarlar ardıcılığı varsa ki,

$$x = \sum_{n=1}^{\infty} a_n x_n$$

bərabərliyi ödənilsin. Onda deyəcəyik ki, $\{x_n\}_{n \in \mathbb{N}} \subset B$ sistemi B fəzasında bazisdir. Bu tərifə uyğun olaraq ikiqat sistemin bazisliyinin tərifini aşağıdakı kimi verilir.

Tərif. Əgər istənilən $x \in B$ elementi üçün yeganə $\{a_n^+; a_k^-\}_{n,k \in \mathbb{N}} \subset K$ ikiqat skalyarlar ardıcılığı varsa ki,

$$x = \sum_{n=1}^{\infty} a_n^+ x_n^+ + \sum_{n=1}^{\infty} a_n^- x_n^-$$

bərabərliyi ödənilsin, onda deyəcəyik ki, $\{x_n^+; x_k^-\}_{n,k \in \mathbb{N}} \subset B$ ikiqat sistemi B fəzasında bazisdir (Şauder bazisidir), yəni

$$\left\| \sum_{n=1}^{N^+} a_n^+ x_n^+ + \sum_{n=1}^{N^-} a_n^- x_n^- - x \right\| \rightarrow 0 \quad (N^{\pm} \rightarrow \infty \text{ üçün})$$

$\overline{L[M]}$ ilə B fəzasında $M \subset B$ çoxluğunun $L[M]$ xətti örtüyünün qapanmasını işarə edək.

Tərif. Əgər $\overline{L[\{x_n\}_{n \in N}]} \equiv B$ olarsa, onda deyəcəyik ki $\{x_n\}_{n \in N} \subset B$ sistemi B fəzasında tamdır. Yəni bu sistemin xətti örtüyünün qapanması bütün fəza ilə üst-üstə düşür.

Tərif. Əgər $f_n(x) = 0, \forall n \in N$ bərabərliyindən və $x \in B$ olmasından $x=0$ alınarsa, onda deyəcəyik ki, $\{f_n\}_{n \in N} \subset B^*$ funksionallar sistemi totaldır.

Aşağıdakı təklif $L_p(0,1)$ fəzasında sistemin tamlığı üçün kriteriyanı göstərir.

Təklif. $\{f_n(t)\}_{n \in N} \subset L_p(0,1), 1 < p < +\infty$ sisteminin $L_p(0,1)$ fəzasında tam olması üçün zəruri və kafi şərt onun total olmasıdır.

Tərif. Əgər $\forall n \in N: x_n \notin L[\{x_k\}_{k \in N, k \neq n}]$ olarsa, onda deyəcəyik ki, $\{x_n\}_{n \in N} \subset B$ sistemi B fəzasında minimaldır. **Tərif.** Əgər

$$x_n^*(x_k) = \delta_{nk}, \quad \forall n, k \in N$$

olarsa, onda deyəcəyik ki, $\{x_n\}_{n \in N} \subset B$ və $\{x_n^*\}_{n \in N} \subset B^*$ sistemləri biortanormaldır. Burada B^* fəzası B fəzasının qoşmasıdır. $x_n^*(x_k)$ isə x_n^* funksionalının $x_k \in B$ nöqtəsindəki qiymətidir. δ_{nk} – Kroneker simvoludur.

$\{x_n^*\}_{n \in N}$ sistemi $\{x_n\}_{n \in N}$ sisteminin qoşması adlanır. Qoşma sistem, ümumiyyətlə, yeganə deyil.

Təklif. Fərz edək ki, $\{x_n\}_{n \in N} \subset B$ sistemi B fəzasında tamdır. Onda əgər ona qoşma sistem varsa, onda o yeganədir.

Aşağıdakı təklif Banax fəzasında sistemin minimallığı üçün kriteriyanı verir.

Təklif. $\{x_n\}_{n \in N} \subset B$ sisteminin minimal olması üçün zəruri və kafi şərt onun qoşma sisteminin olmasıdır.

Bu təkliflərdən aşağıdakı nəticə alınır.

Nəticə. Aşağıdakı şəkildə hər bir ortonormal sistem

$$\{e_n(x)\}_{n \in N} \subset L_p(0,1) \cap L_q(0,1) \quad \left(\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1, 1 \leq p < +\infty \right)$$

$L_p(0,1)$ fəzasında minimaldır və özünün qoşma sistemi var.

Banax fəzasında sistemin bazisliyini isbat etmək üçün aşağıdakı kriteriyadan geniş istifadə olunur.

Təklif. $\{x_n\}_{n \in N} \subset B$ sisteminin B Banax fəzasında bazis olması üçün zəruri və kafi şərt aşağıdakı, üç şərtin ödənilməsidir.

- 1) $\{x_n\}_{n \in N}$ sistemi B fəzasında tam olmalıdır.
- 2) $\{x_n\}_{n \in N}$ sistemi B fəzasında minimal olmalıdır.
- 3) $M > 0$ sabiti var ki, istənilən $x \in B$ üçün

$$\left\| \sum_{n=1}^N x_n^*(x) x_n \right\| \leq M \|x\|, \quad N = 1, 2, \dots,$$

ödənilməlidir. Burada $\{x_n^*\}_{n \in N} \subset B^*$ sistemi $\{x_n\}_{n \in N}$ sisteminə qoşmadır.

Bu təklifdən aşağıdakı nəticə alınır.

Nəticə. Əgər $\{x_n\}_{n \in N} \subset B$ sistemi B fəzasında bazisdirsə, onda $x \in B$ elementinin bu sistem üzrə ayrılışının $\{a_n(x)\}_{n \in N}$ əmsalları xətti məhdud funksionallar olub aşağıdakı bərabərliklərlə təyin olunurlar:

$$a_n(x) = x_n^*(x), \quad \forall n \in N \text{ və } \forall x \in B$$

Burada $\{x_n^*\}_{n \in N} \subset B^*$ sistemi $\{x_n\}_{n \in N}$ sisteminə qoşmadır.

Təklif. Fərz edək ki, $\{x_n\}_{n \in N} \subset B$ sistemi B fəzasında bazis təşkil edir və $\{x_n^*\}_{n \in N} \subset B^*$ sistemi ona qoşma sistemdir. Onda $\{x_n^*\}_{n \in N}$ sistemi B^* qoşma fəzada funksionalın adi norması ilə özünün xətti örtüyünün qapanmasında bazis təşkil edir.

Nəticə. Əgər $\{x_n(x)\}$ funksiyalar sistemi $L_p(0,1), 1 < p < +\infty$, fəzasında bazis təşkil edirsə, onda ona qoşma, $\{x_n^*\}_{n \in N}$ funksiyalar sistemi $L_q(0,1), \frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$, fəzasında bazis təşkil edir.

Nəticə. Əgər $\{e_n(x)\}_{n \in \mathbb{N}}$ ortonormal sistemi $L_p(0,1)$ fəzasında bazis təşkil edirsə və $e_n(x) \in L_p(0,1) \cap L_q(0,1)$, $\forall n \in \mathbb{N}$, $\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = 1$, $1 < p < +\infty$ olarsa, onda bu sistem istənilən $r \in [\min(p, q), \max(p, q)]$ üçün $L_r(0,1)$ fəzasında bazis təşkil edir.

Bu halda $p=1$ və $p=+\infty$ halları nəzərə alınmır.

Əgər $\{e^{inx}\}_{n=-\infty}^{+\infty}$ klassik eksponent sistemə baxsaq, onda görürük ki, bu sistem $C(-\pi, \pi)$ və $L_1(-\pi, \pi)$ fəzalarında bazis təşkil etmir, lakin bu sistem bütün $L_p(-\pi, \pi)$, $1 < p < +\infty$ fəzasında bazis təşkil edir.

[1] işində $L_p \equiv L_p(-\pi, \pi)$, $1 < p < +\infty$ fəzasında cırılşan əmsallı

$$\{A^+(t) \cdot \omega^+(t)e^{int}; A^-(t) \cdot \omega^-(t)e^{-i(n+1)t}\}_{n \geq 0} \quad (1)$$

eksponentlər sisteminin tamlığı və minimallığı üçün zəruri və kafi şərtlər göstərilmişdir.

Burada $A^\pm(t) \equiv |A^\pm(t)|e^{i\alpha^\pm(t)}$ funksiyaları $[-\pi, \pi]$ parçasında təyin olunmuş kompleks qiymətli funksiyalardır; $\omega^\pm(t)$ əmsalları aşağıdakı kimi 5 ifadə olunmuşdur:

$$\omega^\pm(t) \equiv \prod_{i=1}^{l^\pm} \left\{ \sin \left| \frac{t - \tau_i^\pm}{2} \right| \right\}^{\beta_i^\pm} \quad (2)$$

Burada $\tau_i^\pm \in (-\pi, \pi)$; $\{\beta_i^\pm\} \subset \mathbb{R}$ – həqiqi ədədlər çoxluğu.

Əmsallar cırılşmayan olduqda qoyulan məsələ B.T Bilalov [2] tərəfindən öyrənilmişdir.

(1) sisteminin bazislik xassələri [3,4] işlərində tədqiq edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Велиев С.Г., Базисы из подмножеств собственных функций двух разрывных дифференциальных операторов, Математическая физика, анализ, геометрия, 2005, Т.12, №2, с.148-157. Харьковский Математический журнал
2. Билалов Б.Т., Базисность некоторых систем экспонент, косинусов и синусов, Дифференциальные уравнения, 1990, Т-26, №1, с.10-16
3. Велиев С.Г., Базисные свойства в пространствах L и C систем экспонент с вырождением, Математическая физика, анализ, геометрия, 2005, Т.1, №2, с.147-157. Харьковский Математический журнал
4. Билалов Б.Т., Велиев С.Г., Базисы из собственных функций двух разрывных дифференциальных операторов, Дифференциальные уравнения, 2006, Т.42, №9, с.1-3

SUMMARY

Nubar Gojayeva

PROPOSITIONS PROVING THE BASICITY OF A SYSTEM IN A BANACH SPACE

The article presents some definitions, suggestions characterizing the basic properties of a system of functions and exponents in a Banach space, and their results. The obtained results make it more expedient to study the basic properties of the system.

The article proves that If the system of functions $\{x_n(x)\}$ forms a basis in the space $L_p(0,1)$, $1 < p < +\infty$, then functions system $\{x_n^*\}_{n \in \mathbb{N}}$ connecting to it forms a $L_q(0,1)$, $1/p + 1/q = 1$ basis in the space.

In case the orthonormal system $\{e_n(x)\}_{n \in \mathbb{N}}$ forms a basis in the space $L_p(0,1)$, and if $e_n(x) \in L_p(0,1) \cap L_q(0,1)$, $\forall n \in \mathbb{N}$, $1/p + 1/q = 1$, $1 < p < +\infty$, then this system forms a basis in the space $L_r(0,1)$ for any $r \in [\min(p, q), \max(p, q)]$.

The issue in which coefficients become non-linear are studied by B.T.Bilalov.

Key words: Banach space, basis, proposition, criterion, total, result

РЕЗЮМЕ

Нубар Годжаева

ПРЕДЛОЖЕНИЯ, КОТОРЫЕ ДОКАЗЫВАЮТ БАЗИСНОСТЬ СИСТЕМЫ В ФАЗЕ БАНАХА

В статье представлены некоторые определения, предложения, характеризующие основные свойства системы функций и показателей в банаховом пространстве, и их результаты. Полученные результаты делают более целесообразным изучение основных свойств системы.

В статье доказывается, что если система функций $\{x_n(x)\}$ образует базис в пространстве $L_p(0,1)$, $1 < p < +\infty$, то система функций $\{x_n^*\}_{n \in \mathbb{N}}$, соединяясь с ним, образует в пространстве базис $L_q(0,1)$, $1/p + 1/q = 1$.

В случае, если ортонормированная система $\{e_n(x)\}_{n \in \mathbb{N}}$ образует базис в пространстве $L_p(0,1)$, и если $e_n(x) \in L_p(0,1) \cap L_q(0,1)$, $\forall n \in \mathbb{N}$, $1/p + 1/q = 1$, $1 < p < +\infty$, то эта система образует базис в пространстве $L_r(0,1)$ для любого $r \in [\min(p, q), \max(p, q)]$.

Вопрос о нелинейности коэффициентов исследует Б.Т. Билалов.

Ключевые слова: банахово пространство, базис, предложение, критерий, итог, результат

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

Мəqalə daxil olmuşdur: 18 noyabr 2020-ci il

Çapa qəbul edilmişdir: 25 noyabr 2020-ci il

ZÜMRÜD SƏFƏROVA

Naxçıvan Dövlət Universiteti

seferovazumrud@ymail.com

UOT: 517.97

İKİ QEYRİ-XƏTTİ HIPERBOLİK TƏNLİK ÜÇÜN SƏRHƏD MƏSƏLƏSİNDƏ
ƏMSALIN TAPILMASININ ƏDƏDİ HƏLL ÜSULU HAQQINDA

İşdə iki qeyri-xətti hiperbolik tənlik üçün sərhəd məsələsində əmsalın tapılması məsələsi optimal idarəetmə məsələsinə gətirilmiş, yeni məsələlər optimal idarəetmə nəzəriyyəsinin üsullarının köməyi ilə tədqiq olunmuşdur. Məsələlərin qradientin proyeksiyası üsulu ilə ədədi həll alqoritmi verilmişdir. Hər iki optimallaşdırma məsələsi ədədi həll olunmuşdur.

Açar sözlər: qeyri-xətti hiperbolik tənlik, qradientin proyeksiyası üsulu, ədədi həll üsulu

Xüsusi törəməli diferensial tənliklərin əmsallarının tapılması məsələsi riyazi fizikanın aktual məsələsidir. Tənliklərin axtarılan əmsalları, adətən, tədqiq olunan mühitin mühüm xarakteristikalarının göstəricisi olur. Ona görə də riyazi fizikada belə məsələlərin öyrənilməsi mühüm əhəmiyyət kəsb edir. Qeyd edək ki, belə məsələlər çox zaman qeyri-korrekt olur [1]. Təqdim olunan işdə iki qeyri-xətti hiperbolik tənlik üçün sərhəd məsələsində əmsalın tapılması məsələsi optimal idarəetmə məsələsinə gətirilmiş, yeni məsələlər optimal idarəetmə nəzəriyyəsinin üsullarının köməyi ilə tədqiq olunmuş, hər iki məsələdə ədədi həll üsulu təklif olunmuşdur.

1. $(u(x,t), \vartheta(x)) \in U \times V$ cütünün

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + |u|u + vu = f(x,t), (x,t) \in Q = \{0 < x < l, 0 < t < T\}, \quad (1)$$

$$u(0,t)=0, u(l,t)=0, 0 \leq t \leq T, \quad (2)$$

$$u(x,0) = u_0(x), \frac{\partial u(x,0)}{\partial t} = u_1(x), 0 \leq x \leq l, \quad (3)$$

$$u(x,T) = \varphi(x), 0 \leq x \leq l \quad (4)$$

münasibətlərindən tapılması məsələsinə baxaq, burada

$$U = \{u: u \in L_\infty(0,T; \dot{W}_2^1(0,l)), \frac{\partial u}{\partial t} \in L_\infty(0,T; L_2(0,l))\},$$

$$V = \{v: v \in L_2(0,l), a \leq v(x) \leq b \quad (0,l) - \text{də sanki hər yerdə}\} \quad (5)$$

$$l > 0, T > 0; a, b - \text{verilmiş ədədlər,}$$

$$f(x,t), u_0(x), u_1(x), \varphi(x) - \text{verilmiş funksiyalardır.}$$

Qeyd edək ki, (1)-(4) məsələsi, verilmiş $v(x)$ funksiyası üçün (1)-(3) düz məsələsinə tərs məsələdir.

(1)-(4) məsələsini aşağıdakı optimal idarəetmə məsələsinə gətirək: V sinfindən elə $v(x)$ funksiyası tapmalı ki, o, (1)-(3) məsələsinin həlli ilə birlikdə

$$J_\alpha(v) = \frac{1}{2} \int_0^l [u(x,T; v) - \varphi(x)]^2 dx + \frac{\alpha}{2} \int_0^l [v(x) - v_*(x)]^2 dx \quad (6)$$

funksionalına minimum qiymət versin, burada $\alpha > 0$ – verilmiş ədəd, $v_*(x)$ – verilmiş funksiyadır, $u(x,t; v)$ – (1)-(3) məsələsinin $v(x)$ funksiyasına uyğun həllidir. $v(x)$ funksiyasını idarəedicisi, V sinfini mümkün idarəedicilər sinfi adlandırmaq.

[2]-dəki kimi göstərmək olar ki, əgər $f \in L_2(Q)$, $u_0 \in \dot{W}_2^1((0,l))$, $u_1 \in L_2(0,l)$ isə hər bir $v \in V$ üçün (1)-(3) məsələsinin U fəzasında yeganə həlli var. Fərz olunur ki, $\varphi \in \dot{W}_2^1((0,l))$, $v_* \in L_2(0,l)$ – verilmiş funksiyalardır.

(1)-(3), (5), (6) məsələsini ədədi üsulla həll etmək üçün fərz edəcəyik ki, məsələdə verilən funksiyalar kifayət qədər hamarlıdır.

Məsələni ədədi üsulla həll etmək üçün müxtəlif minimallaşdırma üsulları istifadə edilə bilər. Qısaca olaraq, qradiyentin proyeksiyası üzərində dayanaq. (1)-(3), (5), (6) məsələsində qradiyentin proyeksiyası üsulu üzərində dayanaq. $\{v_k(x)\}$ minimallaşdırıcı ardıcılığının aşağıdakı qayda ilə qurulmasına əsaslanır:

$$v_{k+1}(x) = \begin{cases} a & \text{əgər } v_k(x) - \lambda_k J'_\alpha(v_k) < a, \\ v_k(x) - \lambda_k J'_\alpha(v_k) & \text{əgər } a \leq v_k(x) - \lambda_k J'_\alpha(v_k) \leq b, \\ b & \text{əgər } v_k(x) - \lambda_k J'_\alpha(v_k) > b, \end{cases}$$

$k=0,1,\dots$, burada $\lambda_k > 0$ [3,§4. p. 2]-dəki təsvir olunan üsullardan biri ilə seçilir, $J'_\alpha(v)$ (6) funksionalının qradiyentidir və o

$$J'_\alpha(v) = \alpha(v(x) - v_*(x)) - \int_0^T u(x, t; v) \psi(x, t; v) dt$$

düsturu ilə hesablanır, $\psi = \psi(x, t) = \psi(x, t; v)$ funksiyası isə

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + 2|u|\psi + v\psi = 0, \quad (x, t) \in Q, \quad (7)$$

$$\psi(0, t) = 0, \psi(l, t) = 0, 0 \leq t \leq T, \quad (8)$$

$$\psi(x, T) = 0, \frac{\partial \psi(x, T)}{\partial t} = -[u(x, T; v) - \varphi(x)], 0 \leq x \leq l, \quad (9)$$

qoşma məsələsinin həllidir.

$v_0(x) \in V$ idarəedicisinin optimallığı üçün zəruri şərt isə

$$\int_0^l [\alpha(v_0(x) - v_*(x)) - \int_0^T u_0(x, t) \psi_0(x, t) dt] (v(x) - v_0(x)) dx \geq 0, \quad \forall v \in V$$

variational bərabərsizliyinin ödənməsidir, burada $u_0(x, t)$ və $\psi_0(x, t)$ (1)-(3) və (7)-(9) məsələlərinin $v_0(x)$ – ə uyğun həlləridir. Qeyd edək ki, (1)-(3), (5), (6) məsələsini ədədi həll etmək üçün (1)-(3) sərhəd məsələsi və (7)-(9) qoşma məsələsi şəbəkə üsulu [4] ilə həll olunur.

2. $(u(x, t), \vartheta(x)) \in U \times V$ cütünün

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - u^3 + v \frac{\partial u}{\partial x} = f(x, t), (x, t) \in Q = \{0 < x < l, 0 < t < T\}, \quad (10)$$

$$u(0, t) = 0, u(l, t) = 0, 0 \leq t \leq T, \quad (11)$$

$$u(x, 0) = u_0(x), \frac{\partial u(x, 0)}{\partial t} = u_1(x), 0 \leq x \leq l, \quad (12)$$

$$u(x, T) = \varphi(x), 0 \leq x \leq l \quad (13)$$

$$u \in L_6(Q) \quad (14)$$

münasibətlərindən tapılması məsələsinə baxsaq, burada

$$U = \{u: u \in L_\infty(0, T; \dot{W}_2^1(0, l)), \frac{\partial u}{\partial t} \in L_\infty(0, T; L_2(0, l))\},$$

$$V = \{v: v \in W_2^1(0, l), \alpha \leq v(x) \leq \beta, \left| \frac{dv(x)}{dx} \right| \leq \mu \quad (0, l) - \text{də sanki hər yerdə}\}$$

$$l > 0, T > 0; \alpha, \beta, \mu > 0 - \text{verilmiş ədədlər},$$

$$f(x, t), u_0(x), u_1(x), \varphi(x) - \text{verilmiş funksiyalardır.}$$

(10)-(14) münasibətlərinin ödəyən $(u(x, t), v(x))$ cütünə mümkün cüt deyilir. Fərz edək ki, $(u(x, t), v(x))$ mümkün cütlər çoxluğu boş deyil [5].

(10)-(14) məsələsini aşağıdakı optimal idarəetmə məsələsinə gətirək: mümkün cütlər çoxluğunda elə $(u(x, t), v(x))$ cütünü tapmalı ki, o

$$J(u, v) = \frac{1}{2} \int_0^l [u(x, T; v) - \varphi(x)]^2 dx + \frac{1}{6} \int_0^l \int_0^T [u(x, t; v) - u_*(x, t)]^6 dx dt \quad (15)$$

funksionalına minimum qiymət versin, burada $u_*(x, t)$ -verilmiş funksiyadır.

Bu məsələni ədədi üsulla həll etmək üçün fərz edəcəyik ki, məsələdəki bütün verilən funksiyalar kifayət qədər hamar funksiyalardır.

Baxılan məsələni ədədi üsulla həll etmək üçün qradiyentin proyeksiyası üsulundan istifadə edək. Bu məsələdə qradiyentin proyeksiyası üsulu $\{v_k(x)\}$ ardıcılığının

$$v_{k+1}(x) = \begin{cases} \alpha & \text{əgər } v_k(x) - \lambda_k J'_v(u_k, v_k) < \alpha, \\ v_k(x) - \lambda_k J'_v(u_k, v_k) & \text{əgər } \alpha \leq v_k(x) - \lambda_k J'_v(u_k, v_k) \leq \beta, \\ \beta & \text{əgər } v_k(x) - \lambda_k J'_v(u_k, v_k) > \beta, \end{cases}$$

$k=0,1,\dots$ qaydası ilə qurulmasına əsaslanır, burada λ_k [3, §4, p.2]-dəki üsullardan biri ilə seçilir, $J'_v(u, v)$ - (15) funksionalının v -yə görə qradiyentidir və o

$$J'_v(u, v) = - \int_0^T \psi(x, t) \frac{\partial u(x, t)}{\partial x} dt$$

düsturu ilə hesablanır.

Qeyd edək ki, $(u_0(x, t), v_0(x)) \in U \times V$ cütünün baxılan məsələdə optimallığı üçün zəruri şərt

$$\int_0^l \left(\int_0^T \psi_0(x, t) \frac{\partial u_0(x, t)}{\partial x} dt \right) (v(x) - v_0(x)) dx \leq 0, \quad \forall (u, v) \in U \times V$$

şərtinin ödənməsidir, burada $u_0(x, t)$ funksiyası $v_0(x)$ idarəedicisinə uyğun (10)-(12), (14) məsələsinin həllidir, $\psi_0(x, t)$ funksiyası isə

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} - 3u^2 \psi - \frac{\partial}{\partial x} (u\psi) = (u - u_*(x, t))^5, \quad (x, t) \in Q, \quad (16)$$

$$\psi(0, t) = 0, \quad \psi(l, t) = 0, \quad 0 \leq t \leq T, \quad (17)$$

$$\psi(x, 0) = 0, \quad \frac{\partial \psi(x, T)}{\partial t} = -[u(x, T; v) - \varphi(x)], \quad 0 \leq x \leq l, \quad (18)$$

qoşma məsələsinin $(u_0(x, t), v_0(x))$ cütünə uyğun həllidir.

Qeyd edək ki, baxılan optimallaşdırma məsələsini həll etmək üçün (11)-(12), (14) sərhəd məsələsi və (16)-(18) qoşma məsələsi şəbəkə üsulu [4] ilə həll olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи. Новосибирск: Сибир. научное изд-во, 2009, 457 с.
2. Лионс Ж.Л. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач. М.: Мир, 1972, 588 с.
3. Васильев Ф.П. Методы решения экстремальных задач. М.:Наука, 1981, 400 с.
4. Самарский А.А. Теория разностных схем. М.: Наука, 1977, 656 с.
5. Лионс Ж.Л. Управление сингулярными распределенными системами. М.: Наука, 1987, 368 с.

SUMMARY

Zumrud Safarova

NUMERICAL SOLUTION METHOD OF FINDING THE
COEFFICIENT OF BOUNDARY ISSUE FOR TWO
NON-LINEAR HYPERBOLIC EQUATIONS

In this study, the example of finding the coefficient in the boundary value sum for two nonlinear hyperbolic equations is taken for the calculation of optimal control, new sums have been explored using methods of optimal control theory. The algorithm for numerical solution of sums by the method of gradient projection is given. Both optimization sums are solved numerically.

Key words: non-linear hyperbolic equation, gradient projection method, numerical solution method

РЕЗЮМЕ

Зумруд Сафарова

В ГРАНИЧНОМ ВОПРОСЕ ДЛЯ ДВУХ НЕЛИНЕЙНЫХ
ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ О ЧИСЛЕННОМ СПОСОБЕ
РЕШЕНИЯ НАХОЖДЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА

В работе к вопросу оптимального управления был поднят вопрос о нахождении коэффициента в граничной задаче для двух нелинейных гиперболических уравнений, исследованы новые задачи с помощью методов теории оптимального управления. Дан алгоритм численного решения задач методом градиентной проекции. Обе задачи оптимизации были решены численно.

Ключевые слова: нелинейное гиперболическое уравнение, метод проекции градиента, метод численного решения

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

Məqalə daxil olmuşdur: 18 noyabr 2020-ci il

Çapa qəbul edilmişdir: 25 noyabr 2020-ci il

ELMAN MAHMUDOV

UOT: 517.97

TRİQONOMETRİK VƏ HİPERBOLİK FUNKSİYALAR ARASINDA ƏLAQƏNİN XÜSUSİ HALI

Məqalədə məqsəd triqonometrik funksiyalarla və hiperbolik funksiyalar arasında əlaqə yaratmaqdır. Bu məqsədlə vahid çevrə ilə vahid hiperbolanın birgə hesabat sxemindən istifadə olunmuşdur. Sonra vahid hiperbola üzərində ixtiyari nöqtə götürülmüşdür.

Bu nöqtənin ordinatını radius qəbul edərək qövs cızılmışdır. Bu qövsə vahid çevrənin toxunma nöqtəsi ilə qövs mərkəz düz xətlə birləşdirilmişdir. Alınmış düzbucaqlı üçbucaq vasitəsi ilə triqonometrik və hiperbolik funksiyalar arasında əlaqə yaradılmışdır.

Açar sözlər: vahid çevrə, vahid hiperbola, hiperbola asimptotu

Triqonometrik və hiperbolik funksiyalar arasında əlaqə yaratmaq üçün, vahid çevrə və vahid hiperboladan istifadə edək. Məlumdur ki, vahid çevrənin tənliyi belədir:

$$x^2 + y^2 = 1 \quad (1)$$

Bu bərabərlik parametrik şəkildə isə belə yazılır:

$$\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi = 1 \quad (2)$$

Vahid hiperbolanın sadə tənliyi isə aşağıdakı kimidir:

$$x^2 - y^2 = 1 \quad (3)$$

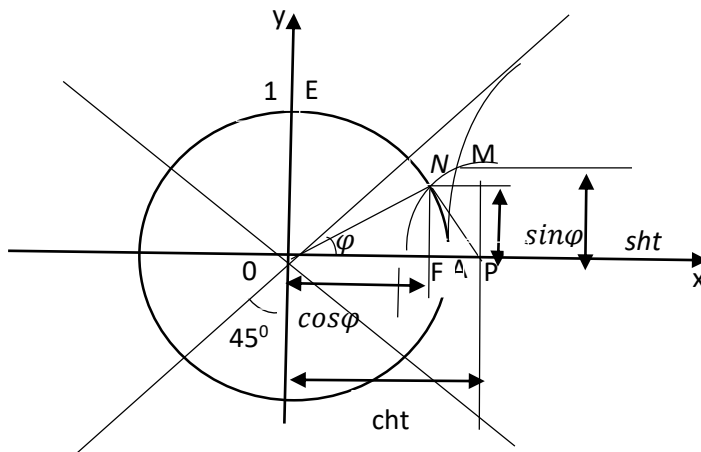
Bu bərabərliyin parametrik şəkli isə belədir:

$$ch^2 t - sh^2 t = 1$$

Vahid hiperbolada, hiperbola asimptotu belə təyin olunur. Məlumdur ki, vahid hiperbolada, hiperbolanın yarım oxları aşağıdakı şərti ödəyir:

$$a=b=1$$

Bu isə o deməkdir ki, vahid hiperbola düzbucaqlısı kvadrat olur. Həmçinin hiperbola asimptotu birinci və üçüncü rüblərin kordinat bucaqlarını yarıya bölür. Vahid çevrə ilə vahid hiperbolanın birgəliyini sexematik olaraq şəkildəki kimi göstərmək olar (şəkil 1). Hiperbolanın asimptotunu tənliyi isə $y = \frac{b}{a}x = \frac{1}{1}x = x$ olar. Triqonometrik və hiperbolik funksiyalar arasında əlaqə yaratmaq üçün vahid hiperbola üzərində ixtiyari M nöqtəsi götürərək.



Şəkil 1.

M nöqtəsi hiperbola nöqtəsidir.

Bu nöqtədən OX koordinat oxuna perpendikulyar düz xətt yendirək. Bu düz xətt OX koordinat oxunun kəsişmə nöqtəsini p ilə işarə edək. Sonra p nöqtəsini mərkəz qəbul edərək, radiusu pM -ə bərabər olan qövs çizaq. Bu qövsün vahid çevrə ilə kəsişmə nöqtəsini N ilə işarə edək. Burada $Np=pM=Sh^2t$ olar. N nöqtəsini O koordinat başlanğıcı ilə düz xətt vasitəsi ilə birləşdirək. Bu düz xəttin OX koordinat oxu ilə əmələ gətirdiyi bucağı φ ilə işarə edək. Burada φ bucağının qiyməti radianla qəbul olunur. N nöqtəsindən OX koordinat oxuna NF perpendikulyar düz xəttini keçirək. Bu zaman N nöqtəsinin koordinatlarını alarıq. pN düz xətti N nöqtəsində vahid çevrəyə toxunan olar. Bu isə o deməkdir ki, ONp üçbucağı düzbucaqlı üçbucaq olur. Çünki çevrə radiusu, radiusun uc nöqtəsində çevrəyə toxunana həmişə perpendikulyar olur. M nöqtəsi vahid hiperbola nöqtəsi olduğu üçün onun koordinatları $Mp=Sh^2t$ və $op=cht$ olar. Burada t hiperbola sektoru sahəsinin iki mislinə bərabərdir. N nöqtəsi isə vahid çevrə nöqtəsi olduğu üçün onun koordinatları $OF = \cos\varphi$ və $NF = \sin\varphi$ olar. İndi isə triqonometrik və hiperbolik funksiyalar arasında əlaqə yaratmaq üçün 1. Şəklindəki Onp düzbucaqlı üçbucağına ayrılıqda baxaq (Şəkil 2).

