

PEDAQOJİ UNIVERSİTETİN  
**XƏBƏRLƏRİ**

---

**TRANSACTIONS**  
OF PEDAGOGICAL UNIVERSITY

---

ISSN 2520-2049

*Riyaziyyat və təbiət elmləri seriyası*

*Series of mathematics and natural sciences*

**2023, C. 71, № 3**

**Jurnal 24 may 1991-ci il tarixdə Azərbaycan Respublikası  
Mətbuat Komitəsində qeydiyyatdan keçmişdir (şəhadətnamə № 307)  
(1953-cü ildən nəşr edilir)**

## **PEDAQOJİ UNİVERSİTETİN XƏBƏRLƏRİ**

**Riyaziyyat və təbiət elmləri seriyası, 2023, C. 71, № 3**

**BAŞ REDAKTOR** F.-r.e.d., prof. A.D.Zamanov  
**EDITOR-IN-CHIEF** Prof. Dr. A.D.Zamanov

### **REDAKSİYA HEYƏTİ**

B.e.d., prof. B.İ.Ağayev, f.-r.e.d., prof. M.S.Cəbrayilov, f.e.d., prof. C.İ.Hüseynov (*baş redaktorun müavini*), f.-r.e.d., prof. R.M.Rzayev (*baş redaktorun müavini*), f.-r.e.d., prof. H.S.Seyidli, k.e.d., prof. N.A.Verdizadə

### **REDAKSİYA ŞURASI**

C.e.d., dos. M.A.Abduyev, f.-r.e.d., AMEA-nın müxbir üzvü, t.e.d., prof. S.C.Əkbərov, f.ü.e.d., dos. A.S.Ələkbərov, r.e.d., prof. B.Ə.Əliyev, p.ü.e.d., prof. İ.N.İsmayilov, f.-r.e.d., prof. V.M.Qurbanov, p.ü.e.d., prof. Ə.Q.Pələngov, r.e.d., dos. R.A.Rasulov, b.ü.e.d., prof. R.L.Sultanov, k.ü.e.d., prof. Ə.Z.Zalov, p.ü.f.d. dos. M.V.Abdullayeva (*məsul katib*)

### **EDITORIAL BOARD**

Prof. Dr. B.I.Aghayev, Prof. Dr. M.S.Jabrayilov, Prof. Dr. J.I.Huseynov (*ass. editor*), Prof. Dr. R.M.Rzayev (*ass. editor*), Prof. Dr. H.S.Seyidli, Prof. Dr. N.A.Verdizadeh

### **ADVISORY BOARD**

Ass. prof. Dr. M.A.Abduyev, Corr.-member of ANAS, Prof. Dr. S.J.Akbarov, Ass. prof. Dr. A.S.Alakbarov, Prof. Dr. B.A.Aliyev, Prof. Dr. I.N.Ismayilov, Prof. Dr. V.M.Gurbanov, Prof. Dr. A.G.Palangov, Ass. prof. Dr. R.A.Rasulov, Prof. Dr. R.L.Sultanov, Prof. Dr. A.Z.Zalov, Ass. prof. Dr. M.V.Abdullayeva (*executive secretary*)

© ADPU, 2023  
© ASPU, 2023

## MÜNDƏRİCAT

### *Riyaziyyat və mexanika*

<i>Cəbrayilov M.S., Xalıqova S.Z.</i> VEKTORQIYMƏTLİ FUNKSIYALARIN QARIŞIQ TÖRƏMƏLƏRİNİN HƏLLEDİCİ ROL OYNADIĞI BİR SİNFİ.....	9
<i>Sadıxov Z.Q., Süleymanova Ş.Ş.</i> HİLBERT FƏZASINDA VƏ BƏZİ DİGƏR TOPOLOJİ FƏZALARDA KƏSİLMƏZ FUNKSIYALARININ İTERATİV CƏBRLƏRİNİN DOĞURANLAR SİSTEMİ.....	17
<i>Hüseynova T.M.</i> İKİTƏRTİBLİ HİPERBOLİK TƏNLİKLƏR SİSTEMİ ÜÇÜN ƏMSALLA OPTİMAL İDARƏETMƏ MƏSƏLƏSİ.....	22
<i>Zəkəryəyev Z.N.</i> RABİTƏ KANALININ KVANT KRİPTOQRAFİYASINDAN İSTİFADƏ EDƏRƏK QORUNMASI İMKANLARI.....	32
<i>Abdullayeva M.V.</i> ÜMUMTƏHSİL MƏKTƏBLƏRİNDƏ RİYAZİYYATIN TƏDRİSİNDƏ GRAPH PROQRAMINDAN İSTİFADƏ.....	41
<i>Cəbrayilov M.S., Kərimova S.B.</i> RİYAZİYYAT MÜƏLLİMİ HAZIRLIĞINDA RİYAZİ ANALİZ FƏNNİNDƏN MƏŞĞƏLƏ DƏRSLƏRİNİN YERİ HAQQINDA.....	49
<i>Məmmədova A.M.</i> RİYAZİ QABİLİYYƏTLƏRİN TƏLİM PROSESİNDƏ TƏTBİQLƏRİ.....	57

### *Təbiət elmləri*

<i>Zalov A.Z., Mirzəyeva M.A., Əliyev S.Q., Şirinov E.Q.</i> O-HİDROKSİTİOFENOL TÖRƏMƏLƏRİ VƏ HİDROFOB AMİNLƏRLƏ KOBALTIN(II) SPEKTROFOTOMETRİK TƏYİNİ.....	65
<i>Məmmədov Ş.M., Əzizova G.H., Əmirov F.A., Mövlayev İ.Q., Məmmədova G.A., İsmayılova P.İ., Xankişiyeva R.F.</i> POLİHALOGENMETİL TƏRKİBİ OLAN BİRLƏŞMƏLƏRİN İŞTİRAKI İLƏ BUTADİEN- NİTRİL KAUCUKLARININ KÜKÜRDSÜZ VULKANLAŞMASI.....	75
<i>Əhmədova N.Y., Məmmədov E.İ.</i> 1,2 – VƏ 1,2,4-ƏVƏZLİ PİRROLLARIN YENİ SİNTEZİ.....	84
<i>Fətəliyev Q.H., Aslanova E.K., Namazova A.A.</i> KİÇİK QAFQAZIN ŞİMAL-ŞƏRQ ƏTƏKLƏRİNDƏ QARAMALIN HELMİNT FAUNASI.....	94
<i>Həsənova A.M.</i> QUBA-XAÇMAZ BÖLGƏSİNİN XIRDABUYNUZLU HEYVANLARININ HELMİNT FAUNASI.....	102
<i>Həsənova V.A.</i> ALTIAYLIQ ERKƏK DOVŞANLARIN BEYİN ŞÖBƏLƏRİNİN TOXUMALARINDAKI QAYT METABOLİZMİNİN DİNAMİKASINA ALKOQOLUN AŞAĞI DOZASININ XRONİKİ TƏSİRİ.....	109

<b>Abdullayeva N.M.</b> ŞƏKİ-ZAQATALA BÖLGƏSİNDƏ BECƏRİLƏN ŞƏRQ XURMASI /Diospyros kaki L/ SORTLARININ KEYFİYYƏT GÖSTƏRİCİLƏRİNİN TƏHLİLİ.....	121
<b>Zalov Ə.Z., Abdullayeva M.V.</b> KİMYƏVİ FORMULLAR VƏ TƏNLİKLƏR ÜZRƏ STEXİOMETRİK HESABLAMALAR APARDIQDA RİYAZİ DÜSTURLARDAN İSTİFADƏ İSTİFADƏ.....	130
<b>Quliyeva A.T.</b> PRENATAL İNKİŞAFIN MÜXTƏLİF DÖVRLƏRİNDƏ DESİMETR ELEKTROMAQNİT DALĞALARI İLƏ ŞÜALANMIŞ ORQANİZMİN ANTIOKSİDANT STATUSU.....	135
<b>Abduyev M.A.</b> ÇAYLARIN DİB GƏTİRMƏLƏR AXİMİNİN TƏDQIQINƏ DAİR (Naxçıvan MR çayları təmsalında).....	143
<b>Məmmədov M.X.</b> AZƏRBAYCANIN REGIONAL İQTİSADİ-EKOLOJİ FUNKSIONAL SRTUKTURUNUN DAYANIQLI İNKİŞAFININ OPTİMALLAŞDIRILMASININ İQTİSADİ-COĞRAFİ TƏDQIQI.....	152
<b>Əliyeva S.İ.</b> ŞƏRQİ ZƏNGƏZUR İQTİSADİ RAYONUNUN ERMƏNİ İŞĞALINDAN AZAD EDİLMİŞ ƏRAZİSİNDƏ OXÇUÇAY VƏ BƏSİTÇAYIN İXTİOFAUNASININ MÜASİR VƏZİYYƏTİ.....	161
<b>Nağıyev E.V.</b> KÜRÜN AŞAĞI AXARININ GEOLOJİ VƏ GEOMORFOLOJİ ŞƏRAİTİNİN ŞƏHƏRSALMA FƏALİYYƏTİNƏ TƏSİRİ.....	172
<b>Hüseynova B.Ə.</b> DAĞLIQ REGIONLAR ÜÇÜN KƏND İNKİŞAF MODELİNİN TƏTBİQİ YOLLARI (ŞƏKİ-ZAQATALA İQTİSADİ RAYONU TİMSALINDA).....	179
<b>Kərimova A.Ə.</b> TOVUZÇAY HÖVZƏSİ TORPAQLARININ MÜASİR SƏCİYYƏSİ.....	189

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Математика и механика*

<i>Джабраилов М.С., Халыгова С.З.</i> ОБ ОДНОМ КЛАССЕ ВЕКТОРНОЗНАЧНЫХ ФУНКЦИЙ С ДОМИНИРУЮЩЕЙ СМЕШАННОЙ ПРОИЗВОДНОЙ.....	9
<i>Садыхов З.Г., Сулейманова Ш.Ш.</i> ОБРАЗУЮЩАЯ СИСТЕМА ИТЕРАТИВНЫХ АЛГЕБР НЕПРЕРЫВНЫХ ФУНКЦИЙ НА ГИЛЬБЕРТОВЫХ И ДРУГИХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВАХ.....	17
<i>Гусейнова Т.М.</i> ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ С КОЭФФИЦИЕНТОМ ДЛЯ СИСТЕМЫ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА.....	22
<i>Закарьяев З.Н.</i> ВОЗМОЖНОСТИ БЕЗОПАСНОСТИ КАНАЛА СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ.....	32
<i>Абдуллаева М.В.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ «GRAPH» ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛАХ.....	41
<i>Джабраилов М.С., Керимова С.Б.</i> О МЕСТЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ В ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ.....	49
<i>Маммадова А.М.</i> ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ.....	57

### *Естественные науки*

<i>Залов А.З., Мирзаева М.А., Алиев С.Г., Ширинов Э.Г.</i> СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОБАЛЬТА (II) С ПРОИЗВОДНЫМИ О-ГИДРОКСИТИОФЕНОЛА И ГИДРОФОБНЫМИ АМИНАМИ.....	65
<i>Мамедов Ш.М., Азизова Г.Г., Амиров Ф.А., Мовлаев И.Г., Мамедова Г.А., Исмайлова П.И., Ханкишиева Р.Ф.</i> БЕССЕРНАЯ ВУЛКАНИЗАЦИЯ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ С УЧАСТИЕМ ПОЛИГАЛОГЕНМЕТИЛ СОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ .....	75
<i>Ахмедова Н.Я., Маммадов Э.И.</i> НОВЫЙ СИНТЕЗ 1,2- И 1,2,4-ЗАМЕЩЕННЫХ ПИРРОЛОВ.....	84
<i>Фаталиев Г.Г., Асланова Е.К., Намазова А.А.</i> ГЕЛЬМИНТОФАУНА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В СЕВЕРО- ВОСТОЧНЫХ ПРЕДГОРЬЯХ МАЛОГО КАВКАЗА.....	94
<i>Гасанова А.М.</i> ГЕЛЬМИНТОФАУНА МЕЛЬКОГО РОГАТОГО СКОТА ГУБА-ХАЧМАЗСКОГО РЕГИОНА.....	102

<b>Гасанова В.А.</b> ВЛИЯНИЕ МАЛОЙ ДОЗЫ ЭТАНОЛА НА ДИНАМИКУ ОБМЕНА ГАМК В ТКАНЯХ СТРУКТУР ЦНС ШЕСТИМЕСЯЧНЫХ КРОЛИКОВ.....	109
<b>Абдуллаева Н.М.</b> АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОРТОВ ВОСТОЧНОЙ ХУРМЫ /Diospyros kaki L/, ВЫРОЩЕННЫХ В ШЕКИ- ЗАГАТАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ.....	121
<b>Залов А.З., Абдуллаева М.У.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФОРМУЛ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТОХИОМЕТРИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ПО ХИМИЧЕСКИМ ФОРМУЛАМ И УРАВНЕНИЯМ.....	130
<b>Гулиева А.Т.</b> АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ОРГАНИЗМА, ПОДВЕРЖЕННОГО ВЛИЯНИЮ ДЕЦИМЕТРОВОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ПРЕНАТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ.....	135
<b>Абдуев М.А.</b> ОБ ИЗУЧЕНИИ ВЛЕКОМОГО СТОКА РЕК (на примере рек Нахчыванского МР) .....	143
<b>Мамедов М.Х.</b> ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКО- ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ АЗЕРБАЙДЖАНА	152
<b>Алиева С.И.</b> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ОКЧУЧАЯ И БАСИТЧАЯ НА ОСВОБОЖДЕННОЙ ОТ АРМЯНСКОЙ ОККУПАЦИИ ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНО-ЗАНГЕЗУРСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА.....	161
<b>Нагиев Э.В.</b> ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ КУРЫ НА ГРАДОСТРОИТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ.....	172
<b>Гусейнова Б.А.</b> МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ СЕЛЬСКОГО РАЗВИТИЯ ДЛЯ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ (НА ПРИМЕРЕ ШАКИ-ЗАГАТАЛЬСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА).....	179
<b>Каримова А.А.</b> СОВРЕМЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМЕЛЬ ТОВУЗЧАЙСКОГО БАССЕЙНА.....	189

## TABLE OF CONTENTS

### *Mathematics and mechanics*

<i>Jabrayilov M.S., Khaligova S.Z.</i> ON A CLASS OF VECTOR-VALUED FUNCTIONS C OF THE DOMINANT MIXED DERIVATIVE.....	9
<i>Sadixov Z.Q., Suleymanova Sh.Sh.</i> SYSTEM OF GENERATORS OF ITERATIVE ALGEBRAS OF CONTINUOUS FUNCTIONS IN HILBERT SPACE AND SOME OTHER TOPOLOGICAL SPACES.....	17
<i>Huseynova T.M.</i> AN OPTIMAL CONTROL PROBLEM WITH A COEFFICIENT FOR A SYSTEM OF SECOND ORDER HYPERBOLIC EQUATIONS.....	22
<i>Zakaryayev Z.N.</i> COMMUNICATION CHANNEL SECURITY POSSIBILITIES USING QUANTUM CRYPTOGRAPHY.....	32
<i>Abdullayeva M.V.</i> USING THE GRAPH SOFTWARE WHILE TEACHING MATHEMATICS IN SECONDARY SCHOOLS ).....	41
<i>Jabrayilov M.S., Karimova S.B.</i> ABOUT THE PLACE OF PRACICAL CLASSES IN MATHEMATICS ANALYSIS IN THE TRAINING OF TEACHERS OF MATHEMATICS.....	49
<i>Mammadova A.M.</i> APPLICATION OF MATHEMATICAL ABILITIES IN THE LEARNING PROCESS.....	57

### *Natural sciences*

<i>Zalov Ə.Z., Mirzayeva M.A., Aliyev S.G., Shirinov E.G.</i> SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF COBALT (II) WITH O-HYDROXYTHIOPHENOL DERIVATIVES AND HYDROPHOBIC AMINES.....	65
<i>Mammadov Sh. M., Azizova G.G., Amirov F.A., Movlaev I.G., Mamedova G.A., Ismayilova P.I., Khankishieva R.F.</i> INVESTIGATION OF POLYHALOGENMETHIL CONNECTIONS AS A LINKING AGENTS OF SULPHURLESS VULCANISATION OF ELASTOMERS.....	75
<i>Ahmadova N.Y., Mammadov E.I.</i> NEW SYNTHESIS OF 1,2- AND 1,2,4-SUBSTITUTED PYRROLES.....	84
<i>Fataliyev G.H., Aslanova E.K., Namazova A.A.</i> HELMINTH FAUNA OF CATTLE IN THE NORTHEASTERN FOOTHILLS OF THE LESSER CAUCASUS.....	94
<i>Hasanova A.M.</i> HELMINTH FAUNA IN LIVESTOCK IN THE GUBA-KHACHMAZ REGION.....	102
<i>Gasanova V.A.</i> EFFECT OF LOW DOSES OF ETHANOL ON THE DYNAMICS OF GABA METABOLISM IN THE TISSUE OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM STRUCTURES IN SIX-MONTH-OLD RABBITS.....	109

<b>Abdullaeva N.M.</b> ANALYSIS OF QUALITATIVE INDICATORS OF VARIETIES OF EASTERN PERSIMMON /Diospyros kaki L/, GROWN IN SHEKI-ZAGATAL REGION.....	121
<b>Zalov A.Z., Abdullaeva M.V.</b> USING MATHEMATICAL FORMULAS IN PERFORMING STOICHIOMETRIC CALCULATIONS ON CHEMICAL FORMULAS AND EQUATIONS.....	130
<b>Guliyeva A.T.</b> ANTIOXIDANT STATUS OF ORGANISM AFFECTED BY DECIMETER ELECTROMAGNETIC RADIATION DURING VARIOUS PERIODS OF PRENATAL DEVELOPMENT.....	135
<b>Abduev M.A.</b> ABOUT THE STUDY OF THE DRAIN OF RIVERS (on the example of the rivers of the Nakhchivan MR).....	143
<b>Mammadov M.Kh.</b> ECONOMIC-GEOGRAPHICAL STUDY OF THE OPTIMIZATION OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGIONAL ECONOMIC- ECOLOGICAL FUNCTIONAL STRUCTURE OF AZERBAIJAN.....	152
<b>Aliyeva S.I.</b> THE CURRENT STATE OF THE ICHTHYOFAUNA OF OKCHUCHAY AND BASITCHAY IN THE TERRITORY OF THE EAST ZANGEZUR ECONOMIC REGION LIBERATED FROM THE ARMENIAN OCCUPATION.....	161
<b>Nagiyev E.V.</b> THE INFLUENCE OF GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL CONDITIONS OF THE LOCATED IN THE LOWER OF THE KURA RIVER ON URBAN PLANNING.....	172
<b>Huseynova B.A.</b> APPLICATION METHODS OF THE RURAL DEVELOPMENT MODEL FOR THE MOUNTAINOUS REGIONS (ON THE EXAMPLE OF THE SHAKI- ZAGATALA ECONOMIC REGION).....	179
<b>Karimova A.A.</b> CONTEMPORARY DISTRIBUTION OF THE TOVUZCHAY BASIN LANDS.....	189



## Riyaziyyat və mexanika

УДК 517.518

*M.S.Джабраилов, С.З.Халыгова*

*Азербайджанский Государственный Педагогический Университет*

*malikmammadcabrayilov@gmail.com*

*xaliqovasevinc00@gmail.com*

### ОБ ОДНОМ КЛАССЕ ВЕКТОРНОЗНАЧНЫХ ФУНКЦИЙ С ДОМИНИРУЮЩЕЙ СМЕШАННОЙ ПРОИЗВОДНОЙ

*Ключевые слова:* Векторнозначные функции, смешанные производные, теоремы, пространства, класс функций, модуль гладкости

В этой работе определено пространство вектор-функций с доминирующей смешанной производной. Пространство в отличие от известных пространств, модуль гладкости различает в зависимости от множителя классы функций отличающиеся логарифмическими множителями. Доказано, что функции из рассматриваемого пространства могут быть представлены в виде рядов, удовлетворяющих определенным условиям, состоящих из векторнозначных целых функций степени  $2^{k_j}$  относительно переменной  $x_j$ . В доказательстве соответствующей обратной теореме определяется структурное свойство рассматриваемого пространства.

*M.S.Cəbrayilov, S.Z.Xalıqova*

### VEKTORQIYMƏTLİ FUNKSIYALARIN QARIŞIQ TÖRƏMƏLƏRİNİN HƏLLEDİCİ ROL OYNADIĞI BİR SİNFİ HAQQINDA

*Açar sözlər:* Vektorqiymətli funksiyalar, qarışıq törəmələr, teoremlər, fəzalar, funksiyalar sinfi, hamarlıq modulu

İşdə qarışıq törəmələrin həlledici rol oynadığı bir vektorqiymətli funksiyalar fəzası təyin edilir. Fəza uyğun məlum fəzalardan fərqli olaraq hamarlıq modulu loqarifmik vuruqla fərqlənən funksiyalar siniflərini vuruqdan asılı olaraq fərqləndirə bilər. İsbat edilmişdir ki, baxılan fəzadan olan funksiyaları  $x_j$  – dəyişəninə nəzərən  $2^{k_j}$  dərəcəli vektorqiymətli tam funksiyalardan ibarət müəyyən şərtləri ödəyən sıra şəklində göstərmək olar. Uyğun tərs teoremdə isbat edilərək baxılan fəzanın struktur xassəsi müəyyən edilmişdir.

ON A CLASS OF VECTOR-VALUED FUNCTIONS C  
OF THE DOMINANT MIXED DERIVATIVE

**Keywords:** Vector-valued functions, mixed derivatives, theorems, spaces, class of functions, modulus of smoothness

In this paper, a space of vector functions with a dominant mixed derivative is defined. The space differs from the known spaces, the smoothness module differs depending on the multiplier class of functions with logarithmic multipliers. It is proved that functions from the space under consideration can be represented as series satisfying certain conditions, consisting of vector-valued entire functions of degree  $2^{k_j}$  with respect to the variable  $x_j$ . In the proof of the corresponding inverse theorem, a structural property of the space under consideration is defined.

Хорошо известно классы функций с доминирующей смешанной производной модуль гладкости, которые удовлетворяют определенным условиям. Однако эти классы не различают между собой те классы функций у которых модуль гладкости отличаются с логарифмическими множителями. В работе рассматриваются классы векторнозначных функций с доминирующей смешанной производной, которые отличаются друг от друга в случае когда модуль гладкости имеет разные логарифмические множители.

Пусть  $R^n$  –  $n$ -мерное евклидово пространство,  $E$  – банахово пространство,  $e$  – подмножество множества натуральных чисел  $e_n = (1, \dots, n)$ ,  $\omega_n = (1, \dots, 1)$  –  $n$ -мерный единичный вектор. Вектор  $r = (r_1, \dots, r_n)$ ;  $r_j \geq 0$ ,  $r_j = \bar{r}_j + \alpha_j$ ,  $0 \leq \alpha_j < 1$ . Положим  $r^e = (r_1^e, \dots, r_n^e)$ , где

$$r_j^e = \begin{cases} r_j, & \text{если } j \in e \\ 0, & \text{если } j \in e_n - e. \end{cases}$$

Если  $e = \emptyset$  – пустое множество, то  $r^e = 0$  – нулевой. Наименьшее подмножество  $e \subset e_n$  для которого  $r^e = r$  обозначим через  $e^r$  и будем называть носителем вектора  $r$ .

Пусть  $k = (k_1, \dots, k_n) \geq 0$ ,  $h = (h_1, \dots, h_n)$  – произвольный вектор.

Функцию

$$\Omega^k(f : t)_{L_p(R^n : E)} = \sup_{\substack{|h_j| \leq t_j \\ j=1, \dots, n}} \|\Delta_h^k f\|_{L_p(R^n : E)},$$

где  $t = (t_1, \dots, t_n)$  – положительный вектор,

$$\Delta_h^k f = \Delta_{h_1, \dots, h_n}^{k_1, \dots, k_n} f(x) = \Delta_{h_1, \dots, h_{n-1}}^{k_1, \dots, k_{n-1}} [\Delta_{h_n}^{k_n} f(x)]$$

$\Delta_h^k f(x)$  – кратная разность функции  $f(x)$  в точке  $x \in R^n$ , порядка  $k$  с шагом  $h$ .

По определению  $f(x) \in S_{p, \theta}^{r, \chi} B(R^n : E)$  если

- 1)  $f(x) \in L_p(R^n : E)$ .
- 2) Для всех  $e \subset e^r$  на  $R^n$  существует обобщенные производные  $f^{r^e}(x) \in L_p(R^n : E)$  порядков  $\bar{r}^e$ , где  $r^e = \bar{r}^e + \alpha$ ,  $0 < \alpha \leq \omega$ .
- 3) 
$$\sum_{e^1 + e^2 = e} \left\{ \prod_{\substack{j \in e^2 \\ j \in e^1}} \delta_j^\theta \int_{0 \leq t_j \leq \delta_j} \dots \int \dots \int_{\substack{\delta_j \leq t_j \leq 2 \\ j \in e^1 \\ j \in e^2}} \prod_{j \in e^1} t_j^{-\theta \alpha_j - 1} \prod_{j \in e^2} t_j^{-\theta \alpha_j - 2} \times \right. \\ \left. \times \left[ \Omega^{2\omega^e} \left( f^{r^e} : t^e \right)_{L_p(R^n : E)} \right]^\theta \right\}^{\frac{1}{\theta}} \leq M_p^{r^e} \chi(\delta^e),$$

где  $\sum_{e^1 + e^2 = e}$  означает, что сумма распространена на всевозможные подмножества  $e^1, e^2 \subset e \subset e^r$ , для которых  $e^1 + e^2 = e$  и  $e^1 \cap e^2 = \emptyset$ ,  $\chi(\delta^e) = \prod_{j \in e} \chi_j(\delta_j)$ , где  $\chi_j(\delta_j)$  непрерывная, неотрицательная, не возрастающая функция и  $\chi_j(\delta_j) = o(\delta_j)$  при  $\delta_j \rightarrow 0$ .

Определим норму

$$\|f : S_{p, \theta}^{r, \chi} B(R^n : E)\| = \sup_{\substack{0 \leq \delta_j \leq 2 \\ j \in e^r}} \sum_{e \subset e^r} M_{p, \theta}^{r^e}$$

$\|f : S_{p, \theta}^{r, \chi} B(R^n : E)\|$  удовлетворяет всем аксиомам нормы и при  $e = \emptyset$  она равна  $\|f : L_p(R^n : E)\|$ .

**Лемма.** Если функция  $f(x) \in S_{p, \theta}^{r, \chi} B(R^n : E)$  то ее можно представить в виде

$$f(x) = \sum_{e \subset e^r} \sum_{k^e \geq 0} Q_{k^e}(x)$$

где внешняя сумма распространена на все подмножества  $e \subset e^r$ . Внутренняя сумма распространена на векторы  $k^e = (k_1^e, \dots, k_n^e) \geq 0$ . Функции  $Q_{k^e}(x)$  – целые степеней  $2^{k_j}$  по  $x_j, j \in e$  со значениями в  $E$ , удовлетворяют неравенству

$$2^{\sum_{j \in e} k_j \bar{r}_j} \|Q_{k^e}\|_{L_p(R^n: E)} \leq c \Omega\left(f^{r^e} : (2^{-k})^e\right)_{L_p(R^n: E)}$$

Доказательство леммы ведётся аналогично скалярному случаю как в [1].

**Теорема 1.** Пусть  $e^r = e_m, 1 \leq m \leq n, 1 < p, \theta \leq \infty$  функцию

$$f(x) \in S_{p, \theta}^{r, \chi} B(R^n : E)$$

можно представить в виде

$$f(x) = \sum_{k_1=0}^{\infty} \dots \sum_{k_m=0}^{\infty} Q_{k_1, \dots, k_m}(x)$$

где  $Q_{k_1, \dots, k_m}(x)$  – целые функции степеней  $2^{k_j}, j = 1, \dots, m$  со значениями в  $E$ , удовлетворяющие неравенствам

$$\sum_{e^1 + e^2 = e^r} 2^{-\sum_{j \in e^2} N_j} \left\{ \sum_{\substack{0 \leq k_j \leq N_j \\ j \in e^2}} \dots \sum_{\substack{N_j < k_j \leq \infty \\ j \in e^1}} \dots 2^{\theta \left[ \sum_{j \in e^2} k_j (r_j + 1) + \sum_{j \in e^1} k_j r_j \right]} \|Q_{k^e}\|_{L_p(R^n: E)}^{\theta} \right\}^{\frac{1}{\theta}} \leq c_1 M_{p, \theta}^{r^e} \chi(2^{-N}), \quad (1)$$

где  $c$  не зависит от  $M_{p, \theta}^{r^e}, N = (N_1, \dots, N_n), N_j, j = 1, \dots, n$ , натуральные числа,  $\chi(2^{-N}) = \chi_1(2^{-N_1}), \dots, \chi_n(2^{-N_n})$

**Доказательство.** Для простоты возьмем  $m = 2$ . Тогда на основании леммы имеем

$$f(x) = \sum_{e \subset e^2} \sum_{k^e \geq 0} Q_{k^e}(x) = \sum_{k_1=0}^{\infty} \sum_{k_2=0}^{\infty} g_{k_1 k_2}(x)$$

где

$$\begin{aligned} g_{0,0}(x) &= 4Q_{0,0}(x) \\ g_{k_1,0}(x) &= 2Q_{k_1,0}(x) \\ g_{0,k_2}(x) &= 2Q_{0,k_2}(x) \\ g_{k_1,k_2}(x) &= Q_{k_1,k_2}(x) \end{aligned}$$

Докажем неравенство [1] оценив все слагаемые в сумме  $\sum_{e^1+e^2=e_2}$  в отдельности. Первое слагаемое будет соответствовать  $e^1 = \emptyset$ ,  $e^2 = e_2$ , второе слагаемое будет соответствовать  $e^1 = e_2$ ,  $e^2 = \emptyset$ , третье  $e^1 = \{1\}$ ,  $e^2 = \{2\}$ , четвертое  $e^1 = \{2\}$ ,  $e^2 = \{1\}$ . Соответствующие слагаемые будут

$$J_1(N_1, N_2) = \sum_{k_1=0}^{N_1} \sum_{k_2=0}^{N_2} g_{k_1 k_2}(x) 2^{\theta(k_1 r_1 + k_2 r_2)} \|g_{k_1 k_2}(x)\|_{L_p(\mathbb{R}^n; E)},$$

$$J_2(N_1, N_2) = 2^{-(N_1+N_2)} \sum_{k_1=N_1+1}^{\infty} \sum_{k_2=N_2+1}^{\infty} 2^{\theta(k_1(r_1+1) + k_2(r_2+1))} \|g_{k_1 k_2}(x)\|,$$

$$J_3(N_1, N_2) = 2^{-N_1 \theta} \sum_{k_1=0}^{N_1} \sum_{k_2=N_2+1}^{\infty} 2^{\theta(k_1(r_1+1) + k_2 r_2)} \|g_{k_1 k_2}(x)\|,$$

$$J_4(N_1, N_2) = 2^{-N_2 \theta} \sum_{k_1=N_1+1}^{\infty} \sum_{k_2=0}^{N_2} 2^{\theta(k_1 r_1 + k_2(r_2+1))} \|g_{k_1 k_2}(x)\|.$$

Оценим  $J_3$

$$J_3 = 2^{-N_1 \theta} \sum_{k_1=0}^{N_1} \sum_{k_2=N_2+1}^{\infty} 2^{\theta(k_1(r_1+1) + k_2 r_2)} \|g_{k_1 k_2}(x)\|^\theta \leq$$

$$\leq 2^{-N_1 \theta} \left\{ 2 \sum_{k_2=N_2+1}^{\infty} 2^{\theta k_2(r_2+1)} \|Q_{0, k_2}(x)\|_{L_p(\mathbb{R}^n; E)}^\theta + \right.$$

$$\left. + \sum_{k_1=1}^{N_1} \sum_{k_2=N_2+1}^{\infty} 2^{\theta(k_1(r_1+1) + k_2 r_2)} \|Q_{k_1, k_2}(x)\|_{L_p(\mathbb{R}^n; E)}^\theta \right\} \leq$$

$$\leq c_3 2^{-N_1 \theta} \left\{ \sum_{k_1=0}^{N_1} \sum_{k_2=N_2+1}^{\infty} 2^{\theta(k_1(\alpha_1+1) + k_2 \alpha_2)} \left[ \Omega^{2\omega^e} \left( f^{r^e} : (2^{-k})^e \right)_{L_p(\mathbb{R}^n; E)} \right]^\theta \right\} \leq$$

$$\leq c_3 2^{-N_1 \theta} \left\{ \sum_{k_1=1}^{N_1+1} \sum_{k_2=N_2+1}^{\infty} 2^{\theta(k_1-1)(\alpha_1+1) + (k_2-1)\alpha_2} \left[ \Omega^{2\omega^e} f^{\bar{r}^e} \left( (2^{-(k-u)})^e \right)_{L_p(\mathbb{R}^n; E)} \right]^\theta \right\} \leq$$

$$\leq c_4 2^{-N_1 \theta} \int_0^{N_1+1} \int_{N_2}^{\infty} 2^{\theta(u_1-1)(\alpha_1+1) + (u_2-1)\alpha_2} \left[ \Omega^{2\omega^e} \left( f^{\bar{r}^e} : 2^{-(u-1)} \right)_{L_p(\mathbb{R}^n; E)} \right]^\theta du_1 du_2$$

Тогда при  $2^{-(N_j+1)} < \delta_j \leq 2^{-N_j}$ ,  $j=1,2$  имеем

$$J_3(N_1, N_2) \leq c_5 \delta_1^\theta \int_{\delta_1 0}^{2\delta_2} t_1^{-\theta\alpha_1 - 2} t_2^{\theta\alpha_2 - 1} \left[ \Omega^{r,2} \left( f^{\bar{r}_1 + \bar{r}_2} : t_1, t_2 \right)_{L_p(R^n : E)} \right]^p dt_1 dt_2 \leq$$

$$\leq c_7 M_p^{r^e} \chi_1 \left( \frac{1}{2^{N_1}} \right) \chi_2 \left( \frac{1}{2^{N_2}} \right)$$

Аналогично оценивая остальные слагаемые в сумме  $\sum_{e^1 + e^2 = \ell_2}$  получим неравенство (1).

**Теорема 2.** Если  $Q_{k_1, \dots, k_m}$  – целые функции степени  $2^{k_j}$  по  $x_j$ ,  $j=1, 2, \dots, m$ , со значениями из  $E$  нормы которых удовлетворяют условиям (1)  $1 \leq p \leq \infty$ ,  $1 \leq \theta \leq \infty$  тогда функция

$$f(x) = \sum_{k_1=0}^{\infty} \dots \sum_{k_m=0}^{\infty} Q_{k_1, \dots, k_m}(x) \quad (2)$$

где ряд сходится в метрике  $L_p(R^n : E)$  принадлежит классу  $S_{p, \theta}^{r, \chi} B(R^n : E)$  и выполняется неравенство

$$\|f : S_{p, \theta}^{r, \chi} B(R^n : E)\| \leq c M_{p, \theta}^{r^e}.$$

**Доказательство.** Доказательство того, что  $f(x)$  удовлетворяет первому и второму условию пространства  $S_{p, \theta}^{r, \chi} B(R^n : E)$  не представляет трудности. Убедимся в выполнении третьего условия. Оценим слагаемые в сумме  $\sum_{e^1 + e^2 = e}$  в третьем условии. Пусть  $e_r = e_2$  надо оценить интегралы соответствующие  $e = \emptyset$ ,  $e = 1$ ,  $e = 2$ ,  $e = (1, 2)$ . Рассмотрим случай  $e = (1, 2)$ . Этому случаю соответствует 4 слагаемое в сумме 1)  $e^1 = \{1\}$ ,  $e^2 = \{2\}$ ; 2)  $e^1 = \{2\}$ ,  $e^2 = \{1\}$ ; 3)  $e^1 = (1, 2)$ ,  $e^2 = \emptyset$ ; 4)  $e^1 = \emptyset$ ,  $e^2 = (1, 2)$ . Оценим слагаемое соответствующее 3-му случаю.

Используя известное неравенство для числовых функций [2], которое без труда доказывается для  $f(x) \in L_p(R^n : E)$

$$\Omega^k(f : t_1, \dots, t_k)_{L_p(R^n : E)} \leq c \cdot 2^{\sum_{j=1}^k k_j} \|f\|_{L_p(R^n : E)} \quad (3)$$

$$\Omega^{k+r}(f : t_1, \dots, t_k)_{L_p(R^n : E)} \leq \prod_{j=1}^k t_j^{r_j} \Omega^k \left( f^{\bar{r}_j}, t_1, \dots, t_k \right)_{L_p(R^n : E)} \quad (4)$$

Докажем, что

$$J(\delta_1, \delta_2) = \left\{ \int_0^{\delta_1} \int_0^{\delta_2} t_1^{-\theta\alpha_1-2} t_2^{-\theta\alpha_2-1} \left[ \Omega(f^{\bar{r}_1+\bar{r}_2} : t_1, t_2)_{L_p(R^n:E)} \right]^p dt_1 dt_2 \right\}^{\frac{1}{\theta}} \leq M_{p,\theta}^{r_e} \chi_1(\delta_1) \chi_2(\delta_2)$$

В силу (3), (4) имеем

$$\begin{aligned} \left\| \Delta_{h_1 h_2}^{2,2} f^{\bar{r}_1+\bar{r}_2}(x) \right\|_{L_p(R^n:E)} &\leq 16 \left[ h_1^r h_2^r \sum_{k_1=0}^{s_1} \sum_{k_2=0}^{s_2} 2^{k_1(\bar{r}_1+r)+k_2(\bar{r}_2+r)} \left\| \mathcal{Q}_{k_1 k_2} \right\|_{L_p(R^n:E)} + \right. \\ &+ h_1^r \sum_{k_1=0}^{s_1} \sum_{k_2=s_1+1}^{\infty} 2^{k_1(\bar{r}_1+r)+k_2\bar{r}_2} \left\| \mathcal{Q}_{k_1 k_2} \right\|_{L_p(R^n:E)} + h_2^r \sum_{k_1=s_1+1}^{\infty} \sum_{k_2=0}^{\infty} 2^{k_1\bar{r}_1+k_2(\bar{r}_2+r)} \left\| \mathcal{Q}_{k_1 k_2} \right\|_{L_p(R^n:E)} + \\ &\left. + \sum_{k_1=s_1+1}^{\infty} \sum_{k_2=s_2+1}^{\infty} 2^{k_1\bar{r}_1+k_2\bar{r}_2} \left\| \mathcal{Q}_{k_1 k_2} \right\|_{L_p(R^n:E)} \right]. \end{aligned}$$

При  $h_j \leq 2^{-s_j}$ ,  $j=1,2$  из этого неравенства, получим

$$\begin{aligned} \Omega^{r,2}(f^{\bar{r}_1+\bar{r}_2} : 2^{-s_1} 2^{-s_2}) &\leq 16 \left[ 2^{-(s_1+s_2)} \sum_{k_1=0}^{s_1} \sum_{k_2=0}^{s_2} 2^{k_1(\bar{r}_1+2)+k_2(\bar{r}_2+2)} \left\| \mathcal{Q}_{k_1, k_2} \right\|_{L_p(R^n:E)} + \right. \\ &+ 2^{-2s_1} \sum_{k_1=0}^{s_1} \sum_{k_2=s_2+1}^{\infty} 2^{k_1(\bar{r}_1+2)+k_2\bar{r}_2} \left\| \mathcal{Q}_{k_1, k_2} \right\|_{L_p(R^n:E)} + \\ &+ 2^{-2s_2} \sum_{k_1=s_1+1}^{\infty} \sum_{k_2=0}^{s_2} 2^{k_1\bar{r}_1+k_2(\bar{r}_2+2)} \left\| \mathcal{Q}_{k_1, k_2} \right\|_{L_p(R^n:E)} + \left. \sum_{k_1=s_1+1}^{\infty} \sum_{k_2=s_2+1}^{\infty} 2^{k_1\bar{r}_1+k_2\bar{r}_2} \left\| \mathcal{Q}_{k_1, k_2} \right\|_{L_p(R^n:E)} \right]. \end{aligned} \quad (5)$$

Произведя замену  $t_j = 2^{1-u_j}$ ,  $j=1,2$  с помощью леммы 3 [2] и неравенство (5) при  $2^{-N_j+1} \leq \delta_j \leq 2^{-N_j}$ ,  $j=1,2$  получим

$$\begin{aligned} J &= \int_0^{\delta_1} \int_0^{\delta_2} t_1^{-\theta\alpha_1-1} t_2^{\theta\alpha_2-1} \left[ \Omega^{r,2}(f^{\bar{r}_1+\bar{r}_2} : t_1, t_2)_{P,E} \right]^p dt_1 dt_2 \leq \\ &\leq c_1 \int_{N_1 N_2}^{\infty} \int_{N_1 N_2}^{\infty} 2^{-\theta(\alpha_1 u_1 + \alpha_2 u_2)} t_2^{\theta\alpha_2-1} \left\{ \Omega(f^{\bar{r}_1+\bar{r}_2} : 2^{-s_1}, 2^{-s_2})_{P,E} \right\}^{\theta} dt_1 dt_2 \leq \\ &\leq c_2 \sum_{s_1=N_1}^{\infty} \sum_{s_2=N_2}^{\infty} 2^{\theta(\alpha_1 s_1 + \alpha_2 s_2)} \left\{ \Omega^{2,2}(f^{\bar{r}_1+\bar{r}_2} : 2^{-s_1}, 2^{-s_2})_{P,E} \right\}^{\theta} \leq \\ &\leq c_3 \sum_{s_1=N_1}^{\infty} \sum_{s_2=N_2}^{\infty} 2^{\theta(\alpha_1 s_1 + \alpha_2 s_2)} \left\{ 2^{-2\theta(s_1+s_2)} \left( \sum_{k_1=0}^{s_1} \sum_{k_2=0}^{s_2} 2^{k_1(\bar{r}_1+2)+k_2(\bar{r}_2+2)} \left\| \mathcal{Q}_{k_1, k_2} \right\|_{P,E} \right)^{\theta} + \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & + 2^{-\theta s_1} \left( \sum_{k_1=0}^{s_1} \sum_{k_2=s_2+1}^{\infty} 2^{k_2 \bar{r}_2 + k_1 (\bar{r}_1 + 2)} \|\mathcal{Q}_{k_1, k_2}\|_{P, E} \right)^{\theta} + \\
 & + 2^{-\theta s_2} \left( \sum_{k_1=s_1+1}^{\infty} \sum_{k_2=0}^{s_2} 2^{k_1 \bar{r}_1 + k_2 (\bar{r}_2 + 2)} \|\mathcal{Q}_{k_1, k_2}\|_{P, E} \right)^{\theta} + \left( \sum_{k_1=s_1+1}^{\infty} \sum_{k_2=s_2+1}^{\infty} 2^{k_1 \bar{r}_1 + k_2 \bar{r}_2} \|\mathcal{Q}_{k_1, k_2}\|_{P, E} \right)^{\theta} \leq \\
 & \leq c_4 [A_1(\theta) + A_2(\theta) + A_3(\theta) + A_4(\theta)]
 \end{aligned}$$

Далее применяя неравенство Гельдера оценивая  $A_i(\theta)$ ,  $i=1,4$  получим, что

$$J(\delta_1, \delta_2) \leq M_{p, \theta}^{r_1, r_2} \chi_1^{\theta}(\delta_1) \chi_2^{\theta}(\delta_2).$$

Аналогично, оценивая интегралы соответствующие остальным случаям получим утверждение теоремы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Никольский С.М.* Функции с доминирующей смешанной производной, удовлетворяющей кратному условию Гельдера // Сиб. матем. журн., 4 (1963), 1342-1364.
2. *Аманов Т.И.* Теоремы представления и вложения для функциональных пространств // Труды МИАН СССР, 77, 1965, 5-34.
3. *Бесов О.В., Ильин В.П., Никольский С.М.* Интегральные представления функций и теоремы вложения // Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1975, 480 с.
4. *Гулиев В.С.* Пространство Бесова банаховозначных функций // Труды Азербайджанского Математического общества том 2, 1998, стр. 33-49.
5. *Джабраилов А.Д.* Теоремы вложения для пространства функций смешанных производных, которые удовлетворяет кратному интегральному условию Гельдера. // Тр. МИАН СССР т. 117, 1972, 113
6. 138.
7. *Джабраилов М.С.* Об одном классе дифференцируемых функций нескольких переменных ДАН Азерб. ССР, 1976, XXXII №7, стр. 3-7.

Redaksiyaya daxil olub 09.03.2023



UOT 512

**Z.Q.Sadıxov, Ş.Ş.Süleymanova**  
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti  
suleymanovasebnem.85@gmail.com

## **HİLBERT FƏZASINDA VƏ BƏZİ DİGƏR TOPOLOJİ FƏZALARDA KƏSİLMƏZ FUNKSIYALARININ İTERATİV CƏBRLƏRİNİN DOĞURANLAR SİSTEMİ**

*Açar sözlər:* İterativ cəbrlər, doğuranlar sistemi funksiyaların dekart hasili, Maltsev əməlləri, sonsuz qiymətli məntiq, Hilbert fəzaları, kantor diskantinium

Bu işdə Kolmoqorovun superpozisiyası haqqında teorem və Sulipetskinin sonlu qiymətli məntiq cəbri üçün superpozisiyası haqqında teoreminin müəyyən analoqu isbat olunur. İşdə isbat olunur ki, öz Dekart kvadratına homeomorf olan topoloji fəzalarda elə kəsilməz binar funksiya var ki, o funksiya kəsilməz unar funksiyalar çoxluğu ilə birlikdə Maltsev əməlləri vasitəsilə bütün kəsilməz funksiyaların əmələ gətirdiyi iterativ cəbri doğurur.

*З.Г.Садыхов, Ш.Ш.Сулейманова*

## **ОБРАЗУЮЩАЯ СИСТЕМА ИТЕРАТИВНЫХ АЛГЕБР НЕПРЕРЫВНЫХ ФУНКЦИЙ НА ГИЛЬБЕРТОВЫХ И ДРУГИХ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВАХ**

*Ключевые слова:* итеративная алгебра, декартово произведение порождающей систем функций, операции Мальцева, бесконечнозначная логика, Гильбертово пространство, канторов дисконтинуум

В работе доказывается теорема Колмогорова о суперпозиции и ее аналог теорема о суперпозиции для конечномерной алгебры логики Сулипетского. В работе доказывается существование в топологических пространствах гомеоморфной своему Декартовому квадрату непрерывной бинарной функции, которой вместе со множеством унарных непрерывных функций посредством операций Мальцева порождает итеративную алгебру, образуемую всеми непрерывными функциями.

**SYSTEM OF GENERATORS OF ITERATIVE ALGEBRAS  
OF CONTINUOUS FUNCTIONS IN HILBERT SPACE AND  
SOME OTHER TOPOLOGICAL SPACES**

**Keywords:** *iterative algebra, cartesian product of the sets of generating, Maltsev operations, infinite-valued logic, Hilbert space, cantor discontinuum*

In article the Kolmogorov superposition theorem and its analog-superposition theorem for Sulipetsky finite-valued algebra of logic are proved. In this paper we prove the existence in topological space of such a continuous binary function homeomorphic to its Cartesian square that together with the set of unary continuous functions, using the Maltsev operations generates an interactive algebra formed by all continuous function.

Tutaq ki, bizə  $A \neq \emptyset$  çoxluğu verilib. İxtiyari  $n \in \mathbb{N}$  natural ədədi üçün

$$P_A^{(n)} = \{f / f : A^n \rightarrow A\}.$$

Yəni  $P_A^{(n)}$   $A$  çoxluğunda bütün  $n$  – ar funksiyalar çoxluğudur.

$$P_A = \bigcup_{1 \leq n < \aleph_0} P_A^{(n)}$$

olsun. Yəni,  $\mathbb{P}_A$   $A$  çoxluğunda təyin olunmuş bütün funksiyalar çoxluğudur.

$P_A$  çoxluğunda A.İ.Maltsev tərəfindən təklif olunmuş 4 (dörd) binar əməl:  $\xi, \tau, \Delta, \nabla$  və 1 (bir) binar əməl  $*$  onu

$$\mathcal{P}_A = \langle P_A ; \xi, \tau, \Delta, \nabla, * \rangle$$

iterativ cəbrinə çevirir.  $A$  çoxluğu sonlu çoxluq olduqda J Slupeçki və  $A$  sonsuz çoxluq olduqda A.İ.Maltsev isbat etmişdir ki, elə

$f \in P_A^{(2)}$  funksiyası var ki,

$$P_A = \left[ \{f\} \cup P_A^{(1)} \right]_{\mathcal{P}_A}$$

yəni elə  $f : A^2 \rightarrow A$  funksiyası var ki, o  $A$ - da unar funksiyalar çoxluğu  $P_A^{(1)}$  ilə birlikdə  $\mathcal{P}_A$  cəbrinin doğuranları sistemi olurlar. Başqa sözlə  $A$  elə  $f \in P_A^{(2)}$  binar funksiyası var ki, istənilən  $g \in P_A$  funksiyasını  $f$  funksiyası və unar funksiyaların kompozisiyası şəklində göstərmək olar.

Xüsusi halda  $A$  çoxluğunda  $\tau$  topologiyası verildikdə  $\mathbb{A} = \langle A; \tau \rangle$  topoloji fəzasında bütün kəsilməz funksiyaların çoxluğu  $\mathcal{P}_A$  cəbrində altcəbr əmələ gətirir. Yəni,  $\mathbb{A}$  topoloji fəzasında bütün finitar kəsilməz funksiyalar çoxluğu

$$C(\mathbb{A}) = \bigcup_{1 \leq n < \aleph_0} C^{(n)}(\mathbb{A}),$$

$$C^{(n)}(\mathbb{A}) = C(\mathbb{A}^n, \mathbb{A}).$$

$\mathcal{P}_A$  cəbrində qapalı altçoxluqdur, deməli altcəbr əmələ gətirir.

Maltsev A.A. [1] –də isbat etmişdir ki,

**Teorem:** Aşağıdakı  $\mathbb{A}$  topoloji fəzalar üçün:  $\mathbb{D}^\tau$   $\tau$  çəkili (sonsuz) diskontinium, sonlu ölçülü  $\mathbb{I}^k$  kubu (burada  $\mathbb{I} = [0; 1]$ ), sonlu ölçülü tor

$$\mathbb{T}^k = \underbrace{\mathbb{S}^1 \times \mathbb{S}^1 \times \dots \times \mathbb{S}^1}_k,$$

ümumiləşmiş silindr  $\mathbb{T}^k \times \mathbb{I}^l$  üçün

$$\left( \{f \in C^{(2)}(\mathbb{A})\} \right) [C^{(1)}(\mathbb{A}) \cup \{f\}]_{\mathcal{P}_A} = C(\mathbb{A}).$$

Bu məsələlər ilə əlaqədar biz ona diqqət elədik ki, topoloji fəzalar ki, bu və bir neçə digər analogi teoremlərdə baxılan əsas çoxluqlarda Abel qrupu strukturu var və binar  $f \in C^{(2)}(\mathbb{A})$  funksiyası Abel qrupunun additiv əməli ilə sıx bağlıdır. Buna görə məsələyə bir qədər fərqli yanaşaraq aşağıdakı teoremi isbat etdik.

**Teorem:** Öz dekart kvadratı ilə homeomorf olan ixtiyari  $\mathbb{A} = \langle A; \tau \rangle$  topoloji fəzasında

$$\left( \{f \in C^{(2)}(\mathbb{A})\} \right) [C^{(1)}(\mathbb{A}) \cup \{f\}]_{\mathcal{P}_A} = C(\mathbb{A})$$

olur.

**İsbatı:** Tutaq ki,  $u \in C^{(2)}(\mathbb{A})$   $\mathbb{A}^2$ -nin  $\mathbb{A}$ -ya homeorfizmidir. Onda  $u^{-1} \in C(\mathbb{A}, \mathbb{A}^2)$   $u_2 = u$  və  $v_2 = u^{-1}$  işarə edək.  $n \geq 3$  üçün

$$u_n = u_{n-1} * u_2$$

$$v_n = \left( v_2 \times \underbrace{\mathbb{I}_A \times \mathbb{I}_A \dots \times \mathbb{I}_A}_{n-2} \right) \circ v_{n-1}$$

götürək. Burada "o" işarəsi ilə biz funksiyaların adi kompozisiya əməlini işarə etmişik.

Aydındır ki,

$$u_n \in C^{(n)}(\mathbb{A})$$

$$v_n \in C(\mathbb{A}, \mathbb{A}^n)$$

Bütün  $n \geq 2$  natural ədədləri üçün olur.

$$v_n \circ u_n = \underbrace{\mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A \dots \times \mathbb{1}_A}_n$$

olduğunu isbat edək:

$\mathbb{1}_A$   $A$  çoxluğunda eyniyyət funksiyasıdır. Yəni,  $\forall x \in A$  üçün  $\mathbb{1}_A(x) = x$  olur.

$$v_2 \circ u_2 = \mathbb{1}_{A^2} = \mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A$$

$2 \leq k \leq n - 1$  üçün  $v_k \circ u_k = \underbrace{\mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A \dots \times \mathbb{1}_A}_k$  olduğunu fərz edək. İterativ cəbrlərdə " \* " binar əməlinin tərifinə görə

$$u_{n-1} * v_2 = u_{n-1} \circ (u_2 \times \mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A \dots \times \mathbb{1}_A)$$

olur.

$$\begin{aligned} v_n \circ u_n &= ((v_2 \times \underbrace{\mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A \dots \times \mathbb{1}_A}_{n-2}) \circ v_{n-1}) \circ (u_{n-1} * u_2) = \\ &= ((v_2 \times \underbrace{\mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A \dots \times \mathbb{1}_A}_{n-2}) \circ v_{n-1}) \circ \left( u_{n-1} \circ (u_2 \times \underbrace{\mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A \dots \times \mathbb{1}_A}_{n-2}) \right) = \\ &= (v_2 \times \underbrace{\mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A \dots \times \mathbb{1}_A}_{n-2}) (v_{n-1} \circ u_{n-1}) (u_2 \times \underbrace{\mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A \dots \times \mathbb{1}_A}_{n-2}) = \\ &= (v_2 \times \underbrace{\mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A \dots \times \mathbb{1}_A}_{n-2}) \circ (u_2 \times \underbrace{\mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A \dots \times \mathbb{1}_A}_{n-2}) = \\ &= (v_2 \times u_2) \times \underbrace{\mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A \dots \times \mathbb{1}_A}_{n-2} = (\mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A) \times \\ &\quad \times \underbrace{\mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A \dots \times \mathbb{1}_A}_{n-2} = \underbrace{\mathbb{1}_A \times \mathbb{1}_A \dots \times \mathbb{1}_A}_n = \mathbb{1}_{A^n} \end{aligned}$$

Beləliklə, biz aldıq ki, bütün  $n \geq 2$  - lər üçün  $v_n \circ u_n = \mathbb{1}_{A^n}$ .

İxtiyari  $n (2 \leq n < \aleph_0)$  üçün  $f \in C^{(n)}(\mathbb{A})$  funksiyasını belə yazıla bilər:

$f = f_0 \mathbb{1}_{\mathbb{A}^n} = f \circ v_n \circ u_n = \tilde{f} \circ u_n$ , burada ki,  $\tilde{f} = f \circ v_n$ , qurmaya görə isə  $\tilde{f} \in C^{(1)}(\mathbb{A})$ -dir. Yenə iterativ cəbrin əməlinin tərifinə görə ixtiyari  $\varphi, h \in P_A^{(1)}$  üçün  $\varphi \circ h = \varphi * h$  olduğundan  $u_n \in [\{u_2\}]_{P_A}$ .

Nəticədə  $f = \tilde{f} * u_n [C^{(1)}(\mathbb{A}) \cup \{u\}]_{P_A}$

Beləliklə aldıq ki, ixtiyari  $n \geq 2$  üçün

$$\bigcup_{2 \leq n < \aleph_0} C^{(n)}(\mathbb{A}) \subseteq [C^{(1)}(\mathbb{A}) \cup \{u\}]_{P_A}$$

Bu isə  $C^{(1)}(\mathbb{A}) \subseteq [C^{(1)}(\mathbb{A}) \cup \{u\}]_{P_A} = \mathbb{C}(\mathbb{A})$

Trivial fakta görə o deməkdir ki, eyni zamanda  $u \in C^{(2)}(\mathbb{A})$  olduğu üçün teorem isbat olundu.

**Nəticə.**  $\mathbb{A}$  topoloji fəzası aşağıdakı fəzalardan biri Hilbert fəzası, Hilbert kubu, Kantor diskontiniumu, ixtiyari  $\tau$  sonsuz çəkili kub, sonsuz diskret fəza, irrasional ədədlər fəzası (daha başqa topoloji fəzalar da var) olduqda

$$\left( \{f \in C^{(2)}(\mathbb{A})\} [C^{(1)}(\mathbb{A}) \cup \{f\}]_{P_A} \right) = \mathbb{C}(\mathbb{A})$$

olur.

## ƏDƏBİYYAT

1. Мальцев А.А. Топологический вариант теорема Слупецкого для некоторых компактов. – Докл. АН СССР, 1969, 188, №1, стр 33-36.
2. Садыхов З.Г. О конгруенциях и порождающих множествах итеративных алгебр непрерывных функций. Тезисы сообщений XVII Всесоюзной алгебр конф. Част II, 1983, с.

Redaksiyaya daxil olub 16.02.2023

UDC 517.97

*T.M.Huseynova*  
Azerbaijan State Pedagogical University  
htunzale\_bsu@mail.ru

## AN OPTIMAL CONTROL PROBLEM WITH A COEFFICIENT FOR A SYSTEM OF SECOND ORDER HYPERBOLIC EQUATIONS

**Keywords:** *system of hyperbolic equation, coefficient, inverse problem, existence theorem, optimality condition*

In the paper, the coefficient inverse problem for a system of second order hyperbolic equation with additional condition is reduced to an optimal control problem. A theorem on the existence of optimal control is proved and the necessary condition of optimality is derived in the form of an integral inequality.

*T.M.Hüseynova*

## İKİTƏRTİBLİ HİPERBOLİK TƏNLİKLƏR SİSTEMİ ÜÇÜN ƏMSALLA OPTİMAL İDARƏETMƏ MƏSƏLƏSİ

**Açar sözlər:** *hiperbolik tənliklər sistemi, əmsal, tərs məsələ, yeganəlik teoremi, optimallıq şərti*

Məqalədə əlavə şərtli ikitərtibli hiperbolik tip tənliklər sistemi üçün əmsal məsələsi optimal idarəetmə məsələsinə gətirilir. Optimal idarəetmə məsələsində varlıq teoremi isbat olunur və integral bərabərsizlik şəklində optimallıq üçün zəruri şərt çıxarılır.

*T.M.Гусейнова*

## ЗАДАЧА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ С КОЭФФИЦИЕНТОМ ДЛЯ СИСТЕМЫ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ ВТОРОГО ПОРЯДКА

**Ключевые слова:** *система гиперболического уравнения, коэффициент, обратная задача, теорема существования, условие оптимальности*

В статье коэффициентная обратная задача для системы гиперболического уравнения второго порядка с дополнительным условием сведена к задаче оптимального управления. Доказана теорема существования в задаче оптимального управления и выведено необходимое условие оптимальности в виде интегрального неравенства.

### 1. Introduction

It is clear that, inverse coefficient problem is one of the important sections of theory of inverse problems for partial differential equations [1-8]. Such problems come around in various fields of physics, geophysics, seismology, ecology, economy, medicine (magnetic resonance imaging), etc. Usually the characteristics of the studied environment are unknown. Then there appear inverse problems where in by information about the solution of the direct problem it is required to determine the coefficients of equations. In many cases these problems are ill-posed. In works [1-8] were studied by means of the methods of the theory of inverse problems. In some cases [1, 2] the inverse problems were reduced to an operator equation and then quadratic functional corresponding to this operator is constructed and studied. The finding of minimum of the functional is studied by using optimization methods. In this paper we consider such a problem where it is required to determine the coefficient at the first face derivative of the hyperbolic equation, in availability of additional information. This problem is reduced to an optimal control problem and is studied by the methods of optimal control theory. The problem similar to the problem studied in the above mentioned research article was analyzed in [14].

### 2. Problem statement

Let the process be described by the system of differential equations

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - A \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \nu(x) \frac{\partial u}{\partial x} = f \tag{2.1}$$

in the domain  $Q = (0;l) \times (0;T)$ , where  $u = [u_1(x,t), u_2(x,t)]^T$  is a vector-function,  $A$  is a constant, positive-definite diagonal matrix of second order,  $f(x,t) \in (L_2(Q))^2$ .

Let the initial conditions

$$u(x,0) = \varphi_0(x), \quad \frac{\partial u(x,0)}{\partial t} = \varphi_1(x), \quad 0 \leq x \leq l \tag{2.2}$$

and the boundary conditions

$$u(0,t) = 0, \quad u(l,t) = 0, \quad 0 \leq t \leq T \tag{2.3}$$

are satisfied, where  $\varphi_0(x) \in \left( \overset{\circ}{W}_2^1[0,l] \right)^2$ ,  $\varphi_1(x) \in (L_2[0,l])^2$  are the given vector-functions.

If the function  $\nu(x)$  is given, it is easily proved by analogy to the work [9] that the problem (2.1)-(2.3) has a unique generalized solution from  $\left( W_{2,0}^1(Q) \right)^2$ .

If  $\nu(x)$  is an unknown function, then in order to determine  $\nu(x)$ , we give the additional condition

$$u(x, T) = \chi(x), 0 \leq x \leq l, \quad (2.4)$$

where  $\chi(x) \in (L_2[0, l])^2$ .

Thus we consider an inverse problem in the following statement: for given functions  $\varphi_0(x), \varphi_1(x), \chi(x)$  to find the pair of functions  $\{u(x, t), v(x)\} \in (W_{2,0}^1(Q))^2 \times V$ , so that conditions (2.1)-(2.3) and additional condition (2.4) should be fulfilled, where

$$v(x) \in V = \left\{ v(x) : v(x) \in W_2^1[0, l], |v(x)| \leq M, \left| \frac{dv(x)}{dx} \right| \leq M \text{ a.e. on } [0, l] \right\}, \quad (2.5)$$

$M$  is a given positive number.

### 3. Reducing the problem to an optimal control problem and existence of the solution of a new problem

We reduce this problem to the following control problem: find such a function  $v(x) \in V$  that minimizes the functional

$$J(v) = \frac{1}{2} \int_0^l \|u(x, T; v) - \chi(x)\|_{R^2}^2 dx \quad (3.1)$$

together with the solution of boundary value problem (2.1)-(2.3), where  $u(x, t; v)$  is the solution of problem (2.1)-(2.3), which corresponds to the function  $v = v(x)$ . Let us call the function  $v(x)$  a control, the  $V$  a class of admissible controls. If we find an admissible control that delivers to functional (3.1) the zero value, then the additional condition (2.4) is fulfilled.

There is a close tie between the problems (2.1)-(2.4) and (2.1)-(2.3), (3.1). If  $\min_{v \in V} J(v) = 0$ , then satisfies additional condition (2.4).

We consider the generalized solution of boundary value problem (2.1)-(2.3)

The generalized solution from  $(W_2^1(Q))^2$  of boundary value problem (2.1)-(2.3) for the given  $v(x) \in V$  we take the function  $u(x, t; v)$  from  $(W_{2,0}^1(Q))^2$ , which equals to  $\varphi_0(x)$  at  $t = 0$  and satisfies the integral identity

$$\iint_Q \left[ -\left\langle \frac{\partial u}{\partial t}, \frac{\partial \eta}{\partial t} \right\rangle + \left\langle A \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial \eta}{\partial x} \right\rangle + \left\langle v(x) \frac{\partial u}{\partial t}, \eta \right\rangle \right] dx dt - \int_{\Omega} \langle \varphi_1(x), \eta(x, 0) \rangle dx = \int_Q \langle f, \eta \rangle dx dt \quad (3.2)$$

for all  $\eta = \eta(x, t)$  from  $(W_{2,0}^1(Q))^2$  which equals zero at  $t = T$ , where as  $\langle \cdot, \cdot \rangle$  we take scalar product in  $R^2$ .



Under the above adopted assumptions, for fixed  $\nu \in V$  (analogy to work [9, p. 209-215] problem (2.1)-(2.3) has unique generalized solution from  $(W_{2,0}^1(Q))^2$  and

$$\|u\|_{(W_2^1(Q))^2} \leq c \left[ \|f\|_{(L_2(Q))^2} + \|\varphi_0\|_{(W_2^1[0,l])^2} + \|\varphi_1\|_{(L_2[0,l])^2} \right] \quad (3.3)$$

is valid. Here and in the sequel by  $c$  we will denote various constants independent of estimated variables and at admissible controls.

**Theorem 3.1.** Let the conditions adopted at the statement of problem (2.1)-(2.3), (3.1) be fulfilled. Then the set of optimal controls of this problem  $V_* = \{\nu_* \in V : J(\nu_*) = J_* = \inf \{J(\nu) : \nu \in V\}\}$  is non empty, weakly-compact in  $W_2^1[0, l]$  and any minimizing  $\{\nu^{(m)}\}$  weakly converges in  $W_2^1[0, l]$  to the set  $V_*$  as  $m \rightarrow \infty$ .

*Proof.* It is clear that the set  $V$  is weakly compact in the Hilbert space  $W_2^1[0, l]$

Let's show that the functional (3.1) is weakly continuous in  $W_2^1[0, l]$  on the set  $V$ . Let  $\nu \in V$  be some element and  $\{\nu^{(m)}\} \subset V$  be an arbitrary sequence such that  $\nu^{(m)} \rightarrow \nu$  weakly in  $W_2^1[0, l]$  as  $m \rightarrow \infty$ .

Hence, from the compactness of the embedding in  $W_2^1[0, l] \rightarrow C[0, l]$  [9, p. 84] it follows that

$$\nu^{(m)} \rightarrow \nu \text{ strongly in } C[0, l]. \quad (3.4)$$

By unique solvability of boundary value problem (2.1)-(2.3), to each control  $\{\nu^{(m)}\} \subset V$  corresponds a unique solution  $u^{(m)} = u(x, t; \nu^{(m)})$  of problem (2.1)-(2.3) and the following estimation is valid:

$$\|u^{(m)}\|_{(W_2^1(Q))^2} \leq c \left[ \|f\|_{(L_2[0,l])^2} + \|\varphi_0\|_{(W_2^1[0,l])^2} + \|\varphi_1\|_{(L_2[0,l])^2} \right],$$

$\forall m = 1, 2, 3, \dots$ , i.e. The sequence  $\{u^{(m)}\}$  is uniformly bounded in the norm of the space  $(W_2^1(Q))^2$ . Then from the embedding theorem [11. p. 116] it follows that from the sequence one can choose a subspace  $\{u^{(m_k)}\}$  such that as  $k \rightarrow \infty$

$$u^{(m_k)} \rightarrow u \text{ strongly in } (L_2(Q))^2, \quad (3.5)$$

$$\frac{\partial u^{(m_k)}}{\partial x} \rightarrow \frac{\partial u}{\partial x}, \quad \frac{\partial u^{(m_k)}}{\partial t} \rightarrow \frac{\partial u}{\partial t} \text{ weakly in } (L_2(Q))^2, \quad (3.6)$$

where  $u = u(x, t) \in (W_{2,0}^1(Q))^2$  is some element.

Show that  $u(x, t) = u(x, t; \nu)$ , i.e. the function  $u(x, t)$  is the solution of problem (2.1)-(2.3) corresponding to  $\nu \in V$ . It is clear that the identities are valid

$$\iint_Q \left[ -\left\langle \frac{\partial u^{(m_k)}}{\partial t}, \frac{\partial \eta}{\partial t} \right\rangle + \left\langle A \frac{\partial u^{(m_k)}}{\partial x}, \frac{\partial \eta}{\partial x} \right\rangle + \left\langle \nu^{(m_k)} \frac{\partial u^{(m_k)}}{\partial x}, \eta \right\rangle \right] dx dt - \int_\Omega \langle \varphi_1(x), \eta(x, 0) \rangle dx = \int_Q \langle f, \eta \rangle dx dt \quad (3.7)$$

for all  $\eta = \eta(x, t) \in (W_{2,0}^1(Q))^2$ , which  $\eta(x, T) = 0$ .

Passing to limit (3.7) as  $k \rightarrow \infty$ , and using (3.4), (3.6) we get that the function  $u(x, t)$  is equal to  $\varphi_0(x)$  at  $t=0$  and satisfies identity (3.2). Hence and from the uniqueness of the solution of problem (2.1)-(2.3) corresponding to  $\nu \in V$  it follows that  $u(x, t) = u(x, t; \nu)$ .

Taking into account uniqueness of the solution of problem (2.1)-(2.3) corresponding to  $\nu \in V$ , it is to verify that relations (3.5), (3.6) are valid not only for the subsequence  $\{u^{(m_k)}\}$  but for all sequences  $\{u^{(m)}\}$  as well.

Therefore, by embedding theorem [9, p 70-71], the limit relation  $u^{(m)}(x, T) \rightarrow u(x, T)$  strongly in  $(L_2(Q))^2$  as  $m \rightarrow \infty$  is valid. Using by relation, from (3.1) we get  $J(u^{(m)}) \rightarrow J(u)$  as  $m \rightarrow \infty$  i.e.  $J(u)$  weakly in  $W_2^1[0, l]$  is continuous on the set  $V$ . Then by theorem 2 and 4 from [13. p. 49, p. 51] we get that all the statement of Theorem 3.1 are valid.

#### 4. Study of differentiability of functional (3.1).

Let  $\psi = \psi(x, t; \nu)$  be a generalized solution from  $(W_{2,0}^1(Q))^2$  of the adjoint problem

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial t^2} - A \frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} - \frac{\partial}{\partial x}(\nu \psi) = 0, \quad (x, t) \in Q, \quad (4.1)$$

$$\psi(x, T) = 0, \quad \frac{\partial \psi(x, T)}{\partial t} = u(x; T) - \chi(x), \quad 0 \leq x \leq l, \quad (4.2)$$

$$\psi(0, t) = 0, \quad \psi(l, t) = 0, \quad 0 \leq t \leq T. \quad (4.3)$$

As the generalized of the boundary value problem (4.1), (4.2) for each fixed control  $\nu \in V$  we will take the function  $\psi = \psi(x, t; \nu)$  from  $(W_{2,0}^1(Q))^2$ , which equals to zero at  $t = T$  and satisfies the integral identity

$$\int_0^l \langle u(x, T) - \chi(x), \mu(x, T) \rangle dx + \iint_Q \left[ -\langle \frac{\partial \psi}{\partial t}, \frac{\partial \mu}{\partial t} \rangle + \langle A \frac{\partial \psi}{\partial x}, \frac{\partial \mu}{\partial x} \rangle + \langle \nu \psi, \frac{\partial \mu}{\partial x} \rangle \right] dx dt = 0 \quad (4.4)$$

for all  $\mu = \mu(x, t) \in (W_{2,0}^1(Q))^2$ , which equal to zero for  $t=0$ .

Analogy to work [9, p.209-215] it follows that for each fixed  $\nu \in V$  boundary value problem (4.1)-(4.3) has a unique generalized solution from  $(W_{2,0}^1(Q))^2$  and taking into account estimation (3.3) we have that the estimation

$$\|\psi\|_{(W_{2,0}^1(Q))^2} \leq c \left[ \|\varphi_0\|_{W_2^1[0, l]} + \|\varphi_1\|_{L_2^1[0, l]} + \|f\|_{(L_2(Q))^2} + \|\chi\|_{L_2[0, l]} \right] \quad (4.5)$$

is valid.

For the given  $\nu \in V$  we introduce the following boundary value problem [12] on definition of the function  $\psi_1 = \psi_1(x; \nu)$  from the conditions

$$-\frac{d^2\psi_1}{dx^2} + \psi_1 = \int \left\langle \frac{\partial u}{\partial x}, \psi \right\rangle dt, \quad 0 < x < l, \quad (4.6)$$

$$\frac{d\psi_1}{dx} \Big|_{x=0} = \frac{d\psi_1}{dx} \Big|_{x=l} = 0. \quad (4.7).$$

As the generalized solution from  $W_2^1[0, l]$  of boundary value problem (4.6), (4.7) for the given function  $\nu \in V$  we will taken the function  $\psi_1 = \psi_1(x, \nu)$  from  $W_2^1[0, l]$  satisfying the integral identity

$$\int_0^l \left[ \frac{d\psi_1}{dx} \frac{dg}{dx} + \psi_1 g \right] dt = \int_0^l \left( \int_0^T \left\langle \frac{\partial u}{\partial x}, \psi \right\rangle dt \right) g dx \quad (4.8)$$

for all  $g = g(x)$  from  $W_2^1[0, l]$

The conditions of the Lax-Millgram lemma [10, p. 39] are fulfilled for problem (4.6), (4.7) and therefore, for the given  $\nu \in V$  this problem has a unique solution from  $W_2^1[0, l]$ .