Böyüdülmüş şəkildə. Şəkildən yazarıq: $\angle FON = \varphi$ olduğu üçün $\angle ONF = 90^\circ - \varphi$ olar. Onda ONp üçbucağı düzbucaqlı üçbucaq olduğu üçün $\angle FNP = \varphi$ olar. Bu zaman $\angle FPN = 90^\circ - \varphi$ olar. Yenə də şəkildən yazarıq:

$$Fp = Op - OF = cht - \cos\varphi \quad (4)$$

Δ düzbucaqlı üçbucaq olduğu üçün yazarıq.

$$Np^2 = NF^2 + Fp^2 \quad (5)$$

Bu kəmiyyətlərin qiymətlərini nəzərə alsaq (5)-i belə yazarıq:

$$Sh^2t = \sin^2\varphi + (cht - \cos\varphi)^2 \quad (6)$$

Buradan isə yazarıq:

$$\begin{aligned} Sh^2t &= \sin^2\varphi + ch^2t - 2cht \cdot \cos\varphi + \cos^2\varphi \\ Sh^2t &= \sin^2\varphi - ch^2t + 2cht \cdot \cos\varphi - \cos^2\varphi = 0 \\ -1 - 1 &= -2cht \cdot \cos\varphi \end{aligned}$$

Onda yazarıq:

$$cht \cdot \cos\varphi = 1 \quad (7)$$

Buradan

$$\cos\varphi = \frac{1}{cht} \quad (8)$$

olar. İndi isə $\sin^2\varphi + \cos^2\varphi = 1$ (9) bərabərliyindən istifadə edərək $\sin\varphi$ triqonometrik funksiyasının hiperbolik funksiyalarla əlaqəsini təyin edək.

(9)-dan yazarıq.

$$\sin^2\varphi = 1 - \cos^2\varphi \quad (10)$$

(8)-i (10)-da nəzərə alsaq,

$$\sin^2\varphi = 1 - \cos^2\varphi = 1 - \frac{1}{ch^2t} = \frac{ch^2t - 1}{ch^2t} = \frac{sh^2t}{ch^2t} \text{ deməli, } \sin\varphi = \frac{sh^2t}{cht} \text{ bunu belə də yaza bilərik.}$$

$$sm\varphi = tht$$

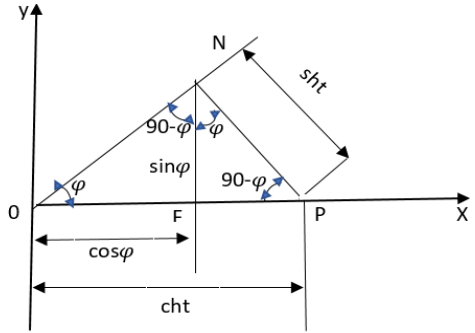
İndi də (8)-in və (11)-in doğruluğunu yoxlayaq. Bunun üçün

$$ch^2t - sh^2t = 1$$

Bərabərliyində (8) və (11)- nəzərə alaq. Onda alarıq

$$\frac{1}{\cos^2\varphi} - \sin^2\varphi \cdot ch^2t = 1$$

Buradan $\frac{1}{\cos^2\varphi} - \sin^2\varphi \cdot \frac{1}{\cos^2\varphi} = 1$



Şəkil 2.

$$\frac{1 - \sin^2}{\cos^2 \varphi} = \frac{\cos^2 \varphi}{\cos^2 \varphi} = 1 = 1$$

olar. Deməli (8)-i və (11) düzgün təyin olunmuşdur.

ƏDƏBİYYAT

1. Məmmədov R. Ali riyaziyyat kursu. I hissə, Bakı: 1987
2. Бермант А.Ф., Араманович У.Г. Краткий курс. Математического Анализа. М., Наука, 1971
3. Elman Mahmudov, İlahə Mahmudova. Triqonometrik və hiperbolik funksiyalar haqqında. Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi. Naxçıvan: Müəllimlər İnstitutu, Xəbərlər, 2008 №2 (14)

SUMMARY

Elman Mahmudov

SPECIAL CASE OF THE LINK BETWEEN TRIGONOMETRIC AND HYPERBOLIC FUNCTIONS

The purpose of the article is to establish a link between trigonometric and hyperbolic functions. For this purpose, a joint reporting scheme of a single circle and a single hyperbola has been used. Later a random point is taken on a single hyperbola.

An arc is drawn by considering the ordinate of this point as a radius. The point of contact of a single circle is connected with this arc by a straight line from the center of the arc. By means of obtained right triangle a link has been established between trigonometric and hyperbolic functions.

Key words: *single circle, single hyperbole, hyperbolic asymptotes*

РЕЗЮМЕ

Эльман Махмудов

ОСОБЫЕ СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ТРИГОНОМЕТРИЧЕСКИМИ И ГИПЕРБОЛИЧЕСКИМИ ФУНКЦИЯМИ

Цель статьи-установить связь между тригонометрическими и гиперболическими функциями. С этой целью была использована схема совместного составления единой гиперболы с единым кругом. Тогда на однородной гиперболе была взята произвольная точка.

Ординату этой точки вычерчивают из дуги, принимая радиус. С этой дугой точкой касания однородного круга дугу соединяют по центральной прямой. Через полученный прямоугольный треугольник устанавливается связь между тригонометрической и гиперболической функциями.

Ключевые слова: *единственный круг, одна гипербола, гиперболические асимптоты*

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

Мəqalə daxil olmuşdur: 18 noyabr 2020-ci il

Çapa qəbul edilmişdir: 25 noyabr 2020-ci il

FİZİKA

FƏRMAN QOCAYEV
SEYFƏDDİN CƏFƏROV
Naxçıvan Dövlət Universiteti

UOT: 628.9; 621.32

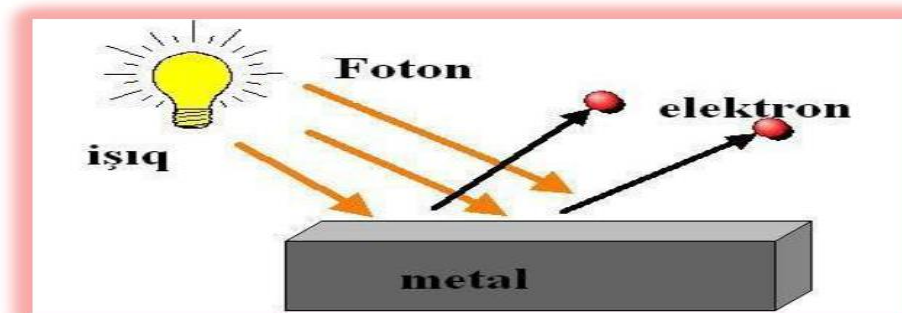
İŞIĞIN KVANT NƏZƏRİYYƏSİ VƏ FOTOEFFEKT HADİSƏSİNİN TƏDRİSİ METODİKASI

İşığın korpuskulyar xassəyə malik olduğunu göstərən hadisələrdən biri, işığın təsiri ilə elektronların maddədən qoparılması – fotoeffekt hadisəsidir.

Elektromaqnit şüasının (ışığın) təsiri ilə maddədən elektronların qopması hadisəsinə "fotoelektrik effekti" və ya "fotoeffekt" hadisəsi deyilir. İşığın təsiri ilə katoddan elektronlar qoparılır, həmin elektronlar fotoelektronlar, onların yaratdığı cərəyan isə fotocərəyan adlanır. Fotoeffekt hadisəsinə, iş prinsipini və baş verən fiziki hadisələr barədə məlumat vermək

Açar sözlər: işıq, ultrabənövşəyi, fotoeffekt hadisəsi, dalğa nəzəriyyəsi, katod

Bu hadisəni klassik fizika izah edə bilməmişdir. Klassik fizikaya görə, işıq dalğa şəklində yayılır. Lakin müasir fizikaya görə, işıq hər birinin enerjisi $E=h\nu$ olan fotonlar selindən ibarətdir. İlk dəfə 1887-ci ildə Henrix Hers gərginlik altında olan elektrodları ultrabənövşəyi işıqla işıqlandırdıqda boşalmanın asanlaşdığını təyin etmişdir. O, elektrik boşalması zamanı iki sink kürədən birini (katodu) ultrabənövşəyi şüalarla işıqlandırarkən, onlar arasında qığılcımın keçməsinin xeyli asanlaşdığını göstərmişdir. Qığılcım boşalmasının yaradılması zamanı, mənfi elektrodu ultrabənövşəyi şüalarla işıqlandırdıqda boşalmanın daha kiçik gərginlikdə baş verdiyini müşahidə etmişdir, lakin işığın dalğa təbiətli yox, məhz korpuskulyar təbiətli olması izah edilən bu kəşf onu maraqlandırmamışdır. Fotoeffekt hadisəsi ilə tarixə düşmüş bu hadisəni 1888-ci ildə Alman alimi Vilhelm Qalvaks müəyyən etmişdir və o, göstərmişdir ki, Hersin müşahidə etdiyi hadisə işığın təsiri ilə qopan yüklərin elektrik sahəsində sürətlənərək ətrafdakı qazın ionlaşdırması ilə əlaqədardır. Beləliklə, qısa zamanda bu hadisənin səbəbi-katod üzərinə düşən işığın tezliyi kifayət qədər yüksək olduqda katoddan elektronların çıxması ilə əlaqədar olduğu aşkar edildi (şəkil-1) və bu hadisə işığın təsiri ilə metal katoddan elektronların çıxması ilə izah olundu. Fotoeffektin dalğa nəzəriyyəsinə görə keyfiyyətə izahı ilk baxışda çətinlik yaratmırdı. Doğrudan da, bu belə izah oluna bilər. Bir-birlərinə

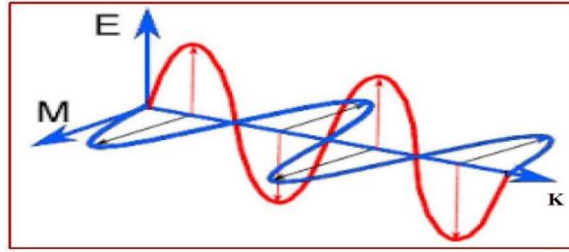


Şəkil .1. İşıq şüalarının təsiri ilə metaldan elektronların qopması hadisəsi

perpendikulyar istiqamətlərdə rəqs edən elektrik və maqnit sahələrindən ibarət olan elektromaqnit dalğası (şəkil 2) metal səthinə düşəndə elektrik sahəsi elektrona

$$F = eE \quad (1)$$

qüvvəsilə təsir edir və onu məcburi rəqsə gətirir. Elektronun rəqs amplitudu elə böyük olur ki, o metalın səthindən kənar çıxıb bilər. Bu izahat doğrudursa, onda elektron metaldan çıxdıqda malik olduğu kinetik enerjisini, yəqin ki, düşən dalğadan almalıdır. Deməli, qopan elektronun enerjisi dalğanın enerjisindən, yəni işığın intensivliyindən asılı olmalıdır. 1888-1890 -cı illərdə Rusiya alimi Aleksandr Qriqoryeviç Stoletov (1839-1896), İtaliyan fiziki Auqusto Riçi (1850-1921) bir-birindən asılı olmayaraq, fotoeffekt hadisəsini təcrübi yolla yenidən öyrənmişlər. Stoletov fotoeffekt hadisəsini tədqiq edərkən əhəmiyyətli nəticələr əldə etmişdir. O, əvvəlki tədqiqatçılardan fərqli olaraq, elektrodlar arasındakı gərginliyi kiçik götürmüş və katodu müxtəlif uzunluqlu dalğalarla şüalandıraraq ultrabənövşəyi şüanın ən çox təsir göstərdiyini müəyyən etmişdir. O, həmçinin işığın təsiri ilə yaranan cərəyan şiddətinin intensivliklə düz mütənasib olmasını da söyləmişdir.



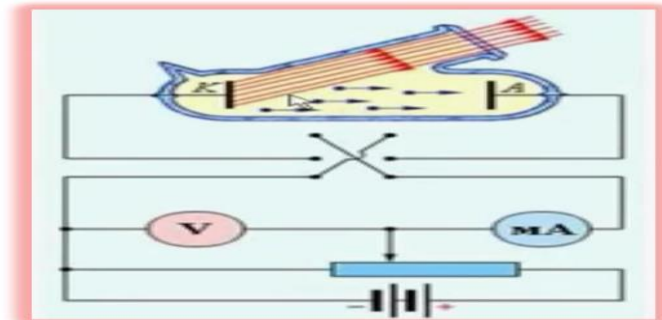
Şəkil 2. İşığın

modeli

elektromaqnit dalğa

1898-ci ildə alman fiziki Filip Lenard, həmçinin ConTomson işığın təsiri ilə katoddan qopan yüklü zərrəciyin xüsusi yükünü təyin edərək müəyyənləşdirmişdilər ki, həmin yüklü zərrəcik elektrondur. Təcrübələr göstərmişdir ki, metalda baş verən xarici fotoeffekt, metalın kimyəvi təbiətindən əlavə, onun səthinin vəziyyətindən də asılıdır. Hətta metal səthin çox kiçik çirklənməsi fotoelektronların emissiyasına çox böyük təsir göstərir. Ona görə də, Lenard və başqaları Stoletovun təcrübəsini təkmilləşdirərək, biri tor, digəri isə müstəvi şəkilli iki elektrodu batareyaya birləşdirərək qurğunu bütövlükdə vakumda yerləşdirdilər. Vakuum borusunun daxilində K və A müstəvi metal elektrodlar sabit cərəyan mənbəyinin qütblərinə birləşdirilir (şəkil 3). Mənfi qütbə bağlanır. Bunlardan birincisi, (I_d)-doyma cərəyanının, ikincisi isə (U_s)-saxlayıcı gərginliyin olmasıdır. 4 şəkildən görüldüyü kimi, gərginliyin artması ilə fotocərəyan artır (cərəyan şiddəti ampermetrlə ölçülür). Gərginliyin müəyyən qiymətində (U_d) cərəyan şiddəti doyma qiymətinə (I_d) çatır və gərginliyin sonrakı artımında cərəyan şiddətinin bu qiyməti praktiki olaraq dəyişmir. Doyma cərəyan şiddətinin qiyməti katodun səthindən bir saniyədə qopan fotoelektronların sayı (n) ilə düz mütənasibdir.

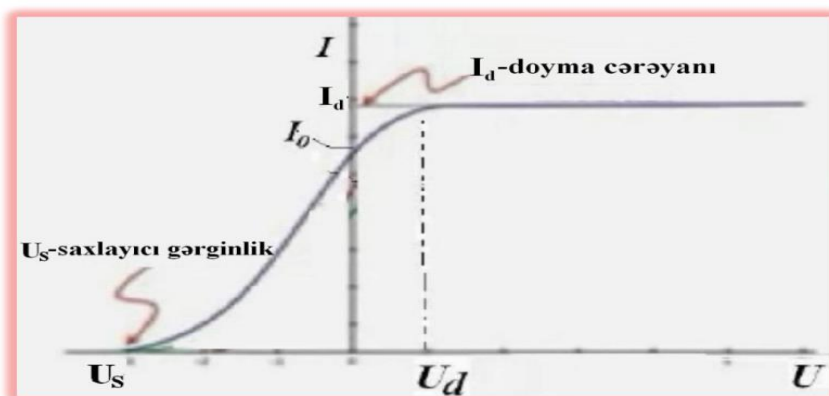
$$I_d = e \cdot n \quad (2)$$



Şəkil 3. 3. Fotoeffektin tədqiq sxemi

lanmış K katodu üzərinə xüsusi kvars pəncərədən paralel işıq dəstəsi düşür (adi şüşə ultrabənövşəyi şüaları udur, kvars isə ultrabənövşəyi şüalar üçün şəffafdır) və onun səthindən elektronları qoparır. Elektrodlar arasında gərginlik U voltmetrlə ölçülür və potensiometr vasitəsilə anodla katod arasındakı gərginlik dəyişdirilir. Katodu işıqlandırmadıqda cərəyan yaranmır, çünki katodla anod arasındakı vakuumda yükdaşıyıcılar yoxdur, katodu işıqlandırdıqda isə, katoddan çıxan elektronlar anoda çataaraq dövrədə cərəyan yaradırlar. Dövrədə yaranan cərəyan şiddətinin (I) elektrodlar arasındakı gərginlikdən (U) asılılığını göstərən əyriyə **volt-ampere xarakteristikası** deyilir.

Fotocərəyanın elektrodlar arasındakı gərginlikdən asılılığı şəkil 4 -də göstərilmişdir. Bu əyrinin iki əsas xarakterik cəhəti diqqəti cəlb edir.



Şəkil 4. Volt-ampere xarakteristikası

Bunlardan birincisi, (I_d) –doyma cərəyanının, ikincisi isə (U_s) –saxlayıcı gərginliyin olmasıdır. 4 şəklindən görüldüyü kimi, gərginliyin artması ilə fotocərəyan artır (cərəyan şiddəti ampermetrlə ölçülür). Gərginliyin müəyyən qiymətində (U_d) cərəyan şiddəti doyma qiymətinə (I_d) çatır və gərginliyin sonrakı artımında cərəyan şiddətinin bu qiyməti praktiki olaraq dəyişmir.

Doyma cərəyan şiddətinin qiyməti katodun səthindən bir saniyədə qopan fotoelektronların sayı (n) ilə düz mütənasibdir

$$eU_s = E_k = \frac{mv_{max}^2}{2} \quad (3)$$

Burada m – elektronun kütləsidir. Fotocərəyan saxlayıcı gərginliyin kiçik qiymətlərində yaranmır. Işığın tezliyini dəyişmədən ($v=const$) onun intensivliyini dəyişdikdə saxlayıcı gərginliyin qiyməti dəyişmir. Deməli, fotoelektronların maksimal kinetik enerjisi işığın intensivliyindən asılı deyil. Işığın intensivliyinin sabit qiymətində katodun səthinə düşən şüalanmanın tezliyini artırıqda isə saxlayıcı gərginlik artır. Bu, onu göstərir ki, fotoelektronların maksimal kinetik enerjisi işığın tezliyindən asılıdır. Bu nəticə Stoletov qanunu adlanır. Təcrübələr əsasında fotoeffektin üç qanunu kəşf olunmuşdur:

1. **Katod üzərinə düşən işığın tezliyi sabit olduqda doyma fotocərəyan şiddəti (qopan elektronların sayı) işığın intensivliyi ilə düz mütənasibdir.**

2. **Işığın təsiri ilə qopan elektronların qopma anındakı kinetik enerjisi, düşən işığın intensivliyindən asılı olmayıb, işığın tezliyinin artması ilə xətti olaraq artır.**

3. **Hər bir maddə üçün fotoeffektin qırmızı sərhəddi mövcuddur: tezliyin müəyyən sərhəd tezliyindən kiçik olan şüalanma fotoelektrik effekti yaratmır.**

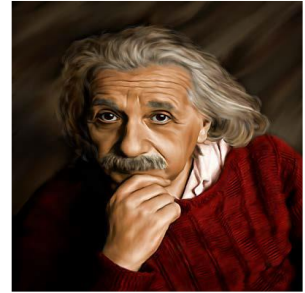
Təcrübədə müəyyən olunmuş bu faktları, yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, klassik fizika qanunlarına əsaslanaraq izah etmək mümkün olmamışdır. Çünki bu nəzəriyyəyə görə, böyük intensivlikli istənilən tezlikli elektromaqnit şüalanması fotoeffekt yaratmalıdır, yəni fotoeffektin qırmızı sərhədi mövcud olmamalıdır. Lakin bu fakt fotoeffektin üçüncü qanununa ziddir. Qarşıya çıxan bu çətinlik 1905-ci ildə Albert Eynşteyn tərəfindən açıqlandı. Kvant nəzəriyyəsi vasitəsilə

fotoeffekt hadisəsi və onun qanunları hərtərəfli izah olunur. Ona görə də, fotoeffekt hadisəsi işığın kvant nəzəriyyəsinə təcrübi təsdiq edən mühüm hadisələrdən biridir.

1905-ci ildə A.Eynşteyn, Plankın işığın kvant nəzəriyyəsi ilə istifadə edərək, işığın yalnız şüalanmasını deyil, həm də udulma və yayılmasını kvantlarla *Albert Eynşteyn (1879-1955)* baş verdiyini fərz etmişdir: cisimlər işığı (elektromaqnit dalğasını) porsiyalarla buraxdıqları kimi, porsiyalarla da udur, həm də cisimlər işığı məhz ona görə yalnız porsiyalarla udur və buraxırlar ki, işığın özü diskret porsiyalardan (korpuskullar-dan) ibarətdir. Eynşteyn göstərdi ki, işığa

$$\varepsilon = h\nu \quad (4)$$

enerjisinə malik olan fotonlar seli kimi baxılırsa, bütün bu çətinliklər aradan götürülür. İşığı təşkil edən bu zərrəciklər (korpuskullar) işıq kvantı, yaxud foton (yunanca “ışığı”) adlanır. İrəli sürdüyü bu hipotez əsasında Eynşteyn fotoeffektini asanlıqla izah etdi. O, belə mühakimə yürüdü: cisim üzərinə düşən foton enerjisinin bir hissəsi elektronların metaldan qoparılmasında A çıxış işinin görülməsinə, qalan hissəsi isə sərbəst fotoelektronların kinetik enerjisinə sərf olunacaqdır. Bir elektron tərəfindən iki fotonun eyni zamanda udulması ehtimalı cüzi dərəcədə kiçik olduğundan, hər bir azad olunmuş elektron öz enerjisini yalnız bir fotondan alır (əksi, ümumiyyətlə, doğru deyildir, yəni hər bir udulmuş foton elektronu azad etmir). Əgər bu enerji elektronun cisimdən çıxış işinə kifayət edərsə, onda fotoeffekt baş verir, yəni elektron cismi tərk edir. Bu nöqtəyi-nəzərdən, hər bir foton metal üzərinə düşərək özünün $h\nu$ enerjisini ayrıca bir elektrona verə bilər. Bu enerji elektronu saxlayan rabitəni qırmaq üçün kifayət olduqda elektron metaldan kənara çıxır. İşığın təsiri ilə azad olunmuş elektronların enerjisi fotonun enerjisindən asılıdır. Aydındır ki, bu prosesdə enerjinin saxlanması qanunu ödənilməlidir:



$$h\nu = A + A_1 + \frac{mv^2}{2} \quad (5)$$

Burada A – elektronu cismin səthindən kənara çıxma işi, A_1 -elektronu atomdan qoparmaq üçün lazım olan enerji (ionlaşma enerjisi) və (5) tənliyi *Eynşteyn tənliyi* adlanır. Metalların daxilində küllü miqdarda sərbəst elektronlar mövcud olduğundan A_1 -i sıfıra bərabər götürmək olar. Beləliklə, metallar üçün Eynşteyn tənliyi

$$\frac{mv^2}{2} = h\nu - A \quad (6)$$

şəklinə düşər. Sonuncu ifadədən görünür ki, hər bir qoparılan elektronun kinetik enerjisini $h\nu - A$ fərqi müəyyən edir. Əgər $h\nu < A$ olarsa, $h\nu - A$ ifadəsinə görə, düşən işıq kvantının enerjisi çıxış işindən az olur, bu səbəbdən də, fotoeffekt baş vermir. Bu, onu göstərir ki,

$$h\nu_{min} = A \quad (7)$$

şərti ilə təyin olunan minimal tezlik vardır və bu tezlikdə hələ fotoeffekt yarana bilər, bundan kiçik tezliklərdə isə fotoeffekt müşahidə olunmur (fotoeffektin qırmızı sərhədi). Beləliklə, fotoeffekt hadisəsi yalnız $h\nu \geq A$ olduqda baş verir. (7) ifadəsi ilə təyin olunan tezlik fotoeffekt yarada bilən ən kiçik tezlikdir. Bu tezlik düşən fotonun enerjisinin elektronun çıxış işinə bərabərliyi şərtindən təyin olunduğu üçün (7) ifadəsini

$$v_{min} = \frac{A}{h} \quad (8)$$

kimi yazıla bilər. Metal üzərinə düşən işığın tezliyi azaldıqca (dalğa uzunluğu artdıqca) metal səthindən qopan elektronların sayı azalır və tezliyin elə bir qiyməti çatır ki, fotoeffekt hadisəsi baş vermir. Tezliyin bu sərhəd qiyməti *fotoeffektin qırmızı sərhədi* adlanır.

Görünən intervalın uzun dalğalı kənarı qırmızı olduğuna görə, buna oxşar olaraq fotoeffektin uzun dalğalı sərhədi “qırmızı sərhəd” adlandırılır. (3.9) ifadəsindən istifadə edərək metallar üçün sərhəd tezliyini hesablaya bilərik. A – çıxış işi metallar üçün bir neçə elektron-volt (eV) təşkil

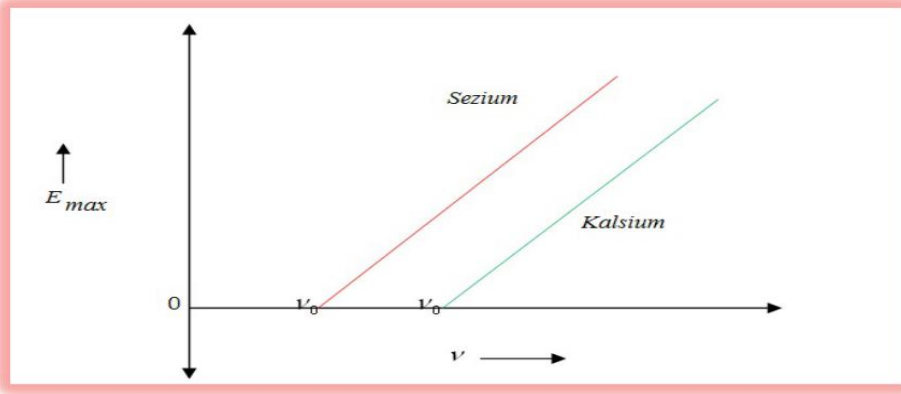
etdiyindən $\nu_{min} \approx \frac{A}{h}$ qiyməti spektrin görünən intervalına düşür. Deməli, metallarda fotoeffekt hadisəsi görünən işığın təsiri ilə baş verir. Katod maddəsinin növündən asılı olaraq, qırmızın sərhəd uyğun gələn işıq qırmızı, sarı, bənövşəyi, ultrabənövşəyi və s. ola bilər. (7) - i (5)-da nəzərə alsaq, Beləliklə, fotoelektronun maksimal kinetik enerjisi

$$E_k^{max} = eU_s \quad (9)$$

$$U_s = \frac{h}{e}(V - V_{q.s}) \quad (10)$$

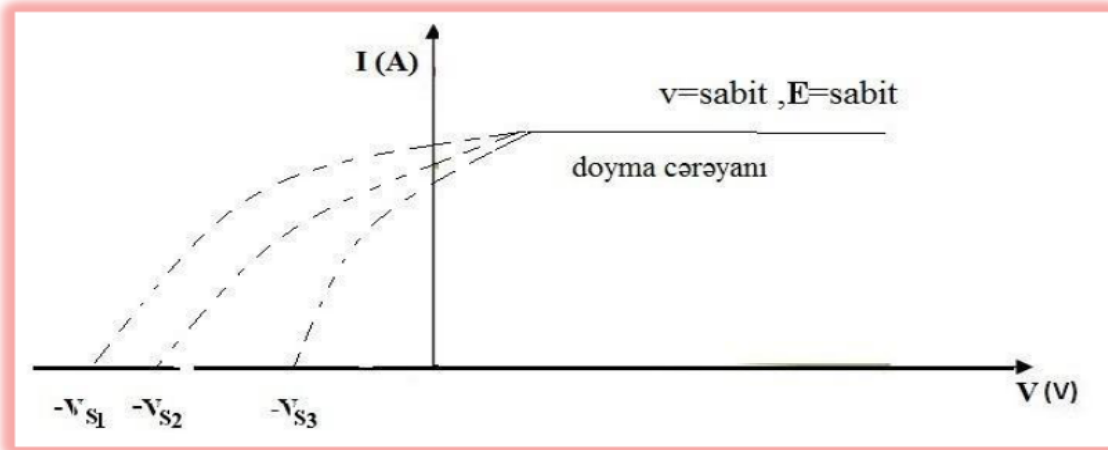
alırıq. Axırncı ifadədən görünür ki, saxlayıcı gərginliyin qiyməti katod üzərinə düşən işığın intensivliyindən asılı olmayıb, onun tezliyindən asılıdır.

Fotoelektronun maksimal kinetik enerjisi ilə düşən şüaların tezliyi arasındakı asılılıq (şəkil 5) düz xətt verəcəkdir.



Şəkil 6. Fotoelektronların maksimal kinetik enerjisi ilə tezlik arasındakı əlaqə qrafiki

Düşən işığın tezliyini və intensivliyini sabit saxlayıb, katodun səth maddəsinə dəyişdirərək təcrübə aparılsa, şəkil 6-dakı kimi qrafiklər əldə edilir. Bu vəziyyətdə fərqli saxlayıcı gərginlik müşahidə edilməlidir. Fotoeffekt hadisəsi işığın kvant nəzəriyyəsinə təcrübədə təsdiq edən mühüm hadisələrdən biri sayılır. Mütləq qara cismin şüalanması halında olduğu kimi, burada da, yəni fotoeffektin izahında da işığın dalğa təbiətli olmasına əsaslanan klassik fizika çətinliyə məruz qaldı. Bu, Eynşteyn tərəfindən işığın foton nəzəriyyəsinin yaradılmasına gətirdi. Həmin nəzəriyyə fotoeffektin bütün təcrübə qanunauyğunluqlarını müvəffəqiyyətlə izah etdi. İşığın foton nəzəriyyəsinin əsasının qoyulmasına və həmin nəzəriyyəyə görə Albert Eynşteyn Nobel mükafatına (1921) layiq görülmüşdür.



Şəkil 7. Sabit tezlik və intensivlikdə dəyişən səth maddəsi üçün $I=f(V)$ asılılığı

Laboratoriya işi.**FOTOEFFEKTİN TƏCRÜBİ YOXLANILMASI**

İşin məqsədi: Müasir fizikanın və kvant nəzəriyyəsinin yaranmasında mühüm rol oynayan fotoelektrik hadisəsinin araşdırılması və işıq şüasının kvantlardan (korpuskullardan) ibarət olmasını sübut etmək.

Cihaz və ləvazimatlar: Işıq mənbəyi, qalvanometr, voltmetr, reostat, sabit cərəyan mənbəyi, mikroampermetr, açar.

Mənbə: fotoeffekt

<https://sdu.edu.az/az/physics>

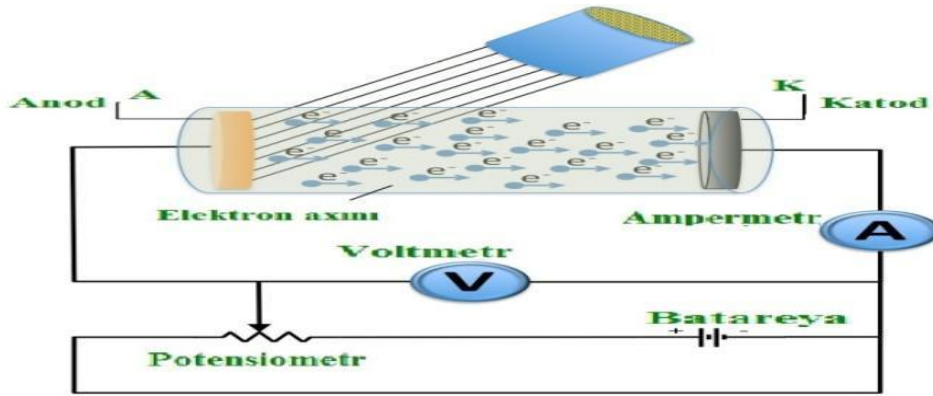
[https://www.youtube.com/channel/](https://www.youtube.com/channel/UCFK_LePky5oofOuH94QrAgw)

UCFK_LePky5oofOuH94QrAgw

Qısa nəzəri məlumat:

Simulyasiya fotoeffektin başa düşmək üçün istifadəçiyə kömək edir. Maddənin üzərinə işıq düşdükdə foton udulur (sərbəst elektronlar vakuumda foton uda bilmir), elektronun enerjisi orta enerjiden çox olur, o, olduğu mühitin səthinə yaxınlaşır. Enerjinin bir hissəsi və ya hamısını çıxış işinə sərf edir və xaricə çıxır.

Elektronlar maddəni tərk edərək ətraf fəzaya (başqa mühitə) çıxarsa, bu hadisəyə *xarici fotoeffekt* və ya *fotoelektron emissiya* deyilir. Elektronların metaldan qoparılması üçün işin görülməsi zərurəti yalnız fotoeffektə meydana çıxmır, o həmçinin közərdilmiş cisimlərin elektronlar buraxması hadisəsində (termoelektron emissiyada) də özünü göstərir. Təcrübədə işıq şüaları vakuum borusunun daxilində yerləşdirilmiş *A* müsbət yüklənmiş (anod) elektrod üzərinə düşür və anodun səthindən (şəkil-8) işığın təsiri ilə qopan elektronlar *K* katoduna doğru istiqamətlənmiş hərəkət edir, dövrədə cərəyan yaradırlar.



Şəkil 8. Anod xarakteristikası

Cərəyanın saxlayıcı gərginlikdən asılılığı şəkil -9 da göstərilən əyri ilə verilir. Cərəyanın tədricən azalması azad olunmuş elektronların müxtəlif və arası kəsilmədən dəyişən sürətə malik olması ilə izah olunur.

VIRTUAL LABORATORİYA İŞİNİN APARILMA ARDICILLIĞI:

Eksperimenti başlamaq üçün “Switch off light” düyməsi seçilir və aşağıda göstərilən ardıcılıqlar yerinə yetirilir:

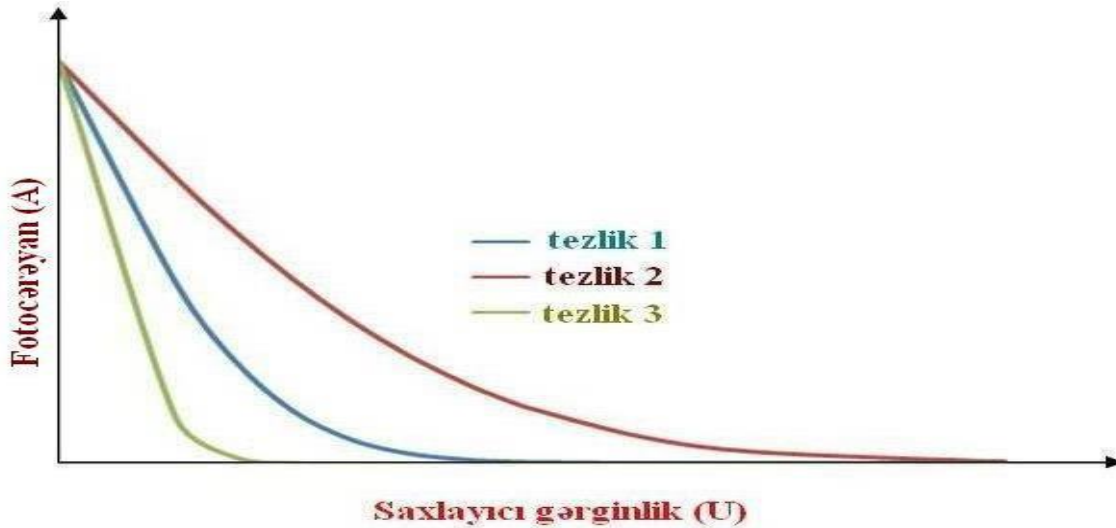
1. Fotoeffekt hadisəsinin öyrənilməsi üçün material seçilir;
2. Materialın sahəsi, düşən işığın dalğa uzunluğu və intensivliyi təyin edilir;
3. Işıq mənbəyi işə salınır. “Wavelength of light” düyməsindən istifadə edərək istənilən işığın dalğa uzunluğunu götürmək olar;
4. “Voltage Applied” düyməsi vasitəsi ilə gərginlik dəyişdirilir və gərginliyin hər bir qiymətinə

uyğun mikroampermetrin göstərişi qeyd olunur. Sonra Volt-Amper xarakteristikası qurulur;

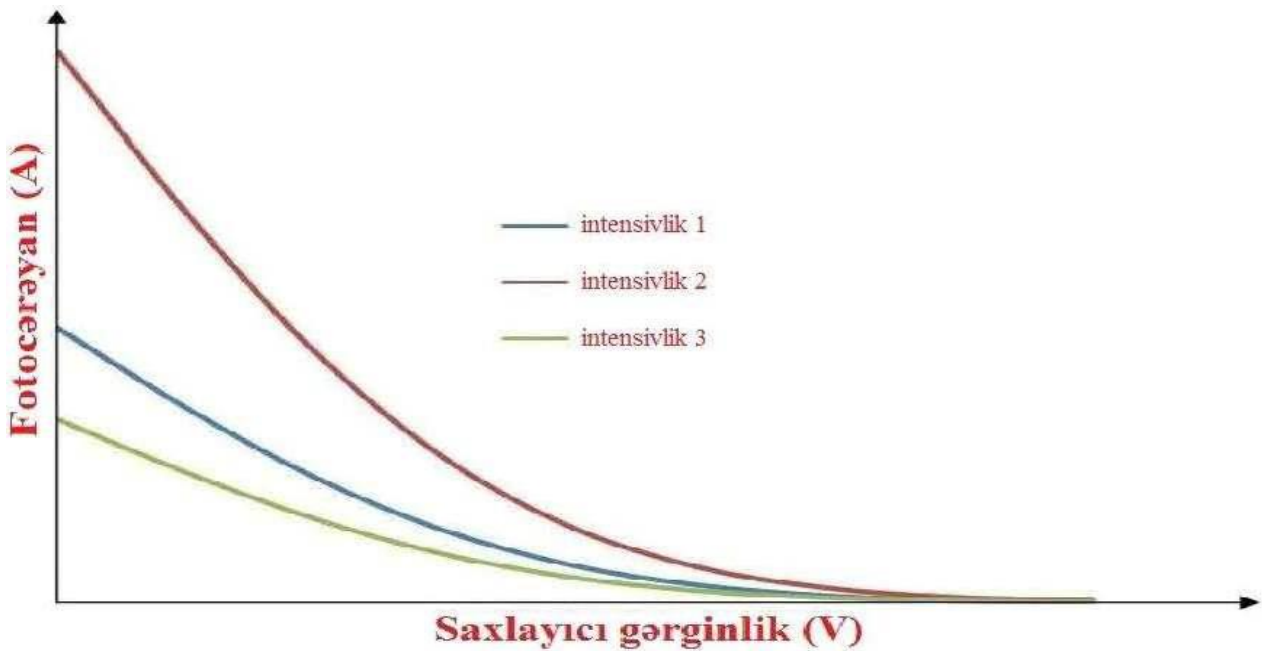
5. Düşən işığın dalğa uzunluğu üçün onun intensivliyinin müxtəlif qiymətlərində təcrübə təkrarlanır;

6. Düşən işığın intensivliyinin müəyyən bir qiymətində, dalğa uzunluğunun isə müxtəlif üç qiymətlərində eksperiment təkrarlanır və şəkil 9 - daki kimi fotocərəyanın saxlayıcı gərginlikdən asılılıq qrafiki qurulur;

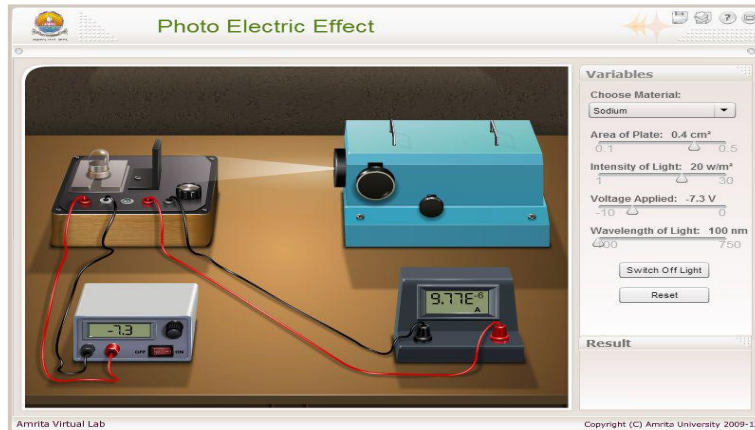
7. Düşən işıq tezliyinin müəyyən bir qiymətində, intensivliyin isə müxtəlif üç qiymətlərində eksperiment təkrarlanır və şəkil.10 - daki kimi fotocərəyanın saxlayıcı gərginlikdən asılılıq qrafiki qurulur.



Şəkil 9 .Sabit intensivliklərdə fotocərəyanın saxlayıcı gərginlikdən asılılıq qrafiki



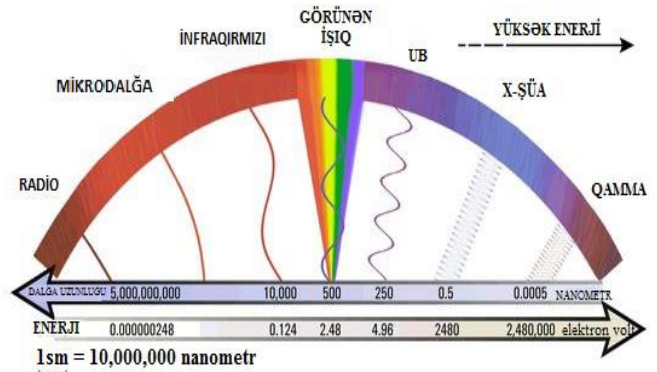
Şəkil 10. Sabit tezliklərdə fotocərəyanın saxlayıcı gərginlikdən asılılıq qrafiki



<http://amrita.vlab.co.in/?sub=1&brch=195&sim=840&cnt=4>

SPEKTRAL RƏNGLƏR

Rəng	Dalğa uzunluğu (nm)
Bənövşəyi	380–450 nm
Göy	450–495 nm
Yaşıl	495–570 nm
Sarı	570–590 nm
Narıncı	590–620 nm
Qırmızı	620–750 nm



MÖVZUYA AİD TESTLƏR

- Katodun üzərinə düşən şüalanmanın intensivliyini sabit saxlamaqla tezliyini artırıqda hansı kəmiyyət dəyişməz qalar?
 - yalnız doyma cərəyanı
 - yalnız elektronun katoddan çıxış işi
 - doyma cərəyanı və çıxış işi
 - elektronların maksimal kinetik enerjisi və saxlayıcı gərginlik
- Fotoeffekt üçün Eynşteyn düsturu hansı fundamental qanunun ifadəsidir?
 - impuls momentinin saxlanması
 - impulsun saxlanması
 - elektrik yükünün saxlanması
 - enerjinin saxlanması
- Fotoeffekt zamanı çıxan elektronların sayı nədən asılıdır?
 - düşən işığın intensivliyindən
 - düşən işığın tezliyindən
 - katodla anod arasındakı məsafədən
 - yalnız katodun materialından
- Fotoeffekt zamanı işığın hansı təbiəti aşkar olunur?
 - dalğa təbiəti
 - korpuskulyarlığı
 - nə dalğa, nə də korpuskulyar təbiəti
 - fotoeffekt hadisəsində işığın təbiəti aşkar olunmur
- Fotoeffekt zamanı hansı halda fotoelektronların maksimal kinetik enerjisi daha böyük olar?
 - yalnız çıxış işi böyük olduqda

- B. yalnız çıxış işi kiçik olduqda
C. yalnız fotonun enerjisi böyük olduqda
D. fotonun enerjisi böyük, çıxış işi kiçik olduqda
6. Foton nədir?
A. Protonlar selidir
B. mc^2 enerjisinə malik zərrəciklər selidir
C. Fəzada yayılan elektronlar selidir
D. Fəzada yayılan $h\nu$ enerjisinə malik zərrəciklər selidir
7. Metalın üzərinə düşən işığın tezliyi fotoeffektin qırmızı sərhədindən 3 dəfə çoxdur. İşığın tezliyini 2 dəfə artırısaq, fotoeffektin maksimum kinetik enerjisi necə dəyişər?
A. 2 dəfə artar
B. 3 dəfə artar
C. 2,5 dəfə artar
D. 4 dəfə artar
8. Real fotonlar nədir?
A. Elektromaqnit qarşılıqlı təsirinin daşıyıcısıdır
B. Elektromaqnit şüalanmasının enerji daşıyıcısıdır
C. Elektromaqnit qarşılıqlı təsirinin yükdaşıyıcısıdır
D. Elektromaqnit şüalanmasının yükdaşıyıcısıdır
9. Virtual fotonlar
A. elektromaqnit qarşılıqlı təsir ilə əlaqəsi olmayan zərrəcikdir
B. elektromaqnit şüalanmasının enerji daşıyıcısıdır
C. elektromaqnit şüalanmasının yükdaşıyıcısıdır
D. elektromaqnit qarşılıqlı təsirinin daşıyıcısıdır
10. Metal üzərinə göy işıq düşdükdə fotoeffekt müşahidə olunmursa, yaşıl və sarı işıq düşdükdə fotoeffekt müşahidə olunarmı?
A. Yalnız sarı işıqda müşahidə olunar
B. Olunmaz
C. Olunar
D. Yalnız yaşıl işıqda müşahidə olunar
11. Fotonun enerjisi elektronun çıxış işindən böyük olduqda aşağıdakı fikirlərdən hansı doğrudur?
A. Fotoeffekt baş verir və elektron metalın səthindən uzaqlaşır
B. Fotoeffekt baş vermir
C. Fotonun enerjisi çıxış işinə bərabər ola bilməz
D. Fotoeffekt baş verir, lakin elektron metalın səthini tərk etmir
12. Fotoeffekt zamanı katoddan hansı zərrəcik qopur?
A. proton
B. müsbət yüklü ion
C. mənfi yüklü ion
D. elektron
13. Fotoeffekt zamanı hansı halda fotoelektronların maksimal kinetik enerjisi daha böyük olar?
A. yalnız çıxış işi böyük olduqda
B. yalnız çıxış işi kiçik olduqda
C. yalnız fotonun enerjisi böyük olduqda
D. fotonun enerjisi böyük, çıxış işi kiçik olduqda.

TESTİN DÜZGÜN CAVABLARI

1.C. 2.D 3.A 4.B 5.A 6.D 7.C 8.B 9.D 10.C 11.A 12.D 13.D

YOXLAMA SUALLAR:

1. Elektrodlar arasında gərginlik olmadıqda hansı səbəbə görə dövrədə cərəyan kəsilmir?
2. Elektrodlar arasındakı fotoelektronları necə tormozlamaq olar?

3. Saxlayıcı gərginliklərdə hansı səbəbə görə dövrədəki cərəyan sıfır olur?
4. Fotoelektronların maksimal kinetik enerjisi işığın intensivliyindən nəyə görə asılı deyil?
5. Hər bir azad olunmuş elektron öz enerjisini nəyə görə yalnız bir fotondan alır?
6. Fotoeffektin qırmızı sərhəddi dedikdə nə başa düşülür?

ƏDƏBİYYAT

1. Məsimov E.Ə., Məmmədov M.Ş., Bağırov R.M. Atom fizikasından məsələlər. Dərs vəsaiti, Bakı: "MBM" mətbəəsi, 2007, 223 s.
2. Məsimov E.Ə., Mürsəlov T.M. Atom fizikası. Bakı: 2002, 912 s.
3. Məsimov E.Ə., Hüseynov İ.İ., Mürsəlov T.M. Maddə quruluşu. Bakı: 1997
4. Məmmədov M.Ş., İbrahimov N.Ə. /Atom fizikasından laboratoriya işləri/ Bakı: 2008,
5. Murquzov M.İ. Atom fizikası. 2000, 2011
6. Murquzov M.İ., Ələkbərov A.S. Atom fizikasından laboratoriya praktikumu. ADPU, Bakı: 2005
7. Murquzov M.İ., Hüseynov C.İ., Cəfərov T.A. Ümumi fizika kursundan məsələlər (atom və nüvə fizikası). Bakı: Ləman NPM, 2005

SUMMARY

Farman Gojayev, Seyfaddin Jafarov

QUANTUM THEORY OF LIGHT AND TEACHING METHODS OF PHOTOEFFECT PHENOMENON

The article studies the photo effect phenomenon-splitting of electrons from substances under the influence of light and it is one of the phenomena indicating that light possesses a corpuscular property.

The process of splitting of electrons from substances under the influence of electromagnetic radiation (light) is called the "photoelectric effect" or "photo effect". Under the influence of light, electrons released from the cathode are called photoelectrons, and the current they generate is called photocurrent. The article also provides information about the photo effect phenomenon, its working principle and physical events.

Key words: *the light, ultraviolet, photo effect phenomenon, the wave theory, the cathode*

РЕЗЮМЕ

Фарман Годжаев, Сейфаддин Джафаров

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ КВАНТОВОЙ ТЕОРИИ СВЕТА И ЯВЛЕНИЯ ФОТОЭФФЕКТА

Одним из явлений, показывающих корпускулярность света, является фотоэффект, при котором электроны удаляются из вещества под действием света.

Явление отрыва электронов от вещества под действием электромагнитного излучения (света) называется «фотоэлектрическим эффектом» или «фотоэффектом». Под действием света электроны высвобождаются из катода, эти электроны называются фотоэлектронами, а генерируемый ими ток называется фототоком. Предоставлять информацию о событии фотоэффекта, принципе работы и физических событиях.

Ключевые слова: *свет, ультрафиолет, явление фотоэффекта, волновая теория, катод.*

Мəqalə daxil olmuşdur: 04 noyabr 2020-ci il

Çapa qəbul edilmişdir: 11 noyabr 2020-ci il

SEYFƏDDİN CƏFƏROV
XURAMAN MƏMMƏDOVA
Naxçıvan Dövlət Universiteti

UOT: 532; 533; 536; 538.9

MAVİ LED ÇİPLƏRİN METAL ORQANİK KİMYƏVİ QAZ FAZA
EPİTAKSİYA ÜSULU İLƏ ALINMASI VƏ TƏDQIQI

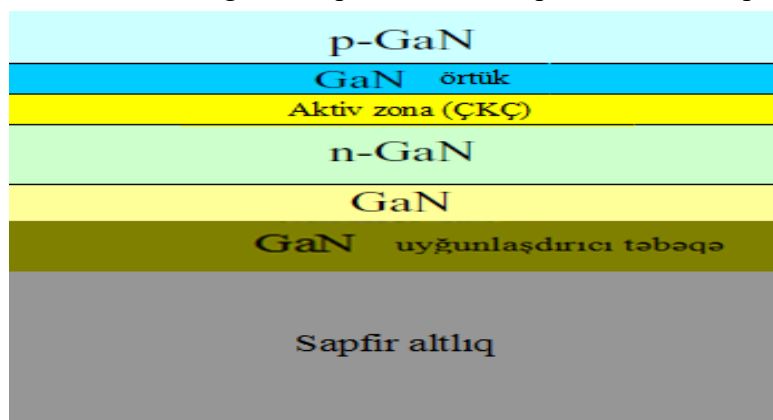
Bu məqalədə biz GaN əsaslı işıqlanan diodların (LED) yetişdirilməsindən danışmışıq. İlk olaraq, nanometr ölçülü çoxqat InGaN/GaN təbəqəli LED strukturları Metal Orqanik Qaz Faza Epitaksiya (MOCVD) üsulu ilə 2-düym ölçülü (0001)-istiqamətində sapfir altlıq üzərində yetişdirilmişdir. Sonra bir neçə mikroquraşdırma texnologiyaları, meza aşınma, metal çökdürmə vasitəsi ilə GaN əsaslı mavi işıqlanan diodlar (LED) hazırlanmışdır. LED çiplərin SEM tədqiqatları aparılmışdır. Sonra mavi InGaN/GaN LED-lərin VAX-sı ölçülmüşdür. VAX-sına əsasən işçi gərginliyinin 3.5V olduğu müəyyən edilmişdir. Onların elektrolüminessensiyası tədqiq edilmişdir. Nəticədə CIE 1976 rəng koordinatlarının $x=0.156$; $y=0.216$ və dominant dalğa uzunluğunun $\lambda_d=451\text{nm}$ olduğu təyin edilmişdir.

Açar sözlər: InGaN/GaN, mavi LED çiplər, Metal Orqanik Kimyəvi Qaz Faza Epitaksiya-OCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition)

GİRİŞ

Son illərdə yarımkeçiricilər texnologiyası sahəsində III-N əsaslı birləşmələr daha çox öyrənilir və tətbiq olunur. Ağ işıq mənbələri üçün III-N birləşmələrin istifadəsinin iki əsas səbəbi var. Birinci səbəb bu birləşmələrin qadağan olunmuş zonasının eninin (E_g) AlN, GaN və InN üçün uyğun olaraq, 6.2eV, 3.4eV və 0.7eV olmasıdır [1,2]. Belə ki, onların spektrləri ultrabənövşəyi oblastdan (UB) görünən oblasta qədər bütün dalğa uzunluğunu əhatə edir. III-N birləşmələrinin digər gen zonalı yarımkeçiricilərdən əsas üstünlüyü güclü kimyəvi rabitəyə malik olmasıdır, hansı ki, nitrid yüksək elektrik cərəyanı və yüksək temperaturda stabilliyi və deqrodasiyaya davamlılığı təmin edir. LED-lərdən müxtəlif işıqlanmalarda, küçə işıqlanmasında, reklam lövhələrinin işıqlanmasında, TV və böyük ekranlarda və s. geniş istifadə olunur. Mavi LED-lərin digər tətbiqlərinə tibbi diaqnostik avadanlıq və fotlitoqrafiya da daxildir. Hal-hazırda, xüsusilə ümumi işıqlanmada tətbiqlər üçün mavi və UB-LED-lərdən fosfor çevirici ağ işıq diodlarının (LED) yaradılmasına başlanılmışdır [3,4].

Yüksək keyfiyyətli LED çiplərin yetişdirilməsinin iki müasir üsulu mövcuddur; Molekulyar Şüa Epitaksiya - MBE (molecular beam epitaxy) və Metal Orqanik Kimyəvi Qaz Faza Epitaksiya–MOCVD (metal organic chemical vapor deposition). Biz bu məqalədə MOCVD üsulu ilə əldə edilmiş strukturun optik xassələrindən və həmçinin də GaN

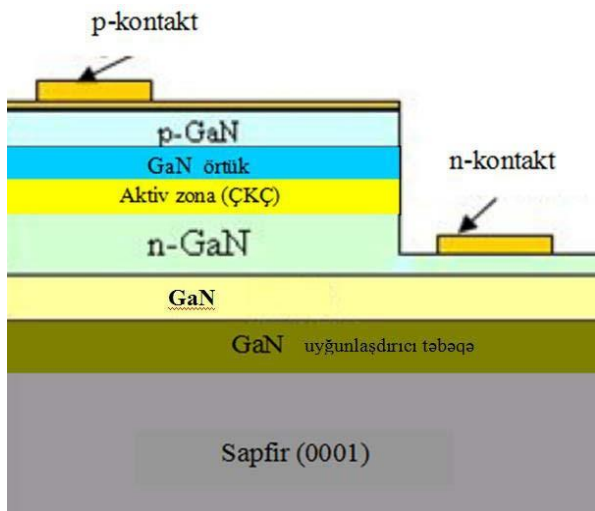


Şəkil 1. InGaN/GaN strukturunun sxematik təsviri

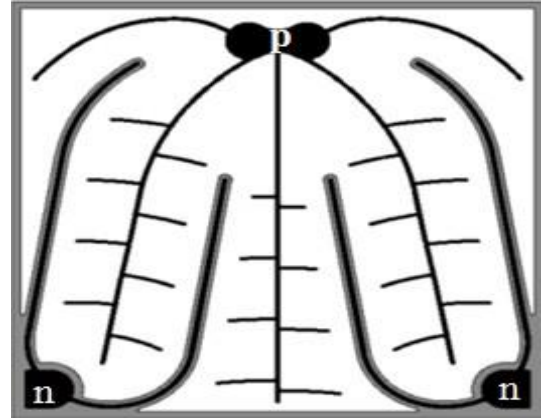
əsaslı mavi LED-lərin alınma texnologiyasından danışırıq.

EKSPERİMENT

Nümunələr MOCVD üsulu ilə yetişdirilmişdir. Bu tədqiqatda (*c*-müstəvi) saffir altlıq üzərində (0001) kristalloqrafik istiqamətində yetişdirilmiş nümunələrdən istifadə edilmişdir. Alüminium, qallium, indium və azot mənbəyi kimi uyğun olaraq, trimetilalüminium (TMAI), trimetilqallium (TMGa), trimetilindium (TMIn) və ammonyak (NH₃) istifadə olunur. *p*-tip və *n*-tip aşqar mənbələri kimi uyğun olaraq, Biscyclopentadienyl maqnezium (CP₂Mg) və disilan (Si₂H₆) istifadə olunmuşdur. Yetişmə prosesi zamanı əvvəlcə altlıq H₂SO₄:H₂O₂ (3:1) məhlulunda 10 dəqiqə müddətində təmizlənmişdir, sonra 2%-li HF məhlulunda oyulmuşdur və deionizə olunmuş suda yaxalandırılmış və daha sonra N₂ mühitində qurudulmuşdur. Bu prosesdən sonra 1080°C temperaturda 10 dəq müddətində H₂ atmosferi altında təbii halda olan oksigeni kənar etməklə saffir altlıqqa termik təmizləmə prosesi tətbiq edilmişdir. Termik təmizləmədən sonra 525°C-də təxminən 30 nm ölçülü GaN qoruyucu təbəqəsi çökdürülmüşdür. Daha sonra temperaturu 1020°C-yə yüksəltməklə 1mkm qalınlıqlı Si-aşqarlı *n*-tip GaN layı yetişdirilmişdir. Növbəti mərhələdə altlıqın temperaturu aşağı salınmışdır, 715°C-də InGaN layı və 840°C-də GaN barrier layı yetişdirilmişdir. InGaN/GaN çoxqat kvant çuxurunun aktiv zonası 3 cüt 3 nm qalınlıqlı In_{0.4}Ga_{0.6}N laylarından və 10 nm qalınlıqlı GaN barrier laylarından ibarətdir. Aktiv zonanın yetişdirilməsindən sonra 30 nm qalınlıqlı GaN örtük layı yetişdirilmişdir və altlığın temperaturunu 727°C-yə yüksəltməklə 250 nm qalınlıqlı Mg-aşqarlı *p*-tip GaN layı yetişdirilmişdir (şəkil 1). LED çipin *p* və *n* kontaktlarının SEM tədqiqatlarının nəticəsi və VAX-sı uyğun olaraq, şəkil 3 və şəkil 4-də təsvir olunmuşdur.



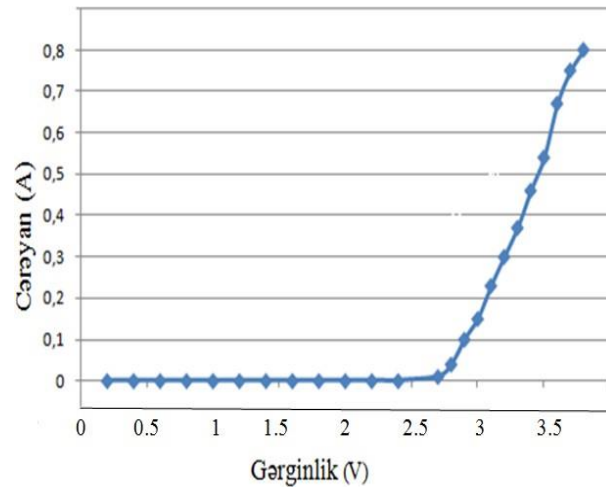
Şəkil 2. InGaN/GaN mavi LED çipinin strukturu



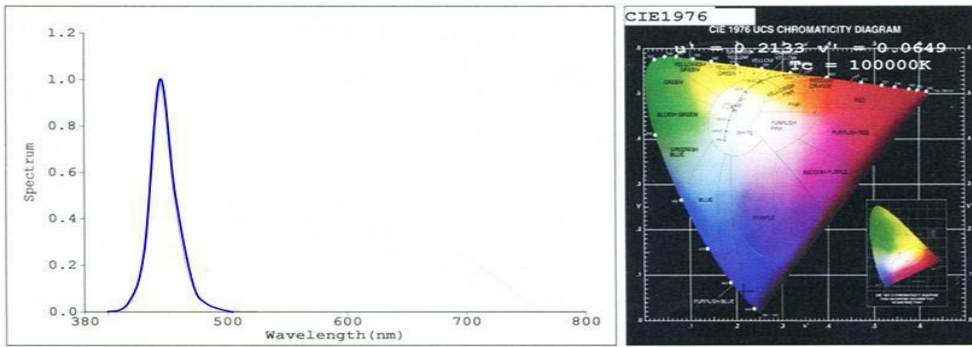
Şəkil 3. Alınan və tədqiq olunan InGaN/GaN mavi LED çipinin

Alınmış nümunədə *p*-tip GaN-ə *p*-elektrodu kimi 200 nm Au kontakt qoyulmuşdur. Digər tərəfdən, *n*-tip GaN-ə Au (100 nm) *n*-elektrodu kimi daxil edilmişdir. Nümunənin strukturu sxematik olaraq şəkil-2də göstərilmişdir.

InGaN çoxqat kvant çuxurlu LED-lərin otaq temperaturunda elektrolüminessensiya spektri şəkil 5- də göstərilmişdir. Emissiyanın ən yüksək qiyməti 465 nm dalğa uzunluğuna uyğundur.