Assuming in (4.8)  $g = \psi_1$  we get

$$\|\psi_1\|_{W_2^1[0, l]} \leq c \left\| \frac{\partial u}{\partial x} \right\|_{(L_2(Q))^2} \cdot \|\psi\|_{(L_2(Q))^2}. \quad (4.9)$$

**Theorem 4.1** Let the condition of theorem 3.1 be fulfilled. Then functional (3.1) is continuously Frechet differentiable on  $V$  and it gradient at the point  $\nu \in V$  is determined by the expression

$$J'(\nu) = \psi_1(x; \nu), \quad x \in [0, l]. \quad (4.10)$$

Proof: Let  $\nu, \nu + \delta\nu \in V$  be arbitrary controls,  $\delta u(x, t) = u(x, t; \nu + \delta\nu) - u(x, t; \nu)$  where  $\delta\nu \in W_2^1[0, l]$ . From conditions (2.1)-(2.3) it follows that  $\delta u(x, t)$  is the generalized solution from  $(W_{2,0}^1(Q))^2$  of the boundary value problem

$$\frac{\partial^2 \delta u}{\partial t^2} - A \frac{\partial^2 \delta u}{\partial x^2} + (\nu + \delta\nu) \frac{\partial \delta u}{\partial x} = -\delta\nu \frac{\partial u}{\partial x}, \quad (x, t) \in Q, \quad (4.11)$$

$$\delta u(x, 0) = 0, \quad \frac{\partial \delta u(x, 0)}{\partial t} = 0, \quad 0 \leq x \leq l, \quad \delta u(0, t) = 0, \quad \delta u(l, t) = 0, \quad 0 \leq t \leq T. \quad (4.12)$$

As in analogy [9, p.215] it follows that for the solution of problem (4.10), (4.11) the estimation

$$\|\delta u\|_{(W_2^1(Q))^2} \leq c \left\| \delta\nu \frac{\partial u}{\partial x} \right\|_{(L_2(Q))^2} \leq c \left\| \frac{\partial u}{\partial x} \right\|_{(L_2(Q))^2} \cdot \|\delta\nu\|_{C[0, l]}$$

is valid.

By boundedness of the embedding  $W_2^1[0, l] \rightarrow C[0, l]$  [9, p.84] and estimation (3.3), we have

$$\|\delta u\|_{(W_2^1(Q))^2} \leq c[\|f\|_{(L_2(Q))^2} + \|\varphi_0\|_{W_2^1[0, l]} + \|\varphi_1\|_{L_2[0, l]}] \|\delta v\|_{W_2^1[0, l]}. \quad (4.13)$$

The increment of functional (3.1) at the point  $v \in V$  has the form

$$\begin{aligned} \Delta J(v) &= J(v + \delta v) - J(v) = \int_0^l \langle u(x, T; v) - \chi(x), \delta u(x, T) \rangle dx + \frac{1}{2} \int_0^l \langle \delta u(x, T), \delta u(x, T) \rangle dx = \\ &= \int_0^l \langle u(x, T; v) - \chi(x), \delta u(x, T) \rangle dx + \frac{1}{2} \int_0^l \|\delta u(x, T)\|_{R^2}^2 dx. \end{aligned} \quad (4.14)$$

By the help of the solution of boundary value problems (4.1)-(4.3) and (4.6), (4.7), we transform expression (4.14). It is clear that the solution of boundary value problem (4.11), (4.12) satisfies the identity

$$\int_Q \left[ -\langle \frac{\partial \delta u}{\partial t}, \frac{\partial \eta}{\partial t} \rangle + \langle A \frac{\partial \delta u}{\partial x}, \frac{\partial \eta}{\partial x} \rangle + \langle (v + \delta v) \frac{\partial \delta u}{\partial x}, \eta \rangle \right] dx dt = - \int_Q \langle \delta v \eta, \frac{\partial u}{\partial x} \rangle dx dt \quad (4.15)$$

for all  $\eta = \eta(x, t)$  from  $(W_{2,0}^1(Q))^2$  which equal zero at  $t = T$ . If we assume

$\mu = \delta u$  in (4.4),  $\eta = \psi$  in (4.15) and subtract the obtained relations, we get

$$\int_0^l \langle u(x, T; v) - \chi(x), \delta u(x, T) \rangle dx = \int_Q \langle \delta v \psi, \frac{\partial \delta u}{\partial x} \rangle dx dt + \int_0^l \left( \int_0^T \left\langle \frac{\partial u}{\partial x}, \psi \right\rangle dt \right) \delta v dx.$$

Taking into account this equality in (4.14), we have

$$\begin{aligned} \Delta J(v) &= \int_Q \langle \delta v \psi, \frac{\partial \delta u}{\partial x} \rangle dx dt + \int_0^l \left( \int_0^T \left\langle \frac{\partial u}{\partial x}, \psi \right\rangle dt \right) \delta v dx + \frac{1}{2} \int_0^l \|\delta u(x, T)\|_{R^2}^2 dx, \\ \Delta J &= \int_0^l \left( \int_0^T \left\langle \frac{\partial u}{\partial x}, \psi \right\rangle dt \right) \delta v dx + R, \end{aligned} \quad (4.16)$$

where

$$R = \frac{1}{2} \int_0^l \|\delta u(x, T)\|_{R^2}^2 dx + \int_0^l \left( \int_0^T \left\langle \frac{\partial \delta u}{\partial x}, \psi \right\rangle dt \right) \delta v dx. \quad (4.17)$$

Assuming in (4.8)  $g = \delta v$ , we get

$$\int_0^l \left[ \frac{d\psi_1}{dx} \frac{d\delta v}{dx} + \psi_1 \delta v \right] dx = \int_0^l \left( \int_0^T \left\langle \frac{\partial u}{\partial x}, \psi \right\rangle dt \right) \delta v dx \quad (4.18)$$

Then taking into account this equality in (4.16), we have

$$\Delta J = \int_0^l \left[ \frac{d\psi_1}{dx} \frac{d\delta v}{dx} + \psi_1 \delta v \right] dx + R, \quad (4.19)$$

It is clear that the expression

$$\langle J'(\nu), \delta\nu \rangle = \int_0^l \left[ \frac{d\psi_1}{dx} \frac{d\delta\nu}{dx} + \psi_1 \delta\nu \right] dx \quad (4.20)$$

determines the linear bounded functional at  $\delta\nu$  on  $W_2^1[0, l]$ . Linearity of functional (4.20) is obvious. Using the Cauchy-Bunyakovsky inequality and estimations (4.9), (3.3), (4.5) we get the boundedness of functional (4.20) by  $\delta\nu$  on  $W_2^1[0, l]$ .

Now we give the estimate the remainder term  $R$  which is determined by equality (4.17).

Again, using the Cauchy-Bunyakovsky inequality, estimation (4.5), (4.13), we get

$$R \leq c \left[ \|f\|_{(L(\mathcal{Q}))^2}^2 + \|\varphi_0\|_{W_2^1[0;l]}^2 + \|\varphi_1\|_{L_2[0;l]}^2 + \|\chi\|_{L_2[0;l]}^2 \right] \|\delta\nu\|_{W_2^1[0;l]}^2.$$

Taking into account this estimation from (4.19) we get that functional (3.1) is Frechet differentiable on  $V$  and formula (4.10) is valid for its gradient.

Now show that mapping  $\nu \rightarrow J'(\nu)$  continuously acts from  $V$  to  $W_2^1[0, l]$ .

Let

$$\delta\psi(x, t) = \psi(x, t; \nu + \delta\nu) - \psi(x, t; \nu), \quad \delta\psi_1(x) = \psi_1(x; \nu + \delta\nu) - \psi_1(x; \nu).$$

From (4.6), (4.7) it follows that  $\delta\psi_1(x)$  is the generalized solution from  $W_2^1[0, l]$  of the boundary value problem

$$-\frac{d^2 \delta\psi_1}{dx^2} + \delta\psi_1 = \int_0^l \left[ \left\langle \frac{\partial \delta u}{\partial x}, \psi \right\rangle + \left\langle \frac{\partial u}{\partial x}, \delta\psi \right\rangle + \left\langle \frac{\partial \delta u}{\partial x}, \delta\psi \right\rangle \right] dx, \quad 0 \leq x \leq l,$$

$$\left. \frac{d\delta\psi_1}{dx} \right|_{x=0} = \left. \frac{d\delta\psi_1}{dx} \right|_{x=l} = 0.$$

For solution of this boundary value problem as in (4.9), we get the estimation

$$\|\delta\psi_1\|_{W_2^1[0;l]} \leq c \left[ \left\| \frac{\partial \delta u}{\partial x} \right\|_{(L_2(\mathcal{Q}))^2} \cdot \|\psi\|_{(L_2(\mathcal{Q}))^2} + \left\| \frac{\partial u}{\partial x} \right\|_{(L_2(\mathcal{Q}))^2} \cdot \|\delta\psi\|_{(L_2(\mathcal{Q}))^2} + \left\| \frac{\partial \delta u}{\partial x} \right\|_{(L_2(\mathcal{Q}))^2} \cdot \|\delta\psi\|_{(L_2(\mathcal{Q}))^2} \right] \quad (4.21)$$

Furthermore, for the function  $\delta\psi(x, t)$ , as in (4.13), we can get the estimation

$$\|\delta\psi\|_{(W_2^1[\mathcal{Q}])^2} \leq c \left[ \|\varphi_0\|_{W_2^1[0;l]} + \|\varphi_1\|_{L_2[0;l]} + \|f\|_{(L_2(\mathcal{Q}))^2} \right] \|\delta\nu\|_{W_2^1[0;l]}. \quad (4.22)$$

Then taking into account estimations (3.3), (4.5), (4.13), (4.22) from (4.21) we get  $\|\delta\psi_1\|_{W_2^1[0;l]} \rightarrow 0$  as  $\|\delta\nu\|_{W_2^1[0;l]} \rightarrow 0$ . Hence and from (4.10) it follows that the mapping  $\nu \rightarrow J'(\nu)$  is continuously acting from  $V$  to  $W_2^1[0, l]$ .

## 5. Necessary condition of optimality

**Theorem 5.1** *Let the condition of theorem 4.1 be fulfilled. Then for optimality of the control  $\nu_* = \nu_*(x) \in V$  in problem (2.1)-(2.3), (2.5), (3.1) it is necessary that inequality*

$$\int_0^l \left[ \psi_{1*}(x)(v(x) - v_*(x)) + \frac{d\psi_{1*}(x)}{dx} \left( \frac{dv(x)}{dx} - \frac{dv_*(x)}{dx} \right) \right] dx \geq 0 \quad \forall v \in V \quad (5.1)$$

be fulfilled for any  $v_* = v_*(x) \in V$ , where  $\psi_{1*} = \psi_1(x; v_*) \in V$  is the solution of problem (4.6), (4.7) for  $v = v_*(x)$ .

*Proof.* The set  $V$  is convex in  $W_2^1[0, l]$ . Furthermore, by theorem 4.1 the functional  $J(v)$  is continuously by differentiable Frechet on  $V$  and its gradient at the point  $v \in V$  is defined by equality (4.10). Then by theorem 5 from [13, p.28] fulfilled of the inequality  $\langle J'(v_*), v - v_* \rangle \geq 0$  on the element is  $v_* \in V_*$  necessary for all  $v \in V$ . Hence and from (4.10) it follows the validity of inequality (5.1) for all  $v \in V$ . Theorem 5.1 is proved.

## REFERENCES

1. *Kabanikhin S.I., Iskakov K.T.* Optimization methods for solving the coefficient inverse problems. Novosibirsk: Publ. NSU, 2001.
2. *Kabanikhin S.I.* Inverse and ill-posed problems. Sib. Pub. Novosibirsk, 2009.
3. *Ivanchov M., Pabyrivska N.* Simultaneous determination of two coefficients of a parabolic equation in the case of nonlocal and integral conditions. Ukr. Math.J. 53 (2001), 674–684.
4. *Valitov I.R., Kozhanov A.I.* Inverse problems for hyperbolic equations: the case of unknown time-dependent coefficients. Vestn. Novosib. Gos. Univ., Ser. Mat. Mekh. Inform., 6 (2006), No. 1, 43–59.
5. *Kanca F., Ismailov M.* Inverse problem of finding the time-dependent coefficient of heat equation from integral overdetermination condition data. Inverse Probl. Sci. Eng. 20 (2012), 463–476.
6. *Shcheglov A. Yu.* Inverse coefficient problem for a quasilinear hyperbolic equation with final overdetermination. Comput. Math. Phys., 46 (2006), No. 4, 616–635 30 + On Determining the Coefficient ... AMIM Vol.22 No.1, 2017
7. *Pavlov S.S.* Inverse problem on renewal of external action in multidimensional wave equation with integral predetermination. Mat. Zametki Ya.J.U. 18 (2011), No. 1, 81–93.
8. *Savenkova A.E.* Inverse problem with integral condition of overdetermination for a hyperbolic equation. Vestinc SamJU-Estesvennonau–chnaya seria. 114 (2014), No. 3, 83–92.
9. *Ladyzhenskaya O.A.* Boundary value problems of mathematical physics. M. Nauka, 1973.
10. *Samarskiy A.A., Lazarov R.D., Makarov V.L.* Difference schemes for differential equations with generalized solutions. M. Vysshaya shkola. 1987.
11. *Sobolev S.L.* Some application of functional analysis in mathematical physics. M. Nauka, 1988.

12. *Tagiyev R.K.* Optimal control of the coefficients in parabolic systems. *Diff. Uravn.* 45 (2009), No. 10, 1492–1501.
13. *Vasil'ev F.P.* Methods for solving extremal problems. M. Nauka, 1981.
14. *HF Guliyev, VN Nasibzadeh.* On determining the coefficient of a multi-dimensional hyperbolic equation with integral overdetermination condition. *AMIM Vol.22 No.1*, 2017, p.22-31.

Redaksiyaya daxil olub 10.03.2023

**UOT 2337Z349R**

**Z.N.Zakaryayev**  
*Heydər Əliyev adına Hərbi İnstitut*  
*zaur6622@mail.ru*

## **RABİTƏ KANALININ KVANT KRİPTOQRAFİYASINDAN İSTİFADƏ EDƏRƏK QORUNMASI İMKANLARI**

*Açar sözlər: Kvant kriptografiyası, kvant hücumu, kvant rabitə xətləri, foton*

Tədqiqatın məqsədi kvant avadanlıqlarına və ümumilikdə sistemə məlum olan mümkün hücumları aydınlaşdırmaqdır. Burada əsas diqqət kvant hücumlarına yönəldilmişdir. Kvant hesablamalarında informasiya təhlükəsizliyinə qarşı gizlənən əsas təhdidlər göstərilmişdir. Məqalədə kvant kriptografiyasından istifadə edərək rabitə kanalının qorunması imkanlarına baxılmış, məlumatların ötürülməsinin digər üsullarına nisbətən üstünlükləri, həmçinin kvant avadanlığının iş prinsipi, sındırılması və mühafizəsi nəzərdən keçirilmişdir. Kvant kriptografiyasında istifadə olunan əsas protokollar və onların iş sxemləri, kvant kriptografiyasının inkişafının əsas istiqamətləri, kvant rabitə kanalları və açarların mübadiləsi protokolu barədə geniş tədqiqatlar şərh edilmişdir. Həmçinin, məqalədə məlumatların qorunmasının yeni üsuluna - stenoqrama - kvant kriptografiyasının təkmilləşdirilmiş versiyasına toxunulmuşdur. Bu tip informasiya mühafizəsinin iş üsulu təqdim olunmuş, kriptografiyanın kvant kriptografiyası ilə müqayisədə informasiyanı daha yaxşı mühafizə etməyə imkan verməsi əsaslandırılaraq ətraflı şəkildə araşdırılmış və təhlil edilmişdir.

**З.Н.Закарьяев**

## **ВОЗМОЖНОСТИ БЕЗОПАСНОСТИ КАНАЛА СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИИ**

*Ключевые слова: Квантовой криптографии, квантовый атак, квантовые линии связи, фотон*

Цель исследования разобраться в известных в настоящее время возможных атаках на квантовое оборудование и систему в целом. Основное внимание уделяется квантовому хакингу. Показаны основные угрозы для информационной безопасности, которые кроются в квантовых вычислениях. В статье будет рассмотрена возможность защиты канала связи при помощи квантовой криптографии. Их преимущества над другими способами передачи данных, а также будет рассмотрен принцип работы, взлом и защита квантового оборудования. Рассмотрены основные протоколы, используемые в квантовой



криптографии и их схемы работы. Были обозрены основные направления развития квантовой криптографии: квантовые каналы связи и протокол обмена ключами. Также данная статья коснется нового способа защиты данных- стенографии- улучшенной версии квантовой криптографии. Будет представлен метод работы данного вида защиты информации, а также обоснованно почему данный вид криптографии позволяет лучше защищать информацию, нежели квантовая криптография.

*Z.N.Zakaryayev*

## COMMUNICATION CHANNEL SECURITY POSSIBILITIES USING QUANTUM CRYPTOGRAPHY

**Keywords:** Quantum cryptography, quantum hacking, quantum communication lines, photon.

The purpose of the study is to understand the currently known possible attacks on quantum equipment and the system as a whole. The focus is on quantum hacking. The main threats to information security, which lie in quantum computing, are shown. The article will consider the possibility of protecting the communication channel using quantum cryptography. Their advantages over other methods of data transfer, and the principle of work, hacking, and protection of quantum equipment will also be considered. The main protocols used in quantum cryptography and their operation schemes are considered. The main directions of the development of quantum cryptography were reviewed: quantum communication channels and a key exchange protocol. Also, this article will touch upon a new method of data protection - shorthand - an improved version of quantum cryptography. The method of operation of this type of information protection will be presented, as well as justified why this type of cryptography allows better protection of information than quantum cryptography.

### Giriş

Hal-hazırda insanların çoxu üz-üzə görüşdən çox messengerlərdə söhbət etməyi üstün tuturlar. Belə bir zaman müddətində məlumatları mümkün sındırmalardan qoruya bilən və kənardan ən kiçik müdaxilə olmadan belə kommunikasiya xətti ilə məlumat ötürə bilən yaxşı kriptografiya sistemində malik olmaq vacibdir. Bu kriptografiya üsulu ilə yalnız adi istifadəçilərdən məlumat ötürmək üçün deyil, həm də bir ölkənin və ya məsələn, bir bankın məxfi məlumatlarını ötürməyə xidmət edən rabitə kanallarını təmin etmək vacibdir. Bu günə qədər yalnız bir neçə kriptografiya metodu belə bir təhlükəsizlik səviyyəsi ilə öyünə bilər. Onlardan biri kvant kriptografiyasıdır.

### **Yaradılma tarixi**

1983-cü ildə Stiven Vizner hökumət tərəfindən buraxılan dövlət kvant əskinaslarının yaradılması texnologiyasını təklif etmişdir. Texnologiyanın mahiyyəti ondan ibarətdir ki, hər bir əskinasda fotonlu tələlər var və onların hər biri iki fərqli bazisə görə müəyyən şəkildə qütbləşir. Birinci bazisdə "çarpaz formalı" qütbləşmə nəzərdə tutulurdu, yəni foton müəyyən bir vertikalda 0 və ya 90 dərəcə bucaq altında qütbləşə bilirdi, ikincisi bazisdə isə diaqonal olaraq, yəni 45 və 135 dərəcə bucaqlarla qütbləşə bilər [2].

Vizner eyni zamanda məxfi rabitə kanallarının yaradılması üçün də oxşar mexanizmdən istifadə oluna biləcəyini təklif etmişdir. Məqaləsinin dərcindən cəmi bir il sonra elm adamları Jil Brassar və Çarls Bennet kvant rabitəsi üçün ilk protokolu işləyib hazırladılar ki, onlar bu protokolu öz adlarının ilk hərfləri və texnologiyanın yaradıldığı illə - BB84 adlandırdılar. Hal-hazırda məhz bu protokol müasir kvant rabitə şəbəkələrində geniş istifadə olunur [1].

Bu protokol əsasən aşağıdakı prinsip üzrə işləyir: Alisa bir-birinə paralel iki bazisdən birində polarizasiya olunmuş Bob fotonlarını şaquli və ya diaqonal şəkildə göndərir. Bob, bu fotonları qəbul edərək polarizasiyanı ölçür, bazis seçimi təsadüfi olaraq baş verir və yol boyu ölçmə nəticələrini və bazisləri yazır. Sonra, həmsöhbətlər istifadə olunan bazaları açıq kanal üzərindən dəyişdirirlər və müxtəlif bazalarda alınan məlumatlar atılır. Sonda yalnız bazislərin üst-üstə düşdüyü ölçülər qalır. Kvant açarlarının paylanması bu texnologiyası "açar süzməsi" adlanır [3].

### **Açarların paylanması üzrə kvant protokolunun iş prinsipi**

Hal-hazırda mövcud olan bütün açıq açar alqoritmləri eyni şəkildə işləyir. Məsələn, RSA alqoritmı göndərilən mesajın məzmununu deşifrə edə biləcəyi açıq açardan istifadə edir. Bu alqoritmlər əsas amillərə və diskret loqarifmə parçalanmanın mürəkkəbliyinə əsaslanır [4].

Bu cür sistemlərə olduqca effektiv şəkildə hücumlar edilə bilər və bu bəzə daha sonra ətraflı müzakirə ediləcəkdir. Sonra gizli açarları əsas götürən şifrələmə alqoritmləri köməyə gəlir. Bu alqoritm DES şifrələmə alqoritmını (Data Encryption Standard - IBM tərəfindən hazırlanmış simmetrik şifrələmə üçün alqoritm) özündə əks etdirir. Kodlu mesajların ötürülməsindən əvvəl hər iki tərəf açarları mübadilə etməlidir, bu açarların yalnız dialoqun iştirakçısına məlum olması vacibdir, əks halda əlaqə etibarsız olacaqdır [5].

Aydındır ki, bu vəziyyətdə təhlükəsiz açar mübadiləsi ön plana çıxır. O zaman, açarın özünün sürəti və təhlükəsizliyi baxımından xüsusilə əlverişli olmayan üsullar istifadə olunur.

### **Verilənlərin kvant ötürmə sistemlərinin əsas protokolları**

#### **BB84 protokolu**

BB84 protokoluna əsasən, gizli açar aşağıdakı üsullarla yaradılır:

1. Alice fotonların müvafiq polyarizasiyasından istifadə edərək bu məlumatı kodlaşdırır, təsadüfi bit ardıcılığı yaradır və təsadüfi seçilmiş bazislərin ardıcılığından (çarpaz və ya üstəgəl) istifadə edərək onları Boba ötürür.

2. Bob təsadüfi seçilmiş bazisdən istifadə edərək hər bir qəbul edilmiş fotonun vəziyyətini ölçür.

3. Hər bir foton üçün Bob, ölçmənin nəticəsini gizli saxlayaraq, fotonun vəziyyətini hansı bazisdə ölçdüyünü açıq kanal vasitəsilə Alisanı məlumatlandırır.

4. Alice Boba açıq kanal üzərindən hansı ölçmələrin düzgün hesab edilməli olduğunu deyir. Bunlar ötürmə və ölçmə bazislərinin eyni olduğu hallardır.

5. Uyğun bazislərlə ölçmə nəticəsi bitlərə çevrilir, ondan açar əmələ gəlir [2; 4].

### **BB92 protokolu**

BB92 protokolu 0 və 1-ləri təmsil etmək üçün iki fərqli istiqamətdə polyarizasiya olunmuş fotonlardan istifadə edir.

+450 istiqaməti boyunca qütbləşmiş fotonlar vahid bit haqqında, 0° istiqaməti boyunca polyarizasiya olunmuş fotonlar sıfır bit haqqında məlumat daşıyır.

1. Alice bərabər ehtimallı iki qeyri-ortoqonal vəziyyətdən birində foton göndərir.

2. Bob ilkin vəziyyətlərə ortoqonal olan alt fəzalardan birinə proyeksiyadan istifadə edərək fotonların vəziyyətini ölçür. Eləcədə altfəzalar da bərabər seçilir. Əgər Alice 1 vəziyyətində bir fotonu göndərsə və Bob isə bu vəziyyətə ortoqonal olan alt fəzaya proyeksiya etməklə onun vəziyyətini ölçürsə, o zaman yüz faiz ehtimalla fotonu qeydə almayacaq. Əgər o, başqa altfəza seçərsə, o zaman müəyyən bir ehtimalla sıfır vəziyyətini alacaq və Alisanın fotonu hansı vəziyyətdə göndərdiyini biləcək.

3. Bob açıq kanal vasitəsilə Alisə hansı ölçmələrdə müsbət nəticə aldığı deyir.

4. Bütün digər verilənlər atılır, qalanları isə vəziyyətlərdən birinin vahidə, digərinin isə sıfıra uyğun olduğu bitlərin ardıcılığı kimi şərh olunur.

5. Ötürmə kanalında dinləmənin yoxlanılması [2; 3].

### **EPR Protokolu**

1. Üç qeyri-ortoqonal vəziyyət seçilir ki, digər vəziyyətlərin hər birinə proyeksiyada vəziyyətlərdən birində buraxılan fotonun aşkarlanması ehtimalları bərabər olsun. Deməli, polyarizasiyadan istifadə edilərsə, bu vəziyyətlər 0,  $\pi/3$ ,  $2\pi/3$  bucaq altında polyarizasiya olunmuş olacaqdır.

2. Işıq mənbəyi bu üç vəziyyətdən birində eyni dərəcədə ehtimal olunan bir-birinə bağlı foton cütləri yaradır.

3. Alisa və Bob daxil olan fotonları eyni vaxtda və müstəqil ölçürlər. Hər kəs ixtiyari və bərabər şəkildə, ehtimal ki, proyeksiyada fotonu ölçməyə çalışacaq vəziyyəti seçir.

4. Alisa fotonun aşkarlanmasını “1”, yoxluğunu isə “0” olaraq yazır. Bob bunun əksini edir.

5. Açıq kanal vasitəsilə fotonun gəlişini hansı bazada ölçdüklərini bir-birlərinə xəbər verirlər. Bazislərin üst-üstə düşdüyü ölçmələrdən bir açar əmələ gəlir. Qalan ölçmələrdən kanalda dinləməni aşkar etmək üçün istifadə olunan köməkçi açar formalaşır.

### **Goldenberg-Waydman protokolu**

Goldenberg-Waydman protokolunda istifadəçilər Alisa və Bob əlaqə qurmaq üçün müvafiq olaraq "0" və "1" bitlərini kodlayan iki ortoqonal vəziyyətdən istifadə edirlər. Qoldenberg-Vaydman protokolunda iki vəziyyətin hər biri iki a və b lokallaşdırılmış normallaşdırılmış dalğa paketinin superpozisiyasıdır ki, onu göndərən Alisa müxtəlif uzunluqlu iki kanal vasitəsilə məlumatı alıcı Bob-a göndərir. Nəticədə, Bob dalğa paketlərinə müxtəlif zaman anlarında malik olur.

Kvant sisteminə təhrifləri tək-casus deyil, həm də adi maneələrin edə bildiyi nəzərə alaraq, səhvləri etibarlı şəkildə aşkar etmək üçün bir yol lazımdır. 1991-ci ildə Çarlz Bennet kvant kanalı ilə ötürülən məlumatlarda təhrifləri aşkar etmək üçün bir alqoritm hazırladı. Yoxlamaq üçün bütün ötürülən məlumatlar eyni bloklara bölünür, sonra məlumatı göndərən və qəbul edən müxtəlif yollarla bu blokların paritetini hesablayır və nəticələri müqayisə edirlər. Hesab edilir ki, açardakı xətalərin səviyyəsi 11 faizdən azdırsa, o zaman rabitə xəttinin təhlükəsizliyinə zəmanət vermək olar [1; 3; 4].

### **Praktiki tədbirlər**

1989-cu ildə Bennett və Brassard öz konsepsiyalarını sınaqdan keçirmək üçün IBM şirkətinin Araşdırma mərkəzində qurğu tikdilər. Bu qurğu, bir ucunda Alisanın ötürücü aparatı, digərində isə Bobun qəbuledici aparatı yerləşən kvant kanalı idi. Qurğular  $1,5 \times 0,5 \times 0,5$  m ölçüdə işıq keçirməyən korpusda təxminən 1 m uzunluğunda optik skamyada yerləşdirilmişdi. Sistem qanuni istifadəçilərin və təcavüzkarın proqram nümayəndəliklərinin yükləndiyi kompüterdən istifadə etməklə idarə olunurdu.

Qurğunun köməyi ilə aşağıdakıları aydınlaşdırmaq mümkün oldu:

- kvant məlumatlarının qəbulu və ötürülməsi, hətta hava kanalı vasitəsilə də tamamilə mümkündür;
- qəbuledici ilə ötürücü arasındakı məsafənin artırılması zamanı əsas problem foton qütbləşməsinin saxlanmasıdır;
- ötürmə sirtinin təhlükəsizliyi ötürülmə üçün istifadə olunan işığın yanıb-sönməsinin intensivliyindən asılıdır: zəif yanıb-sönmələr tutulmaları çətinləşdirir, lakin qanuni alıcıda səhvlərin artmasına səbəb olur, yanıb-sönmə

intensivliyinin artması isə ilkin tək fotonu iki yerə bölməklə məlumatı tutmağa imkan verir.

2001-ci ildə vahid fotonların buraxılmasına imkan verən lazer işıq diodu hazırlanmışdır. Bu, qütbləşmiş fotonları daha böyük məsafəyə ötürməyə və ötürmə sürətini artırmağa imkan vermişdir. Təcrübə zamanı yeni işıq diodunun ixtiraçıları olan Endryu Şilds və onun TREL və Kembric Universitetindəki həmkarları ötürülmə zamanı fotonların yarıdan çoxunun itirilməsinə baxmayaraq, açarı 75 kbit/s sürətlə ötürməyə nail ola bilmişlər.

2003-cü ildə kvant kriptografiyası sahəsində tədqiqatlara Toshiba şirkəti də qoşuldu. Şirkət 2013-cü ilin oktyabrında ilk sistemi təqdim etdi və 2014-cü ildə 34 gün ərzində standart optik lif üzərindən kvant açarlarının stabil ötürülməsinə nail olmaq mümkün oldu. Təkrarlayıcı olmadan fotonların ötürülmə məsafəsi maksimum 100 km idi. Kanaldakı itkilərin və maneələrin səviyyəsi xarici təsirlər nəticəsində dəyişə bildiyindən qurğunun işinin uzun müddət yoxlanılması vacib idi [1; 2; 4].

### **Kvant kriptografiyasının mümkün sındırılma variantları**

Kvant kriptografiyasının imkanları əksər hallarda məlumatı ələ keçirən tərəfi problemsiz olaraq aşkarlamağa imkan verir, lakin buna baxmayaraq, indiki tərəqqi sürətində hər il bunun üçün daha çox səy tələb olunur. Cədvəldə nəzərdən keçirilən hücumlar içərisində sellivari fotodetektorların “kor edilməsi” üsulu ilə hücum daha çox maraq doğurur. Burada ələ keçirən tərəf tamamilə diqqətdən kənar qalır ki, bu da kvant kriptografiyasının müəyyən çatışmazlığı - ötürən və qəbul edən tərəflərin identifikasiyasının aşağı dəqiqliyi ilə bağlıdır. Bu problem kanal vasitəsilə və avtomatik olaraq onların biometrik şəkillərinin kiçik nümunəsinin köməyi ilə həll edilə bilər [1].

### **Cədvəl:**

*Kvant kriptografiyasının sındırılması üçün hücum növləri*

<b>I. Fotonların vəziyyətinə olan hücumlar</b>	<b>1. Koherent</b> Eva bir sıra kubitlərlə qarşılıqlı əlaqədən istifadə edir.	2.1. Tutucu-retranslyator	2.2. Simmetrik hücumlar və kvant klonlaşdırılması prosesindən istifadə etməklə hücumlar
	<b>2. Qeyri-koherent</b> Onlar məlumatın silinməsinə həyata keçirmək üçün hər bir kubitlə (açarın biti haqqında məlumat daşıyan foton) qarşılıqlı əlaqənin baş verdiyi təcavüzkarın belə bir hərəkətini nəzərdə tuturlar.		

	<b>3. Kombinə edilmiş hücumlar</b>		
<b>II. Kvant sisteminin avadanlığına olan hücumlar</b>	<b>1. Işıq bölüşdürücüsünün köməyi ilə hücum</b> Verilmiş hücumun həyata keçirilməsi kvant sxemlərində multi faton şüalanma mənbələrindən istifadə etməklə baş verir.		
	<b>2. Güclü impuls ilə hücum</b> Klassik mənada “Troya atı” hücumlarına bənzəyir. Əsas aşarın bitlərini idarə etmək və müvafiq məlumatları əldə etmək üçün sistem zəifliklərindən, nasazlıqlardan və ya sistemin vəziyyətinin skan edilməsindən istifadə edir.		

### **Hücumun əsas sxemlərinin kubitlərin vəziyyətinə təsirinin təhlili Tutucu-retranslyator strategiyası**

Bu strategiya kvant rabitə kanalında məlumatı tutmağın ən sadə və mümkün yollarından biridir. Eva hər bir kubitin vəziyyətini Bob kimi müəyyən edir, lakin Boba öz vəziyyətinə görə (düzgün və ya yanlış) müəyyən dərəcədə ehtimalla mövcudluğu qeydə alınmayan başqa bir kubit göndərir.

Cinayətəkar kubitlərin retranslyasiyası taktikasından istifadə edir.

### **Simmetrik hücum**

Hücumun bu variantı qarşısına hər kubit üçün müvafiq nümunələrin qarşılıqlı əlaqəsi vasitəsilə hücumu məqsəd qoyur. Qarşılıqlı təsirdən sonra kubit daha uzağa - Bob stansiyasında qəbul edən tərəfə göndərilir və vəziyyət Alisanın kvant yaddaşında saxlanılır. İstifadə olunan qarşılıqlı əlaqə rabitə kanalına əhəmiyyətli dərəcədə təhriflər gətirməməlidir. Təcavüzkar nümunələrin vəziyyətini ölçür və adətən, strategiyanın bu şəkildə həyata keçirilməsi ilə səhvin səviyyəsi aşarın uzunluğunun 15% -ni təşkil edir.

### **Koherent hücumlar**

Bu hücumların həyata keçirilməsi simmetrik olan hücumlara bənzəyir. Yeganə fərq ondan ibarətdir ki, Eva bir kubit məlumatdan deyil, bütün ardıcılıqdan nümunələr götürür. Bu halda, böyük həcmli bir nümunə saxlanılır, lakin yalnız Alisa və Bob arasında məlumatların uyğunlaşdırılması prosesindən sonra təhlil edilir. İnformasiyanın koherent üsulla çıxarılması zamanı səhvlərin dərəcəsi aşar uzunluğunun 11%-ni təşkil edir [2].

### **Kvant sisteminin avadanlığına hücumlar**

#### **Şüa bölücüsü vasitəsilə hücum**

Eva bütün impulsları iki hissəyə bölərək onların hər birini tərkibində 0, 1 və 2 fotonlu impulsları ayırd edə bilən foton sayma cihazlarından istifadə edərək iki əsasdan birində təhlil edir. Bu taktika çox sayda paralel birləşmiş tək foton sayğacından istifadə etməklə həyata keçirilə bilər.

### **“Troya atı” hücumları**

“Troya atı” tipli hücumlar optik multipleksor vasitəsilə iki ötürücü stansiya (ya Alisaya, ya da Boba) doğru impulsun skan edilməsi yolu ilə həyata keçirilir. İmpuls sistemin elementlərindən əks olunur və təcavüzkara geri ötürülür və dekodlaşdırma sxeminə daxil olur.

Eva çox həssas dedektətmə metodundan istifadə edir. İmpuls iki hissəyə bölünür: əsas və dayaq. Bu sxem sinxron dedektətmə üçün lazımdır. Sinyalın skan edilənlə sinxron gəlişi üçün dayaq signalının gecikməsi lazımdır. Bu əks olunacaq və təcavüzkarın qəbul etdiyi məlumatı təyin edəcək impulsun parametrləridir. Multipleksorun funksiyası ötürülən fotonları təhrif etməməkdir.

### **Saxta vəziyyətlərlə hücumlar**

Məhz bu hücum növü rusiyalı mütəxəssis Vadim Makarovun rəhbərlik etdiyi norveçli tədqiqatçılardan ibarət artıq adı çəkilən komanda tərəfindən həyata keçirilib. Nəzarət 1-10 mVt və 780 nm dalğa uzunluğunun işıq impulsları sayəsində həyata keçirilə bilər.

İmpulslarla hücum fotodiodları gələn fotonlara qarşı qeyri-həssas edəcək. Eva görünməz qalaraq məlumatı toplamaq və signalı təkrar ötürmək iqtidarındadır. Hakerlər yalnız təxminən 70 kHz tezliyi olan parazit impulslar verə bilirlər [3; 5].

### **İnformasiyanın mühafizəsinə yeni yanaşma**

Bildiyimiz kimi, əlçatmaz hesab edilən kriptografiya sistemi son zamanlar yeni texnologiyaların inkişafı ilə əlaqədar olaraq getdikcə daha az mühavizə olunan bir sistemə çevrilir. Ancaq yenə də ümid var ki, məlumatı kimsənin ələ keçirəcəyindən qorxmadan ötürmək mümkün olacaq. Bu ümid stenoqrafiyadır.

Stenoqrafiya, verilənlərin ötürülməsi faktının gizlədildiyi şifrləmə üsuludur. Bu üsul müasir rabitə təhlükəsizliyi sistemlərində istifadə olunan kriptografik alqoritmlərin mövcud sistemlərini tamamlayır. Bu, kompüter texnologiyasının inkişafı sayəsində mümkün olmuşdur. Kvant kompüterlərinin meydana çıxması ilə kubit səviyyəsində kvant rabitə kanalı ilə ötürülən informasiyaya konteynerləri daxil etmək mümkündür. Bu halda kubitlər semantik məna qazanır. Biz təkcə Bobdan Alisaya məlumat ötürmürük, lakin biz kvant kanalında informasiya axınına lazımi (gizli) konteyneri daxil edirik [1].

### **Nəticə**

Kvant kriptografiyasını həyata keçirən qurğunun köməyi ilə kvant məlumatlarının qəbulu və ötürülməsi hətta hava kanalı vasitəsilə də mümkün olur. Bu zaman qəbuledici ilə ötürücü arasındakı məsafənin artırılması əsas foton qütbləşməsinin saxlanması problemi meydana çıxır. Bu sistemlərdə ötürmə sirlininin təhlükəsizliyi ötürülmə üçün istifadə olunan işığın yanıb-sönməsinin intensivliyindən asılı olur. Belə ki, zəif yanıb-sönmələr qəbulu

çətinləşdirir, qəbulda səhvlərin artmasına səbəb olur. Yanıb-sönmə intensivliyinin artması isə vahid fotonu iki yerə bölməklə məlumatı təhrifsiz qəbul etməyə imkan verir.

Kriptografiya sistemi son zamanlar yeni texnologiyaların inkişafı ilə əlaqədar olaraq getdikcə daha az mühavizə olunan bir sistemə çevrilməkdədir. Ancaq stenoqrafiya sayəsində məlumatın təhlükəsiz ötürülməsi perspektivləri daha inandırıcıdır.

Kvant kriptografiyası hazırda informasiyanın ən böyük mühafizəsini təmin etsə də, belə mühafizə metodunun istifadəsi bahalı avadanlıq və məlumatların uzaq məsafəyə göndərilməsinin mümkünsüzlüyü səbəbindən nəinki əlverişsizdir, həm də məlumatların tam mühafizəsini təmin etmir.

## ƏDƏBİYYAT

1. *Серикова Ю.И., Малыгина Е.А.* Уязвимости криптографических систем с различными протоколами квантового распределения ключа и ключевая роль биометрии в квантовой криптографии // *Universum: Технические науки* : электрон. научн. журн. 2017. № 11(44) .
2. *Юргин Д.Ю., Макаров А.М.* Уязвимости каналов квантового распределения ключей. 2010, 211 с.
3. <https://www.kaspersky.ru/blog/kvantovye-kompyutery-i-konec-bezopasnosti/1989/>
4. <https://habr.com/ru/companies/toshibarus/articles/444502/>
5. <https://www.youtube.com/watch?v=IJhGeMYSnVY>

Redaksiyaya daxil olub: 23.02.2023



**UOT 37.014**

**M.V.Abdullayeva**  
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti  
azeriteacher@yahoo.com

## **ÜMUMTƏHSİL MƏKTƏBLƏRİNDƏ RİYAZİYYATIN TƏDRİSİNDƏ GRAPH PROQRAMINDAN İSTİFADƏ**

*Açar sözlər: riyaziyyat, Graph proqramı, funksiya, qrafik, tətbiq*

Ümumtəhsil məktəblərində riyaziyyat dərslərində koqnutiv fəaliyyətin həyata keçirilməsində informasiya texnologiyalarından istifadənin rolu böyükdür. Texnologiyaların tətbiqi şagirdlərdə müsbət motivasiya yaradır, tədrisi effektiv təşkil etməyə imkan verir, maraqlı öyrənmə üsulu ilə şagirdlərdə daha geniş bacarıqların formalaşmasına yol açır.

Məqalədə ümumtəhsil məktəblərində riyaziyyatın tədrisində «Graph» tətbiqi proqramının istifadəsindən bəhs edilir. Kompüterdə Graph 4.4 tətbiqi proqramından istifadə etməklə « $y = \frac{k}{x}$  funksiyası və onun qrafiki» mövzusunda öyrənmə və tətbiq tapşırıqlarına aid çalışma həlli nümunələri nəzərdən keçirilir.

**M.В.Абдуллаева**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ «GRAPH» ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКИ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛАХ**

*Ключевые слова: математика, программное обеспечение Graph, функция, график, применение*

Использование информационных технологий играет большую роль в реализации познавательной деятельности на уроках математики в общеобразовательных школах. Применение технологий создает у студентов положительную мотивацию, позволяет эффективно организовать обучение, открывает путь к формированию у студентов более широких навыков интересного метода обучения.

В статье говорится об использовании прикладной программы «Graph» при обучении математике в общеобразовательных школах. С помощью прикладной программы «Graph 4.4» на компьютере рассмотрены примеры рабочих решений, связанных с обучающими и прикладными задачами по теме

« $y = \frac{k}{x}$  функция и ее график».

M.V.Abdullayeva

## USING THE GRAPH SOFTWARE WHILE TEACHING MATHEMATICS IN SECONDARY SCHOOLS

**Keywords:** *maths, Graph software, function, graph, application*

The use of information technologies plays a big role in the implementation of cognitive activity in mathematics classes in secondary schools. The application of technologies creates positive motivation in students, allows for effective organization of teaching, and paves the way to the formation of wider skills in students with an interesting learning method.

The article describes the use of the «Graph» application software while teaching mathematics in secondary schools. Examples of solutions to learning and application tasks on the topic « $y = \frac{k}{x}$  function and its graph» are studied using «Graph 4.4» application software on the computer.

### Giriş

Bu gün ölkəmiz sosial, iqtisadi və digər sahələrdə olduğu kimi təhsil sahəsində də inkişaf etmiş ölkələr arasında ən yüksək yerləri tutmağa çalışır. Təhsil sahəsi dövlət siyasətinin əsasını təşkil edən uzun müddətli dövr üçün hazırlanmış dövlət proqramlarına əsaslanaraq inkişaf edir. Beş strateji istiqaməti əhatə edən “Azərbaycan Respublikasında təhsilin inkişafı üzrə Dövlət Strategiyası”nın ikinci strateji istiqaməti məhz təhsil sahəsində insan resurslarının müasirləşdirilməsidir. Strategiyada deyilir: "Son 30–40 il ərzindəki elmi-texnoloji tərəqqi, innovasiyalar və modernləşmə nəticəsində praktiki bilik və vərdislərlə zənginləşməyən, sırf nəzəri xarakter daşıyan təhsil öz fundamental əhəmiyyətini itirməkdədir. Bu baxımdan təhsilin məzmununun formalaşmasında akademik biliklərlə yanaşı, praktik bilik və bacarıqların, səriştənin vacibliyi önə çəkilir. Səriştə əldə olunmuş bilik və bacarıqları praktiki fəaliyyətdə effektiv və səmərəli tətbiq etmək qabiliyyətidir. O, şəxs qazandığı bilik və bacarıqların konkret fəaliyyətin nəticəsinə çevrilməsini təmin edir. Səriştəyə əsaslanan təhsil sosial-iqtisadi inkişafa daha effektiv xidmət göstərir" [2].

Müasir informasiya texnologiyaları şagirdlərin qazandıqları bilik və bacarıqların formalaşmasına, onların praktikada tətbiqinə geniş imkanlar açır. Bu bacarıqlar lazım olan məlumatların axtarışının müvəffəqiyyətlə həyata keçirilməsi, müəllim və şagirdlərin səmərəli qarşılıqlı fəaliyyət göstərməsi, tələb olunan məlumatların yüksək dəqiqliklə əldə olunması, qazanılmış biliklərin təcrübədə tətbiq edilməsi və s. kimi meyarlar hesab olunur.

Ümumtəhsil məktəblərində tədris edilən riyaziyyat fənni üzrə təlim standartlarının reallaşdırılmasında müasir informasiya texnologiyalarından istifadə yüksək təlim nəticələrinin əldə edilməsi üçün məqsədəuyğundur. Rəqəmsallaşan cəmiyyət müasir riyazi təhsilin məzmununa yeni tələblər qoyur. Şagirdlərin məktəbdə əldə etdiyi bilik və bacarıqları həyati situasiyalarda tətbiq etmək bacarıqlarının inkişaf etdirilməsi müəllimlərin əsas vəzifələrindən biri kimi diqqətə çatdırılır. Ona görə də riyazi təhsilin müasirləşdirilməsinin əsas istiqamətlərindən biri onun öyrədilməsi və tətbiqi yönünün gücləndirilməsidir.

Bu gün ümumtəhsil məktəblərində riyaziyyatın tədrisində müxtəlif klassik öyrətmə metodları ilə yanaşı müasir tədris metodlarından da istifadə edilir. Ənənəvi metodlar daim müasir tədris metodları ilə tamamlanır, əsasən hazır biliklərin deyil, yeni biliklərin müstəqil mənimsənilməsi üçün fəaliyyətlərin öyrədilməsinə yönəldilir, yəni, koqnitiv fəaliyyət həyata keçirilir [7].

### Araşdırma

Riyaziyyat dərslərində daha çox istifadə edilən İnformasiya (məlumat) xarakterli inkişaf etdirici tədris metodlarını iki qrupa ayırmaq olar:

a) məlumatın hazır formada ötürülməsi üsulları: mühazirə, izahat, tədris filmləri və videoçarxların nümayişi, lent yazılarına qulaq asmaq və s.

b) biliklərin müstəqil mənimsənilməsi üsulları: kitabla müstəqil iş, təlim proqramı ilə müstəqil iş, riyazi modellərin qurulması, informasiya bazaları ilə müstəqil iş, informasiya texnologiyalarından istifadə və s.

Bu gün şagirdlərə sinifdə riyaziyyatı öyrətmək üçün müxtəlif tədris metodlarından istifadə edilir ki, bunlardan ən effektivləri aşağıdakılardır:

1. Dərsin qeyri-ənənəvi başlanğıcı - emosional əhval-ruhiyyə (epiqraf, video fraqment, rebus, tapmaca) yaradılması, məqsədlərin, gözləntilərin, narahatlıqların aydınlaşdırılması;

2. Problemlə vəziyyətlərin yaradılması, problemlə məsələlərin aydınlaşdırılması və həlli;

3. Tədris materialının təqdimatları - informasiya texnologiyalarından, elektron tədris vasitələrindən, interaktiv lövhələrdən və s. istifadə;

4. İnduktiv və deduktiv məntiq sxemlərinin istifadəsi;

5. İnteraktiv öyrənmə formalarından və ya onların elementlərindən istifadə: "layihə metodu", "beyin həmləsi", "debat";

6. Şagirdlərə şəxsiyyətyönümlü və fərdi differensial yanaşmanın həyata keçirilməsi, onların qrup fəaliyyətinin (cütərdə, daimi tərkibdə qruplarda, növbəli qruplarda işləmə) və müstəqil işinin təşkili;

7. Qeyri-ənənəvi dərs növləri: mühazirələr, ekskursiyalar, nağıl dərsləri, konfrans dərsləri, tədqiqat dərsləri, layihə fəaliyyəti və s.

Ümumtəhsil məktəblərində riyaziyyat dərslərində koqnutiv fəaliyyətin həyata keçirilməsində informasiya texnologiyalarından istifadənin rolu böyükdür. Texnologiyaların tətbiqi şagirdlərdə müsbət motivasiya yaradır, tədrisi effektiv təşkil etməyə imkan verir, maraqlı öyrənmə üsulu ilə şagirdlərdə daha geniş bacarıqların formalaşmasına yol açır.

Riyaziyyat dərslərində tənlik və bərabərsizliklərin həlli, funksiyaların araşdırılması və s. kimi tətbiqi çalışmaları həllində qrafiklərdən istifadə edilir. Düzbucaqlı koordinat sistemində qrafikləri qurmaq üçün istifadə edilən proqramlardan biri də Graph 4.4 tətbiqi proqramıdır. Bu proqramda qrafiklərin qurulması ilə bərabər bəzi riyazi hesablamaları da yerinə yetirmək mümkündür. Proqramdan istifadə verilən tapşırıqın həllinin asanlıqla başa düşülməsinə və aydın təsəvvür edilməsinə kömək edir [8].

Riyaziyyatın tədrisi prosesində şagirdlərin qrafik bacarıqlarını formalaşdıran «Graph 4.4» tətbiqi proqramında 8-ci sinif «Riyaziyyat» kursundan « $y = \frac{k}{x}$  funksiyası və onun qrafiki» mövzusunda öyrənmə və tətbiq tapşırıqlarına aid çalışma həlli nümunələrini nəzərdən keçirək.

**Çalışma 1.**  $y = -\frac{8}{x}$  funksiyasının qrafikini qurun. Qrafikə görə:

- $x$ -in 4; 2,5; -2,5-ə bərabər qiymətlərinə uyğun  $y$ -in qiymətlərini;
- $y$ -in 8; -2 qiymətlərində  $x$ -in uyğun qiymətlərini tapın [6, səh.114].

**Həlli:** Kompüterə Graph 4.4 tətbiqi proqramı yükləndikdən sonra əsas pəncərəsi açılır. Menü sətirindən «Function» bəndi mausun oxu ilə vurulur. Açılan «Insert function» alt menyu bəndi mausun oxu ilə seçilir və ekranda bu adda dialoq pəncərəsi açılır. Dialoq pəncərəsində isə funksiyanın tipinin standart olduğu qeyd edilir. «Function equation» sahəsinə ( $f(x)$ -in qarşısındakı sahəyə) funksiya proqramlaşdırılma dilində yazılır. Açılmış dialoq pəncərəsində funksiyanın qrafikinin qurulacağı aralığı və addımı, qrafikin göstərilmə (təsvir) tipi, rəngi, qalınlığı, markerin tipi, rəngi, ölçüsü və digər parametrlər seçilir. Bundan sonra OK əmr düyməsi sıxılan kimi avtomatik sistemdə qrafik qurulur.

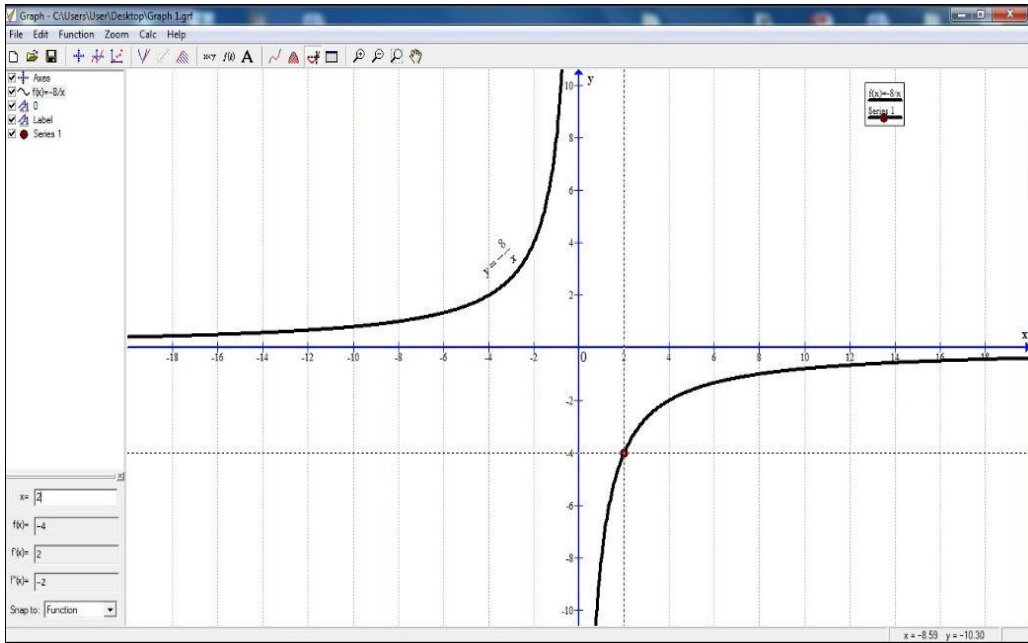
Beləliklə, monitorda  $y = -\frac{8}{x}$  funksiyasının qrafiki olan hiperbola təsvir olunur

(Şəkil 1).  $y = -\frac{8}{x}$  funksiyası üçün  $x \neq 0$  olduğundan bu funksiyanın qrafikinin  $Oy$  oxu ilə kəsişmə nöqtəsinin olmadığı aydın görünür. Deməli, funksiyanın

qrafiki koordinat oxlarını kəsmir.  $y = -\frac{8}{x}$  düsturunu qrafikin üzərində qeyd

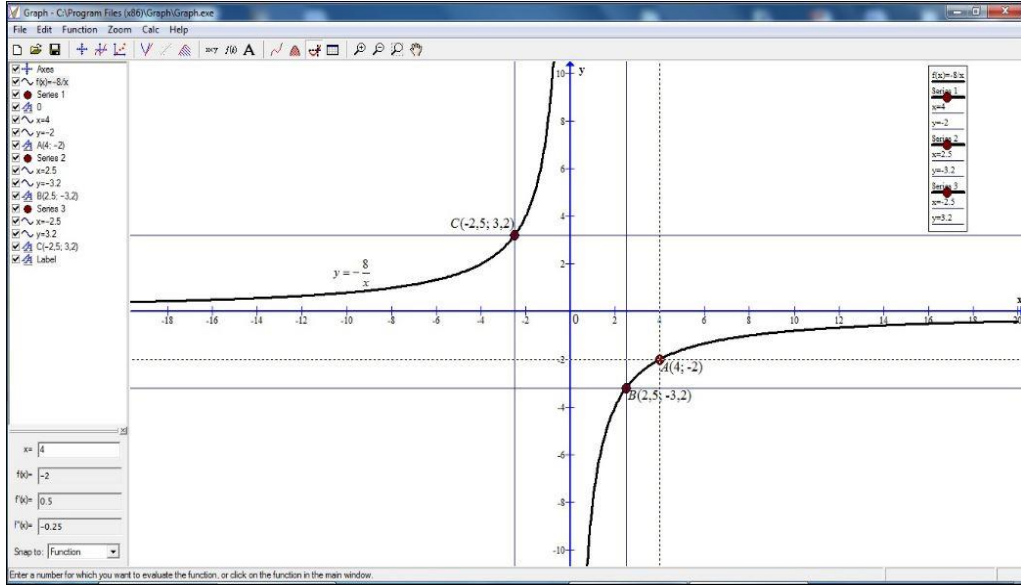
etmək üçün «Function» bəndinin «Insert label» alt menyu bəndindən istifadə edilir. «Zoom» menyu bəndinin funksiyalarının köməyi ilə düzbucaqlı koordinat sisteminin ölçülərini və eyni zamanda təsvirin miqyasını dəyişmək mümkündür,

«Move sistem» alt menyü bəndindən istifadə etməklə koordinat sistemini hərəkət etdirmək olar.



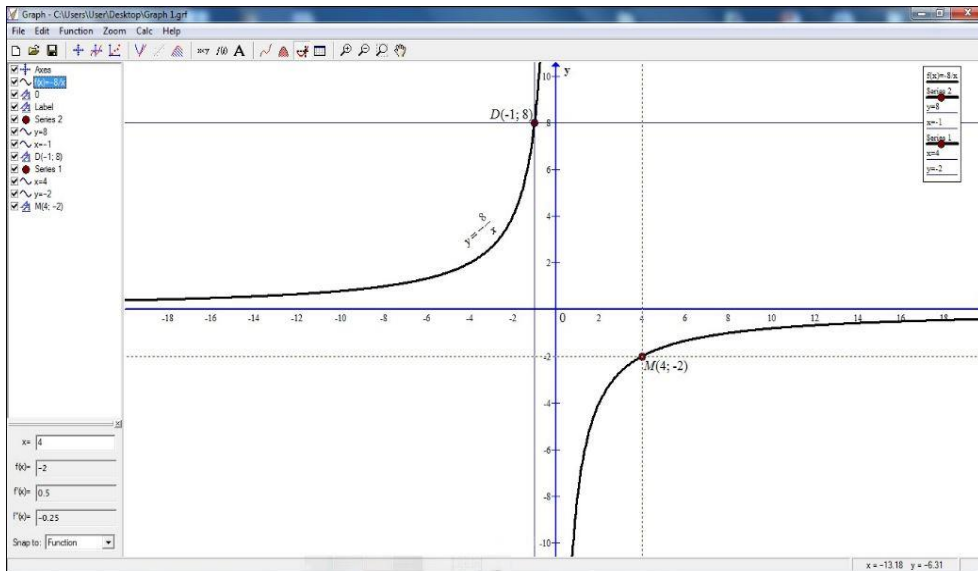
Şəkil 1.

Funksiyanın qrafikini qurduqdan sonra proqramdakı funksiyaların köməyiylə çalışmanın *a)* bəndindəki tapşırıq yerinə yetirilir. Mausun oxunu  $Ox$  koordinat oxunda qeyd olunmuş 4 ədədinin üzərinə gətirməklə avtomatik sistemdə 4-ə uyğun  $y$ -in qiyməti tapılır.  $A(4; -2)$  nöqtəsini qeyd etmək üçün «Function» bəndinin «Insert label», həmin nöqtədən keçən absis və ordinat oxlarına paralel düz xətlər çəkmək üçün «Insert relation» və nöqtə təsvirini vermək üçün «Insert point series» alt menyü bəndlərindən istifadə edilir. Bu qayda ilə digər nöqtələr  $B(2,5; -3,2)$  və  $C(-2,5; 3,2)$  də qeyd edilir (Şəkil 2) .



Şəkil 2.

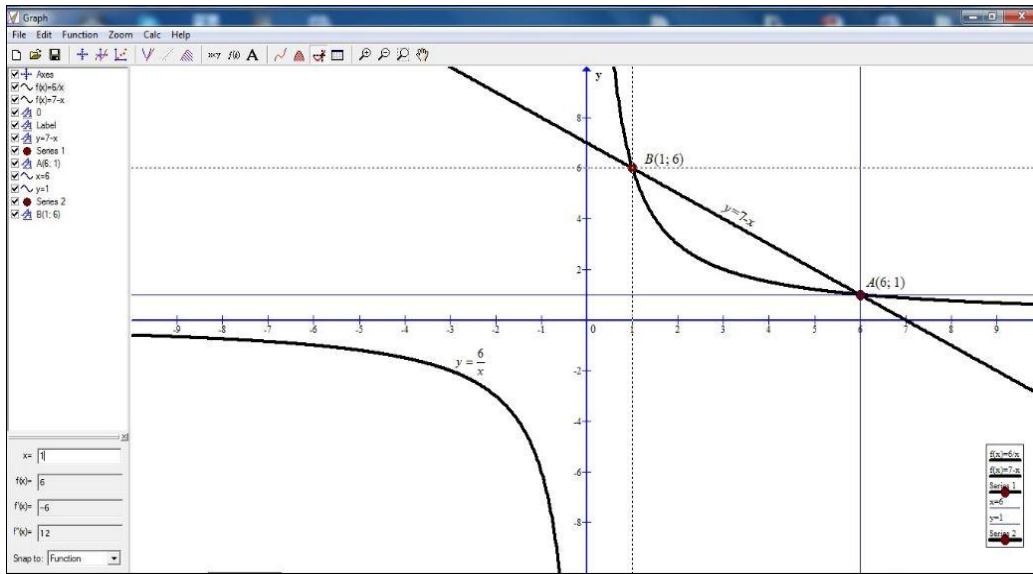
Çalışmanın b) bəndindəki tapşırığı yerinə yetirmək üçün kursuru  $Oy$  koordinat oxu üzərində verilmiş ədədlərə yaxınlaşdırmaqla avtomatik olaraq həmin nöqtələrin absisi tapılır.  $y = 8$  olduqda  $x = -1$  və  $y = -2$  olduqda isə  $x = 4$ .  $D(-1; 8)$  və  $M(4; -2)$  nöqtələri əvvəlki bənddə olduğu kimi alt menyü bəndlərinin köməyiylə qrafikin üzərində qeyd olunur (Şəkil 3).



Şəkil 3.

**Çalışma 2.** Eyni koordinat müstəvisində  $y = \frac{6}{x}$  və  $y = 7 - x$  funksiyalarının qrafiklərini qurun və qrafiklərin kəsişmə nöqtələrini tapın [6, səh.114].

**Həlli:** «Function» bəndinin «Insert function» alt menyü bəndindəki «Function equation» sahəsinə  $y = \frac{6}{x}$  və  $y = 7 - x$  ifadələrini proqramlaşdırma dilində yazaq. Hər bir tənliyə uyğun qrafikin qurulacağı aralığı, addımı, qrafikin göstərilmə tipi, rəngi, qalınlığı, parametrlərə uyğun marker və s. seçib avtomatik sistemdə qrafikləri quraq (Şəkil 4).



Şəkil 4.

Digər parametrlərdən, yəni «Function» bəndinin «Insert label» alt menyü bəndindən istifadə etməklə hər bir düsturu ona uyğun qrafikin üzərində qeyd etmək olar. Mausun oxunu qrafiklərin kəsişmə nöqtələrinin üzərinə qoymaqla ekranın aşağı sağ və sol hissələrində həmin nöqtələrin koordinatlarını görmək mümkündür.  $y = \frac{6}{x}$  və  $y = 7 - x$  funksiyalarının qrafiklərinin kəsişmə nöqtələrinin koordinatları  $A(6; 1)$  və  $B(1; 6)$  olacaqdır. «Function» bəndinin «Insert label» alt menyü bəndinin köməyiylə qrafiklərin kəsişmə nöqtələrinin koordinatlarını asanlıqla yazmaq olar.

### Nəticə

Riyazi biliklərin öyrənilməsi və tətbiq edilməsi üçün informasiya texnologiyalarından istifadə müasir dərslərin əsas tələblərindən biridir. Verilən tapşırıqların şagirdlər tərəfindən kompüterdə xüsusi proqramların köməyi ilə emal edilməsi onların gələcəkdə daha çətin tapşırıqların yerinə yetirilməsinə stimül yaradır.

Riyaziyyat dərslərində Graph tətbiqi proqramından istifadə şagirdlərdə öyrəndikləri mövzular üzrə bilik, bacarıq və vərdişlərin formalaşdırılması və inkişaf etdirilməsində, həyati situasiyalara tətbiq olunmasında və s. kimi həyati bacarıqların formalaşdırılmasında mühüm rol oynayır.

Riyaziyyat dərslərində Graph proqramından istifadə şagirdlər üçün maraqlı olmaqla yanaşı, onları yaradıcılığa həvəsləndirir, riyaziyyatın tətbiqi istiqamətlərini, istifadə sahələrini üzə çıxarmaqda onlara kömək edir.

Beləliklə, Graph proqramı qrafiklərin qurulması və nəticələrin təqdim edilməsi üçün əvəzolunmaz və eyni zamanda ümumtəhsil məktəb şagirdləri üçün ən yaxşı vizual təlim vasitəsidir.

### ƏDƏBİYYAT

1. Azərbaycan Respublikasının ümumtəhsil məktəbləri üçün riyaziyyat fənni üzrə təhsil proqramı (kurikulumu) (I-XI siniflər). Bakı, 2013.
2. Azərbaycan Respublikasında təhsilin inkişafı üzrə Dövlət Strategiyası //Azərbaycan məktəbi, 2013, № 5.
3. *Abdullayeva M.* 8-ci sinif riyaziyyatın tədrisində İKT-dən istifadə. "Fizika, riyaziyyat və informatika tədrisi" jurnalı. Bakı, 2017, №1, səh.56-61.
4. *Abdullayeva M.* Using Graph Software in Teaching the Subject of Functions: The Case of Azerbaijan. Turkish Journal of Computer and Mathematics Education. Vol.12 No.1 (2021), 71-95.
5. *Abdullayeva M.* Riyaziyyatın tədrisi metodikası-1. Bakı, «Elm və təhsil», 2020, 208 s.
6. *Qəhrəmanova N. və b.* Ümumtəhsil məktəblərinin 8-ci sinfi üçün Riyaziyyat fənni üzrə dərslik. Bakı: Radius, 2019.
7. *Новосельцева З.И.* Развернутые планы лекций и учебные задания для удентов по курсу "Теоретические основы обучения математике"/ С.-Петербург, Изд-во "Образование", РГПУ, 1997.
8. <http://www.padowan.dk>

Redaksiyaya daxil olub 20.02.2023



**UOT 51:37.016**

**M.S.Cəbrayilov, S.B.Kərimova**  
*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*  
*malikmammadcabrayilov@gmail.com*  
*sabina.kerimova270@yandex.ru*

## **RİYAZIYYAT MÜƏLLİMİ HAZIRLIĞINDA RİYAZİ ANALİZ FƏNNİNDƏN MƏŞĞƏLƏ DƏRSLƏRİNİN YERİ HAQQINDA**

**Açar sözlər:** *Riyazi analiz, müəllim hazırlığı, orta məktəb riyaziyyatı, məşğələ, tapşırıqlar sistemi, kontr misal, sıra, kəsilməzlik*

Riyazi analiz Riyaziyyat müəllimi hazırlığında əsas fənlərdən biridir. Yeni fənlərin tədris planlarına daxil edilməsi nəticəsində bu fənn üzrə də auditoriya saatları azaldılmışdır. Fənnin riyaziyyat müəllimi hazırlığında müstəsna rolunu nəzərə alınaraq bu azalmanın keyfiyyət azalmasına səbəb olmaması üçün məşğələ dərslərinin tədrisi, sərbəst işlərin icra mexanizminin təkmilləşdirilməsi, məşğələ dərslərində tapşırıqlar sisteminin metodiki əsaslarla yaradılması ilə bağlı təkliflər müzakirəyə çıxarılır.

**M.С.Джабраилов, С.Б.Керимова**

## **O MESTE PRAKTIЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО МАТЕМАТИЧЕСКОМУ АНАЛИЗУ В ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЕЙ МАТЕМАТИКИ**

**Ключевые слова:** *Математический анализ, подготовка учителей, математика средней школы, практические занятия, система упражнений, контр примеры, ряд, непрерывность*

Математический анализ один из основных предметов подготовки учителей математики. В действующих учебных планах заметно уменьшились аудиторские часы предмета. Учитывая исключительную роль предмета в подготовке учителей математики, для того чтобы это сокращение не привело к снижению качества, на обсуждение вносятся предложения по проведению практических занятий, совершенствования механизма выполнения самостоятельных работ и создание системы заданий на методической основе.

**M.S.Jabrayilov, S.B.Karimova**

## **ABOUT THE PLACE OF PRACTICAL CLASSES IN MATHEMATICS ANALYSIS IN THE TRAINING OF TEACHERS OF MATHEMATICS**

**Keywords:** *Mathematical analysis, teacher training, secondary school mathematics, practical exercises, the system of exercises, counterexamples, series, continuity*

Mathematical analysis is one of the main subjects in the training of teachers of mathematics. In the current curricula, the classroom hours of the subject have noticeably decreased. Taking into account the exceptional role of the subject in the training of mathematics teachers, so that this reduction does not lead to a decrease in quality, proposals are made for discussion on conducting practical classes, improving the mechanism for performing independent work, and creating a system of tasks on a methodological basis.

Riyazi analiz fənninin Riyaziyyat müəllimi hazırlığında çox əhəmiyyətli rol oynadığını sübut etməyə yəqin ki, ehtiyac yoxdur. 20-ci əsrin əvvəllərindən başlayaraq bu fənnin elementlərinin orta məktəbə gətirilməsi pedaqoji ictimaiyyətin diqqət mərkəzində olmuşdur.

Dünyagörüşünün formalaşmasında rolunu, riyazi maarifləndirici əhəmiyyətini nəzərə alan bir qrup tanınmış riyaziyyatçılar fənnin orta məktəbə gətirilməsini məsləhət bilsələr də, bəzi riyaziyyatçı pedaqoqlar bu fənnin orta məktəbdə tədris olunan fənlərlə əlaqəli tədrisi metodikasının zəif işləndiyini, bu fənnin tədrisinin şagirdlərdən daha yüksək səviyyəli düşünmə qabiliyyəti tələb etdiyini nəzərə alaraq hesab edirdilər ki, Riyazi analiz elementlərinin orta məktəbdə tədrisi müvəffəqiyyət qazana bilməz.

Nəhayət, dünyada intellektual səviyyənin inkişafı birinci istiqamətə üstünlük verdi. Məlum olduğu kimi XX-əsrin 2-ci yarısından başlayaraq Riyazi analizin elementləri orta məktəb proqramlarında yer tutmağa başladı. Bu kiçik xatırlatma göstərir ki, orta məktəbin riyaziyyat müəllimi Riyazi analizi həm formal, həm də məzmun tərəfdən bilməklə hər iki təklifin üstünlüyünü və çatışmazlığını bilməli və nəzərə almalıdır.

Gələcək riyaziyyat müəllimlərinin bu keyfiyyətlərə malik olması isə müəllim hazırlığının qarşısında duran vəzifələrdəndir. Təhsilin səviyyəsi cəmiyyətin sifarişi ilə təyin olunur. Cəmiyyət inkişaf etdikcə onun sifarişi də təkmilləşir. Təhsildə bu yeni fənnlərin, əmələ gəlməsinə, bəzilərinin sıradan çıxmasına səbəb olur.

Təhsil proqramları və onların əsasında tədris planları yenilənir. Ancaq bu yenilənmələr elə olmalıdır ki, ixtisasın əsasını təşkil edən fənnlərin tədrisinə xələl gətirməsin. Hər bir müəllimlik ixtisasında belə fənnlər var. Riyaziyyat müəllimi hazırlığında bu fənnlər Riyazi analiz, Cəbr, Həndəsə, Riyaziyyatın tədrisi metodikası, Pedaqogika və Psixologiyadır.

Riyaziyyat dəqiq təbiətşünaslığın və texnikanın təsiredici silahı olmaq üçün aparata malik olmalıdır ki, o təbiətlə və texniki proseslərdə kəmiyyətlərin dəyişməsinə sisteməlik öyrənə bilsin. Belə aparat Riyazi analizdir. O, geniş mənada dəyişən kəmiyyətlər nəzəriyyəsinə riyazi ifadəsidir. Riyazi analizin əsas mahiyyəti dəyişən kəmiyyətlər nəzəriyyəsidir. Yəni baş verən proseslər nəticəsində müxtəlif qiymətlər alan kəmiyyətdir.

Riyazi analiz bir tərəfdən orta məktəbdə tədris olunan bir çox Riyazi anlayışların elmi əsasını verir, (irrasional ədədin varlığı,  $n$  – dərəcədən kökün varlığı, müstəvi fiqurun sahəsi, əyri qövsünün uzunluğu) digər tərəfdən bir sıra Riyazi fənnlər (Funksional analiz, Riyazi fizika tənlikləri, Diferensial tənliklər, Diferensial həndəsə və s.) üçün baza rolu oynayır. Riyaziyyatın bir çox fiziki, kimyəvi, texniki məsələlərə

tətbiq imkanlarını nümayiş etdirir. Tələbənin tefəkküründə dialektik düşüncə tərzinin formallaşmasına, metodoloji olaraq sonlu ilə sonsuz arasında analogiyanın mövcud olmadığına inam yaradır, onun riyazi mədəniyyətini inkişaf etdirir.

Birinci kurs tələbələrinin rəyinə əsasən bu kursda tədris edilən fənnlər arasında mənimsənilməsində ən çox çətinlik çəkdiyələri məhz Riyazi analizdir. Buna səbəb Riyazi analiz fənnindən digərlərinə nəzərən daha çox mucərrədləşdirmə və məntiqi dəqiqlik tələbi, orta məktəblə müqayisədə yeni obyektlərin öyrənilməsi, yeni düşüncə tərzinin tələb olunması, mövzuların tədrisində deduktiv prinsiplərə bir çox hallarda əməl edilməməsidir. Bəzi hallarda mucərrədləşdirmə təkrar aparılır. Qısa yazmaq xətrinə simvolikalardan geniş istifadə olunur.