Şəkil 4. LED InGaN/GaN mavi LED çipin volt-ampere xarakteristikası



Şəkil 5. InGaN/GaN LED çipin elektrolüminessensiya spektri və CIE 1976 (x,y) rəng koordinatlarında təsviri

NƏTİCƏLƏR

InGaN/GaN çoxqat kvant çuxurlu mavi LED çipləri Metal Orqanik Qaz Faza Epirtaksiya üsulu ilə safir altlıq (substrate) üzərində (0001)-istiqamətində yetişdirilmişdir. Alınan InGaN/GaN çoxqat kvant çuxurlu mavi LED çiplərə 200 nm Au kontaktlar qoyulmuşdur, SEM tədqiqatları aparılmışdır. VAX-sına əsasən işçi gərginliyinin 3.5 V olduğu müəyyən edilmişdir və elektrolüminessensiya spektri otaq temperaturunda tədqiq edilərək CIE (x, y) rəng koordinatları müəyyənləşdirilmişdir. Alınan LED çiplərin elektrolüminessensiyasının tədqiqi nəticəsində ($x=0.156$; $y=0.216$) rəng koordinatları və dominant dalğa uzunluğu $\lambda_d=451$ nm təyin edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Chang S.J., Lin Y.C., Su Y.K., Chang C.S., Wen T.C., Shei S.C., Ke J.C., Kuo C., Chen S.C. and Liu C.H., Solid J. State Electron. 47 1539, 2003
2. Lester S.D., F.Ponce, M.G.Craford and D.A.Steigerwald. Phys. Lett. 66 1249, 1995 Appl.
3. R.Jabbarov, N.Musayeva, F.Scholz, T.Wunderer, A.N.Turkin, S.S.Shirokov, A.E.Yunovich. Phys. Status Solidi A 206, No. 2, 287–292, 2009
4. M. Steranka, J. Bhat, D. Collins, L. Cook, M.G. Craford, R. Fletcher, et al. High power LEDs – technology status and market applications. Phys Status Solidi A;194:380–8, 2002

SUMMARY

Seyfaddin Jafarov
Khuraman Mammadova

DETERMINATION AND INVESTIGATION OF BLUE LED CHIPS BY METAL ORGANIC CHEMICAL GAS PHASE EPITAXTION

The article explores growing GaN-based light emitting diodes (LEDs). First, nanometer-sized multilayer InGaN / GaN layer LED structures were grown on a 2-inch (0001) sapphire base by the Metal Organic Gas Phase Epirtaxis (MOCVD) method. Then, GaN-based blue light emitting diodes (LEDs) were developed by several micro-installation technologies, meza abrasion, metal deposition. SEM studies of LED chips have been conducted. Then the VAX of the blue InGaN / GaN LEDs was measured. According to VAX, the operating voltage was determined to be 3.5V. Their electroluminescence has been studied. As a result, the CIE 1976 color coordinates $x = 0.156$; $y = 0.216$ and the dominant wavelength was determined to be $\lambda_d = 451\text{nm}$.

Key words: *In GaN / GaN, blue LED chips, Metal Organic Chemical Gas Phase Epitaxy-OCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition)*

РЕЗЮМЕ

Сейфаддин Джафаров
Хураман Мамедова

ИССЛЕДОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ INGAN / GAN СИНИХ СВЕТОДИОДОВ С КВАНТОВЫМИ ЯМАМИ МЕТОДОМ МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКОГО ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ИЗ ПАРОВОЙ ФАЗЫ

В данной работе мы сообщаем об изготовлении синих светоизлучающих диодов (СИД) на основе GaN. Во-первых, несколько слоев нанометровой толщины InGaN/GaN, выращенных на сапфировой подложке диаметром 2 дюйма с (0001)-ориентацией с помощью металлоорганического химического осаждения из паровой фазы (MOCVD) для последующей реализации светодиодных структур. Затем, синие светодиоды на основе GaN изготовлены с использованием нескольких стандартных методов микрообработки, в том числе меза травления, осаждения металла. Светодиодный чип был рассмотрен с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Были измерены вольт-амперные (I-V) характеристики InGaN/GaN синего светодиода. Результаты показывают, что напряжение включения составляет около 3.5V. Его электролю-ми-несцентные свойства были исследованы. Экспериментальные результаты показали, что цветовые координаты CIE 1976 были $x = 0,156$, $y = 0,216$, а длина волны синего излучаемого света была около 450 нм.

Ключевые слова: *InGaN/GaN, голубые светодиодные чипы, металлоорганическая химическая газофазная эпитаксия-OCVD (металлорганическое химическое осаждение из паровой фазы)*

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

Məqalə daxil olmuşdur: 04 noyabr 2020-ci il

Çapa qəbul edilmişdir: 11 noyabr 2020-ci il

AYGÜN SULTANOVA
aygunsultanova60@qmail.com

NAILƏ QARDAŞBƏYOVA
naileqardashbeyova@qmail.com

SƏMA HƏSƏNLİ
Naxçıvan Dövlət Universiteti

UOT: 537.311.322

MƏXSUSİ YARIMKEÇİRİCİLƏRİN FERMİ SƏVİYYƏLƏRİNİN
TEMPERATUR ASILILIĞI

Bu məqalədə sərbəst yükdaşıyıcıları (elektron və ya deşiklər) kristal qəfəsin rəqsləri ilə statistik (termodinamik) tarazlıqda olan yarımkeçirici kristallara baxılıb. Termodinamik tarazlıqda sistemin halı onu bu tarazlığa gətirib çıxaran qarşılıqlı təsirin mexanizmindən asılı olmadığı üçün biz elektron və deşiklərin kristal qəfəs ilə qarşılıqlı təsirinə mexanizmi ilə tanış oluruq.

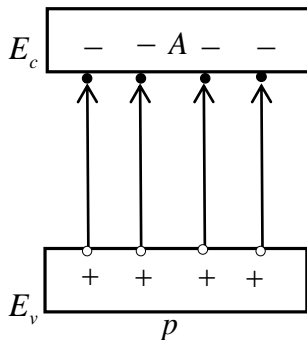
Məqalədə kənar aşqar atomları olmadıqda, məxsusi yarımkeçiricilərin Fermi səviyyəsinin temperatur asılılığına baxılıb. Məqalədə kristalda olan sərbəst elektronların (və ya deşiklərin) konsentrasiyasını tapmaq üçün E və $E+dE$ enerji intervalına düşən kvant səviyyələrinin sayını və bu səviyyələrdə elektronun (və ya deşiyin) olma ehtimalı (yəni paylanma funksiyası) öyrənilib. Bir elektronlu yaxınlaşmada elektronların kristalda bir-biri ilə qarşılıqlı təsiri öz-özü ilə əlaqələnən potensialın içərisinə daxil olur. Təbiidir ki, bu cür qaz spini $\frac{1}{2}$ olan zərrəciklərdən təşkil olunduğu üçün termodinamik tarazlıq halında Fermi-Dirak statistikasında təbə olacaq.

Açar sözlər: keçiricilik, elektron, kristal, elektrik sahəsi, paylanma funksiyası

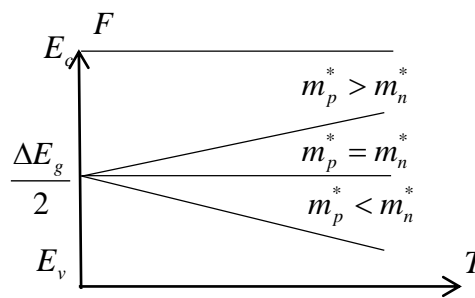
Yarımkeçiricilərdə kənar aşqar atomları olmadıqda o, məxsusi yarımkeçirici adlanır. Bu halda $N_d = N_a = 0$ -dır. Onda

$$n=p \tag{1}$$

yəni keçiricilik zonasında olan sərbəst elektronların sayı valent zonasında olan sərbəst deşiklərin sayına bərabərdir [1] (şəkil 1). Cırılşmamış yarımkeçirici üçün (1)-dən yazarıq:



Şəkil 1. Məxsusi yarımkeçiricilərdə yükdaşıyıcıların istilik generasiyası



Şəkil 2. Məxsusi yarımkeçiricilərdə Fermi səviyyəsinin temperatur asılılığı

$$2 \left(\frac{2\pi m_{dn}^*}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}} e^{\frac{F}{k_0T}} = 2 \left(\frac{2\pi m_{dp}^*}{h^2} \right)^{\frac{3}{2}} e^{\frac{F+\Delta E_g}{k_0T}} \tag{2}$$

Buradan:

$$e^{\frac{2F+\Delta E_g}{k_0T}} = \left(\frac{m_{dp}^*}{m_{dn}^*} \right)^{\frac{3}{2}}$$

Bu düsturdan F -i tapa bilərik:

$$F = -\frac{\Delta E_g}{2} + \frac{k_0 T}{2} \ln \left(\frac{m_{dp}^*}{m_{dn}^*} \right)^{\frac{3}{2}}. \quad (3)$$

$m_{dp}^* = m_{dn}^*$ olsa, onda Fermi səviyyəsi qadağan olunmuş zonanın ortasından keçir və temperturdan asılı olmur (şəkil 2). $m_{dp}^* \neq m_{dn}^*$ olduqda mütləq sıfır temperaturunda Fermi səviyyəsi qadağan olunmuş zonanın ortasına düşür və temperatur artdıqca xətti olaraq ya keçiricilik zonasına ($m_{dp}^* > m_{dn}^*$) və ya da valent zonasına ($m_{dp}^* < m_{dn}^*$) yaxınlaşır [2].

Məxsusi yarımkeçirici üçün yükdaşıyıcıların konsentrasiyasını n_1 ilə işarə etsək, (3) ifadəsindən alırıq:

$$\begin{aligned} n_1 = n = p &= \sqrt{np} = \sqrt{N_c N_v} e^{\frac{\Delta E_g}{2k_0 T}} = \\ &= 4.82 \cdot 10^{15} \left(\frac{m_{dn}^* m_{dp}^*}{m_0^2} \right)^{\frac{3}{4}} T^{\frac{3}{4}} e^{\frac{\Delta E_g}{2k_0 T}} = CT^{\frac{3}{4}} e^{\frac{\Delta E_g}{2k_0 T}}, \end{aligned} \quad (4)$$

burada $C = 4.82 \cdot 10^{15} \left(\frac{m_{dn}^* m_{dp}^*}{m_0^2} \right)^{\frac{3}{4}} \text{ sm}^{-3}$ verilmiş yarımkeçirici üçün sabit kəmiyyətdir. (4)-dən

$n_i T^{\frac{3}{2}} = C e^{\frac{\Delta E_g}{2k_0 T}}$, bu ifadəni loqarifmaladıqdan sonra

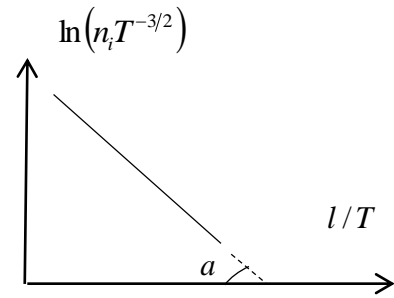
$$\ln \left(n_i T^{\frac{3}{2}} \right) = \ln C - \frac{\Delta E_g}{2k_0} \cdot \frac{1}{T} \quad (5)$$

göründüyü kimi $\ln \left(n_i T^{\frac{3}{2}} \right)$ kəmiyyəti $\frac{1}{T}$ -dən xətti

Asılıdır [3] (şəkil 3).

(5) ifadəsindən və 3-cü şəkildən aydındır ki, $\Delta E_g = 2k_0 T g \alpha$.

Beləliklə, məxsusi yarımkeçiricilərdə yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının temperaturdan asılılığı qadağan olunmuş zonanın enini təyin etməyə imkan verir [4].



Şəkil 3. Məxsusi yarımkeçiricidə $\ln(n_i T^{-3/2}) f(1/T)$

ƏDƏBİYYAT

1. Əsgərov B.M. Bərk cisimlər nəzəriyyəsi. BDU-nun nəşriyyatı, Bakı: 2001, 154 s.
2. Tahirov V.İ. Yarımkeçiricilər fizikasının əsasları. Bakı: Maarif, 1984, 326 s.
3. Zərbəliyev M.M. Yarımkeçiricilərin elektrofiziki parametrlərini ölçmə üsulları. SDU-nun nəşriyyatı, Sumqayıt: 2004, 117 s.
4. Zərbəliyev M.M., Məmmədov E.H., Nağıyev Ə.B. Yarımkeçiricilər fizikasından praktikum. Sumqayıt: 2006, 106 s.

SUMMARY

Aygün Sultanova, Naila Gardashbayova, Sama Hasanli

FERMI LEVELS OF SPECIAL SEMICONDUCTORS' TEMPERATURE DEPENDENCE

In this paper, semiconductor crystals with free charge carriers (electrons or holes) in static (thermodynamic) equilibrium with the oscillations of the crystal lattice are considered. Since the state of a system in thermodynamic equilibrium does not depend on the mechanism of interaction that leads

it to this equilibrium, we study about the mechanism of the interaction of electrons and holes with the crystal lattice. The article considers the temperature dependence of the Fermi level of special semiconductors in the absence of foreign additive atoms. In order to find the concentration of free electrons (or holes) in a crystal, the number of quantum levels in the energy range E and $E + dE$ and the probability of an electron (or hole) at these levels (the distribution function) are studied. In a one-electron approach, the interaction of electrons in a crystal enters a self-contained potential. Naturally, since such a gas is composed of particles with spin, it will be subject to Fermi-Dirac statistics in the case of thermodynamic equilibrium.

Key words: conductivity, electron, crystal, electric field, distribution function.

РЕЗЮМЕ

Айгюн Султанова, Наиля Гардашбекова, Сема Гасанбейли

ФЕРМЕРСКИЕ УРОВНИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ

В этой статье рассматриваются полупроводниковые кристаллы, свободные носители заряда (электроны или дырки) которых находятся в статистическом (термодинамическом) равновесии с танцами кристаллической решетки. Поскольку в термодинамическом равновесии решения системы не зависят от механизма взаимодействия, приводящего ее к этому равновесию, мы знакомимся с механизмом взаимодействия электронов и дырок с кристаллической решеткой. В статье рассмотрена температурная зависимость уровня Ферми конкретных полупроводников при отсутствии посторонних аддитивных атомов. В статье было изучено количество квантовых уровней, попадающих в энергетический интервал E и $E+dE$, чтобы найти концентрацию свободных электронов (или дырок) в кристалле и вероятность того, что электрон (или дырка) находится на этих уровнях (т. е. функция распределения). В одноэлектронном приближении взаимодействие электронов друг с другом в кристалле происходит внутри потенциала, связанного с самим собой. Естественно, что поскольку такой газ состоит из частиц со спином, он будет подчиняться статистике Ферми-Полюса в случае термодинамического равновесия. В этой статье рассматриваются полупроводниковые кристаллы, свободные носители заряда (электроны или дырки) которых находятся в статистическом (термодинамическом) равновесии с танцами кристаллической решетки. Поскольку в термодинамическом равновесии решения системы не зависят от механизма взаимодействия, приводящего ее к этому равновесию, мы знакомимся с механизмом взаимодействия электронов и дырок с кристаллической решеткой. В статье рассмотрена температурная зависимость уровня Ферми конкретных полупроводников при отсутствии посторонних аддитивных атомов. В статье было изучено количество квантовых уровней, попадающих в энергетический интервал E и $E+dE$, чтобы найти концентрацию свободных электронов (или дырок) в кристалле и вероятность того, что электрон (или дырка) находится на этих уровнях (т. е. функция распределения). В одноэлектронном приближении взаимодействие электронов друг с другом в кристалле происходит внутри потенциала, связанного с самим собой. Естественно, что поскольку такой газ состоит из частиц со спином, он будет подчиняться статистике Ферми-Полюса в случае термодинамического равновесия.

Ключевые слова: проводимость, электрон, Кристалл, электрическое поле, функция распределения

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

Мəqalə daxil olmuşdur: 04 noyabr 2020-ci il

Çapa qəbul edilmişdir: 11 noyabr 2020-ci il

ELDAR QOCAYEV

Azərbaycan Texniki Universiteti

geldar-04@aztu.edu.az

GÜLŞƏN MƏMMƏDOVA

Naxçıvan Dövlət Universiteti

UOT: 661:548.55; 661.539.1.074; 661.143

 $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ MONOKRİSTALLARININ TENZOREZİSTİV XASSƏLƏRİ

Təqdim olunan işdə $TlInSe_2$ birləşməsində üçvalentli indium atomlarının üçvalentli qalium atomları ilə əvəz olunması ilə alınan $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ kristallarının elektrik müqavimətlərinin mexaniki deformasiyadan və temperaturdan asılı olaraq, dəyişməsi nəticəsində müşahidə edilən tenzorezistiv effektiv tədqiqinin nəticələri barədə məlumatlar verilir. İşdə $x=0; 0.1; 0.2; 0.3; 0.4$ tərkibli kristalların statik rejimdə tədqiq olunmuş tenzorezistiv xassələrinin, yəni tenzohəssaslıq əmsallarının deformasiyanın qiymətindən, temperaturdan və kristalın tərkibindən asılılıqları tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunan kristalların tenzohəssaslıq əmsalları kifayət qədər böyük qiymətlər alır və deformasiyanın qiymətindən, temperaturdan asılı olaraq, xətti qanunla dəyişir ki, bu da həmin kristallardan praktiki məsələlərin həllində geniş miqyasda tətbiq olunmasına imkan yaradır.

Açar sözlər: sənaye, monokristal, elektrik, element, əmsal

Giriş

Sənayedə istehsal olunan məlum yarımkəçirici tenzorezistorların hazırlanma texnologiyası çox mürəkkəb, böyük əmək sərf edilməsi tələb edilən mürəkkəb prosesdir. Bu, ilk növbədə yarımkəçiricilərdən lazımi həndəsi formaya və ölçüyə malik nümunələrin hazırlanması, səthinin lazımi qaydada işlənməsi, onlara müvafiq kontakt materialları seçilməsi, nümunələrə kontaktların vurulması və hazırlanmış tenzorezistor elementlərinin müəyyən altlıq üzərinə yapışdırılma texnologiyasının çox mürəkkəb olması ilə əlaqədardır. Məsələn, sənaye tranzistorlarını istehsal edən müəssisələr ilk növbədə materiallardan mexaniki qaydada nümunələrin kəsilməsi, məmulatın səthinin cilalanması, mexaniki emal ilə əlaqədar səthdə yaranan qüsurların aradan qaldırılması prosesindən sonra tenzorezistorların hazırlanması həyata keçirilir. Bu çətinliklər hazırda çox geniş miqyasda tətbiq olunan p və n – tip Ge və Si kristallarında, A^{III}B^V tip almazabənzər yarımkəçiricilərdə PbS, birləşməsində və onların analoqlarında, p-tip birləşməsində və bütövlükdə tenzohəssas yarımkəçiricilərin hamısında mövcuddur.

Məlum olduğu kimi, A^{III}B^{VI} tip binar birləşmələrin tipik nümayəndəsi, məxsusi kristallik quruluşa, yüksək tenzohəssaslıq əmsalına malik olan $TlInSe_2$ [] birləşməsi əsasında alınan $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ bərk məhlullarının kristalostruktur xüsusiyyətləri onlardan asan texnologiya ilə tenzoötürücülərin hazırlanmasına imkan verir. Bildiyimiz kimi, $TlInSe_2$ birləşməsi yüksək tenzohəssaslıq əmsalına malikdir. Onların monokristallarının alınma texnologiyası və monokristallarının əsasında tenzoötürücülərin hazırlanma texnologiyası sadədir, kənar amillərin: temperatur dəyişmələrinin, işığın tezliyinin, mexaniki deformasiyasının dəyişdirilməsi ilə

tenzohəssaslığını dəyişdirərək idarə etmək mümkündür [1-5].

Təbiidir ki, $TlInSe_2$ birləşməsində üçvalentli indium atomlarının üç valentli qallium atomları ilə əvəz olunması ilə alınan $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ tip kristalların da yüksək tenzohəssaslıq əmsalına malik olması, əlavə olaraq, kristalların tərkibini dəyişdirməklə də bu tip kristalların da tenzohəssaslığını dəyişərək idarə oluna bilməsi bu kristalları maraqlı tədqiqat obyektinə çevirir.

Fiziki – kimyəvi, rentgenofaza və xassə - tərkib analizləri ilə $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ sisteminin hal diaqramının qurulması ilə bu sistemdə kəsilməz bərk məhlullar alınması sübut edilmişdir. bu sistemin xassələrinin tədqiqi barədə dövrü ədəbiyyatda kifayət qədər məlumatlar olmasına baxmayaraq, onların tenzorezistiv xassələrinin sistemli tədqiqi barədə məlumatlar mövcud deyil. Qeyd edək ki, adətən yarımkeçirici tenzorezistorların tədqiq edilməsi zamanı çalışılır ki, material kifayət qədər tenzohəssaslıq əmsalına malik olsun, elektrik müqavimətləri temperaturdan asılı olaraq xətti qanunla dəyişsin. Xassələrində histerezis müşahidə edilməsin. Kənar, zərərli fiziki təsirlərə qarşı mümkün ədər həssas olmasın. Qeyd olunanları nəzərə alaraq, biz, $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ tip kristalların tenzorezistiv xassələrinin tədqiqi barədə məlumat veririk.

Tədqiqatın metodikası

$TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ bərk məhlullarının monokristalları zona əritmə üsulu ilə yetişdirilmişdir. Monokristalın yetişdirilməsi 0.133Pa vakuum şəraitində, kvarts ampulalarda aparılır. Ərimiş zonaların uzunluğu 5-15mm - ə qədər olur və ampula ərinmiş zonadan müxtəlif istiqamətlərə 4-dən 10 -a qədər dəfə keçmişdir. Alınmış iynəyəbənzər kristallar elədir ki, onlardan asanlıqla ülgüc hətta iti bıçaqın ucu ilə güzgü səthli en kəsiyinin sahəsi $0,1 \div 0,2 \text{ m}^2$, uzunluğu 1-50 mm olan düzbucaqlı nümunələr ayırmaq olur. Bu addımdan sonra alınmış güzgü səthli iynəvari kristal, heç bir əlavə emala məruz qalmadan kontakt vurulmağa və altlıq üzərinə yerləşdirilməyə hazır vəziyyətdə olur. Qeyd olunan qaydada seçilmiş məmulatlara kontakt vurulması aşağıdakı qaydada həyata keçirilmişdir:

-Təsirsiz qaz mühitində, seçilmiş naqilin kondensator boşalması vasitəsi ilə nümunənin səthinə lehirlənməsi.

Bu qaydada hazırlanmış tenzoelement 45 markalı, qalınlığı $0,5 \div 1 \text{ mm}$ uzunluğu 20 - 60 mm olan polad lövhə üzərinə yapışdırılmışdır. Altlığın səthinin işlənilməsi yüksək səviyyədə olmalıdır.

Bu altlıq onun üzərinə tenzoelementlər yapışdırılana qədər əvvəlcə səthindəki kənar çöküntülərin kənarlaşdırılması məqsədilə toluolla təmizlənir, sonra etil spirti ilə yuyulur. Bu qaydada təmizlənmiş altlığın üstü E - 40 eboksid qətranının məhlulu olan (EP-96) eboksid krezol lakı ilə örtülür. Təbəqə 10 - 15 mikron olur və bu zaman çalışılmalıdır ki, təbəqənin qalınlığı altlığın hər yerində eyni olsun. Altlıq 1 - 1,5 saat otaq temperaturunda saxlanıldıqdan sonra, yüksək temperaturlu polimerləşmə aparılması üçün quruducu şkafa yerləşdirilir. Temperaturun tədricən 450 K-nə qədər qaldırılması və altlığın bu temperaturda 1 - 1,5 saat saxlanması polimerləşmənin tam başa çatmasını təmin edir və altlığın hamar səthi üzərinə tenzorezistorun ölçüsündən bir neçə dəfə böyük olan ikinci lak təbəqəsi çəkilir. Kontakt vurulmuş kristallar lak təbəqəsi üzərinə qoyularaq yüngülcə səthə doğru sıxılır. Bundan sonra kristal nümunəsi lakla tamamilə örtülür və onun əvvəlcədən altlıq üzərində verilmiş vəziyyətinin saxlanılmasını təmin etmək üçün o, eni 1,5 mm olan lentlə altlığa sarınır. Bu qaydada hazırlanmış cihazın qurudulması 290 - 296 K temperatur intervalında 1 saat saxlanılmaqla və 460 K - də 1,5 – 2 saat müddətində dəmləmə aparmaqla həyata keçirilir. Bu prosesdən sonra hazırlanmış ötürücülər tədqiqat üçün hazır vəziyyətdə olurlar.

$TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ monokristallarının tenzorezistiv xassələrinin tədqiqi üçün statik üsuldən istifadə edilir. Bu üsulda deformasiya, ölçüləcək maddəyə xüsusi hazırlanmış qurğu vasitəsilə ötürülür (şəkil 1).

Yuxarıda təsvir edilmiş qaydada hazırlanmış tenzoötürücü deformasiyaya uğradıqda onun orta hissəsi dayaq müstəvisinə nəzərən vəziyyətini Δh qədər dəyişdirir. Bu zaman nisbi deformasiya

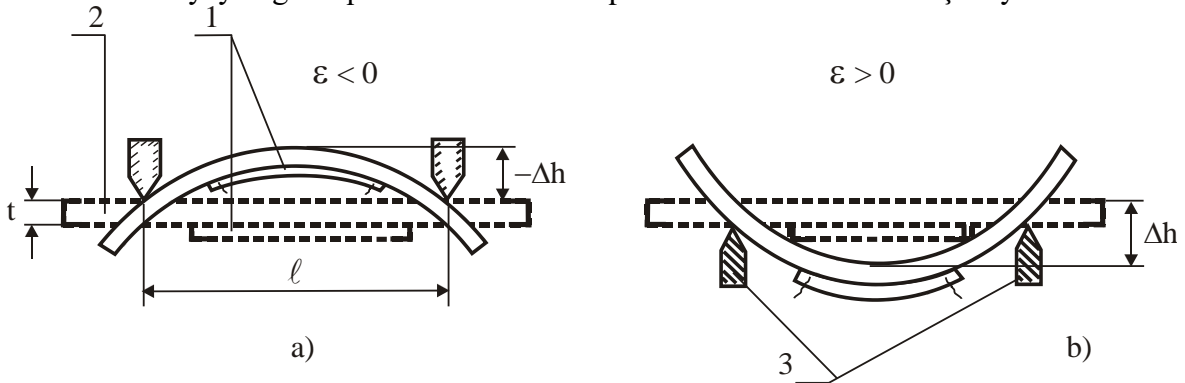
$$\varepsilon = \frac{4t}{l^2} \cdot \Delta h \quad (1)$$

düsturu ilə, həmin halda kristalın sərbəst ucundan uzaqlaşması halında nisbi deformasiya

$$\varepsilon = \frac{3at}{l^3} \cdot \Delta h \quad (2)$$

düsturu ilə hesablanır.

Burada nümunənin tarazlıq vəziyyətinə nəzərən dəyişməsi Δh , yüksək dəqiqliklə saat mexanizmlə indikatorla ölçülür. Tenzohəssaslıq əmsalını hesablamaq üçün lazım olan müqavimət nümunə deformasiyaya uğradıqdan sonra VK 7-9 tip voltmetr vasitəsilə birbaşa təyin edilir.



Şəkil 1: Statik rejimdə nisbi deformasiyanı ölçmək üçün istifadə olunan qurğunun sxemi

Amma onların yük müqavimətinin kiçik olması halında təyin edilməsində aşağıda təsvir edilən sxemdən istifadə olunur:

Stabilləşdirilmiş deformasiya ilə dəyişə bilən gərginlik mənbəyinə R_ε və R_H müqavimətləri qoşulur və bu zaman V_S gərginliyi həmin müqavimətlər arasında paylanılır:

$$V_S = V_R + V_\varepsilon \quad (3)$$

Onda qapalı dövrə üçün Om qanunu:

$$V_S = I(R_\varepsilon + R_H) \quad (4)$$

şəklində ifadə olunur. Beləliklə, verilmiş deformasiya halında kristalın müqaviməti:

$$R_\varepsilon = \frac{R_H}{V_\varepsilon} \cdot (V_S - V_\varepsilon) \quad (5)$$

kimi ifadə edilir. Burada $V_\varepsilon = IR_H$ - nisbi deformasiya mövcud olduğu halda yük müqavimətində gərginlik düşgüsüdür. Deformasiya olmadığı halda kristalın müqaviməti

$$R_0 = \frac{R_H}{V_0} \cdot (V_S - V_0) \quad (6)$$

düsturu ilə hesablanır. Beləliklə, kristalların deformasiya ilə əlaqədar mütləq müqaviməti

$$\Delta R_{\varepsilon,0} = -R_H \cdot V_S \cdot \frac{V_\varepsilon - V_0}{V_\varepsilon \cdot V_0} \quad (7)$$

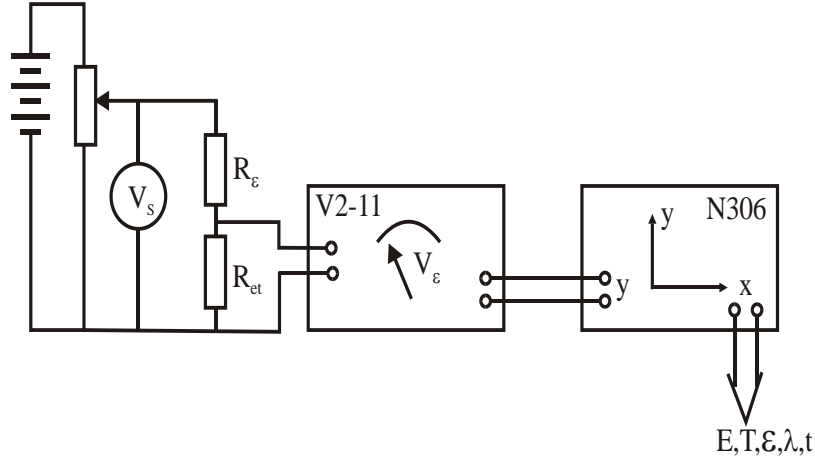
kimi, müqavimətin nisbi dəyişməsi

$$\frac{\Delta R_{\varepsilon.0}}{R_0} = - \frac{V_S \cdot V_0}{(V_S - V_0) \cdot V_{\varepsilon} \cdot V_0} \cdot \Delta V_{\varepsilon.0} \quad (8)$$

kimi, tenzohəssaslıq əmsalı isə $K = - \frac{\Delta V_{\varepsilon.0}}{V_{\varepsilon} \cdot \varepsilon}$ kimi təyin edilir. Əgər $R_H \ll R_K$ olarsa, yəni gərginlik düşgüsü, əsasən, kristalların üzərinə düşürsə ($V_S \gg V_0$), onda $\frac{V_S}{V_S - V_0} \approx 1$ qəbul etmək olar və tenzohəssaslıq əmsalı

$$K = - \frac{\Delta V_{\varepsilon.0}}{V_{\varepsilon} \cdot \varepsilon} \quad (9)$$

düsturu ilə təyin edilir. Beləliklə, şəkil 2-də təsvir olunan sxemə əsasən tenzohəssaslıq əmsalını deformasiya olmadıqda V_0 gərginlik düşgüsünü və statik deformasiya olduqda V_{ε} gərginlik düşgüsünü ölçməklə təyin etmək olar.



Şəkil 2: Tenzohəssaslıq əmsalını statik rejimdə təyin etmək üçün istifadə olunan qurğunun prinsipial sxemi

İfrat kiçik deformasiyalar ($10^{-7} - 10^{-10}$) və kiçik tenzohəssaslığa malik olan kristallar üçün ($\Delta V_{\varepsilon.0} \ll V_0$) və ya $V_{\varepsilon} = V_0 \pm \Delta V_{\varepsilon.0} = V_0$ olduğundan,

$$K = \frac{\Delta V_{\varepsilon.0}}{V_0 \cdot \varepsilon} \quad (10)$$

düstürundan istifadə etmək olar.

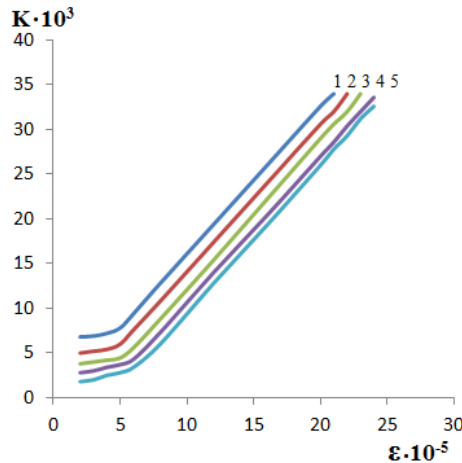
Tenzohəssaslıq əmsalının təyini zamanı xətanın qiyməti haqqında müəyyən təsəvvürə malik olmaq üçün R_H və R_{ε} -nin müxtəlif nisbətlərində bu vuruğun nəzərə alınmaması səbəbindən, həqiqətə ən yaxın qiymət kimi K -nın (10) düsturu ilə ifadə olunan münasibəti götürmək lazımdır. V2-11 tipli mikrovoltmetrlə birlikdə N 306 tipli qrafikçəkəndən istifadə edilməsi, ölçmələrin nəticələrinin qeyd edilməsini nəzərə çarpacaq dərəcədə asanlaşdırır (şəkil 2). Bu zaman qrafikçəkənin şaquli kanalı – Y, V_{ε} (həmçinin V_0) siqnalının qeyd olunmasında, üfüqi – X kanalı isə təsir edən amillərin: elektrik sahəsi (E), temperatur (T), deformasiya dərəcəsi (ε), zaman və s. müəyyən edilməsində istifadə olunur. Təbiidir ki, ölçülən kəmiyyətin temperatur asılılığının deformasiya halında və yaxud deformasiya olmayan halda volt - amper xarakteristikalarının yazılışı

zamanı iki koordinatlı potensiometrdən istifadə rejimi əlverişlidir. Bütün digər hallarda ölçülən kəmiyyətin zaman açılışlı blok rejimi tətbiq edilməklə müəyyən edilir.

Yuxarıda təsvir olunan üsulla $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ kristallarının tenzometrik xarakteristikaları deformasiya müddətindən və deformasiya tərtibindən asılı olaraq, deformasiyanın həm müsbət, həm də mənfi qiymətlərində düz və əks istiqamətlərdə müəyyən edilmişdir. Bu ölçmələr nəticəsində müəyyən edilir ki, nümunələrin qurudulması və yapışqanın qalınlığının normal seçilməsi halında, nisbətən kiçik deformasiyada belə eyni tenzoeffekt müşahidə edilir.

Eksperimental nəticələr və onların müzakirəsi

$TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ tip kristalları əsasında hazırlanmış tenzorezistorların tenzohəssaslıq əmsallarının mexaniki deformasiyanın qiymətindən asılılığının tədqiqi otaq temperaturunda aparılmışdır. Tədqiqat təmiz $TlInSe_2$ kristalında və onun əsasında alınmış bərk məhlullarda aparılmışdır. Tədqiqatın nəticələri şəkil 3 -də verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, tenzohəssaslıq əmsalları tərkibdən asılı olaraq, mexaniki deformasiyanın $(4\div 6)10^{-5}$ qiymətlərində praktiki olaraq sabit qalır, daha sonra isə mexaniki deformasiyanın sonrakı artması ilə xətti qanunla artır. $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ kristallarında indium atomlarının qallium atomları ilə əvəz olunması zamanı tenzohəssaslıq əmsalı azalır. Amma tenzohəssaslıq əmsalının mexaniki deformasiyadan asılılığı bütün nümunələr üçün xətti qanunla dəyişir.



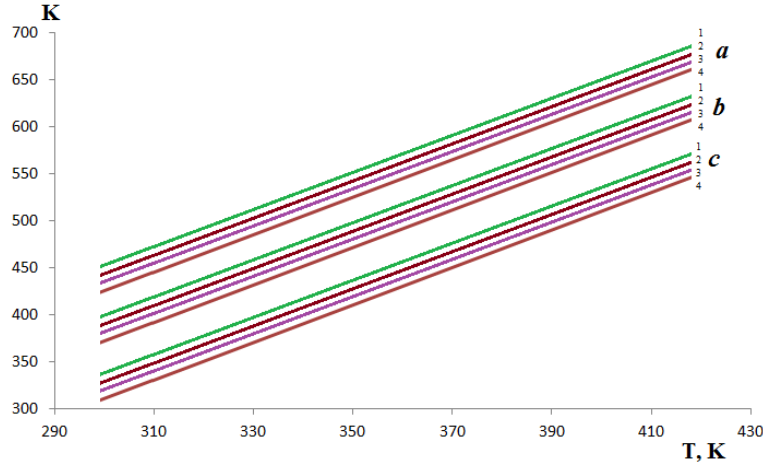
Şəkil 3. Otaq temperaturunda $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ kristallarının tenzohəssaslıq əmsalının mexaniki deformasiyadan asılılığı, 1- $x=0$; 2- $x=0.1$; 3- $x=0.2$; 4- $x=0.3$; 5- $x=0.4$

Bunlarla yanaşı, həmin kristalların müxtəlif deformasiyalara məruz qalmaları halında da temperatur artdıqca tenzohəssaslıq əmsalı xətti qanunla artır (şəkil 4). Bu isə o deməkdir ki, həmin kristallardan hazırlanmış tenzorezistorlar termostatik şəraitdə ölçmələrin yüksək dəqiqliyini təmin edə bilər. Dəyişən temperatur şəraitində isə müvafiq temperatur dəyişiklikləri nəzərə alınmalıdır.

Əvvəlcə tenzorezistiv effektin deformasiyanın tərtibindən asılılığına baxaq: qeyd olunduğu

kimi, deformasiya $\epsilon = \frac{l}{2R}$ kimi təyin edilir, l -tirin qalınlığı, R tilin radiusudur və $R = \frac{\Delta h^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2}{2\Delta h}$ kimi təyin edilir. L -tirin deformasiyaya uğrayan hissəsinin uzunluğu, Δh -tirin maksimal əyilməsidir. İntiqatorla ölçülür. Eksperimental nəticələrdən görünür ki, $K(\epsilon)$ asılılığı iki oblasta bölünür. Deformasiyanın kiçik qiymətlərində tenzohəssaslıq əmsalı praktiki olaraq sabit qalır. Yüksək deformasiyalarda isə xətti qanunla artır.

Hamıya məlum olduğu kimi, yarımkəçiricilərin tenzohəssaslıqları müqavimətin nisbi dəyişməsindən, o da öz növbəsində, maddənin xüsusi müqavimətindən (ρ_0), kənar amillərindən, temperatur T və mexaniki deformasiyadan asılı olaraq dəyişir.



Şəkil 4. Mexaniki deformasiyanın müxtəlif qiymətlərində $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ kristallarının tenzohəssaslıq əmsalının temperatur asılılığı. a) $\varepsilon=3 \cdot 10^{-4}$; b) $\varepsilon=2 \cdot 10^{-4}$; c) $\varepsilon=10^{-4}$. 1- $x=0.1$; 2- $x=0.2$; 3- $x=0.3$; 4- $x=0.4$.

Bunu aşağıdakı riyazi münasibətlə ifadə etmək olar:

$$\frac{\Delta R}{R_0} = C_1(\rho_0, T, I_A) \cdot \varepsilon + C_2(\rho_0, T, I_A) \cdot \varepsilon^2 + \dots$$

Bunu nəzərə alsaq, tenzohəssaslıq əmsalının yalnız birinci iki hədlə kifayətlənməklə aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$K = \frac{\Delta R}{\varepsilon R_0} = C_1(\rho_0, T, I_A) \cdot \varepsilon + C_2(\rho_0, T, I_A) \cdot \varepsilon^2 + \dots$$

Burada da mütənəsiblik əmsalları C_1 və C_2 özləri xüsusi müqavimətdən, temperaturdan və işığın intensivliyindən asılı olan qiymətləri alır.

Məsələn, tədqiq etdiyimiz xüsusi müqaviməti $2 \cdot 10^5 \text{ Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$ olan $TlInSe_2$ üçün, otaq temperaturunda (300K), işığın təsiri olmadıqda $C_1 = 5,8 \cdot 10^3$ və $C_2 = 1,3 \cdot 10^8$ qiymətlərini alır. Artıq məlum olduğu kimi, $TlSe$ tip kristallarda sabit enerji səthi özünü 3 oxlu ellipsoid kimi biruzə verir. $TlInSe_2$ kristallarında aşkar edilmiş pyezorezistiv effekt ekstremumları Q ($N_Q = 1$ -ellipsoid),

T ($N_T = 4 \cdot \frac{1}{4} = 1$ -ellipsoid) və V_0 -ellipsoid) nöqtələrində yerləşən 4 ellipsoidli model əsasında keyfiyyətə izah oluna bilər. Vadilərdəki daşıyıcılar üçün olan müstəvilərdə dispersiya qanunu aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$N - \varepsilon = \frac{\hbar^2}{2} \left(\frac{K_x^2}{m_{||}} + \frac{K_x^2}{m_{\perp}} \right); \quad T - \varepsilon = \frac{\hbar^2}{2} \left(\frac{K_x^2}{m_{||}} + \frac{K_y^2}{m_{\perp}} \right); \quad Q - \varepsilon = \frac{\hbar^2}{2} \left(\frac{K_x^2}{m_{\perp}} + \frac{K_z^2}{m_{||}} \right)$$

burada $m_{||}$ və m_{\perp} yükdaşıyıcıların müvafiq olaraq ellipsoidin uzununa və eninə oxları üzrə effektiv kütlələridir. Burada yükdaşıyıcıların yürüklükləri müvafiq olaraq

$$\mu_{||} = \frac{q\tau}{m_{||}} ; \quad \mu_{\perp} = \frac{q\tau}{m_{\perp}}$$

kimi ifadə edilir. Əgər vadilərdə yükdaşıyıcıların sayı n_0 olarsa, onda Q, T, və N vadilərində həmin daşıyıcıların sayı müvafiq olaraq, $n_0/4$, $n_0/4$ və $2 \cdot n_0/4$ olmalıdır. Tetraqonal oxla paralel

istiqaşmətdə həmin vadilərdə keçiriciliyə təsir edən toplananlar müvafiq olaraq $\sigma_Q^{||} = \frac{en_0}{4} \cdot \mu_{||}$, $\sigma_T^{||} = \frac{en_0}{4} \cdot \mu_{\perp}$ və $\sigma_N^{||} = \frac{e2n_0}{4} \cdot \mu_{\perp}$ kimi təyin edilir. Onda /001/ oxu boyunca ümumi elektrik keçiriciliyi

$$\sigma_0^{||} = \sigma_z = en_0 \frac{3\mu_{\perp} + \mu_{||}}{4}$$

lakin /001/ oxu boyunca bir tərəfli deformasiya zamanı keçiricilikdə iştirak edən “ağır” (yürüklüyü $\mu_{||}$ olan) və “yüngül” (yürüklüyü μ_{\perp} olan) deşiklərin nisbəti dəyişir. Göstərilən dəyişmə yükdaşıyıcıların bir vahiddən digərinə axmasının nəticəsi olub, qeyd olunan pyezorezistiv effektin meydana çıxmasına səbəb olur.

$TlInSe_2$ tip kristalların /001/ oxu boyunca dartılması zamanı həmin istiqamətdə hərəkət edən ağır deşiklərin nisbi sayı artır və bununla əlaqədar olaraq keçiricilik azalır. Analoji qaydada nümunən sıxılması zamanı isə əksinə, keçiricilik artır. Vadilərdə daşıyıcıların yenidən paylanması səbəbi bir istiqamətli deformasiya zamanı ekstremumların müxtəlif şəraitlərdə olması ilə əlaqədardır. Yəni kristalın /001/ oxu istiqamətdə dartılması zamanı /100/ və /110/ istiqamətlərində sıxılmaları baş verdiyindən nəticədə /001/ oxu üzərində olan Q ekstremumu yuxarıya qalxır və buna müvafiq olaraq /100/ və /110/ oxları üzərindəki minimumlar aşağıya düşür, bu zaman müvafiq vadilərin ümumi elektrik keçiriciliklərinə /001/ istiqamətdə verdikləri paylar da dəyişir. Beləliklə, kristalların /001/ oxu istiqamətdə dartılması zamanı keçiricilikləri

$$\sigma_{dar}^{||} = \frac{en_0}{4} \cdot (3\mu_{\perp} + \mu_{||}) + \frac{e\Delta n}{4} (\mu_{||} - \mu_{\perp})$$

kimi təyin edilir. Bununla əlaqədar olaraq, $\mu_{\perp} > \mu_{||}$ olduğundan nümunələrin dartılması zamanı elektrik keçiriciliyinin dəyişməsi mənfi

$$\Delta\sigma_{dar}^{||} = \frac{e\Delta n}{4} \cdot (\mu_{||} - \mu_{\perp}) < 0$$

olur. Nümunənin sıxılması zamanı isə elektrik keçiriciliyinin dəyişməsi müsbət olur. Deməli, /001/ oxu istiqamətində nümunənin dartılması zamanı elektrik keçiriciliyi azalır, sıxılması zamanı isə artır.

Nəticə

Aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmiş $TlInSe_2$ əsasında alınmış $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ kristallarında aşkar edilmiş güclü tenzorezistiv effekt onların əsasında yüksək həssaslığa və gücə malik olan tezlik çeviricilikləri yaratmağa və zəif mexaniki deformasiyaları dəqiq ölçməyə imkan verən qurğular hazırlamaq üçün perspektivli material hesab oluna bilər.

ƏDƏBİYYAT

1. Гусейнов Т.Д., Абдуллаев Г.Б.Пьезорезистивный эффект на монокристаллах $TlInSe_2$, ДАН СССР, 1973, т.208, № 5, с. 1052-1054

2. А.С. 401 208 (СССР) Полупроводниковый тензодатчик (Г.Д. Гусейнов, Г.Б. Абдуллаев). 1973
3. Годжаев Э.М., Оруджов Г.С., Мамедов Э.М., Гюльмамедов К.Д., Халилова Х.С. Электрофизические свойства кристаллов $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$. Неорганические материалы, 2007, т.43. №10, с.1179-1183
4. Aliyev R.A., Guseinov G.D., Najafov A.I., Aliyeva M.Kh. Phase diagram of de $TlGaSe_2 - TlInSe_2$ system and photoelectrical properties of $TlGa_{1-x}In_xSe_2$ single crystals.-Bull.Soc.Chim. (France), 1985, №2, p.142-146. (RJFiz.11, №467,1985)
5. Мамедов Г.А., Годжаев Э.М., Гюльмамедов К.Д., Дадашов М.Т., Рустамов В.Д. Устройства для многоточечного тензометрирования на базе кристаллов $TlIn_{1-x}Pr_xSe_2$. Электронная обработка материалов, 2013, 49(6), с116–119

SUMMARY

Eldar Gojayev, Gulshan Mammadova

TENZORESISTIVE PROPERTIES OF $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ MONOCRYSTALS

The article provides information on the results of observed tenzoresistive effective study of the electrical resistance of the crystals obtained by replacing trivalent indium atoms with trivalent gallium atoms in combination respective of the mechanical deformation and temperature fluctuations. The dependence on the value of deformation, temperature, and crystal composition of the tenzoresistive properties of the crystals with a content of $x = 0; 0.1; 0.2; 0.3; 0.4$ studied in static mode, i.e. tenzo sensitivity coefficients were investigated.

It was found that the tenzo sensitivity coefficients of the studied crystals receive large values and vary by linearly depending on the value of deformation, temperature, which makes it possible to apply these crystals on a large scale in solving practical issues.

Key words: *industry, single crystal, electricity, element, coefficient*

РЕЗЮМЕ

Эльдар Годжаев, Гюльшан Мамедова

ТЕНЗОРЕЗИСТИВНЫЕ СВОЙСТВА МОНОКРИСТАЛЛОВ

В представленной работе приводятся данные о результатах $TlInSe_2$ исследования тензорезистивного эффекта, наблюдаемого в результате изменения электрических сопротивлений $TlIn_{1-x}Ga_xSe_2$ кристаллов, полученных заменой трехвалентных атомов индия на трехвалентные атомы галлия в их соединении, в зависимости от механической деформации и температуры. Здесь $x=0; 0.1; 0.2; 0.3; 0.4$ исследованы зависимости тензорезистивных свойств составных кристаллов в статическом режиме, т. е. коэффициенты тензорезистивности от величины деформации, температуры и состава кристалла. Установлено, что коэффициенты тензочувствительности исследуемых кристаллов получают достаточно большие оценки и изменяются по линейному закону в зависимости от цены деформации, температуры, что позволяет применять эти кристаллы в широком масштабе при решении практических задач.

Ключевые слова: *промышленность, монокристалл, электричество, элемент, коэффициент*

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

Мəqalə daxil olmuşdur: 04 noyabr 2020-ci il

Çapa qəbul edilmişdir: 11 noyabr 2020-ci il

TEKNIKİ ELMLƏR

ASƏF ƏLİYEV

Naxçıvan Dövlət Universiteti

aliyev-asef@mail.ru

UOT: 656: 001.83(100)

HİBRİD AVTOMOBİLLƏRİ

Məqalədə hibrid avtomobillərin model çeşidləri və iş prinsipləri nəzərdən keçirilmişdir.

Dünya bazarlarında karbohidrogen enerji daşıyıcılarının qeyri-sabit qiymətləri və ekoloji cəhətdən təmiz mühərriklərin axtarışı avtomobil sənayesi üçün hibrid avtomobillərinin cəlbediciliyini artırmaqdadır. Dünya üzrə hibrid və elektrikli çalışan avtomobillərin sayının 2030-cu ilədək 100 milyona çatdırılması planlaşdırılır. Avtomobillərin istifadə etdiyi 18 milyon barrellik istehlakı 1 milyon barrel azaltmaq üçün dünyada minimum 50 milyon hibrid və elektromobilin istifadəsi lazımdır. Elektrik və hibrid avtomobillərinin belə sürətli artımı və onlara üstünlük verilməsi yanacaq məhsullarına tələbatı ildən-ildə azaldacaqdır.

Açar sözlər: hibrid avtomobili, elektrik avtomobili, hibrid batareyaları, hibrid sistemi

Hibrid avtomobili - ötürücü təkərləri idarə etmək üçün birdən çox enerji mənbəyindən istifadə edən bir avtomobildir. Hibrid, həyatımızın hər tərəfində tez-tez rast gəlinən bir anlayışdır. Mənası isə qatışıq deməkdir. Yəni hansısa avtomobilin 1-dən çox güc mənbəyi varsa buna Hibrid avtomobil demək olar.

Bəzi hallarda hibrid avtomobillə elektromobili qarışdırırlar. Halbuki, onların arasında ciddi fərqlər var. Belə ki, hibrid avtomobillər iki mühərrikli olur. Onlar həm benzinlə, həm də elektrik enerjisi ilə işləyir. Elektromobillərin hərəkətə gətirilməsində isə benzindən istifadə olunmur. Bu avtomobillərin döşəməsində xüsusi batareyalar yerləşir ki, nəqliyyat vasitəsi onlarda yığılan enerji sayəsində hərəkət edir. Hibrid avtomobillərdən fərqli olaraq, elektromobillərdə mühərrik və sürət qutusu olmur. Odur ki, onlara xüsusi yağ tökülmür. Hibrid avtomobillər enerjini benzinlə hərəkət edən zaman yığır, elektromobillər isə əvvəlcədən şarj olunmalıdır [1].

İlk hibrid avtomobili 1899-cu ildə Ferdinand Pörşe (Ferdinand Porsche) tərəfindən inşa edilmişdir. "Lohner-Porsche Mixte" adlı bir sistem, avtomobilin ön təkərlərini hərəkətə gətirən elektrik mühərriklərini gücləndirmək üçün benzin mühərrikindən istifadə edilmişdir. Lohner-Porsche elektromobil əsasında hazırlanmış, ön mühərrik-təkərləri olan "Lohner Electric Chaise" benzinli elektromobili 1901-ci ildə Paris avtosalonunda ictimaiyyət tərəfindən yaxşı qarşılanmışdır.

Bu sistem ilk olaraq 1902-ci ildə Ferdinand Porsche tərəfindən təkmilləşdirilsə də, Hibrid avtomobillər üçün seriya istehsalı ilk dəfə həyata keçirən marka Toyota oldu.

Toyota Prius hibrid avtomobili, 2000-ci illərin əvvəllərində, çox məşhur olduğuna görə, "hibrid" sözünün əsas sinoniminə çevrildi. İndiyə qədər bir çoxu Toyota hibrid avtomobil xəttinin bütün yaradılanlardan ən uğurlu olduğunu düşünür. Bunun doğru olub-olmadığını biz mühakimə edə bilmərik, ancaq bir şey məlumdur - saysız-hesabsız digər hibrid nəqliyyat vasitələrinin yaradılması üçün əsas kimi istifadə olunan texnologiya Priusdan qaynaqlanır. Gözlənilmədiyi kimi, avtomobil yalnız istehsalçının bölgəsində deyil, Avropada, Latın Amerikasında da tələbat tapdı. İstehsalçı, ildə 20

mindən çox hibrid maşın satırdı. 1997-ci ildə Toyota Prius modelində seriya istehsalına başlayan Toyota həmin ildən bu günə qədər 9 milyondan çox Hibrid avtomobil satmağı bacardı.

1999-cu ildə "Honda" ilk ön ötürücülü hibrid avtomobili olan Honda Insight avtomobilini satışa çıxardı. İki nəfərlik Insight, ABŞ-da hibrid yol nəqliyyatının inkişafı üçün əsas tramplin oldu. Honda Insight kifayət qədər iddialı bir layihə idi, müəyyən dərəcədə bir elektrikli avtomobilin sübut edilmiş mexaniki fəaliyyətini təkrarladı, lakin imkanlarını xeyli genişləndirdi. Son dərəcə aşağı yanacaq istehlakı (31/100 km) səbəbi ilə Honda Insight geniş yayıldı.

Toyota Prius hibrid nəqliyyat vasitələri bazarda möhkəmləndiyi və yeni ekoloji maarifləndirmə dövründə Honda ikinci nəsil Insight avtomobillərini istehsal etdi, Chevrolet isə 2007-ci ildə ardıcıl hibrid Chevrolet Volt istehsal etməyi qərara aldı.

Yanacaq iqtisadiyyatı uğrunda mübarizə və buna görə pul, avtomobil sənayesi tarixində bir çox düzəliş etdi. 1970-ci illərdəki hadisələrdən sonra avtomobillər istehsalçıları, avtomobillərdə daha qənaətli yanacaq istehlakı sistemləri yaratmaq üçün fəal işləməyə başladılar. Son illərin avtomobillərinin model çeşidinə gəldikdə, qeyd etmək lazımdır ki, onun içərisində ən diqqətəlayiq və əlamətdar yerlərdən biri yüksək sürətli, praktik və sərfəli hibridlər idi. Bu avtomobillər standart hibridlərlə eyni texnologiya əsasında qurulmuşdur, lakin sonunculardan fərqli olaraq, əhəmiyyətli dərəcədə daha geniş məsafəni daşımaqdan, batareyalarının daha tez yüklənməsini dəfələrlə artırmağa bildi.

Hibrid texnologiya dünyasında əhəmiyyətli bir yenilik - daha geniş məsafə potensialı olan avtomobillər xəttini yaratmaq üçün dizel güc sisteminin müsbət atributlarının elektrikle birləşdirilməsidir. İndiyə qədər böyük avtomobil istehsalçıları bu texnologiyayı minik avtomobilləri dünyasına tanıtmaya da, bu kombinasiya on ildən çoxdur ki, sənişin və dəmir yolu lokomotivlərinin istehsalında geniş istifadə olunur.

Şübhəsiz ki, Toyota konserni, əvvəlki kimi hər il istehsal olunan hibridlərin həcminə görə liderliyini davam etdirir və tanınmış Toyota Prius modelinə əlavə olaraq Lexus RX 400h, Lexus LS 600h də artıq bazarda əhəmiyyətli yerləri tutur. Bu avtomobil istehsalçısı ilk dəfə hibridləri mükafatlı avtomobillər səviyyəsinə qaldırmağı bacardı. Ümumilikdə, bu gün Toyota hibrid avtomobillərin altı modelini istehsal edir: Toyota Prius (ICE 1.5 l/76 at gücü, elektrik mühərriki 67 at gücü, çıxış gücü - 110 at gücü; yanacaq sərfi - 100 km-ə 4,5 l), Lexus RX 400h (268 at gücü, 100 km üçün 8,1 l), Toyota Highlander, Toyota Crown sedanı, avtomobilin yalnız Yaponiya variantı olan Toyota Estima Hybrid, Coaster avtobusu. Düzdür, bütün yuxarıda qeyd olunanlardan yalnız Toyota Prius və Lexus RX 400h Avropa bazarına çıxır.

Son illərin ən uğurlu və gəlirli hibrid avtomobilləri arasında şübhəsiz ki, Nissan Leaf və Chevrolet Volt da var. Nissan Leaf ən ucuz hibrid modellərdən biridir. Hibrid ötürücülük texnologiyası Ford Escape Hybrid versiyasında çox yaxşı tətbiq olunur. Dünyada hibrid avtomobillərinin satışı ildən-ilə artır, lakin yenə də olduğu kimi, hibrid avtomobillərin istehsalı üçün şəbəkələrin kütləvi inkişafı batareya texnologiyasının qüsurlu olması ilə məhdudlaşır.

Hibrid sistemlər qoşulma növünə görə standart və ayrılmış ox sistemi kimi 2 yerə bölünür. Standart sistemdə elektrik motorun çıxışı birbaşa təkərlərə qoşulu olmur. Transmissiyaya və ya orta milə qoşulu olur və məqsədi benzin motora dəstək olmaqdır. BMW-nin aktiv hibrid sistemi, Hondanın bir çox modeli, Ferrari La Ferrari kimi modellər bu standart sistemlə işləyir. Bu sistemdə gücü o qədər də çox olmayan 20-30 at güclük batareyalar istifadə olunur və bu elektrik motor çevirici sistem ilə motor və batareya arasındakı əlaqəni tənzimləyərək enerjini kinetik enerjiyə çevirir və batareyaları yenidən doldurmağa başlayır. Batareyalar avtomobilin altında yerləşdirilir ki, avtomobilin ağırlıq mərkəzi mümkün qədər aşağı düşsün. Sport model olan La Ferraridə elektrik motor 161 at gücündədir və burada əsas məqsəd yanacağa qənaət yox, sürətlənmələrə cəldlik vermək üçündür. Yəni Ferrarinin benzin motoru güc əldə edib sürətlənənə qədər vaxt itirdiyi üçün bu itkini gecikməsiz işləyən elektrik motor bərpa edir. Standart sistemdən fərqli olan ayrılmış ox sistemli hibrid motordan BMW İ8 istifadə edir. Yəni ön təkərlərin sürətlənməsinə elektrik, arxa təkərlərin sürətlənməsinə isə benzin motor güc verir. Yəni siz istəsəniz avtomobili sadəcə ön çəkən, ya arxa ötürücülü və ya 4x4 kimi istifadə edə bilərsiniz. Arxa ötürücü rejimi seçdiyinizdə batareyalar

avtomatik olaraq enerji doldurma rejiminə keçir. Hibridin digər növü olan Plug-İn Hibrid də İ8 də mövcuddur. Plug-İn Hibridin sadə Hibriddən fərqi evdə cərəyan mənbəyinə taxaraq batareyaları enerji ilə doldura bilmək özəlliyidir. Yəni Plug-İn Hibrid avtomobiliniz varsa evdə telefon enerji dolduran kimi avtomobilinizi də enerji ilə doldura biləcəksiniz. Hondanın NSX modelində isə daha təkmil hibrid sistemi var. Yəni həm İ8 kimi ekonomik, həm də La Ferrari kimi sürətli ola bilər. Çünki 4 ədəd motoru var və bu motorlardan 3-ü elektrik, 1-i benzindir. Elektrik motorun 2-si öndə yerləşərək digər 3-cü elektrik motor arxada yerləşərək benzin mühərrikə standart tipli qoşularaq kömək edir.

Hibrid avtomobillər iki motorlu olur. Biri benzin, digəri elektrik. Birlikdə işləyərək lazım olan gücü təmin edir və yüksək dövr reaksiyası verə bilirlər.

“Hybrid Synergy Drive” sistemi həm benzin, həm də elektrik motor arasındakı əlaqəni tamamilə avtomatik olaraq özü idarə edir. Ona görə də hibrid avtomobillərin istifadəsi çox asandır. Avtomobillər standart olaraq avtomatik transmissiya olduğu üçün sürüş rahatlığı verir. Digər ümumi motorlu avtomobillərə nisbətən çox daha səssiz və titrəşimsiz sürüş təmin edir.

Hibrid avtomobillərin iş prinsipi belədir. Avtomobil yanacağı ən çox sıfırdan sürətlənən zaman içir. Şəhər daxilində də hər dəfə işıqforda dayan, sür etdikcə yanacaq sərfiyyatı artır. Loru dildə desək avtomobil yanacağı 0-60 km/saat aralığında çox içir. Bunun qarşısını almaq üçün avtomobil ehtiyac duyulan zaman elektrik motoru da sistemə qoşur və həm performans, həm də yanacaq sərfiyyatında böyük üstünlük verir. Avtomobil bundan daha çox hərəkətə keçən vaxt və ya aşağı sürətdə sürətlənən zaman istifadə edir. Normal sürətə çatdığınız zaman benzin motor da artıq sistemə qoşulur. Həmçinin transmissiya pillə dəyişərkən güc itirir və bu itkini siz hiss etməyin deyərək elektrik motor həmin an güc verir. Avtomobilə lazım olan güc batareyadan təmin edildiyi üçün böyük motora ehtiyac qalmır, yəni çəkisi azalaraq yanacağı qənaət edə bilər.

Elektrik motor ilə irəlilədikdə qaz pedalına basdığınız zaman avtomobilin pedala çox güclü reaksiya verdiyini özünüz də hiss edəcəksiniz. Əgər daha çox performans ehtiyacınız varsa, qaz pedalına sonuna qədər yükləndiyiniz zaman benzinli motor da sistemə qoşularaq performansı maksimuma gətirib çıxardır. Ancaq sabit sürətlə irəlilədiyiniz zaman elektrik və benzin motor ən optimal səviyyədə yanacaq ekonomiyası əldə etmək üçün bir-biri ilə taraz halda işləyir.

Ayağınızı qazdan çəkdiyiniz zaman və ya əyləncə basdığınızda hibrid batareyalar enerji ilə dolmağa başlayır. Beləliklə, əyləncə enerjisi boşa getmir və kinetik enerji batareyaya qayıtmış olur. Avtomobil tam dayandığı zaman elektrik və benzin motor da avtomatik olaraq dayanır. Beləliklə, tıxaclarda və işıqforda dayandığınız zaman yanacaq sərfiyyatı etmiş olursunuz.