İlk növbədə Riyazi analizin I semestrədə tədris olunan “analizə giriş” bölməsində daha çox mucərrədləşdirmə mövcuddur və burada daha çox yeni anlayışlar daxil edilir. İsbat üsulları orta məktəbdəki üsullardan daha çox fərqlənir. Ədədlər üzərində işləmək təcrübəsi olan tələbələr sonsuzluq, sonsuz kiçilən, sonsuz böyüyən anlayışlarını dərk etməkdə çətinlik çəkirlər. " $\varepsilon - \delta$ " – dilində təriflər heç də bütün tələbələr üçün aydın olmur. Bu bölmədə öyrəndiklərinin gələcək fəaliyyətləri üçün əhəmiyyətini kifayət qədər dərk etmirlər. Ona görə də bu bölmənin tədrisində dərs saatlarının azaldılması onları müəyyən çətinliklə üzləşdirir. Sorğuda iştirak edən tələbələrdən (I kurs) təxminən 45% digər fənlərlə müqayisədə riyazi analizin daha çətin olduğunu qeyd edirlər. Son kurs tələbələri Riyazi analiz fənni üzrə teoremlərin həcmə böyük olmasını, isbatda əvvəlki teoremlərə çox istinad edilməli olduğunu, teoremlərin isbat üsullarında oxşarlığın azlığını, isbat üsullarının orta məktəb riyaziyyatında tanış olduqları üsullardan fərqliliyini fənnin mənimsənilməsində çətinlik yaratdığını qeyd edirlər. Bir çox hallarda onlar mühazirədə öyrəndiklərini təcrübədə misal həllində istifadə etməkdə çətinlik çəkirlər. Tələbələr qeyd edir ki, teoremlərin isbatında yeni yanaşma tələb olunur. Teoremin şərtlərini dəqiq təsəvvür edə bilmirlər. Müəyyən hökmü vermək üçün hansı şərtin zəruri olduğunu fərqləndirə bilmirlər.

Bu çətinlikləri aradan qalxması üçün onlara müəyyən faktları müstəqil isbat etməyə cəhd etmələri tövsiyə edilməlidir. Bu cəhd zamanı ya onlar heç bir addım ata bilmir, ya səhv addım atır çox az hallarda isbat ideyasını düz tapa bilirlər. Bu cəhd, nəticəsindən asılı olmayaraq onlarda düşünmək, axtarmaq qabiliyyətinin inkişafına səbəb olur. Məhz bundan sonra onlar müəllimin mühazirədəki fikirlərini daha yaxşı mənimsəyirlər.

Onu da qeyd etməliyik ki, universitetlərə Riyaziyyat müəllimliyi ixtisası üzrə qəbul olunan abituriyentlərin riyazi hazırlığı da istənilən səviyyədə deyil.

Doğrudur son illər görülən bir sıra tədbirlər: müəllimlərin sosial səviyyəsinin yaxşılaşdırılması ilə əlaqədar görülən tədbirlər, universitet seçimində ilk olaraq Pedaqoji ixtisasları seçən abituriyentlərin təqaüdündə olan artım, ali məktəblərdə tədris prosesini təkmilləşməsində həyata keçirilən islahatlar, tədrisin elmi metodiki bazasının möhkəmləndirilməsi müəyyən təsir göstərir. Dərs ilinin əvvəlində I kurs tələbələrinin hazırlığı ilə bağlı apardığımız müşahidələr bunu deməyə əsas verir. Bununla yanaşı riyazi hazırlığı aşağı səviyyədə olan tələbələr də az deyil.

Dünyanın tanınmış universitetlərinə qəbul əsasən riyaziyyat və abituriyentin təhsil alacağı dil əsasında aparıldığından riyazi qabiliyyəti yüksək olan şagirdlərin bir

hissəsi bu ali məktəbləri seçir. Digər hissəsi isə təhsildən sonra daha yüksək maddi təminatı olan yerli ali məktəblərin, iqtisadiyyat, mühəndislik ixtisaslarını seçirlər. Ona görə də bu günün tələblərinə cavab verən müəllimlər hazırlamaq üçün qəbul edilən tələbələrə dərslər vəsaitləri ilə təminatının yaxşılaşdırılmasına, tədris prosesinin daha da təkmilləşdirilməsinə, ayrılan dərslər saatlarının daha çox peşə hazırlığına xidmət etməsinə, tələbələrə sərbəst işlərinin səmərəliliyinin artırılmasına xüsusi diqqət yetirilməlidir.

Burada ixtisasın peşə hazırlığının əsas fəndlərindən olan Riyazi analizin tədrisinə diqqət çəkmək istəyirik. Bu istiqamətdə məşğələ dərslərinin səmərəsinin artırılması da əhəmiyyət kəsb edən məsələlərdəndir.

Ali məktəblərdə riyazi fənlərin tədrisi əsasən mühazirə və məşğələ dərsləri şəklində aparılır. Mühazirədə fənnin əsas nəzəri məsələləri şərh edilir, fənnə aid anlayışlar verilir, fənnin məzmununu təşkil edən faktlar isbat edilir. Mühazirə fənnin əhatə dairəsi əsas mövzularla tanışlığı müəyyən edir.

Fənnin nəzəri məsələlərinin mənimsənilməsi onların tətbiq imkanlarının araşdırılması tələbələrə bacarıq və vərdişlərin yaranması əsasən məşğələ dərslərində həyata keçirilir. Məşğələ dərslərində tələbə sayının azlığı tələbələrə dərslərdə daha fəal iştirakına, onların mühazirədə öyrəndiklərini analiz edərək, daha mükəmməl dərk etməsinə imkan verir. Tələbələr mühazirədə dinlədikləri lakin tam mənimsəmədikləri anlayış və faktları məşğələ dərslərində müəllimin fəal iştirakı ilə müzakirəyə çıxararaq mövzunu dərinlən başa düşməyə çalışırlar. Ona görə də məşğələ dərsləri mütəxəssisin formallaşmasında əhəmiyyətli rol oynayır.

Adətən, mühazirə dərslərini daha çox elmi-pedaqoji fəaliyyəti olan təcrübəli müəllimlər, məşğələ dərslərini isə nisbətən gənc müəllimlər aparırlar. Lakin təcrübə göstərir ki, məşğələ dərsləri müəllimdən mühazirə dərslərinə nəzərən heç də az hazırlıq, bacarıq və pedaqoji ustalığı tələb etmir.

Məşğələ müəllimi mövzunu kifayət qədər ətraflı bilməklə yanaşı, tələbələrə sual və ideyalarına dərhal reaksiya verməyi, dərslər boyu tələbələrə hər birinin fəaliyyətinə diqqət yetirməyi, tələbələrə qavrama fəaliyyətinə istiqamət verməyi bacarmalıdır.

Məşğələ dərsləri mühazirədə öyrənilənlərin möhkəmləndirilməsi ilə yanaşı həm də nəzəri məsələlərin tətbiqi imkanlarını nümayiş etdirilməsində əsaslı rol oynayır. Tələbələr gələcək fəaliyyətlərində lazım olacaq bacarıq və vərdişləri ən çox məşğələ dərslərində qazanır.

Ona görə də kafedranın kadr potensialı imkan verdikdə mühazirə və məşğələ dərslərinin eyni müəllim tərəfindən aparılması faydalı olar. Əgər bu imkan yoxdursa bu müəllimlərin öz fəaliyyətlərini uzlaşdırılması zəruridir.

Məşğələ müəllimi hər bir dərslərdə görəcəyi işi aydın təsəvvür etməli, tələbələrə fərdi yanaşmağı bacarmalıdır. Yeni mövzuya aid dərslərdə tələbələrə əvvəl öyrəndikləri və istifadə edəcəkləri faktları xatırlatmalıdır. Müəllim hər dərslərdə tələbələrə mövzunu yaxşı mənimsəməsi üçün qarşıya qoyulan vəzifədən asılı olaraq həll ediləcək məsələ və misalları seçməli, onların sərbəst və müstəqil işləri ilə əlaqədar istiqamətləndirici təkliflər verməlidir.

Məşğələ dərsləri bir tərəfdən mühazirədə təqdim edilən anlayış və faktların mənimsənilməsini digər tərəfdən həmin faktların misal və çalışmaları həllinə tətbiqini nümayiş etdirilməlidir.

Vaxtdan səmərəli istifadə olunması üçün elə çalışmalar təklif etdirilməlidir ki, onun yerinə yetirilməsində tələbələr öyrəndiyi bir neçə nəzəri məsələləri tətbiq etsin.

Xüsusilə I kurs tələbələri tapşırığı yerinə yetirərkən nədən başlayacaqlarını müəyyənləşdirməklə çətinlik çəkirlər. Ona görə də onlara əvvəl tapşırığı araşdırmaq sonra icrasına başlamaq tövsiyə edilməlidir. Məsələn  $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$  hesablamaq üçün

tələbə  $f(x)$  – in təyin olunduğu çoxluq,  $a$  – nöqtəsinin bu çoxluğun limit nöqtəsi olmasını təyin edib,  $f(x)$  funksiyasının hansı elementar funksiyaların kompozisiyası nəticəsində əmələ gəldiyini araşdırmaqla nədən başlayacağını təyin edə bilər.

**Misal 1.**  $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x^2 - 5x + 6}{x^2 - 9}$  hesablayın.

Limiti hesablayan tələbə müəyyən edir ki,  $x = 3$  olduqda kəsrin surəti və məxrəci "0" qiymətini alır. Ona görə də surət də məxrəcdə  $x - 3$  təkhədlisinə bölünür. Kəsrin surət və məxrəcini  $x - 3 \neq 0$  ifadəsinə bölür.

$$\frac{x^2 - 5x + 6}{x^2 - 9} = \frac{(x - 2)(x - 3)}{(x - 3)(x + 3)} = \frac{x - 2}{x + 3}$$

Sonra isə nisbətənin limiti haqqında teoremdən istifadə edərək

$$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{x^2 - 5x + 6}{x^2 - 9} = \lim_{x \rightarrow 3} \frac{x - 2}{x + 3} = \frac{1}{6}.$$

**Misal 2.**  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2}{\sqrt{1 + x \sin x} - \sqrt{\cos x}}$  hesablayın.

Bu misalda da funksiya  $x = 0$  nöqtəsində təyin olunmayıb. Funksiyanın məxrəcində irrasionalıq var. Tələbə ilk olaraq kəsrin məxrəcini irrasionalıqdan qurtarır.

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2}{\sqrt{1 + x \sin x} - \sqrt{\cos x}} = \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2 (\sqrt{1 + x \sin x} + \sqrt{\cos x})}{1 + x \sin x - \cos x}$$

Məxrəcdəki toplananları qruplaşdırır və kəsri  $x^2 \neq 0$  bölür. Nəticədə

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sqrt{1 + x \sin x} + \sqrt{\cos x}}{\frac{1 - \cos x}{x^2} + \frac{\sin x}{x}}$$

ifadəsini alır. Məxrəcdəki toplananların və surətin limiti var,

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos x}{x^2} = \frac{1}{2}, \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1, \quad \lim_{x \rightarrow 0} (\sqrt{1 + x \sin x} + \sqrt{\cos x}) = 2$$

olduğundan

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^2}{\sqrt{1+x \sin x} - \sqrt{\cos x}} = \frac{2}{\frac{1}{2} + 1} = \frac{4}{3}$$

olduğunu alır.

Misal həlli teoremlərin öyrədilməsinə də motivasiya yarada bilər. Məsələn limit mövzusunı öyrənərkən  $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{\cos x - \sin x + 1}{\cos x + \sin x - 1}$ ,  $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{x^x - x}{\ln x - x + 1}$  və s. bu tipli

misalları əvvəl öyrəndikləri qaydada hesablamayı təklif edib çətinliyi nümayiş etdirmək, Lopital qaydasını öyrənərkən həmin misallara qaydanı tətbiq edib asanlıqla hesablandığını göstərməklə Lopital teoremlərinə diqqəti cəlb etmək olar.

I kurs tələbələrinə öyrəndikləri fənnin əhəmiyyətini çatdırmaq üçün Riyazi analiz digər fənlərə aid məsələlərə tətbiqinə aid misallar göstərilməsi də onlarda fənnə marağı artırır. Misal olaraq tək dərəcəli cəbri tənliyə baxaq.

$$f(x) = a_0 x^{2n+1} + a_1 x^{2n} + \dots + a_{2n+1} = 0$$

$f(x)$  – çoxhədlidir və  $\forall x \in \mathbb{R}$  nöqtəsində kəsilməzdir.  $x$  – in mütləq qiymətcə kifayət qədər böyük qiymətində  $f(x) = a_0 x^{2n+1} + a_1 x^{2n} + \dots + a_{2n+1}$  çoxhədlisinin işarəsini  $a_0 x^{2n+1}$  toplananı müəyyən edəcək. Yəni elə  $M > 0$  var ki,  $|x| \geq M$  olduqda  $|a_0 x^{2n+1}| > |a_1 x^{2n} + \dots + a_{2n+1}|$  olacaq. Ona görə də  $x$  – müsbət olduqda çoxhədlinin işarəsi  $a_0$  – ilə eyni  $x$  – mənfi olduqda  $a_0$  – əmsalı ilə müxtəlif işarəli olacaq. Başqa sözlə  $f(M)$  ilə  $f(-M)$  ədədləri müxtəlif işarəli olacaq. Ona görə də kəsilməz funksiyanın sıfırı haqqında Koşi teoreminə əsasən elə  $c \in (-M, M)$  nöqtəsi var ki,  $f(c) = 0$ . Başqa sözlə,  $c$  cəbri tənliyin köküdür.

Əmsallar məlum ədədlər olduqda çoxhədlinin tək dərəcəli olması şərtinə ehtiyac qalmır. Çoxhədli parçanın uc nöqtələrində müxtəlif işarəli qiymətlər aldıqda analogi məsələyə baxaq.

Məsələn  $f(x) = x^4 - x - 1$  cəbri çoxhədlisi  $[1, 2]$  parçasının uc nöqtələrində  $f(1) = -1$ ,  $f(2) = 13$  qiymətlərini aldığından bu parçada  $x^4 - x - 1 = 0$  tənliyinin kökünün varlığını hökm edə bilərik. Tələbələrin diqqətinə çatdırılmalıdır ki, teorem nəinki, kökün varlığın təyin edir, teoremin tətbiqi ilə kökün təqribi hesablanmasında mümkündür. Belə ki,  $[1, 2]$  parçasını  $[1; 1, 1]$ ,  $[1, 1; 1, 2]$ , ...,  $[1, 9; 2]$ , hissələrə bölüb  $[1, 1; 1, 2]$  parçasında da tənliyin kökün varlığını göstərə bilərik. Prosesi davam etməklə tənliyin kökü  $c$  ədədinə yığılan  $1; 1, 1; 1, 2..$  ardıcılığın alırıq.

Yaxud elə misallar təklif etmək olar ki, müəyyən teoremi araşdırmalı olsunlar. Roll teoreminə baxaq.

1. Fərz edək ki,  $f(x)$  funksiyası

1)  $[a, b]$  parçasında kəsilməzdir.

2)  $(a, b)$  intervalında diferensiallandıdır.

3)  $f(a) = f(b)$

Onda heç olmazsa elə bir  $\xi \in (a, b)$  nöqtəsi var ki,  $f'(\xi) = 0$ .

**Misal 3.** Roll teoreminin şərtlərini azaltmaq olarmı?

Bu məqsədlə kontr misallardan istifadə etmək faydalıdır.

$f(x) = \begin{cases} x, & 0 \leq x < 1 \text{ olduqda,} \\ 0, & x = 1 \text{ olduqda} \end{cases}$  funksiyasına baxaq.  $f(x)$  funksiyası  $f(0) = f(1)$

şərtini ödəyir.  $\forall x \in (0, 1)$  üçün  $f'(x) = 1$  yəni  $(0, 1)$  intervalında  $f'(x) \neq 0$ . Niyə teoremin hökmü ödənmir. Teoremlə ziddiyyət varmı?

Tələbə teoremin şərtlərinin ödənməsini yoxlayaraq müəyyən edir ki, baxılan funksiya  $x = 1$  nöqtəsində kəsilən olduğundan teoremin şərtlərindən biri ödənmir. Ona görə də hökmün ödənməməsi də təbiidir. Deməli, 1) şərtini atmaq olmaz. Tələbələrə təklif olunur ki,  $f(x) = |x|$ ,  $x \in (-a, a)$ ,  $f(x) = x$ ,  $x \in (0, 1)$  funksiyalarına baxmaqla digər şərtlərin zəruriliyini araşdırsın.

Bu tipli misallar teoremin doğruluğunu nümayiş etdirən illustrasiya xarakterli misallardan daha çox maraqlı olur. Onlara adətən kontr misallar deyirlər.

Təbii ki, misal və çalışmalar sistemi bütün mövzuları əhatə etməlidir. Bu məqsədlə elə tapşırıqlar təklif edilməlidir ki, tapşırığı yerinə yetirilməsi tələbənin bir neçə nəzəri məsələni mənimsəməsinə yardımcı olsun. Məsələn: belə bir tapşırığa baxaq.

Aşağıdakı sıralardan hansına Leybnis teoremi tətbiq edilə bilər

1)  $1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{4} + \dots$

2)  $1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{4} + \frac{1}{3} - \frac{1}{6} + \dots$

3)  $\frac{1}{2} - \frac{2}{3} + \frac{3}{4} - \frac{4}{5} + \dots$

4)  $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \dots$

5)  $1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \frac{1}{3} + \dots$

Tələbə bu tapşırığı yerinə yetirmək üçün sıranın yığılması üçün zəruri şərti, işarəsini növbə ilə dəyişən sıranın tərifini, Leybnis teoreminin hər iki şərtini öyrənməli və bilməlidir.

İlk baxışda Riyazi analiz uzun illər tədris olunur. Onun tədrisi metodikası haqqında kifayət qədər yazılıb. Sanki burada müzakirə ediləcək məsələ yoxdur. Lakin əslində bu belə deyil. Tədris planlarında, tədrisə ayrılan saatlar dəyişdikdə hər bir müəllim öz metodikasını dəyişikliklərə

uyğunlaşdırılmalıdır. Riyaziyyat müəllimi hazırlığına verilən tələblərə uyğun fakt və anlayışları tələbələrin mənimsəməsini təmin etməlidir. Fənn proqramlarına baxsaq 15-20 il əvvəlkindən ciddi bir fərq görmərik. Çünki bu mövzuların tədrisi daha əvvəllərdən müzakirə olunub və formalaşmışdır. Ona görə də keyfiyyət zəifləməsi olmadan tədrisin həyata keçirilməsi fənn müəllimdən daim işini təkmilləşdirməyi tələb edir.

2020-ci ilədək Riyazi analiz fənnin 4 semestrədə cəmi 300 saat tədris olunması nəzərdə tutulurdu. 2020-ci ildə təsdiq edilmiş tədris planında fənnin 225 saat tədrisi nəzərdə tutulur. Riyaziyyat müəlliminin ixtisas-peşə hazırlığının verilən tələblər təbii ki, azaldılmamalıdır. Məktəb daha yüksək peşə hazırlığına malik müəllimlər tələb edir. Dərs saatlarının azaldılması tələbələrə daha çox düşünmək, öz üzərində sərbəst və müstəqil işləmək imkanı verilməsini nəzərdə tutur. Azərbaycan Respublikası Nazirlər Kabinetinin 24.XII.2013 tarixli qərarında da tələbələrin sərbəst və müstəqil işlərinin əhəmiyyəti öz əksini tapıb. Görünür təhsilin bu komponentinin həyata keçirilməsi mexanizminin hazırlanmasına ehtiyac vardır.

Yəqin ki, Riyazi analiz fənni tədris planında nəzərdə tutulduqca onun tədrisi ilə bağlı fikirlər təkliflər olacaq. Məqsədimiz bu fənni tədris edən müəllimlərin bu işə diqqətinin zəruri olmasını bir daha xatırlatmaqdır.

## ƏDƏBİYYAT

1. <https://e-qanun.az/framework/27030>  
Bakalavriat (əsas (baza ali) tibb təhsili) təhsilinin məzmunu və təşkili Qaydaları'nın təsdiq edilməsi haqqında.
2. *M.S. Cəbrayilov, B.Ə.Əliyev.* Riyazi analiz (Birdəyişənli funksiyanın differensial hesabı), Bakı, Çarşıoğlu 2006.
3. *M.S. Cəbrayilov, B.Ə.Əliyev.* Riyazi analiz (Birdəyişənli funksiyanın inteqral hesabı), Bakı, 2016.
4. *V.M. Qurbanov.* Ədədi və funksional sıralar, Bakı 2008.
5. *Б.П. Демидович.* Сборник задач и упражнений по математическому анализу, издательство Наука, Москва-1966.
6. *A.O. Mehrabov.* Səriştəli müəllim hazırlığının problemləri. Elm və təhsil nəşriyyatı, Bakı 2015.
7. *M.İ.İlyasov.* Müəllim peşəkarlığı və pedaqoji səriştəliliyin müasir problemləri. Elm və təhsil nəşriyyatı, Bakı-2018.

Redaksiyaya daxil olub 15.03.2023



*UOT 37.01*

*A.M.Məmmədova*  
*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*  
*aynurasadova12@gmail.com*

## **RIYAZI QABİLİYYƏTLƏRİN TƏLİM PROSESİNDƏ TƏTBİQLƏRİ**

*Açar sözlər:* təlim, müəllim hazırlığı, riyazi qabiliyyət, təlim metodları, məzmun xətləri, teoremlər

Pedaqoji kadrların hazırlanması və dövrün tələbinə müvafiq mütəxəssislərin yetişdirilməsi həmişə aktual problemlərdən biri hesab olunmuşdur. İlk mərhələ kimi istənilən kadrların hazırlanmasında orta məktəb əsas baza rolunu oynayır.

Müəllim hazırlığı, onun elmi və pedaqoji əsasları əsasən ali pedaqoji məktəblərdə formalaşır. Hər bir fənnin tədrisində həmin fənnə məxsus anlayışların öyrədilməsində müəllim tərəfindən fərqli yanaşmalar tətbiq edilir və bu metodik baxımdan da olduqca zəruridir. Təqdim olunan bu məqalədə riyaziyyat müəlliminə xas olan əsas pedaqoji qabiliyyətlər, təlim prosesində onların qarşılıqlı şəkildə əlaqəsi, məzmun xətləri üzrə müəllimin didaktik və konstruktiv qabiliyyətlərinin birgə tətbiqi hərtərəfli şəkildə nəzərdən keçirilmişdir.

*A.M.Маммадова*

## **ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ**

*Ключевые слова:* подготовка, подготовка учителей, математические способности, методы обучения, содержательные линии, теорема

Подготовка педагогических кадров и подготовка специалистов, отвечающих требованиям времени, всегда считалась одной из актуальных проблем. Как предварительный этап, вуз играет роль основной базы в подготовке любых кадров.

Педагогическая подготовка, ее научно-педагогические основы в основном формируются в педагогических вузах. При преподавании каждого предмета применяются разные подходы к преподаванию специфических для этого предмета понятий, и это необходимо с методической точки зрения. В данной статье были рассмотрены педагогические способности, присущие учителю математики, их взаимосвязь в процессе обучения, совместное применение дидактических и конструктивных способностей учителя по содержательной линии.

## APPLICATION OF MATHEMATICAL ABILITIES IN THE LEARNING PROCESS

**Keywords:** *training, teacher training, mathematical ability, teaching methods, content lines, theorem*

Training of pedagogical personnel and training of experts corresponding to the demand of the time is always considered one of the urgent problems. As a preliminary stage, high school plays the role of the main base in the training of any personnel.

Teacher training and its scientific and pedagogical foundations are mainly formed in higher pedagogical schools. In the teaching of each subject, different approaches are applied to the teaching of concepts specific to that subject, and this is necessary from a methodological point of view. In this article, the pedagogical abilities specific to the mathematics teacher, their relationship to the learning process, and the joint application of the didactic and constructive abilities of the teacher along the content lines were reviewed.

Respublikamızda pedaqoji kadrların hazırlanması əsasən ali pedaqoji universitetlərdə və orta ixtisas təhsil müəssisələrində həyata keçirilir. İstər orta məktəb, istərsə də ali məktəb müəllimlərinin fəaliyyət funksiyaları genişdir və bunlardan biri də planlaşdırılan layihənin ilkin mərhələsi başa düşülür. Burada qarşıya qoyulan məqsədə nail olmaq, müəllim və şagirdlərin bacarıq və qabiliyyətlərinin müəyyən edilməsi, təlim prosesinin idarə olunması, nəzərdə tutulan nəticəyə nail olunması istiqamətləri daxildir.

Təlim varsa, məqsəd və nəticə olmalıdır. Pedaqoq və psixoloq alimlərin birgə araşdırmaları vasitəsi ilə müəyyən olunmuşdur ki, təlim prosesində məqsəd və alınan nəticə heç də həmişə nəzərdə tutulan kimi olmur. Məsələn, riyaziyyat təlimində məqsəd və nəticə arasında olan ziddiyyətlərə səbəb kimi aşağıdakıları göstərmək olar:

- müəllim tədris etdiyi konkret riyazi mövzunu elmi və metodik baxımdan nəzəri olaraq tam əsaslandırma bilmir;

- müəllim təlim prosesində təqdim etdiyi riyazi mövzunu səmərəli üsulla (metodla) şərh edə bilmir;

- müəllim mövzunun izahında şagirdlərin yaş və bilik səviyyələrini tam dəyərləndirə bilmir;

- siniflər (kurslar) üzrə riyaziyyat fənni üzrə proqramlarda da nəzərdə tutulan, lakin bu və ya digər subyektiv səbəblərdən şagirdlərin (tələbələrin) hamısı tərəfindən mənimsənilməyən mövzuların olması və s.

Bu qeyd olunan bəzi səbəblər bütün digər fənlərin tədrisinə də qismən aid edilə bilər. Lakin, riyaziyyat təlimində bu qeyd olunan və qeyd olunmayan

digər əsas səbəblər tədris prosesinin sonunda yekun müsbət nəticənin alınmasına birmənalı olaraq şərait yaratmaya da bilər. Məsələn, kvadrat tənliyin həllini bilməyən hər hansı bir şagirdə bikvadrat tənliyin həllinin öyrədilməsi bilirik ki, qeyri-mümkündür. Həqiqi ədədlər və onlar üzərində hesab əməllərinin icrasını mükəmməl bilməyən şagirdə kompleks ədədlər haqqında ətraflı məlumatın verilməsi də mümkün deyil. Deməli, fənnin tədrisi zamanı qarşıya qoyulan son məqsədə müvafiq alınan nəticə bəzi hallarda müəllimin peşəkarlıq səviyyəsindən asılı olmaya da bilər.

Bizə məlumdur ki, təlimin məzmunu, forma və metodları məqsədə tabedir. Qarşıya qoyulan məqsədə nail olunması isə pedaqoji problemdir. Müxtəlif fənlərin tədrisində bu problemlərin həmişə fərqli formada təzahür etdiyini görürük.

Təlim prosesində müəllimin qabiliyyət və funksiyaları dedikdə onun təhsilverici, tərbiyəedici, təşkeledici, tədqiqatçılıq və s.xüsusiyyətləri başa düşülür. Ali məktəb müəllimi üçün daha spesfik olan əsas funksiya onun pedaqoji və elmi tədqiqatçılıq fəaliyyətidir. Bu fəaliyyət tələbələr üçün yeni funksiyalar formalaşdırmaqla yanaşı, həm də orta məktəb kursunda onların əldə etdikləri bilik və bacarıqlarda varisiyə imkan yaradır.

Müəllimin elmi-tədqiqatçılıq fəaliyyəti onun pedaqoji fəaliyyətinin məqsədlərinin daha aydın dərk edilməsinə, təlim informasiyalarının daha dərindən ümumiləşdirilməsinə, məntiqi sistemləşdirmənin aparıcı ideya və nəticələrinin daha əlverişli formada müəyyənləşdirilməsinə kömək edir. Müəllimə xas olan pedaqoji qabiliyyətlər tədris-metodik ədəbiyyatlarda aşağıdakı kimi təsnif edilir:

- konstruktiv qabiliyyət;
- ekspressiv qabiliyyət;
- pedaqoji təxəyyül qabiliyyəti;
- pedaqoji refleksiya qabiliyyəti;
- kommunikativ (ünsiyyət) qabiliyyətlər;
- didaktik (öyrətmə) qabiliyyətlər;
- suqqestiv (təlqinedici) qabiliyyətlər;
- tədqiqatçılıq qabiliyyəti;
- təşkilatçılıq qabiliyyətləri;
- elmi-idraki(akademik) qabiliyyətlər [3; 4].

Qeyd edək ki, həm aparıcı, həm də köməkçi qabiliyyətlər vardır. Didaktik (öyrətmə), təşkilatçılıq qabiliyyətləri aparıcı qabiliyyətlərə, qalanları isə köməkçi qabiliyyətlərə aid edilir.

Ali məktəblərdə müəllim hazırlığı ilə əlaqədar aparılan işlər və onların nəticələri ümumi metodikanın əsasını təşkil edir. Bu hallar bütün fənlər üzrə peşəkar pedaqoqlara aid edilə bilər.

Riyazi qabiliyyətlə bağlı problemlər fənnin xüsusiyyətindən asılı olaraq daha qabarıq şəkildə nəzərə çarpır və bunları müxtəlif baxış “prizmasından” asılı olaraq şərh etmək olar. Müasir dövrdə riyazi təhsillə əlaqədar problemlər və onların həlli istiqamətləri çoxşaxəlidir [6].

Yuxarıda sadalanan bəzi pedaqoji qabiliyyətlər konkret fənlərin tədrisində fərqli yanaşmaların tətbiq edilməsini olduqca zəruri edir. Məsələn, konstruktiv qabiliyyət ixtisasdan asılı olmayaraq bütün fənn müəllimlərinə aiddir. Konstruktiv qabiliyyət-təlim prosesini modelləşdirir, pedaqoji prosesdə bütün potensial imkanlardan və biliklərdən səmərəli şəkildə istifadə etməyə əlverişli və münbit şərait yaradır.

Bu qeyd olunan pedaqoji qabiliyyətlərin forma və istiqamətləri konkret fənlərin tədrisi prosesində müxtəlif fərqli qaydalarla daxil edilir. Riyaziyyat fənninin strukturu bilirik ki, beş məzmun xəttindən ( ədədlər və əməllər, ölçmələr, cəbr və funksiyalar, həndəsə, statistika və ehtimal) ibarətdir və bu məzmun xətlərinin öyrədilməsində fərqli metodik yanaşmaların tətbiqi olduqca zəruridir. Yanaşmaların səmərəli tətbiqi və sonda alınan tədris nəticənin yüksək olması üçün layihələşdirmə qabiliyyəti olduqca əhəmiyyətli rol oynayır. Müəllimin layihələşdirmə qabiliyyətinə aid olan əsas əlamətlərdən biri onun tədris etdiyi fənnin elmi-nəzəri və praktik əhəmiyyətinin düzgün müəyyənləşdirilməsindən ibarətdir. Bizə yaxşı məlumdur ki, burada qeyd olunanların hamısının ali məktəblərdə tədris zamanı tam şəkildə reallaşdırılması həmişə mümkün deyildir.

Belə ki, müəllim hazırlığının ilkin mərhələləri dolayısı yolla orta məktəbdə formalaşır. Pedaqoji universitetlərin riyaziyyat fakültəsində tədris olunan fənlər yalnız orta məktəb müəllimlərinin hazırlanmasına yox, eyni zamanda gələcəkdə riyaziyyatdan tədqiqatçı alimlərin yetişməsinə də geniş şəkildə imkan yaradır. Tədris olunan ayrı-ayrı riyazi fənlər, məsələn Riyazi analiz, Cəbr, Funksional analiz, Differensial tənliklər və s. həm gələcək orta məktəb müəllimlərinin, həm də ali məktəb müəllimlərinin (tədqiqatçı alimlərin) hazırlanmasına kompleks şəkildə şərait yaradır.

Riyaziyyat təlimi prosesində riyaziyyat müəlliminin didaktik qabiliyyəti olduqca xüsusi bir əhəmiyyət kəsb edir.

Müəllimin didaktik qabiliyyətləri informasiyaların seçilməsində, tədris materialının hazırlanmasında, keçilən riyazi mövzunun praktik tətbiqinin müəyyənləşdirilməsində, müvafiq təlim metodlarının seçilməsində, öyrənmələrin idrak maraqlarının və təşəbbüskarlıq fəaliyyətlərinin artırılmasında xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Riyaziyyat fənninin təlimində digər fənlərlə müqayisədə burada informasiyaların düzgün seçilməsi və onun məntiqi şəkildə təhlili nisbətən mürəkkəbdir.

Bilirik ki, müasir dövrdə informasiya kommunikasiya texnologiyalarının sürətlə inkişaf etməsi təlim prosesində müsbət rol oynamaqla yanaşı, həm də

bəzi neqativ halların da yaranmasına səbəb ola bilər. Məsələn, həndəsə məzmun xətlərinin tədrisində kompyuterdən istifadə olunması fəza fiqurları və onların xassələri haqqında şagirdlərə ətraflı məlumatların verilməsində geniş imkanlar yaradır. Belə ki, bu fiqurların təsvirləri şagirdlərə hazır şəkildə təqdim olunur ki, bunu da məqsədə müvafiq hesab etmək olar. Lakin, konkret olaraq bəzi riyazi məsələlərin həllində qeyd olunan yanaşmadan istifadə mümkün olmadıqda şagirdlər bəzi riyazi çətinliklərlə üzləşə bilirlər. Yəni, şagirdlər baxılan riyazi məsələdə verilənlərin və axtarılanların (məchulun) təsvirinin müstəvidə qurulmasını tam əyaniləşdirə bilmirlər. Bu baxımdan hesab edirik ki, fəza fiqurlarının təsvirini şagirdlərə yalnız İKT vasitəsilə öyrədilməsi heç də həmişə məqbul hesab edilə bilməz. Müəllimlər bunu hökmən tədris zamanı nəzərə almalıdırlar.

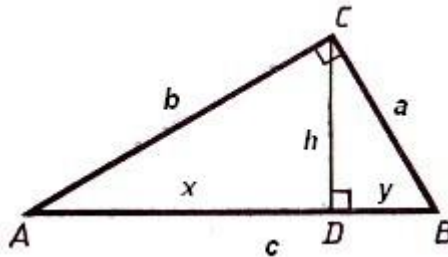
Müasir dövrdə riyaziyyatdan təhlili mürəkkəb olan çoxlu sayda informasiyalar mövcuddur ki, onları qısa müddət ərzində bütün şagirdlərə ətraflı şəkildə izah etmək mümkün deyildir.

Tədqiqatçı pədaqoq alim İ.Qessen hesab edir ki, informasiyalar çoxluğu o vaxt mənimsənilə bilər ki, şagirdlər onu təhlil etmək qabiliyyətinə malik olsunlar [5].

İnformasiyanın qəbulu öyrənənin elmi potensialından və onun dərkətmə qabiliyyətindən olduqca çox asılıdır. Eyni sinifdə təhsil alan şagirdlərin hər birinin ayrı-ayrılıqda riyazi anlayışları dərkətmə qabiliyyətlərinə müxtəlif “prizma”dan yanaşmaq olar.

Məsələn, şagirdlər tərəfindən asanlıqla mənimsənilən və praktik həyatla əlaqədar olan Pifaqor teoreminin öyrədilməsi ilə bağlı bəzi məqamları burada qısaca olaraq nəzərdən keçirək.

**Teorem (Pifaqor teoremi):** Düzbucaqlı üçbucaqda katətlərin kvadratları cəmi hipotenuzun kvadratına bərabərdir, yəni  $a^2 + b^2 = c^2$  (burada  $a$  və  $b$  katətlər,  $c$  isə hipotenuzdur).



Düz bucaq təpəsindən çəkilmiş hündürlük hipotenuzu  $x$  və  $y$  (çox vaxt  $c_a$  və  $c_b$  ilə işarə edirlər) parçalarına bölür ki, bu parçalara uyğun katətlərin hipotenuz üzərindəki proyeksiyaları deyilir.

Qeyd edək ki, Pifaqor teoreminin tərsi aşağıdakı kimi ifadə olunur:

**Tərs Pifaqor teoremi:** Əgər üçbucağın bir tərəfinin kvadratı digər iki tərəfin kvadratları cəminə bərabədirsə, onda bu üçbucaq düzbucaqlı üçbucaqdır.

Düzbucaqlı üçbucağın aşağıdakı xassələrini isbatsız şagirdlərin nəzərinə çatdırmaq faydalı olar.

**Xassə 1.** Düzbucaqlı üçbucağın düz bucaq tərəsindən endirilmiş hündürlüyü onu özü ilə oxşar olan iki üçbucağa bölür.

**Xassə 2.** Düzbucaqlı üçbucağın kateti hipotenuzla, bu katetin hipotenuz üzərindəki proyeksiyası arasında orta mütənasibdir:

$$a^2 = c \cdot y \text{ və } b^2 = c \cdot x; \text{ (və ya } a^2 = c \cdot c_a \text{ və } b^2 = c \cdot c_b; \text{ burada } y = c_a, x = c_b)$$

**Xassə 3.** Düzbucaqlı üçbucaqda düz bucaq tərəsindən çəkilmiş hündürlük bu üçbucağın katetlərinin hipotenuz üzərindəki proyeksiyaları ilə orta mütənasibdir:

$$h^2 = x \cdot y; \text{ (və ya } h^2 = c_a \cdot c_b).$$

Bu xassələrin öyrədilməsində təklif olunan yanaşmalardan istifadə olduqca səmərəlidir.

Qeyd edək ki, orta məktəbin riyaziyyat kursunda Pifaqor teoreminin isbatı müxtəlif üsullarla verilmişdir. Bu teoremin hələ isbatını bilmədən, xüsusi riyazi mühakimələr vasitəsi ilə də asanlıqla şagirdlərdə bu teoremin doğruluğu və tətbiqi haqqında riyazi təsəvvürləri formalaşdırmaq mümkündür. Qeyd edək ki, xüsusi mühakimələr riyaziyyatda isbat üsulu kimi qəbul edilmir və edilə də bilməz. Lakin, şagirdlərə bu şəkildə izahın verilməsi şərti olaraq “isbat” kimi əsalandırılır. Hətta riyaziyyatçı olmayan insanlar belə Pifaqor teoremi haqqında məlumatlı ola bilərlər. Çünki, bu teoremin praktik tətbiqi əyanidir və sadə riyazi mühakimələrin köməyi ilə onu şagirdlərə öyrətmək mümkündür. Bu baxımdan uzun illər keçməsinə baxmayaraq hətta müxtəlif peşə sahibləri də Pifaqor teoremini nəzəri olaraq unutmurlar. Riyaziyyat fənni proqramlarına uyğun olaraq orta məktəb riyaziyyat kursunda əvvəlcə Pifaqor teoremi, sonra isə “kosinuslar teoremi” tədris olunur. Məlumdur ki, bucağın sinusu, kosinusu anlayışları daxil edildikdən sonra Pifaqor teoremi verilir və bu teoremin isbatında qeyd olunan riyazi anlayışlardan geniş şəkildə istifadə olunur. Düzbucaqlı üçbucağın tərəfləri və bucaqları arasındakı münasibətlər vasitəsi ilə bucağın sinusu, kosinusu, tangensinin və kotangensinin ədədi qiymətinin verilən bucağın qiymətindən asılılığı burada əyani formada şagirdlərə geniş və hərtərəfli şəkildə izah olunur. Bu izahların şagirdlərə verilməsində riyaziyyat müəlliminin didaktik qabiliyyəti xüsusi bir rol oynayır. Burada bəzən seçilmiş informasiyanın (mövzunun) tədrisində əlavə qabiliyyətlərin də tətbiq edilməsi zərurəti meydana çıxır. Məlumdur ki, “kosinuslar teoremi”nin tətbiqi istənilən üçbucağın tərəfləri arasındakı riyazi münasibəti ifadə edir.

**Teorem.** Üçbucağın istənilən tərəfinin kvadratı qalan iki tərəfin kvadratları cəmi ilə bu tərəflər arasındakı bucağın kosinusuna hasilin iki mislinin fərqi bərabərdir, yəni

$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$  (burada  $\gamma$ ,  $a$  və  $b$  tərəfləri arasındakı bucağı ifadə edir).

Bucağın sinusu və kosinusu anlayışlarını mənimsəyən şagirdlər düzbucaqlı üçbucaqda hipotenuz qarşısında duran bucağın düz bucaq ( $\gamma=90^\circ$ ),  $\cos 90^\circ=0$  olmasını qeyd etməklə bərabər, həm də  $c^2 = a^2 + b^2$  nəticəsinə də asanlıqla gələ bilirlər.

Deməli, sadə riyazi mühakimələr aparmaqla sonda Pifaqor teoreminin elə kosinuslar teoreminin xüsusi halı olması nəticəsinə gəlmək mümkündür. Riyaziyyatda bu cür yanaşmanın aparılması yalnız riyaziyyat müəlliminin layihələşdirmə və didaktik qabiliyyətlərinin birgə tətbiqi yolu ilə əldə etmək mümkündür. Şagirdlərə müəllim tərəfindən təklif olunan bəzi riyazi anlayışlar, teoremlərin isbatı və s. sinifdəki bütün şagirdlər tərəfindən tam mənimsənilmir və bu real olaraq da həmişə mümkün deyildir. Lakin belə riyazi anlayışlar haqqında hətta zəif şagirdlərə də müəyyən məlumatların verilməsi olduqca vacib və zəruridir. Bu proses zamanı şagirdlərə riyazi anlayışlar haqqında nominal qaydada informasiyalar da verilə bilər. Məsələn, kosinuslar teoreminin isbatını bütün şagirdlər tam şəkildə mənimsəyə bilmirlər və bu pedaqoji aspektdən yanaşdıqda da tam mümkün deyildir. Bu teoremdə bucağın kosinusu işarəsinin dəyişməsi və konkret tətbiqdə onun nəzərə alınması bəzi şagirdlərdə nisbətən müəyyən çətinliklər yaradır. İsbat prosesində üçbucağın tərəfləri və proyeksiyaları arasındakı münasibətə görə nisbətən mürəkkəb mühakiməyə əsaslanaraq aşağıdakı nəticə alınır:

Üçbucağın tərəfinin kvadratı bərabərdir, qalan iki tərəfin kvadratları cəmi “±” onların birinin digərinin onun üzərində olan proyeksiyası hasilinin iki mislinə [2; s.53].

Teoremin tətbiqində bucağların dərəcə ölçüsündən asılı olaraq kosinusun işarəsinin düzgün müəyyən edilməsi də şagirdlər tərəfindən nisbətən çətin şəkildə mənimsənilir. Bilirik ki, bütün yuxarıda qeyd olunanların elmi əsaslarla sinifdəki şagirdlərin hamısı tərəfindən dərk edilməsi real olaraq mümkün deyildir. Lakin baxılan konkret bir tətbiqdə nəticəyə nail olmaq üçün bunu sadə üsulla bütün şagirdlərə izah etmək mümkündür. Necə? Bu halı araşdıraq:

1) Pifaqor teoremini və onun tətbiqlərini şagirdlərin əksəriyyəti asanlıqla mənimsəyirlər. Yəni, üçbucağın düz bucağı qarşısındakı tərəfinin (hipotenuzunun) kvadratı onun digər iki tərəfinin kvadratları cəminə bərabərdir.

2) Birinci “addıma” uyğun olaraq sadə əyani təsvirlə göstərə bilirik ki, əgər üçbucaqda düz bucaq şərti olaraq “kiçilirsə”, onda ona uyğun olaraq qarşıtərəfin uzunluğu da şərti olaraq “azalacaq”dır və tərsinə.

3) Kor bucaqlar üçün kosinusun işarəsini belə bilməyən şagirdlər intuiativ olaraq teoremdə kosinusun iştirak etdiyi həddin hansı halda “müsbət” və ya “mənfi” işarə ilə iştirak etdiyini çox asanlıqla dərk edə bilirlər.

Bu qeyd olunanlara əsasən deyə bilərik ki, riyaziyyat müəlliminin konstruktiv, layihiləşdirmə və didaktik qabiliyyətləri hesabına şagirdlər tərəfindən dərk edilməsi çətin olan riyazi anlayışlar haqqında onlara qismən də olsa müfəssəl məlumat vermək olar. Aparılan təcrübə və tədqiqatlar sübut edir ki, şagirdlərin riyaziyyatdan qazandıqları nəzəri bilikləri və informasiyaları tam dərk etmələri heç də asanlıqla əldə olunmur. Əsas məqsədə nail olmaq üçün kifayət qədər nəzəri və praktik riyazi biliklərlə yanaşı, həm də öyrənənlərin təhlil etmə qabiliyyətlərinin formalaşmasında lazım olan zamana da xüsusi bir ehtiyac vardır. Bu işə istənilən informasiyanın təhlili və tətbiqi üçün əsas faktorlardan biri hesab olunur.

## ƏDƏBİYYAT

1. *Adıgözəlov A.S.* Məktəbdə riyaziyyat təliminin nəzəri əsasları. Bakı, 2018, 308 s.
2. *Poqorelov A.V.* Həndəsə. Orta məktəblərin 6-10 sinifləri üçün dərs vəsaiti /Bakı, 1988, 300 s.
3. *Bayramova L.və b.* Kurikulum və pedaqogika, Bakı-2019, 507 səh.
4. *Rüstəmov F.A.* Ali məktəb pedaqogikası, Bakı, 2007, 367 s.
5. *Гессен С.И.* Основы педагогики. Введение в прикладную философию, Изв-во: «Школа-пресс» Берлин. 1995, 448 с.
6. *Махмудов М.Д.* XXI век и математическое образование: проблемы и перспективы.//
7. Вестник Черкасского Университету. Серия: Педагогични науки, Черкаси-2010, Выпуск 181, Частина БІ, с.63-68.
8. *Морозова О. П.* Инновационные модели педагогического образования в классическом университете // Сибирский педагогический журнал. – 2021. – № 4. – с.7–13.

Redaksiyaya daxil olub: 27.03.2023



## Təbiət elmləri

UDC 543. 42. 062: 546.72.2

*A.Z.Zalov<sup>1</sup>, M.A.Mirzayeva<sup>1</sup>, S.G.Aliyev<sup>2</sup>, E.G.Shirinov<sup>3</sup>*  
*Azerbaijan State Pedagogical University<sup>1</sup>*  
*Azerbaijan State Oil and Industry University<sup>2</sup>*  
*Mingachevir State University<sup>3</sup>*  
*zalov1966@mail.ru, soltan15041953@gmail.com*  
*Elman.shirinov11@mail.ru*

### **SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF COBALT (II) WITH *O*-HYDROXYTHIOPHENOL DERIVATIVES AND HYDROPHOBIC AMINES**

**Keywords:** *Cobalt, o-hydroxythiophenol derivatives, spectrophotometry*

The interactions of cobalt (II) with derivatives of *o*-hydroxythiophenol (*o*-HTP), {4-hydroxy-3-thiolsulfonic acid (HTSA), 4-hydroxy-3-thiolbenzoic acid (HTBA), 4-nitro-2-hydroxythiophenol (HNTP)} in the presence of a hydrophobic amine (Am). The charge of homogeneous ligand complexes was determined by the method of ion electromigration. Colored complexes Co (II) - *o*-HTP are anions. To neutralize the charge of the anionic complex, aniline and methylaniline were used as Am. When Am is introduced into the system, the transition of anionic complexes to the organic phase in the form of a mixed ligand complex (MLC) is observed. With a single extraction with chloroform, 95.9–99.1% of cobalt (II) is extracted in the form of MLC. The optimal range of acidity, at which the optical density is maximum and constant, is at  $pH_{op}$ . 1.8-3.8 ( $pH_{ed}$ . 0.1-7.7). The maximum analytical signal during the complex formation of cobalt (II) with *o*-HTP and Am is noticeable at 540–560 nm. The molar absorption coefficients of Co(II) complexes with *o*-HTP and Am at  $\lambda_{max}$  were calculated by the saturation method and are  $\varepsilon = (3.12-3.72) \cdot 10^4$ . MLC Co(II) extracts obey the basic law of light absorption at concentrations of 0.02–4.0  $\mu\text{g/ml}$ . In the composition of MLC, 1 mol of cobalt (II) contains 2 mol of *o*-HTP and Am.

*A.Z.Zalov, M.A.Mirzayeva, S.Q.Əliyev, E.Q.Şirinov*

### **O-HİDROKSİTİOFENOL TÖRƏMƏLƏRİ VƏ HİDROFOB AMİNLƏRLƏ KOBALTIN(II) SPEKTROFOTOMETRİK TƏYİNİ**

**Açar sözlər:** *kobalt, o-hidroksitiofenol törəmələri, spektrofotometriya*

Kobaltın (II) *o*-hidroksitiofenol (*o*-HTP), {4-hidroksi-3-tiolsulfo turşu (HTSA), 4-hidroksi-3-tiolbenzoy turşu (HTBA), 4-nitro-2-hidroksotiofenol

(HNTF)} və hidrofob amin (Am) iştirakında müxtəlifliqandlı kompleks əmələgəlmə reaksiyası spektrofotometrik tədqiq edilmişdir. Eyniliqandlı komplekslərin yükü ionların elektromiqrasiyası üsulu ilə müəyyən edilmişdir. Rəngli Co (II) - o-HTF kompleksləri aniondurlar. Anion kompleksinin yükünü neytrallaşdırmaq üçün Am kimi anilin və metilanilin istifadə edilmişdir. Am sistemə daxil edildikdə, anion komplekslərin müxtəlifliqandlı kompleks (MLK) şəklində üzvi faza keçməsi müşahidə olunur. Xloroform ilə 95,9-99,1% kobalt (II) MLK şəklində ekstraksiya olunur. Optik sıxlığın maksimum və sabit olduğu optimal turşuluq  $pH_{op}$  1,8-3,8 ( $pH_{ag}$  0,1-7,7) uyğun gəlir. Kobaltın (II) o-GTF və Am ilə MLK əmələ gəlməsi zamanı maksimum analitik siqnal 540-560 nm-də baş verir. Kobaltın (II) o-HTF və Am ilə komplekslərinin doyma üsulu ilə hesablanmış molyar udma əmsalları maksimum dalğa uzunluğunda  $\epsilon = (3.12-3.72) \cdot 10^4$ -dür. Kobaltın (II) MLK-lərinin ekstraktları 0,02-4,0 mkq/ml qatılıq intervalında işıqduzumasının əsas qanununa tabe olur. MLK-in tərkibində 1 mol kobalta (II) 2 mol o-HTF və Am düşür.

*A.З.Залов, М.А.Мирзаева, С.Г.Алиев, Э.Г.Шуринов*

## СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОБАЛЬТА (II) С ПРОИЗВОДНЫМИ О-ГИДРОКСИТИОФЕНОЛА И ГИДРОФОБНЫМИ АМИНАМИ

**Ключевые слова:** *кобальт, производные о-гидрокситиофенола, спектрофотометрия*

Спектрофотометрическим методом изучены взаимодействия кобальта (II) с производными о-гидрокситиофенола (о-ГТФ), {4-гидрокси-3-тиолсульфоновая кислота (HTSA), 4-гидрокси-3-тиолбензойная кислота (HTBA), 4-нитро-2-гидрокситиофенол (HNTF)} в присутствии гидрофобного амина (Am). Заряд однороднолигандных комплексов был установлен методом электромиграции ионов. Окрашенные комплексы Co (II) – о-ГТФ являются анионами. Для нейтрализации заряда анионного комплекса в качестве Am использовали анилин и метиланилин. При введении в систему Am наблюдается переход анионных комплексов в органическую фазу в виде разнолигандного комплекса (РЛК). При однократной экстракции хлороформом извлекается 95,9–99,1 % кобальта (II) в виде РЛК. Оптимальный интервал кислотности, при котором оптическая плотность максимальна и постоянна, находится при  $pH_{оп}$  1,8-3,8 ( $pH_{об}$  0,1-7,7). Максимальный аналитический сигнал при комплексообразовании кобальта (II) с о-ГТФ и Am заметен при 540–560 нм. Молярные коэффициенты поглощения комплексов Co (II) с о-ГТФ и Am при  $\lambda_{max}$  вычислены методом насыщения и составляют  $\epsilon = (3,12-3,72) \cdot 10^4$ . Экстракты РЛК Co (II) подчиняются основному закону светопоглощения при концентрациях 0,02–4,0 мкг/мл. В составе РЛК на 1 моль кобальта (II) приходится по 2 моль о-ГТФ и Am.

## 1. Introduction

Cobalt is a transition element of high industrial importance because of its valuable alloying, dyeing, magnetic, catalytic, and plating properties. It is also of biological significance thanks to its ability to be an active center of coenzymes, e. g. vitamin B12. [1; 2] A great variety of photometric reagents is known for the determination of cobalt. For photometric determination of cobalt are quite selective reagents *o*-nitrozofenole group or a similar structure with the oxime group [3]. Complex formation and liquid-liquid extraction were studied in systems containing Co(II), 4-(2-pyridylazo) resorcinol, tetrazolium salt {2,3,5-triphenyl-2H-tetrazolium chloride or 2-(4-iodophenyl)-3-(4-nitrophenyl) -5-phenyl-2H-tetrazolium chloride (INT)}, water and chloroform [4]. The complex formation and a liquid-liquid extraction in the cobalt (II) - 4-(2- thiazolylazo) resorcinol - 2,3,5-triphenyl-2H-tetrazolium chloride-water–chloroform system was studied [5]. Complex formation and liquid-liquid extraction were studied in a system containing cobalt(II), 4-(2-pyridylazo) resorcinol (PAR),1,4-diphenyl-3-(phenylamino)-1H-1,2,4- triazol [6,7]. A new solid-phase extraction method was developed for trace analysis of cobalt on Duolite XAD-761 resin by using flame atomic absorption spectrometry [8]. Complex formation and liquid-liquid extraction were studied in a system containing cobalt (II), 4-(2-pyridylazo) resorcinol(PAR), 1,4-diphenyl-3-(phenylamino)-1H-1,2,4- triazole (Nitron, Nt), water, and chloroform. The effect of some experimental parameters was systematically investigated, and the optimum conditions for cobalt extraction as an ion-association complex,  $(NtH^+) [Co^{3+}(PAR)_2]$ , were found [9].

Oxyphenolate complexes of cobalt are insoluble in chloroform, while mixed-ligand complexes with hydrophobic amines and aminophenols easily dissolve in various organic solvents [10-12]. In this respect, a very promising reagent is *o*-hydroxythiolphenols (HTPD), which contains one hydroxyl and one sulphohydril groups and is a sulfur-containing analogue of mononuclear poly-phenols with two oxygen atoms replaced with sulfur atoms. The real work is devoted to studying of reaction of a complex formation of Cobalt (II) with *o*-hydroxythiolphenols (*o*-HP) in the presence of hydrophobic amines (Am). From *o*-hydroxythiolphenols {4-hydroxy-3-thiolsulfonic acid (HTSA),4-hydroxy-3-thiolbenzoic acid (HTBA), 4-Nitro-2-hydroxythiophenol (HNTP)} in the presence of hydrophobic amines (Am) were used. in the presence of hydrophobic amines (Am). As hydrophobic amine aniline (An) and N-methylaniline (mAn) were used.

## 2. Experimental

**Reagents and apparatus.** A stock solution (1mg / mL) of cobalt (II) was prepared by dissolving in water an exact linkage  $\text{CoSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$  in water containing 2 ml conc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , and diluted with water to 1 liter [13]. The concentration of the cobalt solution was adjusted gravimetrically [3]. Solutions of HTPD and Am in chloroform (0.01M) were used. Their purity was verified by melting point determination and paper chromatography. To create the optimal acidity, 0.1M solutions of KOH and HCl or  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONH}_4$  buffers were applied. The extractant was purified chloroform.

The absorbance was recorded with a KFK-2 photocolorimeter and a SF 26 spectrophotometer (USSR), equipped with 5 and 10 mm pathlength cells. pH was measured using an I-120.2 potentiometer with a glass electrode.

**General Procedure for the Determination of Cobalt (II).** Portions of stock solutions of Cobalt (II) varying from 0.1 to 1.0 mL with a 0.1-ml step, a 2.2 mL portion of a 0.01 M solution of HTPD, and a 2.5 ml portion of a 0.01M solution of Am were placed in to calibrated test tubes with ground-glass stoppers (the volume of the organic phase was 5 ml). The required value of pH was adjusted by adding 1M HCl. The volume of the aqueous phase was increased to 20 mL using distilled water. In 8 minnute after the complete separation of the phases, the organic phase was separated from the aqueous phase and the absorbance of the extracts was measured on KFK-2 at room temperature and 540 nm ( $\ell=0.5\text{cm}$ ).

## 3. Results and Discussion

**Charge of the complexes and Choice of organic solvent.** The binary complexes Co(II)-HTPD, cannot be extracted in chloroform or other slightly polar organic solvents. Experiments with KU-2 and AV-17 ion-exchangers showed that these species are charged negatively. Electroneutral ternary complexes can be formed in the presence of Am.

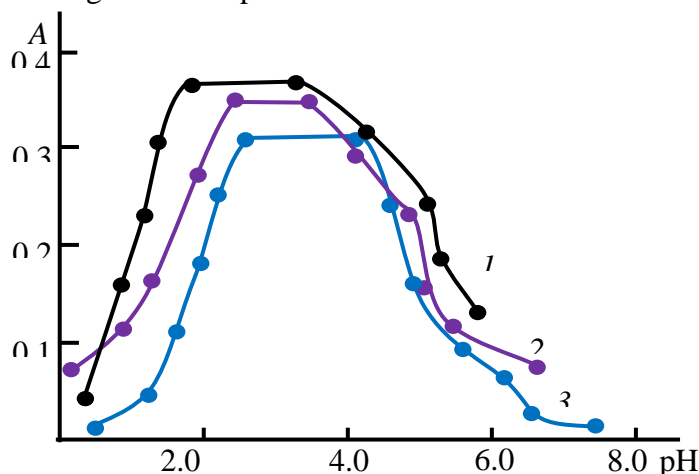
The following organic solvents were tested for the extraction of these complexes: chloroform, 1,2-dichloroethane, carbon tetrachloride, benzene, toluene, xylene, *iso*-butanol, and *iso*-pentanol. Chloroform was found to be the most effective. At the optimum conditions, this solvent provides degrees of extraction  $R=95.9\text{--}99.1\%$  (Table 1).

**Table 1.**

*Optical characteristics, precision, and accuracy of the spectrophotometric determination of Co(II) with HTPD and Am*

Compound	The pH range of maximum extraction	R,%	$\lambda_{\max}$ (nm)	$\varepsilon \cdot 10^{-4}$	$\lg K_{\text{eq}}$	$\lg \beta$	$\lg K_{\text{ex}}$	Working range / $\mu\text{g}/25 \text{ ml}$
Co- HTSA -An	2.5-4.1	95.9	540	3.12	7.78	12.55	10.72	0.5-100
Co- HTSA -mAn	2.3-3.8	97.8	548	3.38	7.81	12.64	10.77	0.6-95
Co- HTBA -An	2.4-3.5	96.7	556	3.49	7.41	11.94	10.83	0.5-80
Co- HTBA -mAn	2.2-3.4	98.3	552	3.55	7.58	12.20	10.85	0.5-85
Co- HNTP -An	1.9-3.1	99.1	558	3.69	6.38	10.24	10.89	0.6-80
Co- HNTP -mAn	1.8-2.9	98.5	560	3.72	6.65	10.17	10.92	0.5-80

**Influence of the pH of the Aqueous Phase.** The effect of pH on the formation of Co(II)- HTPD -Am complex was studied, in order to find a suitable pH that can be adopted in the determination of cobalt(II) (Fig. 1). The absorbance was found to be maximum in the pH range 1.8-3.8. Extraction of Co(II) enhanced with the increase in the acidity of the initial solution; the further increase in acidity lead to the gradual decrease of recovery, which was obviously associated with a decrease in the concentration of the ionized form of HTPD. Probably, it is present in the solution in the nondissociated state. At  $\text{pH} \geq 7.7$ , the complexes were hardly extracted, obviously because of the decrease in the degree of Am protonation.



**Fig.1.** Absorbance of mixed-ligand complexes as a function of the pH of the aqueous phase.

1 – Co-HNTP-An; 2 – Co-HTBA-An; 3 – Co-HTSA-An.

$C_{\text{Co}} = 2.035 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ ,  $C_{\text{HTPD}} = C_{\text{Am}} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$ ,  $\lambda = 540 \text{ nm}$ ,  $\ell = 0.5 \text{ cm}$

**Absorption maxima, reagents concentrations, molar absorptivities and effect of time.** The absorption maxima ( $\lambda_{\max}$ ) of the ternary Co(II)-HTPD-Am complexes lie in the range of 540-560 nm (Table 1).

Complete extraction is achieved at reagent concentrations not lower than  $(1.3-1.5) \times 10^{-3}$  mol/ml (HTPD) and  $(1.2-1.5) \times 10^{-3}$  mol/ml (Am). Co(II) concentration ranges in which the Beer's law is obeyed are listed in Table 1. The calculated molar absorptivities ( $\epsilon_{\max}$ ) belong to the interval  $(3.12-3.71) \times 10^4$ . Colour develops almost immediately after the reagents addition.

The absorbance of the extracts is stable for at least 48 hours. The optimum shaking time is 10 min.

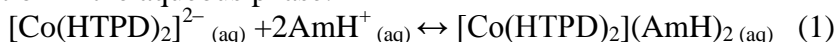
**Stoichiometry of the Complexes and the Mechanism of Complexation.** The molar ratios of the components of the ternary complexes were established by the equilibrium shift method and the method of Asmus [14]. The results show a complex composition of 1:2:2 (Co(II):HTPD:Am). The formation of ternary complexes can be presented in the following way. When cobalt interact with two molecules of HTPD, they form doubly-charged anionic complexes, which are extracted with two molecules of protonated Am. (Fig. 2).

Hence, the complexes can be regarded as ion associates between doubly charged anionic chelates  $[\text{Co}(\text{HTPD})_2]^{2-}$  and two protonated Am species:  $[\text{Co}(\text{HTPD})_2](\text{AmH}^+)_2$ . The stability constant of Co(II)-HTPD-Am complexes was calculated and found to be  $\lg\beta = 10.17-12.64$  at room temperature.

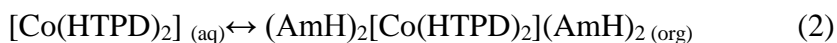
The disappearance of the pronounced absorption bands in the 3200-3600  $\text{cm}^{-1}$  with a maximum at 3460  $\text{cm}^{-1}$  observed in the spectrum of HTPD, says that the -OH group is involved in the formation of the complex. The observed decrease in the intensity, absorption bands in the area 2580  $\text{cm}^{-1}$  shows that -SH group is involved in the formation of coordination bond in the ionized state. Detection of the absorption bands at 2380  $\text{cm}^{-1}$  indicates the presence of a protonated aniline [15].

Several equilibrium processes are important when we describe quantitatively the formation and subsequent extraction of  $(\text{AmH}^+)_2[\text{Co}(\text{HTPD})_2]$ .

Formation in the aqueous phase:



Distribution:

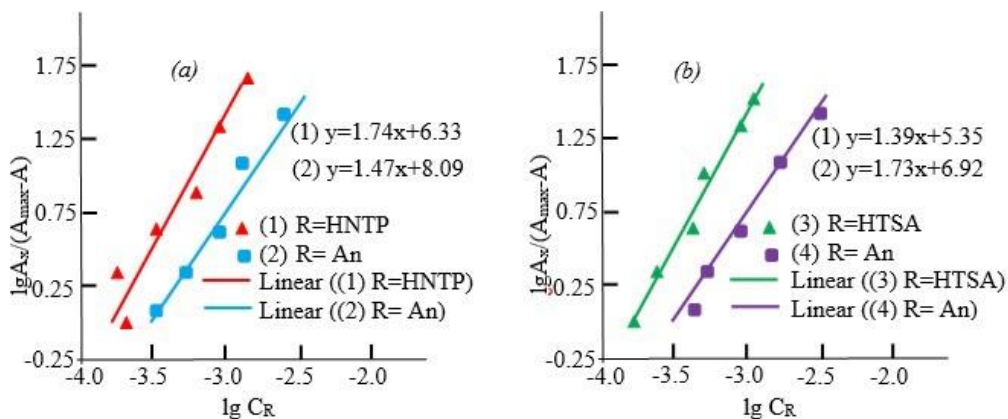


Extraction from water into chloroform:



The equilibrium constants describing these processes are shown in Table 1.

The stability constant is determined by crossed lines method. The sizes of equilibrium constant  $K_{\text{eq}}$  calculated on a formula  $\lg K_{\text{eq}} = \lg D - 2\lg[\text{AmH}^+]$  were presented in table 1. The made calculations showed that ternary Co(II)-HTPD-Am complexes in an organic phase won't be polymerized and are in a monomeric form ( $\gamma = 1,08-1,31$ ).



**Fig. 2.** Determination of the HTPD-to-Co (straight line 1) and the Am-to-Co (straight line 2) molar ratios by the mobile equilibrium method.  $C_{\text{Co}} = 1.7 \times 10^{-5}$  mol/l,  $C_{\text{HTPD}} = 2.0 \times 10^{-3}$  mol/l,  $C_{\text{Am}} = 2.5 \times 10^{-3}$  mol/l,  $\lambda = 540$  nm, KFK-2  $l = 0.5$  cm.

**Effect of foreign ions and reagents.** It can be assumed that large amounts of alkaline ions, alkaline-earth ions,  $\text{NH}_4^+$ , W(VI), Mo(VI),  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , tartrate, citrate, oxalate and tiron; moderate amounts of Cr(VI), Cr(III), Zn(II) and Cd(II); and small amounts of Mn(II), Sn(II), Cu(II), Al(III), ascorbic acid and  $\text{SCN}^-$  are tolerable. Ni(II), Fe(II, III), V(IV, V), Ga(III), In(III), and Tl(III) interfere seriously at a ratio of 1:1 with respect to Co(II). However, the interfering effect of some of these ions can be reduced by masking with oxalate, citrate or EDTA.

**Effect of Cobalt (II) concentration.** The adherence to Beer's law was studied by measuring the absorbance value of the series of solutions containing different concentrations of the metal ion. A linear calibration graph drawn between absorbance and the metal ion concentration indicates that Co(II) may be determined in the range 0.5-100  $\mu\text{g/ml}$  (table 1). Table 2 summarizes the calibration characteristics obtained with HTPD+An. With the increase of the basic amine (pKa) complexes improved analytical parameters ( $\text{pKa}(\text{An}) = 4.58$ ,  $\text{pKa}(\text{mAn}) = 4.85$ ).

**Table 2.**

*Analytical characteristics of some ternary complexes of Co with o-hydroxythiophenol derivatives in the Presence of aniline*

Compound	LOD*: ng/ ml	LOQ*: ng/ml	SS*: $\mu\text{g}/\text{cm}^2$	Beer's law range ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	The equation of calibration curves
Co-HTSA-An	15	53	2.30	0.02-4.0	$0.045+0.110x$
Co-HTSA-mAn	14	46	2.22	0.05-3.8	$0.056+0.107x$
Co- HTBA -An	13	42	2.17	0.02-3.2	$0.069+0.103x$
Co- HTBA -mAn	13	42	1.95	0.02-3.4	$0.045+0.131x$
Co- HNTP -An	12	39	1.87	0.02-3.2	$0.054+0.133x$
Co-HNTPmAn	14	41	1.79	0.02-3.2	$0.055+0.132x$

Note\*: LOD- Limit of detection; LOQ - Limit of quantification; SS-Sandell's sensitivity.

The proposed method compares favourably with the existing ones (Table 3) and offers the advantages of better simplicity, rapidity, sensitivity and selectivity [2-6].

**Table 3.**

*Comparative characteristics of the procedures for determining of cobalt*

Reagent [Ref.]	pH	$\lambda$ , nm	$\epsilon \cdot 10^{-4}$	Beer's law range ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )
Nitroso-R-salt [2]	$\geq 5$	415	3.5	0.7-29
1-nitroso-2-naphtol [2,3]	$\geq 3$	415	2.9	0.8-56
INT [4-6]	5.2-5.8	525	4.26	0.2 - 75
2-nitroso-1-naphtol [2]	$\geq 4$	365	3.7	0.1-60
HTSA -An	2.3-3.8	540	3.12	0.6-95
HTBA -An	2.4-3.5	556	3.49	0.5-80
HNTP -An	1.9-3.1	558	3.72	0.6-80

#### 4. Analytical Applications

The proposed method under the already established optimum conditions was applied for the determination of Co(II) in various objects.

*Determination of Cobalt (II) in Steel.* A weighed sample of 0.2 g was dissolved in 20 ml of  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (1: 1) was oxidized with a few drops of concentrated nitric acid and evaporated twice to vapor  $\text{SO}_3$ . The precipitated salt was dissolved in 20 ml of 15% tartaric acid under heating, the solution was cooled, adjusted with water to 100 ml in a volumetric flask, stirred and filtered. An aliquot of 5 ml was put into a separatory funnel, was added 1 ml of 10% hydroxylamine solution, 1 ml of 3% ascorbic acid, and was determined cobalt using the proposed procedures. The results are presented in table 4.



**Table 4.**  
*Determination of Cobalt in steel (n=6, P=0.95)*

Compound	Steel	X	S <sub>x</sub>	μ	S <sub>r</sub>
Co-HTBA-mAn	M 441 (0.012 %Co)	0.0124	3.12×10 <sup>-4</sup>	(1.24±0.0328) ×10 <sup>-2</sup>	0.025
Co-HTSP-An		0.0129	3.27 ×10 <sup>-4</sup>	(1.29±0.0331) ×10 <sup>-2</sup>	0.022
Co- HTSA - mAn		0.0118	3.16 ×10 <sup>-4</sup>	(1.18±0.0345) ×10 <sup>-2</sup>	0.017
Co- HTSA-An	№156	0.520	0.026	0.520±0.0210	0.037
Co- HTBA -An	(0.56	0.569	0.020	0.569±0.027	0.033
Co- HNTP -An	% Co)	0.552	0.029	0.552±0.021	0.049

*Determination of Co (II) in Sewage Water and Bottom Sediments.* 1l taken for analysis of waste water is evaporated to obtain a precipitate, do not boil. The precipitate was dissolved in 5 ml of HNO<sub>3</sub>, was transferred to a 50 ml flask, and diluted to the mark with water. The results are presented in table 5.

**Table 5.**  
*Determination results of cobalt (II) in the Sewage water and Bottom sediments (n = 6, P = 0.95)*

Compound	Analysis object	Added, μg	Found, μg	$\bar{X} = \pm \frac{t_p S}{\sqrt{n}}$	S <sub>r</sub>
Sewage water					
Co- HTBA -An	Sample 1	2.0	2.45	0.45±0.05	0.06
Co- HNTP -An	Sample 2	5.0	6.14	1.14±0.11	0.07
Bottom sediments					
Co- HTBA -An	Sample 1	5	6.26	1.26±0.05	0.05
Co- HNTP -An	Sample 2	5	6.92	1.92±0.04	0.08

## REFERENCES

1. Oh R. C., Brown D. L. "Vitamin B12 deficiency // American Family Physician. 2003, V. 67, № 5, pp. 979–986.
2. Pyatnitskiy I. V. Analiticheskaya khimiya kopal'ta. M.: Nauka, 1965.
3. Umland F. et al. Kompleksnye soedineniya v analiticheskoi khimii: teoriya i praktika primeneniya [Complex compounds in analytical chemistry: theory and practice of application]. M., Mir, 1975. 531 p.
4. Divarova V. V., Gavazov K. B., Lekova V. D., Dimitrov A. N. Spectrophotometric investigations on liquid-liquid extraction systems containing cobalt, 4-(2-pyridylazo)-resorcinol and tetrazolium salts // Chemija. 2013. V. 24. № 2, pp. 81–87.