Sürətlənən zaman hibrid sistemin vəziyyətini göstərən ekranda çubuğu ECO indikatorunun içində tutmağa çalışın. Bu sayədə elektrik motoru tərəfindən əlavə güc alacaqsınız. Yəni getdiyiniz yolun 50%-ə yaxınını elektrik motoru ilə gedəcəksiniz. 4x4 Toyota modellərində 1 benzin və 2 elektrik motor var. Hal-hazırda dünyada 12 milyondan çox Toyota və Lexus Hibrid avtomobili istifadə olunur. Toyota keyfiyyəti və dözümlülüüyü ilə 20 ildən çoxdur ki, Hibrid texnologiyasında aparıcı firmadır. Hibrid avtomobillərin illik xərcləri bənzər gücdəki dizel və ya benzinli normal motorlar ilə eyni səviyyədədir. Hətta bir çox ehtiyat hissəsi daha uzun ömürlüdür.

Hər kəsi maraqlandıran 1 sual var. Bu batareyaların ömrü nə qədərdir? Hibrid batareyalara şirkət 5 il və ya 100000 km qarantuya versə də, bu ömrü düzgün və vaxtında “Hibrid Sistem Kontrolu” baxımı ilə 10 il müddətinə artırmaq mümkündür [2].

Məsələn, ənənəvi mühərrikə işləyən 2400 kub santimetr mühərrikli "Toyota RAV4" avtomobili 100 km-ə 10 litr benzin sərf etdiyi halda, hibrid 2500 kub santimetr mühərrikli "Toyota RAV4" 100 km-ə 4,5 litr benzin sərf edir. Eyni zamanda benzinlə işləyən 1300 kub santimetr mühərrikli "Honda Civic" avtomobili 100 km-ə 7,1 litr, hibrid "Honda Civic" avtomobili isə 100 km-ə 5 litr benzin istifadə edir. 1800 kub santimetr mühərrikli "Toyota Prius" modeli isə 100 km-ə 4,5-5 litr yanacaq yandırır.

Hazırda ölkəmizdə 1,5 milyondan çox avtomobil var. Bir neçə il öncəyə qədər Azərbaycana

avtomobil idxalında illik nəticə olaraq böyük rəqəmlər göstərilirdisə, hazırda bu rəqəm 20 mindən bir qədər çoxdur. İdxalda nəzərə çarpacaq dəyişiklik isə hibrid avtomobilləri ilə bağlıdır. 2016-cı ilə qədər Azərbaycanın avtomobil bazarına və yollarına doğma olmayan hibrid maşınlarının idxalında artım son üç ildə 50 dəfədən çox artıb. 2017-ci ildə vurtut 5 ədəd gətirilən hibrid avtomobillərin sayı bu ilin təkcə 6 ayı ərzində 285 ədəd olub. Hibrid avtomobillərin idxalı: 2017-ci il 5 ədəd, 2018-ci il 146 ədəd, 2019-cu il (6 ay) 285 ədəd olmuşdur.

Dövlət Gömrük Komitəsinin proqnozlarına görə Azərbaycana hibrid avtomobil idxalı 2020-ci ilə qədər 2 dəfə arta bilər. Gömrük rüsumlarının aşağı salınması ilə dünyada ekonom və ekologiyaya ziyansız hesab edilən hibrid avtomobillərin ölkəyə gətirilməsində artım ola bilər.

Qeyd edək ki, əksər ekspertlər ölkəyə gətirilən hibrid avtomobillərin gömrük rüsumunun, yanacaq ilə çalışan maşınların rüsumu ilə eyni olmasını düzgün hesab etmirlər. Səbəb isə dünya praktikasıdır. Əksər ölkələr hibrid avtomobillərin idxalını stimullaşdırmaq üçün gömrük rüsumunu azaldıdır.

ƏDƏBİYYAT

1. Əliyev A. Elektrik avtomobilləri. NDU Elmi əsərləri. Naxçıvan: 2020, №5(106)
2. <https://azercars.az/83-hibrid-texnologiyasi-nece-ishleyir.html>

SUMMARY

Asaf Aliyev

ELECTRIC VEHICLES

The article explores the experiences of a number of countries where electric vehicles are widely distributed.

Unstable prices for hydrocarbon energy carriers on world markets and the search for environmentally friendly engines increase the attractiveness of electric vehicles for the automotive industry. The number of electric vehicles in the world is planned to reach 100 million by 2030. The 18 million barrels used by cars is a minimum of 1 million electric vehicles in the world, to reduce the consumption of 50 million barrels. This rapid growth of electric vehicles and their preferences will reduce the demand for fuel from year to year.

Key words: *hybrid car, electric car, hybrid batteries, hybrid system*

РЕЗЮМЕ

Асаф Алиев

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АВТОМОБИЛИ

В статье рассмотрены опыты ряда стран, где широко распространены электромобили.

Нестабильные цены на углеводородные энергоносители на мировых рынках и поиск экологически чистых двигателей повышают привлекательность электромобилей для автомобильной промышленности. Число электромобилей в мире планируется довести до 100 миллионов к 2030 году. 18 миллионов баррелей, используемых автомобилями, - это минимум 1 миллионов электромобилей в мире, чтобы сократить потребление 50 миллионов баррелей. Такой быстрый рост электромобилей и отдача им предпочтений сократят спрос на топливо из года в год.

Ключевые слова: *гибридный автомобиль, электрический автомобиль, гибридные батареи, гибридная система*

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

Məqalə daxil olmuşdur: 05 noyabr 2020-ci il

Çapa qəbul edilmişdir: 12 noyabr 2020-ci il

SƏYYAD VƏLİYEV

seyyadveliyev75@gmail.com

GÜLŞADƏ AXUNDOVA

Naxçıvan Dövlət Universiteti

UOT: 656.13

AVTOMOBİLLƏR VƏ ONLARIN ƏTRAF MÜHİTƏ TƏSİRİ

Avtomobilin sosial həyatda əhəmiyyəti, onların ətraf mühitə mənfi təsiri və bu təsirləri azaltmaq üçün aparılan müxtəlif xarakterli mübarizə üsullarından istifadə edilir ki, bütün bunlar haqqında məqalədə ətraflı məlumat verilmişdir.

Açar sözlər: avtomobil, nəqliyyat, landşaft, avtomobil yolları, ətraf mühit, işlənmiş qazlar, elektromobil, hibrid avtomobil

Avtomobilin tarixi XIX əsrdə enerji mənbəyi olaraq istifadə edilməsi ilə başlamış və onun yaranmasından etibarən inkişaf etmiş ölkələrdə sənişin və yük daşınması sahəsində əsas nəqliyyat vasitəsi olaraq qəbul edilmişdir. Avtomobillər nəqliyyatda bir inqilab yaratdı və fərdlərin məkan ilə olan əlaqələri başda olmaq üzrə dərin sosial dəyişikliklərə səbəb olmaqla, iqtisadi və mədəni əlaqələrin inkişaf etməsini asanlaşdırdı, yollar, avtomagistrallar və park yerləri kimi nəhəng yeni infrastrukturların yaradılmasına səbəb oldu. İstehlak obyektinə olaraq görülməsi ilə birlikdə yeni bir universal mədəniyyətə təməl oldu və sənayeləşmiş ölkələrdə ailələr üçün həyati əhəmiyyət daşıyan bir əşya kimi yerini aldı.

Müasir dövrdə elə bir sənaye, kənd təsərrüfatı, tikinti, məişət xidməti sahəsi yoxdur ki, orada müxtəlif markalı və konstruksiyalı avtomobillərdən istifadə olunmasın.

Ona görə həyatın müasir ritmi avtomobili sadəcə əvəzolunmaz nəqliyyat vasitəsinə çevirir və avtomobillər gündəlik həyatımızda çox önəmli bir yer tutur.

Bütün bu müsbət cəhətləri ilə yanaşı, avtomobilin sosial həyata təsirləri hər zaman müzakirə mövzusu olmuşdur. Yayılmağa başladığı XX əsrin əvvəllərindən bəri ətraf-mühitə (bərpa olunmayan enerji mənbələrinin istifadə edilməsi, qəza nəticəsində ölüm faizinin artması, kirlənməyə səbəb olması) və sosial həyata (fərdiliyin artması, köklük, ətraf mühit nizamının dəyişməsi) olan təsirləri səbəbi ilə haqqında müxtəlif müzakirələr aparılmışdır.

Məlum olduğu kimi, avtomobillər iş prosesində bilavasitə ətraf mühitlə əlaqədə olur və onların işi müsbət tərəfləri ilə bərabər ətraf mühitin çirklənməsinə, ekoloji tarazlığın pozulmasına da gətirib çıxarır.

Avtomobilin ətraf mühitə mənfi təsirinin əlamətlərini aşağıda qeyd olunanlardan görmək olar. Avtomobilin ətraf mühitə mənfi təsirinin birinci əlaməti təbiətin landşaftının müəyyən sahəsinin təbii dövrüyədən çıxması və daimi olaraq yol tikintisi altında qalmasıdır.

Avtomobil digər nəqliyyat növlərinə nisbətən nəinki şəhərlərdə və yaşayış məntəqələrində, həmçinin yer kürəsinin quru hissəsini hörümçək toru kimi bürüyən yollar vasitəsilə çox geniş ərazilərə, aqrar bölmədə kənd təsərrüfatı istehsalı ərazilərinə, hətta istirahət zonaları olan kurort və onların ərazilərinə də nüfuz etməklə, təbiətin bu guşələrində belə öz zərərli təsirlərini göstərirlər.

Əkilmiş torpaq sahəsində və hətta xam yerlərdə hərəkət edən avtomobillər nəinki atmosferə, həm də bilavasitə torpağa ziyan vururlar. Belə ki, avtomobillər vasitəsilə həm torpağa olan təzyiq, həm də sürüşmə sürünməsi nəticəsində avtomobillər hərəkət edən xam torpaq və yaşıl sahə sıxılır,

əzilir və torpaq narın toz halına düşür ki, bu yerlər sonradan külək və su eroziyasına çox asanlıqla məruz qalırlar. Avtomobil bir neçə dəfə gedən izdə demək olar ki, heç nə bitmir.

Avtomobillərin kütləvi nəqliyyat formasında istifadəsi avtomobil yolları və qovşaqları yaratmağı, bu yollar ətrafında xüsusi infrastrukturaların, o, cümlədən xidmət və nəzarət məntəqələrinin yaradılmasını tələb edir ki, bütün bunların nəticəsində təbiətin landşaftının müəyyən sahəsi təbii dövriyyədən çıxır və daimi olaraq yol tikintisi altında qalır.

Avtomobillər və yollar nə qədər səmərəli görünsə də, avtomobil yolları “bölücü effekt” yaradır - yəni bütöv olan landşaftı, kənd təsərrüfatı iqtisadi ərazisini iki yerə bölür, onun bir tərəfi ilə ikinci tərəfi arasındakı təbii əlaqə kəsilir və ya zəifləyir. Belə vəziyyət ekosistemdə rahatsızlıq (diskomfortluq) yaradır. Avtomobil yollarının çəkilişi landşaftın pozulması ilə külək və su eroziyası ehtimalını artırır, geodinamik proseslərin güclənməsi, torpaq sürüşməsi, uçqunlar, yarğanlar əmələ gəlməsini sürətləndirir, ətraf mühit, su mənbələri və qrunt suları çirklənir. Bütün bunlar isə ətraf mühidə bitki və heyvanat aləminə zərər vurmuş olur.

Həmçinin avtomobil yollarının çəkilişi və onların mövcud olması canlı orqanizmlərin miqrasiyasına mane olur, onların inkişafını və artımını azaldır. Avtomobillər hərəkət zamanı xeyli canlı heyvanat aləmini məhv edir. Avtomobillərlə vurulan heyvanların sayı ovçuların ovladıqlarından 4-5 dəfə çox olur. İldə minlərlə iri vəhşi heyvanlar sürətlə hərəkət edən avtomobillərlə vurulub öldürülür. Müəyyən edilmişdir ki, sürətlə hərəkət edən avtomobilin alın şüşəsinə və qabaq hissəsinə dəyərək yüz minlərlə həşərat məhv olur ki, bununla da ekologiyaya birbaşa ziyan vurulur. Çünki burada ziyanlı həşəratlarla bərabər, xeyirli həşəratlar da məhv olur.

Avtomobil və avtomobil yollarının inkişafı ilə insanlar əvvəllər mümkün olmayan yerlərə asanlıqla gedir və yol ətrafı zonalardakı ərazini intensiv surətdə çirkləndirirlər.

Kənd təsərrüfatı işlərində gübrə və peyinin daşınıb sahələrə verilməsi, səpin vaxtı gübrə və səpin materiallarının daşınması, yığım vaxtı (taxıl, ot, meyvə, tərəvəz, bostan məhsulları) sahələrdən məhsulun daşınması prosesində avtomobillər nəinki abad yollarla, bilavasitə sahələrlə də hərəkət etməli olurlar ki, bu da həmin sahələrdə torpaq qatının yapışmasına gətirib çıxarır.

Avtomobillərin ətraf mühitə mənfi təsirinin ikinci əlaməti onun mühərrikinin yaratdığı işlənmiş qazlar və onların atmosferə buraxdığı zərərli maddələrlə əlaqədardır.

Məlumdur ki, ətraf mühitin çirklənməsi avtomobillərin sayının artması ilə funksional şəkildə əlaqədardır. Belə ki, avtomobillərin müxtəlif növlərinin fəaliyyəti nəticəsində hər gün atmosferə külli miqdarda zərərli qazlar atılır, ətraf mühitə yüksək texnogen təsir göstərilir və insanların sağlamlığı üçün ciddi təhlükə yaranır.

Motorlaşdırılmış - inkişaf etmiş ölkələrdə zərərli tullantıların 50%-dən çoxu hərəkət edən mənbələrin hesabına baş verir ki, bunun da əsas hissəsi avtomobillərin payına düşür.

Qeyd etmək lazımdır ki, dünyada istehsal olunan neftin 2 milyard tona qədəri avtomobil yanacağı üçün sərf olunur. Məlumdur ki, hər 1 kiloqram yanacağın yanması üçün 15 kiloqram hava lazımdır. O, halda sərf olunan bu yanacağı 15 kiloqrama vurub nə qədər hava sərf olunduğunu hesablayanda çox dəhşətli bir rəqəm alınır. BMT-nin məlumatına əsasən hazırda dünyada 1 milyarddan çox avtomobil mövcuddur və yuxarıda qeyd edilən qədər yanacağın yanması nəticəsində avtomobillər ətraf mühitə 1 il ərzində 1 milyard tona yaxın işlənmiş qaz buraxır. Bunun içərisində dəm qazının çəkisi təqribən 650 milyon tona bərabərdir.

Avtomobillərin işlənmiş qazları və onların atmosferə verdiyi zərərli maddələr, xüsusilə qurğuşun, civə və kadmium kimi ağır metallar saxlayan bərk hissəciklər torpağa və bitkilərin üzərinə çökür. Müxtəlif yollarla insan orqanizminə daxil olaraq sinir sistemini, onların toxumalarının fermentativ fəaliyyətini pozur, tənəffüs və həzm sistemlərinə mənfi təsir edir. Nəticədə ağciyər, mədə xərçənginə, o cümlədən fiziki qüsurlu uşaqların doğulmasına səbəb olur.

Avtomobillərdə işlənmiş qazlardan dəm qazı, karbon oksidləri, azot oksidləri, qurum və kükürd oksidləri daha çox zərərliyədir. Milyonlarla insanın nəfəs aldığı bu zərərli qazların insan orqanizminə təsirini qısa şəkildə aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

1. Karbon oksid - CO dəm qazı, kimyəvi zərərli qazdır. Ətraf mühitdəki hava ilə yaxşı qarışır. Güclü toksik maddədir. Ona görə də bu qazı udan insanlarda oksigen çatışmazlığı yaranır. Onun çox olması baş gicəllənməsi, oksigen çatışmazlığı və güclü zəhərlənmə verir, adam huşsuzlaşır. Avtomobil çox olan şəhərlərdə əsas çirklənmə mənbəyi hesab olunur.

2. C_nH_m (karbohidrogenlər) - eşıtməni ağırlaşdırır, kanserogen təsirlidir, atmosferin ozon qatını dağıdır.

3. Azot oksidi havadakı oksigenlə birləşir NO_2 - azot iki oksidi əmələ gətirir. Bu çox toksik xassəyə malikdir. İnsanların nəfəs yollarına və ağ ciyəərə kəskin təsir göstərir, kütləvi zəhərlənmə əmələ gətirir.

4. Bərk hissəciklər (qurum, qatranlar və s.) küləklə asanlıqla yayılır, heyvanların və insanların ağ ciyərlərinə çox pis təsir göstərir.

Belə zərərli maddələrin insan, heyvan və bitki aləminə daimi təsiri onların genetik səviyyədə mutasiyasına, orqanizmlərin kəskin nəsil dəyişməsinə, yəni onların xarici və daxili quruluşlarının dəyişilməsinə gətirib çıxara bilər.

Avtomobillərin işlənmiş qazlarının bitki aləminə təsiri onların bitkilərin həm səthləri ilə təmasda olması, həm də hüceyrələrinə daxil ola bilməsi ilə əlaqədardır. Çünki bitkilər, xüsusilə kükürd və azot oksidlərinə, həmçinin karbohidrogenlərlə azot oksidlərinin birləşmələrinə qarşı çox həssasdırlar.

Avtomobillərin işlənmiş qazlarının müxtəlif tikinti və qurğulara təsiri azot və kükürd oksidlərinin su buxarı ilə qarışığının, habelə qurumun yağlı hissəciklərinin onların səthində yaratdığı çöküntü ilə müəyyən edilir.

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, avtomobillərin zərərli qazları ixrac etmələri ən çox boş işləmələrində, tez-tez dayanıb bir də işə düşən vaxt, təcilləşmə ilə lazımi sürət alan vaxtlarda baş verir. Bu hal şəhərdaxili hərəkətdə daha çox hiss olunur. Belə ki, şəhər daxilində avtomobillər sıx olduğundan, onların işıqfor qarşısında və küçə kəsişmələrində tez-tez dayandıqlarından lüzumsuz ləngimə halları daha kəskin şəkildə alır (tıxacların yaranması nəticəsində). Bu vaxt itkisi ilə bərabər, həm yanacaq sərfini artırır, həm də ona müvafiq atmosfərə və ətraf mühitə atılan zərərli qaz və tullantıların miqdarını çoxaldır.

Qeyd etmək lazımdır ki, bütün bunlar ölkələr üzrə böyük iqtisadi ziyan vurmaqla bərabər, həm də avtomobillərin ekoloji ziyan həddini daha da artırır.

Avtomobillərin ətraf mühitə mənfi təsirinin üçüncü əlaməti onun işinin səsle əlaqədar olmasıdır. Belə ki, avtomobillər ətraf mühitə vurduğu yuxarıdakı mənfi təsirlərlə bərabər, həm də yol və yol ətrafi zonada müəyyən səs-küy yaradırlar. Belə səs-küy daxili yanma mühərrikinin və transmissiyanın işindən, avtomobillərin şassisinin və banının silkələnməsindən, həmçinin yolun şinlərə təsirindən yaranan səslər hesabına əmələ gəlir və ətrafi tez bürüyür (səsin sürəti 300 m/san. olduğu üçün).

Belə səs-küy insanın mərkəzi sinir sisteminə, eşıtmə və digər orqanlarına təsir edərək əsəbilik yaradır, yorğunluğa, diqqətin zəifləməsinə, yaddaşın korlanmasına, reaksiyaların yavaşmasına səbəb olur, faydalı siqnalların qəbuluna maneçilik törədir ki, bütün bunlar isə əmək məhsuldarlığının azaldılmasına gətirib çıxarır.

Avtomobillərin ətraf mühitə mənfi təsirinin dördüncü əlaməti onun işinin yol-nəqliyyat hadisələrinin (qəzalarının) baş verməsinə səbəb olmasıdır. Yol-nəqliyyat hadisələrinin analizi göstərir ki, bütün ağır təsirlili qəzaların 4-7%-i texniki cəhətdən saz olmayan avtomobillərin üzərinə düşür. Baş vermiş yol-nəqliyyat hadisələrində nəinki avtomobillərin özü dağılır, insanlar yaralanır və həlak olur, həm də daşınan yük dağılıraq, çox zaman bilavasitə yol ətrafi yaşıllığın məhv olması, landşaftın dağılıb pozulması və s. təhlükəli halların baş verməsinə səbəb olur. Hadisə zamanı ələlxüsus təhlükəli yüklərin (zəhərli maddələr, neft məhsulları, təbii qaz və s.) dağılıb ətrafa yayılması nəinki hadisə iştirakçıları, həm də ətrafdakı insanlara, digər canlılara və su mənbələrinə, bütövlükdə isə ətraf mühitə ziyan vurmuş olur.

Avtomobillərin ətraf mühitə mənfi təsirini azaltmaq üçün müxtəlif xarakterli mübarizə

üsullərindən istifadə edilə bilər ki, bunların içərisində bir neçə istiqamətdə aparılan üsulu məqsəduyğun hesab etmək olar: birincisi - qənaətli və azlitrajlı avtomobillərin, xüsusən də alternativ yanacaq (elektromobil və hibrid) avtomobillərdən istifadə etməklə, ikincisi - elmi-texniki araşdırmalar aparmaqla, üçüncüsü - dekorativ və sanitari-sağlamlaşdırıcı yaşıllaşdırma tədbirlərinin həyata keçirilməsi yolu ilə.

Avtomobillərin ətraf mühitə mənfi təsirinin azaldılması yollarından biri ilk növbədə ekoloji cəhətdən təmiz avtomobillərdən istifadənin genişləndirilməsidir. Görünüşünə görə hazırda geniş istifadə edilənlərdən o qədər də fərqlənməyən elektromobil və hibrid avtomobillər ekoloji cəhətdən çox əhəmiyyətliyə malikdir. Çünki yeni nəsil avtomobillər, hər şeydən əvvəl, ətraf mühitə ziyan vermir və tullantı buraxmırlar. Buna görə də dünyada yanacaq və ekoloji böhran dərinləşdikcə alternativ enerji mənbələri ilə hərəkət edən avtomobillərin geniş istifadəsi qaçılmaz olur.

Elektromobilin üstünlükləri çoxdur, belə ki, 100 kilometr məsafədə enerji sərfiyyatı 1-2 avro təşkil edir. Ekologiyanı çirkləndirmir, səssiz işləyir və s. Dünyanın bir çox ölkələrində nəqliyyat vasitələrinin ətraf mühitə mənfi təsirinin azaldılması məqsədilə ekoloji cəhətdən təmiz və yanacaq sərfiyyatı az olan elektrik və hibrid avtomobillərinin maddi cəhətdən daha əlçatan olması üçün genişmiqyaslı strategiyalar həyata keçirilir.

Ona görə də ətraf mühitə daha az ziyan vuran elektrik və hibrid avtomobillərin istifadəsinin təşviqi və stimullaşdırılması ətraf mühitin qorunmasında vacib rol oynayır. Bu baxımdan Azərbaycanda da elektrik və hibrid avtomobillərin istifadəsinin genişləndirilməsi ölkəmizin ekoloji durumunu yaxşılaşdırmağa bilər.

Elmi-texniki istiqamətdə aparılan araşdırmalar aşağıdakı istiqamətlərdə həyata keçirilir: daxili yanma mühərriklərində işçi proseslərin təkmilləşdirilməsi (mühərrikin qida və alıdırma sistemlərində nizamlaşdırma işlərinin yerinə yetirilmə keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması ilə), yanacağın qənaətlə işlədilməsi (avtomobil konstruksiyalarının təkmilləşdirilməsi və digər istismar amilləri hesabına), avtomobillərlə havaya buraxılan işlənmiş qazların tərkibini neytrallaşdırıcı qurğuların tətbiq edilməsi (bu qurğular avtomobilin konstruksiyasına əlavə olunur və xaricə buraxılan tullantıların tərkibini zərərli birləşmələrdən təmizləyir) və s.

Avtomobillərin ətraf mühitə mənfi təsirini azaltmağın üçüncü üsulu dekorativ və sanitari-sağlamlaşdırıcı yaşıllaşdırma tədbirlərinin həyata keçirilməsidir. Bu baxımdan son illərdə respublikamızda, o cümlədən Naxçıvan Muxtar Respublikasının bütün ərazisində geniş vüsət alan abadlıq, quruculuq və yaşıllaşdırma işləri buna əyani misal ola bilər. Aparılan genişmiqyaslı yaşıllaşdırma işləri, əkilən yüz minlərlə ağac və bəzək kolları ətraf mühitə avtomobillərlə və digər qurğularla atılan zərərli tullantıların təsirinin azaldılmasında mühüm rol oynayır və bu tədbirlər durmadan böyük sürətlə davam etdirilir.

Bu baxımdan Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisində yeni meşə zolaqlarının salınması və yol ətrafı sahələrdə (Naxçıvan-Sədərək, Naxçıvan-Ordubad, Naxçıvan-Şahbuz magistralı boyunca və s.) ağacların əkilməsi bu yönümdə həyata keçirilən tədbirlərdəndir. Yolların ətrafının yaşıllaşdırılması, meşə mühafizə zolaqlarının salınması, yaşıl canlı sədlərin çəkilməsi yol quruculuğunun əsas göstəricisi kimi qiymətləndirilməklə, eyni zamanda ətraf mühitə avtomobillər vasitəsilə buraxılan zərərli qazlardan mühafizəsində də mühüm rol oynayır. Təcrübə göstərir ki, belə meşə zolaqları yolun temperaturunu və rütubətliyini 12-14%, karbon qazının havadakı konsentrasiyasını 70%, havanın çirklənməsini 15-30% azaltmaqla, səs-küyün də müəyyən qədər azalmasına səbəb olur.

Həmçinin qeyd etmək lazımdır ki, avtomobil yolu kənarlarında salınan meşə zolaqları avtomobil yolunu qar, toz və qumluqların təhlükəsindən qoruyur, torpaq sürüşmələrini və yeraltı suların dağıdıcı təsirini qismən azaldır. Belə yaşıllaşdırma avtomobil yolu işçilərinin iş qabiliyyətinə və səhhətinə, sürücülərin və sərnişinlərin istirahətinə və rahatlığına da müsbət təsir göstərir.

Beləliklə, avtomobillər və onların ətraf mühitə zərərli təsirinin azaldılması, ətraf mühitin mühafizəsi və ekoloji tarazlığın qorunması üzrə kompleks tədbirlərin həyata keçirilməsi bu vacib işdə müsbət nailiyyətlər əldə etməyə imkan verəcəkdir.

ƏDƏBİYYAT

1. Fərzəliyev M.N., Həsənov F.M. Daxili yanma mühərriklərinin ekoloji təhlükəsizliyi. Bakı: 2007
2. Məmmədov Y.Ə. və b. Avtomobil (NV-nin konstruksiyasının əsasları). Bakı: 2013
3. Vəliyev S.M., Əliyev A.A., Nuriyev M.Ə. Nəqliyyat mühərrikləri. Bakı: 2017
4. Hüseynova Z.İ. və b. Avtomobil və traktor mühərrikləri. (I hissə) Bakı: 1971
5. İsmayılov A.Ş. Nəqliyyat mühərrikləri, avtomobillər və traktorlar. (I hissə). Bakı: 2007
6. Məmmədov M.M. Traktorlar, avtomobillər və kənd təsərrüfatı mühərrikləri. Bakı: 1976

SUMMARY

Sayyad Valiyev, Gulshade Akhundova

AUTOMOBILES AND THEIR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

The article investigates the importance of automobiles in social life, their negative impact on the environment and various struggle methods to reduce these effects.

Key words: *automobile, transport, landscape, highways, environment, exhaust gases, electric car, hybrid automobile.*

РЕЗЮМЕ

Сайяд Велиев, Гульшаде Ахундова

АВТОМОБИЛИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ОКУРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

В статье обстоятельно рассматриваются вопросы о значении автомобилей в социальной жизни, их отрицательное влияние на окружающую среду и разнохарактерных средствах борьбы, проводимых с целью уменьшения этих влияний.

Ключевые слова: *автомобиль, транспорт, ландшафт, автомобильные дороги, окружающая среда, отработанные газы, электромобил, гибридный автомобиль.*

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

Məqalə daxil olmuşdur: 05 noyabr 2020-ci il

Çapa qəbul edilmişdir: 12 noyabr 2020-ci il

MƏNSUMƏ SEYİDOVA
Naxçıvan Dövlət Universiteti

UOT: [002:004]:S 16.774

İFORMASIYA CƏMIYYƏTİNDƏ BİLİKLƏRLƏ İDARƏETMƏDƏ DATA MİNİNG-İN ROLU

Data Mining informasiya əsrimizdə ən müasir texnologiyalardan biridir. Texnologiyanın inkişafı sayəsində kompüter sistemlərinin həm ucuzlaşması, həm də daha mükəmməlləşməsi daha çox informasiyanın kompüterlərdə saxlanmasına imkan yaradır. Rəqəmsal verilənlərin toplanmasında və saxlanılmasındakı artım, saxlanılan verilənlərin sürətlə çoxalmasına səbəb olmuşdur. Digər tərəfdən, cəmiyyət həyatının sürətlə elektronlaşması, internetin gündəlik həyatın ayrılmaz bir hissəsinə çevrilməsi və texnologiyanın cəmiyyətin ayrılmaz hissəsi olması toplanan informasiyanın artmasını sürətləndirdi. Bu səbəbdən böyük miqdarda informasiyanı emal edəcək texnologiyalardan istifadə etmək böyük əhəmiyyət kəsb edir. Data Mining böyük məlumat bazalarından faydalı bilik almaq üçün bir sıra alətlərdən istifadə edən proses olmaqla yanaşı, biliklərlə idarəetmənin ayrılmaz hissəsinə çevrilmişdir.

Açar sözlər: Data Mining, proqnozlaşdırıcı model, təsviredici model, k-medoids, k-means

GİRİŞ

Rəqəmsal verilənlərin toplanmasında və saxlanılmasındakı artım, saxlanılan verilənlərin sürətlə artmasına səbəb olmuşdur. Verilənlərin rəqəmsallaşdırılaraq saxlanılmasına başlanması ilə paralel olaraq, yer üzündəki informasiyanın həcmi günbəgün sürətlə artır və verilənlər bazalarının sayı da daha yüksək bir nisbətdə artır. Biliklərin idarə olunması məlumatların istifadəsi prosesidir. Verilənlər bazalarında saxlanılan məlumatlar dağla müqayisə edilirsə, bu məlumat dağı ilk vaxtlarda dəyərsizdir və istifadəçi üçün o qədər də məna kəsb etmir. Bununla birlikdə, bu məlumat yığını müəyyən bir məqsəd üçün sistemə şəkildə istifadə olunarsa, dəyərsiz hesab edilən məlumatlar dəyərli məlumatlara çevrilə bilər. Data Mining, verilənlər bazası texnologiyası, statistika, süni intellekt, maşınla öyrənmə, sürətlərin tanınması və verilənlər bazaları kimi bir çox texniki sahələr arasındakı körpü rolunu oynayan bir sahədir. Data Mining astronomiya, biologiya, maliyyə, marketing, sığorta və tibb kimi bir çox sahədə tətbiq olunur.