5. *Divarova V. V., Racheva P. V., Lekova V., Gavazov K. B.* Spectrophotometric determination of cobalt (II) in a liquid-liquid extraction system containing 4-(2-thiazolylazo) resorcinol and 2,3,5-triphenyl-2H-tetrazolium chloride // *J. of Chem. Technology and Metallurgy*. 2013, V. 48, № 6, pp. 623-630.
6. *Racheva P. V., Gavazov K. B., Lekova V. D., Dimitrov A. N.* Complex Formation in a Liquid-Liquid Extraction System containing Cobalt(II), 4-(2-Pyridylazo)resorcinol, and Nitron // Hindawi Publishing Corporation. *Journal of Materials*. 2013, Article ID 897343, 7 p.
7. *Divarova V. V., Stojnova K. T., Racheva P. V.* Liquid-liquid extraction of ion-association complexes of cobalt(II)-4-(2-pyridylazo)resorcinol with ditetrazolium salt // *J. Serb. Chem. Soc.* 2014, V.79, № 10, pp. 1-12.
8. *Ciftci H.* Solid phase extraction method for the determination of cobalt in water samples on duolite XAD-761 resin using 4-(2-Pyridylazo) resorcinol by FAAS // *Current Analytical Chemistry*. 2010, V. 6, № 2, pp. 154-160.
9. *Ram G., Chauhan R. S., Goswami A. K., Purohit D. N.* Review of spectrophotometric methods for determination of cobalt(II) // *Reviews in Analytical Chemistry*. 2003, V. 22, № 4, pp. 255-317.
10. *Zalov A.Z., Kuliev K.A., Akberov N.A., Abasgullieva U.B., Bakhsieva U.Sh.* Composition and extraction of tungsten (VI) complexes with 2-hydroxy-5-bromtiphenol and aminophenols. *Chem. Problems*. 2019, V. 17, №. 1, pp. 50-57.
11. *Zalov A.Z., İsgenderova K.O., Asgarova Z.G.* Spectrophotometric research into interaction nickel (II) with 1-(2-pyridylazo)-2-hydroxy-4-mercaptifenol and aminophenols. *Chem. Problems*. 2021, № 3 (19), pp. 150-159.
12. *Zalov A. Z., Amanullayeva G. I.* Spectrophotometric determination of cobalt (II) in a liquid-liquid extraction system containing 2-hydroxy-5-iodothiophenol and diphenylguanidine. *J. of Applied Science*. 2016, V. 2, № 7, pp. 17-25.
13. *Marczenko, Z., Baltsejak, M. K.* Spectrophotometrically in the UV and visible regions in inorganic analysis. *M. Binom. Laboratoriya znaniy*. 2007. P. 711 p.
14. *Bulatov M.I., Kalinkin I.P.* *Practicheskoe rukovodstvo po photocolorimetricheskim i spectrophotometricheskim metodam analiza*, Leningrad, 1976.
15. *Bellami L.* *The infra-red spectra of complex molecules*. Moscow: Mir, 1991. P. 592.

Redaksiyaya daxil olub 05.01.2023

УДК 678.762.2.134

*Ш.М.Мамедов<sup>2</sup>, Г.Г.Азизова<sup>1</sup>, Ф.А.Амиров<sup>1</sup>, И.Г.Мовлаев<sup>1</sup>,  
Г.А.Мамедова<sup>2</sup>, П.И.Исмайлова<sup>2</sup>, Р.Ф.Ханкишиева<sup>2</sup>*

*Азербайджанский Государственный Университет  
Нефти и Промышленности<sup>1</sup>*

*<sup>2</sup>Институт Радиационных Проблем Министерство Науки и  
Образования Азербайджанской Республики<sup>2</sup>  
shiraz.mamedov@gmail.com*

## **БЕССЕРНАЯ ВУЛКАНИЗАЦИЯ БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ КАУЧУКОВ С УЧАСТИЕМ ПОЛИГАЛОГЕНМЕТИЛ СОДЕРЖАЩИХ СОЕДИНЕНИЙ**

**Ключевые слова:** *бутадиен-нитрильный каучук, вулканизация, гексахлорпаракилол, меркаптобензтиазол, эластомера, хлор содержащих соединения, модуль, радикал*

Исследовано действие ряда полигалогенметилсодержащих соединений (ПГМСС) как структурирующих агентов бессерной вулканизации бутадиен-нитрильных эластомеров СКН-40М. Установлено, что ПГМСС обуславливают большую продолжительность индукционного периода и большую скорость реакций структурирования в главном периоде вулканизации по сравнению с серосодержащими производными, в частности, каптаксом и альтаксом. Показано, что ПГМСС имеют существенные преимущества перед применяемыми в настоящее время серосодержащими ускорителями. Установлено, что в присутствии ОДДМ выход поперечных связей увеличивается 2-3 раза, причем сшивание зависит от содержания полярных С-Cl групп. Показано, что хлорсодержащие вулканизирующие агенты вулканизации БНК (СКН-40М), благодаря интенсивному структурирующему действию в главном периоде вулканизации позволяет получать эластомерные материалы с высокими значениями модуля. Регистрация спектров ЭПР показывает, что в условиях повышенных температурах сшивании происходит распад хлорсодержащих соединений на свободные радикалы.

**Ş.M.Məmmədov, G.H.Əzizova, F.A.Əmirov, İ.Q.Mövlayev., G.A.Məmmədova,  
P.İ.İsmaylova, R.F.Xankişiyeva**

## **POLİHALOGENMETİL TƏRKİBİ OLAN BİRLƏŞMƏLƏRİN İŞTİRAKI İLƏ BUTADIEN-NİTRİL KAUCUKLARININ KÜKÜRDSÜZ VULKANLAŞMASI**

*Açar sözlər: nitril butadien rezin, vulkanizasiya, heksaxloroparaksilen, merkaptobenzotiazol, elastomer, xlor tərkibli birləşmələr, modul, radikal*

SKN-40M butadien-nitril elastomerlərinin kükürdsüz vulkanlaşması üçün strukturlaşdırıcı agent kimi bir sıra polihalometil tərkibli birləşmələrin (PHM) təsiri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, PHM kükürd tərkibli törəmələrlə, xüsusən də kaptaks və altaks ilə müqayisədə əsas vulkanizasiya dövründə daha uzun induksiya müddəti və struktur reaksiyalarının daha yüksək sürətinə səbəb olur. Göstərilmişdir ki, PHM hazırda istifadə olunan kükürd tərkibli sürətləndiricilərlə müqayisədə əhəmiyyətli üstünlüklərə malikdir. Müəyyən edilmişdir ki, ODDM iştirakı zamanı cərgəli əlaqələrin çıxımı 2-3 dəfə artır və tikilmə prosesi C-Cl polyar qruplarının miqdarından asılıdır. Göstərilmişdir ki, xlor tərkibli vulkanlaşdırıcı BNK (SKN-40M), vulkanizasiyanın əsas dövründə intensiv strukturlaşma təsirinə görə yüksək modul qiymətli elastomer materialları əldə etməyə imkan verir. EPR spektrlərinin qeydiyyatı göstərir ki, tikilmə prosesinin yüksək temperaturu şəraitində xlor tərkibli birləşmələr sərbəst radikallara parçalanır.

**Sh.M.Mammadov, G.G.Azizova, F.A.Amirov, I.G.Movlaev,  
G.A.Mamedova, P.I.Ismayilova, R.F.Khankishieva**

## **INVESTIGATION OF POLYHALOGENMETHYL CONNECTIONS AS A LINKING AGENTS OF SULPHURLESS VULCANISATION OF ELASTOMERS**

*Keywords: nitrile butadiene rubber, vulcanization, hexachloroparaxylene, mercaptobenzothiazole, elastomer, chlorine-containing compounds, modulus, radical*

The effect of a number of polyhalomethyl-containing compounds (PHMCS) as structuring agents for sulfur-free vulcanization of nitrile-butadiene elastomers SKN-40M has been studied. It has been established that PGMSS cause a longer induction period and a higher rate of structuring reactions in the main vulcanization period compared to sulfur-containing derivatives, in particular, Captax and Altax. It is shown that PGMSS have significant advantages over currently used sulfur-containing accelerators. It has been established that in the presence of ODDM the yield of cross-links increases by 2-3 times, and the cross-linking depends on the content of polar C-Cl groups. It is shown that chlorine-containing vulcanizing agents BNK (SKN-40M), due to the intense structuring effect in the main period of vulcanization, makes it possible to obtain elastomeric materials with high modulus values. Registration of EPR spectra

shows that under conditions of elevated crosslinking temperatures, chlorine-containing compounds decompose into free radicals.

### **Введение**

На современном этапе для удовлетворения потребности экономики в важнейших видах композиционных материалов из эластомеров, особое значение приобретает проблема непрерывного повышения их качества и срока службы. Решение этой проблемы имеет важное научно-техническое значение, так как увеличение ресурса работоспособности изделий равнозначно дополнительному выпуску продукции без расширения объемов производства и обеспечивает значительную экономию сырья и материалов. В настоящее время за счет новых мономеров практически исчерпаны резервы расширения ассортимента эластомеров [1]. Поэтому тенденция в производстве резиновых изделий состоит не в синтезе новых, а в поиске рациональных путей использования традиционных крупнотоннажных эластомеров. Это достигается совмещением различных эластомеров или их модификацией добавками химически активных соединений. Модификация является одним из наиболее доступных способов улучшения свойств эластомеров, так как позволяет синтезировать резины с заданными свойствами без существенного изменения технологии производства резиновых изделий [2].

В соответствии с требованиями современной технологии производства эластомерных материалов применяемые в промышленности ускорители вулканизации должны обеспечивать высокую скорость реакций структурирования, не вызывая преждевременной вулканизации эластомерных смесей. Среди существующего в настоящее время ассортимента ускорителей вулканизации этому требованию в наибольшей мере отвечают гексахлорпарахлорид [3; 4] и меркаптобензотиазол (МБТ) [5]. Представлялось, однако, интересным изучить вулканизирующее действие полигалогенметилсодержащих соединений ПГМСС [-гексахлорпарахлорид (ГХПК), -октахлор-4,4-диметилдифенилметан (ОДДМ)] и установить, какие особенности в кинетику вулканизации эластомерных смесей вносят соединения этого типа.

### **Методика и объект исследования**

В качестве объектов исследования использовали бутадиен-нитрильные эластомеры СКН-40М. На лабораторных вальцах после тщательного перемешивания эластомера в течение 3-5 мин с фрикцией  $f = 1:2$  готовили смеси, содержащие, масс.ч. на 100 масс.ч. эластомера: 3.0 сшивающего агента, 5.0 эпоксидной смолы ЭД-5, 5.0 окиси цинка и 50.0

технического углерода П-324 (в некоторых композициях последний отсутствовал). Затем под прессом при температуре 80°C формовали образцы в виде пластинок толщиной 0.3 мм;  $T_{\text{вулк.}}=150^{\circ}\text{C}$ , продолжительность  $\tau = 100$  мин [6].

Склонность к вулканизации определяли на приборе ВР-2 или же по падению пластичности при прогреве [7]. Кинетику структурирования при вулканизации ненаполненных смесей из СКН-40М исследовали по методу [8], а структурные параметры сетки вулканизатов определяли методом золь-гель-анализа [9]. Скорость изменения модуля прочности при вулканизации изучали по известной методике [8]. Свободные радикалы, образующиеся при структурировании смесей, исследовались радиоспектрометром РЭ-1306 [10]. Характеристика соединений, испытанных в качестве сшивающих агентов для эластомеров СКН-40М, показана в таблице.

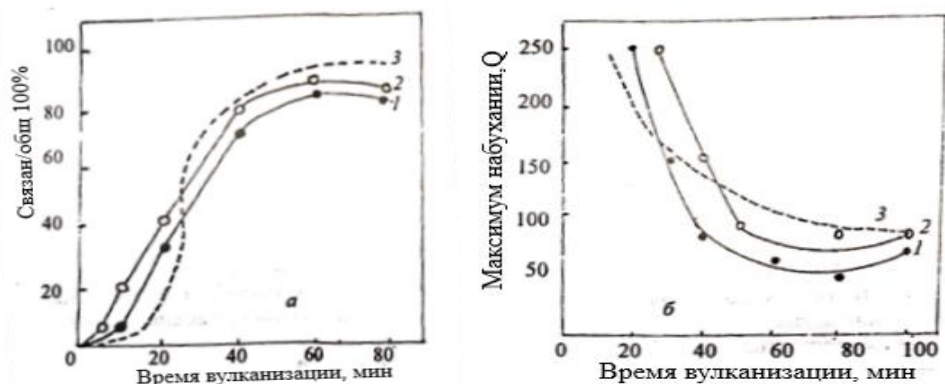
**Таблица.**

*Соединения, испытанные в качестве сшивающих агентов для эластомеров*

Название	Химическая формула	$T_{\text{пл.}}^{\circ}\text{C}$
$\omega$ -Гексахлор- <i>n</i> -ксилол (ГХПК)	<chem>ClC1=CC=C(C=C1)CCl</chem>	90-100
$\omega$ -Октахлор-4,4-диметилдифенилметан (ОДДМ)	<chem>ClC1=CC=C(C=C1)C(Cl)(Cl)C2=CC=C(C=C2)CCl</chem>	110-120

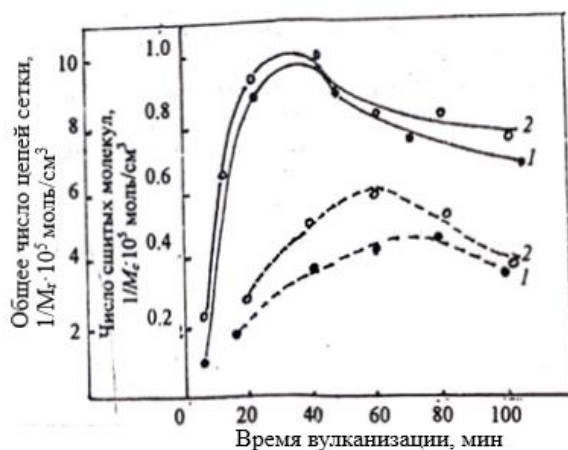
### Результаты и их обсуждение

Представленные на рис. 1 данные кинетики вулканизации ненаполненных смесей из СКН-40М показывают, что для ПГМСС в еще большей степени проявляются характерные для моносульфенамидных ускорителей особенности вулканизации: большая продолжительность индукционного периода и высокая скорость реакций структурирования в главном периоде. При этом кинетические кривые структурирования эластомеров в присутствии ПГМСС, в отличие от известной смеси (2-меркаптобензтиазол), не обнаруживают реверсии вулканизации (рис.1 а, б).



**Рис.1.** Кинетика присоединения хлора (а) и кинетика структурирования (б) при вулканизации ненаполненных смесей из СКН-40М ( $T=150^{\circ}\text{C}$ ) с участием: 1 - ГХПК; 2 - ОДДМ; 3 - 2-МБТ

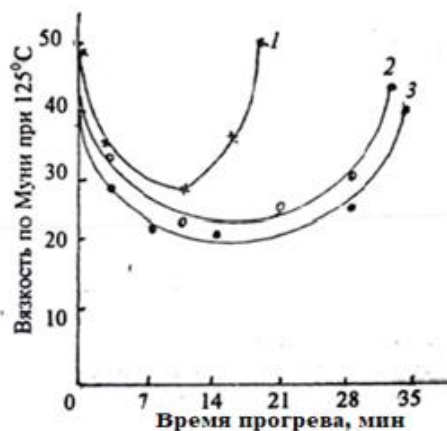
О том, что ПГМСС обуславливают меньшую реверсию вулканизации, свидетельствуют также результаты определения методом золь-гель-анализа структурных параметров сетки вулканизатов, полученных с применением ПГМСС. Из данных, приведенных на рис.2, видно, что ОДДМ (кривая 2) приводит по сравнению с ГХМК (кривая 1) к получению вулканизатов, в которых явление деструкции выражены в значительно меньшей степени [11].



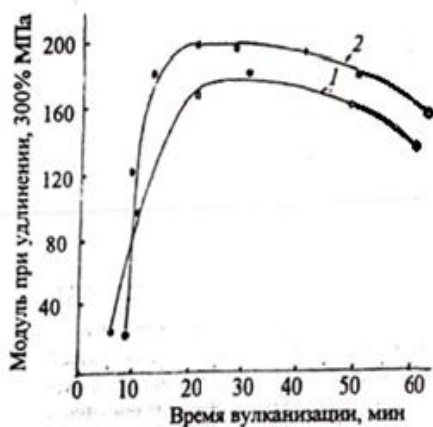
**Рис.2.** Зависимость структурных параметров сетки от продолжительности вулканизации бутадиен-нитрильного каучука СКН-40М с участием: 1 - ГХПК; 2 - ОДДМ (сплошная линия - общее число цепей сетки; пунктир - число шитых молекул).

Отмеченные особенности в действии ПГМСС сказываются на технологических свойствах эластомерных смесей и физико-механических характеристиках резин следующим образом.

Вследствие продолжительного индукционного периода ПГМСС обуславливают резкое повышение стойкости резиновых смесей к преждевременной вулканизации. Данные, приведенные на рис. 3, показывают, что с применением ПГМСС достигается примерно такой же скачок, что и в увеличении безопасности технологической обработки эластомерных смесей при подвулканизации.



**Рис.3.** Влияние ПГМСС на пласто-эластические свойства смесей бутадиен-нитрильного каучука СКН-40М, наполненных техническим углеродом П-324; 1-МБТ; 2 – ОДДМ; 3-ГХПК:



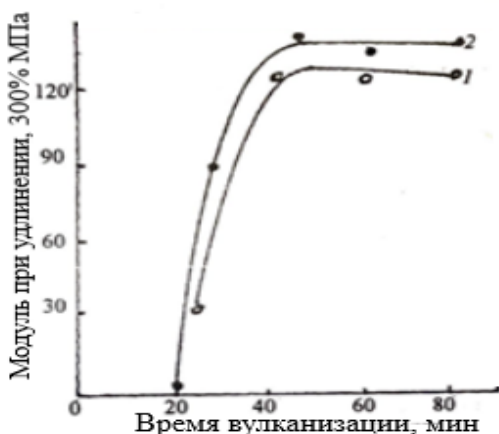
**Рис.4.** Влияние ПГМСС на кинетику изменения модуля при вулканизации смесей из СКН-40М, наполненных техническим углеродом П-324:1 ГХПК:2 - ОДДМ

Благодаря интенсивному структурирующему действию в главном периоде вулканизации ПГМСС позволяют получать эластомерные материалы с высокими значениями модуля (рис. 4). Из данных рис. 4 видно, что высокая скорость реакций структурирования в главном периоде вулканизации и замедленное их протекание в начальной стадии процесса характерны для всего рассмотренного нами ряда ПГМСС. Эта закономерность установлена для эластомеров всех марок СКН. Структурирование эластомеров под действием указанных ПГМСС в главном периоде вулканизации протекает настолько интенсивно, что даже при введении их в эластомерные смеси в равновесовых в известных количествах они приводят к получению вулканизатов с практически одинаковыми значениями модуля. Получение вулканизатов с большим

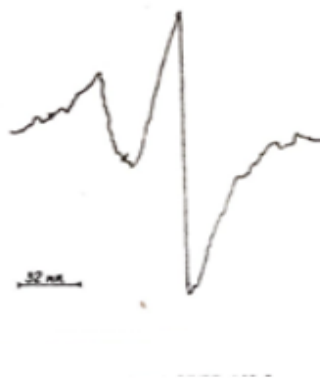


модулем имеет важное значение для создания агрессивноустойчивых эластомерных материалов с высокой износостойкостью.

Данные, приведенные на рис. 5, показывают также, что ПГМСС представляет существенный интерес для проведения вулканизации при повышенных температурах. С повышением температуры вулканизации ускорители этого типа обуславливают меньшую реверсию прочностных свойств вулканизатов вследствие меньшей деструкции вулканизационных сеток, образуемых в присутствии ПГМСС. ОДДМ приводит к получению эластомерных материалов, характеризующихся более высокой (примерно на 20-25%) стойкостью к тепловому старению по сравнению с вулканизатами с тиазольными ускорителями. Для установления причин изложенных выше особенностей вулканизирующего действия ПГМСС весьма важными представляются следующие данные.



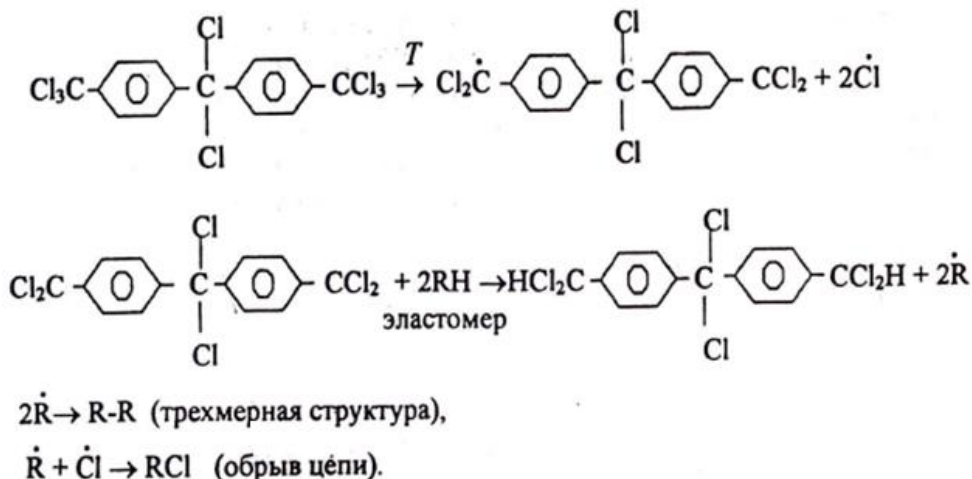
**Рис. 5.** Кинетика изменения модуля смесей на основе СКН-40М, наполненных техническим углеродом П-324 при вулканизации с участием: 1 - ГХМК; 2 - ОДДМ



**Рис. 6.** Спектр ЭПР СКН-40М+ZnO+ОДДМ, полученный после прогрева смеси при температуре 150°C.

Регистрация спектров ЭПР показывает (рис. 6), что в условиях повышенных температур вулканизации происходит распад ПГМСС на свободные радикалы. Используя полученные данные, можно предположить следующий механизм структурирования. Под действием температуры молекулы ПГМСС разлагаются гомолитически с отщеплением атомов хлора от обеих трихлорметильных групп. Образующийся бирадикал отщепляет водород от молекул эластомера,

образуя макрорадикал, который способен структурироваться. Обрыв цепи может происходить в основном в результате рекомбинации радикалов хлора и эластомера [6]:



Подтверждением высказанного соображения служат, как отмечалось выше, данные ЭПР, свидетельствующие о том, что при более высоких температурах вулканизации в присутствии ПГМСС имеет место более интенсивное образование свободных радикалов, чем при применении тиазольных ускорителей [12; 13].

Таким образом, с точки зрения технологических свойств эластомерных смесей и физико-механических характеристик вулканизатов изложенные в настоящем сообщении результаты исследования показывают, что ПГМСС как структурирующие агенты вулканизации бутадиен-нитрильных эластомеров имеют существенное преимущество перед применяемыми в промышленности серосодержащими ускорителями на основе МБТ. Учитывая кинетические особенности вулканизации эластомерных смесей в присутствии ПГМСС, следует признать, что органические сшивающие агенты ПГМСС представляют интерес для получения эластомерных материалов, применяемых в буровой технике, и в большей мере отвечают перспективным требованиям развития технологии производства эластомерных материалов.

### Выводы

Исследованы новые соединения ПГМСС в качестве ускорителя для БНК (СКН-40М) с целью проведения без вулканизирующего агента серы.

Методом зол-гель анализом установлено действие ГХПК, ОХДМФ на структурные параметры сетки вулканизатов в ненаполненных смесях.

Установлено выход число цепей сетки и числа сшитых молекул в вулканизатах.

Показано, что в условиях повышенных температур вулканизации происходит распад ПГМСС на свободные радикалы.

Высокоактивным вулканизирующим агентом, ПГМСС позволяющим полностью исключить из вулканизуемой смеси элементарную серу и имеет существенное преимущество по влиянию подвулканизации эластомерных смесей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Sh.Mamedov*. Synthesis, processing and vulcanization of butadiene-nitrile rubber. Lap Lambert Academic Publishing (Germany), 2015, 350 p.
2. *Ш.М.Мамедов., Ф.И.Ядрев.* Бутадиен-нитрильные каучуки и резины на их основе. Баку, Элм, 1995, 280 p.
3. *В.В.Гармонова.* Синтетические каучуки Л. Химия, 2010, 640 p.
4. *Щ.М.Мамедов, М.Дж.Салахов.* Свойства вулканизатов на основе СКН-40 полученных в присутствии хлорсодержащих соединений. Каучук и резина, 2014. С.21
5. *Е.Р.Кузнецов, Дивгин П.А., Бударина.* М. Химия, 2002, с.201-210.
6. *А.С.Кузьминский., С.М. Кабун., Курпичев.* Физико-химические основы переработки и применение эластомеров. М., Химия 2012. 340 с.
7. *В.О.Рейсхфилед, Еркова,* Лабораторный практикум по синтетическим каучукам., Л.Химия, 2016. с.57-58.
8. *Ю.Н.Хакимулин, А.Н.Куркин.* Вулканизация эластомеров хлорорганическими соединениями. Прикладная химия. Т.73. №2., 2014, с.301-307.
9. *J.Jhang, C.Wang, W.ZaO, H.Feng, Y.Hou, A.Hou.* High-performance nitrile-butadiene rubber composites with good mechanical properties, tunable elasticity, and robust shape memory behaviours. Materials and interfaces, American Chemical Society, 2020, p.136-140.
10. *Flory., Rehian.C., S.Chem.* Phys.11, 1948, p.512-514.
11. *N.V.Shadrinov, S.I.Nartakhova.* Structure and properties of nitrile-butadiene rubber filled with carbon and basalt fibers. Inorganic Materials: Applied Research 8, 2017, p.140-144.
12. *Ristom Mody, David Gerrad, Jim Goodson.* Elastomers in the oil field, J.Rubber. Chem.Techn., 2013, v.86, №3, p.1285-1287.
13. *Jian-Hua Ma, Su-He Zhao, Li-Qun Zhang.* Comparison of structure and properties of two styrene-butadiene rubbers filled with carbon black, carbon silica dual-phase filler, and silica., 2015, v.91, №3, p.1045-1055.

Redaksiyaya daxil olub 05.01.2023

UOT 547.057+547.51+547.7/.8

*N.Y.Əhmədova<sup>1</sup>, E.İ.Məmmədov<sup>2</sup>*  
*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti<sup>1</sup>*  
*Azərbaycan Texniki Universiteti<sup>2</sup>*  
*hasanovanur@gmail.com*  
*mammadov.elman@rambler.ru*

## 1,2 – VƏ 1,2,4–ƏVƏZLİ PİRROLLARIN YENİ SİNTEZİ

**Açar sözlər:** tsikloalkankarbon turşularının xloranhidridləri; 3-xlor- və 2-metil-3-xlorpropenlər; 1-tsikloalkil-3-R<sup>1</sup>-3,4-dixlor-1-butanonlar; 1-tsikloalkil-3-R<sup>1</sup>-4-xlor-2-buten-1-onlar; 1,2- və 1,2,4-əvəzli pirrollar

Tsikloalkankarbon turşuları xloranhidridlərinin 3-xlor- və 2-metil-3-xlorpropenlərə elektrofil birləşmə reaksiyasından 1-tsikloalkil-3-R<sup>1</sup>-3,4-dixlor-1-butanonlar alınmış və onların DMFA mühitində Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ilə qarşılıqlı təsirdən 1-tsikloalkil-3-R<sup>1</sup>-4-xlor-2-buten-1-onlar əmələ gəlmişdir. İQ və NMR <sup>1</sup>H spektrlərinin məlumatlarına görə doymamış xlorketonların konformer formaları göstərilmişdir. Tsikloalkiləvəzli doymuş və doymamış xlorketonların efir və ya su-efir mühitində 35 - 40°C temperaturda etanolaminlə reaksiyasından 1,2- və 1,2,4 - əvəzli pirrol birləşmələri alınmışdır. Sintez olunmuş doymuş və doymamış xlorketonların, 1,2- və 1,2,4- əvəzli pirrolların quruluşları İQ və NMR <sup>1</sup>H spektrlərinin məlumatlarına görə təsdiq olunmuşdur.

*Н.Я.Ахмедова, Э.И.Маммадов*

## НОВЫЙ СИНТЕЗ 1,2- И 1,2,4-ЗАМЕЩЕННЫХ ПИРРОЛОВ

**Ключевые слова:** хлорангидриды циклоалканкарбоновых кислот; 3-хлор- и 2-метил-3-хлорпропены; 1-циклоалкил-3-R<sup>1</sup>-3,4-дихлор-1-бутаноны; 1-циклоалкил-3-R<sup>1</sup>-4-хлор-2-бутен-1-оны; 1,2- и 1,2,4-замещенные пирролы

При электрофильном присоединении хлорангидридов циклоалканкарбоновых кислот к 3-хлор- и 2-метил-3-хлорпропенам были получены 1-циклоалкил-3-R<sup>1</sup>-3,4-дихлор-1-бутаноны, которые при обработке с карбонатом натрия в ДМФА образуются 1-циклоалкил-3-R<sup>1</sup>-4-хлор-2-бутен-1-оны. По данным ИК и ЯМР <sup>1</sup>H спектроскопии были показаны конформерные формы ненасыщенных хлоркетонов. При реакции циклоалкилзамещенных насыщенных и ненасыщенных хлоркетонов с этаноламином в среде эфира или водно-эфирной при температуре 35 - 40°C образуются 1,2- и 1,2,4-производные пиррола. Строение синтезированных насыщенных и ненасыщенных хлоркетонов, 1,2- и 1,2,4-замещенных пирролов были подтверждены данными спектров ИК и ЯМР <sup>1</sup>H.

*N.Y.Ahmadova, E.I.Mammadov*

## NEW SYNTHESIS OF 1,2- AND 1,2,4-SUBSTITUTED PYRROLES

**Keywords:** acid chlorides of cycloalkanecarboxylic acids; 3-chloro- and 2-methyl-3-chloropropenes; 1-cycloalkyl-3-R<sup>1</sup>-3,4-dichloro-1-butanones; 1-cycloalkyl-3-R<sup>1</sup>-4-chloro-2-buten-1-ones; 1,2- and 1,2,4-substituted pyrroles

Electrophilic addition of cycloalkanecarboxylic acid chlorides to 3-chloro- and 2-methyl-3-chloropropenes gave 1-cycloalkyl-3-R<sup>1</sup>-3,4-dichloro-1-butanones, which, upon treatment with sodium carbonate in DMFA, form 1-cycloalkyl-3-R<sup>1</sup>-4-chloro-2-buten-1-ones. According to IR and NMR <sup>1</sup>H spectroscopy, conformer forms of unsaturated chloroketenes were shown. During the reaction of cycloalkylsubstituted saturated and unsaturated chloroketenes with ethanolamine in ether or water-ether media at a temperature of 35 - 40°C 1,2- and 1,2,4-pyrrole derivatives are formed. The structures of the synthesized saturated and unsaturated chloroketenes, 1,2- and 1,2,4-substituted pyrroles were confirmed by IR and NMR <sup>1</sup>H spectra.

## GİRİŞ

Xlor atomu, ikiqat rabitə və karbonil qrupu kimi aktiv funksional qruplar saxlayan doymuş və doymamış xlorketonlar bir- və ya ikiheteroatomlu beş- və altıüzvlü heterotsiklik birləşmələrin sintezi üçün vacib və perspektivli birləşmələr sinfinə aiddirlər [1-6]. Karbon turşuları xloranhidridlərinin Lüs tipli turşuların (Fridel-Krafts katalizatorları) iştirakı ilə doymamış karbohidrogenlərə və onların xlorəvəzli törəmələrinə elektrofil birləşmə reaksiyaları xlorketonların alınmasının ən mühüm reaksiyalarından biridir [1; 5-8]. Bu reaksiyalarda xlorəvəzli karbon turşularından istifadə edilməsi alınan xlorketonların funksionallığını artırır [5; 9-11].

Bir çox təbii birləşmələrin tərkibinə daxil olan pirrol törəmələri canlı orqanizmlərdə mühüm fizioloji funksiyalar yerinə yetirirlər. Pirrol həlqəsi hemoqlobinin, xlorofillin, bir çox alkaloidlərin, dərman maddələrinin, amin turşuların və s. tərkibinə daxildir [12-14].

Məlumdur ki, asilxloridlərin allil tipli xloridlərə elektrofil birləşmə məhsulları birli aminlərin təsiri ilə pirrol törəmələrinə çevrilirlər [15-17].

Təqdim olunan işin məqsədi tsikloalkan(xlor- və metiltsikloalkan)karbon turşuları xloranhidridlərinin 3-xlor- və 2-metil-3-xlorpropenlərə elektrofil birləşmə məhsullarına etanolaminlə təsir etməklə yeni sinif 2-tsikloalkil-N-funksionaləvəzli pirrol törəmələrinin sintezidir.

## Təcrübi hissə

İQ spektrlər “UR-20” spektrometrində nazik təbəqə şəklində, NMR  $^1\text{H}$  spektrləri isə “Bruker AM-360” (360 Mhs) cihazında (daxili standart- HMDS və ya TMS) çəkilməşlər.

Başlanğıc maddələrdən 3-xlorpropen satışda olan reaktivdən istifadə edilmiş, 2-metil-3-xlorpropen isə məlum üsulla [18] alınmış və aşağıdakı fiziki sabitlərə malik olmuşdur:  $t_{\text{qayn}}$  72-73°C;  $n_D^{20}$  1.4275;  $d_4^{20}$  0.9283. Ədəbiyyat [18] məlumatları:  $t_{\text{qayn}}$  72-72,5 °C;  $n_D^{20}$  1.4268;  $d_4^{20}$  0.9268.

Tsikloalkankarbon turşularının xloranhidridləri uyğun turşuların  $\text{PCl}_3$  və ya  $\text{SOCl}_2$  ilə qarşılıqlı təsirdən alınmışdır [19].

### 1. 1-Tsikloalkil-3-R<sup>1</sup>-4-xlor-2-buten-1-onların(VIIa-h, VIIIa-h) sintezi.

0.1 mol Ia-h xloranhidridləri 0.12 mol 3-xlorpropen(IIa) və ya 2-metil-3-xlorpropen(IIb) 14.7q (0.11 mol)  $\text{AlCl}_3$  iştirakı ilə -15 ÷ -20°C temperaturda kondensləşdirilir [9]. Həlledicilər su nasosunda qovulduqdan sonra reaksiya məhsulu damcı qıfı ilə 11.7q (0.11 mol) natrium karbonatın 50 ml dimetilformamiddə (DMFA) suspenziyasına 80°C temperaturda əlavə edilir, 20 dəq qarışdırılır, soyudulur, 200 ml su əlavə edilir, efirlə(2x100 ml) ekstraksiya olunur və efir təbəqəsi su, 0,1 N HCl və təkrar su ilə yuyulur,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  üzərində qurudulur. Efir qovulur, qalıq vakuumda distillə edilir. Alınan doymamış xlorketonların(VIIa-h, VIIIa-h) xarakteristikaları cədvəl 1-də verilmişdir.

### 2. 1-(2-hidroksietil)-2-tsikloalkil-4-R<sup>1</sup>-pirrolların(IXa-f, Xa,b,d-f) alınması.

**A üsulu.** 0.1 mol Ia-f(Ia,b,d-f) xloranhidridləri 0.12 mol IIa(IIb) xloridləri ilə kondensləşdirilir [9], həlledicilər su nasosu ilə qovulur, qalıq isə 100 ml mütləq efirdə həll edilir. Alınan məhlula -10°C temperaturda damcı qıfı ilə 18.3q (0.3 mol) etanolaminin (EA) 30 ml efirdə qarışığı əlavə olunur. Reaksiya qarışığı 5-6 saat su hamamında qızdırılır, soyudulur, su, 10%-li  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , təkrar su ilə yuyulur və  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  üzərində qurudulur. Həllədici qovulur, qalıq isə vakuumda distillə edilərək 1-(2-hidroksietil)-2-tsikloalkil-4-R<sup>1</sup>-pirrolları(IXa-f, Xa,b,d-f) alınır ki, onların da bəzi xarakteristikaları cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Göstərilən reaksiya III,IV:EA:TEA(trietilamin)=1:1:2 nisbətində efir və ya su-efir mühitində aparılmış və IXa-f, Xa,b,d-f pirrolları alınmışdır.

**B üsulu.** 0.1 mol VIIa-f, VIIIa,b,d-f doymamış xlorketonların 0.2 mol etanolaminlə efir və ya su-efir mühitində, 35 - 40°C temperaturda reaksiyasından IXa-f, Xa,b,d-f pirrolları sintez olunmuşdur. Reaksiya VII,VIII:EA:TEA=1:1:1 nisbətində efir və ya su-efir mühitində eyni üsulla aparılmış və alınmış IXa-f, Xa,b,d-f pirrolların xarakteristikaları və spektral göstəriciləri IIIa-f, IVa,b,d-f dixloridlərindən alınan pirrollarla tamamilə eynidir.

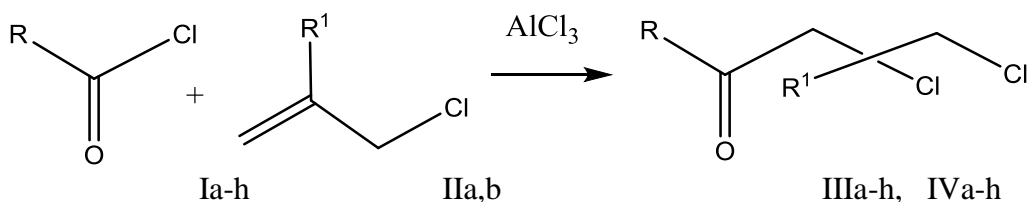
## Cədvəl 1.

## VIIa-h, VIIIa-h, IXa-f və Xa,b,d-f birləşmələrinin xarakteristikası

Birləşmə	R	R'	T <sub>qayn.</sub> , °C (mm Hg st)	n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	d <sub>4</sub> <sup>20</sup>	Çıxım, %
VIIa	ts-C <sub>5</sub> H <sub>9</sub>	H	105-107(3)	1.4945	1.0897	64
VIIb	ts-C <sub>6</sub> H <sub>11</sub>	H	112-115(3)	1.4960	1.0764	68
VIIc	1-Cl-ts-C <sub>5</sub> H <sub>8</sub>	H	118-121(3)	1.5100	1.2118	65
VIIId	1-Cl-ts-C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	H	139-140(5)	1.5240	1.2103	61
VIIe	4-Cl-ts-C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	H	135-137(5)	1.5215	1.2086	63
VIIIf	2-Me-ts-C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	H	122-125(3)	1.4925	1.0584	62
VIIg	2-Me-4-Cl-ts-C <sub>6</sub> H <sub>9</sub>	H	144-146(5)	1.5245	1.2072	66
VIIh	1,4-Cl <sub>2</sub> -ts-C <sub>6</sub> H <sub>9</sub>	H	150-153(5)	1.5305	1.3193	68
VIIIa	ts-C <sub>5</sub> H <sub>9</sub>	CH <sub>3</sub>	110-112(3)	1.4905	1.0768	71
VIIIb	ts-C <sub>6</sub> H <sub>11</sub>	CH <sub>3</sub>	120-122(6)	1.4890	1.0623	69
VIIIc	1-Cl-ts-C <sub>5</sub> H <sub>8</sub>	CH <sub>3</sub>	126-130(8)	1.5060	1.2082	68
VIIIId	1-Cl-ts-C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub>	152-154(10)	1.5212	1.2074	65
VIIIe	4-Cl-ts-C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub>	149-151(10)	1.5206	1.2063	63
VIIIIf	2-Me-ts-C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub>	128-130(3)	1.4915	1.0412	70
VIIIg	2-Me-4-Cl-ts-C <sub>6</sub> H <sub>9</sub>	CH <sub>3</sub>	152-154(5)	1.5240	1.1865	68
VIIIh	1,4-Cl <sub>2</sub> -ts-C <sub>6</sub> H <sub>9</sub>	CH <sub>3</sub>	158-160(6)	1.5295	1.3084	66
IXa	ts-C <sub>5</sub> H <sub>9</sub>	H	133-134(5)	1.5260	1.0207	55
IXb	ts-C <sub>6</sub> H <sub>11</sub>	H	153-155(5)	1.5245	1.0430	62
IXc	1-Cl-ts-C <sub>5</sub> H <sub>8</sub>	H	148-150(2)	1.5375	1.1663	52
IXd	1-Cl-ts-C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	H	174-176(2)	1.5395	1.1628	56
IXe	4-Cl-ts-C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	H	170-172(2)	1.5380	1.1704	60
IXf	2-Me-ts-C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	H	160-162(3)	1.5185	1.0015	58
Xa	ts-C <sub>5</sub> H <sub>9</sub>	CH <sub>3</sub>	121-122(1)	1.5230	1.0114	54
Xb	ts-C <sub>6</sub> H <sub>11</sub>	CH <sub>3</sub>	134-136(1)	1.5205	1.0347	67
Xd	1-Cl-ts-C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub>	165-168(1)	1.5360	1.1692	61
Xe	4-Cl-ts-C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub>	164-167(1)	1.5345	1.1685	55
Xf	2-Me-ts-C <sub>6</sub> H <sub>10</sub>	CH <sub>3</sub>	141-143(1)	1.5145	0.9987	52

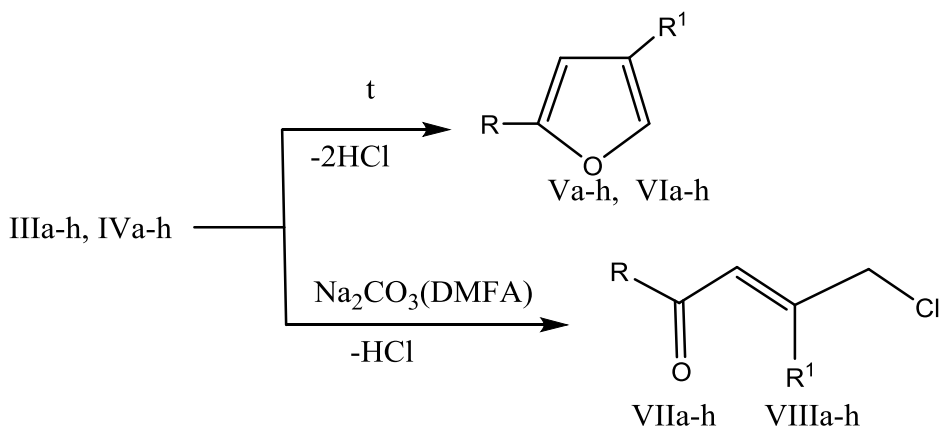
## Alınmış nəticələr və onların təhlili

Tsikloalkankarbon turşuları xloranhidridlərinin və onların xlor törəmələrinin 3-xlor- və 2-metil-3-xlorpropenlərə AlCl<sub>3</sub> katalizatoru iştirakı ilə dixloretan və ya xloroform mühitində -15 ÷ -20<sup>0</sup>C temperaturda elektrofil birləşmə reaksiyaları Markovnikov qaydası üzrə gedir və reaksiyanın ilk məhsulu 1-tsikloalkil-3-R<sup>1</sup>-3,4-dixlor-1-butanonlar (IIIa-h, IVa-h) olur [8; 9].



Ia-h, IIIa-h, IVa-h R=ts-C<sub>5</sub>H<sub>9</sub>(a), ts-C<sub>6</sub>H<sub>11</sub>(b), 1-Cl-ts-C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>(c), 1-Cl-ts-C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>(d), 4-Cl-ts-C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>(e), 2-Me-ts-C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>(f), 2-Me-4-Cl-ts-C<sub>6</sub>H<sub>9</sub>(g), 1,4-Cl<sub>2</sub>-ts-C<sub>6</sub>H<sub>9</sub>(h); R<sup>1</sup>=H (IIa, IIIa-h); R<sup>1</sup>=Me (IIb, IVa-h).

Məlumdur ki, IIIa-h və IVa-h dixlorbutanonlar vakuum altında distillə olunaraq asanlıqla 2- və 2,4- əvəzli furan birləşmələrinə (Va-h, VIa-h) çevrilirlər [9], ancaq onlara DMFA mühitində 80-85<sup>0</sup>C temperaturda Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>-lə təsir etdikdə 60-75<sup>0</sup> % çıxımla 1-tsikloalkil-3-R<sup>1</sup>-4-xlor-2-buten-1-onlar (VIIa-h, VIIIa-h) alınır.



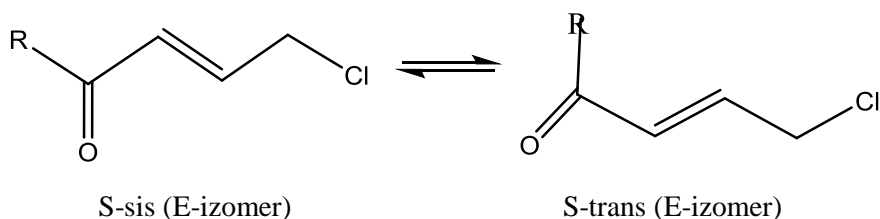
R və R<sup>1</sup> yuxarıda göstərilənlərdir.

VII, VIII doymamış xlorketonların quruluşu İQ və NMR <sup>1</sup>H spektrlərinə görə müəyyən olunmuşdur (Cədvəl 2).

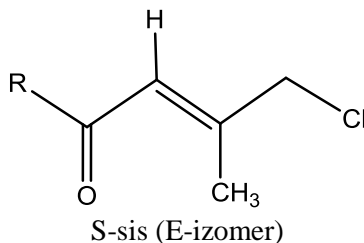
VIIb,d,f birləşmələrinin NMR <sup>1</sup>H spektrində ikiqat rabitənin iki hidrogen atomu multiplet (m) şəklində 6.1-7.2 m.h. sahəsində, VIIIb,d,f doymamış xlorketonların bir hidrogen atomu isə genişlənmiş sinqlet (gen.s) şəklində 6.18-6.22 m.h. sahəsində özlərini göstərirlər (Cədvəl 2).

VIIb,d,f doymamış xlorketonların İQ spektrlərində aşağıdakı xarakterik udulma sahələri müəyyən edilmişdir (sm<sup>-1</sup>): 1700-1704 (ν<sub>C=O</sub>, S-sis), 1680-1686 (ν<sub>C=O</sub>, S-trans), 1630-1636 (ν<sub>C=C</sub>), 960-990(δ<sub>CH</sub>), 750-800(ν<sub>C-Cl</sub>). Karbonil qrupu və ikiqat rabitənin valent rəqsi udulma sahələrinin fərqi (Δν >70 sm<sup>-1</sup> S-sis, Δν < 70 sm<sup>-1</sup> isə S-trans konformerlərinə uyğun gəlir) göstərir ki, VII birləşmələri S-sis və S-trans konformerlərinin bərabər qarışığından ibarətdir:





VII doymamış ketonlarından fərqli olaraq 1-tsikloalkil-3-metil-4-xlor-2-buten-1-onların (VIIb,d,f) İQ spektrlərinin 1690-1699  $\text{sm}^{-1}$  udulma sahəsində karbonil qrupuna uyğun gələn ancaq bir ədəd intensiv siqnal meydana çıxır ki, o da üçəvəzli ikiqat rabitənin (1620-1627  $\text{sm}^{-1}$ ) udulma sahəsində özünü göstərən siqnalının intensivliyi ilə müqayisə olunandır və həmin qrupların tezlikləri arasındakı fərq ( $\Delta\nu = \nu_{\text{C=O}} - \nu_{\text{C=C}}$ ) 70  $\text{sm}^{-1}$ -dən böyükdür. Bu göstərir ki, VIII doymamış xlorketonları, əsasən S-sis konformasiya formasında olur.



Beləliklə, karbonil qrupuna görə  $\beta$ -vəziyyətdə olan metil qrupu VIII doymamış xlorketonlarda S-trans konformerlərini destabilləşdirir.

Sintez olunmuş VII və VIII doymamış xlorketonları polifunksional birləşmələrə ( $>\text{C=O}$ ;  $>\text{C=C}<$ ;  $-\text{Cl}$ ) aiddir və pirrol törəmələrinə çevrilməsi üçün əlverişli başlanğıc maddələrdir.

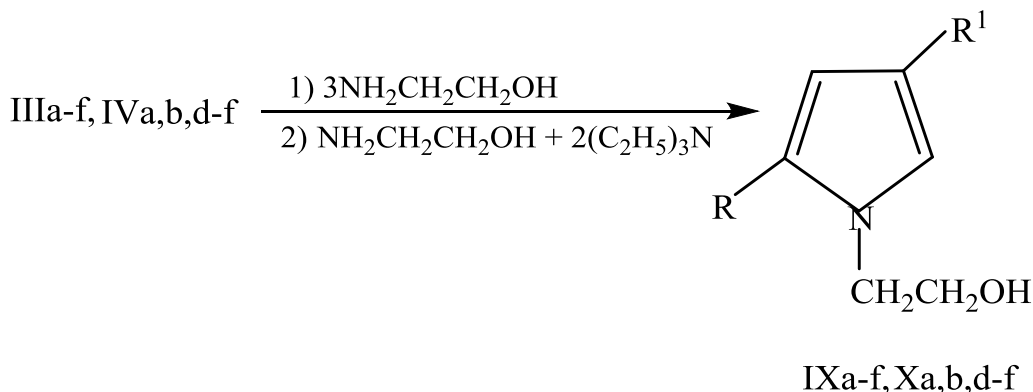
### Cədvəl 2.

VIIb,d,f və VIIIb,d,f doymamış ketonların İQ və NMR<sup>1</sup>H spektrləri

Birləşmə	NMR <sup>1</sup> H spektrləri ( $\delta$ , m.h.)	İQ spektrləri ( $\text{sm}^{-1}$ )
VIIb	1.1-2.1 m (10H, CH <sub>2</sub> ts); 2.54 m (1H, CHts); 4.18 d (2H, CH <sub>2</sub> Cl); 6.1-7.1 m (2H, CH=CH)	1705( $\nu_{\text{C=O}}$ ); 1684 ( $\nu_{\text{C=O}}$ ); 1630( $\nu_{\text{C=C}}$ ); 970( $\delta_{\text{CH}}$ ).
VIIId	1.3-2.2 m (10H, CH <sub>2</sub> ts); 4.21 d (2H, CH <sub>2</sub> Cl); 6.1-7.2 m (2H, CH=CH)	1710( $\nu_{\text{C=O}}$ ); 1698( $\nu_{\text{C=O}}$ ); 1682( $\nu_{\text{C=O}}$ ); 1628( $\nu_{\text{C=C}}$ ); 980( $\delta_{\text{CH}}$ ).
VIIIf	0.89 d (3H, =C-CH <sub>3</sub> ); 1.0-2.3 m (10H, ts); 4.13 d (2H, CH <sub>2</sub> Cl); 6.2-7.0 m (2H, CH=CH)	1708( $\nu_{\text{C=O}}$ ); 1686( $\nu_{\text{C=O}}$ ); 1634( $\nu_{\text{C=C}}$ ); 982( $\delta_{\text{CH}}$ ); 935( $\delta_{\text{CH}}$ ).
VIIIb	1.0-2.2m(10H, CH <sub>2</sub> ts); 1.91 gen.s (3H, =C-CH <sub>3</sub> ); 2.52 m (1H, CHts); 4.12 gen.s (2H, CH <sub>2</sub> Cl); 6.18 gen.s (1H, CH=C)	1699( $\nu_{\text{C=O}}$ ); 1627( $\nu_{\text{C=C}}$ ); 980( $\delta_{\text{CH}}$ ).
VIIIId	1.2-2.3m (10H, CH <sub>2</sub> ts); 1.89 gen.s (3H, =C-CH <sub>3</sub> ); 4.13 d (2H, CH <sub>2</sub> Cl); 6.20 gen.s (1H, CH=C)	1700( $\nu_{\text{C=O}}$ ); 1629( $\nu_{\text{C=C}}$ ); 981( $\delta_{\text{CH}}$ ).
VIIIIf	0.85 d (3H, =C-CH <sub>3</sub> ); 1.0-2.1 m (10H, ts); 1.98 gen.s (3H, =C-CH <sub>3</sub> ); 4.11 gen.s (2H, CH <sub>2</sub> Cl); 6.22 gen.s (1H, CH=C)	1692( $\nu_{\text{C=O}}$ ); 1625( $\nu_{\text{C=C}}$ ); 975( $\delta_{\text{CH}}$ ).

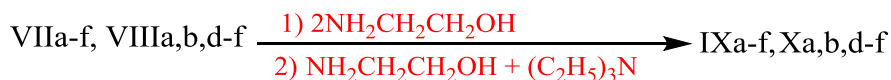
Məlumdur ki, 1-R-3-R<sup>1</sup>-3,4-dixlor-1-butanonlar (III,IV) və 1-R-3-R<sup>1</sup>-4-xlor-2-buten-1-onlar (VII,VIII) birli aminlər və ammonyakla efir və ya su-efir mühitində 0 ÷ -5<sup>0</sup>C temperaturda 2-, 1,2-, 2,4 və 1,2,4- əvəzli pirrol törəmələrinə çevrilirlər [15-17,20]. Kost-İbrahimov-Məmmədov üsulu [21] adlandırılan və XX əsrin 70-ci illərində kəşf edilən pirrol törəmələrinin bu yeni alınma üsulunun üstünlüyü ondadır ki, başlanğıc birli-aminlərin quruluşundan asılı olaraq pirrol həlqəsinə müxtəlif funksional qruplar daxil etmək olar.

Müəyyən edilmişdir ki, IIIa-f və IVa,b,d-f dixlorketonların etanolaminlə 1:3 və ya III,IV: EA:TEA=1:1:2 nisbətində, efir və ya su-efir mühitində, 35 - 40<sup>0</sup>C temperaturda 5-6 saat reaksiyasından 70-90% çıxımla 1-(2-oksietil)-2-tsikloalkilpirrol (IXa-f, Xa,b,d-f) törəmələri alınır.



R, R<sup>1</sup>-yuxarıda göstərilənlərdir.

IXa-f, Xa,b,d-f pirrol birləşmələrini, həmçinin VIIa-f, VIIa,b,d-f doymamış ketonlara efir və ya su-efir mühitində EA-nın ikiqat artığı və ya EA:TEA=1:1 qarışığı ilə təsir etməklə də almaq olar.



IX və X pirrolların quruluşu İQ və NMR <sup>1</sup>H spektrlərinin məlumatlarına görə təsdiq olunmuşdur (Cədvəl 3).

## Cədvəl 3.

IXb,d-f və Xb,d-f pirrolların İQ və NMR<sup>1</sup>H spektrləri

Bir-ləş-mə	İQ spektrləri(sm <sup>-1</sup> )				NMR <sup>1</sup> H spektrləri (δ,m.h.)							
	δ=CH	v=CH	vc=c, c=c	vOH	3-H, m	5-H, m	R	R <sup>1</sup>	CH <sub>2</sub> (2H,t)	CH <sub>2</sub> O (2H,t)	OH (1H, gen.s)	
IXb	785, 865	3075, 3105	1530, 1610	3200... 3550	5.5-5.1	6.28	1.16-2.21 (11H,m)	5.75 (1H,m)	3.16	3.86	3.05	
IXd	780, 894	3031, 3122	1502, 1580	3250... 3550	6.14	6.86	1.21-2.34 (10H,m)	6.32 (1H,m)	3.31	3.97	3.10	
IXe	801, 884	3025, 3095	1542, 1602	3220... 3500	6.08	6.81	1.20-2.31 (10H,m)	6.29 (1H,m)	3.28	3.91	2.98	
IXf	785, 865	3075, 3105	1530, 1600	3200... 3600	5.48	6.27	0.85(3H,d); 1.15-2.24 (10H,m)	5.75 (1H,m)	3.18	3.88	2.95	
Xb	781, 890	3122, 3144	1527, 1594	3200... 3550	5.43	6.12	1.1-2.23 (11H,m)	1.94 (3H,s)	3.15	3.85	3.05	
Xd	785, 861	3070, 3130	1515, 1598	3250... 3600	6.04	6.81	1.2-2.31 (10H,m)	1.96 (3H,s)	3.18	3.92	3.02	
Xe	780, 870	3060, 3125	1505, 1595	3250... 3600	6.02	6.78	1.21-2.32 (10H,m)	1.94 (3H,s)	3.16	3.88	3.01	
Xf	789, 860	3080, 3108	1562, 1605	3200... 3600	5.50	5.72	0.87(3H,d); 1.11-2.26 (10H,m)	1.95 (3H,s)	3.15	3.87	3.05	

IXb,d-f və Xb,d-f pirrolların İQ spektrlərində pirrol həlqəsinin xarakterik udulma sahələri müəyyən edilmişdir (sm<sup>-1</sup>): 3025-3075(v=CH), 3095-3122(v=CH), 1502-1542(v<sub>c=c</sub>), 1580-1610(v<sub>c=c</sub>) (IXb,d-f pirrolları üçün); 3060-3122(v=CH), 3108-3144(v=CH), 1505-1562(v<sub>c=c</sub>), 1594-1605(v<sub>c=c</sub>) (Xb,d-f pirrolları üçün). Bundan əlavə hidrosil qrupunun geniş udulma zolağı 3200-3600 sm<sup>-1</sup> sahəsində aşkar olunmuşdur (Cədvəl 3).

IXb,d-f və Xb,d-f pirrolların NMR<sup>1</sup>H spektrlərində pirrol həlqəsinin protonları 5.43-6.86 m.h. sahəsində xarakterik multipletlər şəklində özünü göstərir, hidrosil qrupunun protonları geniş sinqlet şəklində 2.95-3.10 m.h., hidrosietil qrupunun protonları isə iki triplet şəklində 3.15-3.31 və 3.85-3.97 sahələrində müəyyən olunurlar (Cədvəl 3).

Qeyd etmək lazımdır ki, pirrolların sintezində istifadə olunan IIIa-f və IVa,b,d-f dixlorketonlarını xüsusi olaraq reaksiya məhsullarından ayırmaq və əlavə təmizləmək tələb olunmur, onlar xam məhsul kimi tətbiq olunmuşlar.

## Nəticə

Sintez olunmuş 1-tsikloalkil-3-R<sup>1</sup>-3,4-dixlor-1-butanonların DMFA mühitində Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ilə reaksiyasından 1-tsikloalkil-3-R<sup>1</sup>-4-xlor-2-buten-1-onlar alınmış və müəyyən edilmişdir ki, R<sup>1</sup>=H olduqda onlar S-sis və S-trans

konformerlərin bərabər qarışığından ibarət olur,  $R^1=CH_3$  olduqda isə tarazlıq S-sis konformer istiqamətində yerini dəyişir.

Doymuş və doymamış xlorketonların etanolaminlə reaksiyasından yeni üsulla 1,2- və 1,2,4-əvəzli pirrol birləşmələri alınmışdır. Beləliklə, 1,2- və 1,2,4- əvəzli pirrolların əlverişli preparativ alınma üsulu işlənib hazırlanmışdır.

## ƏDƏBİYYAT

1. Боженков Г.В., Левковская Г.Г., Ларина Л.И., Ушаков П.Е., Долгушин Г.В., Мирскова А.Н. Синтез, строение и свойства 1,2-дихлорвинилалкилкетонів. ЖОрХ, 2004, Т.40, Вып.11, с.1632-1640.
2. Боженков Г.В., Фролов Ю.Л., Торяшинова Д.С., Левковская Г.Г., Мирскова А.Н. Строение и свойства 2,2-дибромвинилтрифторметилкетона. ЖОрХ, 2003, Т.39, Вып.12, с.857-863.
3. Петкевич С.К., Поткин В.И., Кабердин Р.В. Синтез 3-арил-5-дихлорметил-N-карбамоилпиразолов на основе 1-арил-3,4,4-трихлор-3-бутен-1-онов. ЖОрХ, 2006, Т.42, Вып.10, с.1496-1499.
4. Левковская Г.Г., Боженков Г.В., Ларина Л.И., Мирскова А.Н. Новый путь получения и свойства 3-алкил-, хлоралкил-, перфторалкил-, арил-1-метил-5-Н(Вr)(Сl)пиразолов из хлор(бром)винилкетонів и N,N-диметилгидразина. ЖОрХ, 2002, Т.38, Вып.10, с.1554-1559.
5. Боженков Г.В., Савосик В.А., Рудякова Е.В., Хань Ха Куок, Албанов А.И., Клыба Л.В., Мирскова А.Н., Левковская Г.Г. Необычная реакция хлорацетилхлорида с 1,2-дихлорэтиленом. Синтез и свойства 2-хлорвинилдихлорметилкетона. ЖОрХ, 2008, Т.44, Вып.12, с.1772-1777.
6. Исмаилов А.Г., Мамедов Э.И. Синтез моно- и полигалоидциклоалкилвинил- и этилкетонів. Ученые записки БГУ, Сер. хим. наук, 1973, №3, с.61-65.
7. Mammadov E., Mammadov A., Huseynova V., Zaidova Q., Gasimova F. Temperature Dependence of the Reaction of Elektrophilic Addition of Acyl Chlorides to Allyl Chloride. 6th International Conference: Thermophysical and Mechanical Properties of Advanced Materials (Therмам 2019), Izmir, Turkey, 22-24 september 2019, pp. 54-55.
8. Ибрагимов И.И., Мамедов Э.И., Исмаилов А.Т., Алиев А.Г., Мехтиева Ш.З., Джафаров В.Г., Беляева В.И. Химия систем аллильного типа. II. Ацилирование 3-бром- и 2-метил-1-пропенів. ЖОрХ, 1990, Т.26, Вып.8, с.1648-1654.
9. Guseinova V.A., Zaidova Q.A., Mammadov E.I. Reaction of choloroanhydrides of cycloalkanecarboxylic acids with some allylic chlorides. Chemical problems, 2021, №3 (19), pp.179-185.
10. Гусейнова В.А., Маммадов Э.И., Касимова Ф.А. Синтез и хлорирование циклоалкилвинилкетонів. Ученые записки АзТУ, 2019, №2, с.111-114.
11. Боженков Г.В., Савосик В.А., Клыба Л.В., Жанчипова Е.Р., Мирскова А.Н., Левковская Г.Г. 1-Алкилпиразолы и 1-алкил-5-хлорпиразолы из

- галогенвинилкетонів и 1,1-диалкилгидразинов. ЖОрХ, 2008, Т.44, Вып.8, с.1207-1212.
12. *Джоуль Дж., Миллс К.* Химия гетероциклических соединений, М., Мир, 2009, 728 с.
  13. *Юровская М.А.* Химия ароматических гетероциклических соединений. М., Бином, 2015, 208 с.
  14. *Машковский М.Д.* Лекарственные средства: в 2-х томах. Медицина, 1998, Т.1, 624 с; Т.2, 575 с.
  15. А.с.498295 СССР. Способ получения алкилпроизводных пиррола/*Исмаилов А.Г., Мамедов Э.И., Б.И.*, 1976, №1, с.82
  16. *Мамедов Э.И., Исмаилов А.Г., Ибрагимов В.Г., Байрамов Г.М.* Синтез N-функциональнозамещенных пирролов из 1-R-3-R1-3,4-дихлорбутанонов. ХГС, 1990, №9, с.1181-1184.
  17. *Гаджилы Р.А., Федосеев В.М., Наджафова Р.А., Джафаров В.Г.* Синтез и свойства 1-(21-бромэтил)-, 1-(21-алкоксиэтил)- и 1-(21-диалкиламиноэтил)-2-алкилпирролов. ХГС, 1990, №8, с.1047-1049.
  18. *Sultanov M.T., Əliyev M.A., Qocayev Ş.Y., Sadıqzadə S.İ.* İzobutilenin anomal xlorlaşması. Metallixloridin sintezi. Azərb. kimya jurnalı, 1965, №1, s.35-38.
  19. Бюлер К., Пирсон Д. Органические синтезы. М., Мир, 1973, II часть, с.348-351.
  20. *Мамедов Э.И., Исмаилов А.Г., Ибрагимов В.Г., Гоюшов Р.Д.* Синтез 1,2-дипирролилэтанов. ХГС, 1983, № 11, с.1561.
  21. *Собенина Л.Н., Михалева А.И., Трофимов Б.А.* Синтез пирролов из алифатических соединений. Усп. химии, 1989, Т.58, Вып.2, с.275-302.

Redaksiyaya daxil olub 20.02.2023

**UOT 576.895.132**

*Q.H.Fətəliyev, E.K.Aslanova, A.A.Namazova*  
*AR Elm və Təhsil Nazirliyi Zoologiya İnstitutu*  
*elnuraaslanova@mail.ru*

## **KIÇIK QAFQAZIN ŞİMAL-ŞƏRQ ƏTƏKLƏRİNDƏ QARAMALIN HELMİNT FAUNASI**

*Açar sözlər:* qaramal, helmintfauna, landşaft-ekoloji zona, biohelmint, geohelmint

Məqalə Kiçik Qafqazın şimal-şərq ətəklərində qaramalın helmint faunasının öyrənilməsinə həsr edilmişdir. Tədqiqat zamanı müxtəlif xarakterli landşaft-ekoloji zonalarda tam helmintoloji yarma üsulu ilə 32 baş qaramal tədqiq edilmiş və onlarda 4 növ trematod, 5 növ sestod və 15 növ nematod olmaqla cəmi 24 növ helmint aşkar edilmişdir. Aşkar edilmiş helmint növlərinin ekstensivliyi və intensivliyi hesablanmış və yayılmanın xarakteri təhlil edilmişdir.

*Г.Г.Фаталиев, Е.К.Асланова, А.А.Намазова*

## **ГЕЛЬМИНТОФАУНА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫХ ПРЕДГОРЬЯХ МАЛОГО КАВКАЗА**

*Ключевые слова:* крупный рогатый скот, гельминтофауна, ландшафтно-экологическая зона, биогельминт, геогельминт

Статья посвящается изучению гельминтофауны крупного рогатого скота в северо-восточных предгорьях Малого Кавказа. Во время исследований в ландшафтно-экологических зонах с различным характером методом полного гельминтологического вскрытия было исследовано 32 голов крупный рогатый скот и у них было обнаружено 24 видов гельминтов. Состав гельминтофауны состоит из 4 вида трематод, 5 видов цестод и 15 вида нематод. Был проанализирован характер распространения, экстенсивность и интенсивность обнаруженных видов гельминтов.

*G.H.Fataliyev, E.K.Aslanova, A.A.Namazova*

## **HELMINTH FAUNA OF CATTLE IN THE NORTHEASTERN FOOTHILLS OF THE LESSER CAUCASUS**

*Keywords:* cattle, helminthfauna, landscape-ecological zone, biohelminth, geohelmint

The article is devoted to the study of the helminth fauna of cattle in the northeastern foothills of the Lesser Caucasus. The study was conducted in 32 cattle by complete helminthological autopsy in different zones and 24 species of helminths were detected. The helminth fauna consisted of 4 species of trematodes, 5 species of cestodes, and 15 species of nematodes. The extent intensity and nature of the spread of detected helminth species were analyzed.

### Giriş

Kiçik Qafqazın şimal-şərq ətkləri respublikanın iqtisadiyyatı üçün çox əlverişli ərazilər hesab olunur. Bu ərazilər relyefi, bitki örtüyü, torpaq tipləri və heyvandarlığın inkişafı üçün əlverişli şəraitinə görə digər regionlardan fərqlənir.

Hal-hazırda dünya əhalisini ərzaq məhsulları, sənayeni isə xammalla təmin etmək ən aktual problemlərdən biri olaraq qalır. Heyvandarlıq kənd təsərrüfatının ən mühüm sahələrindən biri hesab olunur. Əhalinin heyvandarlıq məhsullarına (ət, süd, yağ), sənayeni isə keyfiyyətli xammala (yun, gön-dəri) olan tələbatını ödəmək üçün sağlam təsərrüfatların yaradılması tələb olunur. Kənd təsərrüfatı heyvanlarından yüksək keyfiyyətli ərzaq məhsulları almaq üçün onların sağlamlığına, davamlı inkişafına və məhsuldarlığına ciddi iqtisadi zərər vuran müxtəlif helmintoz törədicilərini öyrənmək və onlara qarşı elmi əsaslarla profilaktik mübarizə tədbirləri işləyib hazırlamaq elm qarşısında duran həlli vacib məsələlərdəndir. Belə ki, bir çox infeksiya və invazion xəstəliklərə yoluxma səbəbindən hər il minlərlə ton ət və ət məhsulları zay olur, çıxdaş edilərək məhv edilir. Bir çox helmintlərlə intensiv yoluxma nəticəsində sürülərdə kütləvi ölüm halları baş verir. Heyvandarlığa ciddi iqtisadi ziyan vuran başlıca helmintoz törədicilərindən olan anoploşefalyatlarla intensiv yoluxmuş heyvanların ət və süd məhsullarının keyfiyyəti pisləşir, məhsuldarlığı isə aşağı düşür. Təsərrüfatlarda heyvanlar arasında balasalma və qısırlıq halları əhəmiyyətli dərəcədə artır. Monieziyalar gövşəyən heyvanların bağırsağında kələf kimi bükülərək keçilməzlik əmələ gətirir. Bu hal qarışıq invaziyalar zamanı daha kəskin şəkildə özünü göstərir [1].

Heyvanlar arasında geniş yayılmış helmintoz törədicilərindən biri də qaramalın məhsuldarlığına və davamlı inkişafına ciddi təsir göstərən onxoserkozlardır. Bu helmintoz törədicilərindən qaramalın boyun bağlarında yetkin halda *Onchocerca gutturosa* növü və qarın-dalaq bağlarında *O.lienalis* növü yayıldıqları orqanlarda parazitlik edərək iltihablaşmaya səbəb olur. Onxoserkolərin sürfələri (mikroonxoserkolər) qaramalın dərisində parazitlik edərək onun tamlığını pozur, keyfiyyətini aşağı salır [6].

Gövşəyən kənd təsərrüfatı heyvanlarının helmint faunasının, xüsusən başlıca helmintoz törədicilərinin bioekoloji xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi,

onların epizootologiyasının landşaft-ekoloji təlim əsasında araşdırılması, onlardan bol və yüksək keyfiyyətli ekoloji təmiz ərzaq məhsullarının alınması, aparılan helmintoloji tədqiqat işlərinin ümumiləşdirilməsi və başlıca helmintozların yayılmasına qarşı mübarizə tədbirlərinin sistemli, ardıcıl və elmi şəkildə aparılması parazitologiya elmi qarşısında duran vacib məsələlərdən biridir. Lakin helmintlərin biologiyasını, onların axırncı və aralıq sahiblərdə inkişaf müddətini, onların inkişafına biotik və abiotik amillərin təsirini, müxtəlif xarakterli landşaft-ekoloji zonalarda yayılma qanunauyğunluğunu və s. bilmədən onlara qarşı mübarizə tədbirlərini işləyib hazırlamaq mümkün deyil.

Helmintoz törədicilərinə qarşı effektiv mübarizə tədbirləri aparmaq, onlardan bol və yüksək keyfiyyətli ekoloji təmiz ərzaq məhsulları almaq məqsədilə həmin helmintoz törədicilərinin təbiətdə və heyvandarlıq təsərrüfatlarında yayılma ocaqlarını müəyyən etmək və onlara qarşı müvafiq mübarizə tədbirləri işləyib hazırlamaq günün reallığından irəli gələn vacib məsələlərdəndir.

Azərbaycanda gövşəyən ev heyvanlarının helmint faunasının bir sıra tədqiqatçılar tərəfindən öyrənilməsi, epidemioloji və epizootoloji əhəmiyyət kəsb etməsi haqqında bəzi məlumatlar olmasına baxmayaraq bu məsələlər tam şəkildə araşdırılmamışdır [3; 4; 7; 8]. Buna görə də belə helmintoz törədicilərinin təbii və sinantrop ocaqlılıqlarının, onların formalaşması yollarının, helmintoz törədicilərinin təbiətdə saxlanması və dövriyyəsinə gövşəyən ev heyvanlarının rolunun öyrənilməsi elmi və praktiki cəhətcə çox əhəmiyyətlidir.

### **Material və metodlar**

Kiçik Qafqazın şimal-şərq ədəklərində qaramalın başlıca helmintoz törədicilərini və onların yayılmasının landşaft-ekoloji xüsusiyyətlərini öyrənmək məqsədilə 2017-2020-ci illər ərzində 32 baş qaramal tədqiq edilmişdir.

Helmintoloji materiallar müxtəlif xarakterli landşaft-ekoloji zonalardan toplanaraq K.İ.Skryabinin tam helmintoloji yarma üsulu ilə tədqiq edilmişdir [10].

Toplanmış helmintoloji materiallardan trematod və sestodlar 70<sup>0</sup>-li spirt məhlulunda, nematodlar isə Barbaqall məhlulunda fiksə edilmişdir.

Heyvanlarda trematod və sestodları təyin etmək üçün parazitoloji tədqiqatlarda qəbul edilmiş rənglənmə üsulundan istifadə edilmişdir. Bu məqsədlə boyayıcı rəng hazırlanmışdır: 1 litr distillə edilmiş suya 5 q kaliumlu zəy və 3 q karmin əlavə edilərək 30 dəqiqə qaynadılmışdır. Hazırlanmış rəng soyudulduqdan sonra süzülərək helmintlərin rənglənməsində istifadə edilmişdir. Sonra ardıcıl spirt cərcəsindən keçirilərək qərənfil yağında şəffaflaşdırılmış və



kanada balzamından istifadə etməklə daimi preparatlar hazırlanmış, mikroskop altında növ tərkibi təyin edilmişdir.

Nematodlar isə 4%-li formalindən çıxarılıb distillə edilmiş suda yuyulduqdan sonra əşya şüşəsi üzərinə keçirilmiş və 1:1 nisbətində qliserin və süd turşusu qarışığından bir neçə damcı qoyulub örtücü şüşə ilə örtülərək mikroskop altında təyin edilmişdir.

Növlərin təyini, onların sistematik mövqeyi müvafiq təyinat kitabları əsasında aparılmışdır [5].

Helmint növlərini təyin edərkən hazırlanmış müvəqqəti və daimi preparatlar helmintoloji tədqiqatlarda istifadə edilən ümumi metodlar əsasında həyata keçirilmiş və MBİ-1, MBİ-3 və Qlympus mikroskoplarından istifadə edilmişdir.

Toplanmış helmintoloji materialları ekoloji cəhətdən təhlil edərkən invaziyanın intensivlik və ekstensivliyinə xüsusi fikir verilmişdir.

### Nəticələr və onların müzakirəsi

Tədqiqat zamanı Kiçik Qafqazın şimal-şərq ərazilərində 32 baş qaramal tədqiq edilmiş və onlarda 24 növ helmint, o cümlədən 4 növ trematod, 5 növ sestod və 15 növ nematod aşkar edilmişdir (Cədvəl).

Cədvəl.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq ətəklərində qaramalın helmint faunası

Helmint növləri	Tədqiq edilmişdir	Yoluxmuşdur	İnvaziyanın ekstensivliyi (%-lə)	Yoluxmanın intensivliyi
<b>Trematodlar</b>				
<i>Fasciola hepatica</i> L.,1758	32	11	34,4	36-57
<i>F. gigantica</i> (Cobbold,1856)	32	6	18,7	18-43
<i>Dicrocoelium lanceatum</i> Stiles et Hassal,1896	32	11	34,4	7-71
<i>Paramphistomum cervi</i> (Zeder,1790)	32	8	25,0	2-18
<b>Sestodlar</b>				
<i>Moniezia expanza</i> (Rudolphi,1810) Blanchard,1891	32	15	48,0	2-5
<i>M.benedeni</i> (Moniez,1879) Blanchard,1891	32	15	48,0	2-5
<i>Cycticercus tenuicollis</i> (Pallas,1766)	32	4	12,5	4-29
<i>Coenurus cerebralis</i> (Leske,1780)	32	2	6,2	1-1

<i>Echinococcus granulosus</i> (Batsch.,1786)	32	8	25,0	8-52
<b>Nematodlar</b>				
<i>Chabertia ovina</i> (Fabricius,1788) Railliet et Henry,1909	32	13	40,6	7-39
<i>Bunostomum</i> <i>trigonocephalum</i> (Rudolphi,1808) Railliet,1902	32	17	53,1	8-57
<i>Trichostrongylus axei</i> (Cobbold,1879) Railliet et Henry,1909	32	15	46,8	8-43
<i>T.colubriformis</i> (Giles,1892)	32	13	40,6	5-19
<i>Ostertagia ostertagi</i> (Stiles,1892), Ransom,1907	32	6	18,7	5-17
<i>O.circumcincta</i> (Stadelmann,1894) Ransom,1907	32	9	28,1	5-19
<i>O.occidentalis</i> Ransom,1907	32	13	40,6	5-27
<i>Marshallagia marshalli</i> (Ransom,1907) Orloff,1933	32	5	15,6	5-20
<i>Haemonchus contortus</i> (Rudolphi,1803) Cobbold,1898	32	18	56,2	28-83
<i>Nematodirus helvetianus</i> May,1920	32	7	21,9	4-62
<i>N.spathiger</i> (Railliet,1896) Railliet et Henry,1909	32	20	62,5	17-94
<i>Dictyocaulus filaria</i> (Rudolphi,1809) Railliet et Henry,1907	32	19	59,4	15-48
<i>Trichocephalus ovis</i> Abildgaard, 1795	32	15	48,4	29-74
<i>Onchocerca gutturosa</i> Neumann,1910	32	18	56,3	3-9
<i>O.lienalis</i> (Stiles,1892)	32	10	31,6	2-7

Cədvəldən göründüyü kimi, invaziyanın yüksək ekstensivliyi trematodlardan *F.hepatica* (34,4%) və *D.lanceatum* (34,4%) növlərində, sestodlardan *M.expansa* və *M.benedeni* (hər birində 48,0% yoluxma) növlərində, nematodlardan isə *O.gutturosa* (56,3%), *N.spathiger* (62,5%),

*D.filaria* (59,4%), *H.contortus* (56,2%), *B.trigonocephalum* (53,1%), *Tr.ovis* (48,4%) və *Tr.axei* (46,8%) növlərində qeydə alınmışdır. İnvaziyanın yüksək intensivliyi isə trematodlar arasında *F.hepatica* (36-57 fərd), *F.gigantica* (18-43 fərd), *D.lanceatum* (7-71 fərd); sestodlar arasında *E.granulosus* (8-52 qovuc); nematodlar arasında isə *Ch.ovina* (7-39 fərd), *B.trigonocephalum* (8-57 fərd), *Tr.axei* (8-43 fərd), *H.contortus* (28-83 fərd), *N.helvetianus* (4-62 fərd), *N.spathiger* (17-94 fərd), *D.filaria* (15-48 fərd) və *T.ovis* (29-74 fərd) növlərində müşahidə edilmişdir.

Kiçik Qafqazın şimal-şərq ərazilərində qaramalda aşkar edilmiş 24 növ helmintdən inkişaf dövryyəsinə görə 11 növü biohelmint, 13 növü isə geohelmintlərə aiddir. Göründüyü kimi, biohelmintlər geohelmintlər üzərində dominantlıq edir. Biohelmintlərin inkişaf dövryyəsi müxtəlif növ onurğasız və onurğalı heyvanların iştirakı ilə, geohelmintlərinki isə əlverişli xarici mühit və sahib orqanizm arasında başa çatır.

Tədqiqat zamanı qaramalda aşkar edilmiş 4 növ trematod biohelmint olub inkişaf dövryyəsinin tamamlanmasında şirin su və quru ilbizləri iştirak edirlər.

Məlumdur ki, bütün sestod növləri biohelmintlərdir. Qaramalda aşkar edilmiş 5 növ sestoddan *Moniezia expansa* və *M.benedeni* növləri yetkin, *Cycticercus tenuicollis*, *Coenurus cerebralis* və *Echinococcus granulosus* növləri isə sürfə mərhələsində qeyd edilmişdir. Sestod növlərinin həmin ərazidə yayılması orada onların aralıq sahibi olan oribatit gənə, həşərat və başqa buğumayaqlıların inkişaf edib çoxalması üçün əlverişli iqlim şəraitinin olması ilə izah edilir.

Tədqiqat zamanı 15 növ nematod aşkar edilmişdir ki, bunlardan 2-si: *Onchocerca gutturosa* və *O.lienalis* növləri biohelmint olub inkişaf dövryyəsinin tamamlanmasında qansoran mığmığalar və nəm milçəkləri aralıq sahib kimi iştirak edirlər. Qalan 13 növ nematod isə geohelmint olub inkişafı və yayılması əsasən abiotik amillərin təsirindən asılıdır. Geohelmintlər kənd təsərrüfatı heyvanları arasında ən geniş yayılmış helmintlərdir. Onların yumurtaları torpaqda bir neçə aya qədər qalaraq yaşama qabiliyyətlərini saxlaya bilirlər. Torpaqda helmint yumurtalarının inkişafı üçün lazım olan nəmlik və rütubət kifayət qədər olduğundan, yumurtalar invazion mərhələyə qədər inkişaf edərək orada uzun müddət qalaraq ilin bütün fəsilələrində heyvanların yoluxmasına səbəb olur.

İribuynuzlu heyvanlar trematodoz törədicilərinə əsasən durğun su hövzələrindən su içərkən və ya su bitkiləri ilə qidalanan zaman, dikroselioz törədicisinə otlaq sahələrində otlayan zaman yemlə birlikdə *D.lanceatum* növünün aralıq sahibi olan yoluxmuş quru ilbizlərini udan zaman yoluxurlar. Monieziyalarla yoluxma isə otlaqlarda monieziya növlərinin aralıq sahibləri olan oribatid gənələri otlə birlikdə udduğu zaman baş verir [9].

İribuynuzlu heyvanların teniidioz törədicilərinə yoluxmasının başlıca səbəbi heyvandarlıq təsərrüfatlarında dehelmintizasiya edilməmiş çoban itləri və ferma ətrafında yayılan sahibsiz səllimi itlərdir. Təbii ki, bu helmintoz törədicilərinin yayılmasında və ötürülməsində vəhşi itkimilər də mühüm rol oynayırlar.

Qaramalın onxoserkoz törədicilərinin aralıq sahibləri olan qansoran mığmığa və nəm milçəkləri heyvandan qan soran zaman dəridəki mikroonxoserklər də udurlar. Mikroonxoserklər onların bədənində 18-20 günə yetkin hala çataraq təkrar qansorma zamanı yenidən heyvanları yoluxdururlar [6].

Tədqiqat zamanı Kiçik Qafqazın şimal-şərq ərazilərində qaramalda aşkar edilmiş bütün helmint növləri epidemioloji və epizootoloji cəhətdən xarakterizə edilmiş və 16 növün epizootoloji, 8 növün isə həm epizootoloji, həm də epidemioloji əhəmiyyət kəsb etməsi müəyyən edilmişdir. Başlıca helmintoz törədicilərinin təbii və sinantrop ocaqlıqlarının saxlanması bəzi buğumayaqlıların (mığmıqalar və nəm milçəkləri), itlərin, o cümlədən də vəhşi itkimilərin rolu müəyyən edilmişdir [2].

Beləliklə aparılmış tədqiqat zamanı qaramalda aşkar edilmiş heyvanlara iqtisadi ziyan vuran başlıca helmintoz törədicilərinin növ tərkibi müəyyən edilmiş, yerli baytarlıq xidməti şöbələrinə bu helmintoz törədicilərinə qarşı mübarizə tədbirlərinin gücləndirilməsi tövsiyyə olunmuşdur.

## ƏDƏBİYYAT

1. *İsmayılov Q.C.* Gövşəyən ev heyvanlarında anoplocefalyatların yayılmasının ekoloji təhlili // Azərbaycan Zooloqlar Cəmiyyətinin əsərləri, Bakı, 2010, №11, s.137-142.
2. *Абуладзе К.И.* Тениаты ленточные гельминты животных и человека и вызываемые ими заболевания. Основы цестодологии. Москва: Наука, 1964, т.4, -530 с.
3. *Асадов С.М.* Гельминтофауна жвачных животных и ее эколого-географический анализ. Баку: АН Азерб. ССР, 1960, - 511 с.
4. *Асадов С.М.* Зональное распространение гельминтов и главнейших гельминтозов сельскохозяйственных животных в Азербайджане и предложения по усилению борьбы с ними. Баку: Элм, 1975, - 84 с.
5. *Ивашкин В.М., Мухамадиев С.А.* Определитель гельминтов крупного рогатого скота. Москва: Наука, 1981, -259 с.
6. *Ивашкин В.М., Сонин М.Д., Хромова Л.А.* Распространение онхоцеркозов крупного рогатого скота в СССР. Труды Всесоюзного Института гельминтологии. М., 1985, с.57-61.
7. *Исмаилов Г.Д., Фаталиев Г.Г.* Эколого-географический анализ возбудителей мониезиоза диких и домашних парнокопытных животных

- Азербайджана. // Научно-практический журнал «Ветеринарная медицина», 2010, №3-4, Б., ООО «Агровет», с.47-48.
8. *Мамедов Э.Н.* Распространение мониезиоза крупного рогатого скота в Нахичеванской Автономной Республики // Ветеринария, Москва, 2010, №2, с.37-38.
  9. *Меликов Ю.Ф.* Ландшафтно-экологическая характеристика распространения дикроцелиоза овец и крупного рогатого скота в Апшерон-Кобустанской участке низменной зоны Азербайджанской ССР //Мат. и сессии. Баку, 1977, с.69-70.
  10. *Скрябин К.И.* Методы полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека / Москва; Изд.-во МГУ, 1928, -45 с.

Redaksiyaya daxil olub 13.03.2023

UOT 576.895.132

*A.M.Həsənova*  
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti  
*amalya.hasanova59@mail.ru*

## QUBA-XAÇMAZ BÖLGƏSİNİN XIRDABUYNUZLU HEYVANLARININ HELMINT FAUNASI

*Açar sözlər:* xırdabuynuzlu heyvanlar, helmint faunası, saxlanma şəraiti, yay və qış otlaqları, landşaft-ekoloji təhlil

2015-21-ci illərdə Quba-Xaçmaz bölgəsində qoyun və keçilər arasında aparılan tədqiqat işləri nəticəsində 32 növ helmint aşkar edilmişdir. Bunlardan 5 növ tədqiq olunan bölgə üçün yeni növ olaraq qeyd edilmişdir. Tapılan bütün növlər qoyunlarda aşkar olunmuş, keçilərdə isə qoyunların helmint faunası ilə ümumi olan cəmi 21 növ aşkar edilmişdir. Aşkar olunmuş bu helmintləri tədqiq olunan bölgədə xırdabuynuzlu heyvanların helmint faunası kompleksinin daimi elementləri hesab etmək olar. Müəyyən edilmişdir ki, 6 aylığa qədər quzular və keçilər helmintlərlə nisbətən zəif yoluxmuşdur. Yoluxma yazın sonu və yayın əvvəllərində və payızın ilk aylarında daha intensiv olmuşdur. Aşkar edilmiş helmintlər arasında 5 növ epizootoloji əhəmiyyətə malikdir.

*A.M.Гасанова*

## ГЕЛЬМИНТОФАУНА МЕЛЬКОГО РОГАТОГО СКОТА ГУБА-ХАЧМАЗСКОГО РЕГИОНА

*Ключевые слова:* жвачные животные, гельминтофауна, условия содержания, летние и зимние пастбища, ландшафтно-экологический анализ

В результате исследований, проведенных среди овец и коз в Губа-Хачмазском районе в 2015-21 гг., выявлено 32 вида гельминтов. Из них 5 видов отмечены как новые для изучаемого региона. Все найденные виды обнаружены у овец, тогда как у коз обнаружен только 21 вид, общий с гельминтофауной овец. Этих обнаруженных гельминтов можно считать постоянными элементами комплекса гельминтофауны мелких рогатых животных изучаемого региона. Установлено, что ягнята и козлы до 6-месячного возраста относительно слабо заражены гельминтами. Заражение было более интенсивным в конце лета-начале лета и начале осени. Среди выявленных гельминтов эпизоотологическое значение имеют 5 видов.

A.M.Hasanova

## HELMINTH FAUNA IN LIVESTOCK IN THE GUBA-KHACHMAZ REGION

**Keywords:** *ruminants, helminth fauna, keeping conditions, summer and winter pastures, landscape-ecological analysis*

As a result of studies conducted among sheep and goats in the Guba-Khachmaz region in 2015-21, 32 helminth species were identified. Of these, 5 species were noted as new for the studied region. All found species were found in sheep, while only 21 species common with sheep helminthofauna were found in goats. These detected helminths can be considered as permanent elements of the complex of helminthofauna of small horned animals of the studied region. It was found that lambs and goats up to 6 months of age were relatively weakly infected with helminths. Infestation was more intensive in late summer-early summer and early autumn. Among the detected helminths, 5 species are of epizootic importance.

### Giriş

Azərbaycan Respublikası müxtəlif landşaft və ekoloji zonaların mövcudluğuna görə müxtəlif fiziki-coğrafi şəraitə malikdir. Düzənlik ərazilərdən dağlıq ərazilərə qalxdıqca temperatur və rütubət, bunlarla bərabər bitki və torpaq örtüyü də dəyişir [1]. Bu, heyvandarlıq təsərrüfatlarının xarakterini, onların məhsuldarlığının artırılmasını, gövsəyən heyvanların, o cümlədən xırdabuynuzlu heyvanların helmintozlardan qorunmasını və yaxşılaşdırılmasını müəyyən edir. Son illərdə ölkənin xırdabuynuzlu heyvandarlıq təsərrüfatlarında heyvanların kütləvi ölüm hallarının baş verməsi bu heyvanların helmintoz törədicilərinin növ tərkibinin öyrənilməsinə dövrün aktual tələbi kimi qarşıya qoyur. Helmintozlarla yoluxma dərəcəsindən asılı olaraq, yoluxmuş heyvanların arıqlaması, dərinin və yunun keyfiyyətinin aşağı düşməsi, çox vaxt heyvanlar arasında ciddi anemiya yaranması ilə müşahidə olunur. Bu helmintozların insanlara yoluxması halları dəfələrlə müşahidə olunmuşdur və bu bərdə kifayət qədər ədəbiyyat məlumatları vardır.

Quba-Xaçmaz bölgəsində xırdabuynuzlu heyvandarlıq təsərrüfatları əksər hallarda oturaq həyat tərzini keçirir. Quba-Xaçmaz bölgəsi Azərbaycan Respublikasının şimal-şərq hissəsində yerləşir və Şabran rayonu, Xaçmaz və Quba rayonlarını, Qusar və Siyəzən rayonlarını əhatə edir. Bu bölgə şimaldan Rusiya Federasiyasının Dağıstan Respublikası ilə, şərqdən isə Xəzər dənizi ilə həmsərhəddir. Cənubdan Dağlıq Şirvan, cənub-şərqdən Abşeron, cənub-qərbdən Şəki-Zaqatala rayonları ilə həmsərhəddir. Buna görə də Quba-Xaçmaz bölgəsi özünəməxsus relyef xüsusiyyətlərinə malikdir. Bölgənin ərazisi 4 hündürlük zonasına malikdir və bu zonalar bir-birindən kəskin fərqlənir. Hündürlük

zonaları 26 metrdən 4466 metrədək ayırd edilir və düzənlik, dağətəyi, orta dağlıq və yüksək dağlıq zonalarına ayrılır. Bölgənin iqlim şəraiti də hündürlük zonalarına uyğun olaraq müxtəlifdir. Bölgənin düzənlik zonaları üçün isti iqlim şəraiti, dağlıq zonalar üçün soyuq-rütübətli iqlim şəraiti xarakterikdir.

Quba-Xaçmaz bölgəsinin iqlim şəraiti onun Azərbaycan Respublikasının kurort-istirahət zonası kimi istifadə olunmasına imkan verir. Buna görə son illərdə Quba-Xaçmaz bölgəsində xırdabuynuzlu heyvandarlıq təsərrüfatlarının sayı artmışdır. Hazırda Quba-Xaçmaz bölgəsinin qoyunçuluq təsərrüfatlarında qoyunçuluğun intensiv inkişafı üçün tələblərə cavab verən qoyun tövlələri tikilmişdir.

Quba-Xaçmaz bölgəsində xırdabuynuzlu heyvanların helmint faunasının tədqiqatları barədə məlumatlar azdır. Son illərdə bölgədə böyük biotik, abiotik və antropogen dəyişikliklər baş vermişdir. Buna görə də Quba-Xaçmaz bölgəsində xırdabuynuzlu heyvanların helmint faunasının landşaft-ekoloji tədqiqi aktualdır. Bunun üçün bölgənin müxtəlif landşaft ərazilərində xırdabuynuzlu heyvanların helmint faunasını öyrənmək və onların landşaft-ekoloji təhlilini aparmaq vəzifəsini qarşımıza qoymuşuq.

### **Material və metodlar**

Xırdabuynuzlu heyvanların helmint faunasını öyrənmək məqsədilə 2015-2021-ci ilin aprel ayından başlayaraq, 2021-ci ilin oktyabr-noyabr ayları ərzində Quba-Xaçmaz bölgəsində tədqiqat işləri aparılmışdır. Tədqiqat işləri Quba, Xudat, Siyəzən, Nabran, Qusar rayonlarında yerləşən şəxsi və fermer təsərrüfatlarında aparılmışdır. Xırdabuynuzlu heyvanların helmint faunasının daimi elementlərini öyrənmək məqsədi ilə yaylaqlarda və oturaq həyat tərzini keçirən təsərrüfatlarda heyvanların helmint faunasının dinamikası öyrənilmişdir. Quba, Xudat, Siyəzən, Nabran, Qusar rayonlarında ayrı-ayrı təsərrüfatlarda və şəxsi kəsim məntəqələrində 716 baş qoyun və 510 baş ev keçiləri tam helmintoloji üsulla müayinə edilmişdir. Fasioloz, dikroselioz, exinokokkoz, diktiokaulyoz xəstəliklərinin yayılmasının aşkar edilməsi üçün natamam helmintoloji diaqnostika da aparılmışdır [4].

Ərazidən helmint yumurtaları Kotelinikov və Xrenov (1978) üsulu ilə toplanmışdır. Ümumilikdə 485 nəcis nümunəsi Vayda və Fülleborn metodu ilə tədqiq edilmişdir [7].

Trematodların və sestodların növlərinin təyini üçün kvas karmin məhlulu ilə boyanmış preparatlar hazırlanmışdır. Nematodların növlərinin təyin edilməsi üçün 1:1 nisbətində süd turşusu və qliserin qarışığından istifadə olunmuşdur. Helmintlərin təyini üçün Olympus mikroskopunun x20 və x40 böyüdücülərindən istifadə edilmişdir.

Trematodlar və sestodlar 70° spirtdə, nematodlar isə 4% formalində fiksasiya edilmişdir.



### Nəticələr və onların müzakirəsi

Quba-Xaçmaz bölgəsində müxtəlif landşaft ərazilərində 716 baş qoyun, 510 baş keçi tədqiq olunmuşdur. Qoyunlar və ev keçiləri arasında 32 növ helmint aşkar edilmişdir. Aparılan tədqiqat işinin nəticələrinə görə bölgənin xırdabuyuzlu heyvanları arasında trematodlar 2, sestodlar 4, nematodlar 26 növlə təmsil olunmuşdur. Quba-Xaçmaz bölgəsində qoyunlar və quzularda, o cümlədən keçilərdə *F. hepatica* və *D. lanceatum* ocaqlar şəklində yayılmışdır. Bu, helmintlərin aralıq və əlavə sahiblərinin yayılması ilə əlaqədardır [3].

*Cədvəl.*

*Quba-Xaçmaz bölgəsində xırdabuyuzlu heyvanların helmintləri*

Helmintlər	Qoyun- larda	Ev keçilərində	Ümumi
<b>Trematodlar</b>			
<i>Fasciola hepatica</i> Loos, 1758	+	+	+
<i>Dicrocoelium lanceatum</i> Stiles et Hassal, 1856	+	+	+
<b>Sestodlar</b>			
<i>Moniesia expansa</i> Rudolphi, 1810, Blanchard 1891	+	+	+
<i>Moniesia benedeni</i> (Moniez, 1879)	+		
<i>Thysaniezia giardi</i> Moniez, 1879,	+	+	
<i>Echinococcus granulococcus</i> Batsch, 1786-lavrae	+	+	+
<b>Nematodlar</b>			
<i>Chabertia ovina</i> Fabricius, 1788, Raillet et Henry, 1909	+		
<i>Bunioctomum trigonocephalum</i> , Rudolphi, 1808, Raillet, 1902	+	+	+
<i>Bunioctomum phelobotomum</i> Raillet, 1900, Raillet 1902	+		
<i>Trichostrongylus andreevi</i> , Grigorian, 1952	+	+	+
<i>Trichostrongylus axei</i> Cobbold 1879, Raillet et Henry, 1909	+	+	+
<i>Trichostrongylus capricola</i> , Ransom, 1907	+	+	+
<i>Trichostrongylus colubriformis</i> , Giles, 1892	+	+	+
<i>Trichostrongylus skrjabini</i> , Kalantarian, 1928	+	+	+
<i>Trichostrongylus vitrinus</i> Looss, 1905	+	+	+
<i>Ostertagia ostertagi</i> Stiles, 1892, Ransom, 1907	+	+	+
<i>Ostertagia circumcincta</i> Stadelmann 1899, Ransom, 1907	+	+	+
<i>Ostertagia ossidentalis</i> Ransom, 1907	+		
<i>Ostertagia trifurcata</i> Ransom, 1907	+	+	+

<i>Ostertagia trifida</i> Gülle, Marotel et Panisset, 1911	+	+	+
<i>Ostertagia gruhneri</i> Skrjabin, 1929	+		
<i>Teledorsagia davtiani</i> Andreeva et Satubaldin, 1954	+	+	+
<i>Marshallagia marshalli</i> Ransom, 1907, Orloff, 1933	+	+	+
<i>Marshallagia dentispicularis</i> Assadov, 1954	+	+	+
<i>Haemonchus contortus</i> Rudolphi, 1805, Cobbold, 1898	+	+	+
<i>Nematodirus abnormalis</i> May, 1920	+	+	+
<i>Nematodirus helvetianus</i> May, 1920	+	+	+
<i>Nematodirus junctispicularis</i> Assadov, 1958	+		
<i>Dictyocaulus filaria</i> Rudolphi, 1809, Raillet et Henry, 1907	+	+	+
<i>Protostrongylus hobmajeri</i> Schulz, Orloff et Kutass, 1933, Cameron, 1934	+	+	+
<i>Protostrongylus kochi</i> Schulz, Orloff et Kutass,	+		
<i>Trichcephalus ovis</i> Abilagaard, 1795	+	+	+
Cəmi:32 növ			

Bölgədə tədqiq olunan qoyun və keçilərin helmint faunası müqayisə edilmiş və bu heyvanların ümumi helmintləri müəyyən edilmişdir. Aşkar edilmiş helmint növlərinin bir çoxu ilə hər iki qrup heyvan eyni dərəcədə yoluxmuşdur (Cədvəl). Aparılan tədqiqat işlərinin nəticələrinə əsasən, bu helmintlərin bölgənin düzənlik və dağətəyi zonasının şəraitinə uyğunlaşması müəyyən edilmişdir.

Buna görə də heyvanların helmintlərlə yoluxma mənbələrini müəyyənləşdirməyi də qarşımıza məqsəd qoymuşuq. Qeyd edək ki, xırdabuynuzlu heyvanlar qış tövlələrindən yaylaqlara və geriyyə köçürülən yollarda müxtəlif şəraitlə qarşılaşırlar. Köçürülmə zamanı qoyun və keçilərin bu və ya digər yoluxucu, parazitar xəstəliklərlə və patogen helmintozlarla yoluxması barədə bir çox ədəbiyyat məlumatlarında da qeyd olunmuşdur [2; 6].

Quba-Xaçmaz bölgəsində aparılan helmintoloji tədqiqatların nəticələrinə əsasən müxtəlif landşaft ərazilərində *F. hepatica*, *M. expansa*, *T. giardi*, *T. hydatigena*, *E. granulosus*, *Haemonchus contortus*, *Dictyocaulus filaria*. növlərinin epizootoloji əhəmiyyətə malik olduğunu qeyd etmək olar. Prostrongilidlərin, xabertiyaların, trixostrongilidlərin, trixosefalidlərin də müəyyən epizootoloji əhəmiyyətə malik olduğunu nəzərə almaq olar.

Bizim tədqiqatlarımıza qədər *Cooperia pectinata* və *Nematodirus junctispicularis* Azərbaycanda qoyunlar üçün yeni növ kimi aşkar edilmişdir [1].

Qeyd etmək lazımdır ki, qoyunlar və keçilər, köçürülmədən asılı olmayaraq, yaşla əlaqədar yeni helmintlərlə yoluxa bilər. Tədqiqatlar nəticəsində müşahidə edilmişdir ki, *Fasciola hepatica* və *Dicrocoelium lanceatum* xırdabuynuzlu heyvanlar arasında yaş artdıqca aşkar olunur, strongilidlər daha erkən yaşlarda rast gəlinir.

Bölgədə qoyunçuluq təsərrüfatlarının otlaq dəyişməsi helmintozların ocaqlar formasında yayılmış qruplarının digər ərazilərə keçməsinə zəmin yaradır. Qeyd edək ki, bölgə istirahət zonası olduğu üçün kəsilmiş heyvanların ıçalatı da ətrafa atılır. Məhz bu amilin helmint faunasının formalaşmasında mühüm rolu olduğu güman edilir.

Dünya səviyyəsində qida təhlükəsizliyi məsələlərinin ön plana çəkilməsi insan cəmiyyətinin sağlam gələcəyi üçün xüsusi aktualıq kəsb edir. Heyvanların məhsuldarlığının azalmasına, məhsulun keyfiyyətinin aşağı düşməsinə, xüsusən, heyvanlar arasında ölüm hallarının baş verməsinə səbəb olan helmintoz törədicilərinin bioekoloji xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi bu nöqtəyi-nəzərdən xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Heyvanlar arasında ölüm hallarının baş verməsinə səbəb olan bu helmintozlara qarşı mübarizə tədbirlərinin işlənilib hazırlanması üçün onların biologiyası, taksonomik xüsusiyyətləri, epidemiologiyası, epizootologiyası və ekologiyası öyrənilməlidir. Ekologiya daim dəyişdiyi üçün helmintoz törədicilərinin ekoloji amillərdən asılı olaraq yayılma intensivliyi tədqiq olunmalıdır.

Helmintlər biosenozun mühüm tərkib hissəsi olaraq, epidemioloji və epizootoloji xüsusiyyətə malikdirlər. Helmintlər sürfə və yetkin mərhələdə müxtəlif yollarla əsas və aralıq sahiblərin orqanizmlərinə daxil olur, onların müxtəlif orqanlarında lokalizasiya edərək parazitlik edirlər. Bu proses kənd təsərrüfat heyvanlarının məhsuldarlığına, inkişafına və nəsilvermə qabiliyyətinə mane olurlar.

Quba-Xaçmaz bölgəsi Azərbaycan Respublikasının əhalisini ət və süd məhsulları ilə təmin edən mühüm bölgələrdən biri olduğu üçün bölgənin xırdabuynuzlu heyvanlarının helmint faunasının epizootoloji və epidemioloji qiymətləndirilməsinin aparılması təhlükəli helmintozlara qarşı profilaktik və sanitariya-baytarlıq tədbirlərinin elmi əsaslarının hazırlanmasını təmin edir. Heyvandarlıq təsərrüfatlarına ciddi zərər vuran helmintozlara qarşı mübarizə tədbirləri işlənilib hazırlanması üçün bu helmintlərin hər bir növünün bio-ekoloji xüsusiyyətləri öyrənilməlidir.

## ƏDƏBİYYAT

1. *Асадов С.М.* Гельминтофауна жвачных животных СССР и ее эколого-географический анализ. Изд. АН Азерб. Ваку, 1960, с.140-153.
2. *Абуладзе К.И.* Паразитология и инвазионные болезни сельскохозяйственных животных. – Москва – «Колос» – 1982 – 482 с.
3. *Гасанова А.М.* Эколого-таксономический анализ и эволюция трематод рода *Dicrocoelium* и семейства *Dicrocoellidae* Автореф. дис.на соис. уч.степ.канд.биол.наук. Баку, 1996, с.8-11.
4. *Скрябин К.И., Петров А.М., Орлов И.В. и др.* Краткий курс паразитологии домашних животных. Изд.сельскохоз. лит. Москва, 1950, с.344-345.
5. *Скрябин К.И.* Метод полных гельминтологических вскрытий позвоночных, включая человека. М.: Изд-во МГУ, 1928. 45 с.
6. *Колесниченко М.Л.* Динамика и эколого-географический анализ гельминтофаунистического комплекса овец в Нагорно-Карабахской автономной области. Автореф. дис.на соис. уч.степ.канд.биол.наук. Баку, 1967, с.6-14.
7. *Котельников Г.А., А.С. Москвин, В.М. Хренов;* Дифференциальная диагностика гельминтозов по морфологической структуре яиц и личинок возбудителей: Атлас. / Под ред. А.А. Черепанова. - М.: Колос, 2001. -76 с.

Redaksiyaya daxil olub 12.03.2023

*UOT 612.273+577.151.05*

*V.A.Həsənova*  
*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti,*  
*Hesenovavusale2019@gmail.com*

## **ALTIAYLIQ ERKƏK DOVŞANLARIN BEYİN ŞÖBƏLƏRİNİN TOXUMALARINDAKI QAYT METABOLİZMİNİN DİNAMİKASINA ALKOQOLUN AŞAĞI DOZASININ XRONİKİ TƏSİRİ**

*Açar sözlər: dovşan, analiz, beyin, təcrübə*

Aşağı dozada etanolun (3,5 q/kq 25% məhlul, gündəlik, intraperitoneal) təsiri altında CNS strukturlarının toxumalarında (beyin qabığı, beyincik, beyin sapı və hipotalamus) qamma-aminobutirik turşunun (GABA) metabolizminin dinamikası orqanizmdə 7, 14, 21 və 30 gün ərzində tədqiq edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, etanolun aşağı dozada gündəlik qəbulundan sonra 7, 14, 21 və 30-cu gündə tədqiq olunan beyin strukturlarının toxumalarında GABA tərkibinin artması müşahidə olunur. Eyni zamanda, bu strukturların toxumalarında qlutamat dekarboksilazanın (GAD) aktivliyi artdı və GABA-dan fərqli olaraq sərbəst qlutamat və aspartatın (Glu və Asp) tərkibi xeyli azaldı. GABA-transferaza fermentinin toxumalarda aktivliyi əsasən azalıb, bəzi strukturlarda isə nəzarət səviyyəsində olub.

Bu şərtlərdə GABA-nın artması və GAD fermentativ aktivliyinin artması, ehtimal ki, GABA-nın MSS-də qoruyucu-adaptiv və kompensasiya funksiyası ilə əlaqədardır.

*В.А.Гасанова*

## **ВЛИЯНИЕ МАЛОЙ ДОЗЫ ЭТАНОЛА НА ДИНАМИКУ ОБМЕНА ГАМК В ТКАНЯХ СТРУКТУР ЦНС ШЕСТИМЕСЯЧНЫХ КРОЛИКОВ**

*Ключевые слова: кролик, анализ, мозг, опыт*

Исследована динамика изменения метаболизма гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) в тканях структур ЦНС (кора больших полушарий головного мозга, мозжечок, ствол мозга и гипоталамус) при воздействии на организм малой дозы этанола (3,5 г/кг 25%-ного раствора, ежедневно, внутривенно) в течение 7, 14, 21 и 30 дней.

Установлено, что после ежедневного воздействия малой дозы этанола происходит увеличение содержания ГАМК в тканях исследованных структур головного мозга через 7, 14, 21 и 30 дней. При этом, активность фермента глутаматдекарбоксилазы (ГДК) в тканях этих структур повышается, а содержание свободных глутамата и аспартата (Глу и Асп) отличие от содержания ГАМК, наоборот, значительно уменьшается. При этом активность фермента

ГАМК-трансферазы в тканях в основном понижается, а в некоторых структурах находится на уровне контроля.

Увеличение содержания ГАМК и повышение активности фермента ГДК в указанных условиях, вероятно, связано с защитно-приспособительной и компенсаторной функцией ГАМК в ЦНС.

V.A. Gasanova

### **EFFECT OF LOW DOSES OF ETHANOL ON THE DYNAMICS OF GABA METABOLISM IN THE TISSUE OF CENTRAL NERVOUS SYSTEM STRUCTURES IN SIX-MONTH-OLD RABBITS**

**Keywords:** *rabbit, analysis, brain, experiment*

The dynamics of gamma-aminobutyric acid (GABA) metabolism in the tissues of CNS structures (cerebral cortex, cerebellum, brain stem and hypothalamus) under the action of a low dose of ethanol (3.5 g / kg of 25% solution, daily, intraperitoneally) on the organism for 7, 14, 21 and 30 days was studied.

It was found that after daily exposure to ethanol in low doses an increase of GABA content noticed in the tissues of studied brain structures at 7, 14, 21 and 30 days. At the same time, the activity of glutamate decarboxylase (GAD) in the tissues of these structures was increased, and the content of free glutamate and aspartate (Glu and Asp), on the contrary to GABA, was greatly reduced. The activity of the GABA-transferase enzyme in tissues mainly decreased, and in some structures was at the control level.

The increase of GABA and increased GAD enzymatic activity in these conditions probably is due to the protective-adaptive and compensatory function of GABA in the CNS.

Məişətdə çox geniş yayılmış və orqanizmə öz kəskin və xroniki mənfi təsiri ilə seçilən ekstremal faktorlardan biri olan alkoqolun təsirinə tədqiqi böyük və vacib sosial problemin həlli istiqamətində müəyyən müsbət nəticələrə gətirib çıxara bilər. Toksik maddələrin, o cümlədən alkoqolun orqanizmdəki toksiki təsirinə neyrokimyəvi mexanizminin öyrənilməsi müasir səhiyyənin ən vacib və sosial problemlərindən biridir (1, 4, 5, 10, 12, 16). Elmdə yalnız belə yanaşma, müasir və elmi cəhətdən əsaslandırılmış yeni tövsiyələrin hazırlanmasına səbəb ola bilər ki, bu tövsiyələrdə alkoqolizm kimi mürəkkəb sosial xəstəliklərin müalicə və profilaktikasında mühüm rol oynaya bilər. Alkoqola qarşı insanların həssaslığı fərdidir (məxsusidir). Bu həssaslıq bir başa insanların orqanizmlərinin psixiki (ruhi) və fizioloji vəziyyəti ilə bağlı məsələdir. Alkoqolun aşağı dozası insanların sinir sistemində stimullaşdırıcı təsir göstərir və bu zaman insanlarda müsbət emosiyalar və eyforiya vəziyyəti əmələ gəlir. Bu vəziyyət mərkəzi sinir sistemində (MSS) ləngimə prosesinin pozulması nəticəsində baş verir ki, bu zaman orqanizmdə davranışı nəzərdə

saxlayan impulsların təsirinin zəifləməsi nəticəsində belə hal baş verir. Alkoqolun yüksək dozada qəbulu hər bir insanın fərdi vəziyyətdən asılı olaraq bu və ya digər dərəcədə depresiyaya səbəb olur. Hələ də bu günə gədər alkoqolizmin tam etiologiya və patogenezi haqqında tam və dəqiq təsəvvür yoxdur. Etanolun yüksək dozasına qarşı tolerantlıq və nəticədə xəstəliyin əlamətləri əsasən alkoqola qarşı fiziki asılılıqla bağlı olub və alkoqolizminin əmələ gəlməsində vacib bir faktordur. Deməli, alkoqol MSS-də gedən maddələr mübadiləsinin əsas komponentlərindən biri kimi qəbul edilə bilən və alkoqolizmin əmələ gəlməsində dominant kimi birinci faktor kimi mühüm rola malikdir.

Müəyyən edilmişdir ki, etanolun MSS şöbələrinə və bu şöbələrin funksiyalarına təsiri bu sistemdə gedən maddələr mübadiləsinə bilavasitə təsiri ilə bir başa əlaqədardır. MSS-də gedən maddələr mübadiləsi dedikdə ilk növbədə mediatorlar mübadiləsi diqqəti cəlb edir. Sübut olunmuşdur ki, orqanizmin üzvlərinin bir çox vəzifələri MSS-də gedən mediatorlar mübadiləsinin pozulması nəticəsində baş verən oyanma və ləngimə prosesləri arasında baş verən tarazlığın pozulması nəticəsində meydana çıxır. Bütün ekstremal və gərginlik (stress) şəraitlərində baş verən patoloji proseslər neyrokimyəvi maddələrin təsiri nəticəsində baş verir. Belə maddələrdən biri də alkoqoldur. Mediatorlara gəldikdə isə beyində çox mühüm rolu olan klassik ləngidici mediator qamma-aminyəğ turşusu (QAYT) və klassik oyadıcı mediatorlar qlutamat və aspartat (Qlu və Asp) diqqəti cəlb edir. Etanol, QAYT, Qlu, Asp və bunlardan ayrılıqda orqanizmdə və əsasən də MSS-də xüsusi təsir mexanizminə malik olduqları üçün neyrokimyəvi maddələr hesab olunurlar. Ona görə belə maddələrin bir-birinə qarşılıqlı təsirinin öyrənilməsi xüsusi elmi maraq yaradır. Ədəbiyyatda alkoqolun MSS şöbələrinin toxuma və hüceyrələrinin hissəciklərində mediator təbiətli amin turşularının və biogen aminlərin miqdarına təsiri haqqında bəzi məlumatlar vardır (5, 9, 12, 16). Lakin bu məlumatlar olduqca azdır və bir çox hallarda əldə edilən məlumatlar bir-biri ilə ziddiyyət təşkil edir. Digər tərəfdən postnatal ontogenezin müxtəlif mərhələlərində etanolun mediatorlar mübadiləsinə təsiri az tədqiq edilmişdir. Bütün yuxarıda göstərilənləri nəzərə alaraq, hazırkı elmi işimizdə altıaylıq (cinsi yetişkənlik dövrü) erkək dovşanların beyin şöbələrinin toxumalarında gedən QAYT metabolizminin xüsusiyyətlərinə alkoqolun aşağı dozasının xroniki təsirinin dinamikasının öyrənilməsini qarşımıza əsas məqsəd və vəzifə qoyduq.

### **Material və metodlar**

Tədqiqat işləri 80 baş altıaylıq erkək şinşilla xəttindən dovşanları üzərində aparılmışdır. Bu heyvanlar adi qida rejimində vivari şəraitində saxlanılmışdır. Beyin şöbələri (baş beyin yarımkürələrinin qabığı, beyincik,

beyin sütunu və hipotalamus) altıaylıq (cinsi yetişkənlik dövrü) erkək dovşanlarda atlas üzrə ayrıldıqdan sonra analiz edilmişdir. Beynəlxalq konvensiyaya uyğun olaraq təcrübə heyvanları uretan narkozu altında dekapitasiya edildikdən sonra buz üzərində yerləşdirilmiş Petri kasalarına qoyularaq, təmizləndikdən sonra yuxarıda qeyd edilən beyin şöbələrinə ayrılmışdır. Bu beyin şöbələrinin toxumaları E.Roberts (13) üsuluna uyğun və N.F.Şatunova, İ.A. Sıtinskinin (14) modifikasiyası əsasında işlənmişdir.

Sərbəst amin turşularının (QAYT, Qlu, Asp) elektroforez kağızı üzərində ayrılması K.Dose (11) üsulu ilə və əsasən su – sirkə turşusu – təmiz piridin (44:8:1) buferində istifadə edərək yerinə yetirilmişdir.

Beyin toxumalarında qlutamatdekarboksilaza (QDK), FT 4.1.1.15 fermentinin fəallığı 30 dəqiqə ərzində 37 °S-də azot atmosferində sərbəst Qlu ilə inkubasiya şəraitində QAYT-ın miqdarının artmasına görə (15) təyin edilmişdir və bu fermentin fəallığı 1 qram təzə beyin şöbəsinin toxumasında 1 saat ərzində əmələ gələn QAYT-ın miqdarına əsasən (mkmol QAYT/q·s) hesablanmışdır.

4-aminobutirat: 2-oksoqlutarataminotransferaza (QAYT-T, FT 2.6.1.19) fermentinin fəallığı isə N.S.Nilovanın (6) metodu ilə təyin olunmuş və fermentin fəallığı isə mkmol Qlu/q q·s-la ifadə edilmişdir.

Altıaylıq erkək dovşanların tədqiq edilən beyin şöbələrindəki QAYT, Qlu və Asp-ın miqdarları və QDK, QAYT-T fermentlərinin fəallığı kontrolda və alkoqolun aşağı dozasının xroniki təsirini öyrənmək üçün, hər bir dovşanların qarın boşluğuna gündə 1 dəfə 3,5 q/kq 40%-li etanol məhlulu təcrübələrin aparılan günlərinə müvafiq olaraq (7, 14, 21 və 30 gün) yeridilmiş və hər təcrübə gününün sonunda etanolun yeridilməsindən 30 dəqiqə sonra dekapitasiya edilərək təcrübələr aparılmışdır. Kontrol heyvanlarda isə qarın boşluğuna etanolun əvəzinə 3,5 q/kq fizioloji məhlul yeridilmiş və təcrübələrin gedişi etanolla aparıldığı qaydada davam etdirilmişdir.

Aparılan bütün təcrübələr Fişer-Styudentə görə və Vilkokson qeyri-parametrik (Manna-Uitni) statistik üsulla işlənmişdir (3). Hesablamalar “Statistica” programının köməyi ilə aparılıb. Hər təcrübə seriyasında aşağıdakı əsas kəmiyyət təyin edilmişdir: orta arifmetik kəmiyyət (M) və orta kvadratik xəta (m), kontrol və təcrübə qruplarının göstəriciləri arasında fərqlin ehtimalı (p).

### **Alınmış dəlillərin şərhı və müzakirəsi**

Aparılan təcrübələr (Cədvəl 1) altıaylıq kontrol heyvanların tədqiq edilən beyin şöbələrinin toxumalarında QAYT, Qlu və Asp-ın miqdarı eyni dərəcədə paylanmayıb. Belə ki, fizioloji məhlulun yeridilməsindən 7 gün sonra baş beyin yarımkürələri qabığı toxumalarında QAYT-ın miqdarı 1,99 mkmol/q, 14 gündən sonra 1,95 mkmol/q, 21 gün sonra 1,89 mkmol/q və 30 gün sonra isə 1,87 mkmol/q təşkil edir. Bu zaman beyinin bu şöbələrində sərbəst Qlu-nun miqdarı fizioloji məhlulun yeridilməsindən 7 gün sonra 3,95 mkmol/q, 14 gün



sonra 3,84 mkmol/q, 21 gün sonra 3,78 mkmol/q və 30 gün sonra isə 3,69 mkmol/q olur. Bu dövrdə sərbəst Asp-ın miqdarı isə 7 gün sonra 2,72 mkmol/q, 14 gün sonra 2,66 mkmol/q, 21 gün sonra 3,78 mkmol/q və 30 gün sonra isə 3,69 mkmol/q olur. Bu dövrlərdə sərbəst Asp-ın miqdarı isə 7 gün sonra 2,72 mkmol/q, 14 gün sonra 2,66 mkmol/q, 21 gün sonra 2,61 mkmol/q və 30 gün sonra isə 2,57 mkmol/q təşkil edir. Bu heyvanların beyinciklərinin toxumalarında fizioloji məhlulun yeridilməsindən 7 gün sonra QAYT-ın miqdarı 1,66; 14 gün sonra 1,60; 21 gün sonra 1,64 və 30 gün sonra isə 1,58 mkmol/q olub. Bu vaxt sərbəst Qlu-nun miqdarı isə 7 gündə 3,69; 14 gündə 3,61; 21 gündə 3,29 və 30 gündə 3,42 mkmol/q təşkil edib. Sərbəst Asp-ın miqdarı isə 7 gündə 2,66; 14 gündə 2,60; 21 gündə 2,56 və 30-cu gündə isə 2,56 mkmol/q olub. Beyin sütununun toxumasında eyni vaxtda, yəni 7 gündən sonra QAYT-ın miqdarı 1,16; 14 gündən sonra 1,13; 21 gündən sonra 1,17 və 30 gündən sonra 1,19 mkmol/q müşahidə edilib. Göstərilən müddətlərdə bu beyin toxumasında sərbəst Qlu-nun miqdarı kontrolda 7 gündən sonra 4,22; 14 gündə 4,22; 21 gündə 4,19 və 30 gündə 4,20 mkmol/q olub. Sərbəst Asp-ın miqdarı isə uyğun olaraq 1,57; 1,54; 1,55 və 1,56 mkmol/q təşkil edib. Müvafiq şəraitdə hipotalamusun toxumasında QAYT-ın miqdarı kontrolda uyğun olaraq 1,77; 1,77; 1,73 və 1,74 mkmol/q, sərbəst Qlu-nun miqdarı 3,51; 3,50; 3,45 və 3,45 mkmol/q və sərbəst Asp-ın miqdarı isə uyğun olaraq 1,35; 1,38; 1,37 və 1,39 mkmol/q təşkil etmişdir.

**Cədvəl 1.**

*Altı aylıq erkək dovşanların beyin şöbələrində toxumalarındakı QDK (mkmol QAYT/q·s) və QAYT-T (mkmol Qlu/q·s) fermentlərinin fəallığının dinamikasına etanolun aşağı dozasının (3,5 q/kg 25%-li məhlulu) təsiri*

Təcrübə	Baş beyin yarımkürələri qabığı			Beyincik			Beyin sütunu			Hipotalamus			
	QAYT	Qlu	Asp	QAYT	Qlu	Asp	QAYT	Qlu	Asp	QAYT	Qlu	Asp	
Kontrol	M	1,99	3,95	2,72	1,66	3,69	2,66	1,16	4,22	1,57	1,77	3,51	1,35
	±m	0,047	0,071	0,033	0,043	0,040	0,033	0,030	0,041	0,034	0,033	0,038	0,026
7 gün	M	2,48	2,95	2,18	2,48	3,06	2,40	1,47	3,32	1,34	2,51	2,94	0,83
	±m	0,052	0,049	0,056	0,053	0,053	0,046	0,033	0,061	0,053	0,043	0,058	0,056
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001
%	125	75	80	149	83	90	127	79	85	142	84	61	
14 gün	M	2,65	2,84	2,34	2,62	2,90	2,34	1,75	3,53	1,42	2,50	2,90	0,82
	±m	0,063	0,086	0,056	0,043	0,062	0,049	0,048	0,062	0,044	0,031	0,087	0,028
	p	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001
%	136	74	88	164	80	90	155	84	92	141	83	59	

21 gün	M	2,84	3,13	2,55	2,19	2,88	2,45	1,68	3,66	1,44	2,29	2,89	1,00
	±m	0,058	0,072	0,060	0,046	0,058	0,033	0,045	0,037	0,022	0,059	0,040	0,060
	p	<0,001	<0,001	>0,1	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	<0,001	<0,05	<0,001	<0,001	<0,001
	%	140	83	98	134	88	95	144	87	92	132	84	73
30 gün	M	2,45	3,10	2,49	2,06	2,93	2,49	1,53	3,76	1,46	2,18	3,00	1,10
	±m	0,067	0,045	0,046	0,048	0,084	0,042	0,036	0,029	0,026	0,044	0,041	0,038
	p	<0,001	<0,001	>0,05	<0,001	<0,01	<0,05	<0,001	<0,01	>0,05	<0,001	<0,001	<0,001
	%	131	84	97	130	86	96	129	90	94	125	87	79

Aparılan təcrübələrin sonrakı nəticələri göstərdi ki, etanolun aşağı dozasının gündə 1 dəfə (3,5 q/kq 25%-li məhlulu) qarın boşluğuna yeridilməsindən 7 gün sonra QAYT-ın miqdarı baş beyin yarımkürələri qabığında 25% (2,48 mkmol/q), beyinciğin toxumasında 49% (2,48 mkmol/q), beyin sütununda 27% (1,47 mkmol/q) və hipotalamusun toxumasında isə 42% (2,51 mkmol/q) artmışdır. Bu müddətdə sərbəst Qlu-nun miqdarı baş beyin yarımkürələri qabığının toxumasında 25% (2,95 mkmol/q), beyincikdə 17% (3,06 mkmol/q), beyin sütununda 21% (3,32 mkmol/q) və hipotalamusun toxumasında isə 16% (2,94 mkmol/q) azalmışdır. Eyni vaxtda sərbəst Asp-ın miqdarı baş beyin yarımkürələri qabığının toxumalarında 20% (2,18 mkmol/q), beyincikdə 10% (2,40 mkmol/q), beyin sütununda 15% (1,34 mkmol/q) və hipotalamusun toxumasında isə 39% (0,83 mkmol/q) azalmışdır. Sonrakı seriyalara əsasən müəyyən edilmişdir ki, etanolun tədqiq edilən dozasının təsirindən 14 gün sonra QAYT-ın miqdarı baş beyin yarımkürələri qabığının toxumalarında daha da çox yəni 36% (2,65 mkmol/q), beyinciğin toxumasında 64% (2,62 mkmol/q), beyin sütununda 55% (1,75 mkmol/q), hipotalamusun toxumasında isə 41% (2,50 mkmol/q) artmışdır. Bu zaman müvafiq beyin şöbələrinin toxumalarında, yəni 14 gün sonra sərbəst Qlu və Asp-ın miqdarları da 7 günlükdəkinə nisbətən bir qədər də çox azalmışdır. Belə ki, sərbəst Qlu-nun miqdarı baş beyin yarımkürələri qabığının toxumalarında 26% (2,84 mkmol/q), beyincikdə 20% (2,90 mkmol/q), beyin sütununda 16% (3,53 mkmol/q), hipotalamusun toxumasında isə 17% (2,90 mkmol/q) azalmışdır. Sərbəst Asp-ın miqdarı isə baş beyin yarımkürələri qabığının toxumalarında 12% (2,34 mkmol/q), beyincikdə 10% (2,34 mkmol/q), beyin sütununda 8% (1,42 mkmol/q), hipotalamusun toxumasında isə daha çox 41% (0,82 mkmol/q) azalma müşahidə edilmişdir. Etanolun öyrəndiyimiz dozasının təsirindən 21 gün sonra baş beyin yarımkürələri qabığının toxumalarında QAYT-ın miqdarı kontrola nisbətən 40% (2,64 mkmol/q), beyincikdə 34% (2,19 mkmol/q), beyin sütununda 44% (1,68 mkmol/q), hipotalamusun toxumasında isə 32% (2,29 mkmol/q) artmışdır. Bu zaman sərbəst Qlu-nun miqdarı isə baş beyin

yarım kürələri qabığının toxumalarında 17% (3,13 mkmol/q), beyincikdə 12% (2,88 mkmol/q), beyin sütununda 17% (3,66 mkmol/q), hipotalamusun toxumasında isə 16% (2,89 mkmol/q) azalmışdır. Eyni dövrdə sərbəst Asp-ın miqdarı da, isə baş beyin yarım kürələri qabığının toxumalarında 2%, yəni cüzi (2,55 mkmol/q,  $p>0,1$ ), beyincikdə 4% (2,45 mkmol/q,  $p<0,05$ ), beyin sütununda 7% (1,44 mkmol/q,  $p<0,05$ ), hipotalamusun toxumasında isə normaya nisbətən 17% (1,00 mkmol/q,  $p<0,01$ ) azalma baş vermişdir. Etanolun öyrəndiyimiz dozasının təsirindən 30 gün sonra QAYT-ın miqdarı baş beyin yarım kürələri qabığının toxumasında 31% (2,45 mkmol/q), beyincikdə 30% (2,06 mkmol/q), beyin sütununda 29% (1,53 mkmol/q) və hipotalamusun toxumasında isə 25% (1,18 mkmol/q) artmışdır. Bu dövrdə sərbəst Qlu-nun miqdarı isə beyin şöbələrinin toxumalarında müvafiq olaraq 10% (3,76 mkmol/q), 14% (2,93 mkmol/q), 10% (3,76 mkmol/q) və 13% (3,00 mkmol/q) azalmışdır. Elə bu zaman sərbəst Asp-ın miqdarı da, müvafiq olaraq 3% (2,49 mkmol/q), 3% (2,49 mkmol/q), 4% (1,46 mkmol/q) və 21% (1,10 mkmol/q) azalmışdır, yəni kontrol göstəricilərinə yaxınlaşmışdır.

Etanolun aşağı dozasının təsirindən sonra beyin şöbələrinin toxumalarında mediator təbiətli bu (QAYT, Qlu və Asp) amin turşularının miqdarının dəyişməsinin xüsusiyyətlərini aydınlaşdırmaq məqsədilə növbəti seriyalarda QAYT mübadiləsinin tənzimində iştirak edən əsas fermentlərin (QDK və QAYT-T) müvafiq şəraitlərdə dəyişməsinin dinamikasının öyrənməyi məqbul hesab etdik.

Aparılan təcrübələr (Cədvəl 2) göstərdi ki, kontrol şəraitdə kontrol heyvanların qarın boşluğuna 3,5 q/kq fizioloji məhlul yeritdikdən sonra 7, 14, 21 və 30 gün sonra tədqiq etdiyimiz beyin şöbələrinin toxumalarında QDK və QAYT-T fermentlərinin fəallığında elə bir dəyişiklik baş vermədi. Belə ki, fizioloji məhlulun qeyd edilən dozasının gündəlik təsirindən 7, 14, 21 və 30 gün sonra baş beyin yarım kürələrinin qabığının toxumalarında QDK-nın fəallığı 40,6 mkmol QAYT/q·s, beyincikdə 28,4 mkmol QAYT/q·s, beyin sütununda 38,4 mkmol QAYT/q·s və hipotalamusun toxumasında isə bu göstərici 48,1 mkmol QAYT/q·s olmuşdur. Eyni şəraitdə QAYT-T fermentinin fəallığı da, fizioloji məhlulun təsirindən 7, 14, 21 və 30 gün sonra baş beyin yarım kürələrinin qabığında 30,5; beyincikdə 58,0; beyin sütununda 43,6 və hipotalamusun toxumasında isə 58,5 mkmol Qlu/q·s təşkil etmişdir.

Sonrakı seriya təcrübələrə əsasən müəyyən edilmişdir ki, etanolun aşağı dozasının (3,5 q/kq 25%-li məhlulu) hər gün 1 dəfə qarın boşluğuna yeridilməsindən 7 gün sonra baş beyin yarım kürələrinin qabığının toxumalarında QDK fermentinin fəallığı 69% (68 mkmol QAYT/q·s), beyincikdə 68% (47,7 mkmol QAYT/q·s), beyin sütununda 31% (50,3 mkmol QAYT/q·s) və hipotalamusun toxumasında isə 26% (60,4 mkmol QAYT/q·s) yüksəlmişdir. Alkoqolun müvafiq dozasının 14 günlük təsirindən sonra bu

fermentin fəallığı baş beyin yarımkürələrinin qabığının toxumalarında daha da çox, yəni 155% (103,6 mkmol QAYT/q·s), beyincikdə 148% (70,4 mkmol QAYT/q·s), beyin sütununda 65% (63,2 mkmol QAYT/q·s) və hipotalamusun toxumasında isə 63% (78,4 mkmol QAYT/q·s) yüksəlmişdir. Etanolun öyrəndiyimiz dozasının 21 günlük təsirindən sonra isə QDK-nın fəallığı yenə də kontrola nisbətən bütün beyin şöbələrinin toxumalarında nisbətən yüksəlmişdir. Bu yüksəliş baş beyin yarımkürələrinin qabığının toxumalarında 83% (74,4 mkmol QAYT/q·s), beyincikdə 70% (48,3 mkmol QAYT/q·s), beyin sütununda 10% (42,2 mkmol QAYT/q·s) və hipotalamusda isə 46% (70,4 mkmol QAYT/q·s) olmuşdur. Alkoqolun aşağı dozasının hər gün bir dəfə olmaqla qəbulundan 30 gün sonra QDK fermentinin fəallığı yenə də kontrol göstəricilərinə nisbətən yüksəlmişdir. Bu yüksəliş beyin yarımkürələrinin qabığının toxumalarında 24% (50,3 mkmol QAYT/q·s), beyincikdə 21% (34,4 mkmol QAYT/q·s), beyin sütununda 12% (43 mkmol QAYT/q·s) və hipotalamusun toxumasında isə 13% (54,2 mkmol QAYT/q·s) olmuşdur. Bu tədqiqat işimizin son seriyalarından əldə edilən dəlillərə əsasən demək olar ki, etanolun aşağı dozasının təsirindən 7, 14, 21 və 30 gün sonra əksər hallarda QAYT-T fermentinin fəallığı öyrənilən 4 beyin şöbələrinin toxumalarında QAYT-T fermentinin fəallığı, QDK fermentinin fəallığının əksinə olaraq kontrol göstəricilərinə nisbətən aşağı düşmüşdür. Belə ki, etanolun təsirindən 7 gün sonra bu fermentin fəallığı baş beyin yarımkürələrinin qabığının toxumalarında 27% (22,4 mkmol Qlu/q·s), beyincikdə 24% (44,2 mkmol Qlu/q·s), beyin sütununda 20% (34,9 mkmol Qlu/q·s) və hipotalamusun toxumasında isə 21% (46,2 mkmol Qlu/q·s) aşağı düşmüşdür. Alkoqolun 14 günlük təsirindən sonra QAYT-T-nin fəallığı baş beyin yarımkürələrinin qabığının toxumalarında 37% (19,2 mkmol Qlu/q·s), beyincikdə 41% (34,4 mkmol Qlu/q·s), beyin sütununda 35% (28,2 mkmol Qlu/q·s) və hipotalamusun toxumasında isə 22% (45,6 mkmol Qlu/q·s) aşağı düşmüşdür. Etanolun müvafiq dozasının 21 günlük təsirindən sonra bu fermentin fəallığı baş beyin yarımkürələrinin qabığının toxumalarında normaya nisbətən 38% (18,8 mkmol Qlu/q·s), beyincikdə 46% (31,2 mkmol Qlu/q·s), beyin sütununda 32% (29,8 mkmol Qlu/q·s) və hipotalamusun toxumasında isə yenə də 32% (39,5 mkmol Qlu/q·s) azalmışdır. Etanolun 30 günlük təsirindən sonra bu fermentin fəallığı baş beyin yarımkürələrinin qabığının toxumalarında normaya nisbətən dəyişməmiş 2% (29,9 mkmol Qlu/q·s,  $p>0,05$ ), beyincikdə 3% (56,1 mkmol Qlu/q·s,  $p>0,05$ ), beyin sütununda 6% (41,0 mkmol Qlu/q·s,  $p>0,05$ ) və hipotalamusun toxumasında isə 2% (59,4 mkmol Qlu/q·s) aşağı olmuşdur. Göründüyü kimi etanolun təsirindən 30 sonra QAYT-T fermentinin fəallığı demək olar ki, kontrol səviyyəsində qalmışdır.

**Cədvəl 2.**

*Altıaylıq erkək dovşanların beyin şöbələrində toxumalarındakı QDK (mkmol QAYT/q·s) və QAYT-T (mkmol Qlu/q·s) fermentlərinin fəallığının dinamikasına etanolun aşağı dozasının (3,5 q/kq 25%-li məhlulu) təsiri*

Təcrübə		Baş beyin yarımkürələri qabığı		Beyincik		Beyin sütunu		Hipotalamus	
		QDK	QAYT-T	QDK	QAYT-T	QDK	QAYT-T	QDK	QAYT-T
Kontrol	M	40,6	30,5	28,4	58	48,1	58,5	38,4	43,6
	±m	1,46	1,95	1,35	1,71	1,65	1,17	2,00	1,84
7 gün	M	68,5	22,4	47,7	44,2	60,4	46,2	50,3	34,9
	±m	1,45	1,38	1,82	1,72	1,46	1,63	1,42	2,04
	p	<0,001	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,001	<0,05
	%	169	73	168	76	126	79	131	80
14 gün	M	103,6	19,2	70,4	34,4	78,4	45,6	63,2	28,2
	±m	1,77	1,04	1,36	1,29	1,34	1,89	1,71	1,21
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	%	255	63	248	59	163	78	165	65
21 gün	M	74,4	18,8	48,3	31,2	70,4	39,5	42,2	29,8
	±m	2,56	0,82	1,35	1,82	1,39	0,89	1,38	1,93
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	%	183	62	170	54	146	68	110	68
30 gün	M	50,3	29,9	34,4	56,1	54,2	59,4	43	41
	±m	1,29	1,04	1,45	1,85	2,34	1,03	1,41	0,96
	p	<0,01	>0,05	<0,01	>0,05	<0,05	>0,05	<0,05	<0,05
	%	124	98	121	97	113	102	112	94

Bizim təcrübələrimiz göstərdi ki, fizioloji məhlulun 3,5 q/kq dozada qarın boşluğuna gündə 1 dəfə 7, 14, 21 və 30 gün yeridilməsindən sonra altıaylıq dovşanlarının mediator təbiətli amin turşularının (QAYT, Qlu və Asp) miqdarlarına və QDK və QAYT-T fermentlərinin fəallığının tədqiq etdiyimiz beyin şöbələrində toxumalarında vivari şəraitində saxlanılmış və fizioloji məhlul vurulmamış heyvanlarla müqayisədə heç bir dəyişiklik olmadı. Deməli fizioloji məhlulun yeridilməsi təcrübələrin aparıldığı 7, 14, 21 və 30 gün ərzində beyin şöbələrində toxumalarında gedən QAYT metabolizminin dinamikasında heç bir dəyişiklik əmələ gətirmədi. Təcrübələrin sonrakı gedişatı göstərdi ki, etanolun aşağı dozasının (3,5 q/kq 25%-li məhlulu) altıaylıq dovşanlarda gündə 1 dəfə 7,

14, 21 və 30 gün müddətində qarın boşluğuna yeridilməsindən sonra isə öyrəndiyimiz baş beyin yarımkürələrinin qabığı, beyincik, beyin sütununu və hipotalamus) beyin şöbələrinin toxumalarında QAYT-ın miqdarı normaya nisbətən artır, QDK fermentinin fəallığı isə yüksəlir. Bu dövrdə sərbəst Qlu və Asp miqdarları isə müvafiq beyin şöbələrinin toxumalarında isə, əksinə, normaya nisbətən xeyli azalır. Göstərilən müddət və şəraitlərdə QAYT-T fermentinin fəallığı QDK-nın əksinə olaraq əksər hallarda normaya nisbətən aşağı düşür, lakin bəzi hallarda (etanolun təsirindən 30 gün sonra) ya az dəyişir, ya da elə normaya yaxın olur.

Ədəbiyyat məlumatlarına əsasən (2; 8; 10) məlumdur ki, müxtəlif ekstremal və gərginlik (stress) şəraitlərində MSS-də QAYT-ın miqdarı artır. Bizim tədqiqatlarımız göstərir ki, neyrotrop və orqanizm üçün zəhərli maddə hesab edilən etanolun xroniki təsirindən sonra da beyin şöbələrinin toxumalarında QAYT-ın miqdarı artır və onun sintezində iştirak edən QDK fermentinin fəallığı da yüksəlir. Demək olar ki, etanolun təsiri zamanı beyində QAYT-ın artması əsasən onun sintezinin səviyyəsinin hesabına baş verir. O da məlumdur ki, (5, 8, 9) beyində əsasən QAYT-ın əmələ gəlməsi birbaşa sərbəst Qlu-dan və dolayısı yolla isə sərbəst Asp-dan əmələ gəlir (aminləşmə yolu ilə). Bizim təcrübələrimiz göstərdi ki, etanolun təsiri nəticəsində beyin şöbələrinin toxumalarında QAYT-ın miqdarı artdıqda sərbəst Qlu və Asp-ın miqdarı azalır, QDK-nın fəallığı yüksəlir, QAYT-T-nin fəallığı isə əksər hallarda aşağı düşür. Bu da onu göstərir ki, etanolun təsirindən sonra beyin şöbələrinin toxumalarında QAYT-ın artması bir tərəfdən isə onun toxumalar tərəfindən mənimsənilməsinin zəifləməsi (QAYT şuntu) hesabına baş verir. Bu zaman beyin şöbələrində QAYT-ın etanolun təsirindən sonra artması hesab edirik ki, onun qoruyucu və kompensator funksiyası ilə bir başa bağlıdır. Yəni bu şəraitdə QAYT-ın miqdarı beyində artaraq sinir hüceyrələrinin sıradan çıxmasının qarşısını almaq üçün “qoruyucu” ləngimə əmələ gətirir. Digər tərəfdən isə QAYT-ın artması Qlu və Asp-ın azalmasına səbəb olur ki, bu da onun kompensator funksiyası ilə bağlıdır. Belə ki, müvafiq şəraitdə QAYT MSS-də oyanma prosesini (Qlu və Asp azalması), öz üzərinə götürərək ləngimə ilə oyanma prosesini kompensasiya edir.

Ədəbiyyatdan məlumdur ki, cinsi yetişkənlik dövründə erkək heyvanlarda androgenlərin miqdarı normaya nisbətən bir neçə dəfə artır (2, 7, 8). Digər tərəfdən öyrənilib ki, androgenlər MSS-də QAYT-ın miqdarını azaldaraq ləngiməni zəiflədir və nəticədə oyanma prosesi güclənir (8). Bir çox tədqiqatçılarına əsasən məlum olub ki, etanolun kəskin və xroniki təsirindən sonra beyin şöbələrinin toxuma və mitoxondriyalarında qanın plazmasında androgenlərin miqdarı normaya nisbətən xeyli azalır (2; 5).

Bütün yuxarıda göstərilənlərə əsasən belə nəticəyə gəlmək olar ki, altı aylıq dovşanların beyin şöbələrinin toxumalarında etanolun xroniki

təsirindən sonra QAYT-ın miqdarının artması bir tərəfdən onun beyində sintezinin artması hesabına, digər tərəfdən isə qanın plazmasında androgenlərin miqdarının azalması hesabına baş verir. QAYT-ın göstərilən şəraitdə beyin şöbələrinin toxumalarında artması, onun mühitə uyğunlaşma (adaptasiya) və müdafiə kompensator funksiyası ilə əlaqədar olduğunu deməyə əsas verir.

## ƏDƏBİYYAT

1. *Анохина И.П. и др.* Некоторые биологические механизмы врожденной предрасположенности к алкоголизму // Физиол.журн. им. И.М.Сеченова, 1992. 12. С.30-38.
2. *Джафарова Н.М.* Система гамма-аминомасляной кислоты в развивающемся мозге при воздействии электромагнитного поля. Баку «Мутарджим», 2009, 196 с.
3. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. М., «Высшая школа», 1990. 325 с.
4. *Лебедев А.А., Мешеров Ш.К., Шабанов П.Д.* Нейрохимические механизмы подкрепления, активируемые этанолом. Проблемы психофизиологии // Межвузовск. сб. научн. труд. Ставропольского гос. Ун-та. 2003. С. 79-87.
5. *Микаилова С.А., Фараджев А.Н., Сафаров М.И.* Обмен гамма-аминомасляной кислоты в развивающемся мозге при алкогольной интоксикации организма // Баку «Азернешр» . – 2008. – 160 с.
6. *Нилова Н.С.* Аммиак и ГАМК-трансаминазная активность ткани головного мозга // Докл. АН СССР. 1966. №2. С.483-486.
7. *Резников А.Г.* Половые гормоны и дифференциация мозга. Киев «Наукова Думка», 1982, 251 с.
8. *Сафаров М.И.* Обмен гамма-аминомасляной кислоты в развивающемся мозге при экстремальных состояниях организма // Баку - «Азернешр» 2008. 210 с.
9. *Сытинский И.А.* Биохимические основы действия этанола на центральную нервную систему. М. «Медицина». 1980. 191 с.
10. *Dose K.* Die Anwendung der hochspannungssphero-graphic deider quantitativen totalanigse von protein hydrolysaten // Mitteilung Biochem. 1957. 329. 2. P. 416-419.
11. *Shatunova N.F., Sytinsky I.A.* On the intracellular localization of glutamate decarboxylase and gamma-aminobutyric acid in mammalian brain // J. Neurochem. 1964. V.11. P.701-708.
12. *Evard S. et al.* A low chronic ethanol exposure induces morphological changes in the adolescent brain that are fully recovered even after a long abstinence on immune-histochemical study // Exp. Neurochem., 2006, 200, p.438-450.
13. *Roberts E., Frankel S.*  $\gamma$ -aminobutyric acid in brain, it formation from glutamic acid // Biol.Chem., 1950, v.184, №1, p. 55-61.

14. *Shatunova N.F., Sytinsky I.A.* On the intracellular localization of glutamate decarboxylase and gamma-aminobutyric acid in mammalian brain // *J. Neurochem.* 1964. V.11. P.701-708.
15. *Sytinsky I.A., Priyatkina T.N.* Effect of certain drugs on gamma-aminobutyric acid system of central nervous system // *Biochem. Pharmacol.* 1966. V.115. №1. P.49-57.
16. *Vasconcelos S.M.M., Cavalcane R.A., Aguiar L.M.V., Sausa F.C.K. et al.* Effect of chronic ethanol treatment of monoamine levels in rat hippocampus and striatum. *Braz. J. Med. and Biol.Res.*2004; 37; 12 p.1839-1846.