DATA MİNİNG-DƏ İSTİFADƏ OLUNAN MODELLƏR VƏ TƏTBİQ SAHƏLƏRİ

Data Mining-də istifadə olunan modellər iki əsas hissəyə ayrılır: proqnozlaşdırıcı model (*Predictive*) və təsviredici model (*Descriptive*) [1]. Proqnozlaşdırıcı modellərdə nəticələri əvvəlcədən bəlli olan məlumatlara əsaslanan bir model yaratmaq və bu modeldən istifadə edərək nəticələri məlum olmayan verilənlər yığınının son qiymətlərinin tapılması hədəflənir [1]. Proqnoz olduqca geniş mövzudur və müəyyən komponentlərin arasında uyğunsuzluqların (səhvlərini), hətta fərqləndirilməyə çatan halların, şirkətin gəlirlərinin müəyyənləşdirilməsini və s. situasiyalar haqqında xəbəri qabaq-cadan verir. Bu cür məsələlərin həlli üçün riyazi statistika metodlarından, neyron şəbəkələrindən və s. istifadə edilir [5]. Məsələn, bir bank əvvəlki dövrlərdə verdiyi kreditlər haqqında bütün lazımi məlumatlara sahib ola bilər. Bu məlumatlarda sərbəst dəyişənlər kredit alan müştərinin xüsusiyyətləridir və asılı dəyişən isə krediti geri qaytararaq ödəyib-ödəməməsidir. Bu məlumatlara uyğun olaraq, qurulan model, gələcək kredit tələblərində müştərinin xüsusiyyətlərinə əsasən borcun qaytarılacağını proqnozlaşdırmaq üçün istifadə olunur. Təsviredici modellər verilənləri təsvir edən şablonların (nümunələrin) tapılması üçün tətbiq edilir. Bu qrupa klaster analizinin iterativ metodları, o cümlədən, k-orta və k-mediana alqoritmləri, Koxonenin özünü təşkil kartları, kross-cədvəl

vizuallaşdırma metodları, vizuallaşdırmanın digər metodları və s. aiddir [1]. Məsələn, X / Y aralığında gəliri, iki və ya daha çox avtomobilə və övlada sahib olan və gəliri X / Y aralığından aşağı olan, övladı olmayan ailələrin alış-veriş modellərinin bir-birinə bənzəməsi, təsvir modellərinə bir nümunədir [3]. Data Mining modellərinin qurulmasında məqsəd modelləşdirilən obyekt, prosesi, hadisəni tədqiq etmək və qərarların qəbulu üçün yeni biliklər almaqdan ibarətdir. Mütəxəssis öyrənilən obyektə oxşar model qurur. Model müxtəlif təsvirlər, sxemlər, riyazi düsturlar və s. şəkildə ifadə oluna bilər.

Modeldən istifadənin üstünlüyü modelin tədqiq edilən obyektə nisbətən sadə olmasındadır. Model, tədqiqatın məqsədi baxımından obyektə kiçik detallara fikir vermədən, daha əhəmiyyətli amilləri ayırmağa imkan verir. Model mücərrəd xarakter daşdığından, əksər hallarda onda natamamlıq özünü göstərir, yəni model real obyektə tam əks etdirə bilməz [2].

Data Mining modellərini funksiyalarına görə aşağıdakılara bölmək olur:

1. Təsnifat (*Classification*) və reqressiya (*Regression*)
2. Klasterləşdirmə (*Clustering*)
3. Assosiasiya qaydaları (*Association Rules*)

Təsnifat və reqressiya modelləri proqnozlaşdırıcı, klasterləşdirmə və assosiasiya qaydaları modelləri təsviredici modellərdir [5].

TƏSNİFAT VƏ REQRESSİYA MODELLƏRİ

Təsnifat və reqressiya, əhəmiyyətli məlumat siniflərini araşdıran və ya gələcək məlumat meyllərini proqnozlaşdıran modellər qura bilən iki məlumat analiz metodlarıdır [5]. Təsnifat modelində mütləq dəyərləri qiymətləndirərkən, davamlı dəyərlərin qiymətləndirilməsi üçün reqressiya modelindən istifadə olunur [3]. Məsələn, bank kredit müraciətlərinin etibarlı və ya riskli olduğunu təsnif etmək üçün bir təsnifat modeli qurula bilər, reqressiya modeli isə kompüter məhsulları alarkən gəliri və peşəsi bəlli olan potensial müştərilərin gəlir və xərclərini qiymətləndirmək üçün qurula bilər.

Təsnifat və reqressiya modellərində istifadə olunan əsas texnikalar aşağıdakılardır [3]:

1. Həll etmə ağacları (Decision Trees)
2. Süni neyron şəbəkələr (Artificial Neural Networks)
3. Genetik Alqoritmlər (Genetic Algorithms)
4. K-Yaxın Qonşu (K-Nearest Neighbor)
5. Yaddaşa əsaslanan mülahizə (Memory Based Reasoning)
6. Bayes şəbəkələri

Data Mining-in böyük çeşidli metodlarının içərisindən elələri seçilməlidir ki, onlardan istifadə etməklə qurulan model tədqiq olunan obyektə daha yaxşı təsvir edə bilsin. Bəzən axtarılan qanunauyğunluqları tapmaq üçün bir neçə metoddan və alqoritmdən istifadə edilməsi lazım gəlir. Bu halda metodlardan bəziləri modelləşdirmənin əvvəlində, digərləri isə sonrakı mərhələlərdə istifadə edilir. Məsələn, eyni tip müştərilər qruplarını təyin etmək üçün klasterləşdirmənin metodlarından biri istifadə edilir, nəticədə müştərilər qruplara bölünür və hər qrupa kod mənsub edilir. Sonradan həlletmə ağacları metodundan istifadə edilir. Bu zaman qrupların kodları (əvvəlki metodun işinin nəticələri) alınan qanunauyğunluqların inteqrasiyası üçün istifadə edilir.

Modelin qurulması üçün metodun seçilməsi, məsələnin qoyuluşu, ilkin verilənlər yığımının xüsusiyyətləri, həll olunan məsələnin xüsusiyyətləri, tələb olunan nəticələr əsasında aparılmalıdır [2]. Həll etmə ağacları, Data Mining-də qurulması ucuz olan, asan izahı, verilənlər bazası sistemləri ilə asan inteqrasiyası və yaxşı etibarlılığı sayəsində təsnifat modelləri arasında ən çox istifadə olunan texnikadır. Həll etmə ağacları adından da göründüyü kimi, ağac formasında olub, proqnozlaşdırıcı texnikaya aiddir [4]. Ağac quruluşu ilə asan başa düşülən qaydalar yarada bilən və informasiya texnologiyaları proseslərinə asanlıqla inteqrasiya edə bilən ən populyar təsnifat texnikasıdır. Həlletmə ağacları qərar qovşaqlarından, budaqlardan və yarpaqlardan ibarətdir [3]. Qərar düyünü

əvvəlcədən aparılacaq testi müəyyənləşdirir. Bu testin nəticəsi ağacın məlumat itirmədən budaqlanmasına səbəb olur. Sınaq və budaqlanma hər bir qovşaqlarda ardıcıl olaraq baş verir və bu ayrılma daha yüksək səviyyəli ayrılmalardan asılıdır. Ağacın hər budağı təsnifat prosesini başa vurmağa namizəddir. Təsnifat prosesi bir budağın sonunda həyata keçirilə bilmirsə, hər zaman bir qərar düyünü əmələ gəlir. Ancaq sonunda daima müəyyən bir sinif yaranırsa, bu qolun sonunda bir yarpaq var. Bu yarpaq məlumatlarda müəyyənləşdiriləcək siniflərdən biridir. Həll etmə ağacının işlənməsi kök düyünündən başlayır və ardıcıl qovşaqları yarpağa çatana qədər yuxarıdan aşağıya qədər izləyir. Həll etmə ağacları texnikasından istifadə edərək məlumatların təsnifatlandırılması iki mərhələli bir prosedən ibarətdir [3]. İlk addım öyrənmə mərhələsidir. Öyrənmə mərhələsində əvvəlcədən məlum olan təlim məlumatı bir model yaratmaq məqsədilə təsnifat alqoritmi ilə təhlil olunur. Öyrənilən model təsnifat qaydaları və ya həll etmə ağacları kimi göstərilir. İkinci addım təsnifat mərhələsidir. Təsnifat mərhələsində, yoxlanılan məlumatlar təsnifat qaydalarının və ya həll etmə ağacının dəqiqliyini təyin etmək üçün istifadə olunur. Əgər dəqiqlik müəyyənləşsə, qaydalar yeni məlumatların təsnifatı üçün istifadə olunur.

Yoxlanılan verilənlərə tətbiq olunan bir modelin dəqiqliyi onun düzgün təsnifatının yoxlanılan verilənlərdəki bütün siniflərə nisbətidir. Hər bir test nümunəsində, bilinən sinif, model tərəfindən qiymətləndirilən siniflə müqayisə olunur. Modelin dəqiqliyi məqbul bir dəyərdirsə, model naməlum sinifdəki yeni məlumatları təsnif etmək üçün istifadə edilə bilər. Məsələn, təlim məlumatlarını təhlil edərək, kredit vəziyyəti sinifini qiymətləndirmək üçün bir model yaradılmışdır. Bu modeli yaradan bir təsnifat qaydası $IF \text{ yaş} = "45 \dots 55" \text{ AND gəlir} = \text{yüksək THEN kredit vəziyyəti} = \text{əladır}$ şəklindədir. Bu qaydaya görə yaşı "44 ... 55" kateqoriyasında (45 ilə 55 yaş arasında) olan və gəliri yüksək olan bir şəxsin kredit alma imkanının geniş olduğu görünür.

Bu modelin doğruluğunu bir test məlumatları ilə təsdiqlədikdən sonra model, əvvəllər sinifləndirilməmiş yeni bir məlumatlara tətbiq edilə bilər və yeni məlumatların sinfi təsnifat qaydasına görə "mükəmməl" olaraq təyin edilə bilər.

Bir daha müəyyənləşdi ki, bir həll etmə ağacı, bir sahədə testi göstərən qərar düyünlərindən, testdəki dəyərləri göstərən budaqlardan və sinfi göstərən yarpaqlardan ibarət bir diaqram şəklində bir ağac formasıdır. Ağac quruluşundakı üst düyün kök düyündür.

Həll etmə ağacları, müəyyən bir sinfin mümkün üzvləri ola biləcək elementləri müəyyənləşdirmək, müxtəlif vəziyyətlərin yüksək, orta və aşağı risk qrupları kimi müxtəlif kateqoriyalara ayırmaq, gələcək hadisələrin proqnozlaşdırılması qaydalarını müəyyənləşdirmək, müəyyən alt qruplara xas əlaqələri müəyyənləşdirmək və kateqoriyaların birləşdirilməsi kimi sahələrdə istifadə olunur [3].

Həll etmə ağacları, hansı demoqrafik qrupların məktubla yerinə yetirilən bazarlama tətbiqlərində (poçt marketinqi-Direct Mail) yüksək cavab nisbətinə sahib olduğunu müəyyənləşdirmək, şəxslərin kredit tarixçələrindən istifadə edərək kredit qərarları vermək (kredit qiymətləndirmə), keçmişdə iş üçün ən faydalı olan şəxslərin xüsusiyyətlərindən istifadə edərək işə qəbul proseslərini müəyyənləşdirmək, tibbi müşahidə məlumatlarından istifadə edərək ən düzgün qərarların verilməsi, hansı dəyişənlərin satışa təsir göstərdiyini və istehsal məlumatlarını araşdıraraq məhsul qüsurlarına səbəb olan dəyişənlərin təyin edilməsi kimi tətbiqetmələrdə istifadə olunur [2].

KLASTERLƏŞDİRMƏ (CLUSTERING) METODU

Klasterləşdirmə (Clustering), məlumatların siniflərə və ya qruplara ayrılması prosesidir [8]. Eyni çoxluqdakı elementlər bir-birinə bənzədiyi halda, digər çoxluqların elementlərindən fərqlənir.

Klasterləşdirmə, Data Mining, statistika, biologiya və qurğuların öyrənilməsi kimi bir çox sahələrdə istifadə olunur. Klasterləşdirmə modelində, təsnifat modelində olduğu kimi verilənlər sinifləri yoxdur [6]. Təsnifat modelində məlumatların sinifləri əvvəlcədən məlumdur və yeni bir məlumat alındıqda bu məlumatların hansı sinifdən olacağı təxmin edilir. Bununla birlikdə, klasterləşdirmə modelində sinifləri olmayan məlumatlar qruplara bölünür. Bəzi tətbiqetmələrdə klasterləşdirmə modeli təsnifat modelinin əvvəlcədən işlənməsi rolunu oynaya bilər [6].

Tipik klasterləşdirmə təcrübələri bazarlarda fərqli müştəri qruplarının aşkarlanması və alış-

veriş qaydalarının aşkarlanması, bitki və heyvan siniflərinə görə biologiyadakı oxşar genlərin sinifləndirilməsi və şəhər planlanmasında evlərin tiplərinə, dəyərlərinə və coğrafi mövqelərinə görə qruplara bölünməsinə əhatə edir. Klasterləşdirmə Web-də məlumat axtarmaq üçün sənədləri təsnif etmək üçün də istifadə edilə bilər [7].

Məlumat qruplaşması güclü şəkildə inkişaf edir. Verilənlər bazalarında toplanan məlumatların miqdarının artması ilə mütənasib olaraq, klaster analizi son vaxtlar Data Miningin tədqiqatlarında aktiv bir mövzu halına gəldi.

Ədəbiyyatda bir çox klaster alqoritmi mövcuddur. İstifadə ediləcək klaster alqoritminin seçimi məlumat növündən və məqsədinə asılıdır. Ümumiyyətlə, əsas klaster üsulları aşağıdakı kimi təsnif edilə bilər [3]:

1. Bölmə üsulları (Partitioning methods)
2. İerarxik metodlar (Hierarchical methods)
3. Sıxlığa əsaslanan metodlar (Density-based methods)
4. Şəbəkə əsaslı metodlar (Model-based methods)
5. Model əsaslı metodlar (Model-based methods)

Bölmə metodlarında n verilənlər bazasındakı obyektlərin sayı və yaradılacaq çoxluqların sayı olaraq k sayılır. Bölmə alqoritmi n sayda obyekti k çoxluğuna bölür ($k \leq n$). Çoxluqlar neytral bölünmə meyarı kimi qəbul edilən bir meyarla uyğun olaraq, yaradıldığı üçün eyni çoxluqdakı obyektlər bir-birinə bənzədiyi üçün fərqli qruplardakı obyektlərdən fərqlənir [3].

Ən yaxşı bilinən və ən çox istifadə olunan bölünmə üsulları k -means, k -medoids metodu və onların növləridir [8]. k -means metodu əvvəlcə hər biri klasterin mərkəzini və ya orta nöqtəsini təmsil edən n sayda obyektə k sayda təsadüfi obyekt seçir. Qalan obyektlərin hər biri ən yaxın olan klaster mərkəzinə görə qruplara bölünür. Başqa sözlə, yəni hər hansı bir obyekt klasterin mərkəzinə yaxındırsa həmin klasterə yerləşdirilir. Sonra hər bir klaster üçün ortalama hesablanır və bu hesablanan, dəyər həmin qrupun yeni mərkəzi olur. Bu proses bütün obyektlər qruplara yerləşdirilənə qədər davam edir [3].

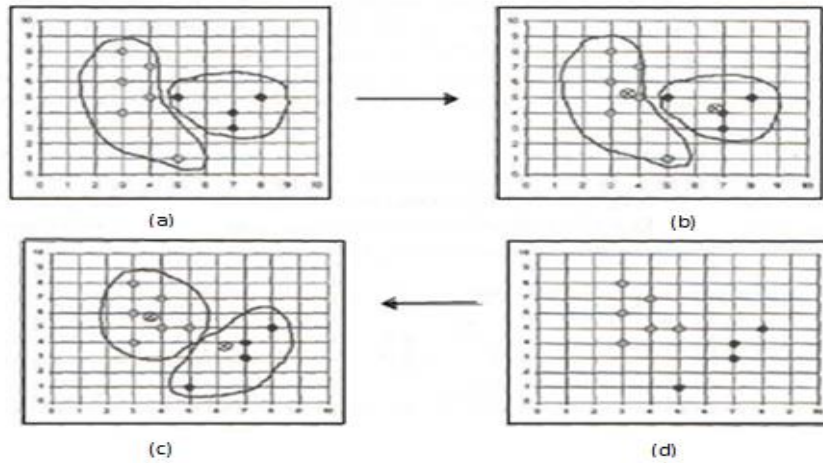
Fərz edək ki, bir qrup obyekt, məkanda şəkil 2-də göstəriləni kimi yerləşib. İstifadəçinin bu obyektləri iki qrupa bölmək istədiyini fərz etsək, $k = 2$ olar [3]. Birinci ayda iki qrupun mərkəzi olaraq iki təsadüfi obyekt seçildi və digər obyektlər bu mərkəzlərə yaxınlığına görə iki qrupa bölündü. Bu fərqlə görə hər iki çoxluğun obyektlərinin yeni ortalamaları alındı və bu dəyər çoxluqların yeni mərkəzləri oldu. Bu yeni mərkəzlər şəkil 2(b) -də kəsilmiş nöqtələrlə göstərilir. Bu yeni kəşif mərkəzlərə görə, hər qrupdakı bir obyekt digər qrupun mərkəzinə daha yaxındır. Bu vəziyyət şəkil 2 (c) -də görülür. (5,1) koordinatındakı obyekt və (5,5) koordinatındakı obyekt çoxluq dəyişdiriblər. Hər iki çoxluqdakı bu yeni daxilolmalarla obyektlərin ortalama dəyərləri və bilavasitə, çoxluqdakı obyektlərin mərkəzləri dəyişdi [5]. Yeni hesablanan mərkəzlər şəkil 2(d) -də kəsilmiş nöqtələrlə göstərilmişdir. Artıq kənarda qalan obyekt olmadığı üçün və hər bir obyekt daxil olduğu klasterin mərkəzinə ən yaxın yerləşdiyindən, k -means metodu ilə qruplara bölünmə prosesi şəkil 2(d) [5] də göstəriləni kimi dayandırılır.

k -means metodu yalnız klasterin ortası müəyyən edilə bildikdə istifadə edilə bilər [9]. İstifadəçilərin k -dəyərini, yəni formalaşacaq klaster sayını təyin etməsi tələbi dezavantaj kimi qəbul edilə bilər. Əsas vacib dezavantaj, kənarda qalan (outliers) adlandırılan obyektlərə qarşı həssaslıqdır [5]. Çox böyük bir dəyəri olan obyekt, daxil olacağı dəstin mərkəzi və ya orta nöqtəsini əhəmiyyətli dərəcədə dəyişə bilər. Bu dəyişiklik klasterin həssaslığını poza bilər.

Bu problemi həll etmək üçün klasterdəki cisimlərin ortalamasını götürmək yerinə, klasterin mərkəzinə ən yaxın nöqtədə yerləşmiş medoidi bir obyekt kimi istifadə edilə bilər. Bu proses k -medoids metodu ilə həyata keçirilir.

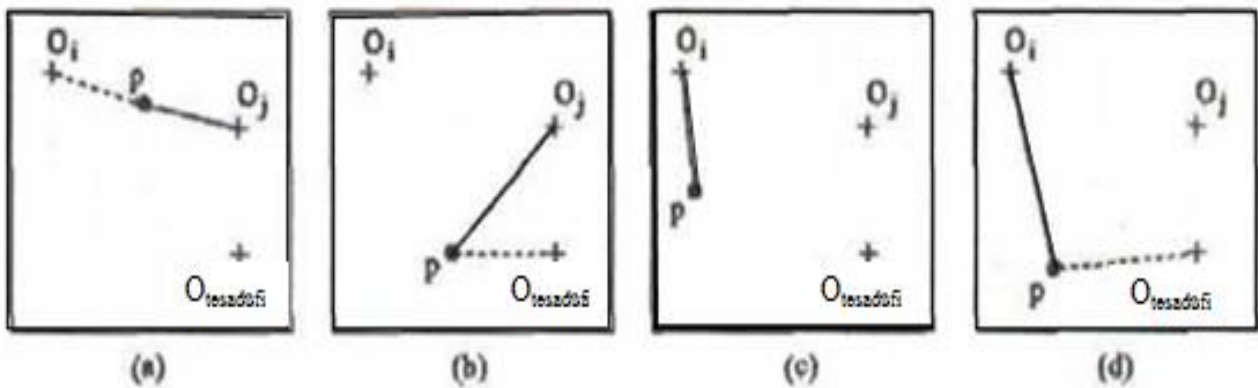
k -medoids klaster metodunun əsas strategiyası əvvəlcə mərkəzi medoid hesab edilən n ədəd obyektə k sayda çoxluq tapmaqdır [5]. Qalan obyektlər, özlərinə ən yaxın olan medoidə görə k ədəd

çoxluğa yerləşdirilir. Bu bölümlərdən sonra klasterin mərkəzinə ən yaxın olan obyektı tapmaq üçün olan medoid, hər bir medoid olmayan obyekt ilə əvəz olunur. Bu proses ən uyğun medoid tapılana qədər davam edir [5].



Şəkil 2. K-

vasitələri metodu ilə klasterləşdirmə nümunəsi



- Məlumat obyektı
- ⊕ Çoxluq mərkəzi
- Yer dəyişdirmədən əvvəl
- - - - Yer dəyişdirmədən sonra

I

Şəkil 3. K-medoids metodu ilə klasterləşdirmə nümunəsi

Şəkil 3-də O_i və O_j iki ayrı çoxluğun medoidlərini, $O_{\text{təsadüfi}}$ medoid ola biləcək təsadüfi seçilmiş bir obyekt, p isə medoid olmayan bir obyektə təmsil edir. Şəkil 3-də $O_{\text{təsadüfi}}$ -nin hal-hazırda medoit olan O_j -i əvəz edib yeni bir medoid halına gələ biləcəyini təyin edən dörd vəziyyəti göstərilir [5].

(a)-də p obyekt hazırda O_i medoidindən asılıdır. (O_j medoidinin yerləşdiyi qrupdadır). Əgər O_j , $O_{\text{təsadüfi}}$ ilə yer dəyişdirsə və p obyekt O_i -yə ən yaxınsa, p obyekt O_i ilə əvəz olunur.

(b)-də p obyekt hazırda O_j medoiddən asılıdır. Əgər O_j , $O_{\text{təsadüfi}}$ ilə əvəz olunarsa və p obyekt $O_{\text{təsadüfi}}$ -yə ən yaxındırsa, p obyekt $O_{\text{təsadüfi}}$ ilə əvəz olunur.

(c)-də p obyekt hazırda O_i medoiddən asılıdır. O_j $O_{\text{təsadüfi}}$ -ilə əvəz olunursa və p obyekt hələ $O_{\text{təsadüfi}}$ -yə ən yaxındırsa, p obyekt yenə də O_i -dən asılı qalır.

(d). p obyekt hazırda O_i medoiddən asılıdır. O_j , $O_{\text{təsadüfi}}$ ilə əvəz edilirsə və p obyekt $O_{\text{təsadüfi}}$ -yə ən yaxındırsa, p obyekt $O_{\text{təsadüfi}}$ ilə əvəz olunur.

NƏTİCƏ

Cəmiyyət həyatının sürətlə elektronlaşması, internetin gündəlik həyatın ayrılmaz bir hissəsinə çevrilməsi və texnologiyanın cəmiyyətin ayrılmaz hissəsi olması toplanan informasiyanın artmasını sürətləndirdi. Bu səbəbdən böyük miqdarda informasiyanı emal edəcək texnologiyalardan istifadə etmək böyük əhəmiyyət kəsb edir. Data Mining böyük məlumat bazalarından faydalı bilik almaq üçün bir sıra model və üsullardan istifadə edən prosesdir.

Bu işdə Təsnifat (Classification) və Reqrəssiya (Regression), Klasterləşdirmə (Clustering), Assosiasiya qaydaları (Association Rules) araşdırılmış və tətbiq sahələri nümunələrlə izah edilmişdir. Data Mining texnologiyası tətbiq edildikdə, mövcud verilənlər və həll ediləcək peşəkar problem çox yaxşı analiz olunmalı və başa düşülməlidir. Bu iki amil Data Mining-in müvəffəqiyyətinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edəcəkdir. Mövcud məlumatlar və problem araşdırıldıqdan sonra ən uyğun modellər və üsullar seçilməli və onlar vasitəsilə faydalı verilənlər seçilib istifadə olunmalıdır. Uyğun olmayan bir model və üsul seçilsə, Data Mining texnologiyası müvəffəqiyyət qazana bilməz. Data Mining biliklərlə idarəetmənin ayrılmaz hissəsidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Methodologies for Knowledge Discovery and Data Mining: Third Pacific-Asia Conference, Pakdd-99, Beijing, China, April 26-28, 1999 : Proceedings, Zhong, N. - Zhou, L., Springer Verlag, 1999
2. İnformasiya sistemləri. S.Q.Kərimov, Bakı: 2007
3. Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciligi, Akpınar, H., İstanbul Üniv. İşletme Fakültesi Dergisi, C:29 S: 1 Nisan 2000
4. İnformasiya sistemləri menecmenti, Müşfiq Ramazanov, Bakı: 2017
5. Data Mining Concepts and Techniques, Han, J.-Kamber, M., Morgan Kaufmann Publishers, 1st Ed., San Francisco, USA, 2000
6. Mastering Data Mining: The Art and Science of Customer Relationship Management, Berry, M.J.A. - Linoff, G.S., John Wiley & Sons, 1st Ed., 1999
7. Data Mining with Microsoft SQL Server 2000, Seidman, C, Microsoft Press, 1st Ed.; Washington, USA, 2001
8. Mining Databases: Towards Algorithms for Knowledge Discovery, Fayyad U., IEEE Bulletin of the Technical Committee on Data Engineering, Vol.21 No1, March 1998: 41-48
9. Cluster Analysis, Han, J., <http://www-sal.es.uiuc.edu/~hanj/bk/8clst.ppt>.
10. Veri madenciligi ve Bilgi Keşfi, Murad Artsın, 2019

SUMMARY

Mansuma Seyidova

**THE ROLE OF DATA MINING IN KNOWLEDGE MANAGEMENT IN THE
INFORMATION SOCIETY**

Data mining is one of the most modern technologies in our information age. Thanks to the development of technology, both cheaper and more advanced computer systems allow more information to be stored on computers. The increase in the collection and storage of digital data has led to a rapid increase in stored data. On the other hand, the rapid electronic life of society, the fact that the Internet has become an integral part of everyday life, and the fact that technology is an integral part of society has accelerated the growth of information collected. For this reason, it is important to use technologies that will process large amounts of information. Data Mining is a process that uses a number of tools to obtain useful knowledge from large databases, and has become an integral part of knowledge management.

Key words: Data Mining, predictive model, descriptive model, k-medoids, k-means

РЕЗЮМЕ

Мансума Сеидова

**СО ЗНАНИЯМИ В ИНФОРМАЦИОННОМ ОБЩЕСТВЕ
РОЛЬ DATA MINING-а В УПРАВЛЕНИИ**

Data Mining - одна из самых современных технологий в нашем информационном веке. Благодаря развитию технологий как более дешевые, так и более совершенные компьютерные системы позволяют хранить больше информации на компьютерах. Увеличение сбора и хранения цифровых данных привело к быстрому увеличению хранимых данных. С другой стороны, быстрая электронизация общественной жизни, и тот факт, что Интернет стал неотъемлемой частью повседневной жизни, и тот факт, что технологии являются неотъемлемой частью общества, ускорили рост объема собираемой информации. По этой причине важно использовать технологии, которые будут обрабатывать большие объемы информации. Data Mining - это процесс, который использует ряд инструментов для получения полезных знаний из больших баз данных и стал неотъемлемой частью управления знаниями.

Ключевые слова: интеллектуальный анализ данных, модель прогнозирования, описательная модель, k-medoids, k-means

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

Məqalə daxil olmuşdur: 05 noyabr 2020-ci il

Çapa qəbul edilmişdir: 12 noyabr 2020-ci il

ZİYA AĞAYEV

Bakı Avrasiya Universiteti

UOT: 681.2:658.286

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASININ NƏQLİYYAT SEKTORUNDA APARILAN İNSTITUSİONAL İSLAHATLAR

Məqalədə Azərbaycanın nəqliyyat sektorunda həyata keçirilmiş institusional islahatlar tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, dövlət nəqliyyat sahəsində mütəmadi olaraq islahatların keçirilməsində maraqlı olmuşdur. Bu sahədə dövlət tənzimlənməsi ilə yanaşı, ayrı-ayrı təsərrüfat sahələrinin sərbəst inkişafına şərait yaradılması istiqamətində də ciddi addımlar atılmışdır. Nəqliyyat sektorunda həyata keçirilən institusional islahatlar bu sahədə idarəetməni təkmilləşdirməklə yanaşı, iqtisadi səmərəni də təmin etməkdədir.

Məqalədə nəqliyyatın ayrı-ayrı sahələri üzrə müstəqillik illərində aparılmış islahatlar geniş şəkildə araşdırılmışdır. Xüsusilə son illər ərzində nəqliyyat sektorunda həyata keçirilmiş institusional islahatların müsbət iqtisadi nəticələr verdiyi xüsusi vurğulanmışdır. Aparılan institusional islahatların nəqliyyat sahələrinin fəaliyyətinin səmərəlilişdirilməsinə, idarəetmədə çevikliyinin və şəffaflığın təmin olunmasında mühüm rolunu ortaya qoyulmuşdur.

Məqalədə vurğulanır ki, nəqliyyat sektoru iqtisadi inkişafın əsas lokomotivlərindən biridir. Nəqliyyat sisteminin inkişafı, aparılan islahatlar ümumilikdə ölkə iqtisadiyyatının inkişafına xidmət edir.

Məqalədə belə qənaətə gəlinir ki, Azərbaycanda nəqliyyat sisteminin müxtəlif sahələrini əhatə edən kompleks xarakterli institusional islahatlar çərçivəsində təsərrüfat sahələrinin daha səmərəli idarəetməsinin təşkil edilməsi ilə bağlı müxtəlif üsullardan istifadə edilməkdədir.

Həmçinin ölkədə nəqliyyat infrastrukturunun müasir tələblər səviyyəsində qurulması Azərbaycanın regionun mühüm nəqliyyat-logistika mərkəzinə çevrilməsinə xidmət edir. Bu isə iqtisadiyyatın inkişafına mühüm töhfə deməkdir. Ümumilikdə nəqliyyat sektorunda aparılan struktur-institusional islahatlar ölkədə Prezident İlham Əliyev tərəfindən aparılan kompleks islahatların tərkib hissəsidir.