Redaksiyaya daxil olub 12.03.2023



**UOT 634**

**N.M.Abdullayeva**  
*Meyvəçilik və Çayçılıq Elmi Tədqiqat İnstitutu*  
*nargizabdullayeva68@mail.ru*

## **ŞƏKİ-ZAQATALA BÖLGƏSİNDƏ BECƏRİLƏN ŞƏRQ XURMASI /Diospyros kaki L/ SORTLARININ KEYFİYYƏT GÖSTƏRİCİLƏRİNİN TƏHLİLİ**

**Açar sözlər:** *Şərq xurması, sort, məhsuldarlıq, biokimyəvi xüsusiyyətləri, mexaniki tərkibi, qidalılıq dəyəri, qurutma*

Məqalədə, Şəki-Zaqatala bölgəsində becərilən Şərq xurması sortlarının məhsuldarlığı, meyvələrinin orqanoleptik göstəriciləri, qidalılıq dəyəri, ölçü və çəkisi, mexaniki tərkibi və qurudulduqdan sonra tərkibində şəkərin miqdarının dəyişməsi öyrənilmişdir. Qiymətli qida məhsulu olmaqla yanaşı, həm də xalq təbabətində geniş istifadə edilir. Tədqiq edilən sortlar arasında daha yüksək göstəricilər: meyvələrin 1 ədədin çəkisi Xiakume sortunda 371,7 q, bir bitkidə meyvə sayı Sidles sortunda 2730 əd, bir bitkidən məhsuldarlıq Sidles sortunda 455,0 kq olduğu qeydə alınmışdır. Tamopan sortu isə lətinin yüksək şirəli, açıq rəngli və büzüsdürücü olmaması ilə digərlərindən fərqlənmişdir. Meyvənin orta çəkisi 147,7 - 371,7 q arasında dəyişmişdir. Öyrəndiyimiz xurma sortları meyvələrində həll olunan quru maddə 17,0-21,0% arasında təyin edilmişdir ki, bunun da böyük təcrübəvi əhəmiyyəti vardır. Bu onunla izah olunur ki, konserv sənayesində istifadə olunan əksər meyvə xammalı sortlarında həll olunan quru maddələrin toplanma həddi 8,0 - 12,0%-dən yüksək olmur. Xurma meyvələrinin tərkibində ümumi şəkərin miqdarı 12,79-17,06% arasında dəyişmişdir. Qurudulduqdan sonra bu rəqəm xeyli yüksək olmaqla, Tanenaşi sortunda maksimum 53,65% olmuşdur. Xurma şirəsinin zəngin tərkibi, emal perspektivləri, emal zamanı ekoloji təmizlik prinsipinin yüksək tutulması, kifayət qədər və ucuz xammal bazasının olması, bütün dünyada təbii yoda olan tələbatın artması və bir sıra digər amillər onu deməyə əsas verir ki, Respublika ərazisində Şərq xurmasının emalı istiqamətində yeni istehsal sahələrinin yaradılma perspektivi yüksəkdir və həmçinin olduqca zəruridir.

**H.M.Абдуллаева**

## **АНАЛИЗ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОРТОВ ВОСТОЧНОЙ ХУРМЫ /Diospyros kaki L/, ВЫРОШЕННЫХ В ШЕКИ-ЗАГАТАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ**

**Ключевые слова:** *Восточная хурма, сорт, урожайность, биохимические свойства, механический состав, пищевая ценность, сушка*

В статье изучены урожайность, органолептические показатели, пищевая ценность, размер и масса, механический состав и изменение сахаристости после сушки плодов Восточной хурмы в Шеки-Загатальском районе. Помимо того, что хурма является ценным пищевым продуктом, он также широко используется в народной медицине. Более высокие показатели среди изучаемых сортов: масса 1 плода 371,7 г у сорта Хиакуме, количество плодов с дерева 2730 шт и урожайность с дерева 455,0 кг у сорта Сидлес. Сорт Тамопан отличается от других очень сочными, светлыми и не тепкими мякотью. Средний вес плодов колебался от 147,7 г до 371,7 г. Растворимое сухое вещество в плодах изученных нами сортов хурмы определялось в пределах 17,0-21,0%, что имеет большое практическое значение. Это объясняется тем, что в большинстве сортов плодового сырья, используемого в консервной промышленности, растворимых сухих веществ не превышает 8,0 - 12,0%. Содержание общего сахара в плодах хурмы колебалось в пределах 12,79 - 17,06%. После сушки этот показатель был значительно выше и достигал максимума 53,65% у сорта Таненаши. Ряд других факторов позволяет говорить о перспективности создания новых производственных участков в направлении переработки восточных хурмы на территории республики высока и тоже весьма необходима.

*N.M.Abdullaeva*

#### **ANALYSIS OF QUALITATIVE INDICATORS OF VARIETIES OF EASTERN PERSIMMON /*Diospyros kaki* L/, GROWN IN SHEKI-ZAGATAL REGION**

**Keywords:** *oriental palm, variety, yield, biochemical properties, mechanical composition, nutritional value, drying*

The article studied the yield, organoleptic indicators, nutritional value, size and weight, mechanical composition, and change in sugar content after drying the fruits of Eastern persimmon in the Sheki-Zagatala region. In addition to being a valuable food product, persimmon is also widely used in folk medicine. Higher rates among the studied varieties: the weight of 1 fruit is 371.7 g in the Hyakume variety, the number of fruits per tree is 2730 pieces and the yield per tree is 455.0 kg in the Seedles variety. The Tamopan variety differs from others in its very juicy, light, and not lukewarm pulp. The average fruit weight ranged from 147.7 g to 371.7 g. Soluble dry matter in the fruits of the persimmon varieties studied by us was determined in the range of 17.0-21.0%, which is of great practical importance. This is explained by the fact that in most varieties of fruit raw materials used in the canning industry, soluble solids do not exceed 8.0 - 12.0%. The content of total sugar in persimmon fruits ranged from 12.79 - 17.06%. After drying, this figure was significantly higher and reached a maximum of 53.65% for the Tanenashi variety. A number of other factors allow us to talk about the prospects for creating new production sites in the direction of processing oriental persimmons on the territory of our republic is high and also very necessary.

### Giriş

Şər q xurması *Ebenaceae Vent.* fəsiləsinin *Diospyros* cinsinə aiddir. Bu fəsilənin 7 cinsi və 290 növü vardır. Bu cins və növlər Cənubi-Şərqi Asiya, Hindistan, Malay arxipelaqının tropik və subtropik rayonlarında yayılmışdır. MDB ərazisində bir cins *Diospyros L.* geniş yayılmışdır və 200-ə qədər növü vardır. Bunlardan Şər q xurması (*Diospyros Kaki L.*), Qafqaz xurması (*Diospyros lotus L.*), Virgin xurması (*Diospyros virginipona L.*), Çin xurması (*Diospyros sinensis Hans L.*), Texas xurması (*Diospyros texana Schulle.*), Mavrikiya xurması (*Diospyros tesselaria Roir.*), Armata xurması (*Diospyros armata Hemsl.*), Formoza xurması (*Diospyros Morresiana Hamce*), Marşi xurması (*Diospyros utilis Hemsl.*) və s. göstərmək olar [5, s.12-15].

Şər q xurması mülayim iqlim qurşağında yerləşən ölkələrdə daha çox becərilir. İlk forma əmələgəlmə mərkəzi Mərkəzi Çin dağları olub, dəniz səviyyəsindən 900-1200 m hündürlükdə yayılmışdır. Çin, Koreya Respublikası, Yaponiya, Braziliya, Azərbaycan, İtaliya, İsrail, Özbəkistan, Türkiyədə daha çox istehsal edilir. Xurma Azərbaycanın Şəki-Zaqatala, Gəncə-Qazax, Lənkəran-Astara iqtisadi coğrafi rayonlarında, Qarabağ düzənliyində, Şirvan bölgəsində və Abşeron yarımadasında daha geniş becərilir. Azərbaycanın iqtisadi rayonları sırasında Gəncə-Qazax bölgəsi xurma istehsalının 44%-ni təşkil edir [2, s.35-37].

Şər q xurması meyvələrinin tərkibindəki vitaminlər və bəzi qida maddələri insanın immunitet sisteminin artmasında çox mühim rol oynayır. Respublikamızın əksər rayonlarında geniş yayılmış xurma meyvəsi ekoloji cəhətdən təmiz qida məhsuludur. Onun tərkibi insan orqanizminin normal inkişafı üçün tələb olunan sadə şəkərlərlə (qlükoza və fruktoza), vitaminlərlə (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, C, P, PP və s.), fenol maddələri ilə (katexinlər, leykoantosioanlar, flavanollar və s.), azotlu birləşmələrlə (amin turşuları, polipeptidlər, zülallar və s.), makro və mikroelementlərlə (kalium, natrium, kalsium, dəmir, mis, manqan, yod, brom, alüminium, barium, xrom, nikel, silisium, vanadium, fosfor, maqnezium və s.) zəngindir [4, s.3-6]. Qurudulmuş meyvələrin tərkibində 84,2% quru maddə, 62% şəkərlər, 0,38% üzvi turşular, 0,12% və s. maddələr vardır [1, s.155-162].

Şər q xurması meyvələrinin pəhrizlik və müalicəvi xüsusiyyətlərinə malik olduğuna görə, təbabətdə kolit, qan azlığı, angina, diş əti və mədə xəstəliklərinin müalicəsində geniş istifadə edilir. Bölgəmizin içməli sularının tərkibində yodun olmaması, bu meyvələrin istifadəsinin daha da artırılmasına zəmin yardır [3, s.25-28].

Şər q xurması meyvələrinin müalicəvi xüsusiyyətləri olduqca yüksəkdir. Bitkinin meyvələrində və yarpağın tərkibində büzüsdürücü əlamətə malik olan tannid maddəsi, dizinfeksiya xarakterlidir və bağırsağ yaralarının, həmçinin şirəsinin tərkibində olan 39,8 mq yüksək yod, yüngül və orta səviyyəli tiretoksikoz xəstələrinin müalicəsinə müsbət təsir göstərir [6, s.8-9].

Xurma meyvələri əhali tərəfindən əsasən təzə, qurudulmuş və emal edilmiş halda istifadə edilir. Xurma meyvələrindən müxtəlif cəmlər, mürəbbələr, döşab, nişasta, həmçinin spirtli içkilər hazırlanır [8, s.5-6].

Şər q xurması sortlarının meyvələrin yetişməsi 3 qrupa bölünür: tez, orta və gec yetişən.

1. Tezyetişən: Xiakume, Kaki-mela, Teydemon, Tsuru-noko, Qeyli, Fuyyu, Tranta-kaki, Zənci-moru, Skorospelka, Sıqanka, Tozlayıcı-8, Rubinovaya.
2. Ortayetişən: Tamopan, Sidles, Amon-kaki, Yemon, Quyboşi.
3. Gecyetişən: Kostata, Xaçia, Tanenaşi.

Xurma meyvələri sortunun bioloji xüsusiyyətlərindən asılı olaraq yetişmə müddəti sentyabr ayından başlayaraq, noyabr ayının axırınadək davam edir. Şəki-Zaqatala bölgəsində xurmanın tez yetişən sortları oktyabr ayının ortalarında, gecyetişən isə noyabr ayının axırında yığılır. Meyvələr sorta məxsus spesifik rəng aldıqda və texniki yetişkənlik vaxtı çatdıqda, əl ilə bir-bir yığılır [7, s.36-37].

### **Material və metodlar**

Tədqiqat işi Şəki-Zaqatala bölgəsinin fərdi və fermer təsərrüfatlarında Şərq xurmasının (*Diospyros kaki L.*) mövcud 10 - Xiakume, Quyboşi, Tanenaşi, Tamopan, Sidles, Amon-kaki, Qeyli, Tranta-kaki, Xaçia və Kaki-mela sortları üzərində aparılmışdır.

Tədqiqat aparılan sortlar üzrə məhsuldarlığı təyin etmək məqsədilə bir ağac üzərində meyvələrin sayı və çəkisi, məhsuldarlığı, orqonoleptik göstəriciləri müəyyən edilmişdir. Sortun məhsuldarlığını öyrənmək üçün illər üzrə aşağıdakı qaydada qeydiyyat aparılmışdır: çiçəkləmə dərəcəsi, hər bir ağacın məhsuldarlıq dərəcəsi, meyvələrin tökülməsi, yığılan meyvələrin çəkisinin müəyyən olunması. Həmçinin xurma meyvəsinin əsas keyfiyyət göstəriciləri: ölçüsü, dadı, kimyəvi tərkibi, ümumi şəkərliyi (qlükoza və fruktoza), quru maddəsi, pektin maddələri və s.-dir. Bunlarla yanaşı olaraq çətirin dörd tərəfdən (hər cəhətdən) yeni əmələ gəlmiş meyvələrdən ölçüləri (eni, uzunluğunu), pərgar vasitəsilə diametri ölçülərək tarla jurnalında qeydiyyata alınmışdır.

Meyvənin tərkibinin keyfiyyət göstəricilərinin müəyyən olunmasında istifadə olunan metodlar aşağıdakı kimi olmuşdur: su - qravimetrik üsulla, şəkər - Bertrana görə, askorbin turşusu - yodometrik üsulla, ümumi turşuluq ekstraktları - 0,1 N NaOH məhlulu ilə titirləşdirməklə, alma turşusu hesabı ilə, suda həll olan polifenollar - Neybauer-Leventalis üsulu ilə aparılmışdır.

### **Nəticələr və onların müzakirəsi**

Son illər xurma bitkisinin yüksək məhsuldar, keyfiyyətli sortları seçmə yolu ilə seçilərək fərdi təsərrüfatlarda daha geniş becərilir. Belə ki, keyfiyyətli bol məhsul əldə edilməsi üçün müxtəlif torpaq-iqlim şəraitinə uyğun sortların öyrənilib seçilməsi və onların rayonlaşdırılması çox mühüm bir məsələdir. Statistik məlumatlara əsasən deyə bilərik ki, 2022-ci ildə Zaqatala rayonunun hər bir xurma istehsalçısının fərdi təsərrüfatında şəhər ərazilərində təqribən 550 kq, kəndlərdə (əsasən Mazıx, Göyəm, III Tala, Makov, Danaçı, Əliabad və s.) 4,2 ton, Balakən rayonunda hər bir fərdi təsərrüfatda orta hesabla 4,5 ton, kəndlərdə (əsasən Katex, Mahamalar, Qullar, Qazmalar, Hənifə, Tülü, Talalar, Kəpəkli və s.) isə 32,0 ton xurma məhsulu istehsal edilmişdir. Bölgə üzrə daha çox xurma məhsulu Balakən rayonunda istehsal edilir. Belə ki, yaş etibarlı ilə 10-15 illik ağaclarından orta hesabla 150-350 kq, 15-20 illik

ağaclardan 400-500 kq, 20-25 illik ağaclardan isə təxminən 600-1000 kq xurma məhsulu yığılır.

Tədqiqatın sonunda xurma sortlarının meyvə məhsulu yığılaraq ümumi məhsuldarlığı və laboratoriyada meyvələrin orqanoleptik göstəriciləri müəyyən olunmuş və nəticələr aşağıdakı 1-ci cədvəldə verilmişdir.

**Cədvəl 1.**

*Şəki-Zaqatala bölgəsində becərilən Şərqi xurma sortlarının məhsuldarlığı və meyvələrin orqanoleptik göstəriciləri (13 yaşlı ağaclarda)*

s/s	Sortun adı	Bir ağacın məhsuldarlığı, kq-la	Bir meyvənin orta çəkisi, q-la	Meyvənin sayı, ədədlə	Meyvənin lət hissəsinin orqanoleptik göstəriciləri		
					şirəliliyi	büzüsdürücülüyü	rəngi
1	Xiakume	223,0	371,7	600	Orta	Az	Açıq
2	Quyboşi	85,0	293,3	290	Orta	Az	Tünd
3	Tanenaşi	79,8	228,0	350	Yüksək	Yüksək	Açıq
4	Tamopan	86,4	157,2	550	Yüksək	-	Açıq
5	Sidles	455,0	166,7	2730	Yüksək	Yüksək	Açıq
6	Amon-kaki	170,3	233,3	730	Yüksək	Yüksək	Açıq
7	Qeyli	110,7	147,7	750	Az	Az	Tünd
8	Tranta-kaki	123,8	160,9	770	Az	Az	Tünd
9	Xaçia	135,9	161,8	840	Orta	Yüksək	Açıq
10	Kaki-mela	22,9	164,0	140	Az	Az	Tünd

Cədvəldən görüldüyü kimi, xurma meyvələrinin bir ədədinin çəkisi ən yüksək Xiakume sortunda 371,7 q, ən az isə Qeyli sortunda 147,7 q, bir ağacda meyvələrin sayı ən yüksək Sidles sortunda 2730 ədəd, ən az isə Kaki-mela sortunda 140 ədəd, bir ağacdan məhsuldarlıq ən yüksək Sidles sortunda 455,0 kq, ən aşağı göstərici isə Kaki-mela sortunda 22,9 kq təşkil etmişdir. Tamopan sortu yüksək şirəli, lətinin açıq rəngli və büzüsdürücü olmaması ilə digər sortlardan fərqlənmişdir. Büzüsdürücü xüsusiyyətə malik olan sortlarda (Tanenaşi, Sidles, Xaçia, Amon-kaki) meyvələr tam yetişən dövrdə büzüsdürücülüyün xeyli dərəcədə azalması müşahidə olunmuşdur.

Tədqiqat işində sortlar üzrə meyvələrin ölçüləri və mexaniki tərkibi öyrənilmiş və nəticələr aşağıdakı 2-ci cədvəldə verilmişdir.

**Cədvəl 2.**

*Şəki-Zaqatala bölgəsində becərilən Şərqi xurma sortları meyvələrinin ölçüləri və mexaniki tərkibi*

s.s	Sort	Meyvənin ölçüsü, mm-lə		Bir meyvənin orta çəkisi q-la	O cümlədən çəki q-la.			
		Hündürlüyü	Eni		Ləti	Tum	Saplaq və çiçək kasası	Qabı q
1	Xiakume	76,2	87,7	371,7	318,69	0,36	5,16	47,49
2	Quyboşi	73,8	81,7	293,3	251,63	3,12	3,35	35,20
3	Tanenaşi	65,8	75,6	228,0	193,75	0,80	2,35	31,10
4	Tamopan	44,6	46,6	157,2	144,29	0,22	1,52	11,11
5	Sidles	63,0	67,3	166,7	141,21	0,80	2,20	22,49
6	Amon-kaki	69,3	74,0	233,3	195,54	2,00	3,16	32,60
7	Qeyli	47,7	52,3	147,7	132,41	3,39	1,42	11,48
8	Tranta-kaki	60,9	55,0	160,9	139,76	2,97	1,85	16,32
9	Xaçia	61,8	63,5	161,8	139,06	0,41	3,25	19,08
10	Kaki-mela	64,0	72,0	164,0	131,81	3,25	3,47	25,47

Cədvəldən görüldüyü kimi, öyrənilmiş 10 sort üzrə bir ədəd meyvənin orta çəkisi ən az Qeyli sortunda (147,7 q) və ən çox Xiakume sortunda (371,7 q), meyvənin ölçüsü ən yüksək Xiakume sortunda (hündürlüyü 76,2 mm, eni 87,7 mm) olması isə, meyvənin ölçüsü ilə meyvənin orta çəkisi arasında müəyyən qanunauyğunluq olduğunu göstərir. Ancaq həmin qanunauyğunluq bütün öyrənilmiş sortlara aid deyildir. Belə ki, Qeyli sortu meyvənin ölçüsünə görə (hündürlüyü 47,7 mm, eni 52,3 mm) Tamopan sortunu üstələsədə (hündürlüyü 44,6 mm, eni 46,6 mm), bir meyvənin orta çəkisi Tamopan sortunda daha yüksəkdir (157,14 q), Qeyli sortunda isə az müəyyən olunmuşdur (147,7 q). Meyvənin ümumi kütləsinə görə lət hissəsinin çəkisi ən yüksək 318,69 q olmaqla Xiakume sortunda, ən az isə 131,81 q Kaki-mela sortunda olmuşdur. Meyvə tumunun çəkisinin az olmasına görə Tamopan sortu 0,22 q, Xiakume-0,36 q, Xaçia sortu 0,41 q olmaqla digərlərindən fərqlənmişdirlər.

Tədqiqat zamanı xurma sortlarının meyvələrinin qidalılıq dəyəri laboratoriyada analiz olunmaqla müəyyən olunmuş və analizin cavabları 3-cü cədvəldə verilmişdir.

**Cədvəl 3.**

*Şəki-Zaqatala bölgəsində Şərqi xurma sortları meyvələrinin qidalılıq dəyəri (yaş çəkiyə görə %-lə)*

s/s	Sortun adı	Nəmlilik	Həll olan quru maddə	Turşuluq (alma turşusu hesabı ilə)	Şəkər			Pektin maddələri	
					Bəsit hala çevrilən	Saxa roza	Cəmi	Suda həll olan pektin	Proto-pektin
1	Xiakume	83,1	17,0	1,67	13,05	0,54	13,59	0,34	0,44
2	Quyboşi	82,1	20,8	1,03	15,84	1,22	17,06	0,44	0,44
3	Tanenaşi	81,8	20,8	1,17	12,14	3,38	15,52	0,66	1,32
4	Tamopan	83,3	17,0	0,83	11,35	2,34	13,69	0,52	1,48
5	Sidles	80,7	21,0	0,88	14,62	0,28	14,90	0,22	0,51
6	Amon-kaki	81,8	20,7	1,17	11,88	2,33	14,21	0,11	0,44
7	Qeyli	83,3	15,7	1,75	12,88	0	12,88	0,33	1,26
8	Tranta-kaki	75,7	18,0	1,30	14,34	0,20	14,64	0,59	1,32
9	Xaçia	82,8	17,8	1,34	11,97	1,49	13,46	0,59	0,74
10	Kaki-mela	83,0	18,0	1,74	12,79	0	12,79	0,41	1,33

Cədvəldən aydın olur ki, öyrəndiyimiz xurma sortları meyvələrində həll olunan quru maddə Xiakume sortunda 17,0-21,0% arasında təyin edilmişdir ki, bunun da böyük təcrübəvi əhəmiyyəti vardır. Bu onunla izah olunur ki, konserv sənayesində istifadə olunan əksər meyvə xammalı sortlarında həll olunan quru maddələrin toplanma həddi 8,0-12,0%-dən yüksək olmur. Xurma meyvələrinin tərkibində ümumi şəkərin miqdarı 12,79-17,06% arasında dəyişmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, Azərbaycanın başqa bölgələrində yetişdirilən xurmaların turşuluğu buna nisbətən aşağı olur. Bununla yanaşı müəyyən edilmişdir ki, özünə məxsus sarı rəng almış, ləti bərk olan xurmaların tərkibindəki ümumi pektinin əksər hissəsini protorektin təşkil edir. Meyvələr yumşaldıqca onların tərkibindəki pektin maddələri formaları arasında nisbətən suda həll olan hidropektinin faizi artır.

**Cədvəl 4.**

*Şərqi xurması meyvələrinin qurudulduqdan sonra şəkərin miqdarının dəyişməsi*

s/s	Sortlar	Cəmi şəkər, %-lə			Qurudulduqdan sonra şəkər, %
		Bəsit hala çevrilən	Saxaroza	Təzə yaş meyvədə	
1	Xiakume	13,05	0,54	13,59	40,72
2	Quyboşi	15,84	1,22	17,06	44,19
3	Tanenaşi	12,14	3,38	15,52	53,65
4	Tamopan	11,35	2,34	13,69	41,83
5	Sidles	14,62	0,28	14,90	47,16

6	Amon-kaki	11,88	2,33	14,21	41,34
7	Qeyli	12,88	0	12,88	40,01
8	Tranta-kaki	14,34	0,20	14,54	41,67
9	Xaçia	11,97	1,49	13,46	45,59
10	Kaki-mela	12,79	0	12,79	39,92

Cədvəldə göstərilən rəqəmlərə görə, xurma meyvələrinin tərkibində ümumi şəkərin miqdarı quruduqdan sonra xeyli yüksək olduğu müşahidə edilmişdir. Belə ki, Tanenaşi sortunda maksimum 53,65%, digər sortlarda isə 39,92% və 45,59% arasında dəyişmişdir. Qurudulmuş xurma meyvəsinin tərkibində qlükoza və fruktoza halında olan şəkərlərin bir hissəsi kiçik kristallar formasında ağ unvari şəkildə meyvələrin üzərində toplanır.

Xurma şirəsinin zəngin tərkibi, emal perspektivləri, emal zamanı ekoloji təmizlik prinsipinin yüksək tutulması, kifayət qədər və ucuz xammal bazasının olması, bütün dünyada təbii yoda olan tələbatın artması və bir sıra digər amillər onu deməyə əsas verir ki, respublika ərazisində Şərqi xurmasının emalı istiqamətində yeni istehsal sahələrinin yaradılma perspektivi yüksəkdir və həmçinin olduqca zəruridir.

### Nəticə

1. Şəki-Zaqatala iqtisadi rayonunda becərilən Şərqi xurması sortlarının tədqiqində ən yüksək göstəricilər: meyvələrin bir ədədin çəkisi Xiakume sortunda 371,7 q, bir bitkidə meyvə sayı Sidles sortunda 2730 əd, bir bitkidən məhsuldarlıq Sidles sortunda 455,0 kq, Tamopan sortu isə yüksək şirəli, lət hissəsinin açıq rəngli və büzüsdürücü olmaması ilə digərlərindən fərqlənmişdir.
2. Meyvələrin ölçüsünə görə ən hündür 76,2 mm, eni 87,7 mm, həmçinin müvafiq olaraq lət hissəsinin çəkisinin 318,69 q olması ilə fərqlənmişdir.
3. Meyvəsində tumun çəkisinin az olmasına görə Tamopan sortu 0,22 q, Xiakume 0,36 q, Xaçia sortu 0,41 q olması ilə digərlərindən fərqlənmişdir.
4. Şərqi xurma sortları meyvələrində həll olunan quru maddə Xiakume sortunda 17,0-21,0% arasında təyin edilmişdir.
5. Ümumi şəkərin miqdarı Tanenaşi sortunda maksimum 53,65%, digər sortlarda isə 39,92% - 45,59% arasında dəyişmişdir.
6. Beləliklə, xurma şirəsinin zəngin tərkibi, emal perspektivləri, emal zamanı ekoloji təmizlik prinsipinin yüksək tutulması, kifayət qədər və ucuz xammal bazasının olması, bütün dünyada təbii yoda olan tələbatın artması və bir sıra digər amillər onu deməyə əsas verir ki, Respublikamız



ərazisində Şərq xurmasının emalı istiqamətində yeni istehsal sahələrinin yaradılma perspektivi yüksəkdir və həmçinin olduqca zəruridir.

### ƏDƏBİYYAT

1. *Bayramova, D.B.* Bağbanın məlumat kitabı. Bakı: Səda, - 1997. - 155-162 s.
2. *Cümşüdoğ, İ., Əhmədov S., Şabandayev D.* Azərbaycanda yetişdirilən əsas meyvə və tərəvəz bitkiləri haqqında qısa məlumat. Bakı: Elm və təhsil, - 2015. - 35-37 s.
3. *Qurbanov, İ.S., Əliyev V.M., Babayev B.* Meyvəçilik. Bakı: Müəllim, - 2009, - 25-28 s.
4. *Qurbanov, İ.S., Əliyev V.M., Bəyəhmədov İ.A və. b.* Şərq xurması. Bakı: Elm və təhsil, - 2019. - 3-6 s.
5. *Məmmədov C.Ş., N.M.Abdullayeva, Həsənov F.Ş.* Şərq xurması. Bakı: Müəllim, - 2018. - 12-15 s.
6. *Гасанов, З.М.* Хурма восточная. Баку: МБМ, - 2012. - 8-9 с.
7. *Гасанов З., Микаладзе А., Копалиане Р. и. др.* Субтропические культуры. Баку: Шарг-Гарб, - 2013. - 36-37 с.
8. *Нестеренко, Г.А.* Культура хурмы. Москва: Гос. Изд. с-х литературы, - 1950. - 5-6 с.

Redaksiyaya daxil olub 09.03.2023

UOT 541.183.3

*Ə.Z.Zalov, M.V.Abdullayeva*  
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti  
*zalov1966@mail.ru*

## KİMYƏVİ FORMULLAR VƏ TƏNLİKLƏR ÜZRƏ STEXİOMETRİK HESABLAMALAR APARDIQDA RİYAZİ DÜSTURLARDAN İSTİFADƏ

*Açar sözlər:* nisbi atom kütləsi, molekul kütləsi, riyazi hesablama, alqoritm  
Təhsilin əsas problemlərindən biri şagirdlərdə elmi-ıdrak fəallığı yaratmaqdır. Bu problemin həllində fənlərarası inteqrasiyanın yaradılması mühüm rol oynayır. Məqalədə kimya fənninin tədrisində nisbi atom, molekulyar və formul kütlələri, atom kütlə vahidinin, birləşmələrin molekul kütləsinə görə elementin atom kütləsinin və elementlərin atom istilik tutumuna əsasən atom kütləsinin hesablanmasına aid məsələlərin həllində riyazi düsturlardan istifadə yollarından bəhs edilir. Şagirdlər kimya məsələlərini riyazi modelləşdirmə yolu ilə daha asanlıqla həll edirlər.

*A.З.Залов, М.В.Абдуллаева*

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ФОРМУЛ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТОХИОМЕТРИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ПО ХИМИЧЕСКИМ ФОРМУЛАМ И УРАВНЕНИЯМ

*Ключевые слова:* относительная атомная масса, молекулярная масса, математический расчет, алгоритм

Одной из основных проблем образования является формирование у учащихся научно-познавательной деятельности. Создание междисциплинарной интеграции играет важную роль в решении этой проблемы.

В статье рассказывается о способах использования математических формул при решении задач, связанных с относительными атомными, молекулярными и формульными массами, единицей атомной массы, атомной массой элемента по молекулярной массе соединений, атомной массой элементов на основе по атомной теплоемкости элементов в преподавании химии. Учащимся легче решать задачи по химии с помощью математического моделирования.

A.Z.Zalov, M.V.Abdullaeva

**USING MATHEMATICAL FORMULAS IN PERFORMING  
STOICHIOMETRIC CALCULATIONS ON CHEMICAL  
FORMULAS AND EQUATIONS**

**Keywords:** *relative atomic mass, molecular mass, mathematical calculation, algorithm*

One of the main problems of education is the formation of scientific-cognitive activity among students. Creating interdisciplinary integration plays an important role in solving this problem.

The article talks about the ways of using mathematical formulas in solving problems related to the relative atomic, molecular, and formula masses, the atomic mass unit, the atomic mass of an element according to the molecular mass of compounds, and the atomic mass of elements based on the atomic heat capacity of the elements in the teaching of chemistry. It is easier for the students to solve problems in chemistry with the help of mathematical modeling.

Kimya fənninin tədrisində kimyəvi formullar və tənliklər üzrə stexiometrik hesablamalar aparmaq üçün riyazi düsturlardan istifadə edilir. Belə ki, nisbi atom, molekulyar və formul kütlələri, atom kütlə vahidinin, birləşmələrin molekul kütləsinə görə elementin atom kütləsinin və elementlərin atom istilik tutumuna əsasən atom kütləsinin tapılmasına aid müxtəlif hesablamalar aparmaq mümkündür. Şagirdlər bu tip kimya məsələlərini riyazi modelləşdirmə yolu ilə daha asanlıqla həll edirlər [1-3].

**Nisbi atom, molekulyar və formul kütlələri, atom kütlə vahidi.** Kimyəvi elementlərin atom kütlələri həddən çox kiçik kəmiyyətlərdir:  $1,674 \cdot 10^{-27}$ -dən  $4,27 \cdot 10^{-25}$  kq-dək. Kimyada onların mütləq qiymətlərindən ( $m_a$ ) deyil, nisbi atom kütləsindən ( $A_r$ ) istifadə edilir: Nisbi atom kütləsi elementin atom kütləsinin karbon izotopu kütləsinin  $\frac{1}{12}$ -nə olan nisbətidir. Karbon 12-izotopu

kütləsinin  $\frac{1}{12}$ -i atom kütlə vahidi (*a.k.v.*) adlanır [3]:

$$1 \text{ a.k.v.} = \frac{1}{12} m_a(C) = \frac{1,993 \cdot 10^{-26}}{12} = 1,667 \cdot 10^{-27}$$

Nisbi atom kütləsi hər hansı bir element atomunun kütləsinin karbon  $^{12}\text{C}$  izotopu kütləsinin  $\frac{1}{12}$ -dən neçə dəfə çox olduğunu göstərir. Nisbi atom kütləsi ölçüsüz kəmiyyətdir.

$$A_r(El) = \frac{m_a(El)}{\frac{1}{12}m_a(C)} \quad \text{və ya} \quad A_r(El) = \frac{m_a(El)}{1 a.k.v.}$$

Buna müvafiq olaraq elementin nisbi atom kütləsini hesablaya bilərik. Məsələn hidrogen elementinin nisbi atom kütləsi belə hesablanır:

$$Ar(H) = \frac{1,674 \cdot 10^{-27}}{1,667 \cdot 10^{-27}} = 1,0079$$

Hər hansı bir kimyəvi elementin atomunun mütləq kütləsi ilə ( $m_a$ ), nisbi atom kütləsi ( $A_r$ ) arasında aşağıdakı əlaqəni müəyyən etmək olar

$$m_a = A_r \cdot 1 a.k.v.$$

*Nisbi molekul ( $M_r$ ) kütləsi maddənin karbon izotopu kütləsinin  $\frac{1}{12}$  - nə olan nisbətidir.*

Adətən qeyri-üzvi birləşmələrin əksəriyyəti adi şəraitdə molekulyar quruluşa malik deyil, onda bu halda formul kütləsindən ( $F$ ) istifadə edilir.

*Formul kütləsi maddənin tərkibinə daxil olan element atomlarının sayı nəzərə alınmaqla onların nisbi atom kütlələrinin cəminə bərabərdir.*

$$F((NH_4)_2CO_3) = 2 \cdot 14,0067 + 8 \cdot 1,00794 + 1 \cdot 12,011 + 3 \cdot 15,9994 = 96,086 \approx 96$$

$$F(TiO_{0,82}) = 1 \cdot 47,90 + 0,82 \cdot 16 \approx 61,02$$

Molekulyar quruluşlu maddələr üçün nisbi molekul kütləsindən istifadə edilir.

$$M_r(AB) = \frac{m_a(AB)}{1 a.k.v.}$$

Məsələn,

$$M_r(H_2SO_4) = \frac{m_a(H_2SO_4)}{1 a.k.v.} = \frac{163,366 \cdot 10^{-27}}{1,667 \cdot 10^{-27}} = 98$$

və ya

$$M_r(H_2SO_4) = 2A_r(H) + 1A_r(S) + 4A_r(O) = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98$$

***Birləşmələrin molekul kütləsinə görə elementin atom kütləsinin tapılması qaydası.*** Əvvəlcə atom kütləsi axtarılan elementin mümkün qədər çox birləşməsinin molekul çəkiləri tapılır. Sonra bu birləşmələrin kütləcə tərkibləri təyin edilir və hər birləşmənin bir molekulunda neçə *a.k.v.* gəldiyi tapılır. Alınan ədədlərin ən kiçiyi (bu şərtlə ki, yerdə qalan ədədlərin hamısı ona bölünə bilsin) elementin atom kütləsi qəbul olunur.

Məsələn, azotun aşağıdakı birləşmələrinin molekullarına və kütlə tərkiblərinə əsaslanaraq onun atom kütləsini tapmaq olar (Cədvəl):

*Cədvəl.*

Birləşmələrin adı	Formulu	Molekul kütlələri	Azotun miqdarı (k.v.)	Birləşmədə azotun faizlə miqdarı, %
Azot-1-oksidi	N <sub>2</sub> O	44	28	63,63
Azot-2-oksidi	NO	30	14	46,67
Azot-3-oksidi	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	76	28	36,84
Azot-4-oksidi	NO <sub>2</sub>	46	14	30,44
Azot-5-oksidi	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	108	28	25,93
Nitrat turşusu	HNO <sub>3</sub>	63	14	22,22
Ammonyak	NH <sub>3</sub>	17	14	82,35

Göstərilən birləşmələrdən hər birinin bir molekullarının tərkibində azotun kütləsinin neçə karbon vahidinə uyğun gəldiyini hesablayırıq. Azot-1-oksidi molekullarının kütləsi 44 karbon vahididir. Bundan azotun payına 63,63% düşür. Deməli, azot-1-oksidi birləşməsində olan azotun kütləsini aşağıdakı kimi tapmaq olar:

$$m(N) = \frac{M_r(N_2O) \cdot \omega(N)}{100} = \frac{44 \cdot 63,63}{100} = 28 \text{ k.v.}$$

Eyni qayda ilə digər birləşmələrin də molekullarında olan azotun miqdarını tapa bilərik (cədvəl).

Alınan ədədlərdən görünür ki, ən kiçik ədəd 14-dür. Deməli, azotun atom kütləsi 14 a.k v.-dir.

**Elementlərin atom istilik tutumuna əsasən atom kütləsinin təyini.** Elementin istilik tutumu onun kütləsinin müvafiq bəsit maddənin xüsusi istilik tutumuna (C) vurulması hasilinə deyilir. Bəsit bərk maddələrdən çoxunun atom istilik tutumu təxminən bərabər olub, orta hesabla 6,3-dür. Buradan görünür ki, bəsit maddənin xüsusi istilik tutumunu təyin edib, 6,3-ü ona bölsək həmin elementin atom kütləsinə yaxın bir kəmiyyət alarıq:

$$a.k. = \frac{6,3}{\text{xüsusi istilik tutumu}} \text{ və ya } A_r(El) = \frac{6,3}{C}$$

Məsələn, xüsusi istilik tutumu 0,09 olan metalın ekvivalenti 23,24-dür. Onda bu metalın atom kütləsi belə hesablanacaq:

$$A_r(El) = \frac{6,3}{0,09} = \frac{6,3}{0,09} = 70$$

Elementin ekvivalenti ( $E$ ), atom kütləsi və valentliyi ( $B$ ) arasında əlaqə vardı:

$$E = \frac{A_r}{B} \quad \text{və ya} \quad B = \frac{A_r}{E}$$

Bu düsturlardan istifadə etməklə yuxarıdakı metalın valentliyini hesablamaq olar:

$$B = \frac{A_r}{E} = \frac{70}{23,24} = 3$$

Buradan da elementin dəqiq atom kütləsi, aşağıdakı kimi tapılır:

$$A_r = E \cdot B = 23,24 \cdot 3 = 69,72 \text{ a.k.v.}$$

Kimya dərslərində fənlərarası əlaqələrin, o cümlədən riyaziyyat fənni ilə əlaqənin müntəzəm və sistemli şəkildə yaradılması şagirdləri kimya fənnini dərinlən mənimsəməyə sövq edir, onlarda elmi dünyagörüşün, eyni zamanda ümumi dünyagörüşün yaradılmasına zəmin yaradır, müstəqil və yaradıcı düşünmə qabiliyyətlərini formalaşdırır. İnteqrasiya şagirdlərə kimyəvi formullar və tənliklər üzrə stexiometrik hesablamalara aid öyrəndikləri bilik və bacarıqları sintez etməklə həyati situasiyalara tətbiq etməyə imkanlar yaradır.

## ƏDƏBİYYAT

1. *Abbasov M.M.* Kimyadan abituriyentlər üçün vəsait. I hissə. TQDK, 2013, 418 səh.
2. *Zalov Ə.Z., Abdullayeva M.V.* Məhlullara aid məsələlərin həllində riyazi düsturlardan istifadə. Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universitetinin Xəbərləri, 2023, №2, səh.97-103.
3. *Залов А.З., Кулиев К.А., Гаджиев А.Б.* Химия для начинающих. Часть 1. Баку, 2022, 334 с.

Redaksiyaya daxil olub 05.02.2023

UOT 621.396.1+612.128+612.65

*A.T.Quliyeva*

*AR Elm və Təhsil Nazirliyi akad. A.Qarayev adına Fiziologiya İnstitutu  
aqulieva@icloud.com*

## **PRENATAL İNKİŞAFIN MÜXTƏLİF DÖVRLƏRİNDƏ DESİMETR ELEKTROMAQNİT DALĞALARI İLƏ ŞÜALANMIŞ ORQANİZMİN ANTIOKSİDANT STATUSU**

*Açar sözlər: elektromaqnit dalğaları, siçovullar, prenatal inkişafın dövrləri, katalaza, superoksiddismutaza*

Məqalədə prenatal inkişafın rüşeym və döl dövrlərində ultrayüksək tezlikli qeyri-ionlaşdırıcı elektromaqnit şüalanmasının təsirinə məruz qalan orqanizmin postnatal inkişafında antioksidant fermentlərin aktivliyinin tədqiqinin nəticələri təqdim olunmuşdur. Tədqiqatda 460 MHz tezlikli şüalanma verən “Volna-2” aparatından istifadə edilmişdir. Alınan nəticələrə görə prenatal inkişafın rüşeym dövründə şüalanmaya məruz qalmış analardan alınan 20 və 30 günlük balalarda katalaza və superoksiddismutaza fermentlərinin fəallığı kontrola nisbətən əhəmiyyətli dərəcədə artır. Döl dövründə şüalanmaya məruz qalmış analardan alınan balalarda isə katalaza fermentinin fəallığı kontrola nisbətən 20 və 30 günlük balalarda azaldığı halda, superoksiddismutaza fermentinin fəallığı hər iki yaş dövründə artır. Elektromaqnit dalğalarının təsirindən homeostazın prooksidant-antioksidant tədqiqi göstərdi ki, erkən ontogenezdə, yəni 20 və 30 günlük siçovul balalarında lipid peroksidləşməsinin aktivliyində artım var, bu da prenatal stres sindromunun təzahürü kimi qəbul edilə bilər. Antioksidant potensialının artması oksidləşdirici stresin dərəcəsini azaldan və hüceyrə membranlarının zədələnməsinin qarşısını alan adaptiv (stres məhdudlaşdırıcı) cavab reaksiyasıdır.

*A.Т.Гулиева*

## **АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС ОРГАНИЗМА, ПОДВЕРЖЕННОГО ВЛИЯНИЮ ДЕЦИМЕТРОВОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ПРЕНАТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ**

*Ключевые слова: электромагнитное излучение, крысы, периоды пренатального развития, каталаза, супероксиддисмутаза*

В статье представлены результаты изучения влияния облучения высокочастотным неионизирующим электромагнитным излучением в эмбриональный и плодный периоды пренатального развития на активность антиоксидантных ферментов при раннем постнатальном онтогенезе. В

исследовании использовался физиотерапевтический аппарат «Волна-2», излучающий в диапазоне УВЧ частот 460 МГц. Согласно полученным результатам, активность ферментов каталазы и супероксиддисмутазы у 20- и 30-дневных крысят от матерей, подвергшихся облучению в эмбриональный период внутриутробного развития, значительно повышается по сравнению с контролем. В то же время, у потомства от матерей, подвергшихся облучению в плодном периоде внутриутробного развития, наблюдается снижение активности фермента каталазы при тех же возрастных группах, тогда как активность фермента супероксиддисмутазы показывает повышенный уровень по отношению к контрольным животным. Прооксидантно-антиоксидантное исследование гомеостаза под воздействием электромагнитных волн показало, что в раннем онтогенезе, а именно у 20-и 30-дневных крысят, наблюдается повышение активности перекисного окисления липидов, что можно рассматривать как проявление синдрома пренатального стресса. Повышение антиоксидантного потенциала, это - реакция адаптивного (стресс-рестриктивного) ответа, которая снижает степень окислительного стресса и предотвращает повреждение клеточных мембран.

*A.T.Guliyeva*

**ANTIOXIDANT STATUS OF ORGANISM AFFECTED BY DECIMETER  
ELECTROMAGNETIC RADIATION DURING  
VARIOUS PERIODS OF PRENATAL DEVELOPMENT**

**Keywords:** *electromagnetic radiation, rats, periods of prenatal development, catalase, superoxide dismutase*

The article presents the results of studying the effect of exposure to high-frequency non-ionizing electromagnetic radiation in the embryonic and fetal periods of prenatal development on the activity of antioxidant enzymes in early postnatal ontogenesis. The study used a physiotherapy device "Volna-2", emitting in the UHF frequency range of 460 MHz. According to the results obtained, the activity of catalase and superoxide dismutase enzymes in 20- and 30-day-old rats from mothers exposed to radiation during the embryonic period of prenatal development significantly increases compared to the control. At the same time, offspring from mothers exposed to radiation in the fetal period of intrauterine development have a decrease in the activity of the catalase enzyme at the same age groups, while the activity of the superoxide dismutase enzyme shows an increased level in relation to control animals. A pro-oxidant-antioxidant study of homeostasis under the influence of electromagnetic radiation showed that in early ontogenesis, namely in 20- and 30-day-old rats, there is an increase in the activity of lipid peroxidation, which can be considered as a manifestation of prenatal stress syndrome. An increase in the antioxidant potential is an adaptive (stress-restrictive) response that reduces the degree of oxidative stress and prevents damage to cell membranes.



## Giriş

Müasir dövrdə radiotezlikli elektromaqnit dalğalarının və ətraf mühitin digər çirkləndiricilərinin təsirinə məruz qalma hamilə ana və onun dölünün sağlamlığına mənfi təsir göstərir ki, bunun da öyrənilməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir. Simsiz rabitə cihazlarının artan istifadəsi və bu dalğaların sağlamlığa təsirləri ilə bağlı ziddiyyətli məlumatlar bu sahədə əlavə tədqiqatların aparılmasını aktuallaşdırır. Ədəbiyyatlarda göstərilmişdir ki, aşağı intensivlikli elektromaqnit dalğalarına məruz qalma DNT molekulunda oksidləşdirici stress və struktur dəyişikliklərinə səbəb ola bilər. Bəzi sərbəst radikalların əmələ gəlməsi və DNT molekuluna birləşməsi səbəbindən 8-OHdG biomarkeri yüksəlir ki, bu da sərbəst radikalların təsirindən DNT-nin zədələnməsini göstərir. Bu molekulda mutasiya nəsil-dən-nəsilə ötürülə bilər. Bu hamiləlik zamanı ən ciddi sağlamlıq zərərlərindən biri kimi qəbul edilə bilər, çünki ana və döl bu dövrdə elektromaqnit dalğalarına həssasdır və DNT zədələnməsi və mümkün mutasiyalar dölün anomaliyalarına və ya doğuş qüsurlarına səbəb ola bilər [1]. Digər araşdırmalar göstərmişdir ki, qeyri-istilik təsirə malik olan mobil şüalanmaya məruz qalma, beyin də daxil olmaqla orqanizmin müxtəlif toxumalarında xərçəng kimi xəstəliklərə səbəb ola bilər sərbəst radikalların əmələ gəlməsinə gətirib çıxarır. Sərbəst radikalların artması və antioksidantların zəifləməsindən sonra orqanizmdə oksidləşdiricilərin və antioksidantların miqdarı arasındakı tarazlıq pozulur ki, bu da oksidləşdirici stressə gətirir. Bu oksidləşdiricilər lipidlər, zülallar və DNT kimi makromolekullara zərər verə bilər və nəticədə DNT zədələnməsi və lipidlərin peroksidləşməsi (LPO) hüceyrənin ölümünə səbəb olur [2].

Bundan əlavə aparılan tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, insan və heyvanların, xüsusən inkişafın erkən mərhələlərində (blastula, gastrula) embrion inkişafı prosesi sərbəst radikal proseslərinin artan intensivliyi ilə müşayiət olunur. Bu sahədə aparılan tədqiqatlarda elektromaqnit dalğalarının təsirinə məruz qalma nəticəsində oksidləşdirici stress və reaktiv oksigen növlərinin əmələ gəlməsi və hüceyrələrin itirilməsinə səbəb olması, onların sintezinin tormozlanması haqqında məlumatlar var. Oksidləşdirici stress parametrləri yetkin olmayan siçovullarda lipid, hidroperoksid və mileoperoksidaza aktivliyini artır. Radiotezlikli elektromaqnit dalğalarının təsirinə məruz qalma dezoksiribonuklein turşusunun metilləşməsini, histon modifikasiyasını, xromatinin yenidən qurulmasını və mikroribonuklein turşusunu dəyişə bilər [3; 4; 5]. Canlı orqanizmlərdə oksigenin fəal formaları (OFF) və onların məhsullarının zərərli təsirlərini azaltmaq üçün orqanizmdə qlütation, qlutation peroksidaza, katalaza və superoksiddismutaza kimi antioksidant fermentlər mövcuddur. [6]. Hüceyrələrdə sərbəst radikallara qarşı ilk müdafiə xətti bu birləşmələri effektiv şəkildə neytrallaşdıran superoksiddismutaza (SOD; KF 1.15.1.1), katalaza (KT; KF 1.11.1.6) kimi antioksidant fermentlərin üzərinə düşür.

Ümumiyyətlə, orqanizmdə elektromaqnit dalğalarının təsirindən oksidant-antioksidant sisteminin tarazlığının pozulması baş verir ki, bu da

oksigenin fəal formalarının əmələ gəlməsinə, həm də antioksidant müdafiə zülallarının, katalaza, superoksiddismutaza kimi fermentlərin fəallığının dəyişməsinə səbəb olur [7; 8].

Bu səbəbdən prenatal inkişafın rüşeym və döl dövründə qeyri-ionlaşdırıcı elektromaqnit dalğalarının təsirinə məruz qalmış analardan alınan 20 və 30 günlük balalarda katalaza və superoksiddismutaza fermentlərinin fəallığının öyrənilməsi əsas məqsəd kimi qarşıya qoyulmuşdur.

### **Material və metodlar**

Təcrübələr ağ siçovullar üzərində aparılmışdır. Şüalanma üçün 4 baş rüşeym, 4 baş döl dövrü və 4 baş kontrol heyvanlar götürülmüşdür. Heyvanların şüalanması 460 MHz tezlikli (desimetr diapazonu) şüalanma verən "Volna-2" aparatında aparılmışdır. Heyvanlar cütləşdirilmək üçün 3-4 gün bir qəfəsdə saxlanılmış, sonra ana siçovullar bətdaxili inkişafın rüşeym dövründə 7 gün (boğazlığın 1-6-cı günü), döl dövründə 3-4 gün (boğazlığın 17-21-cı günü) şualandırılmışdır. Şüalanma silindrik metal kamerada, enerji selinin sıxlığı 30 mkVt/sm<sup>2</sup> rejimində (60 Vt çıxış gücünə uyğundur) birdəfəlik şüalanma gündə 20 dəqiqə olmaqla aparılmışdır. Tədqiqat 20 və 30 günlük balalar üzərində aparılmışdır. Ümumi balaların sayı 30 baş olmuşdur. Eritrositlərdə katalaza fermentinin fəallığını təyin etmək üçün Korolyuk [9] üsulundan istifadə olunmuşdur. Üsulun əsas prinsipi hidrogen peroksidin molibden duzları ilə davamlı rəngli kompleks əmələ gətirməsi qabiliyyətinə əsaslanır. Superoksiddismutaza fermentinin fəallığı Dubinina E.E. və başqaları tərəfindən təklif olunmuş üsulun modifikasiya olunmuş forması ilə həyata keçirilmişdir [10]. Üsulun prinsipi fenazinmetasulfatla NADFH arasında gedən reaksiya zamanı əmələ gələn superoksid radikallarının nitrotetrazol göyünü reduksiya etməsinə əsaslanır. Eritrositlərdə malondialdehidinin (MDA) miqdarı Suplotov S.N.və Barkova E.N. metodu ilə təyin olunub [11].

Eksperimental ölçmələrin statistik analizi MS Excel proqramının köməyi ilə Studentin t-kriterisi əsasında aparılmışdır.

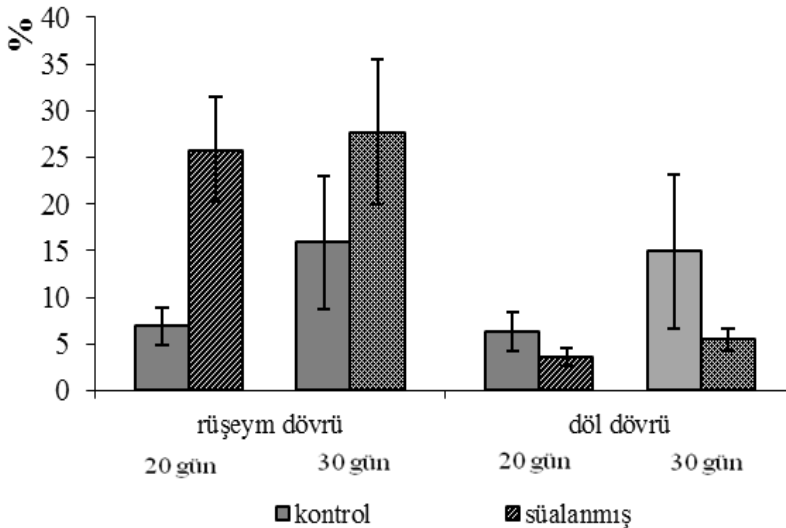
### **Nəticələr və onların müzakirəsi**

Alınan nəticələrə görə prenatal inkişafın rüşeym dövründə şüalanmaya məruz qalmış analardan alınan 20 günlük balalarda MDA-nın miqdarı kontrola nisbətən 47% ( $p<0,05$ ) azalır. Lakin katalaza və superoksiddismutaza fermentlərinin fəallığı əhəmiyyətli dərəcədə artır. Katalaza fermentinin fəallığı kontrola nisbətən 4 dəfə ( $p>0,01$ ), superoksiddismutaza fermentinin fəallığı isə kontrola nisbətən 3 dəfə ( $p>0,001$ ) çox olur. MDA-nın qatılığının azalması və dien konyuqatlarının artması fonunda antioksidant fermentlərinin fəallığının azalması elektromaqnit şüalanmasının qeyri-müəyyən təsirini göstərir. 30 günlük balalarda isə MDA-nın miqdarı kontrola nisbətən 10% ( $p<0,05$ ) artır. Eyni zamanda katalaza

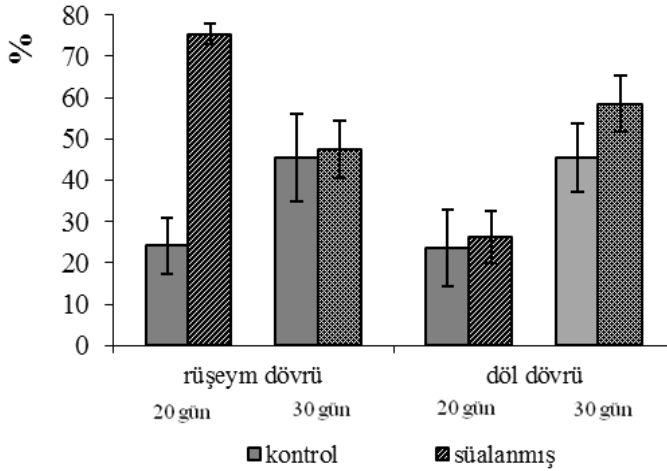
fermentinin fəallığı kontrola nisbətən 74% ( $p<0,05$ ), superoksiddismutaza fermentinin fəallığı isə 4% ( $p<0,05$ ) artır (Şəkil 1; 2)

20 günlük balalara nisbətən 30 günlük balalarda MDA-nın artması ilə əlaqədar olaraq fermentlərin fəallığı azalır. Othman və digərlərinin apardıqları təcrübələrdə göstərilir ki, prenatal inkişaf dövründə şüalanmaya məruz qalmış analardan alınan balalarda doğuşdan sonra postnatal inkişafın 28-ci günündə oksigenin fəal formalarının və lipid peroksidləşməsinin səviyyəsində artım, antioksidantlarda isə (katalaza, SOD) azalma aşkar edilmişdir [12]. Digər tərəfdən məlumdur ki, LPO məhsulları hamiləlik dövründə artır. Bunun səbəbi hamilə qadınlarda sərbəst radikalların protesteronun sintezində iştirak etməsi ilə əlaqədardır.

Döl dövründə şüalanmaya məruz qalmış analardan alınan balalarda MDA-nın miqdarı 20 günlük balalarda kontrola nisbətən 51% ( $p<0,01$ ), 30 günlük balalarda isə 25% ( $p<0,05$ ) artır. Fermentlərin fəallığına gəldikdə isə 20 günlük balalarda katalaza fermentinin fəallığı kontrola nisbətən 43% ( $p<0,05$ ), 30 günlük balalarda isə 63% ( $p<0,05$ ) azalır. Superoksiddismutaza fermentinin fəallığı isə əksinə artır. Belə ki, 20 günlük balalarda kontrola nisbətən fermentin fəallığı 11 % ( $p<0,05$ ), 30 günlük balalarda isə 29% ( $p<0,05$ ) artır (şəkil 1, 2).



**Şəkil 1.** Katalaza fermentinin fəallığına prenatal inkişafın rüşeym və döl dövründə elektromaqnit dalğalarının təsiri



**Şəkil 2.** Superoksiddismutaza fermentinin fəallığına prenatal inkişafın rüşeym və döl dövründə elektromaqnit dalğalarının təsiri

Görünür ki, SOD və katalazanın fəaliyyətinin dəyişməsi dalğavari xarakteri daşıyır. Bütün hallarda təcrübələrdə nəzarət qrupuna nisbətən katalaza fermentinin fəallığının artması, SOD fəallığının əhəmiyyətli dərəcədə azalması fonunda baş verir. Bir çox fermentlər, o cümlədən superoksiddismutaza və katalaza üçün fəaliyyətin çarpaz tənzimlənməsi fenomeni xarakterikdir. Katalaza üçün superoksid anion radikalı mənfi,  $H_2O_2$  isə müsbət effektordur və SOD üçün əksinədir. Bu iki fermentin fəaliyyətində belə çoxistiqamətli dəyişiklik, ədəbiyyat məlumatlarına görə, hipoksiya üçün xarakterikdir. [13]. Digər tərəfdən ədəbiyyat məlumatlarında göstərilir ki, elektromaqnit dalğalarının təsirindən periferik qan damarlarının daralması baş verir. Bu zaman birinci növbədə qarın boşluğunda olan bütün orqanlara, ən başlıcası balalığa daxil olan qan dövrünün təzyiqi pisləşir, maddələr mübadiləsi zəifləyir. Bu da öz növbəsində boğazlıq dövründə dölə qan axının zəifləməsinə və onun oksigen çatışmazlığından əziyyət çəkməsinə gətirib çıxarır. Deməli alınan nəticələrin səbəblərindən biri də məhz oksigen çatışmazlığı ola bilər [14].

Oksigenin fəal formaları oksidləşdirici stresin inkişafına gətirir və müxtəlif dövrlərdə fizioloji hamiləlik dövründə sərbəst radikal proseslərinin intensivliyini artırır. Bu zaman antioksidant sistemi fermentlərinin fəallığında müşahidə edilən azalma substratların (fəal oksigen növlərinin) azalması və elektromaqnit sahələrinin onların fəallığına birbaşa təsiri ilə həyata keçirilə bilər. Orqanizmdə antioksidanların çatışmazlığı oksidləşdirici stres proseslərinin inkişafına,

proksidant-antioksidant balansında dəyişikliyə səbəb olur. Orqanizmdə antioksidant potensialının artması oksidləşdirici stresin dərəcəsini azaldır və hüceyrə membranının dağılmasının qarşısını alan adaptiv (stress-məhdudlaşdırıcı) cavabdır [15]. Qeyd etdiyimiz kimi balalar doğulduqdan sonra, orqanizmin oksigen təminatı ciddi şəkildə artır və oksidləşdirici stresə yaxın bir vəziyyət yaranır. Toxumalarda oksigenin parsial təzyiqinin artması əvvəllər fəaliyyət göstərməyən bir sıra oksidazalar üçün bir amil olur. Beləliklə, elektron donoru kimi NADFH və ya NADH-dan istifadə edərək molekulyar oksigenin supeoksid radikalına bərpasını kataliz edən fermentlərin aktivləşməsi baş verir.

### Nəticə

Elektromaqnit dalğalarının təsirindən homeostazın prooksidant-antioksidant tədqiği göstərdi ki, postnatal ontogenezin erkən dövründə, yəni 20 və 30 günlük siçovul balalarında, lipid peroksidləşməsinin aktivliyində artım var, bu da prenatal stres sindromunun təzahürü kimi qəbul edilə bilər. Antioksidant potensialının artması oksidləşdirici stresin dərəcəsini azaldan və hüceyrə membranlarının zədələnməsinin qarşısını alan adaptiv bir cavab reaksiyasıdır.

Beləliklə, orqanizmin prenatal inkişaf dövründə desimetr diapazonlu elektromaqnit dalğaları ilə şüalanması, erkən postnatal ontogenezdə eritrositlərin antioksidant balansında sürüşmələrə gətirir ki, bu da ontogenezin gedişində homeostazın stabilliyinin pozulmalarına səbəb ola bilər.

### ƏDƏBİYYAT

1. *Valavanidis A, Vlachogianni T, Fiotakis C.* 8-hydroxy2'-deoxyguanosine (8-OHdG): a critical biomarker of oxidative stress and carcinogenesis // *J Environ Sci Health C Environ Carcinog Ecotoxicol Rev*, 2009, 27, p. 120-39.
2. *Kubo N, Morita M, Nakashima Y, Kitao H, Egashira A, Saeki H et al.* Oxidative DNA damage in human esophageal cancer: clinicopathological analysis of 8-hydroxydeoxyguanosine and its repair enzyme. // *Dis Esophagus*. 2014, 27, p. 285–93.
3. *Dasdag S, Akdag MZ, Erdal ME, Erdal N, Ay OI, Ay ME, et al.* Effects of 2.4 GHz radiofrequency radiation emitted from Wi-Fi equipment on microRNA expression in brain tissue. // *Int J Radiat Biol*. 2015, 91, p. 555–61.
4. *Gye MC, Park CJ.* Effect of electromagnetic field exposure on the reproductive system // *Clin Exp Reprod Med*. 2012, 39, p. 1–9.
5. *Kaplan S, Deniz OG, Önger ME, Türkmən AP, Yurt KK, Aydın I, et al.* Electromagnetic field and brain development // *J Chem Neuroanat*. 2016, 75, p. 52–61.
6. *Calcabrini C., Mancini U., De Bellis R., Diaz AR., Martinelli M., Cucchiari L. et al.* "Effect of extremely low-frequency electromagnetic fields on antioxidant

- activity in the human keratinocyte cell line NCTC2544 // *Biotechnol Appl Biochem*, 2017, 64 (3), p.415-422.
7. *Mushgunaz Abbasova, Aynur Quliyeva*. Effect of desimetric range electromagnetic waves on total oxidant and antioxidant activities in the blood of rats in prenatal and postnatal ontogenesis //4th international health sciences and innovation congress july 5-6, Baku/Azerbaijan. 2021, p. 429-434.
  8. *Małgorzata Lewicka, Gabriela A. Henrykowska, Krzysztof Pacholski, Janusz Śmigielski, Maciej Rutkowski, Maria Dziedziczak-Buczyńska, Andrzej Buczyński*. The effect of electromagnetic radiation emitted by display screens on cell oxygen metabolism – in vitro studies //*Arch. Med.Sci*, 2015, 11, 6, p. 1330-1339.
  9. *Королюк М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарев В.Е.* Методы определения активности каталазы //Лабораторное дело, 1988, №1, с.16-19.
  10. *Дубинина Е.Е., Сальникова Л.А., Ефимова Л.Ф.* Активность и изоферментный спектр супероксиддисмутазы эритроцитов и плазмы крови человека // *Лабораторное дело*,. 1983, № 10, с. 30-33.
  11. *Суплютов Н.Н., Баркова Э.Н.* Суточные и сезонные ритмы перекисей липидов и активности супероксиддисмутазы в эритроцитах у жителей средних широт Крайнего Севера // *Лаб дело*, 1986, №8, с. 459-463.
  12. *Othman, H.; Ammari, M.; Rtibi, K.; Bensaid, N.; Sakly, M.; Abdelmelek, H.* Postnatal development and behavior effects of in-utero exposure of rats to radiofrequency waves emitted from conventional WiFi devices. *Environ. //Toxicol. Pharmacol*, 2017, 52, p. 239–247.
  13. *Сторожук П.Г.* Ферменты прямой и косвенной антирадикальной защиты эритроцитов и их роля в инициации процессов оксигенации гемоглобина, антибактериальной защите и делении клеток // *Вестник интенсивной терапии*, 2003, № 3, с. 8-13.
  14. Воздействие ЭМП на беременную женщину и плод. /[https://www.e-reading.club/chapter.php/87016/37/Mobil%27nik\\_-\\_ubiiica.html](https://www.e-reading.club/chapter.php/87016/37/Mobil%27nik_-_ubiiica.html)
  15. *Сиренко В.А., Ноколаева О.В., Павлова Е.А., и др.* Окислительно-антиоксидантный гомеостаз у потомства крыс при повреждении поджелудочной железы вследствие влияния хронического стресса на систему мать-плод. Бюллетень XVI чтений им. В.В. Подвысокого, Одесса, 18-19 мая 2017 г. / Министерство здравоохранения Украины - Одесса. 2017, с. 248-251.

Redaksiyaya daxil olub 27.02.2023

*UOT 551.48(057.8)*

**M.A.Abduyev**

*AR Elm və Təhsil Nazirliyi akad. H.Ə.Əliyev adına Coğrafiya İnstitutu  
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti  
abduyevm@gmail.com*

## **ÇAYLARIN DİB GƏTİRMƏLƏR AXIMININ TƏDQIQINƏ DAİR (Naxçıvan MR çayları təmsalında)**

*Açar sözlər: Naxçıvan MR, çay gətirmələri, asılı gətirmələr, dib gətirmələri, ümumi gətirmələr axımı, dib və asılı gətirmələr axımının nisbəti*

Naxçıvan çaylarının dib gətirmələr axımının tədqiqi Azərbaycanın 11 çayının dib və asılı gətirmələr axımının nisbətində dair məlumatlar əsasında aparılmışdır. Dib gətirmələr axımını hesablamaq üçün orta illik ümumi (asılı və dib) gətirmələr axımı  $\sum(R+G)$  ilə asılı gətirmələrin  $R$  orta illik axımı arasında əlaqə aşkar olunmuş və həmin əlaqənin riyazi ifadəsi alınmışdır. Məlum olmuşdur ki, tədqiq olunan çayların dib gətirmələr axımı asılı gətirmələr axımının orta hesabla 17,5 faizini təşkil edir. Alınmış riyazi ifadə öyrənilməmiş çayların dib gətirmələr axımını kifayət qədər dəqiqliklə müəyyən etməyə imkan verir.

**M.A.Абдуев**

## **ОБ ИЗУЧЕНИИ ВЛЕКОМОГО СТОКА РЕК (на примере рек Нахчыванского МР)**

*Ключевые слова: Нахичеванская АР, речные наносы, взвешенные наносы, влекомые наносы, общий сток наносов, соотношении стоков влекомых и взвешенных наносов*

Исследование стока влекомых наносов Нахичеванских рек произведено на основании данных о соотношении стоков влекомых и взвешенных наносов 11 рек Азербайджана. Для расчета стока влекомых наносов выявлено, зависимость среднегодового суммарного (взвешенных и влекомых) расхода наносов  $\sum(R+G)$  от среднего годового расхода взвешенных наносов  $R$  и получено эмпирическое уравнение. Выявлено, что сток влекомых наносов рассматриваемых рек составляет в среднем 17,5% от стока взвешенных наносов. Найденные уравнения позволяют с достаточной точностью определить сток влекомых наносов неизученных рек.

M.A.Abduev

## ABOUT THE STUDY OF THE DRAIN OF RIVERS (on the example of the rivers of the Nakhchivan MR)

**Keywords:** *Nakhichevan Autonomous Republic, river sediment, suspended sediment, entrained sediment, total sediment runoff, the ratio of drained and suspended sediment runoff*

The study of the runoff of traction in the Nakhichevan rivers was carried out on the basis of data on the ratio of runoff of traction and suspended sediment of 11 rivers in Azerbaijan. To calculate the runoff of traction, the dependence of the average annual total (weighed and traction) sediment discharge  $\Sigma (R + G)$  on the average annual discharge of suspended sediment R was revealed, and an empirical equation was obtained. It has been revealed that the runoff of traction in the rivers under consideration is on average 17.5% of the runoff of suspended sediment. The equations found make it possible to determine with sufficient accuracy the runoff of entrained load of unexplored rivers.

### Giriş

Naxçıvan Muxtar Respublikası ərazisində 400-ə qədər çay vardır. Bunlardan 334-nün uzunluğu 5 km-dən az, 31-i 6-10 km, 24-ü 11-25 km, 7-si 26-50 km, 3-ü 51-100 km və 1-i isə 101 km-dən artıqdır. Çaylardan ən böyükləri Arpaçay, Naxçıvançay, Əlincəçay, Gilançay və Ordubadçaydır. Muxtar Respublika ərazisində iqlimin kontinentallığı ilə əlaqədar çay şəbəkəsi zəif inkişaf edərək, sıxlığı 0,32 km/km<sup>2</sup>-ə çatır [2]. Buna baxmayaraq ərazinin səthi çaylarla intensiv parçalanmışdır. Çayların dərələri dərin olub, V-şəkillidir, yamaqları əsasən çılpaqdır. Çay dərələrinin yamaqlarında valunlu-çaydaşlı çöküntülərin geniş yayılması, Naxçıvan çaylarının intensiv eroziya fəaliyyətinə şahidlik edərək, onları sülb axımının əsas hissəsini təşkil edən gətirmələrlə zənginləşdirir. Ərazidəki təsərrüfat sahələrinin suya olan tələbatının əsasən çaylar vasitəsilə ödənilməsi və çay sularının həyatın müxtəlif sahələrində geniş istifadəsi ilə əlaqədar onun keyfiyyət göstəricilərindən biri olan dib gətirmələr axımının öyrənilməsini zəruri edir.

### Tədqiqatda istifadə edilən materiallar və metodlar

Azərbaycan kimi dağlıq ölkələrdə çayların gətirmələr axımının tədqiqi böyük nəzəri və praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Ədəbiyyat və müşahidə məlumatlarının təhlili göstərir ki, hidroloji məntəqələrdə sülb axımının tərkib hissələrindən əsasən asılı gətirmələr və həll olmuş maddələr axımı öyrənilir. Lakin mövcud hidroloji məntəqələrdə etibarlı ölçü cihazının olmaması ilə əlaqədar dib gətirmələri



öyrənilmir. Bu səbəbdən hidrotexniki qurğuların, körpü keçidlərinin və suburaxıcıların dağılması, su anbarlarının vaxtından əvvəl lillənməsi və s. kimi proseslər baş verir. Dib gətirmələri axımının hesablanması üçün hazırda 200-dən çox düstur təklif olunmasına baxmayaraq bu problem indiyədək öz həllini tapmamışdır. Təklif olunan düsturların etibarlılığı və dəqiqliyi isə bir çox hallarda faktiki məlumatların keyfiyyətindən asılı olur. Bəzi tədqiqatçılar [9] bu düsturları həlledici parametərə görə qruplara bölürlər. 2004-cü ildə Dövlət Hidrologiya İnstitutunda Z.D. Kopalianinin [13] rəhbərliyi ilə dib gətirmələrinin hesablama düsturları təhlil edilərək, doqquz qrupa bölünmüşdür. M.V.Şmakova [26] ABŞ ərazisindəki 15 çayın ümumi gətirmələr axımını müşahidə məlumatlarına əsasən bəzi məşhur düsturlarla hesablayaraq, belə nəticəyə gəlmişdir ki, hesablanmış gətirmələr axımı faktiki qiymətlərdən ən azı 55% fərqlənir.

Hazırda hidroloji ədəbiyyatlarda dib gətirmələr axımının öyrənilməsi məqsədilə çoxillik orta dib və asılı gətirmələr axımının nisbətindən istifadə olunması məqsədəuyğun hesab olunur. Dib və asılı gətirmələrin axım nisbətinin müəyyən olunması məcra proseslərinin inkişaf dərəcəsini və xarakterini öyrənməyə imkan verir. Bu nisbətdən öyrənilməmiş çayların dib gətirmələr axımı asanlıqla təyin olunur. Gətirmələrə aid mövcud məlumatların təhlili göstərir ki, Azərbaycanın çaylarında da asılı gətirmələr sərfi üzərində müşahidələr 1994-cü ilədək aparılmışdır. Bu məlumatlar ümumiləşdirilərək orta çoxillik asılı gətirmələr axımını öyrənmək üçün metodikalar işlənmişdir [1; 7; 8; 17; 19; 28]. Təəssüflər olsun ki, 1994-cü ildən başlayaraq çaylarda gətirmələr sərfi üzərində stasionar müşahidələrin aparılmaması səbəbindən hazırda bu problemə aid tədqiqat işlərinə yetərinə diqqət yetirilmir.

Dib və asılı gətirmələr axımı nisbətini S.T.Altunin [5] -15-23%; Q.İ.Şamov [24] -10-20%; A.İ.Çebotaryov [23] -15-30%; V.L.Şults [27]-10%-ə qədər qəbul etməyi məqsədəuyğun hesab edirlər. Q.V.Lopatin [15] müxtəlif tədqiqatların nəticələrini ümumiləşdirərək, dağ çayları üçün dib və asılı gətirmələr (G/R) nisbətini 10-20% qəbul edilməsini təklif edir. A.S.Klopovanın [12] hesablamalarına görə Terek və Sulak çaylarında dib gətirmələri asılı gətirmələr axımının 13,8%-ni təşkil edir. Q.N.Xmaladze [21] müəyyən etmişdir ki, Bolnisi çayının dib gətirmələr axımı asılı gətirmələr axımının 9%-nə bərabərdir. Sulak çayının Miatlı məntəqəsində Bakıhidrolayihə İnstitutu tərəfindən aparılan ölçmə işləri dib gətirmələrinin asılı gətirmələr axımının 2-3,5%-nə bərabər olduğunu müəyyən etmişdir [20]. İ.V.Boqolyubovanın [10] Mzımta çayında 6 il ərzində

tədqiqatı zamanı G/R nisbətini 37-71% (orta 51%) arasında dəyişdiyi məlum olmuşdur.

Azərbaycan çaylarında G/R nisbəti haqqında məlumatlar S.H.Rüstəmov və Q.İ.Kulikovun [18] və Y.Ə.İbadzadənin [14] işlərində verilmişdir. Qudyalçayda tədqiqat zamanı G/R nisbətini 15% olduğu müəyyən olunmuşdur. Böyük Qafqazın cənub yamacında su eroziyasının intensivliyi nəzərə alınaraq S.H.Rüstəmov G/R nisbətini 30%-ə bərabər olduğunu göstərir. Q.İ.Kulikov isə Kiçik Qafqaz çayları üçün G/R nisbətini 20% qəbul edir.

S.A.Axundovun 1968-1969-cu illərdə Turyançay hövzəsində apardığı tədqiqat nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, Qanıx-Əyriçay vadisində G/R nisbəti 35%, aşağı çöl yaylasında isə cəmi 6% təşkil edir. Aparılmış tədqiqatlar G/R nisbətini kifayət qədər böyük aralıqda dəyişdiyini göstərir. Azərbaycanın dağ çaylarının gətirmələr axımına dair toplanmış məlumatlara əsasən G/R nisbəti ilə hövzənin orta yüksəkliyi arasında əlaqə alınmışdır [3; 4].

Hələ XX əsrin 40-cı illərində Azərbaycan Hidrometeoroloji Xidmət İdarəsi tərəfindən Damarcıq, Çuxadurmaz və Qaynar çaylarının mənsəbində (Kişçay hövzəsi) dib gətirmələrinin ölçülməsi işləri aparılmışdır. Nəticədə G/R nisbəti Damarcıqda 17%, Çuxadurmazda 25%, Qaynarda isə 20% müəyyən edilmişdir. 1963-cü ildə Dövlət Hidrologiya İnstitutu tərəfindən dağ çaylarında dib gətirmələr axımını təyin etmək üçün balans metodu işlənilib hazırlanmışdır. Həmin metoda görə sudurulducu bəndlərdə toplanmış gətirmələrin plana alınması ilə balans tərtib edilir. Lakin çay hövzəsinin xarakterik sahələrində gətirmələrin balansını öyrənməyə imkan verən sudurulducu bəndlərin həmişə tapılmaması qeyd edilən metodun tətbiqini çətinləşdirir. Bununla belə dib gətirmələrinin ərazidə paylanma qanunauyğunluğunu müəyyən etmək üçün müxtəlif fiziki-coğrafi şəraitlərdə müşahidələrin aparılması tələb olunur. 1969-1971-ci illərdə Dövlət Okeanoqrafiya İnstitutu və Bakı Hidrometeorologiya observatoriyası dağ çaylarında yerləşən Axıncaçay, Qoşqarçay, Xaçınçay və Pirsaatçay su anbarlarında balans metodunu tətbiq etməklə gətirmələr axımını müəyyən etmişlər [25]. 3 il ərzində aparılmış müşahidələr su anbarına gətirilmiş və aparılmış gətirmələri müəyyən etməyə imkan vermişdir. Mövcud olan məlumatların təhlili nəticəsində məlum olmuşdur ki, Azərbaycanın 11 çayında dib və asılı gətirmələr axımı nisbətində dair toplanmış məlumatlardan istifadə edilə bilər. Həmin tədqiqatlar nəticəsində toplanmış məlumatlar faktiki məlumatlar kimi qəbul edilmişdir (Cədvəl 1).

**Cədvəl 1**

*Azərbaycan çaylarının faktiki gətirmələri haqqında məlumatlar*

Sıra sayı	Çay – məntəqə	Höviznin sahəsi, F, km <sup>2</sup>	Orta illik axım				G/R, %
			Su, Q, mln. m <sup>3</sup>	Asılı gətirmələr, R, min ton	Dib gətirmələri, G, min ton	Ümumi gətirmələr, Σ(R+G), min ton	
1	Qudyalçay-Küpçal	517	266	1011	152	1163	15
2	Dəmiraparançay-Qəbələ	126	164	418	72	490	17
3	Turyançay-Savalan	1340	517	1516	234	1750	15
4	Çuxadurmaz-mənsəb	35	33,4	25,3	6,4	31,7	25
5	Damarcıq-mənsəb	35	42,2	96,7	16,4	113,1	17
6	Qaynar-mənsəb	18	16,4	23	4,5	27,5	20
7	Pirsaatçay-su anbarından yuxarı	1520	95	3,13	0,41	3,54	13
8	Xaçınçay-Kolatan	366	107	16,4	3,94	20,34	24
9	Qoşqarçay-su anbarından yuxarı	58,3	42	7,89	2,21	10,1	28
10	Axıncaçay-su anbarından yuxarı	403	93	17,6	3,00	20,6	17
11	Şəmkiçay -Yuxarı Çaykənd	922	270	152,5	30,5	183	20

Cədvəldəki məlumatlardan görünür ki, baxılan çaylarda hövzələrin sahəsi 18-1520 km<sup>2</sup>, orta illik axım 16,4-517 mln. m<sup>3</sup>, asılı gətirmələr axımı 3,13 min tonla 1516 min ton, dib gətirmələri axımı 0,41 min tonla 234 min ton, G/R nisbəti 13%-28%, R+G 3,54 min tonla 1750 min ton arasında dəyişir.

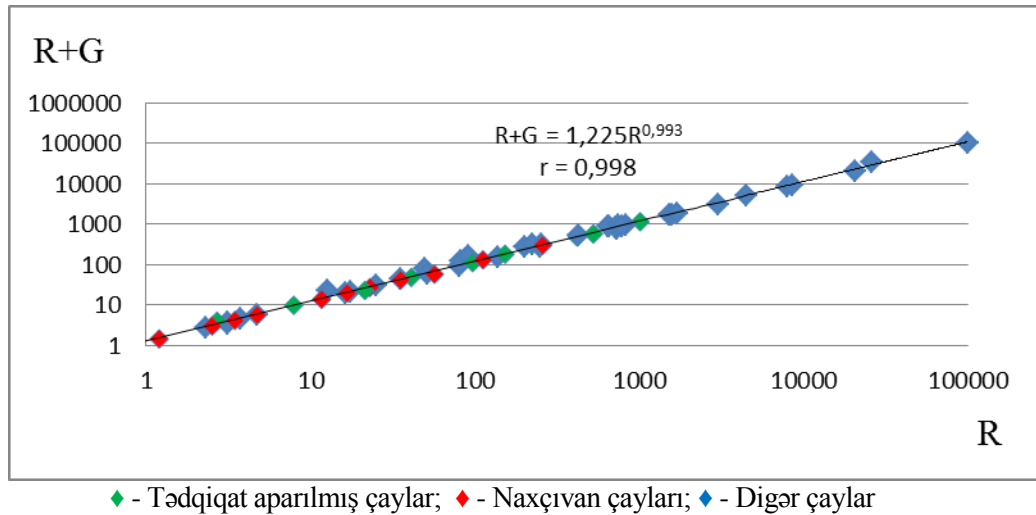
### **Təhlil və müzakirə**

Beləliklə, alınmış məlumatlar göstərir ki, G/R nisbəti sabit qalmayıb, hər bir çayda, hətta bir çayın müxtəlif hissələrində belə dəyişir. Bu gətirmələr axımının formalaşma şəraiti ilə əlaqədardır. Belə ki, çaylar yuxarı axında qayalı yamaqlarla əhatələnən dar və dərin dərələrlə axır. Burada baş verən intensiv aşınma nəticəsində yaranan iri qırıntı materialları hələ xırdalanmamış halda yamac axınları ilə çayın məcrasına daxil olur. Odur ki, hövzənin bu hissəsində kiçik hissəciklər az olur. Nəticədə çayın yuxarı axınında əsasən iri gətirmələr, daşqın dövründə isə hətta valunlar böyük ölçüyə çatır. Bununla əlaqədar çayın yuxarı axınında dib gətirmələri asılı gətirmələrdən üstün ola bilər [7; 11; 16; 22].

Axın boyu mənşəbə doğru çay dərəsinin yamacının nisbətən az meyilliyi ilə daha sıx bitki örtüyü olduğundan, kiçik hissələr daxil olur. Bununla belə çaya yuxarı axında daxil olan iri hissələr burada tədricən xırdalanır və kiçik hissəciklər əhəmiyyətli dərəcədə artır. Dağdan düzənliyə çıxışda meyillik və axının sürəti kəskin azalır. Nəticədə axının dibi ilə kiçik gətirmələr hərəkət edir, iri gətirmələr isə çökür. Burada asılı gətirmələr axımı dib gətirmələrini xeyli üstələyir.

Q.N.Xmaladze [22] qeyd edir ki, dib gətirmələrinin asılı gətirmələrə nisbəti ( $G/R$ ) çayların mənbəyindən mənsəbinə doğru tədricən azalır və çayın tranzit hissəsində bərabərləşir. Sonrakı tədqiqatlar bu fikrin doğru olmadığını müəyyən etmişdir. Belə ki, S.A.Axundov [6] qeyd edilən nisbətlə çayın meyilliyi arasındakı əlaqəni tədqiq edərək, müəyyən etmişdir ki,  $G/R$  nisbətində meyilliklə yanaşı, məcrə çöküntülərinin qranulometrik tərkibi də təsir göstərir.

Dib gətirmələr axımını hesablamaq üçün ümumi gətirmələr  $\sum(R+G)$  axımı ilə asılı gətirmələr ( $R$ ) axımının cədvəl 1-də verilmiş qiymətləri arasında loqarifmik şəbəkədə əlaqə qurulmuşdur (Şəkil).



**Şəkil.** Ümumi gətirmələr  $\sum(R+G)$  axımı ilə asılı gətirmələr ( $R$ ) axımı arasında əlaqə

Qurulmuş əlaqənin riyazi ifadəsi  $R+G=1,225R^{0,993}$  kimidir. Bu ifadədən dib gətirmələr axımını hesablamaq üçün  $G=1,225R^{0,993}-R$  (1) ifadəsi alınır. Alınmış riyazi ifadə ilə öyrənilən çayların dib gətirmələr axımı hesablanaraq faktiki qiymətlərlə müqayisə edilmişdir. Nəticədə məlum olmuşdur ki, alınmış ifadə ilə yalnız 4 halda xəta  $\pm 15\%$ -dən çoxdur (Cədvəl 2).

**Cədvəl 2**

*Dib gətirmələr axımının faktiki qiymətinin müqayisəsi*

Sıra sayı	Çay – məntəqə	Faktiki		Hesablanmış	Xəta, %
		R	G	G	
1	Qudyalçay-Küpçal	1011	152	169	+11
2	Dəmiraparançay-Qəbələ	418	72	73	+1
3	Türyançay-Savalan	1516	234	248	+6
4	Çuxadurmaz-mənsəb	25,3	6,4	5	-22
5	Damarciq-mənsəb	96,7	16,4	18	+10
6	Qaynar-mənsəb	23	4,5	4,6	+2
7	Pirsaatçay-su anbarından yuxarı	3,13	0,41	0,67	+63
8	Xaçınçay-Kolatan	16,4	4	3,3	-19
9	Qoşqarçay-su anbarından yuxarı	7,9	2,1	1,64	-22
10	Axıncaçay-su anbarından yuxarı	17,6	3,05	3,5	+15
11	Şəmkiçay-Yuxarı Çaykənd	152,5	30,5	27,9	-9

(1) ifadəsi ilə Naxçıvan Muxtar Respublikası çaylarının dib gətirmələr axımı hesablanaraq, ümumi gətirmələr axımı tapılmışdır (Cədvəl 3). Beləliklə, apardığımız hesablamalar göstərir ki, Naxçıvan çaylarının dib gətirmələr axımı ümumi gətirmələr axımının orta hesabla 17,5%-ni təşkil edir.

**Cədvəl 3**

*Naxçıvan çaylarının təklif olunan düsturla hesablanmış dib gətirmələr axımı*

Sıra sayı	Çay – məntəqə	Orta illik asılı gətirmələr axımı, R, min ton	Təklif olunan $G=1,225R^{0,993}$ -R düsturu ilə hesablanmış orta illik dib gətirmələr axımı, G, min ton	Ümumi gətirmələr axımı, $\Sigma(R+G)$ , min ton	Ümumi gətirmələr axımına görə dib gətirmələr axımı, %-lə
1	Arpaçay-Yeğeqnadzor	112	20,7	132,7	18
2	Arpaçay-Areni	258	46	304	15
3	Naxçıvançay-Biçənək	4,73	1,0	5,73	17
4	Naxçıvançay-Qarababa	35,3	6,88	42,18	16
5	Cəhriçay-Payız	16,7	3,36	20	17
6	Əlincəçay-Ərəfsə	3,15	0,68	3,83	18
7	Gilançay-Nurqut	3,78	0,81	4,6	18
8	Gilançay-Bilöv	11,67	2,38	14	17
9	Gilançay-Başdizə	51,4	9,85	61,25	16
10	Küküçay-Kükü	2,33	0,51	2,84	18
11	Düylünçay-Məzrə	0,47	0,11	0,58	19
12	Parağaçay-Behrud	2,52	0,55	3,07	18
13	Parağaçay-Bilöv	3,15	0,68	3,83	18
14	Vənəndçay-Danagirt	3,47	0,74	4,21	18
15	Nəsirvazçay-Nəsirvaz	0,41	0,095	0,51	19
16	Ordubadçay-Nüsnüs	1,2	0,27	1,47	18

### Nəticə

Dünyanın müxtəlif ərazilərindən axan hövzələrinin sahəsi 4-134164 km<sup>2</sup>, asılı gətirmələr sərfi 0,01-10000 kq/s arasında dəyişən bəzi çayların ölçülmüş gətirmələr axımı məlumatları təklif olunan əlaqədə ( $G=1,225R^{0,993}-R$ ) yoxlanılmışdır. Tədqiqata daxil edilmiş çayların (Volqa, Dunay, Kolorado, Po, Nil, Amudərya, Sırdərya və Neva) gətirmələr axımına aid olan məlumatları təmsil edən nöqtələr təklif olunan əlaqə ətrafında sıx paylanmaqla, ölçülmüş kəmiyyətlərdən kəskin fərqlənməyərək, yol verilən xətalara aşmır (Şəkil).

Beləliklə, (1) düsturu ilə hesablanaraq alınmış nəticələrin kifayət qədər dəqiqliyi göstərir ki, çayların yalnız asılı gətirmələr axımı haqqında məlumat olduqda, həmin düstur dib gətirmələr axımını müəyyən etməyə imkan verir.

### ƏDƏBİYYAT

1. *Abduev M.A.* Azərbaycanın dağ çaylarının orta illik asılı gətirmələr axımının hesablanmasına dair. Azərb. EA-nın «Xəbərlər» seriyası, 1998, № 3, səh. 70-74.
2. *Rüstəmov S.H.* Azərbaycan SSR çayları və onların hidroloji xüsusiyyətləri. Bakı, Elm, 1960, 196 s.
3. *Abduev M.A.* К вопросу соотношения стоков влекомых и взвешенных наносов горных рек Азербайджана. XI научная Ассамблея ассоциации российских географов-обществоведов (АРГО) международная научная конференция «Общественно-географическая структура и динамика современного евразийского пространства: вызовы и возможности для России и ее регионов». Владивосток-2020. Стр. 103-109.
4. *Abduev M.A.* Исследование соотношения стоков влекомых и взвешенных наносов горных рек Азербайджана. //Метеорология и гидрология. Москва-2023, №3. Стр. 66-73.
5. *Алтунин С.Т.* Регулирование русел рек при водозаборе. М.Сельхозгиз, 1950, 248 с.
6. *Ахундов С.А.* Закономерности распределения стока наносов горных рек Азербайджанской ССР. Изв. Академии наук Азербайджанской ССР, серия наук о Земле, 1976, №3. Стр. 64-72.
7. *Ахундов С.А.* Сток наносов горных рек Азербайджанской ССР. Изд-во, Элм, Баку, 1978. 98 с.
8. *Бахшалиев Г.Б.* Рекомендация по расчету стока взвешенных наносов рек Малого Кавказа. В кн: Материалы XII научной конференции молодых ученых Института Географии Академии наук Азербайджанской ССР. Баку, 1981, стр. 93-101.
9. *Барышников Н.Б., Железняков Г.В., Алтунин В.С.* Влияние кинематического эффекта безнапорного потока на транспорт наносов. Движение наносов в открытых руслах. М.1970.

10. *Боголюбова И.В.* Результаты полевых исследований и расчет стока влекомых наносов р. Мзымты. Труды ГГИ, 1968, вып. 156, стр. 39-63.
11. *Васильева Л.А.* Определение стока влекомых наносов по отложениям в верховьях Чирюртского водохранилища. Тезисы докладов и сообщений конференции изыскателей института «Гидропроект» по обмену опытом изысканий для гидротехнического строительства, секции инженерной гидрологии, вып. 3, Л. Информэнерго, 1972.
12. *Клопова С.О.* О количественной зависимости твердого стока горных рек от естественных факторов. Изв. АН СССР. Сер. Геогр. 1956, т. 2, стр. 79-82.
13. *Копалиани З.Д., Сниценко Б.Ф.* Оценка стока наносов рек южного склона Кавказского хребта Краснодарского края. СПб, отчет НИР ГГИ, 2002.
14. *Ибадзаде Ю.А.* Наносный режим рек. М. Стройиздат, 1989. 323 с.
15. *Лопатин Г.В.* Наносы рек СССР. М. Географгиз. 1952, 366 с.
16. *Мандыч А.Ф.* Твердый сток рек Западной Грузии. Автореф. дисс. На соискание ученой степени канд. геогр. наук. Изд. МГУ, 1967, 24 с.
17. *Мамедов Дж.Г.* Сток взвешенных наносов левых притоков Аракса в пределах СССР. Материалы V съезда географического общества Азербайджанской ССР, Баку, 1985, стр. 107-109.
18. *Рустамов С.Г., Куликов Г.И.* Взвешенные наносы рек бассейна Куры (без Аракса). Изв. АН Азерб. ССР. №8, 1954.
19. *Самедов А.И.* Расчет стока взвешенных наносов рек юго-восточного Кавказа. Известия АН Азербайджанской ССР, 1981, №3, стр. 73-77.
20. *Трембовельский Г.Т., Матвеев В.К.* Заиление Чирюртского водохранилища на р.Сулак. Гидротехническое строительство, №10, 1970.
21. *Хмаладзе Г.Н.* Взвешенные наносы рек Армянской ССР. Л. Гидрометеиздат, 1964, 246 с.
22. *Хмаладзе Г.Н.* Некоторые соображения о соотношении расходов влекомых и взвешенных наносов горных рек Кавказа. Труды ЗакНИГМИ, 1970, вып. 37(43), стр. 76-84.
23. *Чеботарев А.И.* Гидрология суши и расчеты речного стока. Л. Гидрометеиздат, 1953.
24. *Шамов Г.И.* Сток взвешенных наносов рек СССР. Тр.ГГИ, вып. 20(74), 1949.
25. *Штейнман Б.С., Мамедов Н.М.* Исследование седиментационных процессов и заиление водохранилищ горных рек. Научно-техн. отчет, Гидрометфонд УГМС Азерб. ССР, Баку, 1972.
26. *Шмакова М.В.* Сравнительный анализ формул общего расхода наносов на примере рек США. Научно-технический вестник Брянского государственного университета, 2015, №2, стр.80-87.
27. *Шульц В.Л.* Реки Средней Азии. Л., Гидрометеиздат, 1965, 692 с.
28. *Эюбова Ф.А.* Расчет среднего годового стока взвешенных наносов рек северо-восточного склона Большого Кавказа (в пределах Азербайджанской ССР). Известия АН Азербайджанской ССР, 1979, №6, стр. 80-85.

*UOT 338:504*

*M.X.Məmmədov*

*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti  
azerbaycan.cografiyasi@mail.ru*

## **AZƏRBAYCANIN REGIONAL İQTİSADI-EKOLOJİ FUNKSIONAL STRUKTURUNUN DAYANIQLI İNKİŞAFININ OPTİMALLAŞDIRILMASININ İQTİSADI-COĞRAFI TƏDQIQI**

*Açar sözlər: İqtisadi-ekoloji funksional struktur, dayanıqlı inkişafı, iqtisadi-coğrafi mahiyyəti, iqtisadi-ekoloji gərginlik arealı*

Məqalədə Azərbaycanın regional iqtisadi-ekoloji funksional-strukturunun dayanıqlı inkişafının optimallaşdırılmasının təhlil edilməsi başlıca məqsəd kimi qoyulmuşdur. Problemə kompleks yanaşılmış və regional iqtisadi-ekoloji inkişafın dayanıqlı bazası olan təbii və iqtisadi potensial imkanları və onun ərazi təşkilinin xarakteri, ekoloji mühitin yaxşılaşdırılması yolları tədqiq olunur. Həmçinin, iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının ayrılmasının iqtisadi və sosial coğrafi mahiyyəti müəyyən edilmişdir.

*M.X.Мамедов*

## **ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМИЗАЦИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ АЗЕРБАЙДЖАНА**

*Ключевые слова: экономико-экологическая функциональная структура, устойчивое развитие, экономико-географическая сущность, зона экономико-экологической нагрузки*

Основной целью статьи является анализ оптимизации устойчивого развития региональной экономико-экологической функциональной структуры Азербайджана. К проблеме подходят комплексно и изучают возможности природного и экономического потенциала, являющегося устойчивой основой экономико-экологического развития региона, и характер его территориальной организации, пути оздоровления экологической среды. Также определен экономико-социально-географический характер выделения очагов хозяйственно-экологической напряженности.



*M.Kh.Mammadov*

## **ECONOMIC-GEOGRAPHICAL STUDY OF THE OPTIMIZATION OF THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE REGIONAL ECONOMIC-ECOLOGICAL FUNCTIONAL STRUCTURE OF AZERBAIJAN**

**Keywords:** *Economic-ecological functional structure, sustainable development, economic-geographic essence, area of economic-ecological stress*

The main goal of the article is to analyze the optimization of the sustainable development of the regional economic-ecological functional structure of Azerbaijan. The problem is approached in a complex manner and the natural and economic potential possibilities, which are the stable basis of regional economic-ecological development, and the nature of its territorial organization, ways to improve the ecological environment are studied. Also, the economic and social geographic nature of the separation of economic-ecological tension areas has been determined.

### **Giriş**

Cəmiyyət və təbii mühitin qarşılıqlı təsirinin optimallaşdırılması problemi ən çox regional xarakterə malikdir [6]. O, bir çox regionlarda maddi istehsalın inkişafı və yerləşdirilməsində təsərrüfatın ən mühüm həlledici amillərindən biri kimi çıxış edir. Müəyyən sosial məsələlərin həlli üçün birinci dərəcəli əhəmiyyətə malikdir. Buna görə də ətraf mühitin problemlərinin həlli, onun səmərəli təşkili, yalnız kompleks sahələrarası yanaşma ilə regional təbii, sosial və iqtisadi strukturların uzlaşmasının hərtərəfli nəzərə alınması ilə ola bilər.

Azərbaycanın regional iqtisadi-ekoloji funksional strukturunun dayanıqlı inkişafının optimallaşdırılması ilə əlaqədar iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının ayrılması iqtisadi və sosial coğrafiyanın mühüm məsələlərindən biridir. Problem Azərbaycanın sosial-iqtisadi inkişafı üçün çox aktualdır, çünki ərazi daxilində yerləşən regionlar, müxtəlif təbii resursları ilə zəngindir. Bu resurslar 170 il ərzində çox sürətlə mənimsənilmişdir. Ölkənin müasir iqtisadiyyatının inkişafının əsasını təşkil edən mineral xammal resurslarının istifadəsinin xarakteri demək olar ki, regionlarda təkə ekoloji situasiyanın deyil, həm də əhalinin sağlamlığının pisləşməsinə səbəb olmuşdur.

Regional iqtisadi-ekoloji funksional strukturunun dayanıqlı inkişafının optimal variantlarının təyini, hər şeydən əvvəl ona görədir ki, həm təbiətdən istifadə, həm də ərazinin mənimsənilməsinin gedişi sahəsində baş verən ən güclü ekoloji dəyişikliklərin qarşısının alınmasına şərait yaradır.

Tədqiqatlarda regional iqtisadi-ekoloji funksional strukturunun dayanıqlı inkişafının optimallaşdırılmasına dair məlumatlar azlıq təşkil edir. Buna görə də, Azərbaycanın coğrafi məkanının iqtisadi-sosial və ekoloji mühitinin potensiallığını nəzərə alaraq, ərazinin iqtisadi-ekoloji funksional strukturunun ərazi fərqlərinin təhlili əsasında, kompleks iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının ayrılmasına

çalışmışıq.

### **Material və metodika**

Tədqiqatın materialını Azərbaycanın regional iqtisadi-ekoloji funksional strukturunun dayanıqlı inkişafının optimallaşdırılmasının əsasında, regional iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının ayrılması durur. Regionların sosial-iqtisadi inkişafının mühüm prinsiplərindən biri iqtisadi-ekoloji funksional strukturunun dayanıqlı inkişafında coğrafi istiqamət, məxsusi olaraq özündə kompleksliliyi təşkil edir. Kompleksliliyin əlaməti onda təzahür edir ki, təbii mühitin ayrılıqda deyil, öz aralarında sıx qarşılıqlı əlaqədə olan elementlərdən regional ehtiyatlar və şəraitin uzlaşmasından bir-birini qarşılıqlı əvəz etməsindən ibarət olsun. Bir də komplekslik təsərrüfatın çoxunun, xüsusilə yeni tikilən obyektlərin, fəaliyyət göstərən müəssisələrin genişləndirilməsi ilə əlaqədar, təbii yarımsistemlərin müxtəlif elementlərinin reaksiyalarının yaratdığı problemlərin həllindən ibarətdir.

Tədqiqat zamanı, Azərbaycanın iqtisadi-ekoloji sistemi daxilində ekoloji gərginlik areallarının təsnifatını yaradarkən, son illər ərzində sistemi təşkil edən elementlərin faydalılığı, istehsal fondları, kapital qoyuluşu, texniki strukturları önəmə gətirilmiş və ayrı-ayrı rayonlar arasında fərqləri və nisbətləri müəyyən edilmişdir.

Tədqiqat zamanı ölkənin coğrafi məkan çərçivəsində regionlarının müvafiq iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarına ayrılmış və Dövlət Proqramının tələblərinə uyğun dayanıqlı istiqamətləri müəyyən edilmişdir [11]. İqtisadi-ekoloji funksional strukturu regional xarakterə malik olmaqla yanaşı, kompleks tələbləri özündə birləşdirir. Metodoloji olaraq regional dayanıqlı inkişafı müxtəlif səviyyəli inteqral və xüsusi strukturlarının təhlili gedişində - sistem-struktur, balans metodundan, kartoqrafik və coğrafi informasiya sisteminin reallıqlarına və s. metodlardan, həmçinin müxtəlif-metodiki materiallar və normativlər əsasında təhlillər aparılmışdır.

İqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının ayrılması problemlərinin həllində kompleks yanaşmanın reallaşması hökmən sistem-struktur metodunun tətbiqini nəzərdə tutur. Sistem-struktur istiqaməti üzrə aparılan tədqiqat zamanı onun elmi-praktiki mahiyyətindən asılılıq nəzərə alınmışdır. Çünki ölkə üzrə hər bir regionun hansı səviyyədə iqtisadi-ekoloji gərginliyə malik olması əsas şərtlərdən sayılır. Buna görə də, iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının müəyyən edilməsi zamanı ərazi-istehsal sahələrinin dayanıqlığının təmin edilməsi nəzərdə tutulur. Regionların gələcəkdə dayanıqlı inkişafının funksional strukturunu təyin etmək məqsədilə balans metodundna – iqtisadi-ekoloji gərginliyinin areal həcmi və istifadə balansından istifadə olunmuşdur. Balans metodundan istifadə edilməsində struktur sahə balansı, sahələrarası dəyər balansı və regionların dayanıqlı inkişafında mühüm yer tutan iqtisadi-coğrafi informasiya materialları əsas kimi qəbul olunmuşdur.

### **Məsələnin qoyuluşu və tədqiqatın nəticələri**

Azərbaycanda regionların sosial-iqtisadi inkişafının müasir metodologiyası, cəmiyyət və ətraf təbii mühitin qarşılıqlı təsirinin optimallaşdırılmasını, funksional iqtisadi-ekoloji sistemin dayanıqlı təhlilini nəzərdə tutur. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, “iqtisadi-ekoloji sistem” və regional “iqtisadi-ekoloji funksional struktur” konsepsiyası araşdırılarkən, iqtisadi və sosial coğrafi tədqiqatlara üstünlük verilib. Müəyyən edilmişdir ki, iqtisadi-ekoloji sistem özü “regional sistemin xüsusi tipi” kimi fəaliyyət göstərir. Regional iqtisadi-ekoloji sistemlərdə, istehsal şəraitinin ətraf təbii mühit ilə qarşılıqlı əlaqəsi və təsiri nəticəsində müvafiq prosesləri əks etdirən əlaqəni “iqtisadi-ekoloji funksional struktur” kimi qəbul edirik.

İqtisadi-ekoloji struktur müəyyən səviyyəyə uyğun gəlir. Başqa sözlə, iqtisadi-ekoloji strukturlar müəyyən məkan ölçüsünə malik olmaqla mürəkkəb ərazi sistemlərindən birini təşkil edir. Məlumdur ki, sistemlərin və onun yarım sistemlərinin bölgüsü çox çətin məsələlərdən biridir. Bu üsulun mahiyyəti əsasən kəmiyyət ölçülərini deyil, elementlər arasında əlaqələri və onların xassələrini təyin etməklə struktur səviyyəsilə bağlayır [8]. Fikrimizcə, hər hansı bir regional iqtisadi-ekoloji sistemə üç muxtariyyətli yarım sistem daxildir. Daha dəqiq onları təbii-iqtisadi-sosial adlandırmaq olar.

Faktiki təhlilə əsasən regionların iqtisadi-ekoloji sistemin struktur xüsusiyyətləri, funksional strukturunun dayanıqlı inkişafını müəyyən edir. Məsələn, onların tipləri, ərazi əmək bölgüsündə iştirakının dərəcəsi, təbii yarım sistemdə fəaliyyətinin xarakteri və onların təbii sistemlərdə daha yüksək səviyyədə yerini müəyyənləşdirilir.

Aparılan təhlillər göstərir ki, regional iqtisadi-ekoloji sistemləri, müxtəlif dərəcəli regionların, məsələn, iqtisadi rayonlardan tutmuş inzibati rayonlara qədər, müxtəlif ölçülü ərazilərə uyğun gəlir. Sistemlərin sərhədləri, bir qayda olaraq, tədqiqat zamanı qoyulan məsələlərdən asılıdır.

Tədqiqatlarda iqtisadi-ekoloji sistemlərin əlaqələrinin müəyyən edilməsinin zəruriliyi barədə fikirlər geniş şərh edilmişdir [3]. Çünki indi ölkədə regionların inkişafı və regional planlaşdırılmaya ənənəvi dar mənada baxmaq, həm də coğrafi mühiti ötəri tədqiq etməklə belə inkişafı eyni bir vaxtda yalnız ciddi olmayan iqtisadi biliklər ilə əsaslandırmaq olmaz. Buna əsaslanaraq biz də regionlarda iqtisadi və ekoloji sistemlərin əlaqələrini müəyyən etməyə çalışmışıq.

Təhlillər göstərir ki, bu və ya digər regionda sənaye, nəqliyyat və s. istehsal obyektlərini yaradarkən onların iqtisadi faydalılığını, ərazi-istehsal əlaqələrini təkmilləşdirməklə yanaşı, baş verə biləcək ekoloji gərginliyi də müəyyənləşdirmək lazımdır. Məntiqi yanaşma ondan ibarətdir ki, regionların sosial-iqtisadi inkişafı ilə ekoloji gərginlik areallarının qarşılıqlı əlaqələrinə də diqqət yetirməlidir. Bunları nəzərə alaraq regional sistemlə vəhdət yaradan iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının iqtisadi-coğrafi aspektlərini ümumi formada əsaslandırmaq mümkündür:

- regiondaxili iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının ayrılmasında təbii və

sosial-iqtisadi obyektlərin təsirinin mühüm hesab edilməsidir.

- lokal xarakterli iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının bərpası və istehsal dövriyyəsinə çevrilməsi iqtisadi regionların potensial imkanlarını artırır.

- texnogen amillər əsasında iqtisadi-ekoloji gərginlik arealları, resurs imkanlarının yeniləşməsinə səbəb ola bilər.

Azərbaycanda tarixən ərazi istehsal kompleksləri və sənaye qovşaqları zəngin mineral-xammal rayonlarında, iri sənaye mərkəzləri bazasında formalaşmışdır [12]. Hesablamalara görə respublikada iqtisadi rayonlar üzrə 2523 sənaye müəssisələri fəaliyyət göstərir. Sənaye müəssisələri ən çox Abşeron iqtisadi rayonunda (1467) Bakı və Sumqayıt şəhərlərində həm ərazi baxımından yaxın olması, həm də müəssisələrin sayında artım ərazidə sənayenin təmərgüzləşməsinə şəraitin olduğunu göstərir. Oxşar cəhəti Aran (323), Gəncə-Qazax (264) və Naxçıvan (135) iqtisadi rayonları üçün də göstərə bilərik. Bu iqtisadi rayonlara daxil olan sənaye qovşaqlarında və sənaye mərkəzlərində ümumi sənaye məhsulunun dəyəri, sənaye istehsal heyətinin ümumi sayı, əsas istehsal fondlarının dəyərinin əsas hissəsi cəmlənmişdir. Müasir dövrdə regionların malik olduqları yerli kənd təsərrüfatı xammal digər potensial ehtiyatlarından, əmək resurslarından da səmərəli istifadə olunması nəticəsində lokal tipli sənaye və s. təsərrüfatlar yaradılır. Şəki-Zaqatala (113), Lənkəran (76), Quba-Xaçmaz (75), Qarabağ (30) və Dağlıq Şirvan (40) iqtisadi rayonlarında sənaye müəssisələrinin sayında artım, bu ərazilərdə sənaye qovşaqlarının yaranmasına şəraitin olduğunu görə bilərik [1]. Sənaye qovşaqlarının sayı, formalaşma səviyyəsi və ərazi üzrə paylanması regionlarda sosial-iqtisadi inkişafın, istehsalın ərazi üzrə səmərəli təşkili səviyyəsini ifadə edir. Apardığımız hesablamalara görə hazırda respublikada istehsal olunan ümumi sənaye məhsulunun 95%-i mövcud sənaye istehsalı qovşaqlarının payına düşür. Ayrı-ayrı sənaye sahələrindən yanacaq, elektroenergetika, əvan və qara mütəllurçuya, maşınqayırma, kimya sənayesi, yüngül və yeyinti sənaye sahələri üzrə sənaye qovşaqlarının xüsusi çəkili yüksəkdir.

Ölkədə hər bir regionun sənayesində sənaye qovşaqları aparıcı rol oynayır. Hesablamalara görə ölkənin regionlarında istehsal olunan sənaye məhsulunun orta hesabla 80%-dən çoxu, onların ərazilərində formalaşan sənaye qovşaqlarının payına düşür [10]. Məsələn, Abşeron iqtisadi rayonunda istehsal olunan sənaye məhsulunun, sənaye istehsal heyətinin və əsas istehsal fondlarının iki sənaye qovşağının Bakı və Sumqayıtın, Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunda isə sənaye məhsulunun 65%-i, sənaye-istehsal heyətinin də 80%-dən çox Gəncə və Qazax sənaye qovşaqlarının payına düşür.

Azərbaycan Dağ-Mədən Filizsaflaşdırma Kombinatında (AzDMFK) yaranmış müasir vəziyyətə nəzər saldıqda, bu faktı əsaslandırmaq olar. Daşkəsən dəmir filizi çoxkomponentli olsa da, müəssisənin mövcud birmərhələli saflaşdırılmasının texnoloji sxemində məhdud çeşiddə məşul (dəmir istehsalı təyinatı ilə) əldə olunur. Qalan hissəsi isə tullantıya çevrilir. Ümumi həcmi 27 mln

tondan artıq illik yaranma həcmi isə 1,8-2,3 mln ton olan bu tullantılar keyfiyyətli və yaranma mənbəyinə görə iki yerə bölünür: quru maqnit seperasiyasından çıxan tullantılar və yeni sulu maqnit seperasiyasından çıxan tullantılar. Vaxtilə AzDMFK-nın yalnız quru maqnit seperasiyası əsasında saflaşdırma texnologiyası üzrə işləməsi səbəbindən buradan çıxan tullantıların tərkibi dəmirlə daha zəngin – 21-25% olmuşdur. Ümumi həcmi 1,5 mln tondan çox olan bu tullantıların tərkibində olan dəmirin çıxarılması və səmərəli istifadə edilməsini nəzərə alaraq yenidən qurulmasını tələb edir.

Hələ keçən əsrin 70-80-ci illərində ümumi məhsulun dəyərinin əsas hissəsi, istehsal heyətinin ümumi sayı və əsas istehsal fondlarının dəyərinin mühüm hissəsi o dövrdə mövcud 10 sənaye qovşağının şəhər və qəsəbələrinə cəmlənmişdir. Xüsusilə, sənayenin yüksək tərəvətlənməsi Bakı sənaye qovşağında müşahidə edilirdi. Belə şərait öz növbəsində iqtisadiyyatın regional baxımdan inkişafına mənfi təsir göstərmiş, regionların inkişafı arasında fərqi artırmasına, bir çox yerlərdə sosial-iqtisadi, demoqrafik və ekoloji vəziyyətin ağırlaşmasına səbəb olmuşdur. Hazırda bununla əlaqədar iri sənaye qovşaqlarının qabağının alınması, sənayenin ölkə ərazisi üzrə paylanması, kiçik və orta şəhərlərin inkişafına şərait yaradır. Bu da regionların sosial-iqtisadi inkişafının Dövlət proqramlarında, ayrı-ayrı regionlarda iqtisadiyyatın inkişafını sürətləndirən amillərlə bağlı dövlət dəstəyinin əsas istiqamətləri müəyyən edilmişdir [11].

Tədqiqatda iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının ayrılmasının əsaslandırılması mərhələli aparılmışdır: **Birinci** mərhələdə sosial-iqtisadi yarım sistemlərin ətraf mühitə təsirinin xarakterinə görə, mezo rayon (ərazi-istehsal kompleksləri, sənaye qovşaqları, inzibati rayonlar, sənaye mərkəzləri) səviyyəli tipoloji qruplaşdırma zamanı ərazinin təsərrüfat cəhətdən mənimsənilməsi səviyyəsinə və istifadə edilməsi üsullarına görə aşağıdakı mənbələrdən toplanmış məlumatlar əsasında arealların tipoloji qruplaşdırılması hazırlanmışdır. Bununla əlaqədar ərazinin mənimsənilməsi səviyyəsini (1 km<sup>2</sup> ərazi hesabı ilə) ölçmək; istehsal fondlarının dəyərinin böyüklüyünə; əhəlinin sayını və ümumi məhsulun dəyərinə görə; müxtəlif mənbələrdən toplanmış göstəricilər hesablanmışdır.

Sonra ətraf mühitdə kompleks gərginliyi səciyyələndirən əsas göstəricilərdən istifadə edərək: - 1) istehsal fondlarının ərazi tərəvətlənməsinin dərəcəsi; 2) əhəli sıxlığı; 3) şəhər əhalisinin xüsusi çəkisi; 4) nəqliyyat yollarının sıxlığı; 5) mineral xammal hasilatının ərazi tərəvətlənməsinin səviyyəsi [7]. Göstəricilərin dairəsini sözsüz genişləndirmək olar, lakin bu variantda o kifayət qədər təbii mühitə göstərilən əsas gərginlik növlərini kompleks səciyyələndirir.

Hər bir mezo vahidliklər üzrə iqtisadi-ekoloji gərginlik növlərinin hesablanmış bütün göstəriciləri, bütövlükdə ölkə üzrə orta göstəricilərlə müqayisə edilib və müvafiq müqayisəli üstünlük indeksləri hesablanmışdır:

- I. Böyük Qafqaz coğrafi regionunda yerləşən mezo vahidliklər üzrə iqtisadi-ekoloji gərginlik ərazilərinin indeksi – Böyük Bakı – 0.290; Sumqayıt – 0.350;

Balakən-Şəki – 0.865; Şamaxı-Qobustan – 0.910; Siyəzən-Xaçmaz – 0.491;

- II. Kiçik Qafqaz coğrafi regionunda yerləşən mezovahidliklər üzrə iqtisadi-ekoloji gərginlik ərazilərinin indeksi – Gəncə-Daşkəsən – 0.320; Qazax-Gədəbəy – 0.680; Qarabağ – 0.783; Şərqi Zəngəzur – 0.995 Naxçıvan dağətəyi – 0.455;

- III. Kür-Araz coğrafi regionunda yerləşən mezovahidliklər üzrə iqtisadi-ekoloji gərginlik ərazilərinin indeksi – Mingəçevir-Yevlax – 0.530; Şirvan – 0.596; Salyan-Neftçala – 0.628; Mil Muğan – 0.776;

- IV. Lənkəran coğrafi regionunda yerləşən mezovahidliklər üzrə iqtisadi-ekoloji gərginlik ərazilərinin indeksi – Lənkəran-Cəlilabad – 0.825.

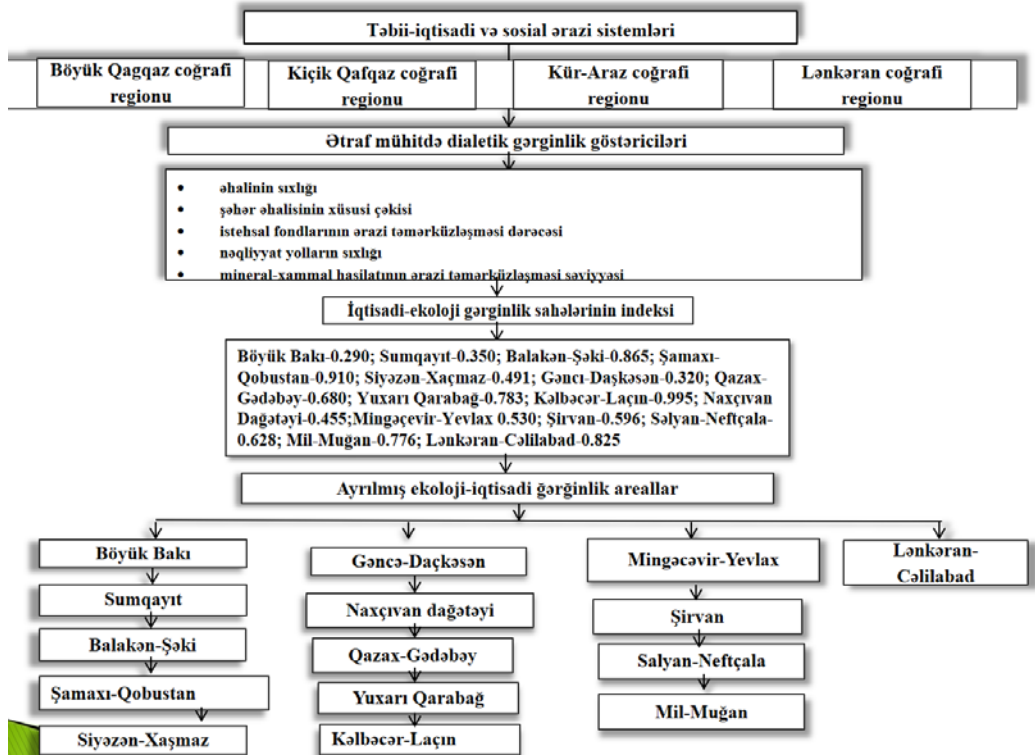
Yuxarıda aparılan təhlillərə əsaslanaraq aşağıdakı qruplaşdırmaları aparmaq olar: a) ən yüksək müqayisəli üstünlük indeksini və çox böyük istehsal sahələri ixtisaslaşmış – Böyük Bakı – 0.290, Gəncə-Daşkəsən – 0.320, Sumqayıt – 0.350 iqtisadi-ekoloji gərginlik arealları; b) müqayisəli üstünlük indeksi yüksək, ən çox dar istehsal sahələri üzrə ixtisaslaşmış – Siyəzən-Xaçmaz – 0.481, Naxçıvan dağətəyi – 0.455, Mingəçevir-Yevlax – 0.530, Salyan-Neftçala – 0.682, Qazax-Gədəbəy – 0.680 iqtisadi-ekoloji gərginlik arealları; c) müqayisəli üstünlük indeksinin və istehsal sahələrinin nisbətən orta göstəriciləri üzrə ixtisaslaşmış qalan iqtisadi-ekoloji gərginlik arealları.

**İkinci mərhələdə**, bir və ya eyni qrupa daxil olan mezovahidliklərin birləşməsi əsasında iqtisadi-ekoloji gərginlik arealları yaranır. Bundan sonra “ekoloji” ümumiliyinin (təbii fonun bütövlüyünü, yaxud da zonal xüsusiyyətlərinin oxşarlığını) hesaba alınmasına xüsusi diqqət yetirilir. Aparılan tədqiqatın nəticəsində ölkə ərazisində 15 regional iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının ayrılmasının təsnifatının sxem-modeli yaradılmışdır (Şəkil 1).

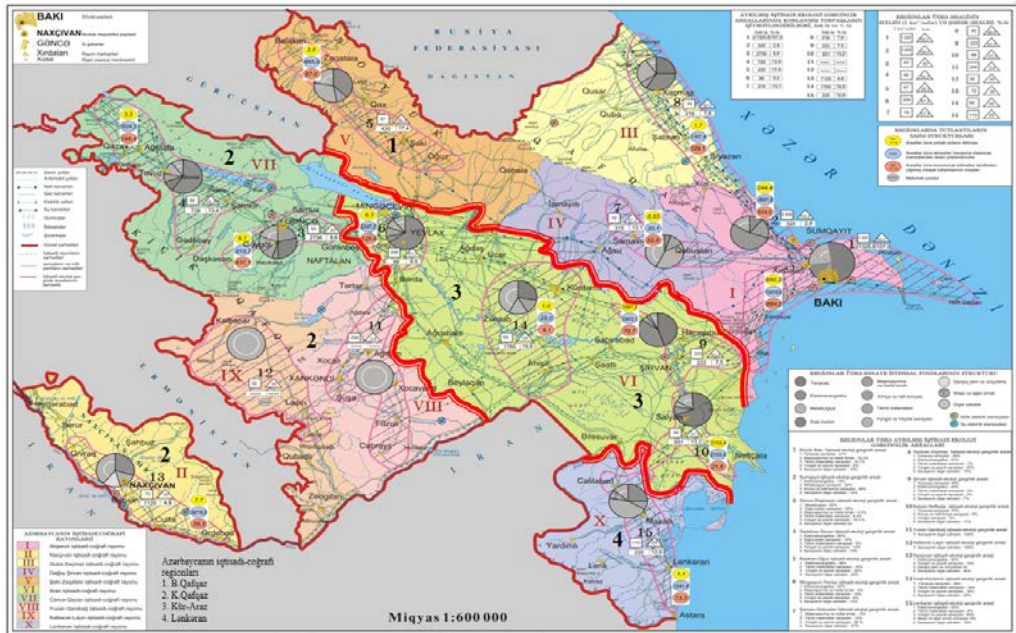
**Üçüncü mərhələdə**, müəllif tərəfindən təklif olunan iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının bölgüsünün tipologiyası və metodikası, ölkənin müxtəlif regionları timsalında sənaye qovşaqlarının – a) funksional xüsusiyyətlərinə görə; - b) böyüklüyünə (istehsal həcminə) və yetkinlik dərəcəsinə görə; - c) formalaşmasına şərait yaradan faktorlara görə öyrənilməsi ilə əlaqəli aparılmışdır. Bu da ölkənin müxtəlif dərəcəli ərazi-sənaye komplekslərində baş verən ekoloji proseslərin müxtəlif məqsədlər və variantlarda öyrənilməsinə imkan verir.

**Dördüncü mərhələdə** tədqiqat zamanı elmi mənbələrin təhlili, kartoqrafik materialların [2] və tədqiqatın nəticələri əsasında tərtib olunmuş iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının kartoqrafik modeli şəkil 2-də əks olunmuşdur.

Tərəfimizdən aparılan tədqiqatda regionlar üzrə ayrılmış iqtisadi-ekoloji gərginlik arealların sayı ilk dəfə yerinə yetirilib və bir sıra iqtisadi-ekoloji arealların, iri iqtisadi-coğrafi rayonlarla üst-üstə düşməsi (Şərqi Zəngəzur, Qarabağ), yaxud da yaxınlaşması ola bilsin ki, müəyyən iradlara səbəb olsun. Bu hər ikisinin aralarında sıx əlaqənin olması ilə izah olunur. İqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının ayrılması fiziki-coğrafi rayonlaşmadansa, iqtisadi-coğrafi rayonlar şəbəkəsinə meyl edir, onun iqtisadi-sosial vəhdətinin tamamlanmasında iştirak edir.



Şəkil 1. Regional iqtisadi-ekoloji gərginlik arealının blok modeli



Şəkil 2. Regional iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının xəritəsi

### Nəticə

Yuxarıda aparılan təhlillər və elmi-nəzəri ideyaların təcrübəsi, iqtisadi-ekoloji problemlərin həllinin zəruriliyi, müasir dövrdə regionların sosial-iqtisadi inkişafı zamanı ətraf mühitin mühafizəsi və təbiətdən səmərəli istifadə məsələlərini geniş əls etdirməyi nəzərdə tutur. Regionların sosial-iqtisadi inkişaf istiqamətləri iqtisadi-ekoloji gərginlik areallarının yaranmasına səbəb olmuşdur və ilk olaraq onun ərazi istiqamətləri kifayət qədər tədqiq edilməmişdir.

- İqtisadi-ekoloji istiqamətlərin başlıca prinsipləri təbii komponentlərin qarşılıqlı əlaqəli məcmusu kimi, ətraf mühitin təşkilinə kompleks yanaşmadan ibarətdir. Ekoloji problemlərin həllində kompleks yanaşmanın reallaşdırılması dialektik sistem-struktur təhlil metodununun tətbiqini tələb edir.

- İqtisadi-ekoloji tədqiqatların əhəmiyyətli elementlərindən biri də regionun təbii yarım sistemlərinin digər yarım sistemlərlə qarşılıqlı əlaqəli modellərinin hazırlanmasıdır. Həmçinin ərazi-istehsal komplekslərinin strukturlarının modeli üçün ekoloji dialektik yanaşma tərzini tələb edir.

- Regionların sosial-iqtisadi inkişafının zəruri olan mərhələsi əsaslandırılmış ümumi iqtisadi-ekoloji gərginlik arealı şəbəkəsinin hazırlanmasından ibarətdir. Arealların sərhədlərinin aşkar edilməsi müəyyən təbii şəraitdə hər hansı bir istehsalın ixtisaslaşması ilə keçən iqtisadi-ekoloji proseslərin intensivliyi və oxşar xarakterli prinsiplərin əsasında yetirilə bilər.

### ƏDƏBİYYAT

1. Azərbaycanın statistik göstəriciləri. Bakı, 2020, 768 səh.
2. Azərbaycan Respublikasının ekoloji atlası. Bakı: BKF, 2009.
3. *Бакланов П.Л.* Территориальные структуры хозяйства в региональном управлении. М., Наука, 2007, 239 с.
4. *Qəribov Y.Ə.* Azərbaycan Respublikasının təbii landşaftlarının optimallaşdırılması. Bakı. AzTV mətbuat. 187 s.
5. *Məmmədov M.X.* Regional konseptual inkişaf: iqtisadi-ekoloji problemlər. Bakı: Elm, 2014, 375 s.
6. *Nadirov A.A., Muradov Ş.M., Ələsgərov A.K.* Azərbaycan iqtisadiyyatı. Bakı, 2003, 341 s.
7. *Nuriyev Ə.X., Sultanov R.P.* Azərbaycan regionlarında iqtisadiyyatın dayanıqlı inkişafı. Bakı, Elm, 2009, 296 s.
8. Regionların sosial-iqtisadi inkişafı (2014-2018-ci illər). Bakı, 2016, 594 səh.
9. Промышленность Азербайджана. Баку, Малое предприятие. №9, 2021, 242 с.

Redaksiyaya daxil olub: 06.03.2023



UOT 597.2/.5

**S.İ.Əliyeva**

*Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, Zoologiya İnstitutu  
eliyeva.sara1981@gmail.com*

## **ŞƏRQİ ZƏNGƏZUR İQTİSADI RAYONUNUN ERMƏNİ İŞĞALINDAN AZAD EDİLMİŞ ƏRAZISİNDƏ OXÇUÇAY VƏ BƏSİTÇAYIN İXTİOFAUNASININ MÜASİR VƏZİYYƏTİ**

**Açar sözlər:** *ixtiofauna, çirklənmə, şirbit, gümüşcə, qıjovçu, antropogen amillər*  
Zəngəzur iqtisadi rayonunun erməni işğalından azad edilmiş ərazisindən axan Oxçuçay və Bəsitçayda 2022-ci ildə Kür şirbiti (*Luciobarbus cyri*), Qafqaz gümüşcəsi (*Alburnus hohenackeri*), Kür gümüşcəsi (*A.filippi*), Şərq qıjovçusu (*Alburnoides bipunctatus eichwaldi*) növlərinə aid olan ümumilikdə 45 ədəd balıq ixtioloji üsullarla tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, Oxçuçayın Qafan, Qacaran və Dəstəkert dağ-mədən sənayesi tullantıları, Bəsitçayın isə məişət tullantıları ilə çirkləndirilməsi nəticəsində bu çayların ixtiofaunasına öz mənfi təsirini göstərmişdir. Çaya atılan tullantıların ixtiofaunaya olan güclü təsirini Oxçuçayın ən çox çirklənən yuxarı axınında ümumiyyətlə hansısa bir balıq növünə təsadüf olunmaması da təsdiq edir. 1972-73-cü illərdə Oxçuçay və Bəsitçayda aparılmış tədqiqatların nəticələri ilə tərəfimizdən aparılan tədqiqat işlərinin nəticələrinin müqayisəsi göstərir ki, keçən 50 il ərzində bu su hövzələrinin ixtiofaunasında ciddi dəyişikliklər baş vermiş, əvvəllər burada yaşayan Qafqaz enlibaşı (*Leuciscus cephalus orientalis*), Araz xramulyası (*Capoeta sevangi*) və zərdəpər (*Luciobarbus capito*) növlərinə indi rast gəlinmir. Güman edilir ki, tədqiq olunmuş çayların ixtiofaunasındakı bu ciddi dəyişikliklər antropogen amillərin mənfi təsiri ilə bağlıdır.

**С.И.Алиева**

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ОКЧУЧАЯ И БАСИТЧАЯ НА ОСВОБОЖДЕННОЙ ОТ АРМЯНСКОЙ ОККУПАЦИИ ТЕРРИТОРИИ ВОСТОЧНО-ЗАНГЕЗУРСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА**

**Ключевые слова:** *ихтиофауна, загрязнение, усач, уклейка, быстрянка, антропогенные факторы*

В 2022 году, в стекающих, с освобожденной от армянской оккупации, территории Зангезурского экономического района, рек Окчучай и Баситчай, ихтиологическими методами было исследовано всего 45 рыб, относящихся к видам: куриный усач (*Luciobarbus cyri*), кавказская уклейка (*Alburnus*

*hohenackeri*), уклея курина (A.*filippi*), восточная быстрянка (*Alburnoides (bipunctatus) eichwaldi*). Установлено, что результаты загрязнения Окчучая отходами Гафанского, Гаджаранского и Даштекертского горнопромышленных комплексов, а реки Баситчай - бытовыми отходами, оказывает негативное влияние на ихтиофауну этих рек. О сильном воздействии, сбрасываемых в реку отходов, на ихтиофауну свидетельствует и отсутствие каких-либо видов рыб в наиболее загрязненном верховье Окчучая. Сравнение результатов исследований, проведенных в Окчучае и Баситчае в 1972-73 гг., с результатами наших исследований показывает, что за последние 50 лет в ихтиофауне этих водоемов произошли серьезные изменения. Так, ранее, обитавшие в этих реках виды *Leuciscus cephalus orientalis*, *Capoeta sevangi* и *Luciobarbus capito* больше не встречаются. Предполагается, что такие серьезные изменения в ихтиофауне, исследованных рек, связаны с негативным воздействием антропогенных факторов.

S.I.Aliyeva

#### THE CURRENT STATE OF THE ICHTHYOFAUNA OF OKCHUCHAY AND BASITCHAY IN THE TERRITORY OF THE EAST ZANGEZUR ECONOMIC REGION LIBERATED FROM THE ARMENIAN OCCUPATION

**Keywords:** *ichthyofauna, pollution, barbel, bleak, bystrianka, anthropogenic factors*

In 2022, in the Okchuchay and Basitchay rivers flowing from the territory of the Zangezur economic region, liberated from the Armenian occupation, only 45 fish belonging to the following species were studied by ichthyological methods: *Luciobarbus cyri*, *Alburnus hohenackeri*, *A.filippi*, *Alburnoides (bipunctatus) eichwaldi*. It has been established that the results of contamination of Okchuchay with waste from the Gafan, Gajaran and Dashtekert mining complexes, and the Basitchay river with household waste, have a negative impact on the ichthyofauna of these rivers. The absence of any fish species in the most polluted upper reaches of the Okchuchay also testifies to the strong impact of waste dumped into the river on the ichthyofauna. Comparison of the results of research conducted in Okchuchay and Basitchay in 1972-73 with the results of our research shows that over the past 50 years, serious changes have occurred in the ichthyofauna of these water bodies. For example, the species *Leuciscus cephalus orientalis*, *Capoeta sevangi*, and *Luciobarbus capito* that used to live in these rivers are no longer found. It is assumed that such serious changes in the ichthyofauna of the studied rivers are associated with the negative impact of anthropogenic factors.

## Giriş

Ermənistan silahlı qüvvələrinin işğalı altında olarkən ciddi ekoloji zərər çəkmiş Azərbaycan quru əraziləri və su hövzələrinin ekosistemləri son 30 il ərzində tədqiq edilməmişdir. Bununla əlaqədar olaraq işğaldan azad olmuş ərazilərdə çaylarımızın ixtiofaunasının öyrənilməsi və onun mövcud durumunun qiymətləndirilməsi təxirəsalınmaz zərurətdir. Azərbaycanın Zəngilan rayonu ərazisindən axan Oxçuçay mənbəyini Zəngəzur silsiləsinin Ermənistan ərazisində qalan Qapıçığ dağından götürüb şimal-qərbə doğru axıb Azərbaycan ərazisində 300 m mütləq hündürlükdə Mincivan qəsəbəsi yaxınlığında Araz çayına tökülür. Ümumi uzunluğu 85 km olan bu çayın 43 km-i Azərbaycan ərazisindən keçir, hövzənin sahəsi 1175 km<sup>2</sup>-dir. Çayın en kəsiyində yağıntıların miqdarından asılı olaraq saniyədə 5,9-14,6 m<sup>3</sup> su axır [3].

Oxçuçay Ermənistanın Qafan, Qacaran və Dəstəkert dağ-mədən sənayesinin tullantıları ilə ekoloji fəlakət səviyyəsində çirkləndirilir. Ədəbiyyat məlumatlarına əsasən, kimyəvi çirklənmə çay ekosistemləri üçün çox ciddi təhlükə yaradır və kimyəvi çirklənməyə uzun müddət məruz qaldıqda ekosistemdə ilk növbədə ən həssas növlərin yoxa çıxmasına səbəb olur. Belə ki, ötən əsrdə balıq növlərinin nəsli kəsilməsinin təxminən 30%-i kimyəvi çirklənmə nəticəsində baş vermişdir [7].

Çayın yuxarı hissəsində axın ən sürətlidir. Qum və başqa yüngül elementlər su ilə yuyulub aşağı hissəyə axındıldığından burada qunt əsasən daşlardan ibarətdir. Orta hissədə axın nisbətən zəifdir və burada dib hissədə müəyyən qədər çöküntülər toplanır. Çayın aşağı hissəsində axın ən zəif olduğundan burada çöküntülərin miqdarı da çox olur [1]. May ayında həyata keçirilmiş monitorinq zamanı Oxçuçay bol sulu olub, vizual olaraq “bulanıq” kimi qiymətləndirilmişdir. Çayın ətrafı məişət tullantıları ilə çirkləndirilmişdir. Monitorinq zamanı havanın temperaturu 18-19°C, suyun temperaturu isə 12-13°C, pH-ı 7,2-7,9 olmuşdur.

Axının sürətinə görə çayı mənbəyindən mənsəbinə doğru 3 hissəyə bölmək olar. Ən sürətli axın olan yuxarı hissə, axın nisbətən zəif olan orta hissə və axın daha zəif olan aşağı hissə. Nəticələrə görə çayın ən çirklənmiş hissəsi olan yuxarı axın – Bürünlü məntəqəsindən aşağı axın olan Cahangirbəyli məntəqəsinə doğru canlılığın artdığı qeydə alınmışdır. Bu da iti axan çayların özü-özünü təmizləmə qabiliyyətinə malik olmaları ilə əlaqədardır. Qeyd edək ki, bioloji monitorinq kompleks şəkildə həyata keçirildi və qeydə alınan onurğasız orqanizmlərin əksəriyyətinin mezosaprob və polisaprob zonalara xas olan heyvanlar olduğu müəyyənləşdirilmişdi.

Bəsitçay da Arazın sol qolu olub, mənbəyini Ermənistan ərazisindən götürür. Çayın ümumi uzunluğu 44 km-dir, bunun 17 km-i Azərbaycan ərazisindən axır. Çayın su toplayıcı hövzəsi 354 km<sup>2</sup>-dir. Çayın en kəsiyində yağıntıların miqdarından asılı olaraq 0,65-4,05 m<sup>3</sup> su axır. Bəsitçay

Ermənistanın dağ kəndlərində donuz fermalarının tullantıları ilə çirkləndirilir ki, bu da məlum olduğu kimi [13] çay ekosistemlərinə güclü neqativ təsir göstərir.

Ümumi qəbul olunmuş təsnifata görə Oxçuçay orta, Bəsitçay isə kiçik çay kimi səciyyələnir [3]. Apardığımız tədqiqatlara qədər bu iki çayın ixtiofaunası cəmi bir dəfə – 50 il əvvəl 1972-1973-cü illərdə öyrənilmişdir. O zaman Oxçuçayda 2 növə (Araz xramulyası və zərdəpər) aid olan 59 ədəd, Bəsitçayda isə 5 növə (Qafqaz enlibaşı, Araz xramulyası, Kür şirbiti, Qafqaz gümüşcəsi, Şərq qıjovçusu) aid olan 292 ədəd balıq qeyd edilmişdi [12]. Bununla əlaqədar olaraq tədqiqatımızın məqsədi Azərbaycan əraziləri işğaldan azad edildikdən sonra Oxçuçayda və Bəsitçayda ixtiofaunanın müasir vəziyyətinin öyrənilməsindən ibarət olmuşdur. Aparılmış tədqiqatın nəticələri haqqında ilk məlumat qısa tezis formasında verilmişdir [4].

### Material və metodlar

Materialların toplanması Azərbaycan Respublikası Ekologiya və Təbii Sərvətlər Nazirliyinin təşkilatçılığı ilə yerinə yetirilmişdir. 2022-ci ilin bütün fəsilərində Oxçuçayın (şəkil 1) Ağkənd 1 ([39°11'21"N 46°27'15" E](#)), Şayflı ([39°08'02" N 46°31'22" E](#)), Bürünlü (39°10'22.0"N 46°30'41.4"E), Tağlı (39°06'42.6"N 46°37'04.8"E) və Cahangirbəyli (39°02'42.9"N 46°44'09.3"E) kəndləri yaxınlığında və payız fəslində Bəsitçayın (şəkil 2) Rəzdərə (39°04'05.8"N 46°33'43.7"E), Ördəkli (39°2'18.33"N 46°38'38.70"E) və Baharlı (39°1'15.80"N 46°40'25.70"E) kəndləri yaxınlığında yerləşmiş hissələrindən gözlərinin ölçüsü 6x6 mm olan sürütmə tordan və domcadan istifadə etməklə ovlanmış 4 növə (Kür şirbiti, Qafqaz gümüşcəsi, Kür gümüşcəsi, Şərq qıjovçusu) aid ümumilikdə 45 balıq ümumi qəbul olunmuş ixtioloji üsullarla tədqiq edilmişdir [10; 14; 15; 16].



*Şəkil 1. Oxçuçay (may 2022-ci il)*

Balıqların növ mənsubiyyəti müvafiq təyinedicilərə əsasən müəyyən edilmişdir. Əldə olunmuş balıqlar 75%-li spirtdə fiksə edilmiş və metodikaya uyğun etiketləndirilərək kameral işlənməsi üçün laboratoriyaya gətirilmişdir. Materiallar toplanan ərazilərin GPS koordinatları götürülmüşdür [5; 8; 9].



Şəkil 2. Bəsitçay (oktyabr 2022-ci il)

Materiallar Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi Zoologiya İnstitutunun Hidrobiologiya laboratoriyasında tədqiq edilmişdir.

Balıqların hər birinin cinsiyyəti, pulcuqlarda olan illik halqaların mikroskop altında sayılması üsulu ilə yaşı, həmçinin bədəninin tam və standart (başın ucundan pulcuq örtüyünün sonuna qədər) uzunluğu, tam və içalatsız kütləsi müəyyən edilmişdir. Balıqların Fultona görə dolğunluq əmsalı (bədəninin tam kütləsinin onun standart uzunluğunun kubuna olan nisbətinin faizlə ifadəsi) və Klarka görə dolğunluq əmsalı (bədəninin içalatsız kütləsinin onun standart uzunluğunun kubuna olan nisbətinin faizlə ifadəsi) müəyyən edilmişdir. Alınmış rəqəmlərdən orta arifmetik göstərici, orta göstəricidən kvadratik kənarlanma və alınmış orta arifmetik göstəricinin səhvi hesablanmışdır [11].

### Nəticələr və onların müzakirəsi

Oxçuçayda və Bəsitçayda 1972-1973-cü illərdə Məmmədova və Nəsirov tərəfindən [12], 2022-ci ildə isə tərəfimizdən 4 növ balıq qeydə alınmışdır. Aşağıda bu balıqların hər biri haqqında məlumat verilir.

Qafqaz enlibaşı – *Leuciscus cephalus orientalis* (Nordmann, 1840) 1972-1973-cü illərdə Bəsitçayda qeyd olunmuşdur. Əldə olunmuş fərdlərin yaşı 2-3 il, bədən uzunluğu 5.5-10.8 (orta hesabla 11.1) sm, kütləsi 7.1-86.1 (46.6) q, dolğunluğu Fultona görə 1.4-2.3 (1.8), Klarka görə 1.2-1.7 (1.4) olmuşdur.

Araz xramulyası – *Capoeta sevangi* (Filippi, 1865) 1972-1973-cü illərdə həm Oxçuçayda, həm də Bəsitçayda tapılmışdır. Əldə olunmuş fərdlərin yaşı 1-3 il, bədən uzunluğu 3.4-27.0 (orta hesabla 15.2) sm, kütləsi 1.3-318.2 (159.7) q, dolğunluğu Fultona görə 1.2-2.3 (1.7), Klarka görə 0.9-2.1 (1.5) olmuşdur.

Zərdəpər – *Luciobarbus capito* (Güldenstädt, 1773) 1972-1973-cü illərdə Oxçuçayda qeydə alınmışdır. Əldə olunmuş fərdlərin bədən uzunluğu 9.0-27.0 (orta hesabla 18.0) sm, kütləsi 11.4-223.5 (116.9) q, dolğunluğu Fultona görə 1.0-1.9 (1.4) olmuşdur.

Kür şirbiti – *Luciobarbus cyri* (Filippi, 1865) (şəkil 3) Bəsitçayda həm 1972-1973-cü, həm də 2022-ci illərdə, Oxçuçayda isə yalnız 2022-ci ildə qeydə alınmışdır. 1970-ci illərdə Bəsitçayda ovlanmış balıqların bədən uzunluğu 6.0-16.0 (orta hesabla 11.0) sm, kütləsi 3.6-59.0 (32.1) q, dolğunluğu Fultona görə 1.1-2.4 (1.7), Klarka görə 0.9-1.6 (1.2) olmuşdur. Bizim apardığımız tədqiqat zamanı Oxçuçaydan əldə olunmuş balıqların bədənlərinin ümumi uzunluğu 5.0-6.8 (5.9) sm, standart uzunluğu 3.1-7.4 (5.5) sm, dolğunluq əmsalları Fultona görə 1.2-2.1 (1.8), Klarka görə 0.9-1.8 (1.5) olmuşdur. Bəsitçayda isə əldə olunmuş balıqların bədənlərinin ümumi uzunluğu 5.0-6.2 (5.6) sm, standart uzunluğu 3.4-7.5 (6.4) sm, dolğunluq əmsalları Fultona görə 1.3-2.1 (1.8), Klarka görə 0.9-1.8 (1.5) olmuşdur.



Şəkil 3. Kür şirbitinin ümumi görünüşü

Qafqaz gümüşcəsi – *Alburnus hohenerkeri* (Kessler, 1877) 1972-1973-cü illərdə Bəsitçayda, 2022-ci ildə Oxçuçayda tapılmışdır. 1970-ci illərdə Bəsitçaydan ovlanmış balıqların yaşı 1-3 il, bədən uzunluğu 5.5-12.8 (orta hesabla 8.9) sm, kütləsi 7.1-37.6 (19.6) q, dolğunluğu Fultona görə 1.3-1.9 (1.6), Klarka görə 1.0-1.7 (1.3) olmuşdur. Tərəfimizdən Oxçuçaydan əldə edilmiş balıqların bədənlərinin ümumi uzunluğu 3.8-5.5 (orta hesabla 4.9) sm, kütləsi 1.9-2.9 (2.4) q, dolğunluq əmsalları Fultona görə 1.9-2.9 (2.4), Klarka görə 0.9-1.4 (1.2) olmuşdur.

Kür gümüşcəsi – *A.filippi* (Kessler, 1877) (şəkil 4) 1972-1973-cü illərdə Oxçuçayda və Bəsitçayda qeyd edilməmişdir. Tərəfimizdən 2022-ci ildə Oxçuçayda qeyd edilmişdir. Bizim tədqiqatlar zamanı Oxçuçaydan əldə edilmiş balıqların bədənlərinin ümumi uzunluğu 8.0-11.2 (9.5) sm, standart uzunluğu

6.4-9.3 (7.8) sm, dolğunluq əmsalları Fultona görə 1.24-1.91 (1.53), Klarka görə 1.12-1.58 (1.32) olmuşdur.



**Şəkil 4.** Kür gümüşcəsinin ümumi görünüşü

Şərq qıjovçusu – *Alburnoides (bipunctatus) eichwaldi* (Filippi, 1863) (şəkil 5) 1972-1973-cü illərdə Bəsitçayda, 2022-ci ildə Oxçuçayda və Bəsitçayda qeydə alınmışdır. 1970-ci illərdə ovlanmış balıqların yaşı 1-3 il, bədən uzunluğu 3.0-10.3 (orta hesabla 6.6) sm, kütləsi 0.8-21.4 (11.1) q, dolğunluğu Fultona görə 1.5-3.1 (2.3), Klarka görə 1.4-2.4 (1.9) olmuşdur. Bizim tədqiqatlar nəticəsində Oxçuçaydan əldə edilmiş balıqların bədənlərinin ümumi uzunluğu 4.2-7.5 (5.6) sm, standart uzunluğu 3.5-6.5 (4.6) sm, dolğunluq əmsalları Fultona görə 1.8-2.1 (1.9), Klarka görə 1.6-1.9 (1.8); Bəsitçaydan ovlanmış balıqların bədənlərinin ümumi uzunluğu 3.7-16.9 (9.8) sm, standart uzunluğu 3.1-7.9 (5.4) sm, dolğunluq əmsalları Fultona görə 1.9-2.13 (2.1), Klarka görə 1.7-2.1 (1.8) olmuşdur.



**Şəkil 5.** Şərq qıjovçusunun ümumi görünüşü

Oxçuçayda və Bəsitçayda 1971-1972-ci illərdə [12] aparılmış tədqiqatlarla 2022-ci ildə tərəfimizdən yerinə yetirilmiş tədqiqatların nəticələrinin müqayisəsi cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəldə təqdim edilən məlumatlardan görünür ki, əgər keçən əsrin 70-ci illərində Oxçuçay və Bəsitçay çaylarında aparılmış tədqiqatlar zamanı 351 ədəd balıq əldə olunmuşdursa, 2022-ci ildə tərəfimizdən ümumilikdə 45 ədəd balıq toplanılmışdır. Əlbətdə, bu hər şeydən əvvəl onunla izah edilə bilər ki, 70-ci illərdə tədqiqat üçün daha çox vaxt ayrılmışdır. Lakin bununla yanaşı tədqiq

olunmuş balıqların növ tərkibində də xeyli fərq aşkara çıxarılmışdır. Belə ki, o zaman Oxçuçayda və Bəsitçayda 6 növ (Qafqaz enlibaşı, Araz xramulyası, Zərdəpər, Kür şirbiti, Qafqaz gümüşcəsi və Şərq qıjovçusu) balıq üzərində tədqiqat aparılmışdırsa, adı çəkilən növlərdən yalnız üçünə (Kür şirbiti, Qafqaz gümüşcəsi, Şərq qıjovçusu) rast gəlinmişdir. Eyni zamanda 4 ədəd Kür gümüşcəsi də tədqiq edilmişdir. 70-ci illərin tədqiqatlarına həsr olunmuş məqalədə bu balıq haqqında məlumat verilmir. İki tədqiqat arasında keçən 50 il ərzində ixtiofaunada belə əhəmiyyətli dəyişikliklərin baş verməsi bu su hövzələrinin ekoloji vəziyyətindəki dəyişiklikləri əks etdirir.

Tədqiq olunan balıqların ölçülərində də müəyyən fərqlərin olduğu müəyyən edilmişdir. Lakin bu fərqlərin statistik təhlili onların əhəmiyyətli dərəcədə olmadığını göstərir. Qeyd etmək lazımdır ki, çayların müxtəlif hissələrinin balıq tərkibi eyni deyildir. Yay fəslində Oxçuçayda ixtiofauna üzrə monitorinq üçün seçilmiş Tağlı kəndi yaxınlığındakı müşahidə nöqtəsində Şərq qıjovçusu, Qafqaz gümüşcəsi qeyd edilmişdir. Lakin payız tədqiqatları zamanı Oxçuçayın hidrofaunasının vizual dəyərləndirilməsi zamanı yayda qeydə alınan bir çox orqanizmlərə – xüsusilə balıqlara rast gəlinməməsi diqqəti cəlb etdi. Bu monitorinq zamanı Oxçuçaydakı 3 stasionar nöqtənin heç birində praktik olaraq balıqlara rast gəlinmədi. İki monitorinq arasında keçən müddət ərzində olan bu dəyişikliklər çayda hansısa bir zəhərlənmə prosesinin baş verdiyini ehtimal etməyə imkan verir. Çaya yaxın ərazidə yaşayan və o bölgədə çalışan insanlarla aparılan söhbətlər zamanı çayda dəfələrlə kütləvi balıq ölümü və ətrafda kəskin qoxunun əmələ gəlməsinə səbəb olan proseslərin baş verdiyi qeyd edilmişdir. Bundan başqa tədqiqatın aparıldığı müxtəlif dövrlərdə ixtiofaunada dəyişikliklər müşahidə olunur. Belə ki, 50 il əvvəl burada yaşayan Qafqaz enlibaşı, Araz xramulyası və zərdəpər tərəfimizdən müşahidə olunmamışdır. İxtiofaunada qeydə aldığımız bu dəyişikliyi də antropogen amillərin təsiri ilə izah etmək olar.

Ekoloji yükün artması tolerant növlərin üstünlük təşkil etməsi nəticəsində müxtəlifliyinin azalması ilə əlaqələndirilir, lakin stress (çirklənmə) səviyyəsinin artması müxtəlifliyi artırır və azalda bilər [6]. Təbii su hövzələri, eləcə də çaylar öz-özünü kənar müdaxilə olmadan təmizləmə qabiliyyətinə malikdir. Bu xüsusiyyət orda yaşayan canlıların hesabına baş verir. Öz-özünü təmizləmə və ya bioloji təmizlənmə hadisəsi çox mürəkkəb fiziki-kimyəvi proseslər kompleksindən ibarətdir ki, nəticədə suda asılı halda olan qatışıqların çökməsi və onda həll olmuş maddələrin kimyəvi cəhətdən dəyişilməsi prosesləri (oksidləşməsi və s.) baş verir [2]. Aydın məsələdir ki, öz-özünü təmizləmənin baş verməsi üçün su hövzəsinin çirklənmə dərəcəsi müəyyən həddi keçməməlidir. Çünki, çirklənmə çox güclü olarsa, öz-özünü təmizləmənin getməsində əsas rol oynayan orqanizmlər də məhv ola bilər.



**Cədvəl 1**  
**Oxçuçay və Basitçayda 1971-1972 və 2022-ci illərdə aparılmış ixtoloji tədqiqatların nəticələrinin müqayisəsi**

Balıq növləri	Tədqiq edilən illər	Oxçuçay								Basitçay				
		Sayı	Yaşı (il)	Uzunluğu (sm)	Kütlesi (q)	Dolğunluq əmsali Fultona görə	Klarka görə	Sayı	Yaşı (il)	Uzunluğu (sm)	Kütlesi (q)	Dolğunluq əmsali Fultona görə	Klarka görə	
Qafqaz enlibaşı	1971-72	-	-	-	-	-	-	19	2-3	5.5-10.8 (11.1)	7.1-86.1 (46.6)	1.4-2.3 (1.8)	1.2-1.7 (1.4)	
Araz xramulyası	1971-72	49	2-3	5.6-37.0 (25.4)	23.6-411.7 (159.7)	1.3-2.4 (1.8)	1.0-2.1 (1.5)	98	1-3	3.4-27.0 (15.2)	1.3-318.2 (159.7)	1.2-2.3 (1.7)	0.9-2.1 (1.5)	
Zərdəpər	1971-72	10	-	9.0-27.0 (18.0)	11.4-223.5 (116.9)	1.0-1.9 (1.4)	-	-	-	-	-	-	-	
Kür şirbiti	1971-72	-	-	-	-	-	-	43	-	6.0-16.0 (11.0)	3.6-59.0 (32.1)	1.1-1.4 (1.7)	0.9-1.6 (1.2)	
	2022	3	-	5.0-6.8 (5.9)	3.1-7.4 (5.5)	1.2-2.1 (1.8)	0.9-1.8 (1.5)	2	-	5-6.2	3.4-7.5	1.3-2.1	0.9-1.18	
Qafqaz gümüşcəsi	1971-72	-	-	-	-	-	-	-	1-3	5.5-12.8 (8.9)	1.7-37.6 (19.6)	1.3-1.9 (1.6)	0.9-1.6 (1.2)	
	2022	2	1	3.8-5.5 (4.9)	1.9-2.9 (2.4)	0.9-1.4 (1.2)	0.5-1.1 (0.9)	-	-	-	-	-	-	
Kür gümüşcəsi	1971-72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	2022	4	1-2	8.0-11.2 (9.5)	6.4-9.3 (7.8)	1.24-1.91 (1.53)	1.12-1.58 (1.32)	-	-	-	-	-	-	

### Yekun

2022-ci ildə Zəngəzur iqtisadi rayonunun erməni işğalından azad edilmiş ərazisində Oxçuçay və Bəsitçayda Kür şirbiti (*Luciobarbus cyri*), Qafqaz gümüşcəsi (*Alburnus hohenackeri*), Kür gümüşcəsi (*A.filippi*), Şərq qıjovçusu (*Alburnoides (bipunctatus)eichwaldi*) növlərinə aid olan ümumilikdə 45 ədəd balıq ixtioloji üsullarla tədqiq olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, Oxçuçayın Qafan, Qacaran və Dəstəkert dağ-mədən sənayesi tullantıları, Bəsitçayın işə məişət tullantıları ilə çirkləndirilməsi bu çayların ixtiofaunasına öz mənfi təsirini göstərmişdir. Çaya atılan tullantıların ixtiofaunaya olan güclü təsirini Oxçuçayın ən çox çirklənən yuxarı axınında balıqlara praktiki olaraq təsadüf edilməməsi də təsdiq edir. 1972-73-cü illərdə Oxçuçay və Bəsitçayda aparılmış tədqiqatların nəticələri ilə tərəfimizdən aparılan tədqiqat işlərinin nəticələrinin müqayisəsi göstərir ki, keçən 50 il ərzində antropogen amillərin təsiri nəticəsində bu su hövzələrinin ixtiofaunasında ciddi dəyişikliklər baş vermiş, əvvəllər burada yaşayan Qafqaz enlibaşı (*Leuciscus cephalus orientalis*), Araz xramulyası (*Capoeta sevangi*) və zərdəpər (*Luciobarbus capito*) kimi balıq növlərinin yoxa çıxmasına səbəb olmuşdur.

### ƏDƏBİYYAT

1. Adgözəlov D.M., İsgəndərov T.F. (2017) Hidrobiologiya, s.299.
2. Ağamalyev F.G., Əliyev A.R., Süleymanova İ.A., Məmmədova A.Q. (2010) Hidrobiologiya. Bakı, s 484.
3. Azərbaycan Respublikası Milli Atlası. Bakı: Dövlət Torpaq və Xəritəçəkmə Komitəsi, (2014), 444 s.
4. Eyvazov Ə., Əliyeva S. (2022) Oxçuçayda aparılan bioloji monitorinqin ilkin nəticələri “Şuşa və ətraf ərazilərin biomüxtəlifliyi, torpaq və su ehtiyatları: gələcəyə baxış” mövzusunda beynəlxalq konfrans, Bakı, 22-24 sentyabr, 2022, s. 84.
5. Əbdürrəhmanov Y.Ə. (1966) Azərbaycan faunası. Balıqlar. Bakı: Azərb. SSR EA, s.223.
6. Ricciardi, F., Bonninau, C., Faggiano, L., Geiszinger, A., Guasch, H., Lopez-Doval, J., Munoz, İ., Proia, L., Ricart, M., Romani, A., Sabater, S. (2005) İschemical contamination linked to the diversity of biological communities in rivers? Trends in Analytical Chemistry, Vol.28, N 5, p.592-602.
7. Vasseur, C. (2006) Cossu-Leguille, Chemosphere 62 1033. p.22.
8. Бозуцкая Н.Г., Насека А.М. (2004) Каталог бесчелюстных и рыб. М.: Товарищество научных изданий КМК, 389 с.
9. Бозуцкая Н.Г., Кияшко П.В., Насека А.М., Орлова М.И. (2013) Определитель рыб и беспозвоночных Каспийского моря. Том 1. СПб- М.: Товарищество научных изданий КМК, с. 543.

10. *Зиновьев Е.А., Мандрица С.А.* (2003) Методы исследования пресноводных рыб. Перм, 113 с.
11. *Лакин Г.Ф.* (1973) Биометрия. М: Высшая школа, с.343.
12. *Мамедова С.А., Насиров А.М.* (1975) К ихтиофауне рек Акара, Охчучай, Басидчай Azərbaycan SSR ali və orta ixtisas təhsili nazirliyi "Elmi əsərlər" (biologiya elmləri seriyası), № 3-4, Bakı, s. 49-53.
13. *Найденко В.К.* (2016) Рекомендации по экологической безопасности свиноферм // Теоретический и научно-практический журнал ИАЭП, вып. 89, с. 146-157.
14. *Правдин И.Ф.* (1966) Руководство по изучению рыб. М.: Пищепромиздат, с. 376.
15. *Романов В.И., Петлина А.П., Бабкина И.Б.* (2012) Методы исследования пресноводных рыб. Томск, 252 с.
16. *Чугунова Н.И.* (1958) Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР, с. 164.

Redaksiyaya daxil olub 02.03.2023

УДК 2508.01

**Э.В.Нагиев**

*Бакинского Государственный Университет*  
*elnur.naddyev@mail.ru*

## **ВЛИЯНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ КУРЫ НА ГРАДОСТРОИТЕЛЬНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

**Ключевые слова:** *экзогенные геологические процессы, нижнее течение, геологические природные явления, геолого- геоморфологические условия*

Для оценки любой территории с точки зрения градостроительства следует провести анализ ее природных условий и ресурсов, изучить инженерно-геологические и геоморфологические особенности территории, особенности размещения населения, а также дать характеристику имеющихся ресурсных территорий для размещения перспективных городов, крупных сельскохозяйственных и рекреационных объектов. В представленной статье дана оценка геолого-геоморфологических условий городов, расположенных в нижнем течении Куры, также были проанализированы геолого-геоморфологические условия территории в градостроительстве.

**E. V. Nağıyev**

## **KÜRÜN AŞAĞI AXARININ GEOLOJİ VƏ GEOMORFOLOJİ ŞƏRAİTİNİN ŞƏHƏRSALMA FƏALİYYƏTİNƏ TƏSİRİ**

**Açar sözlər:** *ekzogen geoloji proseslər, aşağı axın, geoloji təbiət hadisələri, geoloji və geomorfoloji şərait*

Hər hansı bir ərazinin şəhərsalma baxımından qiymətləndirilməsi üçün təbii şəraiti və ehtiyatlarının təhlili aparılmalı, ərazinin mühəndis-geoloji və geomorfoloji xüsusiyyətləri tədqiq edilməli, əhalinin yerləşməsi xüsusiyyətləri, habelə perspektivli şəhərlərin, iri kənd təsərrüfatı və rekreasiya obyektlərinin yerləşdirilməsi üçün mövcud olan resurs sahələrinin səciyyəsi verilməli və qiymətləndirilməsi aparılmalıdır. Təqdim olunan məqalədə Kürün aşağı axarında yerləşən şəhərlərin geoloji-geomorfoloji şəraitinin qiymətləndirilməsi verilmiş, həmçinin şəhərsalmada ərazinin geoloji-geomorfoloji şəraiti təhlil edilmişdir.

*E.V.Nagiyev*

## THE INFLUENCE OF GEOLOGICAL AND GEOMORPHOLOGICAL CONDITIONS OF THE LOCATED IN THE LOWER OF THE KURA RIVER ON URBAN PLANNING

**Keywords:** *exogenous geological process, downstream, geological natural phenomena, geological and geomorphological conditions*

To assess any territory from the point of view of urban planning, it is necessary to analyze its natural conditions and resources, study the engineering-geological and geomorphological features of the territory, the features of the distribution of the population, and also characterize the available resource territories for accommodating promising cities, large agricultural and recreational facilities. In the presented article, an assessment of the geological and geomorphological conditions of cities located in the lower reaches of the Kura River was given, and the geological and geomorphological conditions of the territory in urban planning were also analyzed.

Геологический фактор является одним из природных факторов, определяющих состояние жизни. Экологическая оценка состояния геологической среды является одним из главных вопросов, которая еще не до конца разработана. Геологические факторы влияют на различную природную среду, состояние человека, объекты природного и техногенного характера и градостроительство.

На территории Азербайджана широко развиты экзогенные геологические процессы. В городах расположенных в нижнем течении Куры проявляются интенсивная эрозия, обвалы, паводки, оползни, перемещение долинных эоловых, песков, заболачивание, засоление почв, засоление, подтопление земель. Градостроительство является очень сильным экологическим фактором и сопровождается изменением ландшафта, почв и водных ресурсов, массовым образованием отходов, поступающих в атмосферу через водные и поверхностные системы. Слабыми сторонами городских систем в градостроительстве являются миграция и концентрация населения, низкое качество образа жизни, потеря плодородных земель, уничтожение отходов. Градостроительство-это объективный процесс, обусловленный потребностями общества, производства, структурой общества. Однако за последние десятилетия рост городского населения был настолько сильным, что окружающая среда некоторых городов мира не в состоянии удовлетворить многие биологические и социальные потребности современного человека. Большие города изменяют почти все компоненты природной среды атмосферу, растительность, рельеф, гидрографическую сеть, грунтовые воды, почвы и даже климат. Условия водных объектов

городов, расположенных в нижнем течении Куры, также неблагоприятны. К экзодинамическим процессам, представляющим геоморфологический риск и опасность на исследуемой территории, относятся наводнение, паводки, боковая эрозия рек, овражная эрозия, поверхностный смыв, засоление и заболачивание, береговые абразивные процессы [1]. Развитые здесь конструктивные рельефообразующие процессы экзогенного происхождения, такие как аллювиальный, аллювиально-пролювиальный, аллювиально-дельтовый, аллювиально-озерный, не протекающий делювиальный, аккумулятивного происхождения, создали относительно благоприятные эколого-геоморфологические условия. Паводки и наводнения происходящие в нижнем течении реки Куры влияют на геологическое строение местности. Эколого-геологическая оценка территории и мониторинг геологической среды невозможны без анализа техногенных воздействий, их типизации и классификации. При строительстве городов необходим правильный выбор района, точная оценка геологических строений, геотектонических и геодинамических особенностей геологических условий и своевременное предотвращение возможных проблем. В градостроительстве, особенно в строительной сфере, до сих пор встречается наличие зданий, где геологические исследования не проводятся должным образом. При землетрясениях, оползнях и других природно-геологических явлениях наблюдается разрушения домов [6].

Города Мингячевир, Евлах, Ширван, Нефтчала, Зардаб, Сальян и Сабирабад расположены в нижнем течении реки Куры, где основным фактором, влияющим на формирование общих черт ландшафта, является его положение в общем морфоструктурном плане Кавказской горной системы, которая с трех сторон окружена высокими горами и на востоке имеет выход к Каспийскому морю [4]. Эта особенность имеет большое значение в формировании ландшафта Куринской межгорной впадины. В юго-восточном Ширване сформировались грязевые вулканы, небольшие балки, синклинальные впадины, древние прибрежные плотины и молодая дельта Куры. Осадочные породы как аллювиально-пролювиальные, делювиальные в нижнем течении Куры, аллювиальные в центральной части, аллювиально-озерные на востоке играют важную роль в формировании различных структурных единиц ландшафта. Упомянутый литологический состав создает различные, часто взаимозаменяемые, изменяющиеся сложные ландшафты. В городах с таким рельефом, дополнительно осложненным речными конусами, глубина залегания грунтовых вод составляет более 10-15 м, и их роль в накоплении биомассы резко снижается. Гидроморфизм в ландшафте усиливается при расположении грунтовых вод у поверхности во впадине конусов, где скапливается больше массы [4]. В отличие от других районов территории расположенные в нижнем течении Куры, Куринская

межгорная впадина характеризуется как аккумулятивная область республики. Данная особенность проявляет себя в балках и склонах, а также в дифференциации ландшафтов.

На территории городов нижнего течения Куры Нижнекуринская мегазона отделена от бассейна средней Куры Западно-Каспийским разломом. В его пределах мощность мезозойско-кайнозойских отложений увеличивается в направлении Каспийского моря и достигает в прибрежной зоне 16-20 км, половина из которых приходится на долю плиоцен-четвертичных отложений. С увеличением глубины тектоническая напряженность возрастает, и антиклинальные полосы осложняются вытянутыми взбросами. В связи с увеличением складчатости в пределах мегазоны выделены Муганская и Ширванская складчатые зоны, которые отделены друг от друга Пирсаатско-Сальянско-Нефтчалинской зоной правого разлома [4]. Ширванская зона охватывает северо-восточную часть Нижнекуринской мегазоны и характеризуется резко выраженными антиклиналями. Эти антиклинали сгруппированы в три антиклинальные гряды, разделенные широкими и слабонаклонными синклиналями. Нефтчалинская антиклиналь расположена в южной части Нижне-Куринской впадины и отделена от зоны Каламеддин-Мушовдаг-Бандованского поднятия Южно-Ширванской синклиналью и состоит из Куровдагской, Нефтчалинской, Гарабаглинской, Бабазананской и Хыллинской антиклиналей [4]. Длина зоны достигает 100 км. В Нефтчалинской антиклинали, на юго-востоке, к этой зоне примыкает структура Кызылагач. Все складки этой зоны состоят из крупных брахантиклиналей (длиной 15-20 км, шириной 8-10 км) и кулисообразно соединяются друг с другом. Нефтчалинская антиклинальная зона осложнена большим глубинным контрфайлом. Этот разлом разрушает все приподнятые боковые участки, и способствует образованию на поверхности грязевых вулканов. Муганская зона, охватывающая Верхнеширванскую и Мугано-Сальянскую изгибы, соответствует юго-западному сегменту Нижне-Куринской впадины и представлена на поверхности плейстоцен-голоценовыми отложениями. Юго-западная граница района образована Западно-Каспийским разломом, а на северо-востоке граничит с юго-западными выступами Каламеддинской, Кичик-Харами и Куровдагско-Нефтчалинской антиклиналей. Большая часть Верхнеширванского изгиба расположена вблизи зоны поднятия Каламеддин-Кичик Харами, а Муганско-Сальянский изгиб расположен между Куровдагско-Нефтчалинской антиклинальной зоной и Муганской моноклиной. Мугано-Сальянский изгиб немного асимметричен и имеет относительно крутое северо-восточный и слабонаклонный (3-5°) юго-западный выступ [4].

Территория городов нижнего течения Куры характеризуется сложными инженерно-геологическими условиями, определяемыми особенностями геолого-геоморфологических условий, разнообразием литологического состава горных пород, тектонического строения, активной неотектоничностью и сейсмичностью эндогенных и экзогенных геологических процессов и проявлений. Территория Нижней Куры, особенно ее центральная часть, представляет собой идеальную равнину с наклонным щитом в направлении Малого Кавказа и Талышских гор на юге и Большого Кавказа на севере. Наиболее характерные экзогенные геологические процессы паводки, оползни, образование оврагов, бедленды, глинистые карсты, речные эрозии, заболачивание, засоление, оседание горных пород, золотые проявления и грязевые вулканы осложняют строительство и хозяйственную деятельность в регионе. Все эти процессы тесно взаимосвязаны с климатом, геоморфологией и тектоникой региона [4]. При градостроительстве, строительстве подземной инфраструктуры, строительстве мостов, определении материалов, применяемых при строительстве плотин, должны быть изучены и оценены геологические, химические, физико-механические, технологические и деформационные характеристики деформаций, вызванных природными явлениями.

Все эти процессы тесно взаимосвязаны с климатом, геоморфологией и тектоникой региона.

К геологическим особенностям относятся образование горных пород, среда их возникновения, гидрогеологические особенности [3]. На склонах горного хребта, окружающего Мингячевирское водохранилище, широко развиты оползни. Эти оползни возникают в основном в результате инфильтрации атмосферных отложений на склонах водохранилища в делювиальную толщу и коренные породы, а также при размыве этих пород. Оползни возникают в основном на крутых правобережных склонах, залегающих на поверхности древнего рельефа, состоящего из отложений делювиального дна Абшерона, состоящего из массы глины и гравия. Седиментация наблюдается в основном в делювиально-пролювиальных породах по многочисленным оросительным каналам. Относительное оседание этих пород колеблется в пределах 0,024—0,06. К экзогенно-геологическим процессам и явлениям в области исследований относятся оползни, овраги, размывы берегов. Эти процессы происходят в этих и других местах в результате взаимодействия природных (природно геологическое строение, литологический состав горных пород, уклон, физико-механические свойства горных пород и др.) и техногенных (приостановка гидротехнических сооружений и др.) факторов. В нижнем течении реки Куры, на большинстве участков Зардаб-Сабирабадской и Ширвано-Сальянской равнин интенсивность заболачивания достигает 10-25 % из-за



утечек из оросительных сетей и площадей орошения, не правильного функционирования дренажно-коллекторной сети [4].

В нижнем течении реки Куры в целом аккумуляция выпадающих в район рек играет важную роль в образовании рельефа местности и его формировании в современном плане. Равнина расположена между абсолютной высотой от 20 - 200 м. Около 40-45% территории находится ниже уровня моря. Общий уклон территории имеет южное и юго-восточное направление. В рельефе хорошо выделены конусы выноса и межконусные впадины, которые с запада на восток образуют волнистую форму. На поверхности конусов выноса береговые дорожки, расположенные по краям вершины конуса, придают рельефу веерообразную форму, что сильно усложняет поверхности конусов. В южной части конуса выноса находится впадина Гарасу, а на берегу реки Куры вдоль русла равнины с относительной высотой 4-6 м. Нужно отметить, что древние русла реки Куры сохранились в виде рвов и оврагов. На равнинах также имеются гряды и плоские впадины, усложняющие общую структуру поверхности.

На территории имеются также формы, сформировавшиеся под влиянием антропогенных факторов. Геологическое строение охватывает северо-восточную часть депрессии расположенного в нижнем течении Куры. В неогеновых и мезозойских толщах отложений четвертичного периода выделен ряд антиклинальных и синклинальных структур платформенного типа. В некоторых из них имеются залежи нефти [4].

Наиболее широко распространенными из молодых геологических образований являются рыхлые породы делювиально-аллювиального происхождения четвертичного периода. Эти породы (отложения) характеризуются высокой карбонатностью и глинистым гранулометрическим составом [5]. На территории городов, расположенных в нижнем течении Куры, преобладание глинистых и глинистых почвообразующих оказывает большое влияние на миграцию солей.

Для оценки территории необходимо включать анализ природных условий и ресурсов, современное размещение объектов и населения, а также характеристику и систематизацию ресурсных площадок для размещения перспективных городов, крупных сельскохозяйственных и рекреационных объектов. Таким образом, инженерно-геологические и геоморфологические свойства территории рассматриваются с точки зрения выбора типа строительства. Гидрогеологические условия проводятся с целью определения возможности затопления территории. Результаты анализа инженерно-геологических условий оказывают влияние на выбор инженерно-строительных работ, и на основании этого разрабатываются прогнозы развития неблагоприятных геологических процессов и мероприятия по их устранению.

В градостроительстве антропогенные воздействия на геологическую среду сопровождаются изменением рельефа, понижением уровня грунтовых вод и их истощением [2].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабазаде В.М., Алиев М.И., Садыгова Н.А., Исаев С.А.* Геоморфологический мониторинг. Баку, -2014.- с.54.
2. *Гасанов Т., Кяримли Я.* Районное и городское планирование. Баку, -2014.
3. *Рзаев Т.Р.* О современной активности экзогенно-геологических процессов в береговом соприкосновении плотины Мингячевирского водохранилища. Материалы XVII Республиканской научной конференции докторантов и молодых исследователей. Баку-2013 (I том). - с.220.
4. Данные Министерства Экологии Азербайджанской Республики. Баку.- 2018.
5. *Мамедов Г.Ш.* Экологическая оценка земель Азербайджана. Баку, Наука. - 1998. - с.12.
6. *Гасьмова Г.Ф.* Оценка роли геологического строения местности в градостроительстве. Материалы XVIII Республиканской научной конференции. Баку, -2013 (I том). – с.201.

Redaksiyaya daxil olub 28.03.2023

**UDC 911.3**

**B.A.Huseynova**

*Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan,*

*Institute of Geography*

*nane\_huseynova@yahoo.com*

## **APPLICATION METHODS OF THE RURAL DEVELOPMENT MODEL FOR THE MOUNTAINOUS REGIONS (ON THE EXAMPLE OF THE SHAKI-ZAGATALA ECONOMIC REGION)**

**Keywords:** *economic region, mountainous region, rural settlements, rural population, development conception, development model*

Settlement issues of mountainous regions in the Shaki-Zagatala economic region, located in the northwestern zone of Azerbaijan, were analyzed in the research paper. In order to conduct the research work, a social survey was conducted in some mountain villages in the area in order to get acquainted with the current situation in some mountain villages. In addition, literature materials were analyzed. As a result of the research work, it became clear that there are serious problems in the settlement of the mountainous areas of the region, and these problems manifested themselves in the depopulation of some mountain villages. In general, the population of the mountain villages of the region has slightly decreased and the greatest decrease was experienced in the Gabala district. Considering these problems, various approaches to the rural development model for the revitalization of rural settlements were analyzed and the most suitable approach was chosen for the mountain villages of the region.

**B.Ə.Hüseynova**

## **DAĞLIQ REGIONLAR ÜÇÜN KƏND İNKİŞAF MODELİNİN TƏTBİQİ YOLLARI (ŞƏKİ-ZAQATALA İQTİSADI RAYONU TİMSALINDA)**

**Açar sözlər:** *iqtisadi rayon, dağlıq region, kənd yaşayış məntəqələri, kənd əhalisi, inkişaf konsepsiyası, inkişaf modeli*

Məqalədə Azərbaycanın şimal-qərb zonasında yerləşən Şəki-Zaqatala iqtisadi rayonunda dağlıq regionların məskunlaşma məsələləri təhlil olunmuşdur. Tədqiqat işinin aparılması məqsədilə bəzi dağ kəndlərində müasir vəziyyətlə tanış olmaq üçün ərazidə bəzi dağ kəndlərində sosial sorğu aparılmışdır. Bununla yanaşı, ədəbiyyat materialları təhlil olunmuşdur. Tədqiqat işi nəticəsində məlum olmuşdur ki, regionun dağlıq ərazilərinin məskunlaşmasında ciddi problemlər vardır və bu problemlər özünü bəzi dağ kəndlərinin boşalmasında biruzə vermişdir. Ümumiyyətlə, regionun dağ kəndlərinə əhalinin sayı bir qədər azalmışdır. ən çox azalma özünü Qəbələ rayonunda biruzə vermişdir. Bu

problemləri nəzərə alaraq kənd yaşayış məntəqələrinin revitalizasiya üçün kənd inkişaf modelinə müxtəlif yanaşmalar təhlil olunmuş və regionun dağ kəndləri üçün ən uyğun yanaşma seçilmişdir.

*Б.А.Гусейнова*

## **МЕТОДЫ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ СЕЛЬСКОГО РАЗВИТИЯ ДЛЯ ГОРНЫХ РЕГИОНОВ (НА ПРИМЕРЕ ШАКИ-ЗАГАТАЛЬСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА)**

*Ключевые слова:* экономический район, горный район, сельские поселения, сельское население, концепция развития, модель развития

В статье проанализированы вопросы заселения горных районов Шеки-Закатальского экономического района, расположенного в северо-западной зоне Азербайджана. В целях проведения исследовательской работы был проведен социальный опрос в некоторых горных селах района с целью ознакомления с текущей ситуацией в некоторых горных селах. Кроме того, были проанализированы литературные материалы. В результате исследовательской работы выяснилось, что существуют серьезные проблемы в заселении горных районов области, и эти проблемы проявились в обезлюдении некоторых горных сел. В целом население горных сел района несколько уменьшилось, и наибольшее сокращение произошло в Габалинском районе. С учетом этих проблем были проанализированы различные подходы к модели развития сельских районов для ревитализации сельских поселений и выбран наиболее подходящий подход для горных сел региона.

### **Introduction**

More than half of the world's population still resides in rural areas, and the majority of the rural population populates in developing countries [5, p.616]. Villages are considered to be the source of labor resources used in urban areas, protected areas of landscapes, and plant and animal species that need protection. In addition, rural settlements are considered the main element of national and regional cultural heritage protection [1, p.10].

Rural settlements have a special role in population settlement. As in other developing states of the world, serious problems still remain in the population settlement system of Azerbaijan. These problems manifested themselves not only in urban settlements but also in rural settlements, especially in mountainous villages. It is known that unlike plain villages, villages built in mountainous areas are sparsely populated, and located far from the district center, as well as mountainous villages themselves are located far from each other, with inconvenient road and transport infrastructure, lack of arable land resources, harsh climatic conditions, etc. The above-mentioned factors have resulted in the poor establishment of economic and social relations between these rural settlements. In

such a situation, rural settlements located in mountainous regions have started to have serious problems. As an example of these problems, we can show the disproportions in the location of the population in the altitude zones, i.e. the large number of villages in the lower altitude zones compared to the higher zones and denser population settlement, and in mountainous areas, the loss of the demographic potential of the villages due to intensive migrations and, as a result, the deterioration of the demographic conditions, etc.

In various countries of the world, the concept of sustainable development has been developed and applied in order to eliminate the problems arising in the rural living system and to improve the welfare of the population. The concept of sustainable development is understood as a set of activities that serve to meet the basic needs of the population by protecting natural resources for future generations [10, p.98]. The concept of rural development aims to increase the socio-economic well-being and quality of life of the population living in rural areas, especially in remote mountain villages [11, p.8]. In other words, the sustainable rural development model eliminates socio-economic and demographic gaps between settlements and strengthens these relations by preventing the acceleration of the polarization process between settlements. Surely, this also ensures the holistic development of settlements.

It is known that mountainous regions of the world are considered vulnerable habitats, including economic and political marginalization, insufficient level of well-being, intensity of migrations, and other problems [9, p.95-96; 14, p.15]. In addition, unlike urban settlements, villages are considered disadvantaged areas both in terms of population and economic potential [13, p.255]. Especially, unlike in plain villages, these problems are more pronounced in mountainous villages. That is why in many developing countries of the world, the population leaving their residence starts from the mountainous areas. In many mountainous areas, people see leaving their place of residence as the main way to improve their standard of living and overcome their economic and social difficulties [15, p.213].

Today, population migration from mountain villages and the depopulation of mountain villages have become the main topic of discussion. As in many countries of the world, this problem has manifested itself in the mountainous villages of Azerbaijan. More than 80% of the territory of the Shaki-Zagatala economic region, which stretches along the southern foothills of the Greater Caucasus Mountains and covers 10,2% of the country's territory, is covered by low, medium and high mountain areas [6, p.393]. The population in the region is settled between 140-1600 meters altitude zones. In the region with a low level of urbanization, approximately 80% of the population is composed of rural people. Uneven socio-economic and demographic development in the region has seriously affected the distribution of the population by settlements and altitude zones. Subsequently, from the lowlands to the highlands, the population density of

population decreases, and the number of villages with a population of up to 500 people increases in the village groups. However, in exceptional cases, it is possible to find villages with large demographic potential in mountainous areas. One of the main problems in the settlement system of the region is the decrease in the population in some villages and the threat of depopulation in some villages. Regulation of population settlement in this region, which is located in the border zone of the country, is a very important issue from a political and strategic point of view. For this reason, various approaches to the rural development model have been classified and a development model suitable for the area has been developed for the regulation of rural settlement in the mountainous areas of the region.

### **Material and method**

The database of the research was made up of 2 sources: literature and stock materials; and field research. The primary source is getting acquainted with the works of researchers who have conducted research in this field in Azerbaijan and around the world, collecting information about the population living in the area, and comparing old and new information. The third source is to meet and survey residents in pre-selected rural settlements with the help of village authorities in September-October 2022.

During the implementation of the research work, the research works carried out in the world, including the settlement of the population in the mountainous areas of Azerbaijan, including the rural population, were used. The research works of S.G. Naghiyev (2006), N.H. Ayyubov (2015), Z.N. Eminov (2005), R.N. Karimov (2016), and others are very important in terms of studying this field.

The literature base of the research was made up of the works of Azerbaijani researchers as well as foreign researchers. In the research work, the research works conducted on mountain villages, settlement of mountain villages, and migrations from mountain villages in different countries of the world were also used. In this regard, D. Sikorski, A. Latocha, R. Szmytkie, K. Kajdanek, P. Miodonska, P. Tomczak (2020), A. A. Khan, M. Somuncu (2013), A. Mahdi, M.H. Research papers by Mahdi, M. Shafiei (2014), L. Ma, M. Chen, X. Che, F. Fang (2019), A. Vaishar, H. Vavrouchova, A. Leskova, V. Perinkova (2021) and others work is one of the most important sources for conducting research in this field.

### **Analysis and discussion**

In total, there are 336 rural settlements in the region. 57 of these villages are located in Balakan, 58 in Gakh, 60 in Gabala, 33 in Oghuz, 68 in Shaki, and 60 in Zagatala district. According to the information as of the beginning of 2022, the rural population of the region is 457,4 thousand people, which is 9,6% of the rural population living in the country [7].

86 of the villages in the region are located in areas located at 500 meters and above. 12 of these villages belong to Gakh, 27 to Gabala, 11 to Oghuz, 21 to

Shaki, and 14 to the Zagatala region (Figure 1). Only 1 village in the Balakan district is built at a height of 500 meters. In general, the population of 18 out of 86 villages located in mountainous areas has decreased.

If we look at the change in the population in these villages from 1999-2009, a decrease of 0,8% was recorded for the region. As for each administrative district, an increase was recorded in other villages except the Gabala district. More than a 20% decrease was registered in the Gabala district. This decrease was mainly due to the granting of settlement status to the villages of Bum and Vandam, which are located at a height of 700 meters and have a large demographic potential, in 2005. Although there are 12 mountainous villages in the Gakh district, the population growth was a mere 1,5%. This suggests that the process of population decline is faster in the mountain villages of the administrative region, and the rate of population growth in the villages is lower. In the administrative regions of Oghuz, Shaki, and Zagatala, the growth rate was slightly higher (Figure 1).

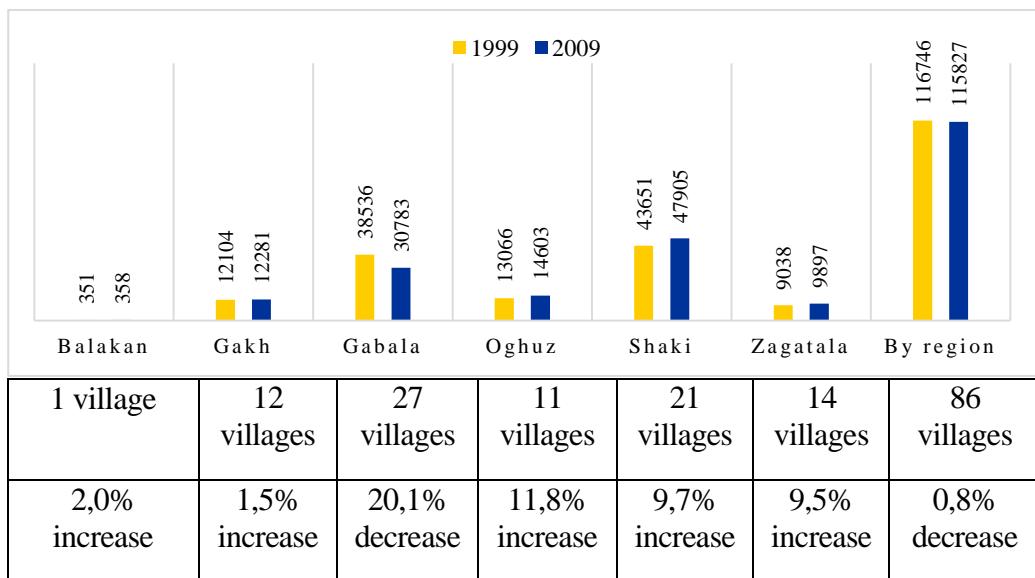


Figure 1. Changes in the population of mountain villages by region (1999-2009)

Most of the mountain villages whose population is decreasing are located in the Gakh district (8 villages). Accordingly, the population decreased in 3 mountain villages of the Gabala district, 1 in the Oghuz district, 3 in the Shaki district, and 3 in the Zagatala district (Table 1). Only Mazymchay village of Balakan district is located at a height of 500 meters, population growth in this village was also at a slow pace.

The population has decreased in 8 mountain villages of the Gakh district. Among the villages of this type of Gakh district, the village where the largest

decrease is observed is Saribash village. Saribash, which is considered one of the most remote villages in the country, is the highest settlement in the region. The village is built at an altitude of 1600 meters above sea level. From 1999-2009, the population of the village decreased by more than 39%. The main reason for the decrease is the location of the village far away from the district center, lack of economic potential, unemployment, etc.

Armudlu village is the second mountain village in the Gakh district, which is distinguished by its level of decline. The population of the village has decreased due to socio-economic difficulties in the village built at a height of 1000 meters. The next village with decreasing population is Gakh Ingiloy. The population of the village is made up of Inghilois. Gakh Ingiloy village is very close to the city center, its location and social infrastructure are quite good. However, the main factor that accelerates the migration of the population in the village is the migration of a part of them to Georgia for the purpose of working and studying. This is mainly due to the fact that they call themselves Georgian and other reasons.

Ilisu village is one of the villages that stand out in the region in terms of socio-economic and demographic potential. The state of social infrastructure in the village is quite favorable. However, according to the survey data, the main reason for the population decrease in the village is that some of the young people who left the village did not return.

In the villages of Qashgachay, Ashaghi Malakh and Chinarli, the social and economic situation is not favorable enough. This results in young people leaving the area.

There are 3 mountain villages whose population is decreasing in the Gabala district. Although the share of the reduction in Bunud and Zaragan among these villages is small, the village of Kusnet is facing the threat of depopulation.

Only one village settlement of this type has been registered in the Oghuz district. The population of the village, which is ethnically made up of Rutuls, mainly preserved their traditional occupations. The insufficient level of socio-economic conditions in the village resulted in a decrease in the population of the village.

There are 3 mountain villages whose population is decreasing in each of the Shaki and Zagatala districts. Among these villages, Kahrizoba of Shaki district, Galal, and Gargay of Zagatala district are villages that are at risk of evacuation.

In general, in addition to natural factors, the population decline in the mountain villages located in the region is caused by the state of social infrastructure, poor economic relations between settlements, etc. was related to factors.



Table 1

Mountainous rural settlements with decreasing populations in the region  
and their distribution by altitude zones

Name of village	Altitude (meter)	Population		Decrease from 1999-2009 (with %)
		1999	2009	
Gakh district				
1. Ilisu	1200	1453	1349	-7,2
2. Aghchay	1000	516	493	-0,5
3. Armudlu	1020	170	142	-16,5
4. Gakh Ingiloy	650	3294	2949	-10,5
5. Gashgachay	1020	1083	1052	-2,9
6. Ashaghi Malkh	690	310	301	-2,9
7. Chinarli	800	388	384	-1,0
8. Saribash	1600	218	132	-39,4
Gabala district				
9. Kusnet	1120	71	44	-38,0
10. Bunud	585	881	854	-3,1
11. Zaraghan	575	2875	2804	-2,5
Oghuz district				
12. Armanat	725	665	570	-14,3
Shaki district				
13. Ashaghi Shabalid	525	711	672	-5,5
14. Tepejennet	675	500	433	-13,4
15. Kahrizoba	670	121	45	-62,8
Zagatala district				
16. Akhakh dara	650	570	307	-46,1
17. Galal	1030	31	16	-48,4
18. Gargay	1150	65	55	-15,4
By region	-	13922	12602	-9,5

Source: The table was prepared based on the materials of the population census conducted in the Republic of Azerbaijan in 1999 and 2009 and the author's personal research [3; 4].

Rural development models are being prepared to prevent the intensive migration of people from the mountain villages of different regions of the world, to prevent the depopulation of villages, and in short to increase the economic and social power of villages. Scientific studies show that there are 4 main approaches to the rural development model [8, p.25]. These are *sectoral*, *multisectoral*, *territorial*, and *local* approaches.

The main principle of the *sectoral* approach in the rural development model is the central position of agriculture in the rural economy and the provision of local food security at the expense of agriculture. In this model, agriculture represents the main role in the rural economy and determines the success of the local economy.

That is, this model not only supports domestic food supply, population employment, and farm income but also prevents migration from rural areas and boosts the rural economy [2, p.9]. Due to the changing nature of technology applied in agriculture in some countries of the world, increased mechanization and the introduction of imported products into the local economy have reduced the impact of agriculture on the local economy. In particular, this process began to show itself in the middle of the 20th century after the mechanization of agricultural labor and the introduction of new technology to agriculture. This, in turn, required a new alternative approach, that is, a *multisectoral* approach. The relatively small role of agriculture in many villages has started to increase the role of other economic sectors in the rural economy. In this regard, tourism-recreation, service, industry, etc. the role of fields began to increase [12, p.123].

In this approach, farmers are encouraged to generate income from other alternative fields in addition to generating income in the rural economy. As a result, the sources of income of households in rural areas begin to diversify [16, p.347]. This laid the foundation for a multisectoral approach to rural development. The main principle of the multisectoral approach is that the income obtained in the rural economy is based not only on agriculture but also on other areas of the economy.

The *territorial* approach to the rural development model is similar to the multisectoral approach in terms of its characteristics. Thus, this approach is based on the development of other areas of the economy in rural areas as a multisectoral approach. However, the main difference in this approach is that despite the fact that various sectors of the economy are located in rural areas, they have nothing to do with agriculture. At this time, rural areas are seen as more attractive areas for the creation of new areas of economic activity, especially modern areas such as information technologies. This process manifests itself mainly in the developed countries of the world. This approach, which is more common, especially in Great Britain, manifests itself in the form of the technologicalization of rural areas.

The *local* approach to the rural development model is somewhat different from others, and in principle, it can be applied within any regional framework. That is, this life cannot be applied to central states. The main principle of this approach is to look at problems on an individual level. From the above-mentioned rural development model approaches, a multisectoral approach can be applied to the research region. Because favorable conditions for the cultivation of agricultural products in the mountainous villages of the region are relatively weak. Therefore, in order to prevent population mobility in the area and revitalize settlements, the economy of villages in the region should be based not only on agriculture, that is, farming and animal husbandry, but also on other areas. In particular, we can note that the villages of the region have rich resources of ecotourism and ethnic tourism, which can boost the rural economy. This can create conditions for opening jobs in

the region and providing employment to the population. In this case, settlements in the region can be revitalized and settlement settlements can be prevented.

### Conclusion

According to the results of our research, we can say that the process of population depopulation in the mountain villages of the Sheki-Zagatala economic region, which covers the north-western zone of the country, is going on at a moderate level. Bekali, 18 villages in the mountainous belt of the region have been depopulated, and the demographic potential of some villages is quite weak.

The emptying of villages was most observed in the Gakh district. In particular, the population of Saribaş village, which is the highest settlement in the region and one of the highest settlements in the country, has decreased significantly.

In general, a decrease of 0.8% in the share of the population in mountain villages was recorded in the region. This was mainly due to the decrease recorded in the Gabala region. This happened as a result of granting settlement status to Bum and Vandam villages with large demographic potential.

During the preparation of the rural development model in the region, it is appropriate to apply the multisectoral approach to the area from the approaches considered for the rural development model.

### REFERENCES

1. *Adamowicz M.* Theoretical and practical rural development concepts // Annals of the polish association of agricultural and agribusiness economists, Volume 12(3), 2020. 9-19 <https://doi: 10.5604/01.3001.0014.3452> (In Eng.)
2. *Buckwell A.-E., Harvey D.-R., Thomson K.-J. and Parton K.-A.* The Costs of the Common Agricultural Policy. London, Croom Helm. 1982. (In Eng.)
3. Census materials of the population of the Republic of Azerbaijan-1999. Baku: State Statistical Committee of Azerbaijan, volume IV, 2000. 565 p. (In Aze.)
4. Census materials of the population of the Republic of Azerbaijan-2009. Baku: State Statistical Committee of Azerbaijan, volume XIX, 2010. 779 p. (In Aze.)
5. *Dasgupta, P., J.F. Morton, D. Dodman, B. Karapinar, F. Meza, M.G. Rivera-Ferre, A. Toure Sarr, and K.E. Vincent,* 2014: Rural areas. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 613-657. (In Eng.)

6. Demographic development of villages in the Republic of Azerbaijan and settlement problems of rural population. Baku: Institute of Geography of ANAS, 2021. 551 p. (In Aze.)
7. Demographic indicators of Azerbaijan. Baku: State Statistical Committee of Azerbaijan, 2022. 557 p. (In Aze.)
8. *Hodge I., Midmore P.* Models of Rural Development and Approaches To Analysis Evaluation And Decision-Making, *Économie rurale*. 2020. 23-38 <https://doi.org/10.4000/economierurale.406> (In Eng.)
9. *Khan A.A., Somucu M.* Rural-Urban Migration in Mountain Areas and its Compatibility with Natural, Social and Economic Regimes: A Case of Kİbriscik District, Bolu Province, Turkey. Ankara University, Journal of Environmental Sciences (1), 2013. 95-104 [https://doi:10.1501/Csaum\\_0000000077](https://doi:10.1501/Csaum_0000000077). (In Eng.)
10. *Marsden Terry.* The condition of rural sustainability. Assen, Netherlands: Royal Van Gorcum. 2003 (In Eng.)
11. *Mosely Malcolm J.* Rural development: principles and practice (1. Publ. ed.). London [u.a.]: SAGE. 2003. P.5. ISBN 978-0-7619-4766-0. (In Eng.)
12. *Newby H.* The Countryside in Question. London, Hutchinson. (1988). (In Eng.)
13. *Perlik M., Membretti A.* Mountain Research and Development 2018. 38(3):250-264. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-17-00070.1> (In Eng.)
14. *Price M.F., Jansky L., Iatsenia A.A.* Key Issues for Mountain Areas, United Nation University Press. Tokyo, New York, Paris, 2004. 273 p. <https://doi.org/10.1002/ldr.726> (In Eng.)
15. *Schoch, N., Seimann, B., and Thieme, S.* Migration and animal husbandry: Competing or complementary livelihood strategies. Evidence from Kyrgyzstan, *Natural Resources Forum*, №34, 2010. pp. 211-221, <https://doi.org/10.1111/j.1477-8947.2010.01306.x> (In Eng.)
16. *Shucksmith D.-M., Bryden J., Rosenthal P., Short C., Winter D.M.* Pluriactivity, farm structures, and rural change. *Journal of Agricultural Economics*, Vol.40, no 3, 1989. p. 345-360. (In Eng.)

Redaksiyaya daxil olub 15.03.2023

*UOT 631.47*

*A.Ə.Kərimova*  
*Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti*  
*AR ETN Torpaqşünaslıq və Aqrokimya İnstitutu*  
*kerimova\_00@list.ru*

## **TOVUZÇAY HÖVZƏSİ TORPAQLARININ MÜASİR SƏCİYYƏSİ**

*Açar sözlər: təbii zona, torpaq, dağ-boz qəhvəyi, landşaft*

Tovuzçay hövzəsi ərazisinin yerləşdiyi Kiçik Qafqazın torpaq örtüyünün formalaşmasına təsir edən amillər ərazidə torpaqəmələgəlmə proseslərinin müxtəlifliyini şərtləndirən səbəblərdir. Zonadaxili hövzədə torpaqlar özünün coğrafi paylanmasına görə yüksəkliyin dəyişməsilə əlaqədar şaquli zonallıq qanunauyğunluğuna tabedir. Tədqiqat sahəsi üzrə Kiçik Qafqaz vilayətində aparılmış tədqiqatlar araşdırılmış, iqlim və bitki örtüyündəki fərqlər, relyef, geoloji quruluş və ana süxurlar, eləcə də digər torpaqəmələgəlmə proseslərinin müxtəlifliyini yaradan səbəblər müəyyənləşdirilmişdir. Tovuzçay hövzəsi ərazisində yayılmış təbii landşaft zonaları ayrılmış və bu landşaft zonalarına daxil olan torpaq tip və yarımтиплərin müasir səciyyəsi verilmişdir.

*A.A.Каримова*

## **СОВРЕМЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕМЕЛЬ ТОВУЗЧАЙСКОГО БАССЕЙНА**

*Ключевые слова: природная зона, почвообразование, горно-серо-бурая почва, ландшафт, биоклимат*

Факторы, влияющие на формирование почвенного покрова Малого Кавказа, где расположена Товузчайская котловина, являются причинами, определяющими разнообразие процессов почвообразования в этом районе. Интразональные земли в силу своего географического распространения подвержены закономерности вертикального районирования за счет изменения высот местности. В ходе исследований, проведенных в районе Малого Кавказа в районе исследований, были изучены различия климата и растительности, рельефа, геологического строения и материнских пород, а также причины, создавшие многообразие других процессов развития почв. Выделены природно-ландшафтные зоны, распространенные на территории Товузчайской котловины, и дана современная характеристика типов и подтипов почв, входящих в эти ландшафтные зоны.

A.A.Karimova

## CONTEMPORARY DISTRIBUTION OF THE TOVUZCHAY BASIN LANDS

**Keywords:** *natural zone, soil formation, mountain gray-brown soil, landscape, bioclimate*

The factors influencing the formation of the soil cover of the Lesser Caucasus, where the Tovuzchay depression is located, are the reasons that determine the diversity of soil formation processes in this area. Intrazonal lands, due to their geographical distribution, are subject to the patterns of vertical zoning due to changes in the heights of the terrain. In the course of studies carried out in the region of the Lesser Caucasus in the study area, differences in climate and vegetation, relief, geological structure, and parent rocks, as well as the causes that created a variety of other soil development processes, were studied. The natural landscape zones distributed on the territory of the Tovuzchay depression are identified, and a modern characteristic of the types and subtypes of soils included in these landscape zones is given.

### Giriş

Kiçik Qafqaz dağlıq vilayətində ilk torpaq tədqiqatları V.P.Smironov-Loqinovun rəhbərliyi altında ekspedisiya tərəfindən 1924-cü ildə Qarabağ rayonunun şərq yamacında aparılmışdır. Alınmış nəticələr əsasında torpaqəmələgətirən amil kimi relyefin aparıcı rol oynadığı və hündürlük artdıqca torpaq tiplərinin zonallıq qanununa uyğun dəyişdiyi müəyyən olunmuşdur.

Kiçik Qafqaz vilayəti torpaqlarının da daxil olduğu Cənubi Qafqaz torpaqlarının sistemləşdirilməsi və klassifikasiyası 1935-ci ildə S.A.Zaxarov tərəfindən aparılmış, bu klassifikasiyanın əsasını müxtəlif zonalarda torpaqəmələgəlmə prosesinin inkişaf xarakteri və dərəcəsi təşkil edir. Buradakı torpaqlar 6 şöbə, 21 yarımşöbə, 19 torpaq tipinə ayrılmışdır, tiplər öz növbəsində yarımтип, yarımqrup, növmüxtəlifliklərinə ayrılır [1; 2].

Kiçik Qafqaz vilayəti torpaqlarının ən mükəmməl təsnifatı M.E.Salayev tərəfindən 1966-cı ildə verilmişdir [7]. M.E.Salayev təsnifatın əsası kimi SSRİ EA Torpaqşünaslıq İnstitutunun tərtib etdiyi taksonomik vahidlər sistemini götürmüşdür (bu zaman torpaq tipləri yarımтиплər, cins, növ, növmüxtəlifliklərinə bölünür).

### Təhlil və müzakirə

Torpaq örtüyünün formalaşmasına həlledici təsir göstərən iqlim və bitki örtüyündəki fərqlər, relyef, geoloji quruluşu və ana süxurlar və digər amillər ərazidə torpaqəmələgəlmə proseslərinin müxtəlifliyini şərtləndirən səbəblərdir.

Kiçik Qafqazın şimal-qərb yamacında torpaqəmələgəlmənin aşağıdakı

bioiqlim tipləri yayılmışdır [4]:

- 1 Alp və subalp çəmən bozqırların torpaqları;
- 2 Mezofil meşələrin torpaqları;
- 3 Rütubətli və yarımrütubətli subtropiklərin torpaqları;
- 4 Kserofil meşələrin və kollu bozqırların torpaqları;
- 5 Quru subtropik bozqır və yarımsəhra torpaqları.

Yuxarıda göstərilən bioiqlim tipləri daxilində hidrotermik şəraitinə, aşınma proseslərinin istiqamətinə və üzvi maddələrin çevrilməsinə görə uyğun torpaq qrupları yayılmışdır. Bu torpaqları torpaqəmələgəlmə şəraitinə görə E.M.Salayev və başqaları aşağıdakı qruplara bölür: Dağ – çəmən torpaqlar, qonur dağ – meşə, qəhvəyi dağ meşə, dağ qara, dağ boz qəhvəyi, çəmən-şabalıdı, allüvial çəmən, boz torpaqlar, qonur yarımsəhra, subasar çəmən meşə. Torpaqəmələgəlmə prosesinin inkişaf səviyyəsi, torpaqəmələgətirən süxurlar və bitki örtüyünün xarakterindən asılı olaraq ayrılmış hər tip yarımtip, növ və növmüxtəlifliyinə ayrılır [7]. Coğrafi yayılmasına görə Kiçik Qafqazın torpaq tipləri müəyyən bioiqlim zonasına müvafiq olaraq zonal təbəçiliyinə malikdirlər.

Aparılan tədqiqata əsasən demək olar ki, Tovuzçay hövzəsi ərazisində aşağıdakı 4 təbii landşaft zonaları yayılmışdır:

- 1 Alp və subalp çəmənlərin və çəmən-bozqırlarının torpaqları;
- 2 Kserofil meşələrin və quru kolluqların torpaqları;
- 3 Quru subtropik bozqırların və yarımsəhrələrin torpaqları;
- 4 Çaybasarların və düzən meşələrin torpaqları.

Alp və subalp çəmənlərin və çəmən-bozqırlarının torpaqları (878 ha və ya 1,29 %) – ölkəmizin yüksək dağlıq zonasını, yəni 2000-4500 metr yüksəklikləri əhatə edir. Geomorfoloji nöqteyi nəzərindən bu zona Böyük Qafqaz silsiləsini, Kiçik Qafqaz və Talış dağlarını, həmçinin Naxçıvan Muxtar Respublikasının suayrıcı qurşaqlarını əhatə edir. Tədqiqat ərazisi olan Tovuzçay hövzəsində isə bu torpaqlar hövzənin cənub hissəsində yayılmışdır.

Bu zonanın iqlimi əsasən mülayim soyuq iqlim qurşağına aid edilir. İqlimin olduqca sərtliyi, uzun müddət qar örtüyünün olması, qısa və çox sərin yayı ilə səciyyələnir.

Temperaturu mənfi olan aylar əsasən dekabr-yanvar və fevral aylarıdır ki, bu zaman temperatur  $-5,1-8,9^{\circ}$  arasında dəyişir. Orta illik temperatur isə  $4,2-5,1^{\circ}\text{C}$  arasında tərəddüd edir. Ən isti ay iyul ayıdır ki, temperatur  $10,9-11,2^{\circ}\text{C}$  arasında dəyişir.

Qeyd edək ki, alp və subalp çəmənlərin və çəmən-bozqırları zonasının flora tərkibi olduqca müxtəlif olmaqla həmçinin ərazinin dağlıq olması ilə əlaqədar olaraq çox dəyişkəndir. Zonanın bitki örtüyü müxtəlif ot bitkiləri, dənli bitkilərdən təşkil olunmuşdur. Çim əmələgətirən bitkilər: cır yulaf, qumotu, şəhduran, şirpəncəsi və s. aid edilir [5; 6].

Subalp çəmənliklərinin bitkiləri - dənli və müxtəlifotlu-dənli bitkilər, rodendron və s. aid edilir. Bu zonanın torpaqları əsasən kənd təsərrüfatı sahəsində yay otlaqları, biçənəklər kimi istifadə olunur. Bəzi yerlərdə ara-sıra dənli bitkilər də becərilir.

Tovuzçay hövzəsində bu zonaya aid olan torpaqlar 1-ci cədvəldə verilmişdir.

### Cədvəl 1

#### Tovuzçay hövzəsində Alp və subalp çəmənlərin və çəmən-bozqurlarının torpaqları

Torpaqlar	Sahə	
	Ha ilə	% ilə
Karbonat qalıqlı zəif çimli dağ-çəmən bozqur	878	1,29
<b>Cəm</b>	<b>878</b>	<b>1,29</b>

Kserofil meşələrin və quru kolluqların torpaqları (22023 ha və ya 32,27 %) - respublikamızda dəniz səviyyəsindən 600-1200 m yüksəkliyi olan dağətəyi, alçaq və orta dağlıq ərazilərini tutur. Aralıq dənizi landsaftına xas olan bu torpaqlar coğrafi arealına görə Böyük və Kiçik Qafqaz ərazilərində, Naxçıvan MR-da və qismən Talış regionunda yayılmışdır. Tədqiqat ərazisi olan Tovuzçay hövzəsində isə əsasən şimal, cənub, şimal-şərq hissəsində geniş şəkildə yayılmışdır.

Havanın orta illik temperaturu 8,4-10,8<sup>0</sup>C, ən soyuq ayın (yanvar) orta temperaturu isə 0,2-3,4<sup>0</sup>-dir. Torpaq donmur, qar örtüyü davamlı deyildir. Yağıntılardan daha çox yaz və payızda düşür. İllik buxarlanma 530-970 mm-dir. Aktiv temperaturlar il ərzində 3400-4000<sup>0</sup>C-dir. Rütubətlənmə əmsalı isə 0,46-1,1 arasında dəyişir.

Bitki örtüyü əsas etibarilə quraqlıqsevən meşə və kolluqlarla səciyyələnir. Bu da meşə altında ərazinin günəş şüaları ilə kifayət qədər işıqlanmasını təmin edir.

Meşə ağacları arasında palıd-vələs seyrək-meşəlikləri, qismən püstə-arçan meşəliklər və şiblik tipli kolluqlar üstünlük təşkil edir.

Aqroistehsalat nöqtəyi-nəzərdən bu torpaqlar Azərbaycanın ən münbit torpaqları sırasına daxildir. Dənli, texniki, habelə, paxlalı bitkilərin əkinləri geniş yayılmışdır. Bağçılıq, meyvəçilik, tərəvəz-bostançılıq, üzümçülük yaxşı inkişaf etmişdir.

Tovuzçay hövzəsində bu zonaya aid olan torpaqlar 2-ci cədvəldə verilmişdir.

### Cədvəl 2

#### Tovuzçay hövzəsində kserofil meşələrin və quru kolluqların torpaqları

Torpaqlar	Sahə	
	Ha ilə	% ilə
Yuyulmuş dağ-meşə qəhvəyi	4764	6,98
Karbonatlı dağ-meşə qəhvəyi	6271	9,19
Meşə altından çıxmış yuyulmuş dağ – qəhvəyi	1809	2,65
Meşə altından çıxmış karbonatlı dağ – qəhvəyi	5564	8,15
Bozqırlaşmış dağ – qəhvəyi	3615	5,30
<b>Cəm</b>	<b>22023</b>	<b>32,27</b>



Quru subtropik bozqırların və yarımşəhraların torpaqları (35175 ha və ya 51,55 %) – bu zona torpaqları əsasən Azərbaycanın çox geniş ərazilərini əhatə edir. Zonaya Kür-Araz ovalığı, Böyük və Kiçik Qafqazın dağətəyi düzənlik hissələri, Samur-Dəvəçi ovalığı, Abşeron yarımadası və Qobustan massivi, habelə, Naxçıvan MR-nın Arazboyu düzənlikləri daxildir. Cənub-şərqdə Lənkəran vilayətinin şimal hissəsi də bu zonaya aiddir. Tovuzçay hövzəsində isə bu torpaqlar ərazinin şimal, şimal-şərq və şimal-qərb hissəsində yayılmışdır.

Ümumiyyətlə, bütün ərazinin dəniz səviyyəsinə görə hündürlüyü 200-400 m-ə qədərdir. İqlim nöqteyi-nəzərdən ərazi xeyli aridliyi ilə fərqlənir. Orta illik temperatur 12-13<sup>0</sup>C arasında təəddüd edir. Ən soyuq ayın (yanvar) orta temperaturu 0,2-2,1<sup>0</sup>C arasında, ən isti ayın (iyul) temperaturu +20+27<sup>0</sup>C arasında təəddüd edir.

Təbii bitki örtüyü çox az ərazidə qalmışdır. Əsas bitkilər yovşan-daşdayan, yovşan-darağotu bitkiləri və efemerlərdən ibarətdir. Xırda kolcuqlar, yulğun və s. bitkilər üstünlük təşkil edir. Şoran bitkiləri çoxdur.

Yarımşəhra zonasında bitki örtüyü tez-tez şoranlar və gilli takırlarla əvəz olunur. Burada ərazinin başdan-başa bitki örtüyü ilə örtülməsi müşahidə olunmur. Kənd təsərrüfatı nöqteyi-nəzərdən ərazi çox yüksək səviyyədə mənimsənilmişdir. Zonada dəmyə və suvarma şəraitində üzümçülük, pambıqçılıq, taxılçılıq, habelə, bağçılıq və heyvandarlıq inkişaf tapmışdır.

Tovuzçay hövzəsində bu zonaya aid olan torpaqlar 3-cü cədvəldə verilmişdir.

**Cədvəl 3**

*Tovuzçay hövzəsində quru subtropik bozqırların və yarımşəhraların torpaqları*

Torpaqlar	Sahə	
	Ha ilə	% ilə
Dağ açıq boz-qəhvəyi	3780	5,54
Dağ tünd boz-qəhvəyi	844	1,24
Dağ boz-qəhvəyi	7937	11,63
Boz – qəhvəyi	20758	30,42
Açıq boz – qəhvəyi	1856	2,72
<b>Cəm</b>	<b>35175</b>	<b>51,55</b>

Çaybasarların və düzən meşələrin torpaqları (239 ha və ya 0,35 %) – bu zonanın torpaqları Böyük və Kiçik Qafqazın quraq və yarımürütubətli subtropik regionların alçaq subasar terraslarında, qrunut və daşqın sularının aktiv təsir etdiyi ərazilərdə yayılmışdır. Tədqiqat ərazisi olan Tovuzçay hövzəsində isə əsasən şimal hissəsində yayılmışdır. Onların əsas yayıldığı sahələr Xudat-Xaçmaz ovalığı və Qanıx-Əyriçay vadisi, az sahələrdə Kür-Araz, Qanıx çaylarının sahilboyu terraslarıdır. Bu zonanın torpaqları əsasən düzən və “Tuğay” meşələrin inkişaf

tapdığı ərazilərdir. Lakin bu meşələrin sahəsi son illər (40-50 il) çox azalmışdır və hazırda kütləvi sürətdə qırılır.

Kür çayının subasar hissəsi və Xudat ovalığı özünün xeyli arid iqlimi ilə fərqlənir. Orta illik temperatur  $11,7-13,2^{\circ}\text{C}$ , yağıntıların miqdarı isə 250-450 mm-dir.

Buxarlanmanın miqdarı 900-1000 mm, rütubətlənmə əmsalı isə 0,3-0,6 q, 10 dərəcədən yuxarı temperaturların cəmi 3600-4400-dir. Böyük Qafqazın çay terraslarında olan torpaqların yayıldığı ərazi yarımrütubətli xarakterdə olub yağıntıların miqdarı 550-720 mm təşkil edir. Rütubət əmsalı isə 0,45-1,25 q arasında dəyişir.

Bitki örtüyü əsasən rütubətsevən Tuğay və düzən meşələrin ağac növlərindən (söyüd, qovaq, qarağac və s.), həm də lian xarakterli bitkilərdən (mərəscə, düyümə, sarmaşiq, mayaotu və s.) ibarətdir. İşıqlı meşələrin çox yaxşı inkişaf etmiş ot örtüyü vardır. Zonanın torpaqları yüksək münbitliyə malikdir. Əsas etibarilə bu torpaqlarda tərəvəzçilik, meyvəçilik, bağçılıq inkişaf etmişdir.

Tovuzçay hövzəsində bu zonaya aid olan torpaqlar 4-cü cədvəldə verilmişdir.

#### Cədvəl 4

##### Tovuzçay hövzəsində çaybasarların və düzən meşələrin torpaqları

Torpaqlar	Sahə	
	Ha ilə	% ilə
Allüvial-çəmən	239	0,35
<b>Cəm</b>	<b>239</b>	<b>0,35</b>

#### Nəticə

Tədqiq olunan ərazinin təbii landşaft zonaları ayrılmış, hər bir landşaft zonasına daxil olan torpaqların səciyyəsi verilmişdir. Coğrafi informasiyalar sistemi əsasında Tovuzçay hövzəsinin təbii zonalarının 1:100 000 miqyasında xəritəsi hazırlanmışdır.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Babayev M.P., Həsənov V.H., Cəfərova Ç.M. Azərbaycan torpaqlarının müasir təsnifatı və nomenklaturasının nəzəri əsasları. Bakı: Elm. 2001, 31 səh.
2. Məmmədov E.E. Kiçik Qafqazın dağ-meşə zonasının meşə-torpaq örtüyünün ekocoğrafi səciyyəsi və antropogen dəyişilməsi. // "Ekologiya və su təsərrüfatı" Elmi-texniki və istehsalat jurnalı, 2010, №2, səh. 19-23.
3. Məmmədov Q.Ş. Azərbaycanın torpaq ehtiyatları. Bakı: Elm. 2002, 132 səh.
4. Məmmədov Q.Ş., Babayev M.P., Həsənov Ş.G., Həsənov B.İ., Həsənov V.H., Cəfərova Ç.M. Azərbaycan dövlət torpaq xəritəsinin legendası. Bakı: Elm. 2003, 68 səh.

5. *Məmmədov Q.Ş., Xəlilov M.Y.* Azərbaycan meşələri. Bakı: Elm. 2002, 472 səh.
6. *Verdiyeva T.Y.* Kiçik Qafqazın şimal-şərq hissəsi landşaftlarının təbii-rekreasiya potensialı və onun qiymətləndirilməsi. Coğ.e.n. diss. Avtoreferatı. Bakı, 2009, 23 səh.
7. *Салаев М.Э.* Почвы Малого Кавказа. Изд. АН Азербайджанской ССР, Баку, 1996, 326 ст.

Redaksiyaya daxil olub 13.03.2023

## YAZI QAYDALARI

- “Pedaqoji Universitetin Xəbərləri” dövrü elmi jurnalının “Riyaziyyat və təbiət elmləri” seriyası əvvəllər nəşr olunmamış elmi məqalələri qəbul edir.
- Məqalələr **Azərbaycan, ingilis, türk və rus** dillərində jurnalın elektron ünvanına – **jmns@adpu.edu.az, a\_zamanov@mail.ru** göndərilir.
- Məqalələr **Microsoft Word** proqramında Times New Roman şrifti ilə 12 pt. ölçüdə 1,0 intervalla yazılmalıdır. Səhifə ölçüləri: sağdan və soldan 2,0 sm, yuxarıdan 2,5 sm, aşağıdan 2,2 sm olmalıdır.
- **Başlıq** ortada qara və böyük hərflərlə yazılmalıdır.
- Məqalənin quruluşu aşağıdakı bölümlərdən ibarət olmalıdır: UOT indeksi, müəllifin adı, ata adı və soyadı, iş yeri, elmi dərəcəsi və elmi adı, üç dildə açar sözlər və xülasə (100-150 sözdən ibarət, 11 pt. ilə) ədəbiyyat siyahısı. Hər üç dildə yazılmış xülasələr bir-birinin eyni olmalı və məqalənin məzmununa uyğun olmalıdır.
- Məqalələrdə verilən **şəkil, rəsm, qrafik və cədvəllər** düzgün, aydın və mətn içərisində olmalı, onlara aid olan yazılar altında yazılmalıdır. Məqalədə düsturlar **Microsoft Equation** redaktorunda yığılmalıdır.
- **İstinadlar** mətn içərisində kvadrat mötərizədə göstərməklə məqalənin sonunda əlifba ardıcılığı ilə nömrələnməlidir. Məsələn: [1, s.8].
- Ədəbiyyat siyahısında verilən hər bir istinad haqqında məlumat tam və dəqiq olmalıdır. İstinad olunan mənbənin bibliografik təsviri onun növündən (monoqrafiya, dərslik, elmi məqalə və s.) asılı olaraq verilməlidir. Simpozium, konfrans materiallarına və ya tezislərinə istinad edilərkən məqalə və ya tezis adı göstəriməlidir.
- Məqalələrin həcmi: 5-12 səhifə.
- Məqalələr mütəxəssis rəyi (məxfi olaraq) əsasında jurnalın redaksiya heyətinin qərarı ilə çap olunur. Redaksiya düzəlişlər etmək üçün məqaləni müəllifə qaytara bilər.
- Məqalədə gedən hər hansı bir elmi yenilik, tezis və s. üçün müəllif şəxsən məsuliyyət daşıyır.
- Jurnalda dərc olunmayan məqalələr geri qaytarılmır.

## WRITING RULES

- “Mathematical and natural sciences” series of the periodic scientific journal “Transactions of Pedagogical University” accepts previously unpublished scientific articles.
- The articles can be sent in **Azerbaijani, English, Turkish, and Russian** languages to the journal’s electron address – **jmns@adpu.edu.az, a\_zamanov@mail.ru**.
- Articles should be written in **Microsoft Word** writing program Times New Roman alphabet in the font size 12 punto with intervals between lines in the range of 1.0 characters. Page sizes: from the right and left 2.0 sm, from above 2.5 sm, and the bottom 2.2 sm.
- **The title** should be written in black and capital letters in the middle.
- The structure of the article should consist of the following format: UDC index, author's first name/patronymic/last name, position, scientific degree and title, a summary, and the keywords in three languages (100-150 words, 11 punto) and the list of literature. Summaries written in three languages should be equal to each other and match the content of the article.
- **The drawings, pictures, graphics, and tables** in the articles should be correct, clear, and given in the text, and writings that belong to them should be written underneath. Formulas in the article must be assembled in the Word Equation editor. Formulas in the article must be assembled in the **Microsoft Equation** editor.
- References indicated in square brackets should be numbered in alphabetical order and given at the end of the article. For example: [1, p.8]
- Information about any reference given on the list of literature must be complete and accurate. The bibliographic description of the source reference should be based on its kind (monographs, textbooks, scientific papers, etc.). The name of the article or thesis must be shown when referring to the symposium, conference materials, or theses.
- The volume of the articles: 5-12 pages.
- Articles are published on the basis of expert review (in confidence) by the decision of the Editorial Board of the journal. The Editorial Board may return the article to the author to make corrections.
- Unpublished articles are not returned.

*Nəşriyyatın direktoru:* Hüseyn Hacıyev  
*Texniki redaktor:* Mustafa Şəfiyev  
*Korrektor:* Sevinc Mamoyeva

Çapa imzalanmışdır: 27.09.2023. Sifariş 102.  
Kağız formatı  $70 \times 100^{1/16}$ . 12,375 ç.v.  
Sayı 100

---

**ADPU nəşriyyatı**  
Bakı, Ü.Hacıbəyli, 68