Açar sözlər: nəqliyyat, nəqliyyatın növləri, Azərbaycanın nəqliyyat sektoru, islahatlar

Giriş

Azərbaycan Respublikasında idarəçilik sisteminin müxtəlif sahələrində mütəmadi olaraq institusional islahatlar həyata keçirilir. İnstitusional islahatların ardıcıl şəkildə həyata keçirildiyi sahələrdən biri də nəqliyyat sektorudur. Məlum olduğu kimi, nəqliyyat sektoru çox geniş spektri əhatə edir. Nəqliyyat sektorunun müxtəlif altsistemlərinin tənzimlənməsi, idarəetməsini həyata keçirən ayrı-ayrı dövlət qurumları vardır və qurumların fəaliyyətində zamanın, dövrün tələblərinə uyğun şəkildə institusional yeniliklər özünü göstərir. İnstitusional islahatların əsas məqsədi nəqliyyat sektorunun vahid sistem şəklində inkişafını təmin etmək, idarəetməsini səmərəlilişdirmək, innovasiyaların tətbiqini genişləndirməkdən ibarətdir. Həmçinin ölkənin beynəlxalq nəqliyyat dəhlizlərinə qoşulması nəqliyyat sektorunda sistemli idarəetməni təmin etməyi zəruri etməkdədir. Nəqliyyat sektorunun ölkənin həm sosial-iqtisadi, həm də siyasi həyatında oynadığı əhəmiyyətli rolunu nəzərə alsaq, bu sahədə həyata keçirilən islahatların, yeniliklərin öyrənilməsinin mühüm aktualıq kəsb etdiyi qənaətinə gələ bilərik. Nəqliyyat sektorunda həyata keçirilən institusional islahatlar bu sahədə idarəetməni təkmilləşdirməklə yanaşı, iqtisadi səmərəni də təmin etməkdədir. Məqalədə respublikamızda

nəqliyyat siyasətinin institusional aspektləri, eyni zamanda Azərbaycan Respublikası Prezidentinin bu sahə ilə bağlı verdiyi fərman və sərəncamlar, imzaladığı qanunlar tədqiqata cəlb olunmuşdur.

Azərbaycan Respublikasında nəqliyyat sistemində aparılan institusional islahatlar dövlət idarəetmə islahatlarının tərkib hissəsi kimi

Azərbaycan öz müstəqilliyini əldə etdikdən sonra həm ölkə iqtisadiyyatının müxtəlif sferalarında inkişafı təmin etmək, həm də dövlət idarəetmə sistemini optimallaşdırmaq, təkmilləşdirmək istiqamətində bir sıra mühüm addımlar atılmağa başlanmışdır. Başqa sözlə, yeni sistemə keçid ilə bağlı olaraq, yeni dövlətçiliyin institusional sisteminin yaradılması mərhələsində optimal formaların axtarışı prosesi həyata keçirilirdi. Proses çərçivəsində müxtəlif təsərrüfat sahələrini əhatə edən dövlət komitələri və nazirliklərin birləşdirilməsini, bəzi yeni qurumların yaradılması həyata keçirilmişdir. Məlum olduğu kimi, Azərbaycanda müxtəlif sahələrdə islahatların aparılması məhz 1993-cü ildə ümummilli lider Heydər Əliyevin hakimiyyətə gəlişindən sonra mümkün olmuşdur.

Azərbaycan Respublikasında dövlət idarəetməsi sahəsində islahatlar Prezident Heydər Əliyev tərəfindən 1998-ci il dekabr ayının 29-da imzalanmış “Azərbaycan Respublikasında dövlət idarəetmə sistemində islahatlar aparılması üzrə dövlət komissiyasının yaradılması haqqında” Fərmanla start götürmüşdür. Məhz bu fərman səmərəli dövlət idarəetmə sisteminin formalaşdırılması istiqamətində aparılan ciddi islahatların başlanğıcını qoymuşdur.

Fərmana görə, islahatların dörd istiqamət üzrə aparılması nəzərdə tutulurdu: dövlət xərclərinin idarə olunması sisteminin yenidən qurulması, audit sisteminin islahatı, dövlət idarəetmə sisteminin (inzibati dövlət qulluğu) islahatı, hüquq və məhkəmə sisteminin islahatı [2].

Həmin dövrdə Azərbaycanda dövlət idarəetmə sisteminin islahatlarına xarici ekspertlər də cəlb edilmişdir ki, bu da dövlətin bu sahədə beynəlxalq təcrübəyə əsaslanmaqla islahatlar aparmaq niyyətini ortaya qoyurdu. Azərbaycanda dövlət idarəetmə sisteminin islahatları prosesində Dünya Bankının ekspertləri iştirak edirdi. Həmin xarici ekspertlər və Azərbaycan hökumətinin təmsilçilərinin iştirakı ilə 1999-cu ilin mart ayında Azərbaycanda dövlət idarəetmə sisteminin islahatları probleminə həsr olunmuş beynəlxalq konfrans keçirildi. Konfransda bu sahədə mövcud problemlər, onların həlli yolları, gözlənilən islahatların konsepsiya layihəsinin məzmunu ilə bağlı ətraflı müzakirələr aparıldı.

İslahatların keçirilməsində ən vacib məsələlərdən biri hökumətin strukturunun yenidən qurulmasından, sahə prinsiplərindən funksional prinsiplərə keçməklə idarəetmənin strukturunun əsaslı sadələşdirilməsindən ibarət idi [6, s.4].

İdarəetmədə həyata keçirilən islahatların mahiyyəti düzgün anlaşılmalıdır. Yəni bu islahatlar ayrı-ayrı dövlət orqanlarının ləğvi və ya birləşdirilməsi, yaxud da yeni strukturların yaradılmasından ibarət deyildir. İnstitusional islahatlar birinci növbədə dövlət strukturlarının tənzimləyici rolunun gücləndirilməsini və onların fəaliyyətinin səmərəliliyini təmin etməlidir. Bu, heç də bürokratik meyillərin dərinləşdirilməsi demək deyil. Əksinə, idarəetmə sistemində aparılan islahatlar dövlət idarəetmə orqanlarının debürokratizasiyasına, iqtisadiyyatda dövlət inhisarçılığının aradan qaldırılmasına şərait yaratmalıdır [12].

Ölkədə institusional islahatların həyata keçirildiyi sektorlardan biri də nəqliyyat sahəsi olmuşdur. Məlum olduğu kimi, nəqliyyat sektoru iqtisadi inkişafın əsas lokomotivlərindən biridir. Nəqliyyat sisteminin inkişafı, aparılan islahatlar ümumilikdə ölkə iqtisadiyyatının inkişafına xidmət edir. Bu mənada nəqliyyat sistemində aparılan institusional islahatların araşdırılması olduqca mühüm aktualıq kəsb edir.

Nəqliyyat sektorunda institusional islahatlara Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 1998-ci il 5 avqust tarixli 743 nömrəli Fərmanı ilə Nəqliyyat Nazirliyinin yaradılması ilə start verilmiş oldu. Məhz bu fərmanla dövlət nəqliyyat sektorunda vahid dövlət tənzimlənməsi siyasətinin əsasını müəyyənləşdirmişdir.

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2003-cü il 10 iyun tarixli 880 nömrəli Fərmanı ilə Azərbaycan Respublikasının Nəqliyyat Nazirliyi haqqında Əsasnamə təsdiq edilmiş və nazirlik

fəaliyyətə başlamışdır.

Ölkəmizin nəqliyyat-yol kompleksinə daxil olan dövlət və özəl nəqliyyat qurumları infrastrukturalarının yeniləşdirilməsi, onların fəaliyyətinin bazar iqtisadiyyatı tələbləri səviyyəsində qurulması və səmərəliliyinin artırılması, nəqliyyat sahəsində islahatların aparılması, normativ-hüquqi bazanın təkmilləşdirilməsi, beynəlxalq təşkilatlar və maliyyə qurumları ilə əməkdaşlıq, o cümlədən, islahatların aparılması, vergi, tarif, investisiya, kadr və sosial siyasət, nəqliyyatın təhlükəsiz fəaliyyəti, nəqliyyat növlərinin inkişafının prioritet istiqamətləri, eləcə də respublikanın nəqliyyat sisteminin beynəlxalq nəqliyyat sisteminə inteqrasiyası və tranzit potensialının inkişaf etdirilməsi Nəqliyyat Nazirliyinin gündəlik fəaliyyətinin əsasını təşkil etmişdir [7].

Qeyd etmək lazımdır ki, ölkə inkişaf etdikcə, iqtisadiyyatın lokomotiv sektorlarından sayılan nəqliyyat sahəsində mütəmadi olaraq islahatlar aparılmışdır. Xüsusilə də bu sahədə institusional islahatlar davamlı xarakter kəsb etmişdir.

Ölkədə idarəetmə sisteminin təkmilləşdirilməsi, səmərəliliyin artırılması, təsərrüfat sahələrinin inkişafına əngəl olan bürokratik əngəllərin aradan qaldırılması kimi yeni dövrün tələblərinə müvafiq olaraq Nəqliyyat Nazirliyinin tərkibində olan bir sıra təsərrüfatla məğul olan strukturların ayrılmasına və ümumilikdə nazirliyin işə ləğv edilərək Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyi ilə birləşdirilməsi ilə nəticələnmişdir.

Bununla bağlı, 13 fevral 2017-ci il tarixdə prezident sərəncamı imzalanmışdır. Sərəncamda deyilir: Azərbaycan Respublikasında dövlət idarəetmə strukturunu təkmilləşdirmək, habelə nəqliyyat, rabitə və yüksək texnologiya sahələrində dövlət siyasətini və tənzimlənməsini müasir dövrün tələblərinə uyğunlaşdırmaq və səmərəliliyi artırmaq məqsədi ilə Azərbaycan Respublikasının Nəqliyyat Nazirliyi və Azərbaycan Respublikasının Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyi birləşdirilərək, onların əsasında Azərbaycan Respublikasının Nəqliyyat, Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyi yaradılsın [8].

Həmçinin nəqliyyat sahəsində dövlət idarəetməsini təkmilləşdirmək və çevikliyi təmin etmək məqsədilə aparılan islahatlar çərçivəsində Azərbaycan Respublikasının Prezidentinin 12 yanvar 2018-ci il tarixli Fərmanı ilə Azərbaycan Respublikasının Dövlət Dəniz Administrasiyası əsasında Azərbaycan Respublikasının Nəqliyyat, Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyi yanında Dövlət Dəniz Agentliyi və Azərbaycan Respublikasının Dövlət Mülki Aviasiya Administrasiyası əsasında Azərbaycan Respublikasının Nəqliyyat, Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyi yanında Dövlət Mülki Aviasiya Agentliyi yaradılmışdır.

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2018-ci il 12 yanvar tarixli Fərmanı ilə təsdiq edilmiş Əsasnaməyə görə Azərbaycan Respublikasının Nəqliyyat, Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyi Azərbaycan Respublikası ərazisindən keçən bütün nəqliyyat dəhlizlərinin inkişafı və rəqabət qabiliyyətinin artırılması üçün təkliflər verir; mülki hava gəmilərinin uçuşlarının təhlükəsizliyinin, aviasiya təhlükəsizliyinin və hava gəmiləri tərəfindən ətraf mühitin mühafizəsinin təmin edilməsinə nəzarət edir; dəniz üzgüçülüynün təhlükəsizlik sistemini təşkil edir [5].

Dəniz nəqliyyatı sahəsində idarəetmənin təkmilləşdirilməsi

Respublikada dəniz nəqliyyatı sahəsində idarəetməni təkmilləşdirmək məqsədilə davamlı institusional islahatlar həyata keçirilmişdir. Belə ki, iqtisadiyyatda köklü struktur islahatlarının davam etdirilməsi, dəniz gəmiçiliyi sahəsində yerli və beynəlxalq daşımaların artırılması, ölkənin rəqabət qabiliyyətinin və tranzit potensialının gücləndirilməsi məqsədilə Azərbaycan Respublikası Prezidentinin “Azərbaycan Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi” Qapalı Səhmdar Cəmiyyətinin yaradılması haqqında 22 oktyabr 2013-cü il tarixli 6 nömrəli və “Azərbaycan Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi” Qapalı Səhmdar Cəmiyyətinin fəaliyyətinin təşkili haqqında 10 yanvar 2014-cü il tarixli 213 nömrəli Sərəncamlarına əsasən, Azərbaycanda mövcud olan iki böyük donanmanın – Azərbaycan Dövlət Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi və Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin Xəzər Dəniz Neft Donanmasının birləşdirilərək yenidən təşkil olunması yolu ilə “Azərbaycan Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi”

Qapalı Səhmdar Cəmiyyəti yaradılmışdır [9].

“Azərbaycan Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi” QSC-nin tərkibinə nəqliyyat donanması ilə yanaşı, ixtisaslaşdırılmış donanma və gəmi təmiri zavodları daxildir. Bu gün “Azərbaycan Xəzər Dəniz Gəmiçiliyi” Qapalı Səhmdar Cəmiyyəti dəniz nəqliyyatı sahəsində fəaliyyət göstərən donanmaları vahid bir orqanizmdə birləşdirərək, qarşıya qoyulan vəzifələri yüksək səviyyədə və operativ yerinə yetirməkdədir.

Dəmir yolu nəqliyyatında müasir infrastrukturun yaradılması və institusional idarəetmənin müasirləşdirilməsi

Nəqliyyat sistemində aparılan institusional islahatlar heç şübhəsiz ki, dəmir yolları sahəsində də mütəmadi olaraq davam etdirilmişdir. Məlum olduğu kimi, dəmir yolu ölkəmizin həm yükdaşıma, həm də sərnişindaşıma sahəsində mühüm rol oynayır. Bu sahədə problemlərin aradan qaldırılması, işlərin müasir tələblər səviyyəsində qurulması üçün ciddi islahatlar tələb olunur. Məhz bu məqsədlə Azərbaycan Respublikasının Prezidenti İlham Əliyev 20 iyul 2009-cu il tarixli “Azərbaycan Dəmir Yolları” Qapalı Səhmdar Cəmiyyətinin yaradılması haqqında Sərəncam imzalamışdır.

Dəmir yolu nəqliyyatının inkişafını təmin etmək məqsədilə Prezident İlham Əliyev tərəfindən 6 iyul 2010-cu ildə “**Azərbaycan Respublikasında dəmir yolu nəqliyyat sisteminin 2010-2014-cü illərdə inkişafına dair Dövlət Proqramı**”-ni da təsdiq edilmişdir.

Dövlət Proqramının əsas məqsədi əhalinin və iqtisadiyyatın dəmir yolu nəqliyyatı xidmətlərinə artan tələbatının və dövlətin müdafiə ehtiyaclarının təmin olunması, Azərbaycanın tranzit potensialının artırılması, dəmir yolu nəqliyyatında xidmətlərin səviyyəsinin yüksəldilməsi, sərnişin və yük daşımalarda nəqliyyat xərclərinin azaldılması yolu ilə nəqliyyat kompleksinin səmərəli fəaliyyətini və onun ölkənin sosial-iqtisadi tərəqqisində daha fəal iştirakını təmin etməkdir [3].

Sonrakı mərhələdə isə, ölkənin nəqliyyat sektorunun idarə edilməsinin təkmilləşdirilməsi istiqamətində həyata keçirilən islahatlar çərçivəsində nəqliyyatın əsas sahələrindən biri olan dəmir yolunda müasir tələblərə cavab verən infrastrukturun yaradılmasını, yüksəkkeyfiyyətli nəqliyyat xidmətləri göstərilməsini və Bakı-Tbilisi-Qars, Şimal-Cənub dəmir yolu marşrutları ilə yükdaşımaların rəqabət qabiliyyətinin artırılmasını təmin etmək məqsədi ilə 18 sentyabr 2015-ci il tarixdə “Azərbaycan Dəmir Yolları” Qapalı Səhmdar Cəmiyyətinin yaradılması haqqında” Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2009-cu il 20 iyul tarixli 383 nömrəli Sərəncamında dəyişikliklər edilməsi və Səhmdar Cəmiyyətinin fəaliyyətinin təkmilləşdirilməsi ilə bağlı əlavə tədbirlər barədə Azərbaycan Respublikası Prezidenti Fərman imzalamışdır. Fərmana əsasən “Azərbaycan Dəmir Yolları” Qapalı Səhmdar Cəmiyyəti” Nəqliyyat Nazirliyinin tabeliyindən çıxarılmışdır.

Avtomobil yollarının istismarı və nəqliyyatın hərəkətinin tənzimlənməsi sahəsində idarəetmə qurumlarının fəaliyyətinin təkmilləşdirilməsi

Azərbaycan Respublikasının avtomobil yolu təsərrüfatı sahəsində xidmət göstərilməsi, avtomobil yollarının, habelə körpülərin, tunellərin və digər yol qurğularının layihələndirilməsi, tikilməsi, istismarı, bərpası, təmiri, yenidən qurulması, avtomobil yollarının və yol qurğularının qorunub saxlanması və onların vəziyyətinə nəzarət edilməsi, habelə yol infrastrukturunun inkişafı ilə bağlı digər işlərin kompleks şəkildə aparılmasının təmin edilməsi də nəqliyyat sisteminin mühüm və prioritet sahələrindən biridir. Bu sahə üzrə işlərin müasir səviyyədə qurulması, fəaliyyətin əlaqələndirilməsi və s. məsələlər daim dövlətin diqqət mərkəzində olmuş və müstəqillik illərində müvafiq olaraq dövrün tələblərinə uyğun olaraq, institusional dəyişikliklərə məruz qalmışdır.

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 10 mart 2000-ci il tarixli 299 sayılı Fərmanı ilə “Azərbaycan Respublikasının avtomobil yolları haqqında” Qanun qüvvəyə mindi. Bu Qanun Azərbaycan Respublikasında avtomobil yollarının və onlarla əlaqədar mühəndisi qurğuların layihələndirilməsi, tikilməsi, istifadəsi, saxlanması və inkişaf etdirilməsinin, habelə yol təsərrüfatının idarə edilməsinin hüquqi, texniki-iqtisadi və təşkilati prinsiplərinin ümumi əsaslarını müəyyənləşdirir və yol təsərrüfatı subyektləri arasında yaranan əsas münasibətləri tənzimləyir.

2017-ci ilin oktyabr ayının 18-də **nəqliyyat-yol kompleksində idarəetmənin təkmilləşdirilməsi məqsədilə** Prezident İlham Əliyev bu sahədə müvafiq dövlət orqanı olan **“Azəravtoyol” Açıq Səhmdar Cəmiyyətinin ləğv edilərək onun əsasında** Azərbaycan Avtomobil Yolları Dövlət Agentliyinin yaradılması haqqında Fərman imzalanmışdır. Fərmanda qeyd olunur ki, Azərbaycanda iqtisadiyyatın davamlı və rəqabətqabiliyyətli inkişafı istiqamətində sistemli və məqsədyönlü fəaliyyət həyata keçirilir. Aparılan iqtisadi islahatlar nəticəsində ölkədə yerli və xarici investisiyalar üçün əlverişli şərait yaradılmış, iqtisadiyyatın strukturu təkmilləşdirilmiş, investisiya qoyuluşları və irimiqyaslı infrastruktur layihələri reallaşdırılıb. Sosial-iqtisadi inkişafın sürətləndirilməsi ölkənin avtomobil yolları şəbəkəsinin və yol infrastrukturunun bərpasına və yenidən qurulmasına güclü təkan vermişdir. Son illərdə ölkədə avtomobil magistrallarının genişləndirilməsi, respublika və yerli əhəmiyyətli yolların yenidən qurulması və tikintisi layihələri ilə bağlı mühüm tədbirlər həyata keçirilmiş, bu sahəyə davamlı və irihəcmli investisiyalar yönəldilib. Görülmüş tədbirlər nəticəsində ölkədə yol infrastrukturunu daha da yaxşılaşdırılıb və beynəlxalq standartlara uyğunlaşdırılıb, yol qovşaqları, körpülər tikilib təmir edilib və digər modernləşdirmə işləri aparılıb. Qeyd olunan işlərin həyata keçirilməsi avtomobil yollarının və yol qurğularının qorunub saxlanması və onların vəziyyətinə nəzarətin təmin edilməsi ilə bağlı dövlət siyasətinin və tənzimləməsinin müasir dövrün tələblərinə uyğunlaşdırılması istiqamətində islahatların davam etdirilməsini zəruri edir.

Prezident ölkənin avtomobil yolları sahəsində idarəetməni, habelə nəzarət mexanizmlərini daha da təkmilləşdirmək, həyata keçirilən işlərin səmərəliliyini artırmaq və sistemliliyini təmin etmək məqsədi ilə **“Azəravtoyol” Açıq Səhmdar Cəmiyyəti “Azərbaycan Avtomobil Yolları Dövlət Agentliyi”** publik hüquqi şəxsə çevrilmə yolu ilə yenidən təşkil edilməsini qərara alıb [4].

Ölkənin paytaxtı olan və milyonlarla insanın yaşadığı Bakı şəhərində nəqliyyatın və piyadaların hərəkətinin tənzimlənməsi nəqliyyat sisteminin qarşısında duran vacib məsələlərdən biridir. Məhz bu sahədə islahatların aparılması, problemlərin aradan qaldırılması tam ciddiliyi ilə özünü göstərirdi. Bu məqsədlə dövlət tərəfindən ciddi institusional xarakterli addımların atılması hazırda bu sahədə vəziyyətin kifayət qədər normallaşmasına gətirib çıxarmışdır. İnstitusional addımlar çərçivəsində Bakı şəhərində nəqliyyat sahəsində islahatların keçirilməsinə dair əlavə tədbirlər haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2015-ci il 21 dekabr tarixli Fərmanı ilə Azərbaycan Respublikasının Nazirlər Kabineti yanında Bakı Nəqliyyat Agentliyi yaradılması xüsusilə qeyd edilməlidir.

Azərbaycan Respublikasında dövlət idarəçiliyinin təkmilləşdirilməsi ilə bağlı bəzi tədbirlər haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2016-cı il 24 noyabr tarixli Fərmanı ilə **“İcra hakimiyyəti orqanı”** hüquqi statusuna malik Azərbaycan Respublikasının Nazirlər Kabineti yanında Bakı Nəqliyyat Agentliyi əsasında **“Bakı Nəqliyyat Agentliyi”** publik hüquqi şəxs yaradılmışdır [11]. Bakı Nəqliyyat Agentliyinin fəaliyyətinin təmin edilməsi haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 2018-ci il 2 aprel tarixli Fərmanına əsasən Bakı Nəqliyyat Agentliyinin Nizamnaməsi təsdiq olunmuşdur.

Agentliyin fəaliyyətinin əsas məqsədi Bakı şəhərinin inzibati ərazisində nəqliyyat vasitələrinin və piyadaların təhlükəsiz, fasiləsiz və rahat hərəkətini təmin etməkdir.

Agentliyin fəaliyyət istiqamətləri aşağıdakılardır:

- sərnişin daşıma sahəsində nəzarəti və tənzimləməni həyata keçirir;
- yol hərəkətinin təşkilində iştirak edir;
- nəqliyyat axınının mərkəzləşdirilmiş qaydada idarə olunmasında iştirak etmək və aidiyyəti qurumlarla birlikdə nəqliyyat axınının tənzimlənməsini təmin edir;
- nəqliyyatı intellektual idarəetmə sistemini tətbiq edir;
- sərnişindaşıma sahəsinin inkişafını təmin edir [13].

Metronun ölkənin nəqliyyat sistemindəki rolu və bu sahədə aparılan struktur dəyişiklikləri

Azərbaycan Respublikasının nəqliyyat sistemində mühüm əhəmiyyətli sahələrdən biri də metrodur. Metro Bakı şəhərində sərnişin daşınmasında ciddi paya sahibdir. 2017-ci ilin yekunlarına

əsasən, metropoliten il ərzində 221,6 milyon sənişin daşıyıb. Ümumi şəhər sənişin daşınması ilə müqayisədə metro daşımalarının orta xüsusi çəkisi təqribən 30 faizə yaxındır [14]. Dövlət tərəfindən metro təsərrüfatının inkişafı, yeni metro stansiyalarının tikintisi və keyfiyyətli sənişin daşımının təmin edilməsinə daim diqqət yetirilməkdədir. Bütün bunlarla yanaşı, metropolitendə institusional islahatların aparılması da dövrün və zamanın tələbi kimi qarşıda dururdu. Beləliklə də, metropolitendə tikinti və sənişindəşmə kimi əsas sahələri vahid bir təsərrüfat kompleksində birləşdirməyin vacibliyini nəzərə alaraq, Azərbaycan Respublikasının Prezidenti İlham Əliyevin 27 fevral 2014-cü il tarixli 289 sayılı Sərəncamına əsasən Bakı Metropoliteninin və “Azərtunelmetrotikinti” Səhmdar Cəmiyyətinin yenidən təşkili yolu ilə səhmləri dövlətə məxsus “Bakı Metropoliteni” Qapalı Səhmdar Cəmiyyəti yaradılmışdır. Aparılan bu institusional dəyişikliyin əsas məqsədi metropolitenin müasir tələblər çərçivəsində yenidən qurulması, beynəlxalq standartlara uyğunlaşdırılması, sənişinlərin sərbəst və təhlükəsiz hərəkətinin təmin edilməsi, sənişindəşmə xidmətinin keyfiyyətinin yüksəldilməsindən ibarət olmuşdur.

Nəticə

Təhlillər göstərir ki, Azərbaycanda nəqliyyat sisteminin müxtəlif sahələrini əhatə edən kompleks xarakterli institusional islahatlar həyata keçirilmişdir. Burada yeni dövrün tələblərinə cavab verməyən institutların ləğv edilməsi ilə yanaşı, daha təkmil müasir təsisatların, o cümlədən dövlət agentliyi, publik hüquqi şəxs formasında yeni qurumların yaradılması, idarəetməni təkmilləşdirmək və sahələrarası koordinasiyanın düzgün təşkili məqsədilə qurumların birləşdirilməsi və ya hər hansısa sahənin inkişafını buxovlaya biləcək lüzumsuz şaquli tabeçiliyin ləğv edilərək təsərrüfat sahələrinin daha səmərəli idarəetməsinin təşkil edilməsində müxtəlif üsullardan istifadə edilməkdədir. Nəqliyyat sistemində aparılan islahatlar ölkə iqtisadiyyatının müasir inkişafında mühüm rol oynayır. Həmçinin ölkədə nəqliyyat infrastrukturunun müasir tələblər səviyyəsində qurulması Azərbaycanın regionun mühüm nəqliyyat-logistika mərkəzinə çevrilməsinə xidmət edir. Hazırda bu istiqamətdə atılan addımlar, həyata keçirilən islahatlar öz bəhrəsini verməkdədir. Ümumilikdə nəqliyyat sektorunda aparılan struktur-institusional islahatlar ölkədə Prezident İlham Əliyev tərəfindən aparılan kompleks islahatların tərkib hissəsidir.

ƏDƏBİYYAT

1. Azərbaycan Respublikasının Konstitusiyası. Bakı: 2016
2. Azərbaycan Respublikasının dövlət idarəetmə sistemində islahatlar aparılması üzrə dövlət komissiyasının yaradılması haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Fərmanı. 29 dekabr 1998-ci il, № 53
3. Azərbaycan Respublikasında dəmir yolu nəqliyyat sisteminin 2010-2014-cü illərdə inkişafına dair Dövlət Proqramı. Bakı: 2010
4. Azərbaycan Avtomobil Yolları Dövlət Agentliyinin yaradılması haqqında Azərbaycan Respublikası Prezidentinin Fərmanı. 18 oktyabr 2017-ci il
5. Azərbaycan Respublikasının Nəqliyyat, Rabitə və Yüksək Texnologiyalar Nazirliyi haqqında Əsasnamə. Bakı: 2018-ci il 12 yanvar
6. Ələkbərova N. Heydər Əliyev və dövlət idarəçiliyi. Xalq qəzeti. -2009. -13 dekabr. -N 277.-s.4.
7. http://www.azerbaijan.az/_StatePower/_MinistersCabinet/ministersCabinet_13_a.html
8. e-qanun.az/framework/37550
9. <http://www.acsc.az/az/pages/9>
10. <http://www.e-qanun.az/framework/36731>
11. <https://president.az/articles/21806>
12. https://azertag.az/xeber/Prezident_Ilham_Aliyevin_iqtisadi_inkisaf_strategiyasinin_esas_istiqametleri-1153387
13. Bakı Nəqliyyat Agentliyinin Nizamnaməsi. Bakı: 2 aprel 2018. <http://bna.az/az/nizamname>
14. <http://metro.gov.az/az/history>

SUMMARY

Ziya Aghayev

INSTITUTIONAL REFORMS IN THE TRANSPORT SECTOR
OF AZERBAIJAN REPUBLIC

The article studies the institutional reforms carried out in the transport sector of Azerbaijan. It was noted that the state is interested in regular reforms in the field of transport. Along with state regulation in this area, serious steps have been taken to create conditions for the free development of individual sectors of the economy. The article discusses in detail the reforms carried out over the years of independence in various fields of transport. In particular, it was emphasized that the institutional reforms carried out in the transport sector in recent years have yielded positive economic results. The important role of institutional reforms in streamlining the transport sector, ensuring flexibility and transparency in governance was identified.

The article concludes that Azerbaijan uses various methods to organize more effective economic management within the framework of comprehensive institutional reforms covering various areas of the transport system.

In addition, the construction of transport infrastructure in the country at the level of modern requirements makes Azerbaijan an important transport and logistics center in the region. This is an important contribution to economic development.

Key words: transport, modes of transport, Azerbaijan's transport sector, subway reforms

РЕЗЮМЕ

Зия Агаев

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ РЕФОРМЫ В ТРАНСПОРТНОМ СЕКТОРЕ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

В статье рассматриваются институциональные реформы, осуществляемые в транспортном секторе Азербайджана. Было отмечено, что государство заинтересовано в регулярных реформах в сфере транспорта. Наряду с государственным регулированием в этой области были предприняты серьезные шаги по созданию условий для свободного развития отдельных секторов экономики. В статье подробно рассматриваются реформы, проведенные за годы независимости в различных областях транспорта. В частности, было подчеркнуто, что институциональные реформы, проведенные в транспортном секторе в последние годы, дали положительные экономические результаты. Была определена важная роль институциональных реформ в упорядочении транспортного сектора, обеспечении гибкости и прозрачности в управлении.

В статье делается вывод о том, что в Азербайджане используются различные методы для организации более эффективного управления экономикой в рамках комплексных институциональных реформ, охватывающих различные сферы транспортной системы.

Кроме того, строительство транспортной инфраструктуры в стране на уровне современных требований делает Азербайджан важным транспортно-логистическим центром в регионе. Это важный вклад в экономическое развитие.

Ключевые слова: транспорт, виды транспорта, транспортный сектор Азербайджана, реформы в транспортном секторе, реформы метрополитена

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

Məqalə daxil olmuşdur: 05 noyabr 2020-ci il

Çapa qəbul edilmişdir: 12 noyabr 2020-ci 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) kompyuterdə 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. 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\b 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 12pt 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 порядке 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

DÜZƏLİSLƏR ÜCÜN SƏHİFƏ

PAGE FOR CORRECTION

СТРАНИЦА ДЛЯ КОРРЕКЦИЙ

Nəşriyyat direktoru:	Samir Tarverdiyev
Mətbəə müdiri:	Vidadi Kazımov
Baş mühəndis-proqramçı:	Sahilə Abbasova
Aparıcı redaktor:	Günəl Məmmədova
Aparıcı redaktor:	Sitarə Əlizadə

Yığılmağa verilib: 18.XII. 2020
Çapa imzalanıb: 25. XII. 2020
Formatı: 60/90, 32/1, həcmi 3,3 c/v
Sifariş № 146, sayı 100 nüsxə

REDAKSİYANIN ÜNVANI: 7000. Naxçıvan şəhəri,

*Universitet şəhərçiyi,
Naxçıvan Dövlət Universiteti,
Əsas bina, I mərtəbə,
“Qeyrət” nəşriyyatı*
(00994 036) 545-45-59
(00994 036) 544-08-61
elmi.hisse@mail.ru

TELEFON:

E-mail: