



ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

SCIENTIFIC JOURNAL

2016-yil, 3-son (97) ANIQ VA TABIIY FANLAR SERIYASI

Математика. Механика. Информатика.

Физика. Kimyo. Biologiya. Geografiya. Ekologiya. O'qitish metodikasi

Samarqand viloyat matbuot boshqarmasida ro'yxatdan o'tish tartibi 09-25.

Jurnal 1999-yildan chop qilina boshlagan va OAK ro'yxatiga kiritilgan. Matematika, fizika, kimyo va geografiya yo'nalishlarida chop qilingan maqolalar doktorlik dissertatsiyalari himoyasida hisobga olinadi.

BOSH MUHARRIR

BOSH MUHARRIR O'RINBOSARLARI:

A. R. XALMUXAMEDOV, f.-m. f. d., professor

A. J. XOLIQOV, k.f.d.

A. M. NASIMOV, t.f.d., professor

TAHRIRIYAT KENGASHI:

TABIIY FANLAR SERIYASI

TAHRIRIYAT HAY'ATI:

M. X. ASHUROV - O'zFA akademigi
M. M. KAMILOV - O'zFA akademigi

S. B. ABBOSOV - geogr.f.d., professor

L. A. ALIBEKOV - geogr.f.d., professor

A. A. ABULQOSIMOV - geogr.f.d., professor

B. J. AXMEDOV - f.-m.f.d., professor

E. A. ABDURAXMONOV - k.f.d., professor

A. S. BEGMATOV - fals.f.d., professor

N.Q. MUHAMMADIYEV - k.f.d., professor

T. M. MO'MINOV - O'zFA akademigi

J. X. XODJAYEV - b.f.d., professor

X. I. IBRAGIMOV - ped.f.d., professor

Z. I. IZZATULLAYEV - b.f.d., professor

X. T. MAMATOV - yu.f.d., professor

Z. F. ISMAILOV - b.f.d., professor

U. S. SALIXBAYEV - f.-m.f.d., professor

I. A. IKRAMOV - f.-m.f.d., professor

E. G'. G'OZIYEV - psixol.f.d., professor

S. N. LAQAYEV - f.-m.f.d., professor

F. I. TOSHEV - «Zarafshon» gazetasi muharriri

N. N. NIZAMOV - f.-m.f.d., professor

T. SH. SHIRINOV - t.f.d., professor

M.Q.QODIROV - f.-m.f.d., professor

M. Q. QURONOV - ped.f.d. professor

L. M. SOBIROV - f.-m.f.d., professor

B. O. TO'RAYEV - fals.f.d., professor

A. S. SOLEEV - f.-m.f.d., professor

J. O. OQILOV - f.-m.f.d., professor

I. I. JUMANOV - f.-m.f. d., professor

A. H. NISHANOV - t.f.d., professor

X. X. XUDAYNAZAROV - t.f.d., professor

Mas'ul muharrir

D. M. ARONBAYEV - k.f.n., dotsent

Koordinator:

A. SH. YARMUXAMEDOV - f.-m.f.n.

Muharrirlar:

B. X. XO'JAYAROV - f.-m.f.d., professor

M. G. NOSIROV - b.f.d., dotsent

E. U. ARZIQULOV - f.-m.f.n., dotsent

O. R. RAXMATULLAYEV - geogr.f.n., dotsent

Obuna indeksi – yakka tartbdagi obunachilar uchun - 5583,
tashkilot, korxonalar uchun - 5584

MUNDARIJA / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENTS

MATEMATIKA / МАТЕМАТИКА / MATHEMATICS		
Akramova D.I, Akramov I.I. and Ikromov I.A.	Estimates for convolution operators related to hyperbolic equations Giperbolik tenglamalar bilan bog'langan o'rama tipidagi baholari	6
A.Khatamov	On exact estimates of the best approximations of functions with derivatives of generalized finite variation by polynomial splines Hosilalari umumlashgan chekli variatsiyali funksiyalarni polynomial splainlar bilan eng yaxshi yaqinlashtirish baholari haqida	11
Абдуллаев Ж.И., Мамиров Б.У.	Асимптотические поведения собственных значений оператора шредингера соответствующей системе двух фермионов на решетке The asymptotic behavior of the eigenvalues of the operator schrödinger corresponds system of two fermions on a lattice	14
A.Khatamov and E.Norqulov	On estimates of the best approximations of functions with derivative of generalized finite variation by rational ones Hosilalari umumlashgan chekli variatsiyali funksiyalarni ratsional funksiyalar bilan eng yaxshi yaqinlashtirish baholari haqida	26
A.P. Маматов, Н.Н. Исроилова	Алгоритм решения одной игры двух лиц Algorithm of solution of one game of two persons	31
R.Mardiyev, Sh.A.Urolov	Funksional operatorlarning jamlanuvchi funksiyalar fazosida bir tomonlama teskarilanuvchanlik shartlari Functional operators one way conditions of to be opposite in the space of accumulative function	36
Х.Н. Алимов, М.Ш.Маматов	К решению задачи преследования, описываемых дифференциальными уравнениями дробного порядка About the solving of a pursuit problem described fractional ordered differential equity	39
E.E. Jumayev	Algebraik va geometrik bilimlarning integratsiyalashuvi natijasida geodeziya fanining yuzaga kelishi haqida About the formation geodesy from the integration algebraic and geometric knowledge	43
МЕХАНИКА / МЕХАНИКА / MECHANICS		
X.X.Xudoynazarov , Sh.M.Burqutboyev	Suyuqlik oqimi bilan ta'sirlashuvchi silindrik qobiqda buralma to'lqin tarqalishi Propagation of torsional waves in the cylindrical shell, interacting with fluid flow	48
ИНФОРМАТИКА / ИНФОРМАТИКА / INFORMATICS		
Д.К.Бекмуратов	Выбор признаков, обладающих требуемой разделяющей силой A sequential choice of signs with the dividing force	53
A.C.Матякубов	Об одном точном решение кросс-диффузионной системы недивергентного вида с неоднородной плотностью On the exact solution cross-diffusive system non-divergence form with inhomogeneous density	57
М.Ж.Курбанова, К.О.Додаев, Ж.М.Курбанов	Математическое моделирование тепло массообменных процессов (сушки) при интенсификации начальным импульсом Mathematic modeling of enhancing the initial impulse of the mass exchange processes (drying)	62
O.S.Abdullayeva	Axborot texnologiyalarini o'rgatishda o'yinli texnologiyalardan foydalanish samaradorligini oshirish to'g'risida About the effectiveness of playing technology on the teaching of	67

	information technology	
FIZIKA / ФИЗИКА / PHYSICS		
М.К. Кодиров	Резонансные нелинейные процессы и эффективная генерация оптических гармоник Resonant nonlinear processes and effective generation of optical harmonics	72
Х. О. Уринов	Метод определения намагниченности тонких пленок из измерение вращающего момента Method of determination of magnization of the thin films out of the dimension turning moment	79
O.Pardayev,. M.Shoimov,. J.O'rinov	Yarimo'tkazgichlarda ultratovushning yutilishi va kuchayishi haqida It is about the absorption and enhancement of ultrasound of semiconductors	82
Х. О. Уринов	Магнитокалорический эффект в кубическом ферромагнетике Magnetocaloric effect in a cubic ferromagnetic	87
G.Axmedova, Sh.X.Xushmurodov, O.B.Mamatqulov, S.K.Yo'ldoshev, O.Esonmurodov, A.A.Sadriyev, H.X.Toshpo'latov	Ichimlik suvlari tarkibidagi radon-222 miqdorini ssintillyatsion gamma-spektrometrik usulda aniqlash Determination of amount of radon-222 as a part of drinking water by method of a scintillation gamma spectrometer	93
Л.М. Сабилов, Д.И. Семенов Х.С. Хайдаров, Ф.Р. Исмаилов, Ш.Е. Каршибоев	Влияния концентрации неэлектролита на характер распространения гиперзвука в водных растворах Influence of non-electrolyte concentration on a character of hypersound propagation in aqueous solutions	96
КИМYO / ХИМИЯ / CHEMISTRY		
А.Д. Погребняк, Н.А. Махмудов, М.О. Шамиев, А.Б. Боймуродов	Структура и свойства гибридных покрытий из Al₂O₃/Cr/TiN нанесенных на подложку из стали Structure and properties of hybrid coverings from Al ₂ O ₃ /Cr/TiN put on the substrate from the steel	100
А.С. Тогаширов, М.К. Аскарлова, С. Тухтаев, А.М. Насимов	Получение физиологически активного вещества из отходов хлопкоочистительного завода The preparation of physiologically active substances from waste cotton factory	104
Т.Н. Rakhimov, М.Г. Mukhamediev, N.M. Rustamova	The boundary dimensions of the activity of nanoparticles on mutually similar carbon fibers Bir biriga o'xshash uglerod tolalarda nanozarrachalarning faolligining chegaraviy o'lchamlari	109
А.Ю. Яркуллов, Б.С. Умаров, С.А. Маулянов, Т.Ж. Кадилов, Х.И. Акбаров	Термодинамические свойства композиций водорастворимая ацетилцеллюлоза – коллаген Thermodynamic properties of water soluble acetylcellulose-collagen composition system	112
А.Д. Погребняк, Н.А. Махмудов, М.О. Шамиев, Ф.Ж. Сабуров	Анализ, термическая стабильность, модуль упругости и твердости на границах зерен сверхтвердого нанокompозитного покрытия Zr-Si-N-Ti The analysis, thermal stability, the module of elasticity and hardness on borders of grains superfirm nanocomposite coverings Zr-Si-N-Ti	115
С.Д. Аронбаев	Изготовление и оценка пригодности твердых электродов в инверсионно-вольтамперометрическом определении следовых содержаний тяжелых металлов Preparation and evaluation of the suitability of solid electrodes for	119

	the inversion-voltammetric determination of trace concentrations of heavy metals	
Х.И.Нурбоев, К.Т.Советов, А.Р.Каржавов, Э.А.Рузиев	Алкилирования 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она в реакции C ₄ -C ₉ алкилгалогенидами Alkylation of 2-tioxo-6-phenilpyrimidin-4-one with C ₄ -C ₉ alkyl halides	125
Яхшиева Х.Ш., Сманова З.А.	Kobalt (II) ionini yangi 2-nitroso-5-metoksi fenolyordamida sorbsion-fotometrik aniqlash Methods of sorption-photometric determination of cobalt (II) ion with the help 2-nitroso-5-methoxy-phenol	128
А.Р.Каржавов, Х.И.Нурбаев, К.Т.Советов Э.А.Рузиев	Биохимические продукты в качестве масло – жировых биодизелей Oil-fat biodiesel in biochemical products	128
T.S.O'rozov, S.M.Tadjiyev, S.U.Tillayev	Ozuqa komponentlari nisbati turli xil bo'lgan kompleks o'g'itlar olish Preparation of the complex fertilizers with different feed components	135
Холиков А.Ж., Акбаров Х.И., Калядин В.Г., Осирбаева А. И.Элибоев	Коррозия металлов и защита от коррозии с помощью многокомпонентных ингибиторов Corrosion of metals and proection from it with multicomponent inhibitors	138
Д.М. Аронбаев	К проблеме определения антиоксидантов в продуктах питания и напитках The problem of determination of antioxidants in products food and drinks	144
Saidov A.SH., Uzoqov J.R., Muxamadiyev N.Q., Astanova D., Vinogradova V.I.	Gomoveratrilamin bilan olein kislota o'rtasidagi kondensatlanish va sikllanish reaksiyalarining borishini kvant-kimyoviy o'rganish Quantum chemical study progress condensation reaction and cyclization gomoveratrilamina with olienovoy acid	147
Д.М.Аронбаев, В.А.Тен, С.Д. Аронбаев, А.М. Насимов	Разработка метода вольтамперометрического определения антиоксидантной активности сыворотки крови в норме и патологии Development of method for voltammetric determination of antioxidant activity of blood serum at norm and pathology	151
A.M.Nasimov, X.Sh.Tashpulatov, H.M.Nasimov, M.N.Isoqulova	Zol-gel usulida turli optik gaz sensorlari uchun gidrofil va gidrofob qatlamlar tayyorlash Preparation of hydrophilic and hydrophobic membrane for various optical gas sensors with sol-gel method	156
A.B.Yusupov, A.Sh.Saidov, D.B.Tuxtayev.	1-(2-(benzo[d]oksazol-2(3h)-tion)etil)-6,7-dimetoksi-1,2,3,4-tetragidroizoxinolinning sintezi va spektral tahlili synthesis 1-(2-(benzo[d]oxazol-2(3h)-tion)etyl)-6,7-dimetoxi-1,2,3,4-tetrahydroisquinoline and of the spectral analysis	161
BIOLOGIYA / БИОЛОГИЯ / BIOLOGY		
Умурзакова З.И.	Изучение растительного покрова нижеамударьинского биосферного резервата The study of vegetation lower amudarya biosphere reserve	165
Mavlonov O.M., Hakimov N.H., Narzullayev S.B.	Qoratepa tog' massivining tabiiy biotsenozlarida fitonematodalarning tarkibi va tarqalish xususiyatlari Composition and characteristics of distribution of phytomonatodes in natural biocenosis of karatepa mountain massif	170

Ruziqulova N.A., Daminov M.A.	Samarqand viloyati Pastdarg‘om tumanida (sug‘oriladigan hududlarda) qo‘y va qoramollarni fasciolalar bilan zararlanishiga doir ma‘lumotlar Data on an infection of fasciolos of sheep and cattle of Pastdargom district of the Samarkand area (watering territories)	172
Umurzakova Z.I., Ikramova YU., Rasulova Z.A.	Samarqand viloyati sharoitida topinambur (<i>helianthus tuberosus</i> L.) navlarining o‘sish va rivojlanish xususiyatlari Growth and development properties of the topinambur (<i>helianthus tuberosus</i> L.) varieties in the conditions at the Samarkand region	174
EKOLOGIYA / ЭКОЛОГИЯ / ECOLOGY		
Sh.T.Xoliqulov	Organik va mineral o‘g‘itlarning tuproqdagi og‘ir metallar miqdoriga ta’siri Effect of organic and mineral fertilizers on the soil content	177
Б.Файзуллаев, К.Ш.Маматов	Влияние экологических факторов на продолжительность жизни бахчевой коровки (<i>epilachnachrysomelinaf.</i>) в условиях зарафшанской долины The influence of ecological factors on life expectancy of <i>epilachna chrysomelina</i> in zaravshan wally conditions”	181
A.A.Oslanov, M.Mardanov	Ekologik omillarning inson organizmiga ta’siri The influence of ecological factors to human’s organism	183
GEOGRAFIYA / ГЕОГРАФИЯ / GEOGRAPHY		
A Yo.Q. Hayitov	Sug‘orma va qaytarma suvlarning bog‘liqligi haqida ayrim mulohazalar (zarafshon vohasi misolida) Same thoughts about connection of irrigating and reflexive waters (on the example of Zarafshan valley)	189
Nazarov X.T., Yusupova K.U.	Qashqadaryo vohasi sug‘oriladigan yerlarining geoekologik muammolari va uni optimallashtirish yo‘llari The geoecological problems of from landing in the region of Kashkadarya and the ways of optimization it	192
Ё.К.Хайитов	Проблемы количественной оценки, очистки и вторичного использования возвратно – сточных вод Problems of defining the quality, refreshing and reuse of collector drainage return water	195
Зайнутдинова Д.К.	Влияние природно-географических и социально-экологических факторов на здоровье детей Influence of natural and geographical and social ecological factors on children health	199
Mualliflarga		

UDK:517.518

ESTIMATES FOR CONVOLUTION OPERATORS RELATED TO HYPERBOLIC EQUATIONS

D.I Akramova, I.I Akramov, I.A.Ikromov

Samarkand state university

E-mail: akramova.shoda@mail.ru

Abstract. In this paper we consider estimates for order of amplitude function of convolution kernel. The convolution operator is considered in the paper appear in the Cauchy problem for strongly hyperbolic equations. We give solutions of some problems posed by M.Sugimoto. Our results are based on estimates for oscillatory integrals with phase having A type singularities.

Keywords: amplitude function, convolution kernel, oscillatory integrals, convolution operators, non-convex hyper surfaces, Gaussian curvature.

Introduction

In this paper, we assume $1 \leq p \leq 2$ and $\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = 1$, e.g. p, p' are conjugate exponents. We shall consider the problem on $L^p \rightarrow L^{p'}$ (where and further $L^q := L^q(\mathbb{R}^3)$) boundedness of Fourier multiplier operators of the following type:

$$M_k := F^{-1} e^{i\varphi(\xi)} a_k(\xi) F,$$

where F is the Fourier transform operator, $\varphi \in C^\omega(\mathbb{R}^n \setminus \{0\})$ is a non-vanishing real analytic, homogenous function of order 1, $a_k \in C^\infty(\mathbb{R}^n)$ is a classical symbol of a pseudo-differential operator of order $-k$. For simplicity we assume that a_k is a smooth homogeneous function of order $-k$ for large $|\xi|$. Following, M. Sugimoto [6] we assume $\varphi(\xi) > 0$ for any $\xi \neq 0$ and set:

$$S := \{\xi \in \mathbb{R}^n \setminus \{0\} : \varphi(\xi) = 1\}. \quad (1)$$

Surely, the case, when $\varphi(\xi) < 0$ for any $\xi \neq 0$, can be treated by using quite similar arguments. By the classical Euler homogeneity relation S is a compact, closed analytic hyper-surface without singularities. The main problem is the following: for which $k > k(p)$ the operator M_k is bounded as a bounded operator from L^p to $L^{p'}$?

In the case when $S = S^{n-1}$ is the unite sphere centered at the origin, which is related to the classical wave equation, the $L^p \rightarrow L^{p'}$ boundedness of M_k is obtained by Stricharts [4]. Further, this result has been extended to the case when S has everywhere non-vanishing Gaussian curvature by Brenner [2]. Under these conditions S is a strictly convex hyper-surface. Some estimates are obtained for such kind of convolution operators for the case when S is convex (not-necessarily strictly convex) and also for some classes of non-convex hyper-surfaces in $\mathbb{R}^3$ by M.Sugimoto [5]-[6]. However, as remarked in [6] the problem still is remained open for some classes of hyper-surfaces. In this paper we have some estimates which cover the open cases indicated by M.Sugimoto in [6].

1. Estimates for convolution operators related to non-convex hyper surfaces.

We consider estimates for the convolution operators in the case when $n = 3$. Since S is a compact set, we can localize the operator. Thus, we can write the convolution operator as a sum of finite number of operators for which the associated symbol is concentrated in a sufficiently small conic neighborhood of points of the unite sphere. So, following [6], we shall assume that $a_k(\xi)$ is supported in a sufficiently small conic neighborhood Γ of a particular point $v \in S^2$ (where S^2 is the unite sphere centered at the origin of $\mathbb{R}^3$), and $\varphi(\xi) \in C^\omega(\Gamma)$. Without loss of generality, we may assume $v = (0,0,1) \in S^2$ and $\varphi(0,0,1) = 1, \nabla \varphi(0,0,1) = (0,0,1)$. Then, in the neighborhood Γ the surface S can be expressed as

$$S \cap \Gamma = \{\xi \in \Gamma : \varphi(\xi) = 1\} = \{(y, 1 + h(y)), y \in U\},$$

where $h \in C^\omega(U)$ (here $U \subset \mathbb{R}^2$ is an open neighborhood of the origin) is a real analytic function. After possible linear change of variables we may and shall assume that h is a real analytic function satisfying the conditions: $h(0,0) = 0, \nabla h(0,0) = (0,0)$. Let's reduce the classification of the function h given by

M.Sugimoto[6]. For the sake of being definite we assume that $\det \left\{ \frac{\partial^2 h(0,0)}{\partial x_k \partial x_j} \right\}_{k,j=1}^2 = 0$. Otherwise, the result can be derived from the main Theorem by Brenner [2]. Then after possible rotation of coordinate axes we may suppose that the function h satisfies the following conditions:

$$\frac{\partial^2 h(0,0)}{\partial x_1^2} \neq 0, \quad \frac{\partial^2 h(0,0)}{\partial x_1 \partial x_2} = 0, \quad \frac{\partial^2 h(0,0)}{\partial x_2^2} = 0. \quad (2)$$

Due to the classical implicit function Theorem it is easy to see that the equation $\frac{\partial h(x_1, x_2)}{\partial x_1} = 0$ has a unique solution:

$$x_1 = b_1(x_2) \quad (3)$$

with a real analytic function b_1 satisfying the conditions: $b_1(0) = b_1'(0) = 0$. Let's define the new function of one variable given by the function h :

$$b_0(x_2) := h(b_1(x_2), x_2). \quad (4)$$

The following definition was given in the paper [6]. It gives a classification of singularities of the function h .

Definition1. Let h be a real analytic function at the origin satisfying (2) and b_0, b_1 be the real analytic functions defined by (3), (4). Then we define δ_j to be the smallest integer $m \geq 2$ such that $b_j^{(m)}(0) \neq 0$, and we say that h is of type I if $\delta_0 < \infty$, type II if $\delta_0 = \infty$, and $\delta_1 < \infty$, type III if $\delta_0 = \delta_1 = \infty$.

First, we give a simple statement, which follows from the classical division Theorem.

Proposition 1. Assume that h is a smooth function satisfying the assumptions (2). Then, the function h can be written in the following form on a sufficiently small neighborhood of the origin:

$$h(x_1, x_2) = u(x_1, x_2)(x_1 - b_1(x_2))^2 + b_0(x_2),$$

where u, b_0, b_1 are smooth functions satisfying the conditions: $u(0,0) \neq 0$, and where $b_1(x_2) = cx_2^{\delta_0} + O(x_2^{\delta_0+1})$ ($c \neq 0$) unless it is a flat function, $b_0(x_2) = cx_2^{\delta_1} + O(x_2^{\delta_1+1})$ ($c \neq 0$) unless it is a flat function.

The following statement characterize the classification given by M. Sugimoto[6].

Proposition2. Let h be a real analytic function at the origin satisfying (1) and b_0, b_1 be the real analytic functions defined by (3), (4). Then h is of type I if and only if h has A_{δ_0-1} type singularities at the origin; h is of type II or III if and only if h has A_∞ type singularities at the origin.

See [1] for the definition of an A type singularities. In this paper we mainly dealt with the A_∞ type singularities.

Proof. First we introduce a notion of $\chi = (\chi_1, \chi_2)$ homogenous function, where χ_1, χ_2 are positive rational numbers. Let, $f: R^2 \rightarrow R$ be a function. The function f is called to be a χ -homogenous of degree a if for any $t > 0$ and $(\chi_1, \chi_2) \in R^2$ the identity $f(t^{\chi_1}x_1, t^{\chi_2}x_2) = t^a f(x_1, x_2)$ holds true. It is easy to see that if $f \in C^\infty(R^2)$ and $\chi_1, \chi_2 > 0$ then necessarily f is a polynomial function.

Let h be a real analytic function having I type, then we have

$$h(x_1 + b_1(x_2), x_2) = u(x_1 + b_1(x_2), x_2)x_1^2 + x_2^{\delta_0} \widetilde{b_0}(x_2),$$

where $\widetilde{b_0}$ is a real analytic function with $\widetilde{b_0}(0) \neq 0$. Hence the function h can be written as

$$h(x_1 + b_1(x_2), x_2) = u(0,0)x_1^2 + x_2^{\delta_0} \widetilde{b_0}(0) + \sum_{a>1} P_a(x_1, x_2),$$

where $P_1(x_1, x_2) = u(0,0)x_1^2 + x_2^{\delta_0} \widetilde{b_0}(0)$ is a $x_0 = (\frac{1}{2}, \frac{1}{\delta_0})$ -homogeneous function and P_a is x_0 -homogeneous polynomial function of degree a . Note that a belongs to an arithmetic progression consisting of positive rational members. Then by using Arnold's theorem [1] h is diffeomorphic equivalent to the function $sgnu(0,0)x_1^2 + x_2^{\delta_0} sgn \widetilde{b_0}(0)$. It is so called A_{δ_0-1} type singularity. If δ_0 is an odd number then we may suppose $h \sim \pm x_1^2 + x_2^{\delta_0}$.

Moreover, if $D^2 h(0,0) \neq 0$ then h multiplicity of critical point is finite if and only if $\delta_0 < \infty$. Actually the Milnor number of critical point coincides with $\delta_0 - 1$.

Now, assume that $\delta_0 = \infty$. Then the function h has A_∞ type singularity at the origin. Moreover if $\delta_1 < +\infty$. Then by the Proposition 1 we have

$$h(x_1, x_2) = u(x_1, x_2)(x_1 - x_2^{\delta_1} \widetilde{b}_1(x_2))^2,$$

where $b_1(x_2) = x_2^{\delta_1} \widetilde{b}_1(x_2)$ with a real analytic function $\widetilde{b}_1$ satisfying the condition $\widetilde{b}_0 \neq 0$.

Straightforward calculation show that $\det D^2 h(x_1, x_2)$ has the form:

$$\det D^2 h(x_1, x_2) = (x_1 - b_1(x_2)) \left(B_3(x_1, x_2)(x_1 - b_1(x_2))^3 + B_2(x_1, x_2)(x_1 - b_1(x_2))^2 + B_1(x_1, x_2)(x_1 - b_1(x_2)) + B_0(x_1, x_2) \right),$$

where $B_3(x_1, x_2) = u_{x_1 x_1}(x_1, x_2)u_{x_2 x_2}(x_1, x_2) - u_{x_1 x_2}^2(x_1, x_2)$,

$$B_2(x_1, x_2) =$$

$$4u_{x_1 x_1}(x_1, x_2)u_{x_2}(x_1, x_2)b_1'(x_2) + 2u_{x_1 x_1}(x_1, x_2)u(x_1, x_2)b_1''(x_2) + 4u_{x_1}(x_1, x_2)u_{x_2 x_2}(x_1, x_2) +$$

$$4u_{x_1 x_2}(x_1, x_2)u_{x_1}(x_1, x_2)b_1'(x_2) - 4u_{x_1 x_2}(x_1, x_2)u_{x_2}(x_1, x_2),$$

$$B_1(x_1, x_2) =$$

$$2u_{x_1 x_1}(x_1, x_2)u(x_1, x_2)(b_1'(x_2))^2 - 8u_{x_1}(x_1, x_2)u_{x_2}(x_1, x_2)b_1'(x_2) + 8u_{x_1}(x_1, x_2)u(x_1, x_2)b_1''(x_2) +$$

$$2u_{x_2 x_2}(x_1, x_2)u(x_1, x_2) + 4u_{x_1 x_2}(x_1, x_2)u(x_1, x_2)b_1'(x_2) - 4u_{x_1}^2(x_1, x_2)(b_1'(x_2))^2 - 4u_{x_2}^2(x_1, x_2),$$

$$B_0(x_1, x_2) = 4u_{x_1}(x_1, x_2)u(x_1, x_2)(b_1'(x_2))^2 - 8u(x_1, x_2)u_{x_2}(x_1, x_2)b_1'(x_2) + 2u^2 b_1''(x_2) -$$

$$8u_{x_2}(x_1, x_2)u(x_1, x_2)(b_1'(x_2))^2 + 8u_{x_2}(x_1, x_2)u(x_1, x_2)b_1'(x_2).$$

Thus the zero set of the Gaussian curvature coincides with the set $N = \{(x_1, x_2)h(x_1, x_2) + 1\}$: $\det D^2 h(x_1, x_2) \neq 0$ and it contains the set $(b_1(x_2), x_2, b_0(x_2) + 1)$.

If b_0 is a flat function (we have $b_0(x_2) \equiv 0$ whenever h is a real analytic function) then it has the A_∞ type singularities. It is easy to see that in the latter case, the curve in the plane $\mathbb{R}^2$ is given by the equation $x_1 = b_1(x_2)$ and it coincides with the projection of the zero set of the Gaussian curvature. Hence, the number δ_1 coincides with order of contact with the curve and tangent line at the origin.

Note that singularities of the so-called phase function defined by

$$\Phi(x_1, x_2, s_1, s_2) := h(x_1, x_2) + s_1 x_1 + s_2 x_2,$$

depend on classification of the function $h(x)$. In the monograph [1] were given characterizations of singularities of that function and also for the phase function in the case when both in a generic position up to some number of variables and up to some Milnor number.

It should be noted that behavior of the convolution operator depends on the Fourier transform of measures supported on the surface S . We introduce a more general signed measures supported on family of hyper-surfaces. Let (S_a) , $S_a \subset \mathbb{R}^{n+1}$ be a family of smooth hyper-surfaces smoothly depending on a parameter $a \in \mathbb{R}^m$, and let $\psi \in C_0^\infty(\mathbb{R}^{n+1} \times \mathbb{R}^m)$ be a smooth function with compact support. The Fourier transform of the signed measure $d\mu_a := \psi(x, a)dS_a$ is determined by the integral

$$\widehat{d\mu_a}(\xi) = \int_{S_a} e^{ix\xi} d\mu_a(x). \quad (5)$$

The following result proved in the paper[6].

Theorem 1. Suppose that $h(x)$ is of type II with $\delta_1 \geq 3$ and satisfies

$$\frac{\partial^\mu}{\partial x_2^\mu} \left\{ \frac{\partial^\nu h(b_1(x_2), x_2)}{\partial x_1^\nu} \right\}_{x_2=0} = 0 \quad (6)$$

For $\mu = 1, 2, 3, \dots, \delta_1 - 1$ and $\nu = 2, 3, \dots$ then M_k is $L^p \rightarrow L^{p'}$ bounded if

$$k > \max \left\{ 6 \left(\frac{1}{p} - \frac{1}{2} \right) - \frac{1}{2}, \left(5 - \frac{1}{\delta_1} \right) \left(\frac{1}{p} - \frac{1}{2} \right) \right\}.$$

Actually, the conditions (6) can be formulated in terms of the function u .

Lemma. Suppose that $h(x)$ is of type II with $\delta_1 \geq 2$. Then the conditions (6) are equivalent to the following conditions posed to the function u :

$$\frac{\partial^{\mu+\nu} u(0,0)}{\partial x_2^\mu \partial x_1^\nu} = 0, \text{ for } \mu = 1, 2, 3, \dots, \delta_1 - 1 \text{ and } \nu = 0, 1, 2, 3, \dots$$

In the other words, if we consider power series expansion of the function u , then all exponents with non-zero coefficients lie above the line given by the equation $x_2 = \mu$ but the trivial term.

The lemma can be proved by using straightforward calculations.

2. The main result.

The following Theorem gives a solution of the problem posed by M. Sugimoto in the paper [6].

Theorem 3. Suppose that $h(x)$ is of type II with $\delta_1 \geq 3$ then M_k is $L^p \rightarrow L^{p'}$ bounded if

$$k > \max \left\{ 6 \left(\frac{1}{p} - \frac{1}{2} \right) - \frac{1}{2}, \left(5 - \frac{1}{\delta_1} \right) \left(\frac{1}{p} - \frac{1}{2} \right) \right\}.$$

Theorem 3 is a generalization of the Theorem 2, because it gives estimate for the convolution operators without the conditions (6). A proof of the Theorem 3 is based on estimates for the measure (5). Our estimates are based on theory of singularities and quite different than the methods used in the paper [6]. The measure (5) can be written as the following oscillatory integral:

$$J(\lambda, z) := \int_{\mathbb{R}^2} e^{i\lambda \Phi(x_1, x_2, s_1, s_2)} g(x_1, x_2) dx_1 dx_2,$$

where $\Phi(x_1, x_2, s_1, s_2) := h(x_1, x_2) + s_1 x_1 + s_2 x_2$, and g is a smooth function concentrated in a sufficiently small neighborhood of the origin.

If the point (s_1, s_2) belongs to the outside of some ball centered at the origin then the phase function has no critical points provided the support of the function g is concentrated in a sufficiently small neighborhood of the origin. Hence, we shall consider the oscillatory integral when $(s_1, s_2) \in V$, where V is a sufficiently small neighborhood of the origin. We prove the following inequality which was proved in the paper [6] under the conditions (6):

$$\|J(\lambda, \cdot)\|_{L^{\delta_0+1}(V)} \leq C_{g,\varepsilon} \lambda^{-\left(\frac{1}{2} + \frac{2}{\delta_1+1}\right) + \varepsilon},$$

where $C_{g,\varepsilon}$ is a constant depending on the positive number ε and maximum of derivatives of the function g up to the second order. A required estimate for the norm $\|J(\lambda, \cdot)\|_{L^{\delta_0+1}(\mathbb{R}^2 \setminus V)}$ follows from the integration by parts formula, because the phase function has no critical points provided amplitude function g is concentrated in a sufficiently small neighborhood of the origin. Thus, combining the obtained two estimates we get the following result:

$$\|J(\lambda, \cdot)\|_{L^{\delta_0+1}(\mathbb{R}^2)} \leq C_{g,\varepsilon} \lambda^{-\left(\frac{1}{2} + \frac{2}{\delta_1+1}\right) + \varepsilon}.$$

From the last estimate follows a proof of the Theorem 3 by using standard interpolation arguments.

But, as indicated in [6] there is an open problem whether we can remove the assumption $\delta_1 \geq 3$ and (5) or not.

3. ε type hyper surfaces.

The following Theorem gives a solution of that problem.

Theorem 4. Let $S = \{(x, h(x) + 1)\}$ be the surface and h be a real analytic function with $h(0,0) = 0, \nabla h(0,0) = 0$. If $K(0,0) = 0$ and $\nabla K(0,0) \neq 0$ (where K is the Gaussian curvature of the surface) then M_k is $L^p \rightarrow L^{p'}$ bounded if

$$k > \max \left\{ 6 \left(\frac{1}{p} - \frac{1}{2} \right) - \frac{1}{2}, \frac{14}{3} \left(\frac{1}{p} - \frac{1}{2} \right) \right\}$$

provided the cone neighborhood Γ is chosen sufficiently small.

Remark. Actually a solution of the problem posed by M. Sugimoto [6] follows from the more general Theorem 4. If $\delta_1 = 2$ then the surface satisfies the conditions of Theorem 4. A proof of Theorem 4 follows from the following results of the paper [3].

Theorem 5. [3] Let (S_a) , $S_a \subset \mathbb{R}^{n+1}$, be a family of analytic hyper-surfaces depending on a parameter $a \in \Sigma$ (where $\Sigma \subset \mathbb{R}^m$ is a compact set). If for some fixed $a = a_0$ and for any $x \in S_{a_0} \cap \text{Supp}(d\mu_a)$ the relation $|K(a_0, x)| + |\nabla K(a_0, x)| \neq 0$, holds, then the maximal function

$$M_{a_0}(\omega) := \sup_{r>0} r^{\frac{n}{2}} |\widehat{d\mu_{a_0}}(r\omega)|$$

belongs to $L^{4-0}(S^n) := \bigcap_{p<4} L^p(S^n)$. Moreover, there exists a neighborhood V of a_0 such that for any

fixed $p < 4$ the integral

$$\int_{S^n} M_a^p d\omega$$

is bounded on $V \cap \Sigma$. The result is sharp in the sense that if the hyper-surface S satisfies the conditions: $K(x_0) = 0$ and $\nabla K(x_0) \neq 0$ at some point x_0 , ψ is a smooth function supported in a sufficiently small neighborhood of x_0 and $\psi(x_0) \neq 0$, then the maximal function M corresponding to $d\mu(\overline{r}, \omega)$ does not belong to $L^4(S^n)$.

Now, we show that if the function h is of type II and $\delta_1 = 2$ then the corresponding surface satisfies the condition of the Theorem 4. Actually, the following result holds true.

Proposition 6. Let $S \subset \mathbb{R}^3$ be a smooth surface containing the origin of $\mathbb{R}^3$ given as the graph of the function h . If the surface S satisfies the conditions $K(0, 0) = 0$ and $\nabla K(0, 0) \neq 0$, then either the phase function $\Phi(x_1, x_2, s_1, s_2)$ is the $\mathbb{R}_+$ -universal deformation of A_2 type singularities, either the function h is of type II with $\delta_1 = 2$. Conversely, if $\Phi(x_1, x_2, s_1, s_2)$ is the $\mathbb{R}_+$ -universal deformation of A_2 type singularities or the function h is of type II with $\delta_1 = 2$ then for the graph of the function h is the surface satisfying the conditions $K(0, 0) = 0$ and $\nabla K(0, 0) \neq 0$.

References

1. Arnol'd V.I., Gusein-Zade S.M., Varchenko V.N., Singularities of differentiable maps. The classification of critical points, Caustics and Wave Fronts, " Birkhäuser, Boston-Basel-Stuttgart, 1985.
2. Brenner P., On $L_p - L_p$ estimates for the wave-equation, Math. Z.145, pp.251-254, 1975.
3. Ikromov I.A. , Integrality of the Fourier transforms of measures concentrated in hyper surfaces. Functional analysis and its applications, Vol. 49, No 3, pp. 74-79, 2015.
4. Strichartz R. Convolutions with kernels having singularities on a sphere, Trans. Amer. Math. Soc. 148, pp.461-471, 1970.
5. Sugimoto M., A priori estimates for higher order hyperbolic equations, Math. Z. 215, pp. 519-531, 1994.
6. Sugimoto M., Estimates for hyperbolic equations of space dimension 3, Journal of functional analysis 160, pp.382-407, 1998.

D.I Akramova, I.I. Akramov, I.A Ikromov GIPERBOLIK TENGLAMALAR BILAN BOG'LANGAN O'RAMA TIPIDAGI BAHOLARI

Bu ishda biz o'rama yadrosi amplitudasining tartibi uchun baholarni qaraymiz. Maqolada qaralgan o'rama tipidagi operatorlar qat'iy giperbolik tenglamalar uchun Koshi masalasini yechishda uchraydi. Biz M.Sugimoto tomonidan qo'yilgan ba'zi masalalarning yechimlarini keltiramiz. Bizning natijalarimiz A tipidagi maxsusliklarga ega bo'lgan tebranuvchan integrallarning baholariga asoslanadi.

Kalit so'zlar: amplituda funksiyasi, o'rama yadrosi, tebranuvchan integrallar, o'rama tipidagi operator, qavariq bo'lmagan giper sirt, Gauss egriligi.

Д.И. Акрамова, И.И. Акрамов И.А.Икромов ОЦЕНКИ ОПЕРАТОРОВ СВЕРТКИ, СВЯЗАННЫХ С ГИПЕРБОЛИЧЕСКИМИ УРАВНЕНИЯМИ

В этой статье рассматриваются оценки порядка амплитудной функции оператора свёртки. Рассмотренные свёрточные операторы возникают в решении задачи Коши для строго гиперболических уравнений. Представлены решения некоторых проблем, предложенных М.Сугимото. Наши результаты основываются на оценках осцилляторных интегралов с фазой, имеющей особенности типа А.

Ключевые слова: амплитудная функция, ядро свёртки, осцилляторные интегралы, оператор свёртки, невыпуклая гиперповерхность, Гауссова кривизна.

UDK: 517.51

ON EXACT ESTIMATES OF THE BEST APPROXIMATIONS OF FUNCTIONS WITH DERIVATIVES OF GENERALIZED FINITE VARIATION BY POLYNOMIAL SPLINES

A.Khatamov

Samarkand State University

Abstract. The article is devoted to the exact (in the sense of the order of smallness) estimates of the best spline approximations of functions with derivative of generalized finite variation given on a finite segment of the straight line in uniform and integral metrics.

Keywords: exact estimate, spline function, spline approximation, generalized finite variation, in uniform and integral metrics.

Introduction. Theory of spline approximation is an important and intensively developed part of the approximation theory of functions. Among splines more important are polynomial splines, gluing from pieces of polynomials. The scientific works of the American mathematician I. J. Schoenberg, devoted to approximations by means of such splines and their active propaganda by him played a great role in development of the theory of such splines. In present time polynomial splines are successfully used to solution both theoretical and applied problems.

For the functions with singularities or with non-great smoothness the splines are more natural and more willow apparatus of approximation than polynomials and rational functions. It is also confirmed by comparison of the results of spline approximations of this article with conformable polynomial and rational approximations of functions from the considering functional classes.

1. Definitions and notations. Let N be the set of all natural numbers, $Z_+ = N \cup \{0\}$, $\Delta = [a, b]$ a finite segment of the straight line with the length $|\Delta| = b - a$, let $L_p(\Delta)$ be the space of all measurable by Lebesgue real-valued on Δ functions f whose p th power is integrable. The space is equipped with the quasi-norm

$$\|f\|_{p,\Delta} := \left\{ \int_{\Delta} |f(x)|^p dx \right\}^{1/p} \quad (0 < p < \infty), \quad \|f\|_{\infty,\Delta} = \text{ess sup} \{ |f(x)| : x \in \Delta \} \quad (p = \infty).$$

Let $\Phi(u)$ be a continuous, increasing, convex to down function, defined on the interval $[0, \infty)$ and such that $\Phi(0) = 0$.

For a function $f(x)$ defined and finite on a segment Δ the value

$$V_{\Phi}(f, \Delta) = \sup \left\{ \sum_{k=0}^{n-1} \Phi[f(x_{k+1}) - f(x_k)] \right\},$$

where the upper bound is taken over all possible partitions $a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$ ($n = 1, 2, \dots$) of Δ , is called Φ -variation of the function f on Δ [1].

Let $M = \text{const} > 0$, $r \in Z_+$,

$$V_{\Phi}^{(r)}(M, \Delta) = \{ f : V_{\Phi}(f^{(r)}, \Delta) \leq M \} \quad (f^{(0)} \equiv f).$$

For $\Phi(u) = u$ we denote by $V(f^{(r)}, \Delta) := V_{\Phi}(f^{(r)}, \Delta)$. This value is called the full variation of the function $f^{(r)}$ on Δ . Let $V^{(r)}(M, \Delta) = \{ f : V(f^{(r)}, \Delta) \leq M \}$.

The value $\chi(f, n) = \sup \left\{ \sum_{k=0}^{n-1} |f(x_{k+1}) - f(x_k)| : a \leq x_0 \leq x_1 \leq \dots \leq x_n \leq b \right\}$ is called the modulus of variation of the function f on a segment Δ ([2], [3]).

A function s is called a polynomial spline (or shorter spline) of degree m of minimal defect with free $n + 1$ knots on a segment Δ if

1) s is polynomial of the degree non-exceeding m on each segment $[x_k, x_{k+1}]$, $k = \overline{0, n-1}$;

2) the $(m-1)$ th order derivative of the function s is continuous on Δ .

We denote by $S(m, n, \Delta)$ the set of all splines of degree m of minimal defect with

free $n+1$ knots on a segment Δ . Let for $0 < p \leq \infty$

$$S_n^m(f, \Delta)_p = \inf \left\{ \|f - s\|_{p, \Delta} : s \in S(m, n, \Delta) \right\}.$$

Let

$$S_n^m(V_\Phi^{(r)}(M, \Delta))_p = \sup \left\{ S_n^m(f, \Delta)_p : f \in V_\Phi^{(r)}(M, \Delta) \right\}.$$

If in the definitions of last two values the splines s to substitute by the algebraic polynomials of degree non-exceeding n , then we get the values $E_n(f, \Delta)_p$ and $E_n(V_\Phi^{(r)}(M, \Delta))_p$ respectively.

Everywhere below $C(\alpha, \beta, \dots)$, $C_1(\alpha, \beta, \dots), \dots$ denote positive constants depending only on the parameters indicated in parenthesis and on the subscripts, and $C, C_1, \dots$ positive absolute constants.

2. Main results. From the Jackson type theorems [4] it follows that at $p \geq 1$ and as $n \rightarrow \infty$ $E_n(V_\Phi^{(r)}(M, \Delta))_p \asymp n^{-r-1/p}$. In the articles [5], [6] of author the exact (in the sense of the order of smallness) estimates for the best piecewise-linear approximations in the metrics $L_p(\Delta)$ at all $0 < p < \infty$ for a function either measurable to respect of Lebesgue measure and bounded on a segment Δ or with the finite Φ -variation on a segment Δ are proved. The following theorems are the generalizations of the theorems just now mentioned above and the main results of the article.

Theorem 1. If at $r \in Z_+$, $f^{(r)}$ is measurable by Lebesgue and bounded on Δ , then for arbitrary $p, 0 < p \leq \infty, n \in N$

$$S_n^{r+1}(f, \Delta) \leq C(r) |\Delta|^{r+1/p} \chi(f^{(r)}, n) / n^{r+1}.$$

At $r = 0$ the estimate holds for $0 < p < \infty$ only.

On the other hand, for each $n \in N$ and $r \in Z_+$ there is a function $f = f_{n,r} \in V_\Phi^{(r)}(M, \Delta)$ such that

$$S_n^{r+1}(f, \Delta)_p \geq C(r, p) |\Delta|^{r+1/p} \chi(f^{(r)}, n) / n^{r+1}.$$

Theorem 2. For all $p, 0 < p \leq \infty, n \in N, r \in Z_+$ the estimates

$$C(r, p) |\Delta|^{r+1/p} n^{-r} \Phi^{-1}(M/n) \leq S_n^{r+1}(V_\Phi^{(r)}(M, \Delta))_p \leq C(r) |\Delta|^{r+1/p} n^{-r} \Phi^{-1}(M/n)$$

hold, where for $r = 0$ the upper estimate is valid at $0 < p < \infty$ only and $C(r), C(r, p) = \{12r(6\pi)^r [6(p+1)]^{1/p}\}^{-1}$ are the same as in Theorem 1.

Proof of Theorem 1. At $r = 0$ Theorem 1 follows from results of the articles [5], [6]. Obviously that the upper estimate of Theorem 1 it is enough to prove it for segment $I = [0, 1]$ and $1 \leq p \leq \infty$. So let $\Delta = I = [0, 1], 1 \leq p \leq \infty$, and a function f satisfies on I the conditions of Theorem 1. Then for any such function f and any $n \in N$ we have (see [5])

$$S_n^1(f^{(r)}, I)_1 \leq 5 \chi(f^{(r)}, n) / n. (1)$$

Now we need the following iterative Lemma of the article [7] of G. Freud and V. A. Popov.

Lemma. Let $\psi \in L(I)$, $m \in N$, $s \in S(m, n, I)$ and $\int_0^1 |\psi(x) - s(x)| dx \leq \eta$.

Then there is a spline $s^* \in S(m+1, 3n, I)$ such that

$$\max \left\{ \left| \int_0^x \psi(t) dt - s^*(x) \right| : x \in I \right\} \leq C(m) \eta / n.$$

Using this Lemma consequently r -time to obtained inequalities beginning with inequality (1) we get the spline function $s_r \in S(r+1, 3^r n, I)$ such that for each $n \in N$

$$\max \left\{ \left| \int_0^x f'(t) dt - s_r(x) \right| : x \in I \right\} \leq C_1(r) \chi(f^{(r)}, n) / n^{r+1}.$$

From last inequality we easily establish the following estimate for all $p, 0 < p \leq \infty$,

$$S_n^{r+1}(f, I)_p \leq C_2(r) \chi(f^{(r)}, n) / n^{r+1}.$$

The upper estimate of Theorem 1 is proved.

The lower estimate of Theorem 1 directly follows from the lower estimate of Theorem 2 and relation

$$\chi(f^{(r)}, n) \leq n \Phi^{-1}(M/n). \quad (2)$$

Last inequality for any function $f \in V_\Phi^{(r)}(M, \Delta)$ can be easily obtained from definitions of the values $\chi(f^{(r)}, n)$ and $\Phi(u)$.

Proof of Theorem 2. At $r = 0$ Theorem 2 follows from results of the articles [5], [6].

The first we prove the upper estimate of Theorem 2 for any $r \in N$. The upper estimate of Theorem 1 and inequality (2) automatically imply the upper estimate of Theorem 2.

To obtain the lower estimate of Theorem 2 we use a simple idea concluding in the following: if an approximable function has enough big oscillation, then any spline from the class $S(m, n, \Delta)$ is not able to approximate them well and lag on a significant part of the segment Δ . Using this idea we can prove the following proposition (see [8]).

Proposition 1. For any $r, n \in N$ the function

$$f(x) = f_{n,r,\Phi}(x) = \frac{1}{2} (6\pi n)^{-r} \Phi^{-1}(M/6rn) \sin(6\pi n x), \text{ where } \Phi \text{ and } M \text{ from Theorem 2, such that}$$

$$f \in V_\Phi^{(r)}(M, I) \text{ and at all } p, 0 < p \leq \infty, \text{ inequality}$$

$$S_n^{r+1}(f, I)_p \geq \left\{ 12r(6\pi)^r [6(p+1)]^{1/p} \right\}^{-1} n^{-r} \Phi^{-1}(M/n)$$

holds.

Passing to the linear transformation $y = L(x) = (x - a)/|\Delta| : \Delta \rightarrow I$ in Proposition 1 we get the following Proposition 2.

Proposition 2. For any $r, n \in N$ the function

$$f(x) = f_{n,r,a,b,\Phi}(x) = \frac{1}{2} (|\Delta|/6\pi n)^r \Phi^{-1}(M/6rn) \sin[6\pi n(x - a)/|\Delta|], \quad x \in \Delta, \text{ where } \Phi \text{ and}$$

$$M \text{ from Theorem 2, such that } f \in V_\Phi^{(r)}(M, \Delta) \text{ and at all } p, 0 < p \leq \infty, \text{ inequality}$$

$$S_n^{r+1}(f, \Delta)_p \geq \left\{ 12r(6\pi)^r [6(p+1)]^{1/p} \right\}^{-1} |\Delta|^{r+\frac{1}{p}} n^{-r} \Phi^{-1}(M/n)$$

holds.

From Proposition 2 directly follows the lower estimate of Theorem 2. How it was mentioned above, the lower estimate of Theorem 2 and inequality (2) imply the lower estimate of Theorem 1. So both Theorems 1 and 2 are proved.

The comparisons of the results of spline approximation of this article with conforming polynomial and rational approximations [4], [8], [10], show that the splines with $N + 1$ knots give the essential better velocities of approximations than polynomials of the degree $\leq N$ and the same velocities of approximations that give the rational functions of the order $\leq N$. But if to have in view that the splines have more simple structure, then we lead to conclusion that they quite confirm their destination as more natural and more willow apparatus of approximation.

References

1. J. Musielac and W. Orlich. On generalized variation. *Studia Math.*, **18**(1959), pp. 11-41.
2. Z. A. Chanturia. On the absolute convergence of the Fourier series. *Mat. Zametki.*, **18**(1975), № 2, pp. 185-192.
3. V. A. Popov. On the connection between rational and spline approximation. *Serdica Rendos Acad. Bulg. Sci.*, **27**(1975), № 5, pp. 623-626.
4. A. F. Timan. *Theory of Approximation of Function of A Real Variable*, (in Russian). GIFML, Moscow, 1960; English translation: Macmillan, New York, 1963.
5. A. Khatamov. On approximation of a function of generalized finite variation by the piecewise-linear functions. *Uzb. Matem. Journal*, **2**(2002), pp. 75-80.
6. A. Khatamov. On the exact estimates of the best spline approximations of functions. *ETNA, Kent State University (USA)*, **25**(2006), pp. 446-453.
7. G. Freud, V. A. Popov. Some questions connected with approximation by splines and polynomials. *Studia Sci. Math. Hung.*, **5** (1970), № 1-2, pp. 161-171.
8. A. Khatamov. On the best polynomial approximations of functions of many real variables from the Sobolev spaces with derivatives of bounded variation. *TWMS*
9. *Jour. Pure Appl. Math.*, **2**(2011), № 2, pp. 236-246.
10. A. Khatamov. On estimates of the best approximations of functions of generalized finite variation by polynomial splines. // *Reports of the Acad. Sci. of Uzbekistan*. 2012. No 6. pp. 8-9.
11. A. Khatamov. On estimates of the best approximations of functions of generalized finite variation by rational ones. // *Reports of the Acad. Sci. of Uzbekistan*. 2014. No 2. P. 5-6.

A. Hotamov	A. Хатамов
HOSILALARI UMUMLASHGAN CHEKLI VARIASIYALI FUNKSIYALARNI POLYNOMIAL SPLAINLAR BILAN ENG YAXSHI YAQINLASHTIRISH BAHOLARI HAQIDA	ОБ ОЦЕНКАХ НАИЛУЧШИХ ПРИБЛИЖЕНИЙ ФУНКЦИЙ С ОБОБЩЕННОЙ КОНЕЧНОЙ ПРОИЗВОДНОЙ ПОСРЕДСТВОМ ПОЛИНОМИАЛЬНЫХ СПЛАЙНОВ
Maqola hosilalari umumlashgan chekli variatsiyali funktsiyalarni tu'ri chiziqning chekli oralig'ida tekis va integral metrikalarda kichiklik tartibi ma'nosida aniq eng yaxshi splain yaqinlashtirish baholariga bag'ishlangan.	Статья посвящена точным в смысле порядка малости оценкам наилучших сплайн приближений функций с производной обобщенной конечной вариацией на конечном отрезке прямой в равномерной и в интегральных метриках.
Kalit so'zlar: aniq baho, splain funksiya, splain yaqinlashtirish, umumlashgan chekli variatsiya, tekis va integral metrikalarda.	Ключевые слова: точные оценки, сплайн функция, сплайн приближения, обобщенная конечная вариация, в равномерной и интегральных метриках.

УДК: 517.984

АСИМПТОТИЧЕСКИЕ ПОВЕДЕНИЯ СОБСТВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ ОПЕРАТОРА ШРЕДИНГЕРА, СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЕ ДВУХ ФЕРМИОНОВ НА РЕШЕТКЕ

Ж.И. Абдуллаев, Б.У. Маиров

Самаркандский государственный университет

E-mail: jabdullaev@mail.ru

Аннотация. Рассматривается гамильтониан системы двух фермионов на двумерной решетке $\mathbb{Z}^2$, показано существование связанных состояний системы для определенных типов потенциалов.

Ключевые слова: Гамильтониан, связанное состояние, оператор Шредингера, полный квазиимпульс, собственное значение, теория возмущений, принцип Бирмана-Швингера.

1 Введение

Пусть $\mathbb{T}^2 \equiv (-\pi, \pi]^2$ двумерный тор (зона Бриллюэна). Отметим, что всюду операции сложения и умножения на действительное число элементов множества $\mathbb{T}^2 \equiv (-\pi, \pi]^2 \subset \mathbb{R}^2$ понимается как операции на $\mathbb{R}^2$ по модулю $(2\pi\mathbb{Z}^2)$.

Природа появления связанных состояний двухчастичных кластерных операторов при малых значениях параметра впервые подробно исследовалась Минлосом и Маматовым [1], а потом в более общей ситуации Минлосом и Могильнером [2]. В статье [3] Хауленд показал, что теорема Реллиха о возмущении собственных значений не распространяется на теорию резонансов. Исследование связанных состояний гамильтониана H системы двух частиц на d -мерной решетке $\mathbb{Z}^d$ сводится к изучению собственных значений семейства операторов Шредингера $H(\mathbf{k})$, $\mathbf{k} \in \mathbb{T}^d = (-\pi, \pi]^d$. При этом собственные функции оператора $H(\mathbf{k})$ трактуются как связанные состояния гамильтониана H , а собственные значения как энергии связанного состояния. Связанные состояния гамильтониана H системы двух фермионов на одномерной решетке изучены в [4], возмущении собственных значений двухчастичного оператора Шредингера на одномерной решетке исследовалось в работе [5].

В этой работе рассматриваются связанные состояния гамильтониана H (см. (2.1)) системы двух фермионов на двумерной решетке $\mathbb{Z}^2$, т.е. изучается дискретный спектр семейства операторов Шредингера $H(\mathbf{k})$, $\mathbf{k} = (k_1, k_2) \in \mathbb{T}^2$, (см. (2.3)) соответствующий гамильтониану H . Из (2.3) и (2.4) вытекает, что $H(k_1, k_2) = H(-k_1, k_2) = H(k_1, -k_2)$, поэтому можно считать $k_1, k_2 \in [0, \pi]$.

Если предположить, что $\mathbf{k} = (\pi, \pi)$ то оператор $H(\pi, \pi)$ имеет бесконечное число собственных значений вида $4 - v(\mathbf{n})$, $\mathbf{n} \in \mathbb{Z}^2$ и существенный спектр состоит из одной точки $\{4\}$.

2 Координатное и импульсное представления

Свободному гамильтониану H_0 системы двух фермионов на двумерной решетке $\mathbb{Z}^2$ обычно соответствует следующий ограниченный самосопряженный оператор, действующий в гильбертовом пространстве $\ell_2^{as}(\mathbb{Z}^2 \times \mathbb{Z}^2) := \{f \in \ell_2(\mathbb{Z}^2 \times \mathbb{Z}^2) : f(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = -f(\mathbf{y}, \mathbf{x})\}$ по формуле

$$H_0 = -\frac{1}{2m}\Delta_1 - \frac{1}{2m}\Delta_2.$$

Здесь m означает массу фермионов, который в дальнейшем мы считаем равным единице, $\Delta_1 = \Delta \otimes I$ и $\Delta_2 = I \otimes \Delta$, где решетчатый Лапласиан Δ — есть разностный оператор, описывающий перенос частицы с узла на соседний узел, т.е.

$$(\Delta\psi)(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^2 [\psi(\mathbf{x} + \mathbf{e}_j) + \psi(\mathbf{x} - \mathbf{e}_j) - 2\psi(\mathbf{x})], \quad \mathbf{x} \in \mathbb{Z}^2, \quad \psi \in \ell_2(\mathbb{Z}^2),$$

где $\mathbf{e}_1 = (1, 0)$, $\mathbf{e}_2 = (0, 1)$ единичные орты в $\mathbb{Z}^2$. Полный гамильтониан H действует в гильбертовом пространстве $\ell_2^{as}(\mathbb{Z}^2 \times \mathbb{Z}^2)$ и состоит из разности свободного гамильтониана H_0 и потенциала взаимодействия V_2 двух частиц (см. [5]), т.е.

$$H = H_0 - V_2, \tag{2.1}$$

где

$$(V_2\psi)(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = v(\mathbf{x} - \mathbf{y})\psi(\mathbf{x}, \mathbf{y}), \quad \psi \in \ell_2^{as}(\mathbb{Z}^2 \times \mathbb{Z}^2).$$

Всюду в дальнейшем относительно функции v предполагается, что

$$v \in \ell_2(\mathbb{Z}^2) \quad \text{и} \quad v(\mathbf{x}) = v(-\mathbf{x}) \geq 0 \quad \text{для всех} \quad \mathbf{x} \in \mathbb{Z}^2. \quad (2.2)$$

При этом условии гамильтониан H является ограниченным самосопряженным оператором в пространстве $\ell_2^{as}(\mathbb{Z}^2 \times \mathbb{Z}^2)$.

После преобразования Фурье и выделения полного квазиимпульса $k \in \mathbb{T}^2$ системы двух фермионов (см. [4], [6]) изучение спектральных свойств оператора гамильтониана H сводится к изучению семейства двухчастичных дискретных операторов Шредингера $H(\mathbf{k}) = H_0(\mathbf{k}) - V, \mathbf{k} \in \mathbb{T}^2$ действующих в $L_2^o(\mathbb{T}^2) = \{f \in L_2(\mathbb{T}^2) : f(-\mathbf{q}) = -f(\mathbf{q})\}$ по формуле

$$(H(\mathbf{k})f)(\mathbf{q}) = \varepsilon_{\mathbf{k}}(\mathbf{q})f(\mathbf{q}) - \frac{1}{2\pi} \int_{\mathbb{T}^2} v(\mathbf{q} - \mathbf{s})f(\mathbf{s})d\mathbf{s}. \quad (2.3)$$

Невозмущенный оператор $H_0(\mathbf{k})$ есть оператор умножения на функцию

$$\varepsilon_{\mathbf{k}}(\mathbf{q}) = \varepsilon\left(\frac{\mathbf{k}}{2} + \mathbf{q}\right) + \varepsilon\left(\frac{\mathbf{k}}{2} - \mathbf{q}\right) = 4 - 2\cos\frac{k_1}{2}\cos q_1 - 2\cos\frac{k_2}{2}\cos q_2. \quad (2.4)$$

3 Спектры операторов $H_0(\mathbf{k})$, V , $H(\mathbf{k})$.

Заметим, что спектры операторов $H_0(\mathbf{k})$ и V известны. Оператор $H_0(\mathbf{k})$ не имеет собственных значений, его спектр чисто непрерывный и состоит из области значений функции $\varepsilon_{\mathbf{k}}$, т.е. $\sigma(H_0(\mathbf{k})) = [m(\mathbf{k}), M(\mathbf{k})]$, где

$$m(\mathbf{k}) = \min_{\mathbf{q} \in \mathbb{T}^2} \varepsilon_{\mathbf{k}}(\mathbf{q}) = \sum_{i=1}^2 (2 - 2\cos\frac{k_i}{2}), \quad M(\mathbf{k}) = \max_{\mathbf{q} \in \mathbb{T}^2} \varepsilon_{\mathbf{k}}(\mathbf{q}) = \sum_{i=1}^2 (2 + 2\cos\frac{k_i}{2}).$$

Спектр оператора V состоит из множества $\{0, v(\mathbf{n}); \mathbf{n} \in \mathbb{Z}^2\}$, при этом $v(\mathbf{n})$ есть собственное значение оператора V . При условии (2.2), V является оператором Гильберта-Шмидта, в частности компактным оператором. Поэтому в силу теоремы Вейля, существенный спектр оператора $H(\mathbf{k})$ совпадает со спектром оператора $H_0(\mathbf{k})$, т.е.

$$\sigma_{ess}(H(\mathbf{k})) = [m(\mathbf{k}), M(\mathbf{k})].$$

Приведем некоторые известные факты и обозначения из теории операторов и возмущений. Для любого самосопряженного оператора B , действующего в гильбертовом пространстве H и не имеющего существенного спектра правее точки $\mu \in \mathbb{R}$, обозначим через $n(\mu, B)$ число собственных значений оператора B , лежащих правее от μ . Через $N(\mathbf{k}, z)$ обозначается число собственных значений оператора $H(\mathbf{k})$, лежащих левее точки $z \leq m(\mathbf{k})$, т.е. $N(\mathbf{k}, z) = n(-z, -H(\mathbf{k}))$. Число $N(\mathbf{k}, m(\mathbf{k}))$ фактически совпадает с числом собственных значений вне непрерывного спектра оператора $H(\mathbf{k})$. Для любого $\mathbf{k} \in \mathbb{T}^2$ и $z < m(\mathbf{k})$ мы определим интегральный оператор

$$G(\mathbf{k}, z) = V^{\frac{1}{2}} r_0(\mathbf{k}, z) V^{\frac{1}{2}},$$

где $r_0(\mathbf{k}, z)$ — резольвента невозмущенного оператора $H_0(\mathbf{k})$. При условии (2.2) оператор V

положителен, через $V^{\frac{1}{2}}$ обозначается положительный квадратный корень положительного оператора V . Из самосопряженности оператора $H(\mathbf{k})$ и положительности V вытекает, что

$$\sigma(H(\mathbf{k})) \cap (M(\mathbf{k}), \infty) = \emptyset,$$

отсюда имеем $\sigma_{disc}(H(\mathbf{k})) \subset (-\infty, m(\mathbf{k}))$. Поэтому мы ищем собственное значение z только $z < m(\mathbf{k})$.

Решение f уравнения Шредингера $H(\mathbf{k})f = zf$ и неподвижные точки φ оператора $G(\mathbf{k}, z)$ связаны соотношениями

$$f = r_0(\mathbf{k}, z)V^{\frac{1}{2}}\varphi, \quad \varphi = V^{\frac{1}{2}}f.$$

Кроме того имеет место принцип Бирмана-Швингера [4], [7].

Лемма 3.1. Число собственных значений оператора $H(\mathbf{k})$ лежащих ниже $z < m(\mathbf{k})$ совпадает с числом собственных значений оператора $G(\mathbf{k}, z)$ больше единицы, т.е. имеет место равенство

$$N(\mathbf{k}, z) = n(1, G(\mathbf{k}, z)).$$

Лемма 3.2. Если предельный оператор $\lim_{z \rightarrow m(\mathbf{k})-} G(\mathbf{k}, z) = G(\mathbf{k}, m(\mathbf{k}))$ существует и компактен, то имеет место равенство

$$N(\mathbf{k}, m(\mathbf{k})) = n(1, G(\mathbf{k}, m(\mathbf{k}))). \quad (3.1)$$

Равенство (3.1) означает, что число собственных значений оператора $H(\mathbf{k})$ лежащих ниже $m(\mathbf{k})$ совпадает с числом собственных значений оператора $G(\mathbf{k}, m(\mathbf{k}))$ больше единицы.

4 Инвариантные подпространства оператора $H(\mathbf{k})$

Начиная с этого параграфа мы рассмотрим оператор $H(\mathbf{k})$ с потенциалом v вида:

$$\hat{v}(\mathbf{x}) = \begin{cases} \alpha, & \text{если } \mathbf{x} = 0 \\ \beta, & \text{если } |\mathbf{x}| = 1 \\ \gamma, & \text{если } |\mathbf{x}| = 2 \\ 0, & \text{если } |\mathbf{x}| \geq 3. \end{cases} \quad (4.1)$$

Здесь $\alpha > \beta > \gamma > 0$ и $\mathbf{x} \in \mathbb{Z}^2$, $|\mathbf{x}| = |x_1| + |x_2|$.

Оператор возмущения V – интегральный оператор в $L_2^o(\mathbb{T}^2)$ с ядром

$$\frac{1}{2\pi} v(\mathbf{p} - \mathbf{q}) = \frac{1}{4\pi^2} [2\beta \sin p_1 \sin q_1 + 2\beta \sin p_2 \sin q_2 + 2\gamma \sin 2p_1 \sin 2q_1 + 2\gamma \sin 2p_2 \sin 2q_2 + 4\gamma \cos p_1 \cos q_1 \sin p_2 \sin q_2 + 4\gamma \cos p_2 \cos q_2 \sin p_1 \sin q_1]. \quad (4.2)$$

Если потенциал v имеет вид (4.1) и $k_1 = k_2 = \pi$, то спектр оператора $H(\pi, \pi) = 4I - V$ состоит из только из собственных значений $4 - \beta, 4 - \gamma, 4$.

Число $z_1(\pi, \pi) = 4 - \beta$, является двухкратным собственным значением с соответствующими нормированными собственными функциями

$$\phi_{(1,0)}^{+-}(\mathbf{p}) = \frac{1}{\sqrt{2}\pi} \sin p_1, \quad \phi_{(0,1)}^{+-}(\mathbf{p}) = \frac{1}{\sqrt{2}\pi} \sin p_2. \quad (4.3)$$

Число $z_2(\pi, \pi) = 4 - \gamma$ является четырехкратным собственным значением с соответствующими нормированными собственными функциями

$$\begin{aligned} \phi_{(2,0)}^{+-}(\mathbf{p}) &= \frac{1}{\sqrt{2}\pi} \sin 2p_1, & \phi_{(0,2)}^{+-}(\mathbf{p}) &= \frac{1}{\sqrt{2}\pi} \sin 2p_2, \\ \phi_{(1,1)}^{+-}(\mathbf{p}) &= \frac{1}{\pi} \cos p_1 \sin p_2 & \phi_{(1,1)}^{-+}(\mathbf{p}) &= \frac{1}{\pi} \sin p_1 \cos p_2. \end{aligned} \quad (4.4)$$

Число $z_\infty(\pi, \pi) = 4$ является бесконечнократным собственным значением, ему соответствуют собственные функции вида

$$\phi_{(n,m)}^{+-}(\mathbf{p}) = \cos np_1 \sin mp_2, \phi_{(n,m)}^{-+}(\mathbf{p}) = \sin mp_1 \cos np_2, n+m \geq 3.$$

Обозначим через $L_2^+(\mathbb{T}) = \{f \in L_2(\mathbb{T}) : f(p) = f(-p)\}$ и $L_2^-(\mathbb{T}) = \{f \in L_2(\mathbb{T}) : f(-p) = -f(p)\}$ подпространства соответственно четных и нечетных функций. Имеет место разложение:

$$L_2^o(\mathbb{T}^2) = L_2^{++}(\mathbb{T}^2) \oplus L_2^{+-}(\mathbb{T}^2), \quad (4.5)$$

где

$$L_2^{++}(\mathbb{T}^2) = L_2^+(\mathbb{T}) \otimes L_2^+(\mathbb{T}), \quad L_2^{+-}(\mathbb{T}^2) = L_2^+(\mathbb{T}) \otimes L_2^-(\mathbb{T}).$$

Лемма 4.1. Подпространства $L_2^{++}(\mathbb{T}^2)$ и $L_2^{+-}(\mathbb{T}^2)$ являются инвариантными относительно оператора $H(k_1, k_2)$.

Доказательство. Сначала мы докажем инвариантность подпространства $L_2^{++}(\mathbb{T}^2)$ относительно $H_0(k_1, k_2)$, потом V . Из представления (2.4) следует, что функция ε_k принадлежит подпространству

$$L_2^{++}(\mathbb{T}^2) = \{f \in L_2(\mathbb{T}^2) : f(p_1, p_2) = f(-p_1, p_2) = f(-p_1, -p_2)\}.$$

Поэтому из включения $f \in L_2^{++}(\mathbb{T}^2)$ следует, включение $\varepsilon_k f \in L_2^{++}(\mathbb{T}^2)$. Это показывает инвариантность подпространства $L_2^{++}(\mathbb{T}^2)$ относительно оператора $H_0(k_1, k_2)$.

Из представления (4.2) вытекает, при $f \in L_2^{++}(\mathbb{T}^2)$

$$(Vf)(p_1, p_2) = \frac{1}{2\pi} \int_{\mathbb{T}^2} v(p_1 - s_1, p_2 - s_2) f(s_1, s_2) ds_1 ds_2$$

принадлежит подпространству $L_2^{++}(\mathbb{T}^2)$. Тем самым доказана инвариантность подпространства $L_2^{++}(\mathbb{T}^2)$ относительно оператора V , следовательно инвариантность подпространства $L_2^{++}(\mathbb{T}^2)$ относительно оператора $H(k_1, k_2) = H_0(k_1, k_2) - V$. Так как $H(k_1, k_2)$ самосопряженный оператор в $L_2^o(\mathbb{T}^2)$, то ортогональное дополнение $L_2^{+-}(\mathbb{T}^2) = (L_2^{++}(\mathbb{T}^2))^\perp$ (см. (4.5)) также является инвариантным подпространством относительно оператора $H(k_1, k_2)$.

Из доказательства леммы 4.1 вытекает, что сужение $H^{+-}(k_1, k_2) = H_0(k_1, k_2) - V^{+-}$ оператора $H(k_1, k_2)$ действует по формуле:

$$H_0(k_1, k_2)f(\mathbf{p}) = \varepsilon_k(\mathbf{p})f(\mathbf{p}), f \in L_2^{+-}(\mathbb{T}^2). \quad (4.6)$$

$$(V^{+-}f)(\mathbf{p}) = \frac{1}{2\pi^2} \int_{\mathbb{T}^2} [\beta \sin p_1 \sin q_1 + \gamma \sin 2p_1 \sin 2q_1 + 2\gamma \cos p_2 \cos q_2 \sin p_1 \sin q_1] f(\mathbf{q}) d\mathbf{q}. \quad (4.7)$$

Обозначим через $H^{+-}(k_1, k_2)$ сужение оператора $H(k_1, k_2)$ в инвариантном подпространстве $L_2^{+-}(\mathbb{T}^2)$. Действие оператора $H_0(k_1, k_2)$ на элемент $f \in L_2^{+-}(\mathbb{T}^2)$ имеет вид (4.6). Дадим действие оператора $V^{+-} = V|_{L_2^{+-}(\mathbb{T}^2)}$ на элемент $f \in L_2^{+-}(\mathbb{T}^2)$:

$$(V^{+-}f)(\mathbf{p}) = \frac{1}{2\pi^2} \int_{\mathbb{T}^2} [\beta \sin p_2 \sin q_2 + \gamma \sin 2p_2 \sin 2q_2 + 2\gamma \cos p_1 \cos q_1 \sin p_2 \sin q_2] f(\mathbf{q}) d\mathbf{q}.$$

Ясно, что $\{\varphi_n^-(q) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sin nq\}_{n \in \mathbb{N}}$ ортонормированный базис в $L_2^-(\mathbb{T})$, а

$\{\varphi_0^+(q) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}, \varphi_n^+(q) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \cos nq\}_{n \in \mathbb{N}}$, ортонормированный базис в $L_2^+(\mathbb{T})$. Для любого $n \in \mathbb{N}$ обозначим через $L^-(n)$ одномерное подпространство натянутый на вектор φ_n^- , а через $L^+(n-1)$ натянутый на вектор φ_{n-1}^+ .

Известно, что пространства $L_2^-(\mathbb{T})$ и $L_2^+(\mathbb{T})$ разлагаются в прямые суммы

$$L_2^-(\mathbb{T}) = \bigoplus_{n=1}^{\infty} L^-(n), \quad L_2^+(\mathbb{T}) = \bigoplus_{n=0}^{\infty} L^+(n). \quad (4.8)$$

Разложение (4.8) порождает разложение

$$\begin{aligned} L_2^+(\mathbb{T}^2) &= L_2^-(\mathbb{T}) \otimes L_2^+(\mathbb{T}) = \bigoplus_{n=0}^{\infty} \{L_2^-(\mathbb{T}) \otimes L^+(n)\} = \bigoplus_{n=0}^{\infty} \mathfrak{R}_n^{+-}, \\ L_2^-(\mathbb{T}^2) &= L_2^+(\mathbb{T}) \otimes L_2^-(\mathbb{T}) = \bigoplus_{n=1}^{\infty} \{L_2^+(\mathbb{T}) \otimes L^-(n)\} = \bigoplus_{n=1}^{\infty} \mathfrak{R}_n^{--}, \end{aligned}$$

где $\mathfrak{R}_n^{+-} := L_2^-(\mathbb{T}) \otimes L^+(n)$, $\mathfrak{R}_n^{--} := L_2^+(\mathbb{T}) \otimes L^-(n)$.

Лемма 4.2. Для любого $n \in \mathbb{N}$ подпространства $\mathfrak{R}_n^{+-}$ и $\mathfrak{R}_{n-1}^{--}$ являются инвариантными относительно оператора $H(k_1, \pi)$.

Доказательство. Пусть $(f\varphi_n^-)(p_1, p_2) := f(p_1)\varphi_n^-(p_2)$, $f \in L_2^+(\mathbb{T})$, $\varphi_n^- \in L^-(n)$, — произвольный элемент из $\mathfrak{R}_n^{+-}$. Рассмотрим действие оператора $H^{+-}(k_1, \pi) = H_0(k_1, \pi) - V^{+-}$ на $f\varphi_n^-$:

$$(H_0(k_1, \pi)f\varphi_n^-)(p_1, p_2) = [(4 - 2\cos \frac{k_1}{2} \cos p_1)f(p_1)]\varphi_n^-(p_2).$$

Из (4.7) следует равенства

$$\begin{aligned} (V^{+-}f\varphi_n^-)(p_1, p_2) &= \frac{1}{2\pi^2} \int_{\mathbb{T}^2} [\beta \sin p_2 \sin q_2 + \gamma \sin 2p_2 \sin 2q_2 + \\ & 2\gamma \cos p_1 \cos q_1 \sin p_2 \sin q_2] f(q_1)\varphi_n^-(q_2) dq_1 dq_2. \end{aligned} \quad (4.9)$$

Из (4.9) вытекает, что $V^{+-}f\varphi_n^- = 0$ при $n \geq 3$. Поэтому мы дадим формулы для $V^{+-}f\varphi_n^-$ при $n = 1, 2$:

$$(V^{+-}f\varphi_1^-)(p_1, p_2) = [\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} (\beta + 2\gamma \cos p_1 \cos q_1) f(q_1) dq_1] \varphi_1^-(p_2), \quad (4.10)$$

$$(V^{+-}f\varphi_2^-)(p_1, p_2) = [\frac{\gamma}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(q_1) dq_1] \varphi_2^-(p_2). \quad (4.11)$$

Таким образом мы доказали инвариантность подпространства $\mathfrak{R}_n^{+-}$ относительно оператора $H(k_1, \pi)$. Аналогично можно доказать, инвариантность подпространство $\mathfrak{R}_{n-1}^{--}$ относительно оператора $H(k_1, \pi)$.

Из доказательства леммы 4.2 следует, что сужение $H_n^{+-}(k_1, \pi), n \in \mathbb{N}$, оператора $H^{+-}(k_1, \pi)$ в инвариантном подпространстве $\mathfrak{R}_n^{+-} = L_2^+(\mathbb{T}) \otimes L^-(n)$ имеет вид:

$$H_n^{+-}(k_1, \pi) = [2I + H_0(k_1) - V_n^+] \otimes I^- \quad (4.12)$$

Здесь I^- — единичный оператор в $L^-(n)$, $H_n^+(k_1) = 2I + H_0(k_1) - V_n^+$ — одномерный двухчастичный оператор, действующие в $L_2^+(\mathbb{T})$ по формуле:

$$(H_n^+(k_1)f)(p) = (2 + \varepsilon_{k_1}(p))f(p) - (V_n^+f)(p), \quad \varepsilon_{k_1}(p) = 2 - 2\cos\frac{k_1}{2}\cos p, f \in L_2^+(\mathbb{T}).$$

Из доказательства леммы 4.2 следует, что $V_n^+ = 0$ при $n \geq 3$, а $(V_1^+f)(p_1)$ и $(V_2^+f)(p_1)$ совпадают выражением внутри квадратной скобки соответственно в (4.10) и (4.11).

Теперь мы дадим формулу для операторов $H_{n-1}^{+-}(k_1, \pi)$

$$H_{n-1}^{+-}(k_1, \pi) = H^{+-}(k_1, \pi)|_{\mathfrak{H}_{n-1}^{+-}} := [2I + H_0(k_1) - V_{n-1}^-] \otimes I^+, \quad n \in \mathbb{N}. \quad (4.13)$$

$$(H_0(k_1) - V_0^-)f(p) = \varepsilon_{k_1}(p)f(p) - \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} (\beta \sin p \sin q + \gamma \sin 2p \sin 2q)f(q) dq,$$

$$(H_0(k_1) - V_1^-)f(p) = \varepsilon_{k_1}(p)f(p) - \frac{\gamma}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \sin p \sin q f(q) dq,$$

$$(H_0(k_1) - V_n^-)f(p) = H_0(k_1)f(p) = \varepsilon_{k_1}(p)f(p), \quad n \geq 2, f \in L_2^-(\mathbb{T}).$$

Исследование собственных значений операторов $H_n^{+-}(k_1, \pi)$ и $H_{n-1}^{+-}(k_1, \pi), n \in \mathbb{N}$ в силу представлений (4.12) и (4.13) сводится к изучению собственных значений операторов $H_n^+(k_1)$ и $H_{n-1}^-(k_1), n \in \mathbb{N}$ т.е. двумерная задача сводится к одномерной. Заметим, что для собственных функций $\phi_{(1,0)}^{+-}$ и $\phi_{(0,1)}^{+-}$ (см. (4.3)), отвечающих двукратному собственному значению $z_1(\pi, \pi) = 4 - \beta$ оператора $H(\pi, \pi)$ имеют место соотношения $\phi_{(1,0)}^{+-} \in \mathfrak{R}_0^{+-}$ и $\phi_{(0,1)}^{+-} \in \mathfrak{R}_1^{+-}$. Это означает число $z_1(\pi, \pi) = 4 - \beta$ является простым собственным значением операторов $H_0^{+-}(\pi, \pi), H_1^{+-}(\pi, \pi)$. Для собственных функций $\phi_{(2,0)}^{+-}, \phi_{(0,2)}^{+-}, \phi_{(1,1)}^{+-}$ и $\phi_{(1,1)}^{+-}$, (см. (4.4)), отвечающих четырехкратному собственному значению $z_2(\pi, \pi) = 4 - \gamma$, оператора $H(\pi, \pi)$ имеют место включения $\phi_{(2,0)}^{+-} \in \mathfrak{R}_0^{+-}, \phi_{(0,2)}^{+-} \in \mathfrak{R}_2^{+-}, \phi_{(1,1)}^{+-} \in \mathfrak{R}_1^{+-}$ и $\phi_{(1,1)}^{+-} \in \mathfrak{R}_1^{+-}$. Отсюда вытекает, что число $z_2(\pi, \pi)$ является невырожденным собственным значением операторов $H_0^{+-}(k_1, \pi), H_2^{+-}(k_1, \pi), H_1^{+-}(k_1, \pi)$ и $H_1^{+-}(k_1, \pi)$.

5 Собственное значение оператора $H_n^+(k_1)$

Собственные функции оператора $H(\mathbf{k})$ трактуются как связанные состояния гамильтониана H , а собственные значения – как энергии связанного состояния. Поэтому мы ищем собственные функции оператора $H(\mathbf{k})$, а исследование собственных функций оператора $H(k_1, k_2)$ сводится к изучению собственных значений оператора $H(k_1, k_2)$. Исследование собственных значений оператора $H(k_1, \pi)$ мы провели путем изучения собственных значений (относительно простых) операторов $H_n^{+-}(k_1, \pi)$, и $H_{n-1}^{+-}(k_1, \pi), n \in \mathbb{N}$. В силу представления (4.12) и (4.13) достаточно изучить собственные значения одномерных операторов Шредингера $H_n^+(k_1) = 2I + H_0(k_1) - V_n^+, H_{n-1}^-(k_1) = 2I + H_0(k_1) - V_{n-1}^-, n \in \mathbb{N}$. Сначала мы изучаем спектральные свойства операторов $H_n^+(k_1), n \in \mathbb{N}$.

Лемма 5.1. Для любого $n \in \mathbb{N}$, существенный спектр оператора $H_n^+(k_1)$ состоит из отрезка $[2 - 2\cos\frac{k_1}{2}, 2 + 2\cos\frac{k_1}{2}]$.

Доказательства утверждение леммы 5.1 вытекает из теоремы Вейла о существенном спектре [6].

Теорема 5.2. Для любого $k_1 \in \mathbb{T} = (-\pi, \pi]$ оператор $H_1^+(k_1)$ имеет хотя бы одно собственное значение лежащее левее существенного спектра оператора $H_1^+(k_1)$.

Доказательство. Если мы покажем, что оператор Бирмана-Швингера $G_1^+(k_1, z)$ при некотором $z < m(k_1, \pi)$ (соответствующий оператору Шредингера $H_1^+(k_1)$) имеет собственное значение больше единицы, тогда в силу леммы 3.1 оператор $H_1^+(k_1)$ будет иметь собственное значение, лежащее левее $z < m(k_1, \pi)$.

Из положительности и компактности оператора $G_1^+(k_1, z)$ следует, что число

$$\sup_{\|\psi\|=1} (G_1^+(k_1, z)\psi, \psi) = \|G_1^+(k_1, z)\| = \lambda^+(k_1, z)$$

является наибольшим собственным значением оператора $G_1^+(k_1, z)$. Рассмотрим скалярное произведение

$$(G_1^+(k_1, z)\psi, \psi) = (r_0(k_1, z)(V_1^+)^{\frac{1}{2}}\psi, (V_1^+)^{\frac{1}{2}}\psi) = \int_{-\pi}^{\pi} \frac{|(V_1^+)^{\frac{1}{2}}\psi(p)|^2}{4 - 2\cos\frac{k_1}{2}\cos p - z} dp. \quad (5.1)$$

Если в качестве $\psi(p)$ в (5.1) мы возьмем собственную функцию $\varphi_0^+(p) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}$ оператора $(V_1^+)^{\frac{1}{2}}$, отвечающую собственному значению $\sqrt{\gamma}$, то получим

$$(G_1^+(k_1, z)\varphi_0^+, \varphi_0^+) = \frac{\gamma}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{dp}{4 - 2\cos\frac{k_1}{2}\cos p - z}.$$

Можно показать, что

$$\lim_{z \rightarrow m(k_1)-} (G_1^+(k_1, z)\varphi_0^+, \varphi_0^+) = +\infty.$$

Отсюда следует существование числа $z_n \in (m(k_1) - \delta, m(k_1))$ такого, что

$$(G_1^+(k_1, z_n)\varphi_0^+, \varphi_0^+) > 1.$$

Это означает, что оператор Бирмана-Швингера $G_1^+(k_1, z_n)$ имеет собственное значение больше единицы.

Оператор $H_1^+(\pi) = 2I + H_0(\pi) - V_1^+$, имеет две невырожденных собственные значения $z_1 = 4 - \beta$ и $z_2 = 4 - \gamma$ с соответствующими нормированными собственными функциями $\varphi_0^+ = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}$ и $\varphi_1^+ = \frac{\cos p}{\sqrt{\pi}}$.

Ясно, что $H_n^+(-k_1) = H_n^+(k_1)$, поэтому можно, считая $k_1 \in [0, \pi]$. Обозначим через $k_1 = \pi - 2\varepsilon$, тогда из условия $k_1 \in [0, \pi]$, вытекает что $\varepsilon \in [0, \frac{\pi}{2}]$.

Теорема 5.3. Существует $\delta > 0$ такое что, при всех $\varepsilon \in (0, \delta)$ оператор $H_1^+(\pi - 2\varepsilon)$ имеет два различных невырожденных собственных значения $z_1^+(\varepsilon)$ и $z_2^+(\varepsilon)$, имеющих асимптотики

$$z_1^+(\varepsilon) = z_1 - \frac{2}{\beta - \gamma} \varepsilon^2 + O(\varepsilon^4), \quad \varepsilon \rightarrow 0,$$

$$z_2^+(\varepsilon) = z_2 - \frac{\beta - 3\gamma}{\gamma(\beta - \gamma)} \varepsilon^2 + O(\varepsilon^4), \quad \varepsilon \rightarrow 0.$$

Доказательство. Рассмотрим уравнение для собственных значений $H_1^+(\pi - 2\varepsilon)f = zf$. Это уравнение эквивалентно уравнению

$$(4 - 2 \sin \varepsilon \cos p - z)f(p) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} [\beta + 2\gamma \cos p \cos s] f(s) ds.$$

Введя обозначение

$$\begin{cases} c_1 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(s) ds, \\ c_2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \cos s f(s) ds \end{cases} \quad (5.2)$$

получим следующий вид для собственной функции $f(p)$:

$$f(p) = \frac{\beta}{4 - 2 \sin \varepsilon \cos p - z} c_1 + \frac{\gamma \cos p}{4 - 2 \sin \varepsilon \cos p - z} c_2. \quad (5.3)$$

Подставляя (5.3) в (5.2) получим однородное уравнение относительно c_1 и c_2 :

$$\begin{cases} c_1 = c_1 \frac{\beta}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{dp}{4 - 2 \sin \varepsilon \cos p - z} + c_2 \frac{2\gamma}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\cos p dp}{4 - 2 \sin \varepsilon \cos p - z}, \\ c_2 = c_1 \frac{\beta}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\cos p dp}{4 - 2 \sin \varepsilon \cos p - z} + c_2 \frac{2\gamma}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\cos^2 p dp}{4 - 2 \sin \varepsilon \cos p - z}. \end{cases}$$

Это уравнение имеет ненулевое решение тогда и только тогда, когда определитель

$$\Delta(\varepsilon, z) = \begin{vmatrix} 1 - \beta \Delta_{11}(\varepsilon, z) & -2\gamma \Delta_{12}(\varepsilon, z) \\ -\beta \Delta_{12}(\varepsilon, z) & 1 - 2\gamma \Delta_{22}(\varepsilon, z) \end{vmatrix}$$

$$= (1 - \beta \Delta_{11}(\varepsilon, z))(1 - 2\gamma \Delta_{22}(\varepsilon, z)) - 2\beta \gamma \Delta_{12}^2(\varepsilon, z) \quad (5.4)$$

равен нулю. Здесь

$$\Delta_{11}(\varepsilon, z) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{dp}{4 - z - 2 \sin \varepsilon \cos p}, \quad \Delta_{12}(\varepsilon, z) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\cos p dp}{4 - z - 2 \sin \varepsilon \cos p},$$

$$\Delta_{22}(\varepsilon, z) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{\cos^2 p dp}{4 - z - 2 \sin \varepsilon \cos p}.$$

При малых ε функцию $1/(4 - z - 2 \sin \varepsilon \cos p)$ можно разложить в ряд

$$\begin{aligned} \frac{1}{(4 - z)(1 - \frac{2 \sin \varepsilon \cos p}{4 - z})} &= \\ &= \frac{1}{4 - z} \left(1 + \frac{2 \sin \varepsilon \cos p}{4 - z} + \frac{4 \sin^2 \varepsilon \cos^2 p}{(4 - z)^2} + \dots + \frac{(2 \sin \varepsilon \cos p)^n}{(4 - z)^n} + \dots \right). \end{aligned} \quad (5.5)$$

Пользуясь представлением (5.5), вычислим функции Δ_{11} , Δ_{12} и Δ_{22} до порядка ε^2 , после чего

мы получим

$$\Delta(\varepsilon, z) = 1 - \frac{\beta + \gamma}{4 - z} + \frac{\beta\gamma}{(4 - z)^2} + \frac{2\beta + 3\gamma}{(4 - z)^3} \sin^2 \varepsilon + \frac{3\beta\gamma}{(4 - z)^4} \sin^2 \varepsilon + O(\varepsilon^4).$$

Несложные вычисления показывают, что нули функции $\Delta(\varepsilon, z)$ с точностью до $o(\varepsilon^2)$ имеют вид:

$$z_0(\varepsilon) = 4 - \beta - \frac{2}{\beta - \gamma} \sin^2 \varepsilon, \quad z_1(\varepsilon) = 4 - \gamma - \frac{\beta - 3\gamma}{\gamma(\beta - \gamma)} \sin^2 \varepsilon.$$

Учитывая, что $\sin \varepsilon \sim \varepsilon$ при $\varepsilon \rightarrow 0$, мы получим утверждение теоремы 5.7.

Теорема 5.4. Для каждого $k_1 \in \mathbb{T}$ оператор $H_2^+(k_1)$ имеет единственное невырожденное собственное значение

$$z_2^+(k_1) = 4 - \sqrt{\gamma^2 + 4 \cos^2 \frac{k_1}{2}}$$

соответствующее собственной функции

$$f_2^+(p) = \frac{C}{4 - 2 \cos \frac{k_1}{2} \cos p - z_2^+(k_1)} \in L_2^+(\mathbb{T}),$$

где C произвольная константа.

Теперь мы изучаем спектральные свойства операторов $H_n^-(k_1), n \in \mathbb{N}$. Введем обозначения:

$$\mathbf{G}_0(k_1) = \{(\beta, \gamma) : \beta < 2 \cos \frac{k_1}{2}, \gamma < \cos \frac{k_1}{2}, (\beta - 2 \cos \frac{k_1}{2})(\gamma - \cos \frac{k_1}{2}) \geq \cos^2 \frac{k_1}{2}\},$$

$$\mathbf{G}_2(k_1) = \{(\beta, \gamma) : \beta > 2 \cos \frac{k_1}{2}, \gamma > \cos \frac{k_1}{2}, (\beta - 2 \cos \frac{k_1}{2})(\gamma - \cos \frac{k_1}{2}) > \cos^2 \frac{k_1}{2}\},$$

$$\mathbf{G}_1(k_1) = \{(\beta, \gamma) : (\beta, \gamma) \in \mathbf{G}_2(k_1) \setminus \mathbf{G}_0(k_1)\}.$$

Теорема 5.5. (i) Пусть $k_1 \in \mathbb{T}$ и $(\beta, \gamma) \in \mathbf{G}_0(k_1)$, тогда оператор $H_0^-(k_1)$ не имеет собственных значений, вне непрерывного спектра.

(ii) Для любого $(\beta, \gamma) \in \mathbf{G}_1(k_1)$ оператор $H_0^-(k_1)$ имеет единственное невырожденное собственное значение, лежащее ниже непрерывного спектра.

(iii) Если $(\beta, \gamma) \in \mathbf{G}_2(k_1)$, тогда оператор $H_0^-(k_1)$ имеет два собственных значения лежащие ниже непрерывного спектра.

Доказательство. Рассмотрим уравнение для собственных значений $G_1^-(k_1, m(k_1))f = \lambda f$. Это уравнение эквивалентно уравнению

$$(G^-(k_1, m(k_1))f)(p) = \frac{2}{\omega(k_1)} \int_{\mathbb{T}^2} \frac{1}{1 - \cos t} (\beta \varphi_1^-(p) \varphi_1^-(q) (\varphi_1^-(t))^2 + \sqrt{\beta\gamma} (\varphi_1^-(p) \varphi_2^-(q) + \varphi_2^-(p) \varphi_1^-(q)) \varphi_1^-(t) \varphi_2^-(t) + 2\gamma \varphi_2^-(p) \varphi_2^-(q) (\varphi_2^-(t))^2) dt] f(q) dq = \lambda f(p). \quad (5.6)$$

Пользуясь равенствами

$$\int_{\mathbb{T}} \frac{(\varphi_1^-(t))^2}{1 - \cos t} dt = \frac{1}{\pi} \int_{\mathbb{T}} \frac{\sin^2 t}{1 - \cos t} dt = 2, \quad \int_{\mathbb{T}} \frac{\varphi_1^-(t) \varphi_2^-(t)}{1 - \cos t} dt = \frac{1}{\pi} \int_{\mathbb{T}} \frac{\sin t \sin 2t}{1 - \cos t} dt = 2,$$

$$\int_{\mathbb{T}} \frac{(\varphi_2^-(t))^2}{1 - \cos t} dt = \frac{1}{\pi} \int_{\mathbb{T}} \frac{\sin^2 2t}{1 - \cos t} dt = 4.$$

Получим, что

$$\frac{2}{\omega(k_1)} \int_{\mathbb{T}} [2\beta\varphi_1^-(p)\varphi_1^-(q) + 2\sqrt{\beta\gamma}(\varphi_1^-(p)\varphi_2^-(q) + \varphi_2^-(p)\varphi_1^-(q)) + 8\gamma\varphi_2^-(p)\varphi_2^-(q)] f(q) dq = \lambda f(p).$$

Введя обозначение $c_i = (f, \varphi_i^-)$, $i = 1, 2$ получим следующий вид для собственной функции $f(p)$:

$$f(p) = \frac{1}{4\lambda \cos \frac{k_1}{2}} [\beta c_1 \varphi_1^-(p) + \sqrt{\beta\gamma} (c_2 \varphi_1^-(p) + c_1 \varphi_2^-(p)) + 2\gamma c_2 \varphi_2^-(p)]. \quad (5.7)$$

Подставляя (5.7) в $c_i = (f, \varphi_i^-)$, $i = 1, 2$ получим однородное уравнение относительно c_1 и c_2 :

$$\begin{cases} 2\lambda c_1 \cos \frac{k_1}{2} - \beta c_1 - \sqrt{\beta\gamma} c_2 = 0 \\ -\sqrt{\beta\gamma} c_2 + 2\lambda c_2 \cos \frac{k_1}{2} - 2\gamma c_2 = 0 \end{cases}$$

Это уравнение имеет ненулевое решение тогда и только тогда, когда определитель

$$\Delta(\lambda) = \begin{vmatrix} 2\lambda \cos \frac{k_1}{2} - \beta & -\sqrt{\beta\gamma} \\ -\sqrt{\beta\gamma} & 2\lambda \cos \frac{k_1}{2} - 2\gamma \end{vmatrix} = (\lambda \cos \frac{k_1}{2})^2 - (\beta + 2\gamma)\lambda \cos \frac{k_1}{2} + \beta\gamma = 0 \quad (5.8)$$

равен нулю. Уравнения (5.8) имеет две решение т.е.

$$\lambda_1 = \frac{\beta + 2\gamma + \sqrt{\beta^2 + 4\gamma^2}}{2 \cos \frac{k_1}{2}}, \quad \lambda_2 = \frac{\beta + 2\gamma - \sqrt{\beta^2 + 4\gamma^2}}{2 \cos \frac{k_1}{2}}.$$

Решая неравенству

$$\begin{cases} \beta + 2\gamma > 2 \cos \frac{k_1}{2} \\ \frac{\beta + 2\gamma - \sqrt{\beta^2 + 4\gamma^2}}{2 \cos \frac{k_1}{2}} > 1 \end{cases} \quad \text{и} \quad \begin{cases} \beta + 2\gamma < 2 \cos \frac{k_1}{2} \\ \frac{\beta + 2\gamma - \sqrt{\beta^2 + 4\gamma^2}}{2 \cos \frac{k_1}{2}} \leq 1 \end{cases}$$

получим множества $\mathbf{G}_i(k_1)$, $i = 1, 2, 3$, что доказывает теорему.

Теорема 5.6. (i) Пусть $k_1 \in \mathbb{T}$ и $\gamma > \cos \frac{k_1}{2}$ оператор $H_1^-(k_1)$ имеет единственное невырожденное собственное значение

$$z_1^-(k_1) = 4 - \gamma - \frac{1}{\gamma} \cos^2 \frac{k_1}{2},$$

соответствующее собственной функции

$$f_1^-(p) = \frac{C \sin p}{4 - 2 \cos \frac{k_1}{2} \cos p - z_1^-(k_1)} \in L_2^-(\mathbb{T}),$$

где C произвольная константа.

(ii) Оператор $H_1^-(k_1)$ не имеют собственных значений вне непрерывного спектра при $\gamma < \cos \frac{k_1}{2}$.

(iii) Если $\gamma = \cos \frac{k_1}{2}, k_1 \in [0, \pi)$, то левый край существенного спектра $m(k_1) = 4 - 2 \cos \frac{k_1}{2}$ является виртуальном уровнем оператора $H_1^-(k_1)$.

В случае $\gamma = \cos \frac{k_1}{2}$ уравнения Шредингера $H_1^-(k_1)\varphi = m(k_1)\varphi$ имеет нетривиальное решение

$$\varphi(p) = \frac{\sin p}{1 - \cos p}$$

которое не принадлежит в $L_2^-(\mathbb{T})$.

Теорема 5.7. Существует $\delta > 0$ такое что, при всех $\varepsilon \in (0, \delta)$ оператор $H_0^-(\pi - 2\varepsilon)$ имеет два различные невырожденные собственные значения $z_1^-(\varepsilon)$ и $z_2^-(\varepsilon)$, имеющие асимптотики

$$\begin{aligned} z_1^-(\varepsilon) &= z_1 - \frac{1}{\beta - \gamma} \varepsilon^2 + O(\varepsilon^4), \quad \varepsilon \rightarrow 0, \\ z_2^-(\varepsilon) &= z_2 - \frac{2 + \beta}{\gamma(\gamma - \beta)} \varepsilon^2 + O(\varepsilon^4), \quad \varepsilon \rightarrow 0. \end{aligned}$$

6 Заключение

Из теорем 5.2-5.6 вытекают следующие утверждения.

Теорема 6.1. (i) Существует $\delta > 0$ такое, что, при всех $\varepsilon \in (0, \delta)$ оператор $H(\pi - 2\varepsilon, \pi)$ имеет два различные невырожденные собственные значения, лежащие в окрестности $z_1(\pi, \pi) = 4 - \beta$, имеющие асимптотики

$$\begin{aligned} z_{(1,0)}^+(\pi - 2\varepsilon, \pi) &= z_1(\pi, \pi) - \frac{2}{\beta - \gamma} \varepsilon^2 + O(\varepsilon^4), \quad \varepsilon \rightarrow 0, \\ z_{(1,1)}^-(\pi - 2\varepsilon, \pi) &= z_1(\pi, \pi) - \frac{1}{\beta - \gamma} \varepsilon^2 + O(\varepsilon^4), \quad \varepsilon \rightarrow 0. \end{aligned}$$

(ii) Существует $\delta > 0$ такое что, при всех $\varepsilon \in (0, \delta)$ оператор $H(\pi - 2\varepsilon, \pi)$ имеет четыре различных невырожденных собственных значения, лежащих в окрестности $z_1(\pi, \pi) = 4 - \gamma$, имеющих асимптотики

$$\begin{aligned} z_{(2,0)}^-(\pi - 2\varepsilon, \pi) &= z_2(\pi, \pi) - \frac{2 + \beta}{\gamma(\gamma - \beta)} \varepsilon^2 + O(\varepsilon^4), \quad \varepsilon \rightarrow 0, \\ z_{(2,1)}^+(\pi - 2\varepsilon, \pi) &= z_2(\pi, \pi) - \frac{\beta - 3\gamma}{\gamma(\beta - \gamma)} \varepsilon^2 + O(\varepsilon^4), \quad \varepsilon \rightarrow 0, \\ z_{(2,1)}^-(\pi - 2\varepsilon, \pi) &= z_2(\pi, \pi) - \frac{1}{\gamma} \varepsilon^2 + O(\varepsilon^4), \quad \varepsilon \rightarrow 0, \\ z_{(2,2)}^+(\pi - 2\varepsilon, \pi) &= z_2(\pi, \pi) - \frac{4}{\gamma + \sqrt{\gamma^2 + 4\varepsilon^2}} \varepsilon^2 + O(\varepsilon^4), \quad \varepsilon \rightarrow 0. \end{aligned}$$

Замечание 6.2. Собственных значения $z_{(2,1)}^-(\pi - 2\varepsilon, \pi)$ и $z_{(2,2)}^+(\pi - 2\varepsilon, \pi)$ точно вычислены в теоремах 5.4 и 5.6.

Литература:

1. Маматов Ш.С., Минлос Р.А. Связанные состояния двухчастичного кластерного оператора. ТМФ. Т.79, N 2, 163-179, (1989).
2. Minlos R.A., Mogilner A.I. Some problems concerning spectra of lattice models. In Schrodinger operators: Standard and Nonstandard (eds. P.Exner, P.Sebe). World. Scientific. Singapor. 1989.
3. Howland J.S. Puiseux Series for Resonances at an Embedded Eigenvalue. PacificJ. Math. V.55, 157-176, (1974).
4. Абдуллаев Ж.И. Связанные состояния системы двух фермионов на одномерной решетке. ТМФ. Т.147, 1, 36-47, (2006).
5. Абдуллаев Ж.И. Теория возмущений для двухчастичного оператора Шредингера на решетке. ТМФ. Т.145, 1, 212-220, (2005).
6. M. Reed and B. Simon. Методы современной математической физики. IV: Анализ операторов. М.: Мир. 1982.
7. Абдуллаев Ж.И. Принцип Бирмана-Швингера оператора Шредингера на решетке. Вестник СамГУ. N 5, 6-14, (2014).

J.I. Abdullayev, B.U. Mamirov PANJARADAGI IKKI FERMIONLI SISTEMAGA MOS SHRYODINGER OPERATORI XOS QIYMATLARINING ASIMPTOTIK HOLATLARTI

Ikki o'lchamli panjarada ikki fermionli sistemaga mos Hamiltonian qaralgan bo'lib, ma'lum tipdagi potentsiallar uchun sistemaning bog'langan holatlari mavjudligi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: Hamiltonian, bog'langan holat, Shryodinger operatori, to'la kvaziimpuls, xos qiymat, qo'zg'alishlar nazariyasi, Birman-Shvinger prinsipi.

J.I. Abdullayev, B.U. Mamirov THE ASYMPTOTIC BEHAVIOR OF THE EIGENVALUES OF THE OPERATOR SCHRÖDINGER CORRESPONDING SYSTEM OF TWO FERMIONS ON A LATTICE

The Hamiltonian of a system of two fermions on a two-dimensional lattice is considered and shown the existence of bound states for some potentials.

Keywords: Hamiltonian, bound state, Schrödinger operator, total quasimomentum, eigenvalue, theory perturbation, Birman-Schwinger principle.

UDK 517.51

ON ESTIMATES OF THE BEST APPROXIMATIONS OF FUNCTIONS WITH DERIVATIVE OF GENERALIZED FINITE VARIATION BY RATIONAL ONES

A.Khatamov, E.Norqulov
Samarkand State University

Abstract. The article is devoted to the exact (in the sense of the order of smallness) estimates of the best rational approximations of functions with derivative of generalized finite variation given on a finite segment of the straight line in uniform and integral metrics.

Keywords: exact estimate, spline function, spline approximation, generalized finite variation, rational approximations of functions, in uniform and integral metrics.

1. Introduction

The report devoted to the exact in the sense of the order of smallness estimates (ESOSE) of the best rational approximations of functions with derivative of generalized finite variation (FDGFV) given on a finite segment of the straight line in uniform and integral metrics. They are analogs of the results of the article [1] of the first author, where the ESOSE for the best spline approximations of functions with derivative of generalized finite variation in uniform and integral metrics are established. Besides, these

results are distribution of the results of the article [2] of N.Sh.Zagirov to functions with derivative of generalized finite variation.

2. Some definitions and notations. Let N be the set of all natural numbers, $Z_+ = N \cup \{0\}$, let $\Delta = [\alpha, b]$ be a finite segment of the straight line, $|\Delta| = b - \alpha$, $f(x)$ is a measurable by Lebesgue real-valued on the segment Δ function, let $L_p(\Delta)$ be the space of all measurable by Lebesgue real-valued on the segment Δ functions f whose p th power is integrable. The space is equipped with the quasi-norm

$$\|f\|_{p,\Delta} := \left\{ \int_{\Delta} |f(x)|^p dx \right\}^{1/p} \quad (0 < p < \infty),$$

$$\|f\|_{\infty,\Delta} := \text{esssup}\{|f(x)| : x \in \Delta\} \quad (p = \infty).$$

Let $\Phi(u)$ be a continuous, increasing, convex to down function, defined on the interval $[0, \infty)$ and such that $\Phi(0) = 0$. For the function $f(x)$, defined and finite on the segment Δ , the value

$$V_{\Phi}(f, \Delta) := \sup \left\{ \sum_{k=0}^{n-1} \Phi(|f(x_{k+1}) - f(x_k)|) \right\},$$

where the upper band is taken over all possible partitions $a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b, n = 1, 2, \dots$, of the segment Δ , is called its Φ -variation ([3]).

Let be $M = \text{const} > 0, r \in Z_+, V_{\Phi}^{(r)}(M, \Delta)$ is the set of all functions f whose r th order derivative with bounded by number M Φ -variation on the segment Δ , i.e.

$$V_{\Phi}^{(r)}(M, \Delta) = \{f : V_{\Phi}(f^{(r)}, \Delta) \leq M\} \quad (f^{(0)}(x) \equiv f(x)).$$

We denote by $V(f^{(r)}, \Delta)$ the value of $V_{\Phi}(f^{(r)}, \Delta)$ at $\Phi(u) = u$, i.e. $V(f^{(r)}, \Delta)$ is the full variation of the function $f^{(r)}$ on the segment Δ , and $V^{(r)}(M, \Delta) = \{f : V(f^{(r)}, \Delta) \leq M\}$.

The value

$$x(f, n) := \sup \left\{ \sum_{k=0}^{n-1} |f(x_{k+1}) - f(x_k)| : a \leq x_0 \leq x_1 \leq \dots \leq x_n \leq b \right\}$$

is called a modulus of variation of the function f on a Δ ([4],[5]).

A function s is called a polynomial spline (or shorter spline) of degree m of minimal defect (or of defect 1) with arbitrary free $n + 1$ knots $a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$ on a segment Δ if

- 1) s is polynomial of the degree non-exceeding m on each segment $[x_k, x_{k+1}], k = 0, 1, \dots, n - 1$;
- 2) the $(m-1)$ th order derivative of the function s is continuous on the segment Δ .

We denote by $S(m, n, \Delta)$ the set of all splines of minimal defect with arbitrary free $n + 1$ knots on a segment Δ and for $0 < p \leq \infty$ by $s_n^m(f, \Delta)_p$ – the least deviation of a function f from the splines $s \in S(m, n, \Delta)$ with respect to the quasi-norm of the space $L_p(\Delta)$, i.e.

$$s_n^m(f, \Delta)_p := \inf \{ \|f - s\|_{p,\Delta} : s \in S(m, n, \Delta) \}.$$

By $R_n(f, \Delta)_p$ we denote the least deviation of a function f with finite Φ -variation from the set R_n of all rational functions of the order non-exceeding n , i.e.

$$R_n(f, \Delta)_p := \inf \{ \|f - g\|_{p,\Delta} : g \in R_n \}.$$

By analogy we can define the same value with respect to the uniform norm which we denote by $R_n(f, \Delta)$. Generally in the all values like $R_n(f, \Delta)_p$ the subscript p is omitted if instead of $L_p(\Delta)$ quasi-norm we use uniform norm.

Let

$$R_n(V_{\Phi}^{(r)}(M, \Delta))_p := \sup \{ R_n(f, \Delta)_p : f \in V_{\Phi}^{(r)}(M, \Delta) \}.$$

If in the two last definitions the rational functions $g \in R_n$ to change by the polynomials of the degree $\leq n$, we have values $E_n(f, \Delta)_p, E_n(V_{\Phi}^{(r)}(M, \Delta))_p$. In case of $r = 0$ in last notation the superscript (r) will be omitted.

Throughout this paper, $C(\beta_1, \beta_2, \dots), C_1(\beta_1, \beta_2, \dots), \dots$ denotes positive constants which depend only on the parameters indicated in parenthesis and on the subscripts, and $C, C_1, \dots$ – positive absolute constants.

2. Main results. From the Jackson type theorems (see.[6]) for $p \geq 1, n \in N$ follows that $E_n(V^{(r)}(M, \Delta))_p \approx n^{-r-(1/p)}$. In the article [2] by Zagirov N.Sh. was established the following theorems:

Theorem 1.

For any bounded and measurable by Lebesgue on the segment $I = [0,1]$ function f for $0 < p < \infty$ we have

$$R_n(f, I)_p \leq C_2(p)x(f, n)/n. \quad (1)$$

In [2] it is also shown that the estimate (1) is the exact in the sense of the order of smallness.

Theorem 2. For each positive number p as $n \rightarrow \infty$ we have $R_n(V_\Phi(M, \Delta))_p \asymp \Phi^{-1}(M/n)$.

More exactly,

$$R_n(V_\Phi(M, \Delta))_p \leq C_2(p)|\Delta|^{1/p}\Phi^{-1}(M/n),$$

$$R_n(V_\Phi(M, \Delta))_p \geq C_3(p)|\Delta|^{1/p}\Phi^{-1}(M/n).$$

$$n = 1, 2, \dots, C_3(p) = 0,01 \cdot 6^{-1/p}.$$

The following theorems are analogs of Theorem 1 and Theorem 2 for functions f with bounded r th derivative and $f \in V_\Phi^{(r)}(M, \Delta)$ respectively. Also these theorems are the main results of this article.

Theorem 3. If for $r \in \mathbb{N}$ $f^{(r)}$ is bounded on a segment Δ , then for any $p, 0 < p \leq \infty, n \in \mathbb{N}, n \geq r + 2$

$R_n(f, \Delta)_p \leq C_4(r)|\Delta|^{r+(1/p)}x(f^{(r)}, n)/n^{r+1}$. In the other hand, for each $n \in \mathbb{N}$ and $r \in \mathbb{N}$ there exist a function $f = f_{n,r} \in$

$V_\Phi^{(r)}(M, \Delta)$ with continuous on a segment Δ derivative $f^{(r)}$ and such that

$$R_n(f, \Delta)_p \geq C_1(r, p)|\Delta|^{r+(1/p)}x(f^{(r)}, n)/n^{r+1},$$

where $C_1(r, p) = \{24r(12\pi r)^r[6(p+1)]^{1/p}\}^{-1}$ at $0 < p < \infty$ and $C_1(r, \infty) = \{24r(12\pi r)^r\}^{-1}$.

Theorem 4. For all $p, 0 < p \leq \infty, n \in \mathbb{N}, r \in \mathbb{N}$ the estimates

$$C_1(r, p)|\Delta|^{r+(1/p)}n^{-r}\Phi^{-1}(M/n) \leq R_n(V_\Phi^{(r)}(M, \Delta))_p$$

$$\leq C_4(r)|\Delta|^{r+(1/p)}n^{-r}\Phi^{-1}(M/n)$$

hold, where $C_4(r)$ and $C_1(r, p)$ are the values from Theorem 3.

3. Proofs of Theorems 3 and 4. 3.1. The first we prove the upper estimates of Theorems 3 and 4. By this aim we introduce the Sobolev class $W_q^r[a, b]$ of the all functions f such that $f^{(r-1)}$ is absolutely continuous on a segment $\Delta = [a, b]$ and $f^{(r)} \in L_q[a, b]$. Further, we use following theorem of P.P. Petrushev ([7], [8], [9]).

Theorem 5. If $f \in W_q^r[a, b], a > 0, m \in \mathbb{N}$ then the estimates $R_n(f, \Delta)_p \leq$

$$C_1(p, q, r, a)|\Delta|^{r+(1/p)-(1/q)}n^{-r-a}\sum_{v=0}^n(v+1)^{a-1}R_v(f^{(r)}, \Delta)_q, n \geq r$$

and

$$R_n(f, \Delta)_p \leq$$

$$C_2(p, q, r, a, m)|\Delta|^{r+(1/p)-(1/q)}n^{-r-a}\sum_{v=1}^nv^{a-1}S_v^{m-1}(f^{(r)}, \Delta)_q, n \geq r + m - 1 \quad (2)$$

hold in the following situations:

- 1) $r = 1, 1 \leq p < \infty, q = 1$;
- 2) $r = 1, p = \infty, 1 < q \leq \infty$;
- 3) $r \geq 2, p = \infty, q = 1$.

If f is any function with finite r th order derivative $f^{(r)} (r \geq 1)$ on the finite segment Δ , then from Theorem 1 of the article [1] of the author, where the ESOSE for the best spline approximations are established, it follows that for any $0 < q < \infty, n \in \mathbb{N}$ estimate

$$S_n^1(f^{(r)}, \Delta)_q \leq 5|\Delta|^{1/q}x(f^{(r)}, n)/n \quad (3)$$

holds. Taking into account the inequalities (3) and (2) of the situation 2) of Theorem 5 at $r = 1, n \geq 2, a = 3, q = 2$ we obtain

$$R_n(f, \Delta) \leq C_3|\Delta|^{1/2}n^{-4}\sum_{v=1}^nv^2S_v^1(f', \Delta)_2 \leq 5C_3|\Delta|n^{-4}\sum_{v=1}^nvx(f', v) \leq 10C_3|\Delta|n^{-2}x(f', n). \quad (4)$$

Let now $r \geq 2$ any natural number, $q = 1$ and f any function having bounded r th order derivative on the segment Δ . Then from (3) at all $n \in \mathbb{N}$ we have

$$S_n^1(f^{(r)}, \Delta)_1 \leq 5|\Delta|x(f^{(r)}, n)/n. \quad (5)$$

Taking into account of (5) from inequality (2), accomplishing in situation 3) of Theorem 5, for $a = 3, n \geq r + 1$, we have

$$R_n(f, \Delta) \leq C_5(r)|\Delta|^{r-1}n^{-r-3} \sum_{v=1}^n v^2 S_v^1(f^{(r)}, \Delta)_1 \leq 5C_5(r)|\Delta|^r n^{-r-1} x(f^{(r)}, n). \quad (6)$$

Inequalities (4) and (6) give us the upper estimate of Theorem 3. The upper estimate of Theorem 4 easily follows from the upper estimate of Theorem 3 and inequality

$$x(f^{(r)}, n) \leq n\phi^{-1}(M/n),$$

which valid for any $f \in V_\phi^{(r)}(M, \Delta)$ and can be established by following way: for arbitrary partition

$$a \leq x_0 \leq x_1 \leq \dots \leq x_n \leq b \text{ using convexity in down property of the function } \phi, \text{ we get}$$

$$\sum_{k=0}^{n-1} |f^{(r)}(x_{k+1}) - f^{(r)}(x_k)| = n\phi^{-1}\{\phi[1/n \sum_{k=0}^{n-1} |f^{(r)}(x_{k+1}) - f^{(r)}(x_k)|]\} \leq n\phi^{-1}\{1/n \sum_{k=0}^{n-1} \phi[|f^{(r)}(x_{k+1}) - f^{(r)}(x_k)|]\} \leq n\phi^{-1}[V_\phi(f^{(r)}, \Delta)/n] \leq n\phi^{-1}(M/n). \quad (7)$$

3.2. Proofs of lower estimates of Theorems 3 and 4.

Proposition 1. For arbitrary $r \in N, n \in N$ the function

$$f(x) = f_{n,r,\phi}(x) = (1/2) (12\pi rn)^{-r} \phi^{-1}[M / (12rn)] \sin(12\pi rn x), \text{ where } \phi \text{ and } M \text{ the function and constant from Theorem 4, such that } f \in V_\phi^{(r)}(M, I) \text{ and for any } p, 0 < p \leq \infty$$

$$R_n(f, I)_p \geq \{24r(12\pi r)^r [6(p+1)]^{1/p}\}^{-1} n^{-r} \phi^{-1}(M/n).$$

Proof of Proposition 1. Let r be an even natural number. Then

$$f^{(r)}(x) = [(-1)^{r/2}/2] \phi^{-1}[M/(12rn)] \sin(12\pi rn x).$$

We prove that $f \in V_\phi^{(r)}(M, I)$. Indeed, in the points $x_k = k/(12rn) \in I, k = \overline{0, 12rn}$ the function

$$f^{(r)}(x) \text{ equal to zero and in the points } y_k = [k + (1/2)]/(12rn) \in I, k = \overline{0, 12rn - 1}, f^{(r)}(y_k) = [(-1)^{k+(r/2)}/2] \phi^{-1}[M/(12rn)]. \text{ Hence,}$$

$$V_\phi(f^{(r)}, I) = \phi(|f^{(r)}(y_0) - f^{(r)}(0)|) + \sum_{k=1}^{12rn-1} \phi(|f^{(r)}(y_k) - f^{(r)}(y_{k-1})|) + \phi(|f^{(r)}(1) - f^{(r)}(y_{12rn-1})|) = 2\phi\{(1/2)\phi^{-1}[M/(12rn)]\} + (12rn - 1)\phi\{\phi^{-1}[M/(12rn)]\} \leq M, \text{ i.e. } f \in V_\phi^{(r)}(M, I). \text{ If } r \text{ be any odd natural number, then}$$

$$f^{(r)}(x) = [(-1)^{(r-1)/2}/2] \phi^{-1}[M/(12rn)] \cos(12\pi rn x).$$

So in the points $x_k = k/(12rn) \in I, k = \overline{0, 12rn}, f^{(r)}(x_k) = [(-1)^{k+(r-1)/2}/2] \phi^{-1}[M/(12rn)]$ and

in the points $y_k = [k + (1/2)]/(12rn) \in I, k = \overline{0, 12rn - 1}, f^{(r)}(y_k) = 0$. So

$$V_\phi(f^{(r)}, I) = \sum_{k=1}^{12rn-1} \phi(|f^{(r)}(x_{k+1}) - f^{(r)}(x_k)|) = 12rn\phi\{\phi^{-1}[M/(12rn)]\} = M.$$

Hence, in the case of an odd number r $f \in V_\phi^{(r)}(M, I)$ too.

Further, we prove the lower estimate of Proposition 1 for $R_n(f, I)_p$. Obviously that the points $x_k = k/(12rn) \in I, k = \overline{0, 12rn}$ are all zeros of the function f on the segment I . So the function f has $12rn + 1$ sites of monotony in the segment I . Let R be any rational function of order does not exceed n . The number of zeros of the function R' does not exceed $2n - 1$. Thus, the sites of monotony of the function R on the segment I do not exceed $2n$. Set

$$\Delta_j := [x_{3j-3}, x_{3j}], j = \overline{1, 4rn}; \delta_k := [x_k, x_{k+1}], k = \overline{0, 12rn - 1}.$$

Denote by Δ'_j the segments Δ_j , inside of which R monotone, and the segments Δ_j , inside of which is offended the monotony of the function R we denote by Δ''_j . Obviously, the number of the segments Δ''_j does not exceed $2n - 1$. So the number of segments Δ'_j is not less $2n(2r - 1) + 1 > 2nr$. Since inside of the each segment Δ'_j the function R is monotone, then there exists at least one segment $\delta_k \subset \Delta'_j$ such that in all points of which the inequality $f(x)R(x) \leq 0$ holds. Thus for any segment Δ'_j and $0 < p < \infty$ we have

$$\begin{aligned} \left\{ \int_{\Delta_j} |f(x) - R(x)|^p dx \right\}^{1/p} &\geq \left\{ \int_{x_k}^{x_{k+1}} |f(x)|^p dx \right\}^{1/p} = \\ (1/2)(12\pi rn)^{-r} \phi^{-1}[M/(12rn)] &\left\{ \int_{k/(12rn)}^{(k+1)/(12rn)} |\sin(12\pi rn x)|^p dx \right\}^{1/p} = \\ (1/2)(12\pi rn)^{-r-(1/p)} \phi^{-1}[M/(12rn)] &\left\{ \int_{k\pi}^{(k+1)\pi} |\sin y|^p dy \right\}^{1/p} \geq \\ (1/2)[\pi/(p+1)]^{1/p} (12\pi rn)^{-r-(1/p)} &\phi^{-1}[M/(12rn)]. \end{aligned}$$

Thereby with account of the number of the segments Δ_j and the convexity to up property of the function ϕ^{-1} it is easy to get the following inequalities

$$\|f - R\|_{p,I} \geq$$

$$\left\{ \sum_{\Delta_j} \int_{\Delta_j} |f(x) - R(x)|^p dx \right\}^{1/p} \geq \{24r(12\pi r)^r [6(p+1)]^{1/p}\}^{-1} n^{-r} \phi^{-1}(M/n). \quad (8)$$

Passing to limit as $p \rightarrow \infty$ in the last inequality, we get

$$\|f - R\|_{c(I)} \geq \{24r(12\pi r)^r\}^{-1} n^{-r} \phi^{-1}(M/n). \quad (9)$$

From (8) and (9) it follows the lower estimate of Proposition 1. Proposition 1 is proved.

Proposition 2 For each finite segment $\Delta = [a, b]$ and any $r \in \mathbb{N}, n \in \mathbb{N}$ the function $f(x) = f_{n,r,a,b,\phi}(x) = (1/2)[(12\pi rn)/|\Delta|]^{-r} \phi^{-1}[M/(12rn)] \sin\{12\pi rn[(x-a)/|\Delta|]\}$, where ϕ and M from Theorem 4, has the following properties:

a) $f \in V_{\phi}^{(r)}(M, \Delta)$;

b) for any $p, 0 < p \leq \infty$ the estimate

$$R_n(f, \Delta)_p \geq \left\{ 24r(12\pi r)^r [6(p+1)]^{\frac{1}{p}} \right\}^{-1} |\Delta|^{r+(1/p)} n^{-r} \phi^{-1}(M/n)$$

holds.

Proof of proposition 2. Since for any even number r

$$f^{(r)}(x) = [(-1)^{r/2}/2] \phi^{-1}[M/(12rn)] \sin\{12\pi rn[(x-a)/|\Delta|]\}.$$

and in the points $x_k = a + [k/(12rn)]|\Delta|, k = \overline{0, 12rn}$; $y_k = a + \{[k + (1/2)]/(12rn)\}|\Delta|, k = \overline{0, 12rn-1}$, we have $f^{(r)}(x_k) = 0, f^{(r)}(y_k) = [(-1)^{k+(r/2)}/2] \phi^{-1}[M/(12rn)]$, then $V_{\phi}(f^{(r)}, \Delta) = \phi(|f^{(r)}(y_0) - f^{(r)}(a)|) + \sum_{k=1}^{12rn-1} \phi(|f^{(r)}(y_k) - f^{(r)}(y_{k-1})|) + \phi(|f^{(r)}(b) - f^{(r)}(y_{12rn-1})|) = 2\phi\{(1/2)\phi^{-1}[M/(12rn)]\} + (12rn-1)\phi\{\phi^{-1}[M/(12rn)]\} \leq M$, i.e. $f \in V_{\phi}^{(r)}(M, \Delta)$.

Let now r be an odd number. Then

$$f^{(r)}(x) = [(-1)^{(r-1)/2}/2] \phi^{-1}[M/(12rn)] \cos\{12\pi rn[(x-a)/|\Delta|]\}.$$

and in the points $x_k = a + [k/(12rn)]|\Delta|, k = \overline{0, 12rn}$; $y_k = a + \{[k + (1/2)]/(12rn)\}|\Delta|, k = \overline{0, 12rn-1}$, we have $f^{(r)}(x_k) = [(-1)^{k+(r-1)/2}/2] \phi^{-1}[M/(12rn)], f^{(r)}(y_k) = 0$. Hence, $V_{\phi}(f^{(r)}, \Delta) = \sum_{k=1}^{12rn-1} \phi(|f^{(r)}(x_{k+1}) - f^{(r)}(x_k)|) = 12rn\phi\{\phi^{-1}[M/(12rn)]\} = M$,

which means that property a) of Proposition 2 is proved for any natural number r . Now we prove the property b) of Proposition 2. Using Proposition 2 we get

$$R_n(f, \Delta)_p = \inf_{R \in R_n} \left\{ \int_{\Delta} |f(x) - R(x)|^p dx \right\}^{1/p} = \inf_{R \in R_n}$$

$$\left\{ \int_{[0,1]} |(1/2)[(12\pi rn)/|\Delta|]^{-r} \phi^{-1}[M/(12rn)] \sin(12\pi rny) - R(a + |\Delta|y)|^p |\Delta| dy \right\}^{1/p} \geq \left\{ 24r(12\pi r)^r [6(p+1)]^{1/p} \right\}^{-1} |\Delta|^{r+(1/p)} n^{-r} \phi^{-1}(M/n).$$

Proposition 2 is proved.

From Proposition 2 immediately follows the lower estimate of Theorem 4. And the lower estimate of Theorem 3 easily follows from Proposition 2 and inequality (7). The lower estimates of Theorems 3 and 4 are proved. Theorem 3 and 4 completely proved.

References

1. Khatamov A. On estimates of the best approximations of functions of generalized finite variation by polynomial splines.// Reports of the Acad.Sci. of Uzbekistan. 2012. No 6. P.8-9.
2. Zagirov N.Sh. On approximation of functions with generalized finite variation by rational ones.// Matem.Zametki.1982. V.32. No 5. P.657-668(in Russian).
3. Musielac J., Orlich W. On generalized variation (1).// Studia Math., 18, 1959. P. 11-41.
4. Chanturia Z.A. On absolute convergence of the Fourier series.// Matem.Zametki. 1975.V.18,No 2. P.185-192(in Russian).
5. Popov.V.A. On the connection between rational and spline approximation // C. R. Acad. Bulg.Sci. 1975.V.27, No 5. P.623-626.
6. Timan. A.F., Theory of Approximation of Function of Real Variable,GIFML,Moskov. 1960 (in Russian); English translation: Macmillan,New York,1963.
7. Petrushev P. Relations between rational and spline approximations// Acta Math. Sci. Hung., 44.P.61-83.
8. Petrushev P. Relations between rational and spline approximations in L_p metric // J.App. Theory, 50. P.141-159.
9. Petrushev P.P., Popov V.A., Rational approximation of real functions, Cambridge, Cambridge University Press, 1987. P.244-257.

A.Hotamov va E.Norqulov
HOSILALARI UMUMLASHGAN CHEKLI
VARIATSIYALI FUNKSIYALARNI
RATSIONAL FUNKSIYALAR BILAN ENG
YAXSHI YAQINLASHTIRISH BAHOLARI
HAQIDA

Maqola hosilalari umumlashgan chekli variatsiyali funktsiyalarni tu'ri chiziqning chekli oralig'ida tekis va integral metrikalarda kichiklik tartibi ma'nosida aniq eng yaxshi rational yaqinlashtirish baholariga bag'ishlangan.

Kalit so'zlar: aniq baho, splayn funksiya, splayn yaqinlashtirish, umumlashgan chekli variatsiya, funktsiyalarni ratsional yaqinlashtirish, tekis va integral metrikalarda.

А.Хатамов и Э.Норкулов
ОБ ОЦЕНКАХ НАИЛУЧШИХ
ПРИБЛИЖЕНИЙ ФУНКЦИЙ С
ОБОБЩЕННОЙ КОНЕЧНОЙ
ПРОИЗВОДНОЙ ПОСРЕДСТВОМ
РАЦИОНАЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ

Статья посвящена точным, в смысле порядка малости, оценкам наилучших рациональных приближений функций с производной, обобщенной конечной вариацией на конечном отрезке прямой в равномерной и в интегральных метриках.

Keywords: точные оценки, сплайн функция, сплайн приближения, обобщенная конечная вариация, наилучшие рациональные приближения функций в равномерной и интегральных метриках.

УДК 517.977

АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ОДНОЙ ИГРЫ ДВУХ ЛИЦ

А.Р. Маматов¹, Н.Н. Исроилова²

¹Самаркандское высшее автомобильное училище, заведующий кафедрой

²Самаркандский государственный университет, магистрант

E-mail: Squvondiq@mail.ru

Аннотация. Рассматривается задача перевода траектории динамической системы, управляемой двумя игроками из точки в терминальное множества. Эта задача исследована с помощью специальной негладкой задачи оптимизации. Используя связь между этими задачами, разработан алгоритм решения рассматриваемой задачи. Алгоритм основан на сравнение значений в специальных управлений задачи, двойственной к специальной негладкой задачи оптимизации.

Ключевые слова: игра, двойственная задача, опора, алгоритм.

1. Как известно [1], задачу о не пустоте множества планов задачи линейного программирования, можно решить с помощью специальной задачи линейного программирования (задача первой фазы). Аналогичная задача, возникающая в игровых задачах со связанными переменными исследована в работе [2]. В данной работе, используя результаты [2], предложен алгоритм решения одной линейной игры двух лиц (игроков).

2. Пусть на фиксированном отрезке времени $T = [0, t^*]$ поведение системы, управляемой двумя игроками (участниками), описывается дифференциальным уравнением [3-7]:

$$\dot{x} = Ax + bu + dv, \quad x(0) = x_0. \quad (1)$$

Здесь $x = x(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_n(t))$ – вектор состояния системы в момент t ; $u = u(t)$, $v = v(t)$, – значения управляющих воздействий первого и второго игроков, соответственно, в момент t ; A – заданная $n \times n$ постоянная матрица; b, d, x_0 – заданные n – векторы; (штрих)' – знак транспонирования.

Импульсная функция [3,8] $u = (u(t), t \in T)$ с множеством квантования $\bar{t} = \{\bar{t}_1, \bar{t}_2, \dots, \bar{t}_\eta\}$: $0 = \bar{t}_1 < \bar{t}_2 < \dots < \bar{t}_l < \bar{t}_{\eta+1} = t^*$, удовлетворяющая неравенствам

$$f_*(t) \leq u(t) \leq f^*(t), \quad t \in T,$$

называется управлением первого игрока. Здесь $f_*(t), f^*(t)$, $t \in T$, – заданные импульсные функции с множеством квантования $\bar{t}$.

Импульсная функция [3,8] $v = (v(t), t \in T)$ с множеством квантования $\bar{t} = \{\bar{t}_1, \bar{t}_2, \dots, \bar{t}_l\}$: $0 = \bar{t}_1 < \bar{t}_2 < \dots < \bar{t}_l < \bar{t}_{l+1} = t^*$, удовлетворяющая неравенствам

$$g_*(t) \leq v(t) \leq g^*(t), \quad t \in T,$$

называется управлением второго игрока. Здесь $g_*(t), g^*(t)$, $t \in T$, – заданные импульсные функции с множеством квантования $\bar{t}$.

Согласно теории дифференциальных уравнений каждой паре $\{u, v\}$ управлений игроков соответствует единственное непрерывное решение $x = (x(t), t \in T)$ уравнения (1) – траектория динамической системы.

Пусть H – заданная постоянная $m \times n$ матрица, g – заданный m вектор. Введем в рассмотрение терминальное множество $M = \{x \in R^n | Hx = g\}$.

Рассмотрим следующую игру (задачу). Два игрока, выбирают управления $u = (u(t), t \in T)$, $f_*(t) \leq u(t) \leq f^*(t)$, $t \in T$ и $v = (v(t), t \in T)$, $g_*(t) \leq v(t) \leq g^*(t)$, $t \in T$, поочередно, сначала первый игрок выбирает $u = (u(t), t \in T)$, затем, зная $u = (u(t), t \in T)$, второй игрок выбирает $v = (v(t), t \in T)$.

Цель первого игрока – выбором управления $u^0 = (u^0(t), t \in T)$, не допустить попадание траектории системы (1) в момент t^* во множество M , а цель второго игрока – выбором управления $v^0 = (v^0(t), t \in T)$, перевести траекторию системы (1) из точки x_0 во множество M при t^* .

3. Введем в рассмотрение максиминную задачу

$$J(u) = \min_v \sum_{i \in I} |h'_i x(t^*) - g_i| \rightarrow \max_u \quad (2)$$

$$\dot{x} = Ax + bu + dv, \quad x(0) = x_0.$$

$$f_*(t) \leq u(t) \leq f^*(t), g_*(t) \leq v(t) \leq g^*(t), \quad t \in T.$$

Здесь $I = \{1, 2, \dots, m\}$, h'_i – i – строка матрицы H ; g_i – i – компонента вектора g .

Теорема 1 [7]. Пусть $u^0 = (u^0(t), t \in T)$ – управление первого игрока в задаче (2), при которой $J(u^0) > 0$. Тогда ни при каких управлениях второго игрока, траектория системы (1) не попадает во множество M в момент t^* .

Теорема 2 [7]. Пусть, оптимальное значение критерия качества задачи (2) равно нулю. Тогда, для любого управления первого игрока $u = (u(t), t \in T)$, существует управление второго игрока $v = (v(t), t \in T)$, при котором траектория системы (1) в момент t^* попадает во множество M .

Теорема 3 [7]. Оптимальные значения критериев качеств задачи (2) и задачи

$$\Gamma(u) = \min_{v, \zeta, \zeta'} (e' \zeta + e' \zeta') \rightarrow \max_u$$

$$\dot{x} = Ax + bu + dv, \quad x(0) = x_0.$$

$$Hx(t^*) = g + \zeta - \varsigma, \quad (3)$$

$$f_*(t) \leq u(t) \leq f^*(t), g_*(t) \leq v(t) \leq g^*(t),$$

$t \in T$; $\zeta \geq 0, \varsigma \geq 0$; $e' = (1, 1, \dots, 1)$, совпадают.

Определим верхние границы для переменных ζ, ς :

$$\gamma_i = \max_{f_*(t) \leq u(t) \leq f^*(t), g_*(t) \leq v(t) \leq g^*(t), t \in T} |h'_i F(t^*)x_0 + \sum_{k \in K_1} \int_{\bar{\tau}_k}^{\bar{\tau}_{k+1}} h'_i F(t^*)F^{-1}(t)bu(t)dt + \sum_{k \in K} \int_{\bar{\tau}_k}^{\bar{\tau}_{k+1}} h'_i F(t^*)F^{-1}(t)dv(t)dt - g_i|, \quad i = \overline{1, m}.$$

Здесь $F(t), t \in T$ – решение системы: $\dot{F} = AF, F(0) = E, K = \{1, 2, \dots, l\}, K_1 = \{1, 2, \dots, \eta\}$.

Тогда задача (3) эквивалентна к задаче

$$\Gamma(u) = \min_{(v, \zeta, \varsigma) \in \Omega(u)} (e'\zeta + e'\varsigma) \rightarrow \max_{f_*(t) \leq u(t) \leq f^*(t)}, \quad (4)$$

$$\Omega(u) = \{(v, \zeta, \varsigma) \mid \sum_{k \in K_1} \int_{\bar{\tau}_k}^{\bar{\tau}_{k+1}} h'_i F(t^*)F^{-1}(t)bu(t)dt + \sum_{k \in K} \int_{\bar{\tau}_k}^{\bar{\tau}_{k+1}} h'_i F(t^*)F^{-1}(t)dv(t)dt = g_i - h'_i F(t^*)x_0 + \zeta_i + \varsigma_i, \\ 0 \leq \zeta_i \leq \gamma_i, 0 \leq \varsigma_i \leq \gamma_i, i = \overline{1, m}; g_*(t) \leq v(t) \leq g^*(t), t \in T\}$$

Таким образом, согласно теоремам 1 - 3, если (оптимальное) значение критерия качества задачи (4) положительно, то у первого игрока существует управление $u^0 = (u^0(t), t \in T)$, при котором траектория системы (1) не попадает в момент t^* во множество M . Если же оптимальное значение критерия качества задачи (4) равно нулю, то для любого управления первого игрока $u = (u(t), t \in T)$ существует управление второго игрока $v = (v(t), t \in T)$, при котором $\{u, v\}$ траектория системы (1) попадает в момент t^* во множество M .

Введем обозначения

$$\varphi(t) = HF(t^*)F^{-1}(t)b, \quad \varphi_1(t) = HF(t^*)F^{-1}(t)d, t \in T;$$

$$u = (u(\bar{\tau}_k), k \in K_1), \quad \omega = (v, \zeta, \varsigma), \quad v = (v(\bar{\tau}_k), k \in K).$$

Построим матрицы $\bar{A}, \bar{B}$ и векторы $\bar{f}_*, \bar{f}^*, \bar{g}_*, \bar{g}^*, \bar{d}$:

$$\bar{A} = \left(\int_{\bar{\tau}_k}^{\bar{\tau}_{k+1}} \varphi(t) dt, k \in K_1 \right), \left(\int_{\bar{\tau}_k}^{\bar{\tau}_{k+1}} \varphi_1(t) dt, k \in K : -E : E \right), \\ \bar{f}_* = (\bar{f}_{*k}, k = \overline{1, \eta}), \bar{f}^* = (\bar{f}_{*k}^*, k = \overline{1, \eta}), \bar{f}_* = f_*(\bar{\tau}_k), \bar{f}_k^* = f^*(\bar{\tau}_k), \\ k = \overline{1, \eta}, \bar{g}_* = (\bar{g}_{*k}, k = \overline{1, l+2*m}), \bar{g}^* = (\bar{g}_{*k}^*, k = \overline{1, l+2*m}), \quad (5) \\ \bar{g}_{*k} = g_*(\bar{\tau}_k), k = \overline{1, l}, \bar{g}_{*k} = 0, k = \overline{l+1, l+2*m}; \\ \bar{g}_k^* = g^*(\bar{\tau}_k), k = \overline{1, l}; \bar{g}_{l+k}^* = \gamma_k, k = \overline{1, m}, \\ \bar{d} = (\bar{d}_k, k = \overline{1, l+2*m}), \bar{d}_k = 0, k = \overline{1, l}, \bar{d}_k = 1, k = \overline{l+1, l+2*m}.$$

Тогда задача (4) принимает вид:

$$\Gamma(u) = \min_{\omega \in \Omega(u)} \bar{d}' \omega \rightarrow \max_{\bar{f}_* \leq u \leq \bar{f}^*}, \quad (6)$$

$$\Omega(u) = \{\omega \mid \bar{A}u + \bar{B}\omega = g - HF(t^*)x_0, \bar{g}_* \leq \omega \leq \bar{g}^*\}$$

4. Наряду с задачей (6) рассмотрим максиминную задачу

$$\Gamma_1(y, s, \xi) = \min_{(\lambda, v) \in \Lambda(y, s, \xi)} ((g - HF(t^*)x_0)'y + \bar{g}'_s s - \bar{g}^{*'} \xi + \bar{f}^{*'} \lambda - \bar{f}'_v v) \rightarrow \max_{(y, s, \xi) \in M}, \quad (7)$$

$$M = \{(y, s, \xi) \mid \bar{B}'y - \xi + s = \bar{d}, s \geq 0, \xi \geq 0\},$$

$$\Lambda(y, s, \xi) = \{(\lambda, v) \mid \bar{A}'y - v + \lambda = 0, v \geq 0, \lambda \geq 0\}.$$

Теорема 4 [2]. Оптимальные значения критериев качеств задач (6) и (7) совпадают.

Нетрудно видеть, что задачу (7) можно записать в виде

$$\Gamma(y, s, \xi) = \min_{(\lambda, v)} (g'y + \psi'(0)x_0 + \bar{g}'_s s - \bar{g}^{*'} \xi + \bar{f}^{*'} \lambda + \bar{f}'_v v) \rightarrow \max_{(y, s, \xi)}$$

$$\begin{aligned}
\dot{\psi} &= -A'\psi \\
\psi(t^*) &= -H'y, \\
-\int_{\bar{\tau}_k}^{\bar{\tau}_{k+1}} \psi'(t)ddt - \xi_k + s_k &= 0; \quad s_k \geq 0, \quad \xi_k \geq 0, k \in K \\
-y_k - \xi_k + s_k &= 1; k = \overline{l+1, l+m}; \quad y_k - \xi_k + s_k = 1; \\
&\quad k = \overline{l+m+1, l+2*m}, \\
s_k &\geq 0, \quad \xi_k \geq 0, \quad k = \overline{l+1, l+2*m}; \\
-\int_{\bar{\tau}_k}^{\bar{\tau}_{k+1}} \psi'(t)ddt - v_k + \lambda_k &= 0; \quad \lambda_k \geq 0, v_k \geq 0, \quad k \in K_1.
\end{aligned}$$

Задачу (7) назовем двойственной к задаче (6), вектор $(y, s, \xi) \in M$ - управлением первого игрока в задаче (7), вектор $(\lambda, v) \in \Lambda(y, s, \xi)$ - управлением второго игрока в задаче (7). соответствующим управлением первого игрока (y, s, ξ) .

Отметим, что следует различать игроков, участвующих в задачах (6) и (7).

Коуправлением задачи (6) будем называть вектор $\beta = (\delta, \Delta)$:

$$\delta' = y'\bar{B} - \bar{d}', \quad \Delta' = y'\bar{A}. \quad (8)$$

Управление $\omega \in \Omega(u)$ называется u -оптимальным управлением, если оно является решением задачи

$$\bar{d}'\omega \rightarrow \min_{\omega \in \Omega(u)}. \quad (9)$$

5. Пусть $u = (u(t), t \in T)$ управление первого игрока в задаче (6).

Множество $K_{\text{оп}} = K_{\text{оп}}(u) = \{k_1, k_2, \dots, k_m\} \subseteq \bar{K} = \{1, 2, \dots, l+2m\}$, называется опорой [8] задачи (9), если $\det \bar{B}(I, K_{\text{оп}}) \neq 0$.

По опоре $K_{\text{оп}}$ построим:

$$\begin{aligned}
\mu'(I) &= \bar{d}'(K_{\text{оп}})[\bar{B}(I, K_{\text{оп}})]^{-1}, \\
\Delta'(\bar{K}) &= \mu'(I)\bar{B}(I, \bar{K}) - \bar{d}'(\bar{K}), \\
\nabla'(J) &= \mu'(I)\bar{A}(I, J).
\end{aligned} \quad (10)$$

Согласно [8], справедлива

Теорема 5. Управление $\omega \in \Omega(u)$ является u -оптимальным управлением тогда и только тогда, когда существует такая опора $K_{\text{оп}}$, что для вектора $\Delta'(\bar{K})$, построенного по формуле (10) выполняются соотношения:

$$\begin{aligned}
\Delta_k \leq 0 \quad \omega_k = \bar{g}_{*k}; \quad \Delta_k \geq 0 \quad \omega_k = \bar{g}_k^*; \\
\Delta_k = 0 \quad \bar{g}_{*k} < \omega_k < \bar{g}_k^* \quad k \in K_{\text{н}} = \bar{K} \setminus K_{\text{оп}}.
\end{aligned} \quad (11)$$

Опору $K_{\text{оп}}$ назовем u -оптимальной опорой (соответствующей u -оптимальному управлению ω) в задаче (9), если на паре $\{\omega, K_{\text{оп}}\}$ справедливы соотношения (11).

Сформулируем теорему 1 из [10] в терминах задачи (6).

Теорема 6. Пусть $u = (u(t), t \in T)$, оптимальное управление первого игрока в задаче (6). Тогда существует u -оптимальная опора $K_{\text{оп}}$ задачи (9), при которой выполняются соотношения:

$$\begin{aligned}
\nabla_j \geq 0 \quad u(\tau_j) = f_*(\tau_j); \quad \nabla_j \leq 0 \quad u(\tau_j) = f^*(\tau_j); \\
\nabla_j = 0 \quad f_*(\tau_j) < u(\tau_j) < f^*(\tau_j), j \in J.
\end{aligned}$$

Условия

$$\begin{aligned}
\xi_k = \delta_k, s_k = 0, \quad \text{если } \delta_k \geq 0; \\
\xi_k = 0, s_k = -\delta_k, \quad \text{если } \delta_k < 0, k \in \bar{K}. \\
v_j = 0, \quad \lambda_j = -\nabla_j, \quad \text{если } \nabla_j < 0, j \in J = \{1, 2, \dots, \eta\},
\end{aligned} \quad (12)$$

назовем условиями согласования управлений игроков $(y, s, \xi), (\lambda, v)$ задачи (7) с коуправлением β .

Пару $\{\beta, K_{\text{оп}}\}$ из коуправления β и опоры $K_{\text{оп}}$ назовем опорным коуправлением задачи (6).

Псевдоуправлением второго игрока в задаче (6), соответствующим управлению первого

игрока $\bar{u} = (\bar{u}(t), t \in T)$ (коротко, $\bar{u}$ - псевдоуправлением) назовем функцию $\bar{\omega}$, на которой выполняется соотношение $\bar{A}u + \bar{B}\omega = g - HF(t^*)x_0$.

Управление первого игрока $\bar{u} = (\bar{u}(t), t \in T)$, $\bar{u}$ - псевдоуправление второго игрока $\bar{\omega}$ в задаче (6), соответствующие опорному коуправлению $\{\beta, K_{оп}\}$, построим следующим образом:

$$\begin{aligned} \bar{u}(\bar{t}_j) &= f_*(\bar{t}_j)\nabla_j > 0; \quad \bar{u}(\bar{t}_j) = f^*(\bar{t}_j)\nabla_j < 0; \\ \bar{u}(\bar{t}_j) &= f, f \in [f_*(\bar{t}_j), f^*(\bar{t}_j)]\nabla_j = 0, \quad j \in J; \\ \bar{\omega}_k &= \bar{g}_{*k}\delta_k > 0; \quad \bar{\omega}_k = g_k^*\delta_k < 0; \\ \bar{\omega}_k \in [g_{*k}, g_k^*]\delta_k &= 0, k \in K_H = \bar{K} \setminus K_{оп}; \end{aligned} \quad (13)$$

$$\bar{\omega}(K_{оп}) = [\bar{B}(I, K_{оп})]^{-1} \left[g - HF(t^*)x_0 - \int_0^{t^*} \varphi(t)\bar{u}(t)dt - \bar{B}(I, K_H)\bar{\omega}(K_H) \right].$$

Сформулируем теорему 11.2 из [11] в терминах задачи (6).

Теорема 7. Пусть $\{\beta, K_{оп}\}$ - опорное коуправление задачи (6), $(y, s, \xi), (\lambda, v)$ - управление игроков задачи (7), согласованные с коуправлением $\bar{u} = (\bar{u}(t), t \in T)$, $\bar{\omega}$ - управление первого игрока и $\bar{u}$ - псевдоуправление второго игрока задачи (9), соответствующие опорному коуправлению $\{\beta, K_{оп}\}$. Если выполняются соотношения:

$$\begin{aligned} \bar{\omega}_k &= \bar{g}_{*k}, \delta_k < 0; \quad \bar{\omega}_k = g_k^*\delta_k > 0; \\ \bar{\omega}_k &\in [g_{*k}, g_k^*]\delta_k = 0, k \in K_{оп}, \end{aligned}$$

то справедливо равенство $\Gamma(\bar{u}) = \Gamma_1(y, s, \xi)$.

6. Приведем вычислительную схему алгоритма решения задачи, основанную на теоремах 1-7. Обозначим через $K_{оп}^1 = \{1, 2, \dots, m\}$, $K_{оп}^2 = \{1, 2, \dots, m-1, m+1\}, \dots, K_{оп}^q = \{l+m+1, l+m+2, \dots, l+2m\}$, $q = C_{l+2m}^m = [(l+2m)!]/[m!(l+m)!]$, лексикографический порядок [9] возможных опор задачи (11).

Шаг 1. Решим систему $\dot{F} = AF$ с начальным условием $F(0) = E$. Положим $z := 1, f := -\infty$. Согласно (5) определим и построим матрицу $\bar{A}, \bar{B}$ и векторов $\bar{g}_*, \bar{g}^*, \bar{f}_*, \bar{f}^*, \bar{d}$ множества $\bar{K} = \{1, 2, \dots, l+2m\}$. Переходим к шагу 2.

Шаг 2. Вычислим $\det \bar{B}(I, K_{оп}^z)$. Если $\det \bar{B}(I, K_{оп}^z) = 0$, то переходим к шагу 4. В противном случае переходим к шагу 3.

Шаг 3. При опоре $K_{оп}^z$ по формулам (10), (12), (13) построим $(\mu, s, \xi), (\lambda, v), \bar{u} = (\bar{u}(t), t \in T), \bar{\omega}$ и по ним вычислим значение: $\Gamma_1(y, s, \xi) = (g - HF(t^*)x_0)' \mu + \bar{g}'_s s - \bar{g}'^* \xi + \bar{f}'^* \lambda - \bar{f}'_s v$.

Если $\Gamma_1(y, s, \xi) > 0$ то остановим процесс решения задачи. При $\bar{u} = (\bar{u}(t), t \in T)$ траектория системы (1) не попадает в множество M в момент t^* . Если же $\Gamma_1(y, s, \xi) \leq 0$, то переходим к шагу 4.

Шаг 4. Если $z < q$, то положив $z := z + 1$ переходим к шагу 2. В противном случае, остановим процесс решения задачи. Для любого управления первого игрока $u = (u(t), t \in T)$, существует управление второго игрока $v = (v(t), t \in T)$, при которых траектория системы (1) в момент t^* попадает в множество M .

6. Рассмотрим задачу (1)-(4) со следующими значениями параметров:

$$\begin{aligned} n = 2, m = 1, \quad t^* = 1, \quad \bar{t}_1 = \{0\}, \bar{t} = \left\{0, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}\right\}, b' = (0; 1), d' = (0, -1), \\ A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, H = (1; 0), \quad f_*(t) = -1, f^*(t) = 1, t \in [0, 1], g = 1/4, \\ g_*(t) = -2, \quad t \in [0, 1/4], g_*(t) = -\frac{14}{5}, t \in [\frac{1}{4}, \frac{1}{2}], g_*(t) = -2, t \in [\frac{1}{2}, 1], \\ g^*(t) = 1, \quad t \in [0, 1/4], g^*(t) = \frac{82}{5}, t \in [\frac{1}{4}, \frac{1}{2}], g^*(t) = 1, t \in [\frac{1}{2}, 1]. \end{aligned}$$

Применяя описанный алгоритм, определяем, что для любого управления первого игрока $u = (u(t), t \in T)$ существует управление второго игрока $v = (v(t), t \in T)$, при которых, траектория системы (1) в момент t^* попадает во множество M .

Литература

1. Габасов Р., Кириллова Ф.М. Методы оптимизации. - М.: Изд-во БГУ, 1981.
2. Маматов А.Р. Алгоритм решения одной игры двух лиц с передачей информации //ЖВМиМФ, 2006, Т.46, №10. - с. 1784-1789.
3. Гневко С.В., Исраилов И.И. Построение гарантирующего управления в линейной дифференциальной игре//Актуальные задачи теории динамических управления. - Мн.:Наука и техника, 1989. С.203 - 212.
4. Понтрягин Л.С. К теории дифференциальных игр//Успехи мат. наук. 1966. Т.21, вып.(130). - С.219-274.
5. Айзекс Р. Дифференциальные игры.- М.:Мир, 1967.- 479 с.
6. Красовский Н.Н. Управление динамической системой. - М.:Наука,1985. 520 с.
7. Маматов А.Р., Исраилов И. Об одной игре двух лиц //Материалы Международной конференции "Новые направления теории динамических систем и некорректных задач", 19-20.10.2007, Самарканд, С. 58-60.
8. Габасов Р., Кириллова Ф.М., Тятюшкин А. И. Конструктивные методы оптимизации. Ч. 1-2. - Мн.: Университетское, 1984. 214. с. 207 с.
9. Липский В. Комбинаторика для программистов. - М.:Мир, 1988.
10. Маматов А.Р. Принцип максимума в одной максиминной задаче управления//Узбекский математический журнал, 2007, №3, С. 53-62.
11. Маматов А.Р. Условия оптимальности в линейных максиминных задачах управления//Дисс..... канд. физ.-мат. Наук - Самарканд, 1998. - С.96-98.

A. Mamatov, N. Isroilova
IKKI O'YINCHIDAN IBORAT BIR O'YINNI
YECHISH ALGORITMI

Ikki o'yinchi tomonidan boshqariladigan dinamik sistema traektoriyasini nuqtadan terminal to'plamga ko'chirish masalasi qaralgan. Mazkur masala optimallashtirishning maxsus silliqmas masalasi yordamida tadqiq qilingan. Bu masalalar o'rtasidagi bog'liqliklar yordamida, qaralayotgan masalani yechish algoritmi ishlab chiqilgan. Algoritm optimallashtirishning maxsus silliqmas masala uchun ikkilanma masalaning maxsus boshqarishlaridagi qiymatlarini taqqoslashga asoslangan.

Kalit so'zlar: O'yin, ikkilanma masala, tayanch, algoritm.

A. Mamatov, N. Isroilova
ALGORITHM OF SOLUTION OF ONE
GAME OF TWO PERSONS

The problem of transfer of a trajectory of the dynamic system operated two players from a point in terminal set is considered. This problem is investigated by means of a special rough problem of optimization. Using communication between these problems, the algorithm of the decision of a considered problem is developed. The algorithm is based on comparison of values in special managements of a problem, dual to a special rough problem of optimization.

Keywords: game, dual, problem, support, algorithm.

UDK.517.518

FUNKSIONAL OPERATORLARNING JAMLANUVCHI FUNKSIYALAR FAZOSIDA BIR
TOMONLAMA TESKARILANUVCHANLIK SHARTLARI

R.Mardiyev¹, Sh.A.Urolov²

¹Samarqand davlat universiteti dotsenti, ²Samarqand davlat universiteti magistranti

E-mail: urolov1989@mail.ru

Annotatsiya. Mazkur maqolada $L_p(\Gamma)$, $1 < p < \infty$ fazoda siljishli funktsional operatorning siljish chekli sondagi qo'zg'almas nuqtalar to'plamiga ega bo'lganda bir tomonlama teskarilANUVCHANLIK kriteriyasi olingan.

Kalit so'zlar: diffeomorfizm, operator, teskarilANUVCHANLIK, norma, kontur, qo'zg'almas nuqta, invariant fazo.

Γ — sodda silliq yopiq kontur, $\alpha - \Gamma$ ni o'z — o'ziga akslantiruvchi diffeomorfizm (siljish) bo'lib, uning

qo'zg'almas nuqtalar to'plami Λ chekli bo'lsin. $L_p(\Gamma)$, $1 < p < \infty$ fazoda

$$(Uf)(t) = |\alpha'(t)|^{\frac{1}{p}} f[\alpha(t)] \quad (1)$$

tenglik orqali aniqlanadigan siljish operatorini va bu siljish operatori orqali paydo bo'ladigan

$$A = \sum_{i=-n}^n a_i U^i, \quad a_i \in C(\Gamma), \quad n \in N \quad (2)$$

siljishli funktsional operatorni qaraylik

[3] (14 – bet) va [4] (24 – bet) maqolalarda Orlich va Umumlashgan Gyolder fazolarida A operatorning (ikki had ko'rinishida bo'lganda) bir tomonlama teskarilanuvchanlik shartlari siljishga va integrallash chizig'iga qo'yilgan turli shartlarda o'rganilgan.

Bu maqolada (2) ko'rinishdagi operatorlarning $L_p(\Gamma)$, $1 < p < \infty$ da bir tomonlama teskarilanuvchanlik kriteriyasi o'rganiladi.

Maqolada quidagi belgilashlardan foydalanamiz: $Z(X, Y)$ – orqali X – banax fazosini Y – banax fazosiga akslantiruvchi operatorlar fazosini; $Z(X, X) = Z(X)$, $\{\varphi_k\}_{k=-\infty}^{+\infty}$ – vektorlar fazosi ℓ_p da aniqlangan mos ravishda $k \geq \mu$, $k \leq -\mu$, $k = -\mu + 1, \dots, \nu - 1$ komponentlarni saqllovchi va qolgan komponentlarni nolga aylantiruvchi proektorlarni Π_μ^+ , Π_μ^- , Π_μ^ν – orqali; $\gamma \subset \Gamma$ da aniqlangan qiymatlari ℓ_p – da bo'lgan va

$$\|\varphi\| = \left(\int_{\gamma} \|\varphi(t)\|_{\ell_p}^p dt \right)^{\frac{1}{p}}$$

norma orqali aniqlanuvchi ℓ_p – qiymatli funktsiyalar fazosini $L_p(\gamma, \ell_p)$ – orqali belgilaymiz. $T = \{\eta: |\eta| = 1\}$ – birlik aylana

Umumiylikka zarar keltirmasdan $\Lambda = \{\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_s\}$ va $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3 < \dots < \tau_s$ deb faraz qilamiz. $\Gamma_j = (\tau_j, \tau_{j+1})$ yoyda t_j nuqtani ($j = \overline{1, s}$, $\tau_s = \tau_1$) tayinlab olib, bu yoydagi chetki nuqtalari t_j va $\alpha(t_j)$ bo'lgan yoyni γ_j – orqali, hamda bu yoylarni birlashmasidan tuzilgan yoyni γ orqali, ya'ni $\gamma = \bigcup_{j=1}^s \gamma_j$ kabi belgilaymiz.

$\mathfrak{S} - L_p(\Gamma)$ fazoni $L_p(\gamma, \ell_p)$ fazoga

$$(\mathfrak{S}f)(t) = \left\{ |\alpha'_k(t)|^{\frac{1}{p}} f[\alpha_k(t)] \right\}_{k=-\infty}^{\infty}, \quad t \in \gamma$$

formula orqali aniqlanuvchi izomorfizm bo'lsin.

$D_A = \mathfrak{S}A\mathfrak{S}^{-1}$ operatorni qaraylik. Bu operator γ yoyda uzluksiz bo'lgan operator funktsiyani tashkil etadi. Uning qiymatlari $Z(\ell_p)$ fazoda bo'ladi. [1] ishning (24 – bet) natijalaridan $\forall t \in \gamma_j$

$$D_A(t) = D_A^\Pi + D^0(t), \quad D_A^\Pi = \Pi_0^+ D^+ + \Pi_{-1}^- D^- \quad (3)$$

tenglik o'rinli ekanligi kelib chiqadi. Bu yerda D^+ va D^- – teplissa operatorlari bo'lib, γ_j yoyning nuqtalariga bog'liq emas, $D^0(t)$ operator esa ℓ_p da kompakt operator va $\|D^\pm\| \leq \|D_A(t)\|$

$D_A(t)$, D^+ va D^- operatorlar quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$D_A(t) = (a_{k-i}[\alpha_i(t)])_{i,k=-\infty}^{+\infty}, \quad t \in \gamma$$

Bu yerda $|k| > n$ bo'lganda $a_i(t) \equiv 0$

Agar $\alpha(t_j) > t_j$ ($\alpha(t_j) < t_j$) bo'lsa γ_j – yoyda

$$D^+ = (a_{k-i}(\tau_{i+1} - 0))_{i,k=-\infty}^{+\infty}, \quad D^- = (a_{k-i}(\tau_{i+1} + 0))_{i,k=-\infty}^{+\infty}$$

$$(\gamma_j - \text{yoyda } D^+ = (a_{k-i}(\tau_{i+1} + 0))_{i,k=-\infty}^{+\infty}, \quad D^- = (a_{k-i}(\tau_{i+1} - 0))_{i,k=-\infty}^{+\infty})$$

A operator uchun

$$D_A(t)(\tau \pm 0, \eta) = \sum_i a_i(\tau \pm 0) \eta^i, \quad \tau \in \Lambda, \eta \in T \quad (4)$$

belgilashni kiritib, [2] ishning natijalariga ko'ra $D_A(t)$, $t \in \gamma_j$ operatorga mos keluvchi D^+ va D^- operatorlarning simvoli $\eta \in T$ o'zgaruvchi bo'yicha mos ravishda, agar $\alpha(t_j) > t_j$ bo'lsa $D_A(t)(\tau - 0, \eta)$ va $D_A(t)(\tau + 0, \eta)$, agar $\alpha(t_j) < t_j$ bo'lsa $D_A(t)(\tau + 0, \eta)$ va $D_A(t)(\tau - 0, \eta)$ uzluksiz

функциялардан iborat bo'lad. Hamda

$$D_A(t)(\tau \pm 0, \eta) \leq \max_{\tau \in \gamma} \|D_A(t)\| = \|A\|, \quad \tau \in \Lambda, \quad \eta \in T$$

tengsizlik o'rinli

[2] ishning natijalaridan (291 – betga qarang)

D_A^Π – Bинера – Хопфа operatori $\forall t \in \gamma n(d)^*$ – normal bo'lishi uchun

$$D_A(t)(\tau \pm 0, \eta) \neq 0, \forall \tau \in \Lambda, \eta \in T \quad (5)$$

shartning bajarilishi zarur va yetarli.

*K – operator $n(d)$ – normal deyiladi, agarda $\Im m K = \overline{\Im m K}$ va $\dim \Im m K < \infty$ ($\dim C_0 \Im m A < \infty$) bo'lsa.

(3) ga asosan (5) ning $D_A(t)$ operatorning $\forall t \in \gamma$ bir tomonlama teskarilanuvchi bo'lishi uchun zaruriy shart ekanligi kelib chiqadi.

(5) shart bajarilgan bo'lsin. $t \in \gamma_j$ nuqtani tayinlab olamiz. $D^\pm$ – operatorlar simvollarining Koshi indikisini $\mathcal{X}_\pm = \mathcal{X}_\pm(j)$ orqali belgilab $\mathcal{X} = \mathcal{X}_+ - \mathcal{X}_-$ deb olamiz. $\mu > \max\{0, \frac{x}{2}\}$ uchun $P_1 = \Pi_\mu^\mu$, $P_2 = I - P_1$, $\widetilde{P}_1 = \Pi_{\mu+\mathcal{X}_+}^{\mu-\mathcal{X}_+}$, $\widetilde{P}_2 = I - \widetilde{P}_1$, $D_{ij} = \widetilde{P}_i D_A(t) P_j$, $i, j = 1, 2$. belgilashlarni kiritamiz.

$$K_\mu = K_\mu[D_A(t)] = D_{11} - D_{12} D_{22}^{-1} D_{21}$$

tenglik orqali aniqlanuvchi $(2\mu - 1 - x) \times (2\mu - 1)$ o'lchovli matritsani kiritamiz.

Quyidagi tasdiq o'rinli

Teorema. A – operator chapdan (o'ngdan) teskarilanuvchi bo'lishi uchun (5) shartning bajarilishi va shunday $\mu_0 > \max\{0, \frac{x}{2}\}$ topilib

$$\begin{aligned} \text{rang } K_\mu[D_A(t)] &= 2\mu - 1, & \forall \mu \geq \mu_0, & \quad \forall t \in \gamma \\ (\text{rang } K_\mu[D_A(t)] &= 2\mu - 1 - x, & \forall \mu \geq \mu_0, & \quad \forall t \in \gamma) \end{aligned}$$

bo'lishi zarur va yetarli.

Adabiyotlar

1. Мясников А.Г., Сазанов Л.И. Сингулярные интегральные операторы с некарлемановским сдвигом. – Изв. ВУЗов. Матем. , 1980, №3, стр.22-31.
2. Гохберг И.И., Фельдман И.А. Уравнения в свёртках и проекционные методы их решения. – М.: Наука, 1971. – 351с.
3. Мардиев Расул, Тошева Наргиза Ахмедовна. Об $n(d)$ – нормальности сингулярных операторов со сдвигом в обобщенных пространствах Гёльдера. Казань. Молодой учёный. №2(61). февраль , 2014. – 14 б.
4. Mardiyev R. G'aniyev D. Siljishli funksional operatorlarning bir tomonlama teskarilanuvchanligi haqida. SamDU Ilmiy tadqiqotlar axborotnomasi. №3(73), 2012, 2, 24 -b.

Р. Мардиев, Ш.А. Уролов УСЛОВИЕ ОДНОСТОРОННЕЙ ОБРАТИМОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ОПЕРАТОРОВ В ПРОСТРАНСТВЕ СУММИРУЕМЫХ ФУНКЦИИ

В данной статье в пространствах $L_p(\Gamma)$, $1 < p < \infty$ получены критерии односторонней обратимости функциональных операторов со сдвигом, имеющим конечное множество периодических точек.

Ключевые слова: диффеоморфизм, оператор, обратимость, норма, контур, неподвижная точка, инвариантное пространство.

R. Mardiyev, Sh. A. Urolov FUNCTIONAL OPERATORS ONE WAY CONDITIONS OF TO BE OPPOSITE IN THE SPACE OF ACCUMULATIVE FUNCTION

In this written article provided in the space of $L_p(\Gamma)$, $1 < p < \infty$ gained of one sided reversibility movable functional operators which have a finite set of periodic points.

Keywords: diffeomorfizm, operator, reverse, norms, rear, fixed, invariant space.

УДК 517.95

К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ПРЕСЛЕДОВАНИЯ, ОПИСЫВАЕМЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫМИ УРАВНЕНИЯМИ ДРОБНОГО ПОРЯДКА

Х.Н. Алимов¹, М.Ш. Маматов²¹Профессор национального университета Узбекистана,²Старший научный сотрудник, Самаркандский государственный университетE-mail: xakim-alimov@mail.ru

Аннотация: В статье рассматривается задача преследования, описываемая дифференциальными уравнениями дробного порядка. Использование идей второго прямого метода Л.С.Понтрягина устанавливаются достаточные условия завершения рассматриваемой задачи преследования.

Ключевые слова: преследование, преследующий, убегающий, терминальное множество, конфликтно-управляемая система, система дробного порядка, условия завершения преследования.

Пусть движение объекта в конечномерном евклидовом пространстве R^n описывается дифференциальным уравнением дробного порядка вида

$${}_0^C D_t^\alpha z = Az + Bu - Gv + f(t), \quad (1)$$

где $z \in R^n$, $n \geq 1$; ${}_0^C D_t^\alpha$ – оператор дробного дифференцирования, $\alpha \in (0, 1]$, $t \in [0, T]$, $A - n \times n$, $B - p \times n$ и $G - q \times n$ постоянные матрицы, u, v – управляющие параметры u – управляющий параметр преследующего игрока, $u \in P \subset R^p$, v – управляющий параметр убегающего игрока, $v \in Q \subset R^q$, P и Q – компакты, $f(t)$ – известная измеримая вектор-функция. Дробную производную будем понимать как левостороннюю дробную производную Капуто [1-7]. Напомним, что дробная производная Капуто произвольного нецелого порядка $\alpha > 0$ от функции $z(t) \in AC^{[\alpha]+1}(a, b)$, $a, b \in R^1$, определяется выражением

$${}_a^C D_t^\alpha z(t) = \frac{1}{\Gamma(1 - \{\alpha\})} \int_a^t \frac{d^{[\alpha]+1} z(\xi)}{d\xi^{[\alpha]+1}} \frac{d\xi}{(t - \xi)^{\{\alpha\}}}. \quad (2)$$

Кроме того в пространстве R^n выделено терминальное множество M . Цель преследующего игрока вывести z на множество M , убегающий игрок стремится этому помешать.

Рассматривается задача преследования о сближении траектории конфликтно-управляемой системы (1) с терминальным множеством M за конечное время из заданных начальных положений z_0 . Будем говорить, что дифференциальная игра (1) может быть закончена из начального положения z_0 за время $T = T(z_0)$, если существует такая измеримая функция $u(t) = u(z_0, v(t)) \in P$, $t \in [0, T]$, что решение уравнения

$${}_0^C D_t^\alpha z = Az + Bu(t) - Gv(t) + f(t), \quad z(0) = z_0$$

принадлежит множеству M в момент $t = T$ при любых измеримых функциях $v(t)$, $v(t) \in Q$, $0 \leq t \leq T$.

Настоящая работа, посвященная получению достаточных условий завершения преследования для управляемых систем дробного порядка примыкает к исследованию [8-20]. При этом мы используем идеи второго прямого метода преследования Л.С.Понтрягина [8].

Перейдем к формулировке основных результатов. Всюду в дальнейшем: а) терминальное множество M имеет вид $M = M_0 + M_1$, где M_0 – линейное подпространство R^n , M_1 – подмножество подпространства L – ортогонального дополнения M_0 ; б) π – оператор ортогонального проектирования из R^n на L ; в) под операцией $*$ понимается операция

геометрического вычитания [8].

Пусть $e_\alpha^{At} = t^{\alpha-1} \sum_{k=0}^{\infty} A^k \frac{t^{\alpha k}}{\Gamma((k+1)\alpha)}$ – матричная α -экспонента [1] и $r \geq 0$, ω – произвольное разбиение отрезка $[0, \tau]$, $\omega = \{0 = t_0 < t_1 < \dots < t_k = \tau\}$, $i = 1, 2, \dots, k$, и $A_0 = -M_1$,

$$A_i(M, \tau) = (A_{i-1}(M, \tau) + \int_{t_{i-1}}^{t_i} \pi e_\alpha^{rA} B P dr)^* \int_{t_{i-1}}^{t_i} \pi e_\alpha^{rA} G Q dr, \quad i = 1, 2, \dots, k.$$

$$W_2(\tau) = \bigcap_{\omega} A_i(M, \tau). \quad (3)$$

Теорема. Если в игре (1) при некотором $\tau = \tau_2$, выполняется включение

$$-\pi z_0 - \int_0^\tau \pi e_\alpha^{A(\tau-r)} [Az_0 + f(r)] dr \in W_2(\tau) \quad (4)$$

то из начального положения z_0 можно завершит преследование за время $T = \tau_2$.

Доказательство теоремы. Ввиду тривиальности случая $\tau_2 = 0$ рассмотрение начнем со случая $\tau_2 > 0$. Имеем (см.(3), (4)) $-\pi z_0 - \int_0^{\tau_2} \pi e_\alpha^{A(\tau_2-r)} [Az_0 + f(r)] dr \in W_2(\tau_2)$. $W_2(\tau_2)$ является альтернированным интегралом с начальным множеством $A_0 = -M_1$ [8]. Поэтому для него выполнено полугрупповое свойство [8]

$$W_2(\tau_2) \subset (W_2(\tau_2 - \varepsilon) + \int_{\tau_2 - \varepsilon}^{\tau_2} \pi e_\alpha^{rA} B P dr)^* \int_{\tau_2 - \varepsilon}^{\tau_2} \pi e_\alpha^{rA} G Q dr, \quad (5)$$

где ε – произвольное положительное фиксированное число $0 < \varepsilon \leq \tau_2$; $v_0(r)$,

$\tau_2 - \varepsilon \leq r \leq \tau_2$ – произвольная измеримая функция со значениями из Q .

Пусть $v = v(t)$, $0 \leq t < \infty$, – произвольная измеримая функция $v(t) \in Q$. В соответствии с условиями теоремы в момент времени $t = 0$ становится известным сужение $v(t)$, $0 \leq t \leq \varepsilon$, функции $v(t)$, $0 \leq t < \infty$, на отрезок $[0, \varepsilon]$. Из включения (5) следует, что для произвольной функции $\tilde{v}(\tau_2 - r)$, $\tau_2 - \varepsilon \leq r \leq \tau_2$, $\tilde{v}(\tau_2 - r) \in Q$, имеем

$$-\pi z_0 - \int_0^{\tau_2} \pi e_\alpha^{A(\tau_2-r)} [Az_0 + f(r)] dr \in W_2(\tau_2 - \varepsilon) + \int_{\tau_2 - \varepsilon}^{\tau_2} \pi e_\alpha^{rA} B P dr - \int_{\tau_2 - \varepsilon}^{\tau_2} \pi e_\alpha^{rA} G \tilde{v}(\tau_2 - r) dr, \quad (6)$$

Таким образом, для произвольной функции $\tilde{v}(s)$, $0 \leq s \leq \varepsilon$, имеет место включение (6). Следовательно, при $\tilde{v}(s) \equiv v(s)$, $0 \leq s \leq \varepsilon$, справедливо включение (6). Отсюда вытекает существование измеримой функции $u(s)$, $0 \leq s \leq \varepsilon$, такой, что $u(s) \in P$ и

$$-\pi z_0 - \int_0^{\tau_2} \pi e_\alpha^{A(\tau_2-r)} [Az_0 + f(r)] dr \in W_2(\tau_2 - \varepsilon) + \int_0^\varepsilon \pi e_\alpha^{(\tau_2-s)A} B u(s) ds - \int_0^\varepsilon \pi e_\alpha^{(\tau_2-s)A} G \tilde{v}(s) ds,$$

Тогда

$$-\pi z_0 - \int_0^{\tau_2} \pi e_\alpha^{A(\tau_2-r)} [Az_0 + f(r)] dr - \int_0^\varepsilon \pi e_\alpha^{(\tau_2-s)A} B u(s) ds + \int_0^\varepsilon \pi e_\alpha^{(\tau_2-s)A} G \tilde{v}(s) ds \in W_2(\tau_2 - \varepsilon).$$

Далее рассуждаем аналогично. Так как

$$W_2(\tau_2 - \varepsilon) \subset (W_2(\tau_2 - 2\varepsilon) + \int_{\tau_2 - 2\varepsilon}^{\tau_2 - \varepsilon} \pi e_\alpha^{rA} B P dr)^* \int_{\tau_2 - 2\varepsilon}^{\tau_2 - \varepsilon} \pi e_\alpha^{rA} G Q dr,$$

получим

$$-\pi z_0 - \int_0^{\tau_2} \pi e_{\alpha}^{A(\tau_2-r)} [Az_0 + f(r)] dr - \int_0^{\varepsilon} \pi e_{\alpha}^{(\tau_2-s)A} Bu(s) ds + \int_0^{\varepsilon} \pi e_{\alpha}^{(\tau_2-s)A} G\tilde{v}(s) ds \in W_2(\tau_2 - 2\varepsilon) +$$

$$\int_{\tau_2-2\varepsilon}^{\tau_2-\varepsilon} \pi e_{\alpha}^{rA} B P dr - \int_{\tau_2-2\varepsilon}^{\tau_2-\varepsilon} \pi e_{\alpha}^{rA} G\tilde{v}(\tau_2 - r) dr,$$

для произвольной измеримой функции $\tilde{v}(\tau_2 - r)$, $\tau_2 - 2\varepsilon \leq r \leq \tau_2 - \varepsilon$, $\tilde{v}(\tau_2 - r) \in Q$. Следовательно, существует измеримая функция $u(s)$, $\varepsilon \leq s \leq 2\varepsilon$, такая, что $u(s) \in P$ и

$$-\pi z_0 - \int_0^{\tau_2} \pi e_{\alpha}^{A(\tau_2-r)} [Az_0 + f(r)] dr - \int_0^{\varepsilon} \pi e_{\alpha}^{(\tau_2-s)A} Bu(s) ds + \int_0^{\varepsilon} \pi e_{\alpha}^{(\tau_2-s)A} G\tilde{v}(s) ds \in W_2(\tau_2 - 2\varepsilon) +$$

$$\int_{\varepsilon}^{2\varepsilon} \pi e_{\alpha}^{rA} Bu(r) dr - \int_{\varepsilon}^{2\varepsilon} \pi e_{\alpha}^{rA} G\tilde{v}(\tau_2 - r) dr, \quad (7)$$

Из соотношения (7) следует, что

$$-\pi z_0 - \int_0^{\tau_2} \pi e_{\alpha}^{A(\tau_2-r)} [Az_0 + f(r)] dr - \int_0^{2\varepsilon} \pi e_{\alpha}^{(\tau_2-s)A} Bu(s) ds + \int_0^{2\varepsilon} \pi e_{\alpha}^{(\tau_2-s)A} G\tilde{v}(s) ds \in W_2(\tau_2 - 2\varepsilon), \quad (8)$$

и т.д. Ясно, что существует натуральное число j такое, что: 1) $(j-1)\varepsilon < \tau_2 \leq j\varepsilon$; 2) по известной функции $v(s)$, $0 \leq s \leq \tau_2$, где $v(s)$, $0 \leq s \leq \tau_2$ сужение функции $v(s)$, $0 \leq s < \infty$, на отрезок $[0, \tau_2]$, найдется измеримая функция $u(s)$, $(j-1)\varepsilon < \tau_2 \leq \tau_2$, $u(s) \in P$, удовлетворяющая условию ((8))

$$W_2(\tau_2 - (j-2)\varepsilon) \subset (W_2(\tau_2 - (j-1)\varepsilon) + \int_{\tau_2-(j-2)\varepsilon}^{\tau_2-(j-1)\varepsilon} \pi e_{\alpha}^{rA} B P dr)^* - \int_{\tau_2-(j-2)\varepsilon}^{\tau_2-(j-1)\varepsilon} \pi e_{\alpha}^{rA} G Q dr, \quad (9)$$

Но

$$-\pi z_0 - \int_0^{\tau_2} \pi e_{\alpha}^{A(\tau_2-r)} [Az_0 + f(r)] dr - \int_0^{\tau_2-(j-1)\varepsilon} \pi e_{\alpha}^{(\tau_2-s)A} Bu(s) ds + \int_0^{\tau_2-(j-1)\varepsilon} \pi e_{\alpha}^{(\tau_2-s)A} G\tilde{v}(s) ds \in$$

$$W_2(\tau_2 - (j-1)\varepsilon) + \int_{\tau_2-(j-1)\varepsilon}^{\tau_2} \pi e_{\alpha}^{rA} Bu(r) dr - \int_{\tau_2-(j-1)\varepsilon}^{\tau_2} \pi e_{\alpha}^{rA} G\tilde{v}(\tau_2 - r) dr. \quad (10)$$

Поэтому ((9),(10))

$$-\pi z_0 - \int_0^{\tau_2} \pi e_{\alpha}^{A(\tau_2-r)} [Az_0 + f(r)] dr - \int_0^{\tau_2} \pi e_{\alpha}^{(\tau_2-s)A} Bu(s) ds + \int_0^{\tau_2} \pi e_{\alpha}^{(\tau_2-s)A} G\tilde{v}(s) ds \in W_2(\tau_2 - (j-1)\varepsilon). \quad (11)$$

Аналогично по формулам (9), (10), (11) в конечном итоге получаем

$$-\pi z(\tau_2) \in W_2(\tau_2 - (j-1)\varepsilon) \subset W_2(0) = -M_1, \quad -\pi z(\tau_2) \in -M_1, \quad \pi z(\tau_2) \in M_1.$$

Таким образом, для любой точки z_0 имеем $z(\tau_2) \in M$, т.е. траектории, вышедшие из точки z_0 , в момент времени $t = \tau_2$ оказываются на множестве M . Теорема доказана полностью.

Литература

1. Kilbas A.A., Srivastava H.M., Trujillo J.J. Theory and Applications of Fractional Differential Equations. Amsterdam: Elsevier, 2006.-500.
2. Lakshmikantham V., Leela S., Vasundhara D.J. Theory of Fractional Dynamic Systems. Cambridge: Cambridge Academic Publishers, 2009.-500.
3. Monje C.A., Chen Y.Q., Vinagre B.M., Xue D., Feliu V. Fractional-order Systems and Controls: Fundamentals and Applications. London: Springer-Verlag, 2010.-400 с.

4. Caponetto R., Dongola G., Fortuna L., Petras I. Fractional Order Systems. Modeling and Control Applications. Singapore: World Scientific, 2010.-200.
5. Agrawal O.P. A Formulation and Numerical Scheme for Fractional Optimal Control Problems// J.Vibr. Control. 2008. V.14.No. 9-10. P. 1291-1299.
6. Frederico G.S.F., Torres D.F.M. Fractional Optimal Control in the Sense of Caputo and the Fractional Noethers Theorem// Int. Math. Forum. 2008. V. 3. No. 10. P. 479-493.
7. Warga J. Optimal Control of Differential and Functional Equations. Academic Press, New York. 1972.-624c.
8. Pontryagin L.S. Linear differential games of pursuit//Mat. Sb. 1980. -112(154). -№3. -P. 307-330.
9. Pontryagin L. S. , Mischenko E. F. Zadacha ob uklonenii ot vstrechi v lineinykh differentsialnykh igrakh//Differents. uravneniya, 7:3 (1971), 436–445.
- 10.Mishchenko E. F. , Satimov, N.Y. The problem of deviation from an encounter in the critical case//Differentsial'nye Uravneniya, 19:2 (1983), 220–229.
- 11.Satimov N.Y. On a way to avoid contact in differential games// Mat. Sb. 1976.- 99.- №2. -P. 380-393.
- 12.Satimov N.Y., Mamatov M. Sh. On a Class of Linear Differential and Discrete Games between Groups of Pursuers and Evaders// Differential Equations. 1990.-Vol. 26. -No. 9.- P. 1541-1551.
- 13.Satimov N.Y., Tukhtasinov M. On some Game Problems in Controlled First-order Evolutionary Equations// Differential Equations. 2005.- Vol. 41.- No. 8. -P. 1114 -1121.
- 14.Mamatov M.Sh. On the Theory of Differential Pursuit Games in Distributed Parameter Systems // Automatic Control and Computer Sciences. 2009. – V. 43. – № 1. – P. 1-8.
- 15.Mamatov M.SH., Alimov H. N. Solution of the problem of persecution in games distributed systems of higher order// Siberian Advances in Mathematics.- Novosibirsk. 2013.T.16. - № 2.- C.229-239.
- 16.Mamatov M.Sh., Tukhtasinov M. Pursuit problem in distributed control systems // Cybernetics and systems analysis. 2009. – V. 45 – № 2. – P. 297-302.
- 17.Mamatov M.SH.,Tashmanov E.B., Alimov H.N. Differential Games of Pursing in the Systems with Distributed Parameters and Geometrical Restrictions //American Journal of Computational Mathematics. - 2013.- № 3. - C.56-61.
- 18.Mamatov M.SH.,Tashmanov E.B., Alimov H.N. Zwquasi_Linear Discrete Games of Pursuit Described by High Order Equation Systems// Automatic Control and Computer Sciences. 2015. – V. 49. – № 3. – P. 148-152.
- 19.Tukhtasinov M., Mamatov M.Sh. On pursuit problems in controlled distributed systems // Mathematical notes. 2008. – V. 84. – №. 2. – P. 273–280.
- 20.Tukhtasinov M., Mamatov M.Sh. About transition problems in operated systems // Differential Equations. 2009. – V. 45. – № 3. – P. 1-6.
- 21.Mamatov M.SH., Alimov H.N. By solving the problem of harassment described by differential equations of fractional order// Theoretical and Applied Sciences in the USA, proceedings of the 7th International scientific conference. Cibunet Publishing. New York, USA. 2016. P. 6-10.

Kh.N.Alimov., M.Sh.Mamatov

**KASR TARTIBLI DIFFERENSIAL
TENGLAMALAR BILAN IFODALANUVCHI
QUVISH MASALASI YECHIMI XUSUSIDA**

Maqolada kasr tartibli differensial tenglamalar bilan ifodalanuvchi quvish masalasi o'rganiladi. L.S.Pontryaginning ikkinchi to'g'ri metodi g'oyalaridan foydalanib o'rganilgan quvish masalasini tugallashning yetarli shartlari o'rnatiladi.

Kh.N.Alimov., M.Sh.Mamatov

**ABOUT THE SOLVING OF A PURSUIT
PROBLEM DESCRIBED FRACTIONAL
ORDERED DIFFERENTIAL EQUITY**

The article presents the studies of pursuit problems of fractional ordered differential equity. It also gives the enough conditions of finalizing the pursuit problems of the direct method offered by L.S.Pontryagin.

Keywords: chasing, chaser, runner,

Kalit so'zlar: quvish, ta'qib qiluvchi, qochuvchi, terminal to'plam, konfliktli-boshqariluvchi tizim, kasr tartibli tizim, quvishni tugallash shartlari.	plurality, terminal collection, conflict-directory system, system of fractional order, the condition of accomplishing the chasing.
---	--

UDK: 50-73

ALGEBRAIK VA GEOMETRIK BILIMLARNING INTEGRATSIYALASHUVI NATIJASIDA GEODEZIYA FANINING YUZAGA KELISHI HAQIDA

E.E. Jumayev

Termiz davlat universiteti katta ilmiy xodim izlanuvchisi

E-mail: Mamanazaruz60@bk.ru

Annotasiya. Ishda yer sirtida o'lchash ishlari o'raladi, shuningdek, sirtidagi chiziq bo'ylab yoy uzunligi va unung eng qisqasini qanday to'pish, siziqlar orasidagi burcharni hisoblash ishlab chiqilgan va geodeziya asoslariga doir soda misollar keltirilgan.

Kalit so'zlar: sirt, shakl, o'lshov, masofaa, chiziq, burchak, geodeziya.

Vaqt o'tishi bilan sirtidagi chiziq bo'ylab masofani o'lchash, ulardan eng qisqasini tanlash, chiziqlar orasidagi burchakni hisoblashni o'rganishga ehtiyoj tug'ildi. Bu ehtiyojlardan butunlayicha differensial geometriyaga asoslangan fan dunyoga keldi: *geodeziya*, bu er sirtida o'lchash va shaklini o'rganish haqidagi fan. Biz geodeziya fanining geometriyaga asoslangan alosiy holatlari haqida fikr yuritamiz.

Ixtiyoriy $\bar{r} = \bar{r}(u, v)$ sirt berilgan bo'lsin. Bu sirtning biror bo'lagini $v = \text{const}$ va $u = \text{const}$ chiziqlarning ortogonal muntazam to'rlari yordamida yopish mumkin. Unda ikkita M_1 va M_2 nuqtalar va ularni birlashtiruvchi $u = u(t)$, $v = v(t)$ egri chiziqlar berilgan bo'lib, birinchi nuqta uchun $t = t_1$, ikkinchisi uchun $t = t_2$. Bu chiziqning L uzunligi

$$L = \int_{t_1}^{t_2} ds.$$

qanday topiladi? Javob ma'lum: Bu erda ds nimani anglatadi?

$$ds = |\bar{dr}| = |\bar{r}_u du + \bar{r}_v dv| = \sqrt{(\bar{r}_u du + \bar{r}_v dv) \cdot (\bar{r}_u du + \bar{r}_v dv)}.$$

$u = u(t)$, $v = v(t)$ chiziq bo'ylab $du = u' dt$, $dv = v' dt$ va yoy

$$L = \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{a^2 u'^2 + b^2 v'^2} dt$$

uzunligi uchun yakuniy formulaga ega

bo'lamiz, bu erda $a^2 = \bar{r}_u \cdot \bar{r}_u$, $b^2 = \bar{r}_v \cdot \bar{r}_v$. Lekin dengizchilar uchun faqat yo'lni hisoblash emas, balki eng qisqasini topish kerak

$$L = \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{a^2 u'^2 + b^2 v'^2} dt \quad (1)$$

bo'lgan. Eng qisqa yo'lni topish integralning ekstremumini beradigan $u = u(v)$ yoki $v = v(u)$

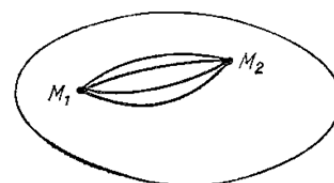
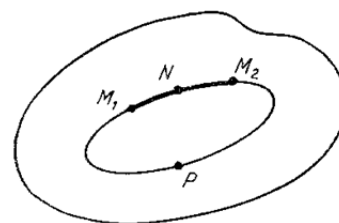
funksiyalarni aniqlashga keladi. t sifatida har doim u yoki v ni olish mumkin. M_1 nuqtadan barcha yo'nalishlar bo'yicha o'tuvchi barcha geodezik chiziqlarni qaraymiz va ularni $v = \text{const}$ chiziq sifatida qabul qilamiz. M_1 nuqtada to'rlarning muntazamligi buziladi, bu masalani echimiga ta'sir qilmaydi. $u = \text{const}$ chiziqlar oilasining ortogonal traektoriyasini yasaymiz. Ortogonal to'rlar hosil

$$L = \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{a^2 u'^2 + b^2 v'^2} dt$$

bo'ladi va formula kuchga kiradi. $v = \text{const}$ geodezik chiziq bo'lganda bu holat nima kechadi? Bu degan so'z $v = \text{const}$ da, ya'ni $dv = 0$ da

$$\frac{d^2 v}{du^2} - \left(\frac{dv}{du}\right)^3 \frac{bb_u}{a^2} + \left(\frac{dv}{du}\right)^2 (ab_v - 2ba_v) + \frac{dv}{du} \left(2\frac{b_u}{a} - \frac{a_u}{a}\right) - \frac{aa_v}{b} = 0 \quad (2)$$

tenglamani qanoatlantirishi kerak.



Bu $-\frac{aa_v}{b} = 0$ ni beradi. U holda $a_v = 0$, ya'ni funksiya bir $a = a(u)$ o'zgaruvchiga bog'liq

bo'ladi. Endi o'zgaruvchilarni quyidagicha almashtiramiz: $u^* = \int a(u)du$, $v^* = v$. O'zgaruvchini bunday almashtirishda koordinata to'rlari $u = \text{const} \Leftrightarrow u^* = \text{const}$, $v = \text{const} \Leftrightarrow v^* = \text{const}$

bo'lib, $du^* = a(u)du$, $dv^* = dv$ bo'ladi va $L = \int_{t_1}^{t_2} \sqrt{u^{*'}^2 + b^{*2}v^{*'}^2} dt$ ga ega bo'lamiz, bu erda b^* koordinatalarni almashtirgandan so'ng b dan hosil qilinadi. Endi $u^* = t$,

$v^* = v^*(t) = v^*(u^*)$ belgilashlarni kiritamiz. Unda $L = \int_{u_1}^{u_2} \sqrt{1 + b^{*2} \left(\frac{dv^*}{du^*}\right)^2} du^*$ ga ega

bo'lamiz. Bu integral geodezik chiziq bo'ylab $v^* = v = \text{const}$ da yoki $\frac{dv^*}{du^*} = 0$ da eng kichik qiymatga erishadi. Bu muhim natija, berilgan nuqtadan hatto koordinata to'rlari muntazam bo'lganda ham M_1 nuqtadan farqli yopiq geodezik chiziq o'tishini anglatadi. U holda ikkita M_1NM_2 va M_1PM_2 yoydan eng qisqasini tanlash kerak bo'ladi. Bunday holat sferada ham yuz beradi, unda katta aylanalar geodezik bo'ladi. Eng qisqa masofani katta doiraning ikkita yoyidan kichigi beradi. Bundan tashqari sirtning M nuqtasidan o'tuvchi ikkita egri chiziq orasidagi burchakni topish ham muhim. Bu chiziqlarning tenglamasi quyidagicha bo'lsin: $u = u_1(t)$, $v = v_1(t)$ va $u = u_2(t)$, $v = v_2(t)$. Undagi urinmalar $\vec{t}_1 = \vec{r}_u u'_1(t) + \vec{r}_v v'_1(t)$, $\vec{t}_2 = \vec{r}_u u'_2(t) + \vec{r}_v v'_2(t)$ yo'nalishlarga ega bo'ladi va ular

$$\cos \Theta = \frac{a^2 u'_1 u'_2 + b^2 v'_1 v'_2}{\sqrt{a^2 u_1'^2 + b^2 v_1'^2} \sqrt{a^2 u_2'^2 + b^2 v_2'^2}}$$

orasidagi burchak esa quyidagi formula bilan hisoblanadi:

(3). Biz sirtning kanonik repenga ko'chirdik deb kelishib olaylik. (1) va (3) formulalar va (2) geodezik tenglamalar o'z kuchida qoladi. Lekin derivatsino formulalarda faqat a va b koeffitsientlar qatnashadi, A va V koeffitsientlar esa qatnashmaydi. Bundan sirtidagi bo'lakning yuzini topish uchun faqat a va b koeffitsientlarni topilishi etarli bo'lishi kelib chiqadi. Agar quyidagi tenglamada a , b , A , va V koeffitsientlardan ikkitasi a va b koeffitsientlar ma'lum bo'lsa, u holda sirtida o'lchash ishlarini olib borish mumkinligi kelib chiqadi:

$$\frac{d^2 v}{du^2} - \left(\frac{dv}{du}\right)^3 \frac{bb_u}{a^2} + \left(\frac{dv}{du}\right)^2 (ab_v - 2ba_v) +$$

$$+ \frac{dv}{du} \left(2 \frac{b_u}{a} - \frac{a_u}{a}\right) - \frac{aa_v}{b} = 0.$$

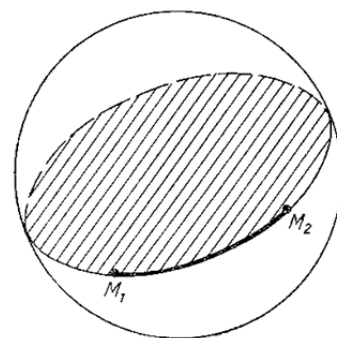
Gauss bu holatni boshqacha talqin qiladi: u diqqatni a va b funksiyaarni invariant emasligiga qaratadi. Lekin (1) yoy uzunligini hisoblash formulasidagi integral ostidagi ifoda, bu chiziqning differensial sifatida invariant bo'ladi. Uni quyidagicha yozish mumkin:

$ds = \sqrt{a^2 u'^2 + b^2 v'^2} dt$. Endi dt ni ildiz ostiga kiritib, tenglikning har ikkala tomonini kvadratga ko'tarsak $ds^2 = a^2 du^2 + b^2 dv^2$ (4) ga ega bo'lamiz. Ixtiyoriy sistemada ds^2 ifoda du va dv lar orqali $ds^2 = Edu^2 + 2Fdudv + Gdv^2$ (5) ko'rinishda belgilanadi. Gauss bu ifodani sirtning birinchi differensial kvadratik formasi deb atadi (qisqacha birinchi kvadrat forma deb ataladi) va quyidagi xulosaga keldi: sirtida barcha o'lchash ishlarini olib borish uchun, uning birinchi kvadrat formasini bilish etarli (forma- bu bir jinsli ko'phad, ya'ni barcha hadlari bir xil darajali ko'phad). Sirt haqida (4) differensial invariantga asoslanib (5) ni ham sirtning ichki geometriyasi deb ataluvchi nazariyaning

mazmunini tashkil etadi. Sirtning

$$I_3 = \frac{A}{a} = v|_{v=\text{const}}, I_4 = \frac{B}{b} = v|_{u=\text{const}},$$

(6) invariantlaridan qaysi biri a va b orqali ifodalanadi,



ya'ni ichki geometriyaga tegishli bo'ladi? (6) dan $I_1 = -\frac{a_v}{ab}$ va $I_2 = \frac{b_u}{ab}$ kelib chiqadi. Gaussning
 $AB - \left(\frac{a_v}{b}\right)_v = \left(\frac{b_u}{a}\right)_u$ formulasidan $\frac{AB}{ab} = \left(-\left(\frac{a_v}{b}\right)_v - \left(\frac{b_u}{a}\right)_u\right) : ab$ ga ega bo'lamiz. Bundan

quyidagi teorema o'rinli bo'ladi: $I_3 I_4 = \frac{A}{a} \cdot \frac{B}{b}$ invariant sirtning ichki geometriyasiga tegishli.

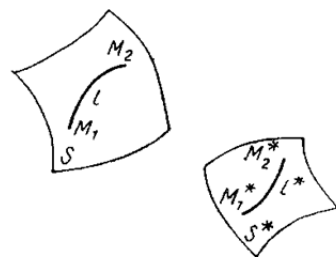
Gauss uni «theorema egregium» deb atadi. Bunga sabab: I_3 va I_4 alhida a va b va uning hosilalari orqali ifodalanmaydi, ya'ni sirtning ichki geometriyasiga tegishli bo'lmaydi, ammo ularning ko'paytmasi tegishli bo'ladi.

I_3 va I_4 invariantlar, shuningdek $I_3 I_4$ va $I_3 + I_4$ lar Eyler tomonidan topilgan. Gauss Eyler nuqtai nazaridan $I_3 I_4$ invariantni sirtning to'la egriligi deb atadi. $\frac{1}{2} (I_3 + I_4)$ invariant ham o'rta egrilik nomini oldi. $I_3 I_4$ invariantni sirtning ichki geometriyasiga tegishli bo'lgani uchun, geometrlar

uni gauss egriligi deb atadilar va $K = I_3 I_4$ deb belgiladilar. O'rta egrilik uchun $H = \frac{1}{2} (I_3 + I_4)$ belgilashdan foydalanildi. Bu belgilashlarda tors, ya'ni minimal sirtlarning natural tenglamalari $K = 0$, $H = 0$ ko'rinishni oladi.

Gauss egriligi sirtlar nazariyasida muhim ahamiyatga ega. YArim kanonik reperda uni hisoblash formulasini normaldagi fokusini topib, ma'lum sodda almashtirishni bajarib $K = I_3 I_4 = \frac{\alpha_{13}\beta_{23} - \alpha_{23}\beta_{13}}{ab}$ ko'rinishda yozish mumkin. Sirtning ichki geometriyasini o'rganish

jarayonida bir xil ichki geometriyaga ega bo'lgan turli sirtlar mavjudmi degan savolning qo'yilishi tabiiy. Boshqacha aytganda turli S va S^* sirtlarda chiziqda yotgan nuqta bir xil koordinataga va bir xil tenglamaga ega bo'ladigan, bu chiziqlar bo'ylab o'lchangan ikki nuqta orasidagi masofalar teng bo'ladigan koordinata to'rlarini yasash mumkinmi? Aytaylik S sirdagi M_1 nuqta va S^* sirdagi M_1^* nuqta u_1 va v_1 korrdinatalarga, shuningdek, S sirdagi M_2 nuqta va S^* sirdagi M_2^* nuqta u_2 va v_2 korrdinatalarga ega bo'lsin. S sirdagi l chiziq va

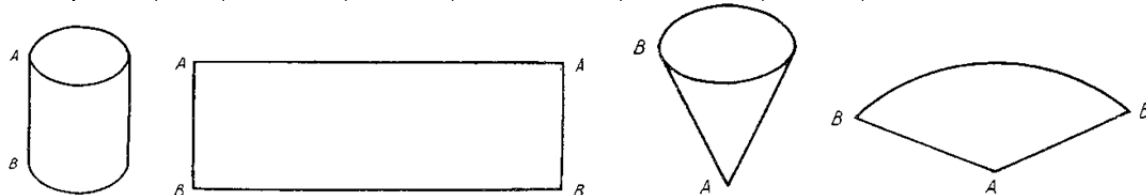


S^* sirdagi l^* chiziq ham bitta $u = u(t)$, $v = v(t)$ tenglama bilan berilgan bo'lsin. U holda (1) formula bilan hisoblanadigan L va L^* chiziqlarning uzunliklari teng bo'lishi kerak. Bu shart barcha chiziq va mos nuqtalar uchun bajarilishi lozim. Demak, har ikkala sirtida formuladagi integral ostidagi ifoda bir xil bo'lishi kerak. U holda birinchi kvadratik formalar bir xil bo'lishi kerak. Koordinata to'rlarini bunday tanlashda u va v ning ixtiyoriy qiymatida $(ds)^2$ va $(ds^*)^2$ formalarning koeffitsientlari, hech bo'lmaganda sirtlar turlicha bo'lganda ham, ya'ni turli tenglamalar bilan berilganda ham teng bo'lishi kerak: $\bar{r} = \bar{r}(u, v)$ va $\bar{r}^* = \bar{r}^*(u, v)$. $(ds)^2 = (ds^*)^2$ ayniyat uchta tenglamaga teng kuchli: $E(u, v) = E^*(u, v)$, $F(u, v) = F^*(u, v)$, $G(u, v) = G^*(u, v)$. (7).

Biz $(ds)^2$ uchun koordinata to'rlarini tanlash hozircha bizga bog'liq emas, unda uzunlikni tengligi saqlanadi. Lekin uchta tenglikning bajarilishi qanday ta'minlanadi? Sirtni o'zgartirish mumkin emas.

Lekin har ikkala sirtida koordinatalarini quyidagicha almashtirish mumkin: $u = f(\tilde{u}, \tilde{v})$, $v = \varphi(\tilde{u}, \tilde{v})$. Demak, bizning ixtiyorimizda yuqoridagi uchta tenglikni ta'minlash uchun ikkita funksiya bor. Umumiy holda bu etarli emas. SHunday qilib, umumiy holda turli tekisliklar uchun, ichki geometriyaning bir xilligini ta'minlanishi mumkin emas. Agar turli xil ikkita sirtida (7) shart bajariladigan koordinata to'rlarini tanlash mumkin bo'lsa, unda sirtning biri ikkinchisiga egiladi yoki bitta sirt ikkinchisining egilish natijasi bo'ladi deyiladi. Egilish atamasi so'zning amaliy mazmunidan kelib chiqadi: Rus tilida izgonut'- bu sirtning har doim barcha o'lchovlari saqlangan holda shaklini o'zgartirishi degani(masalan, yuqa metall listi), ssilindr va konusning yoyilmasi sodda egilishga misol bo'la oladi. Bu nazariyaning asoschilaridan biri T. Shevchenko nomidagi Kiev Milliy universiteti

professori Vilen Il'ich Mixaylovskiy va O'zbekistonda bu ishlarni davom ettirayotgan shogirdlari M. SHerqo'ziev(Moliya instituti, dotsent) va G. Allaev(Termiz DU, dotsent)



Bundan tashqari biri biriga o'xshamaydigan sirtlar ham egilishda bir biriga o'tadi, masalan to'g'ri gelikoid va katenoid. Buni isbotlash uchun har ikkala sirt uchun $(ds)^2$ va $(ds^*)^2$ ni topib mos almashtirishlarni bajaramiz. Katenoid tenglamasi $\vec{r} = \psi(z)\vec{e}(\varphi) + z\vec{k}$, bu erda $\psi(z) = \text{ch}z = \frac{e^z - e^{-z}}{2}$. Uning uchun $E = \vec{r}_z \cdot \vec{r}_z = (\psi'(z)\vec{e}(\varphi) + \vec{k})^2 = (\psi'(z))^2 + 1$, $F = \vec{r}_z \cdot \vec{r}_\varphi = (\psi'(z)\vec{e}(\varphi) + \vec{k}) \cdot \psi(z)\vec{e}'(\varphi) = 0$, $G = \vec{r}_\varphi \cdot \vec{r}_\varphi = (\psi(z)\vec{e}'(\varphi))^2 = (\psi(z))^2$. Bu erda $\psi'(z) = \text{sh}z = \frac{e^z + e^{-z}}{2}$.

Katenoidning birinchi kvadratik formasi: $(ds)^2 = (\psi'^2 + 1)(dz)^2 + \psi^2(d\varphi)^2$. Gelikoidning tenglamasi: $\vec{r} = v\vec{e}(u) + b\vec{k}$. Aytaylik uning qadami 2π , ya'ni $b = 1$ bo'lsin. Unda $E = \vec{r}_u \cdot \vec{r}_u = (v\vec{e}' + \vec{k})^2 = v^2 + 1$, $F = \vec{r}_u \cdot \vec{r}_v = (v\vec{e}' + \vec{k}) \cdot \vec{e} = 0$, $G = \vec{r}_v \cdot \vec{r}_v = \vec{e} \cdot \vec{e} = 1$. Gelikoidning birinchi kvadratik formasi quyidagi ko'rinishni oladi: $(ds^*)^2 = (v^2 + 1)(du)^2 + (dv)^2$. Katenoid uchun $\varphi = u$, $\psi^2(z) = \text{ch}^2z = v^2 + 1$ almashtirishni bajarsak, $d\varphi = du$, $\psi'^2 + 1 = \text{sh}^2z + 1 = \text{ch}^2z = v^2 + 1$, va uning formasi $(ds)^2 = (\text{ch}z dz)^2 + (v^2 + 1)(du)^2$. Belgilashga ko'ra $\text{ch}z dz = dv$. Bu degan so'z gelikoidni katenoidga kelishini tasdiqlaydi. Bunda $v = \text{const} \Leftrightarrow \psi = \text{const} \Leftrightarrow z = \text{const}$, $u = \text{const} \Leftrightarrow \varphi = \text{const}$, ya'ni gelikoidning vint chizig'i ($v = \text{const}$) katenoidning paralleliga(aylanaga) $z = \text{const}$ ga o'tadi, $u = \text{const}$ to'g'ri chiziqli yasovchilari esa meridianiga, ya'ni $\varphi = \text{const}$ zanjir ko'rinishidagi chiziqqa o'tadi. Paralellar chekli va vint chiziq esa cheksiz uzunlikka ega, unda har bir vint chiziq paralellarga mos ravishda cheksiz ko'p marta o'raladi, ya'ni $[0, 2\pi[$ oralqdagi faqat u ning qiymatida o'zaro bir qiymatli moslik bo'ladi. Agar ikkita sirt egilishda bir biriga o'tsa, unda mos nuqtalardagi gauss egriliklari teng bo'lishi kerak, chunki ular sirtning ichki geometriyasiga tegishli. Bundan agar biror sirtga gauss egriligi o'zgarmas bo'lsa, unda bu sirt o'sha o'zgarmas egrilikka ega bo'lgan sirtga o'tadi. Bunday egilishni har doim mavjudligini ko'rsatish mumkin.

$K = I_3 I_4 = \frac{1}{R^2} = \text{const} > 0$, Sferani qaraylik. Unda bu erda R sferaning radiusi. Bundan sferaning har doim musbat egrilikka ega bo'lishi ma'lum bo'ladi. Uning birinchi kvadratik formasi $(ds)^2 = (du)^2 + \text{sh}^2(R\sqrt{-K})(dv)^2$ ko'rinishga keladi. O'zgarmas manfiy egrilikka ega bo'lgan sirt, masalan, traktrisaning asimptotasi atrofida aylantirish natijasida hosil qilish mumkin va bu psevdosfera bo'ladi. Maqolada keltirilgan barcha algebraik va geometrik bilimlar geodeziya fanining asosini tashkil etadi.

Adabiyotlar

1. A.B. Погорелов. Геометрия, Москва "Наука", 1984 г, 320 с.
2. A. Narmanov. Differensial geometriya, Toshkent, 2012 yil, 310 bet.
3. Шербаков Р.Н. Пичурин Л.Ф. Дифференциалы помогают геометрии. 1982. М. : Изд-во "просвещение", 22 с.

4. E.E. Jumaev. Matematikaik va geometrik metodlar integratsiyasi va geometriyaning matematikaga ta'siri. // Pedagogik mahorat. Nazariy va ilmiy - metodik jurnal. №1, 2013 yil. B.: 45- 49.
5. Жумаев Э.Э. Некоторые вопросы математического развития учащихся в обучении геометрии // Современный научный вестник. Научно – теоретический и практический журнал. г. Белгород, №57(196), 2013 йил, С.: 77-83.
6. Э.Э. Жумаев. Подготовка учителя математики: некоторые вопросы. Образование через всю жизнь непрерывное образования в интересах устойчивого развития. Материалы 12-международной конференции. Выпуск 12. Часть I. Санкт-Петербург. 2014. С.: 372-373.

Э.Э. Жумаев
**О РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ
 ПРЕСЛЕДОВАНИЯ ДАННОЙ
 ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ
 ДРОБНОГО ПОРЯДКА**

В статье рассматриваются методы для измерений на земной поверхности, а также формы и размеры этой поверхности, разработаны приёмы измерения расстояния вдоль линий на поверхности, выбирая из них кратчайшее, вычислять углы между линиями.

Ключевые слова: поверхность, форма, размер, расстояния, линия, угол, геодезия.

E.E. Jumayev
**ABOUT THE FORMATION GEODESY
 FROM THE INTEGRATION ALGEBRAIC
 AND GEOMETRIC KNOWLEDGE**

In-process examined for measuring on an earth surface, and also about a form and sizes of this surface worked out how to measure distances along lines on a surface, to choose from them the shortest, to calculate corners between lines and дана examples as basis geodesy.

Keywords: surface, form, size, distances, line, angle, geodesy.

UDK 539.3

SUYUQLIK OQIMI BILAN TA'SIRLASHUVCHI SILINDRIK QOBIQDA BURALMA TO'LQIN TARQALISHI

Xudoynazarov X.X., Burqutboyev Sh.M.

Toshkent davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Maqolada o'qi yo'nalishida o'zgaras tezlik bilan oqib o'tayotgan ichki va tashqi suyuqlik bilan o'zaro ta'sirlashuvchi silindrik qobiqda buralma to'lqin tarqalishini o'rganishga bag'ishlangan. Tebranish tenglamalari oshkormas ayirmali sxema yordamida sonli yechilgan. Qobiq tebranishlariga qobiqning qalinligi va radiusi, suyuqlik zichligi va tezligining ta'siri baholangan.

Kalit so'zlar: Qobiq, suyuqlik, to'lqin, ko'chish, kuchlanish, qovushoqlik, tezlik.

Kirish. Ma'lumki gidroelastiklik masalalari qattiq jism va suyuqlikning kontakt sirtida dinamik va kinematik shartlar asosida qo'yiladi. Qovushoq suyuqlik bilan o'zaro ta'sirlashuvchi muhandislik konstruksiyalari elementlarining buralma tebranishlari haqidagi masalalarning matematik qo'yilishida bu sirdagi urinma kuchlanishlar tengligi hisobga olinishi kerak, hamda suyuqlik harakati uchun Nave-Stoks tenglamasidan foydalanish zarur. Bu tenglamaning esa umumiy yechimi hozirgacha topilmagan. Shu sababli doiraviy silindrik qobiq va sterjenlarning aynan buralma tebranishlariga suyuqlikning ta'sirini o'rganishga bag'ishlangan ishlar soni ko'p emas. Shu ma'noda [2,3] ishlarda doiraviy sterjenda buralma to'lqin tarqalish jarayoniga qovushoq suyuqlikning ta'siri o'rganilgan. O'qi yo'nalishida harakatlanayotgan suyuqlik bilan o'zaro ta'sirlashuvchi yupqa silindrik qobiqning buralma tebranishlari uchun flatter va divergensiya masalasi [4] da qaralgan. Qovushoq suyuqlik bilan to'ldirilgan silindrik qobiqning erkin buralma tebranishlari bir jinsli bo'lgan hol uchun [9] da, uch qatlamli transversal izotrop bo'lgan hol uchun esa [1] da o'rganilgan.

Masalaning qo'yilishi. Ichki radiusi r_1 , tashqi radiusi r_2 bo'lgan silindrik qobiqni (r, θ, z) silindrik koordinatalar sistemasida qaraymiz. Silindrik qobiqning o'qi yo'nalishida uning ichidan va tashqarisidan oquvchi qovushoq suyuqliklarning tezliklari mos ravishda U_1 va U_2 bo'lsin. Silindrik qobiqning buralma tebranishlari haqidagi masala o'qqa nisbatan simmetrik masaladir. Shu sababli ko'chish vektori va kuchlanish tenzori komponentalari θ koordinatadan bog'liq bo'lmaydi. Ko'chish vektorining faqat $U_\theta(r, z, t)$ komponentasi, kuchlanish tenzorining esa $\sigma_{r\theta}(r, z, t)$ va $\sigma_{z\theta}(r, z, t)$ komponentalari noldan farqli bo'ladi.

Matematik model. Yuqorida ta'kidlangan ichki va tashqi suyuqlik oqimlari bilan o'zaro ta'sirlashuvchi silindrik qobiq buralma tebranishlarining umumiy tenglamalari [6] da keltirib chiqarilgan

$$\varphi_{11}U + \varphi_{12}V = 0; \quad \varphi_{21}U + \varphi_{22}V = 0, \quad (1)$$

bu yerda

$$\varphi_{i1} = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \left[\frac{r_i}{2} \lambda_2 + (n+2)R_i \right] \lambda_2^n \frac{(r_i/2)^{2n+1}}{n!(n+2)!}; \quad \lambda_2^n = \left[\frac{1}{b^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} - \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right]^n, \quad n = 0, 1, 2, \dots;$$

$$\varphi_{i2} = \xi \left[\frac{1}{2} \lambda_2 - \frac{2}{r_i^2} + \frac{1}{r_i} R_i + \sum_{n=0}^{\infty} \left[\lambda_2 \frac{r_i}{2} \eta_{2,n}(r_i) + (n+2)R_i \eta_{1,n}(r_i) \right] \lambda_2^n \frac{(r_i/2)^{2n+1}}{n!(n+2)!} \right], \quad (i = 1, 2);$$

$$R_1 = -\frac{r_1 \rho_1'}{4\mu} \left(\frac{\partial^2}{\partial t^2} + 2U_1 \frac{\partial^2}{\partial t \partial z} + U_1^2 \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \text{ va } R_2 = \frac{4\mu_2'}{r_2 \mu} \left(\frac{\partial}{\partial t} + U_2 \frac{\partial}{\partial z} \right) - \text{mos ravishda ichki va tashqi}$$

suyuqliklarning reaksiyalari; $\xi = \frac{r_1 + r_2}{2}$ - qobiq o'rta sirtining radiusi; $b = \sqrt{\mu/\rho}$ - elastik muhitda ko'ndalang to'lqin tarqalish tezligi; μ - siljish koeffitsiyenti; ρ - qobiq materiali zichligi; ρ_1 - ichki suyuqlik zichligi; μ_2' - tashqi suyuqlikning dinamik qovushoqlik koeffitsiyenti.

Keltirilgan (1) tenglamalarda izlanayotgan U va V noma'lumlar buralma ko'chishning bosh qismlari deb atalib, ular orqali ko'chish quyidagicha ifodalanadi [7,8]

$$U_\theta = L_1 U + \xi L_2 V, \quad (2)$$

bu yerda

$$L_1 = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(r/2)^{2n+1}}{n!(n+1)!}; \quad L_2 = \frac{1}{r} + \sum_{n=0}^{\infty} \eta_{1,n}(r) \frac{(r/2)^{2n+1}}{n!(n+1)!} \lambda_2^{n+1}; \quad \eta_{1,n}(r) = \ln \frac{r}{\xi} + \frac{n}{2(n+1)} - \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k}.$$

Kuchlanish tenzori komponentalari esa

$$\sigma_{r\theta} = \mu(M_1 U + \xi M_2 V); \quad \sigma_{z\theta} = \mu \frac{\partial}{\partial z} (L_1 U + \xi L_2 V), \quad (3)$$

bunda

$$M_1 = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \lambda_2^{n+1} \frac{(r/2)^{2n+2}}{n!(n+2)!}; \quad M_2 = \frac{1}{2} \lambda_2 - \frac{2}{r^2} + \sum_{n=0}^{\infty} \eta_{2,n}(r) \frac{(r/2)^{2n+2}}{n!(n+2)!} \lambda_2^{n+2};$$

$$\eta_{2,n}(r) = \ln \frac{r}{\xi} + \frac{n^2 + n - 1}{2(n+1)(n+2)} - \sum_{k=1}^n \frac{1}{k}.$$

Ko‘rinib turibdiki, (1) tenglamalar sistemasi izlanayotgan funksiyalarning hosilalariga nisbatan cheksiz tartibli bo‘lib, ular yordamida amaliy masalalar yechishning imkoni yo‘q. Shu sababli bu tenglamalar qo‘llanilish sohasi bo‘yicha [7] da keltirilgan shartlarni qanoatlantiradi deb hisoblab, tartibi ikkidandan yuqori bo‘lgan hosilalar qatnashgan hadlarni tashlab yuboramiz. Bundan tashqari qobiqni yupqa devorli deb hisoblaymiz, ko‘chishning bosh qismlaridan biri V ikkinchisi U ga nisbatan yetarlicha kichik bo‘lgani sababli uning faqat o‘zi qatnashgan hadlar bilan chegaralanamiz, hamda quyidagi formulalar bo‘yicha o‘lchovsiz o‘zgaruvchilarga o‘tamiz

$$t = t^* \frac{\xi}{b}; \quad z = z^* \xi; \quad U = U^*; \quad V = \xi V^*; \quad U_\theta = \xi U_\theta^*; \quad \sigma_{r\theta} = \mu \sigma_{r\theta}^*; \quad \sigma_{z\theta} = \mu \sigma_{z\theta}^*; \quad U_i = b U_i^* \quad (i=1,2). \quad (4)$$

Naijada quyidagi xususiy hosilali differensial tenglamalar sistemasiga ega bo‘lamiz

$$\frac{r_1^2(\rho - \rho_1')}{4\rho} \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} - \frac{r_1^2 \rho_1' U_1}{2\rho} \frac{\partial^2 U}{\partial t \partial z} - \frac{r_1^2(\rho + \rho_1' U_1)}{4\rho} \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} - \frac{2}{r_1^2} V = 0;$$

$$\frac{r_2^2}{4} \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} + \frac{4\mu_2'}{b\rho\xi} \frac{\partial U}{\partial t} - \frac{r_2^2}{4} \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} + \frac{4\mu_2' U_2}{b\rho\xi} \frac{\partial U}{\partial z} - \frac{2}{r_2^2} V = 0, \quad (5)$$

bunda yozuvning qulayligi uchun “*” belgisi tashlab yuborilgan.

Agar ko‘chishning (2) va kuchlanishlarning (3) ifodalarida ham yuqoridagi mulohazalarni, hamda (4) ni hisobga olsak quyidagilarga ega bo‘lamiz

$$U_\theta = U + V; \quad \sigma_{z\theta} = r \frac{\partial U}{\partial z}; \quad \sigma_{r\theta} = \frac{r^2}{4} \frac{\partial^2 U}{\partial t^2} - \frac{r^2}{4} \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} - \frac{2\xi}{r^2} V. \quad (6)$$

Hosil qilingan (5) sistemadan esa qo‘yilgan masalani yechishda foydalanish uchun

$$\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = A \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} + B \frac{\partial^2 U}{\partial t \partial z} + C \frac{\partial U}{\partial t} + D \frac{\partial U}{\partial z}, \quad (7)$$

tenglamaga ega bo‘lamiz, bu yerda

$$A = \frac{r_1^4(\rho + \rho_1' U_1^2) - r_2^4 \rho}{r_1^4(\rho - \rho_1') - r_2^4 \rho}; \quad B = \frac{2r_1^4 \rho' U_1}{r_1^4(\rho - \rho_1') - r_2^4 \rho}; \quad C = \frac{16r_2^2 \mu_2'}{b\xi(r_1^4(\rho - \rho_1') - r_2^4 \rho)}; \quad D = \frac{16r_2^2 \mu_2' U_2}{b\xi(r_1^4(\rho - \rho_1') - r_2^4 \rho)}.$$

Faraz qilaylik qobiqning bir uchi kinematik qo‘zg‘atilgan, ikkinchi uchi esa qattiq mahkamlangan bo‘lsin. U holda chegaraviy shartlar

$$z = 0 \quad \text{da} \quad U = f(t, t_1) = \begin{cases} A \sin\left(\frac{\pi t}{t_1}\right), & t \leq t_1/4; \\ 0, & t > t_1/4, \end{cases}$$

$$z = l \quad \text{da} \quad U = 0 \quad (8)$$

ko‘rinishda bo‘ladi, bu yerda A - amplituda, t_1 - kuzatish vaqti, l - o‘lchovsiz uzunlik.

Boshlang‘ich shartlarni esa nolga teng deb hisoblaymiz, ya’ni

$$t = 0 \text{ da } U = \frac{\partial U}{\partial t} = 0. \quad (9)$$

Qaralayotgan masala (7) tenglamani (8) chegaraviy va (9) boshlang'ich shartlar hisobga olingan holda integrallashga keltirildi. Bu chegaraviy masalaning yechimi U orqali (5) ning ikkinchisidan V ni topish, hamda (6) ga ko'ra kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holatini to'liq aniqlash mumkin.

Hisoblash algoritmi va sonli natijalar. Integrallanishi kerak bo'lgan (7) tenglamani oshkormas ko'rinishdagi vaznli chekli ayirmalar orqali ifodalaymiz [5]

$$U_{i+1}^{n+1} + m_i U_i^{n+1} + n_i U_{i-1}^{n+1} = f_i, \quad (i=1...N, n > 0) \quad (10)$$

bu yerda

$$m_i = \left(1 + \frac{2A\sigma_1\tau^2}{\Delta^2} - \frac{C\tau}{2}\right) / a_i; \quad n_i = \left(-\frac{A\sigma_1\tau^2}{\Delta^2} + \frac{B\tau}{4\Delta} + \frac{C\sigma_1\tau^2}{2\Delta}\right) / a_i; \quad a_i = -\frac{A\sigma_1\tau^2}{\Delta^2} - \frac{B\tau}{4\Delta} - \frac{D\sigma_1\tau^2}{2\Delta};$$

$$f_i = \left[2U_i^n - U_{i-1}^{n-1} + \frac{A(1-\sigma_1-\sigma_2)\tau^2}{2\Delta^2}(U_{i+1}^{n-1} - 2U_i^{n-1} + U_{i-1}^{n-1}) + \frac{A\sigma_2\tau^2}{2\Delta^2}(U_{i+1}^{n-1} - 2U_i^{n-1} + U_{i-1}^{n-1}) - \right.$$

$$\left. - \frac{B\tau}{4\Delta}(U_{i+1}^{n-1} - U_{i-1}^{n-1}) - \frac{C\tau}{4\Delta}U_i^{n-1} + \frac{D(1-\sigma_1-\sigma_2)\tau^2}{2\Delta}(U_{i+1}^n - U_{i-1}^n) + \frac{D\sigma_2\tau^2}{2\Delta}(U_{i+1}^{n-1} - U_{i-1}^{n-1})\right] / a_i;$$

τ - vaqt bo'yicha qadam; Δ - koordinata bo'yicha qadam; σ_1, σ_2 - vazn koeffitsiyentlari.

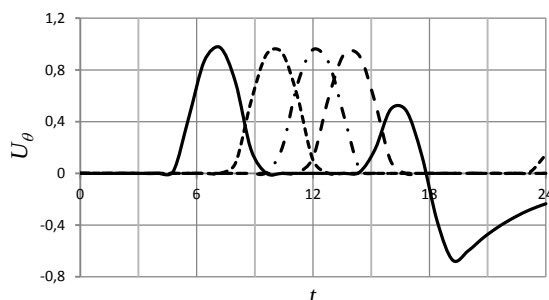
(8) chegaraviy va (9) boshlang'ich shartlar esa quyidagi ko'rinishga keladi

$$U_0^{n-1} = U_0^n = 0; \quad U_0^{n+1} = f(t_n, t_1), \quad U_i^{N+1} = 0. \quad (11)$$

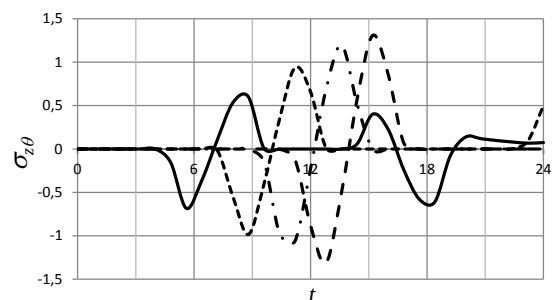
$$U_{i-1}^0 = U_i^0 = U_{i+1}^0 = U_{i-1}^1 = U_i^1 = U_{i+1}^1 = 0. \quad (12)$$

Hosil qilingan (10)-(12) algebraik tenglamalar sistemasi progonka usuli yordamida yechildi.

Hisoblash natijalari shuni ko'rsatdiki, suyuqlikning ta'siri hisobga olinmagan holda tebranish tenglamasi klassik to'liq tenglamasiga keladi, shu sababli qobiq qalinligi va o'rta sirt radiusining o'lchamlari ahamiyatga ega bo'lmay qoladi. Qolaversa tashqi suyuqlikning ta'siri uning xususiyatlarini ifodalovchi parametrlarning adabiyotlarda keltirilgan qiymatlari uchun juda kam. Shuning uchun faqat ichki suyuqlik hisobga olingan hol uchun natijalarni keltiramiz. Hisoblashlar uchun qobiq materialining fizik-mexanik va geometrik parametrlari $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$, $\nu = 0,25$, $E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$, $l = 10$ kabi tanlandi. Suyuqlik zichligining qobiq materiali zichligiga nisbati $\eta = \rho'_1 / \rho$ bilan belgilangan va faqat suyuqlik zichligi variatsiyalangan. Olingan natijalar 1-3 - chizmalarda keltirilgan.

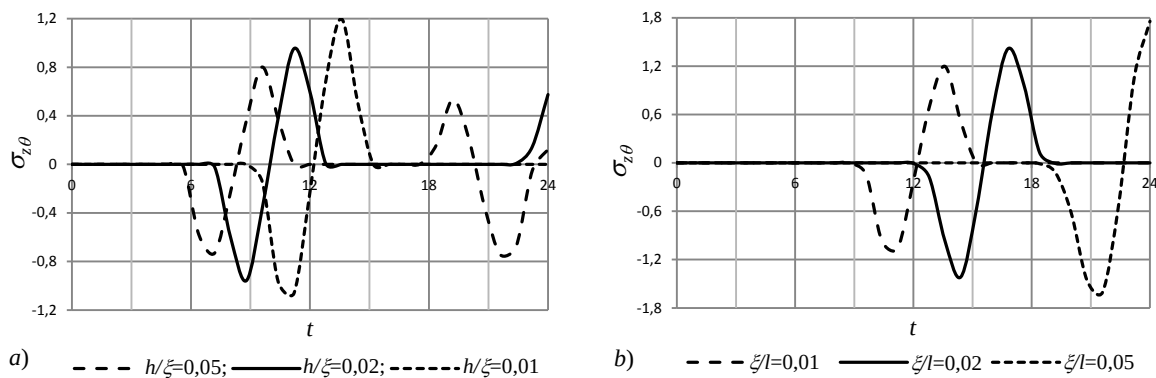


a) — $\eta=0$; - - - $\eta=0,0637$;
- . - . $\eta=0,1274$; . . . $\eta=0,1911$

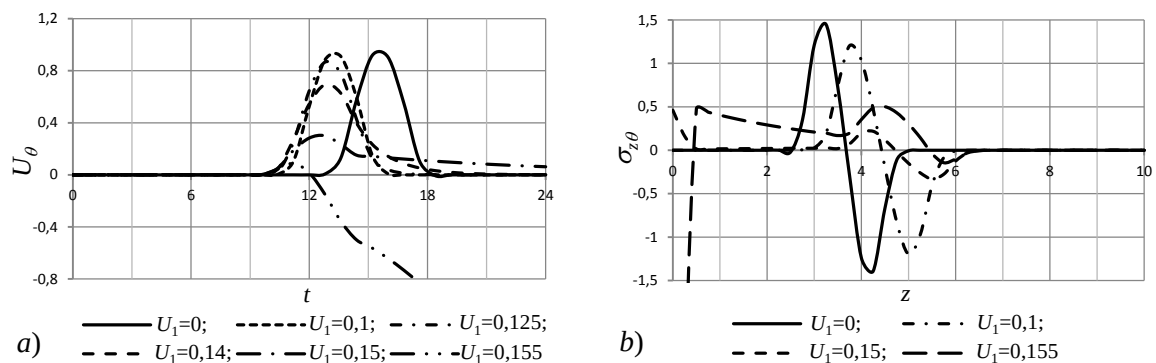


b) — $\eta=0$; - - - $\eta=0,0637$;
- . - . $\eta=0,1274$; . . . $\eta=0,1911$

1-chizma. Suyuqlik zichligining turli qiymatlarida markaziy ($z=5$) kesimdagi ko'chish (a) va kuchlanishning (b) vaqtdan bog'liq o'zgarishi ($h/\xi=0,01$; $\xi/l=0,01$)



2-chizma. Markaziy kesimda qalinlikning (a) va radiusning (b) turli qiymatlari uchun kuchlanishning vaqtdan bog'liq o'zgarishi ($\eta=0,1274$)



3-chizma. Suyuqlik tezligining turli qiymatlarida markaziy kesimdagi ko'chishning vaqtdan (a) va vaqtning $t=12$ momentida kuchlanishning koordinatadan (b) bog'liq o'zgarishlari ($h/\xi=0,005$; $\xi/l=0,02$; $\eta=0,1274$)

Natijalar tahlili. Suyuqlik zichligining turli qiymatlarida U_0 ko'chishlarning vaqtdan bog'liq grafiklaridan ko'rinadiki, qobiq suyuqlik bilan to'ldirilgan holda suyuqlik zichligining oshishi to'liq tezligining pasayishiga olib keladi (1a-chizma). Chunki to'liq $z=5$ markaziy kesimga suyuqlik bo'lmagan ($\eta=0$) holda $t=4,8$ momentda, zichliklarning nisbati $\eta=0,0637$; $0,1274$; $0,1911$ bo'lgan hollarda mos ravishda $t=7,2$; $9,6$; $11,2$ momentlarda yetib kelmoqda. Suyuqlik zichligining oshishi bilan kesimlardagi urinma kuchlanishning oshishi kuzatiladi (1b-chizma). $\eta=0,1911$ bo'lganda kuchlanish $\eta=0$ bo'lgan holga nisbatan 1,92 marta katta.

Suyuqlik bilan to'ldirilgan qobiqning o'rta sirt radiusi o'zgarmasdan ($\xi/h = 0,01$) qalinligi kamayishi undagi kuchlanishlarning oshishiga va to'liqning kechikishiga olib keladi (2a-chizma). $\xi/l = 0,01$ va $\xi/l = 0,05$ bo'lgan hollarda kuchlanishning maksimal amplitudalari nisbati 1,49 ga teng, hamda to'liq qaralayotgan kesimga mos ravishda $t=8$ va $t=5,6$ momentlarda yetib kelayapti. Qalinlik o'zgarmasdan ($h/l = 0,0001$) o'rta sirt radiusining kattalashishi bilan kuchlanish amplitudasi oshib, to'liq tarqalish tezligi pasayadi (2b-chizma). Jarayon kuzatilayotgan vaqt oralig'idagi kuchlanishlar maksimal amplitudalari nisbatlarining eng katta qiymati 1,47 ga teng.

Agar suyuqlik silindrik qobiqning ichida to'liq tarqalish yo'nalishi bilan bir xil yo'nalishda harakatlansa to'liq tarqalish tezligi oshadi. Suyuqlik tezligi oshishi bilan to'liq tarqalish tezligi o'zgarmasdan ko'chish amplitudasi kamayib boradi, lekin tezlik biror ($U_1 = 0,155$) "kritik" qiymatga erishgach tebranishlarda keskin o'zgarish sodir bo'ladi (3a-chizma). Kuchlanishlar ham suyuqlik tezligi oshishi bilan kamayib, tezlik kritik qiymatga erishgach qobiq uchiga yaqin kesimlarda kuchlanish keskin oshadi (3b-chizma) va qaralayotgan sistema uchun xavfli holat yuzaga keladi.

Xulosa. Shunday qilib ishda ichki va tashqi suyuqlik oqimi bilam ta'sirlashuvchi doiraviy silindrik qobiqdagi buralma to'liq tarqalishi masalasining oshkormas ko'rinishdagi vaznli sxema yordamida sonli yechish algoritmi taklif etildi va dasturiy vosita yaratildi. Silindrik qobiq

kesimlarining kuchlanganlik-deformatsiyalanganlik holati aniqlandi. To'liq tarqalish jarayoniga suyuqlik oqimi va qobiq geometrik parametrlarining ta'siri tadqiq etildi.

Adabiyotlar

1. Abbasi W., Baroudi A., Razafimahery F. Torsional vibrations of fluid-filled multilayered transversely isotropic finite circular cylinder. // International Journal of Applied Mechanics, 2016, DOI: 10.1142/S1758825116500320.
2. Kim J.O., Chun H.Y. Effect of a viscous fluid at the end face on the torsional vibration of a rod.// Journal of Mechanical Science and Technology, 2010, Vol. 24, Issue 2, pp 505-512.
3. Kim J.O., Chun H.Y. Interaction between the torsional vibration of a circular rod and an adjacent viscous fluid.// Journal of Vibration and Acoustics, 2003, Vol.125,pp.39-45.
4. Paidoussis M.P. Fluid-Structure Interactions: Slender Structures and Axial flow, Volume 1, Amsterdam: Academic Press, 2014 - 572 p.
5. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. - М.: Едиториал УРСС, 2003 - 784 с.
6. Худойназаров Х.Х., Буркутбоев Ш.М. Влияние движущейся вязкой жидкости на крутильные колебания цилиндрической оболочки. // Механика муаммолари ўзбек журнали, 2005 й. №5-6. - 42-46 б.
7. Худойназаров Х.Х. Нестационарное взаимодействие цилиндрических оболочек и стержней с деформируемой средой. - Ташкент: Изд. им. Абу Али ибн Сино, 2000 - 326 с.
8. Худойназаров Х.Х., Амиркулова Ф.А. Взаимодействие цилиндрических слоев и оболочек со связанными полями.- Ташкент: Издательство "Навруз", 2011 - 336 с.
9. Ялгашев Б.Ф. Нестационарное взаимодействие цилиндрических слоев и оболочек с вязкой сжимаемой жидкостью. Автореф дисс. ученой степени канд. физ-мат наук. Ташкент, 2010 – 20 с.

**Худойназаров Х.Х., Буркутбоев Ш.М.
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛНЫ
КРУЧЕНИЯ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ
ОБОЛОЧКЕ, ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩЕЙ С
ПОТОКОМ ЖИДКОСТИ**

Статья посвящается изучению распространения волн кручения в цилиндрической оболочке, взаимодействующей с внутренними и внешними жидкостями, движущейся вдоль оси с постоянной скоростью. Уравнения колебания решены численно с помощью неявной разностной схемы. Даны оценки влияния толщины и радиуса оболочки, плотности и скорости жидкости на колебания цилиндрической оболочки.

Ключевые слова: Оболочка, жидкость, волна, перемещение, напряжение, вязкость, скорость.

**Khudoynazarov Kh.Kh., Burkutboyev Sh.M.
PROPOGATION OF TORSIONAL
WAVES IN THE CYLINDRICAL SHELL,
INTERACTING WITH FLUID FLOW**

The paper is devoted to study of propagation of torsional waves in the cylindrical shell interacting with internal and external fluid, flowing along the axis with constant velocity. Vibration equations are numerically solved by implicit difference scheme. Estimations of influences of shell thickness and radius, fluid density and velocity on the shell vibrations are given.

Keywords: shell, fluid, wave, displacement, stress, viscosity, velocity.

УДК: 004. 93

ВЫБОР ПРИЗНАКОВ, ОБЛАДАЮЩИХ ТРЕБУЕМОЙ РАЗДЕЛЯЮЩЕЙ СИЛОЙ

Д.К.Бекмуратов

Самаркандский филиал Ташкентского университета информационных технологий

Аннотация. В данной статье предложены принципы выбора признаков относительно конкретного образа. Показана методика нахождения допустимой размерности пространства признаков. Определены разделяющие силы, позволяющие при формировании пространств использовать не все признаки, а выбрать только те, разделяющая сила которых позволяет обеспечить требуемые значения.

Ключевые слова: признак, класс, объект, обучающая выборка, надежность распознавания, решающее правило, признак типа.

Актуальность темы. Существуют различные методы определения признаков. Однозначно отдать предпочтение одному из них невозможно. Методы, лучше работающие для одного из классов задач, хуже приемлемы для другого класса, вместе с тем, возможность их реализаций зависит от имеющихся технических средств. Исходя из таких соображений, выбор определенного метода с известной долей интуиции должен производиться в зависимости от реальной задачи и конкретных практических возможностей. Более того, нельзя не учитывать инвариантность многих неизвестных методов определения информативных наборов признаков относительно существующих критериев информативности.

В связи с изложенным обстоятельством создание для каждого из наиболее распространенных критериев информативности "своего" метода оптимизации, который учитывал бы математические свойства конкретного критерия, приобретает весьма актуальный и своевременный смысл.

Постановка задачи. В [1] получен теоретический результат, смысл которого состоит в том, что если из N решающих правил выбирается одно, которое безошибочно разделяет обучающую выборку длины l , то с вероятностью $(1-\eta)$ можно утверждать, что вероятность ошибочной классификации с помощью этого правила составит величину, меньшую ε , где

$$\varepsilon = \frac{\ln N - \ln \eta}{l} \quad (1)$$

В работах [2,3] до обучения определяется размерность формируемого признакового пространства из обучающей выборки, а само пространство в процессе обучения формируется из признаков двух типов относительно каждого образа так, чтобы наперед выбранная линейная решающая функция безошибочно разделила обучающую выборку.

В данной статье, в отличие от [2, 3], до обучения для каждого типа признаков отдельно находятся предельные значения размерности признакового пространства с учетом количества выбранных из обучающей выборки каждого типа признаков, а само пространство в процессе обучения формируется из однотипных признаков относительно каждого образа. При этом в процессе последовательного выбора однотипных признаков учитываются их реальные разделяющие силы в найденном пространстве.

Пусть задана обучающая выборка $V = V_1, \dots, V_r$ ($V_i \cap V_j = \emptyset, i \neq j$), где каждый объект $X_{pj} \in V_p$ ($p = \overline{1, r}; j = \overline{1, m_p}$) является n -мерным вектором числовых признаков, т.е. $X_{pj} = (x_{pj}^1, \dots, x_{pj}^n)$. Обозначим через V_q любого образа $V_j \in V$, т.е. $V_q = \forall V_j$, а через V_p все остальные образы кроме V_q , т.е. $V_p = V \setminus V_q$.

Требуется, используя обучающую выборку V найти решающее правило $R(X)$ относительно каждого образа, указывающее на принадлежность любого объекта из V и любого объекта не входящих в V , одному, из заданных образов V_q или V_p с вероятностью ошибки, не превышающей ε достигаемой с надежностью $(1-\eta)$.

Принципы получения признаков образов из свойств объектов. Допустим, что на объектах $X = (X_1, \dots, X_l) \in V$ задано некоторое свойство X_i . Тогда любому свойству X_i объектов X обучающей выборки V соответствует отношение эквивалентности d_i , порождающее два класса эквивалентности U_{qi} и U_{pi} ($U_{qi} \cup U_{pi} = V$). В качестве примера отношение эквивалентности d_i можно привести

$$d_i(X^i) = \begin{cases} 1, & \text{если для } X_j^i \text{ объекта } x_i \leq \varepsilon_i \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (2)$$

или

$$d_i(X^i) = \begin{cases} 1, & \text{если } X_j^i \text{ объект обладает свойством } x_i, \\ 0, & \text{в противном случае} \end{cases} \quad (3)$$

где ε_i - заданный или определяемый порог, U_{qi} - подмножество объектов $X^i \in V$ для которых выполняются $d_i(X^i) = 1$, U_{pi} - подмножество объектов $X^i \in V$ для которых выполняются $d_i(X^i) = 0$.

Свойство X_i является признаком относительно образа V_q , если для подмножества U_{qi} и U_{pi} , порожденное с помощью (2) или (3) выполняется соотношение

$$(V_q \subseteq U_{qi}) \wedge (U_{qi} \cap V_p = \emptyset) \wedge (V_p \subseteq U_{pi}) \wedge (U_{pi} \cap V_q = \emptyset) = 1 \quad (4)$$

либо

$$(V_q \subseteq U_{qi}) \wedge (U_{qi} \cap V_p \neq \emptyset) \wedge (U_{pi} \cap V_p \neq \emptyset) = 1 \quad (5)$$

либо

$$(U_{qi} \subseteq V_q) \wedge (V_p \subseteq U_{pi}) \wedge (U_{pi} \cap V_q \neq \emptyset) = 1. \quad (6)$$

Следовательно, если для подмножества U_{qi} и U_{pi} , выполняется (4), то признак X_i является признаком первого типа, если выполняется (5), то X_i является признаком второго типа, если же выполняется (6), то X_i является признаком третьего типа относительно образа V_q .

Обозначим через x_{qi}^k ($k = \overline{1,3}$) признаки k -го типа относительно образа V_q , а через x_{pi}^k ($k = \overline{1,3}$) - соответственно образа V_p . Тогда признаку x_{pi}^k соответствуют такие подмножества объектов U_{qi}^k и U_{pi}^k на обучающей выборке.

Вычисление разделяющей силы признаков. Допустим, что из обучающей выборки V определены наборы признаков k -го типа признаков $x_{q1}^k, x_{q1}^k, \dots, x_{qn_k}^k$ ($k = \overline{1,3}$), ($n_1 + n_2 + n_3 \leq n$) относительно образа V_q , где n_1 - количество признаков первого типа, n_2 - количество признаков второго типа, n_3 - количество признаков третьего типа для которых соответственно выполняются формулы (4), (5), (6), n - количество исходных свойств обучающей выборки V .

Далее используя (1) для k -го типа признака x_{pi}^k отдельно находятся предельные значения размерности признакового пространства $n_0^k = f(\varepsilon, \eta, l, n_k)$, $k = \overline{1,3}$, которая при заданных l, n_k, η гарантирует требуемую вероятность ошибки ε , где n_0^k - предельные значения размерности признакового пространства k -го типа, n_k - количество признаков k -го типа (если $k=1$ то первого, $k=2$ то второго и $k=3$ то третьего типа).

Допустим, что из обучающей выборки V при последовательной проверки исходных свойств объектов отобраны n_k признаков k -го типа $x_{q1}^k, x_{q1}^k, \dots, x_{qn_k}^k$ относительно образа V_q . Тогда число N всевозможных решающих правил не будет превышать

$$N \leq 2^{n_0^k} C_{n_k}^{n_0^k}. \quad (7)$$

Так же как и в [3], из (7) получим конкретную функциональную зависимость для n_0^k

$$n_0^k \leq \frac{\varepsilon l + \ln \eta}{\ln n_k}. \quad (8)$$

Найденное по этой зависимости значение n_0^k гарантирует заданную вероятность ошибки ε с надежностью $(1-\eta)$ при фиксированных l, n_k, η .

Далее, так же как и в [3], для того, чтобы в найденном пространстве n_0^k решающее правило безошибочно разделило бы обучающую выборку V на образы V_q и V_p и при этом гарантировало бы требуемое качество и надежность распознавания на новых объектах, необходимо при формировании признаков k -го типа $x_{q1}^k, x_{q1}^k, \dots, x_{qn_0^k}^k$ наложить дополнительные требования.

Обозначим через l ($l = m_1 + m_2 + \dots + m_r$) - количество объектов и h_i^k ($k = \overline{1,3}$) - количество правильно классифицированных объектов обучающей выборки V с помощью признака k -го типа x_{qi}^k ($k = \overline{1,3}$).

Тогда величину

$$F(x_{qi}^k) = \frac{h_i^k}{l} \quad (9)$$

будем называть разделяющей силой признака k -го типа x_{qi}^k . Из этого соотношения видно, что $0 \leq F(x_{qi}^k) \leq 1$.

Зная предельную размерность пространства n_0^k (8) можно оценить минимально допустимую разделяющую силу признака x_{qi}^k , используемую при построении пространства для выделения конкретного образа V_q

$$F_{\min}(x_{qi}^k) \geq \frac{1}{n_0^k} \quad (10)$$

Для того, чтобы гарантировать безошибочное разделение обучающей выборки V при выбранном n_0^k , необходимо вычислить реальную разделяющую силу каждого выбираемого признака x_{qi}^k из n_0^k .

Предположим, в процессе обучения из признаков $x_{q1}^k, x_{q1}^k, \dots, x_{qn_k}^k$ отобран признак x_{qi}^k для которого выполняется (10). Для выбора следующего $(i+1)$ -го признака $x_{q(i+1)}^k$ должно выполняться

$$F_{\min}(x_{q(i+1)}^k) = |F(x_{q(i+1)}^k) - F_{\min}(x_{qi}^k)| \geq \frac{1}{n_0^k}. \quad (11)$$

Приведенные выше соотношения позволяют формировать наборы признаков с определенной разделяющей силой, гарантирующие заданные значения ε и η , в процессе обучения последовательного просмотра претендентов.

На основе выше изложенного разработан обобщенный алгоритм и программное обеспечение. Общий вид интерфейсного окна программы и модуль выбора, вычисления, группирования и распознавания объектов по признакам второго типа представлен на рис. 1.

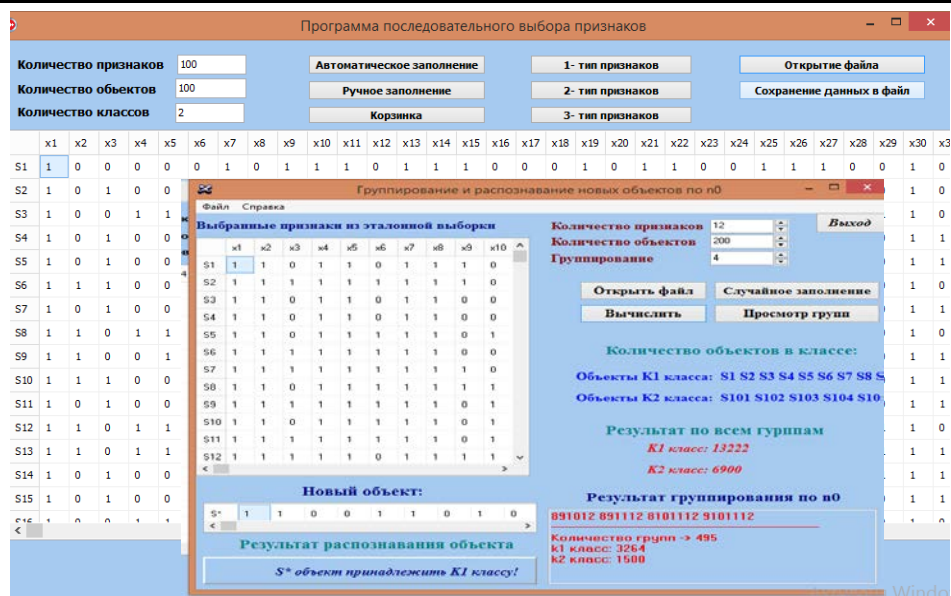


Рис. 1. Общий вид интерфейсного окна и результаты вычислительного эксперимента.

С помощью алгоритма и программы можно получать аналогичные результаты для признаков первого и третьего типов.

Проведено испытание по оценке работоспособности и эффективности разработанного алгоритма и программного комплекса применительно к распознаванию образов. Полученные результаты подтверждают то, что разработанный алгоритм и программный комплекс применим для решения практических задач распознавания объектов, касающиеся медицинской, технической, археологической, гидрогеологической, сейсмологической, биологической и геологической сферы.

Литература

1. Вапник В.Н., Червоненкис А.Я. Теория распознавания образов (статистические проблемы обучения). М.:Наука, 1974. - 412 с.
2. Васильев В.И. Проблема обучения распознаванию образов. Принципы, алгоритмы, реализация. Киев: Выща школа, 1989. - 64с.
3. Бекмуратов К.А., Васильев В.И., Бекмуродов Д.К. Нахождение предельно-допустимых значений размерности признаковых пространств из обучающей выборки. //Академия Наук Республики Узбекистан. Институт математики и информационных технологий. Современное состояние и перспективы развития информационных технологий. Том 2. Ташкент, 2011. 309-312 с.

D.Q.Bekmuratov

TALAB ETILGAN AJRATISH KUCHIGA EGA BO'LGAN BELGILARNI TANLASH

Maqolada aniq timsolga xos belgilarni tanlash prinsiplari taklif etilgan. Belgilar fazosining etarli o'lchamini topish uslubi keltirigan. Belgilarning ajratish kuchi aniqlangan bo'lib, belgilar fazosini shakllantirishda barcha belgilarni emas, balki ajratish kuchi talab etilgan qiymatlarni ta'minlovchi belgilarni tanlash ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: belgi, sinf, obyekt, o'rganiluvchi tanlov, anglash ishonchliligi, hal qiluvchi qoida, belgilar tipi.

D.K.Bekmuratov

A SEQUENTIAL CHOICE OF SIGNS WITH THE DIVIDING FORCE

This article proposes principles of feature selection on a specific image. The technique of finding the permissible amount space feature. Determined by dividing the force allowing the formation of spaces to use, not all features but the choice of only those dividing force which allows to provide the required meaning.

Keywords: feature, class, object, study choice, the reliability of the recognition, decision rule, type of symbols.

УДК 517.955.4, 517.955.8, 517.957

ОБ ОДНОМ ТОЧНОМ РЕШЕНИИ КРОСС-ДИФФУЗИОННОЙ СИСТЕМЫ НЕДИВЕРГЕНТНОГО ВИДА С НЕОДНОРОДНОЙ ПЛОТНОСТЬЮ

Матякубов А.С.

Национальный университет Узбекистана,

E-mail: almasa@list.ru

Аннотация. Рассматривается нелинейная система уравнения параболического типа не дивергентного вида с неоднородной плотностью. Построена автомодельная система уравнений, найдено точное решение нелинейной системы, в зависимости от значения численных параметров. Доказано, что найденное решение является асимптотикой решений с компактным носителем.

Ключевые слова: кросс-диффузия, система, автомодельный, решение, не дивергентный.

Введение. Рассмотрим в области $Q = \{(t, x) : t > 0, x \in \mathbb{R}^N\}$ параболическую систему двух квазилинейных уравнений не дивергентного вида

$$|x|^n \frac{\partial u}{\partial t} = v^{\alpha_1} \nabla (u^{m_1-1} \nabla u), \quad |x|^n \frac{\partial v}{\partial t} = u^{\alpha_2} \nabla (v^{m_2-1} \nabla v), \quad (1)$$

$$u|_{t=0} = u_0(x) \geq 0, \quad v|_{t=0} = v_0(x) \geq 0, \quad \forall x \in \mathbb{R}^N \quad (2)$$

где $m_1, m_2, \alpha_1, \alpha_2$ - положительные вещественные числа, $n \neq -2, u = u(t, x) \geq 0, v = v(t, x) \geq 0$ - искомое решение.

Нелинейные уравнения и системы уравнений не дивергентной форме часто используются для описания различных физических явлений, таких, как процесс диффузии для биологических видов, резистивный диффузионных явлений в бес силовых магнитных полях, кривая потока укорочения, распространение инфекционных заболеваний и так далее, см. [1] - [6].

В работе [1] изучается нелинейные вырождающиеся параболические системы $u_t = v^{\gamma_1} (u_{xx} + au)$, $v_t = u^{\gamma_2} (v_{xx} + bv)$ с граничными условиями Дирихле. Используются метод регуляризации и методика верхнего-нижнего решения, чтобы показать локальное существование решения для нелинейного вырождающегося параболического системы. Обсуждается существование глобального решения, установлены blow-up свойство решения.

Исследовано положительные решения вырожденных квазилинейных параболических систем не дивергентной форме

$$u_{it} = f_i(u_{i+1})(\Delta u_i + a_i u_i), \quad x \in \Omega, t > 0, i = 1, 2, \dots, n-1,$$

$$u_{nt} = f_n(u_1)(\Delta u_n + a_n u_n), \quad x \in \Omega, t > 0$$

с однородной граничным условием Дирихле и положительным начальным условием в работе [2]. Локальное существование и единственность классического решения доказаны. Показано, когда $\min\{a_1, \dots, a_n\} \leq \lambda_1$ (где λ_1 является первое собственное значение $-\Delta$ в Ω с однородным граничным условием Дирихле), то существует глобальное положительное классическое решение и все положительные классические решения не имеет свойство blow-up.

В работе [3] исследовано асимптотическое поведение автомодельных решений параболической системы не дивергентного вида

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} = u_i^{\gamma_i} \nabla (|\nabla u_i|^{p-2} \nabla u_i) - u_{3-i}^{q_i} \quad (i = 1, 2).$$

Построены асимптотические представления автомодельных решений нелинейных параболических систем уравнений не дивергентного вида, в зависимости от значения входящих в систему числовых параметров, найдены необходимые и достаточные признаки их существования.

Асимптотике параболического уравнения не дивергентного вида

$$u_t' = u^m \operatorname{div}(|\nabla u|^{p-2} \nabla u) + \lambda u^q, \quad m \geq 1, \quad p > 1, \quad q > 0, \quad \lambda > 0$$

с граничными условиями Дирихле посвящена работа [4], где изучается три случая в зависимости от значениями числовых параметров и доказана устойчивость стационарных состояний, обсуждена асимптотическая устойчивость решения с периодическим источником.

В работе [5] установлено существование и единственность решения с компактным носителем автомодельного решения вида

$$u(t, x) = (t+1)^{-\alpha} f\left((t+1)^\beta |x|^2\right)$$

для вырождающегося параболического уравнения в не дивергентной форме

$$\frac{\partial u}{\partial t} = u^m \operatorname{div}(|\nabla u|^{p-2} \nabla u), \quad m \geq 1, \quad p > 1$$

В [6] исследованы некоторые свойства решений задачи Коши для нелинейного вырождающегося параболического уравнения в не дивергентной формы с переменной плотностью

$$|x|^n \frac{\partial u}{\partial t} = u^m \operatorname{div}(|\nabla u|^{p-2} \nabla u), \quad p > 1, \quad 0 \leq m < \frac{(p-2)(N+n) + p+n}{p-N}$$

и найдено автомодельное решение типа Баренблатта-Зельдович-Компанеца и доказана асимптотика автомодельных решений в случае быстрой и медленной диффузии, а также приводятся результаты численных расчетов подтверждающих наличие свойства конечной скорости распространения тепла и пространственной локализации решения задачи Коши.

Свойства конечной скорости распространения возмущения (КСРВ) и асимптотика автомодельных решений для дивергентных систем рассмотрены в работах [9-10].

В настоящей работе для системы вырождающегося параболического уравнения не дивергентного вида с неоднородной плотностью (1) построена автомодельная система уравнений и найдено точное решение этой системы, в зависимости от значения числовых параметров, которое даёт возможность доказать в частности, свойство КСРВ для рассматриваемой задачи на основе теорем сравнения.

ПОСТРОЕНИЕ АВТОМОДЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Ниже построена автомодельная система, найдено её точное решение системы (1), проводится анализ решение автомодельной системы. Автомодельная система для (1) строится полагая в (1)

$$u(t, x) = (T+t)^{-k_1} w(\tau, x), \quad v(t, x) = (T+t)^{-k_2} \phi(\tau, x), \quad (3)$$

где

$$\tau(t) = \frac{(T+t)^{1-\alpha_1 k_2 - k_1(m_1-1)}}{1-\alpha_1 k_2 - k_1(m_1-1)}, \quad k_i = \frac{l_i + l_1 l_2 (m_{3-i} - 1 - \alpha_i)}{(1+l_1(m_1-1))(1+l_2(m_2-1)) - \alpha_1 \alpha_2 l_1 l_2},$$

$$l_i = \frac{(n+N)(m_{3-i} - 1 - \alpha_i)}{(n+2)(m_{3-i} - 1 - \alpha_i m_i + \alpha_1 \alpha_2)}, \quad i = 1, 2.$$

Тогда относительно (w, ϕ) получим систему уравнений

$$|x|^n \frac{\partial w}{\partial \tau} = \phi^{\alpha_1} \nabla \cdot (w^{m_1-1} \nabla w) + \frac{k_1}{1-\alpha_1 k_2 - k_1(m_1-1)} \tau^{-1} w,$$

$$|x|^n \frac{\partial \phi}{\partial \tau} = w^{\alpha_2} \nabla \cdot (\phi^{m_2-1} \nabla \phi) + \frac{k_2}{1-\alpha_2 k_1 - k_2(m_2-1)} \tau^{-1} w. \quad (4)$$

а затем введя в (4)

$$w(\tau, x) = f(\xi), \quad \phi(\tau, x) = \phi(\xi), \quad \xi = |x| \tau^{-\frac{1}{n+2}} \quad (5)$$

при выполнении условия

$$\alpha_1 k_2 + k_1 (m_1 - 1) = \alpha_2 k_1 + k_2 (m_2 - 1), k_1 > 0, k_2 > 0,$$

получим следующую автомодельную систему уравнений

$$\begin{aligned} \phi^{\alpha_1} \xi^{1-N} \frac{d}{d\xi} \left(\xi^{N-1} f^{m_1-1} \frac{df}{d\xi} \right) + \frac{1}{n+2} \xi^{n+1} \frac{df}{d\xi} + b_1 \xi^n f &= 0, \\ f^{\alpha_2} \xi^{1-N} \frac{d}{d\xi} \left(\xi^{N-1} \phi^{m_2-1} \frac{d\phi}{d\xi} \right) + \frac{1}{n+2} \xi^{n+1} \frac{d\phi}{d\xi} + b_2 \xi^n \phi &= 0, \end{aligned} \quad (6)$$

где $b_i = \frac{k_i}{1 - \alpha_i k_{3-i} - k_i (m_i - 1)}$, $i = 1, 2$.

Рассмотрим случай

$$1 - \alpha_1 k_2 - k_1 (m_1 - 1) > 0. \quad (7)$$

ТОЧНОЕ РЕШЕНИЕ СИСТЕМЫ (6)

Точные решения нелинейных систем уравнений наглядно демонстрируют и позволяют разобраться в механизме таких сложных нелинейных эффектов, как свойства КСРВ, пространственная локализация процессов переноса, множественность или отсутствие стационарных состояний при определенных условиях, существование режимов с обострением и другие. Точные решения системы дифференциальных уравнений могут быть использованы в качестве «тестовых» задач при проверке корректности и оценке точности различных численных, асимптотических и приближенных аналитических методов. Кроме того, допускающие точные решения модельные уравнения и задачи служат основой для разработки новых численных, асимптотических и приближенных методов, которые, в свою очередь, позволяют исследовать уже более сложные задачи тепло- и массопереноса, не имеющие точного аналитического решения [11] на основе теоремы сравнения решений [1].

Система (6) имеет точное аналитическое представление решения в виде

$$f(\xi) = A_1 (a - \xi^q)_+^{p_1}, \phi(\xi) = A_2 (a - \xi^q)_+^{p_2}. \quad (8)$$

Здесь $(a)_+ = \max(0, a)$, A_1, A_2, p_1, p_2, q - положительные константы, определяемые из решения некоторой системы.

Подставляя (8) в (6) имеем

$$\begin{aligned} -q(q+N-2)p_i A_i^{m_i} A_{3-i}^{\alpha_i} \xi^{q-2} (a - \xi^q)^{p_i m_i - 1 + p_{3-i} \alpha_i} - p_i A_i \xi^{n+q} (a - \xi^q)^{p_i - 1} + \\ + q^2 (p_i m_i - 1) p_i A_i^{m_i} A_{3-i}^{\alpha_i} \xi^{2q-2} (a - \xi^q)^{p_i m_i - 2 + p_{3-i} \alpha_i} + b_i A_i \xi^n (a - \xi^q)^{p_i} = 0. \end{aligned} \quad (9)$$

Для выполнения равенство (9) необходимо

$$\begin{cases} q-2=n, \\ n+q=2(q-1), \end{cases} \implies q=n+2, \quad \begin{cases} p_i = p_i m_i - 1 + p_{3-i} \alpha_i, \\ p_i - 1 = p_i m_i - 2 + p_{3-i} \alpha_i, \end{cases} \implies p_i = \frac{m_{3-i} - 1 - \alpha_i}{(m_1 - 1)(m_2 - 1) - \alpha_1 \alpha_2},$$

$$\begin{cases} -q(q+N-2)p_i A_i^{m_i} A_{3-i}^{\alpha_i} + b_i A_i = 0, \\ q^2 (p_i m_i - 1) p_i A_i^{m_i} A_{3-i}^{\alpha_i} - p_i A_i = 0, i = 1, 2. \end{cases} \implies$$

$$A_i = \left(\left(\frac{b_i}{(n+2)(n+N)p_i} \right)^{m_{3-i}-1} \left(\frac{b_{3-i}}{(n+2)(n+N)p_{3-i}} \right)^{-\alpha_i} \right)^{\frac{1}{(m_1-1)(m_2-1)-\alpha_1 \alpha_2}}, \quad i = 1, 2.$$

при $(m_1 - 1)(m_2 - 1) - \alpha_1 \alpha_2 \neq 0$.

Отсюда система уравнения (6) при выполнении условий

$(m_1 - 1)(m_2 - 1) - \alpha_1 \alpha_2 \neq 0$ имеет точное решение

$$f(\xi) = A_1 \left(a - \xi^{n+2} \right)_+^{\frac{m_2 - 1 - \alpha_1}{(m_1 - 1)(m_2 - 1) - \alpha_1 \alpha_2}}, \quad \phi(\xi) = A_2 \left(a - \xi^{n+2} \right)_+^{\frac{m_1 - 1 - \alpha_2}{(m_1 - 1)(m_2 - 1) - \alpha_1 \alpha_2}}. \quad (10)$$

Таким образом, система уравнения (1) при выполнении следующих условий

$$1 - \alpha_1 k_2 - k_1(m_1 - 1) > 0, \quad (m_1 - 1)(m_2 - 1) - \alpha_1 \alpha_2 \neq 0,$$

$$\alpha_1 k_2 + k_1(m_1 - 1) = \alpha_2 k_1 + k_2(m_2 - 1), \quad k_1 > 0, \quad k_2 > 0,$$

имеет следующее точное решение

$$\begin{aligned} u(t, x) &= A_1 (T + t)^{-k_1} \left(a - (1 - \alpha_1 k_2 - k_1(m_1 - 1)) |x|^{n+2} (T + t)^{\alpha_1 k_2 + k_1(m_1 - 1) - 1} \right)_+^{p_1}, \\ v(t, x) &= A_2 (T + t)^{-k_2} \left(a - (1 - \alpha_1 k_2 - k_1(m_1 - 1)) |x|^{n+2} (T + t)^{\alpha_1 k_2 + k_1(m_1 - 1) - 1} \right)_+^{p_2}, \end{aligned} \quad (11)$$

где $A_1, A_2, p_1, p_2, k_1, k_2$ – определенные выше константы.

АСИМПТОТИКА РЕШЕНИЙ АВТОМОДЕЛЬНЫХ СИСТЕМ УРАВНЕНИЙ (6).

В предыдущем разделе показано, что точное решение системы (6) имеет вид (10). Теперь покажем, что функции $f(\xi), \phi(\xi)$ – определенные в (10), будут асимптотикой решений системы (6) при $\xi \rightarrow \sqrt{a}$.

Введем обозначения: $c_{i1} = \frac{a^{n/2}}{2(n+2)(p_i m_i - 1)}, \quad i = 1, 2.$

Теорема. Пусть $1 - \alpha_1 k_2 - k_1(m_1 - 1) > 0, (n+2)(p_i m_i - 1) > 0, i = 1, 2.$ Тогда решение с компактным носителем задачи (8), (11) при $\xi \rightarrow \sqrt{a}$ имеет асимптотику следующего вида

$$f(\xi) = A(a - \xi^2)^{p_1} (1 + o(1)), \quad \phi(\xi) = B(a - \xi^2)^{p_2} (1 + o(1)), \quad (12)$$

где A, B – являются соответственно корнями системы нелинейных алгебраических уравнений

$$A^{m_1 - 1} B^{\alpha_1} = c_{11}, \quad B^{m_2 - 1} A^{\alpha_2} = c_{21}.$$

Теорема доказывается аналогично теореме 1 в [4].

Следствие. Обобщенное решение задачи (1)-(2) имеет асимптотику при $|x| \rightarrow a^{\frac{1}{2}} \tau^{\frac{1}{n+2}},$
 $1 - \alpha_1 k_2 - k_1(m_1 - 1) > 0, (n+2)(p_i m_i - 1) > 0, i = 1, 2$ следующего вида

$$\begin{aligned} u_A(t, x) &= A(T + t)^{-k_1} \left(a - \left(|x| \tau^{-1/(n+2)} \right)^2 \right)^{p_1} (1 + o(1)), \\ v_A(t, x) &= B(T + t)^{-k_2} \left(a - \left(|x| \tau^{-1/(n+2)} \right)^2 \right)^{p_2} (1 + o(1)). \end{aligned}$$

Заключение

Основной сложностью при численном решении рассмотренной задачи является в не единственности решения задачи (1)-(2). Поэтому весьма важно выбор подходящих начальных приближений в зависимости от значения числовых параметров системы при численных расчетах. Так как мы располагаем точным решением (10), её можно использовать в сочетании с принципом сравнения решения для проведения вычислительного эксперимента для достаточно широкого класса данных, используя найденное решение в

качестве начального приближения. Также можно анализировать оценку погрешности численного расчета, сопоставляя её с точными данными.

Установлено, что найденной решение является асимптотикой всех решений с компактным носителем автомодельной системы (6).

Литература

1. Samarskii A.A., Galaktionov V.A., Kurdyumov S.P. and Mikhailov A.P. Blow-Up in Quasilinear Parabolic Equations. Berlin, 4(1995), Walter de Grueter, 535. <http://dx.doi.org/10.1515/9783110889864>
2. Zhi-wen Duan, Li Zhou. Global and Blow-Up Solutions for Nonlinear Degenerate Parabolic Systems with Crosswise-Diffusion // Journal of Mathematical Analysis and Applications. - 244(2000). – P. 263--278.
3. Haihua Lu. Global existence and blow-up analysis for some degenerate and quasilinear parabolic systems // Electronic Journal of Qualitative Theory of Differential Equations. – 2009. - No. 49. – P. 1--14.
4. Арипов М., Матякубов А.С. К асимптотическому поведению решений нелинейных параболических систем уравнений недивергентного вида. Вестник КазНУ, №3(86), 2015, с. 275-282.
5. Jin Yin. Asymptotic behaviour of solutions for a doubly degenerate parabolic equation not in divergence form. Rocky Mountain J. Math., 2016, Volume 46, Number 1. <http://projecteuclid.org/euclid.rmjm/1453817311>
6. Chunhua J., Jingxue Y. Self-similar solutions for a class of non-divergence form equations // Nonlinear Differ. Equ. Appl. Nodda. – 2013. – Vol. 20, Issue 3. – P. 873--893.
7. Raimbekov J.R. The Properties of the Solutions for Cauchy Problem of Nonlinear Parabolic Equations in Non-Divergent Form with Variable Density // Journal of Siberian Federal University. Mathematics&Physics 2015, 8(2), 192--200.
8. Aripov M. Method of the Standard Equation for the Solution of the Nonlinear Value Problem. Fan, Tashkent, 1988, 137 p.
9. Aripov M., SadullaevaSh.A. Qualitative Properties of Solutions of a Doubly Nonlinear Reaction-Diffusion System with a Source. Journal of Applied Mathematics and Physics, 2015, 3, 1090-1099. <http://dx.doi.org/10.4236/jamp.2015.39135>
10. Aripov M., SadullaevaSh.A. An asymptotic analysis of a self-similar solution for the double nonlinear reaction-diffusion system. J. Nanosystems: physics, chemistry, mathematics, 2015, 6 (6), p. 1-10. (ISSN 1997-1397)
11. Polyanin D., ChernoutsanA.I. A Concise Handbook of Mathematics, Physics, and Engineering Sciences. BocaRaton-London: Chapman&Hall/CRC Press, 2010, 1140 p.

A.S. Matyakubov BIR JINSLI BO‘LMAGAN ZICHLIKKA EGA NODIVERGENT KO‘RINISHDAGI KROSS- DIFFUZIYA SISTEMASI ANIQ YECHIMI HAQIDA

Parabolik tipdagi bir jinsli bo‘lmagan zichlikka ega nodivergent chiziqsiz tenglamalar sistemasi o‘rganiladi. Avtomodel tenglamalar sistemasi quriladi, chiziqsiz sistemaning sonli parametrlari qiymatlariga bog‘liq holda aniq yechimi topiladi. Topilgan xususiy aniq yechim barcha yechimlar asimptotikasi ekanligi isbotlanadi.

Kalit so‘zlar: kross-diffuziya, sistema, avtomodel, yechim, nodivergent.

A.S. Matyakubov ON THE EXACT SOLUTION CROSS- DIFFUSIVE SYSTEM NON- DIVERGENCE FORM WITH INHOMOGENEOUS DENSITY

Considered nonlinear system of parabolic equations not in divergence form with an inhomogeneous density. Constructed self-similar system of equations, found an exact solution of the nonlinear system, depending on the value of numerical parameters. It is proved that the solution found is the asymptotic behavior of solutions with compact support.

Keywords: cross-diffusion, system, self-similar, solution, not in divergent.

УДК 004.94: 622.794.4: 661.11

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛО МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ (СУШКИ) ПРИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ НАЧАЛЬНЫМ ИМПУЛЬСОМ

М.Ж.Курбанова¹, К.О.Додаев¹, Ж.М.Курбанов²¹Ташкентский химико-технологический институт, ²Самаркандский институт экономики и сервиса.

Аннотация. В работе анализированы, системы дифференциальных уравнений тепломассообменные процессов (сушки) плодов и овощей с начальным импульсом и выбрана система дифференциальных уравнений наиболее полно описывающих (первые периоды) с внутренним источником нагрева. Вводя некоторые допустимые упрощения, решена система дифференциальных уравнений тепломассопереноса при начальных и граничных условиях.

Ключевые слова: моделирование, тепломассообмен, интенсификация, начальный импульс, высокоинтенсивный, дифференциальный уравнения.

Исследование тепло- и влагопереноса при высокоинтенсивных процессах сушки (сушка ИК - лучами, в ЭМ поле СВЧ, ТВЧ, сушка перегретым паром, сушка в жидких средах и т.д.) проведены А.В. Лыковым, П.Д. Лебедевым, Г.А.Максимовым, Ю.А. Михайловым, А.С.Гинзбургом, С.Г. Ильясовым, А.М. Остапенковым [1,2,3,4,5,6,7], Ж.М. Курбановым [8] и др.

Разработанные математические модели различаются друг-с другом своими составляющими, особенностями передачи и переноса энергии, видов обрабатываемого материала и т.д, от которых зависит выбор начальных, граничных условий, а также методы их решения, использования результатов расчета в практических целях.

Анализируя, многочисленные системы дифференциальных уравнений описывающих влаго- и теплопереноса, нами исходя из нашего случая, применительно процессу сушки плодов и овощей с предварительного наложения начального импульса выбрали систему дифференциальных уравнений наиболее полно описывающие первые периоды с внутренним источником нагрева (СВЧ, ИК, ТВЧ и др.) которого называли высокоинтенсивным процессом тепломассообмена и систему дифференциальных уравнений тепло-массопереноса при сушки с принудительной конвекцией, т.е. второй и третий период сушки плодов и овощей.

Хотя точное описание процессов тепло- и массообмена при высокоинтенсивном (СВЧ, ИК, ТВЧ и др.) необычно сложная задача, нами для сушки плодов и овощей, описание механизма нагрева начального импульса на первый период сушки, применили систему дифференциальных уравнений тепло-массопереноса разработанный А.В. Лыковым [9] в виде:

$$\frac{dt}{d\tau} = a \nabla^2 t + \frac{M}{Cr} \cdot \frac{dU}{d\tau} + \frac{Q_v}{c_{p\theta}} \quad (4)$$

$$\frac{dU}{d\tau} = a_{m1} \nabla^2 U + a_{m2} S_2 \nabla^2 t + \mu \frac{dU}{d\tau} \quad (5)$$

$$\frac{dP}{d\tau} = a_p \nabla^2 P - \frac{\mu}{c_{вл}} \cdot \frac{dU}{d\tau} \quad (6)$$

где: t – температура;

U - Влагосодержание

P – Избыточное давление в образце

τ - время;

a - коэффициент температуропроводности;

μ – коэффициент фазового превращения жидкость-пар;

C – приведенная удельная теплоемкость образца

g - удельная теплота парообразования

ρ_θ – плотность сухого вещества образца

a_{m2} – коэффициент диффузии жидкости

S_2 – относительный коэффициент термодиффузии;

a_p - коэффициент конвективной диффузии

$c_{вл}$ - емкость образца по отношению к влажному воздуху;

Q_v – мощность нагрева, определяемая при СВЧ-нагреве формулой

$$Q_v = 0.556 \cdot 10^{-12} E^2 / \varepsilon'' \quad (7)$$

Полное аналитическое решение выше изложенных дифференциальных уравнений являются сложной задачей, иногда приводящее к незначительным результатам для практики. Однако, в целях нахождения оптимального режима обработки, для инженерных расчетов можно использовать приближенные зависимости.

Для приближенного решения системы уравнений (4,5,6) использовали приближенный метод расчета предложенный В.М. Башмаковым и С.В. Некрутманом [12] для кинетики СВЧ - нагрева пищевых продуктов.

На основе этой методике, для приближенного решения системы дифференциального уравнения тепло - массопереноса (4,5,6) вводим некоторые допустимые упрощение.

При этом рассматриваем одномерную задачу, считая образец полу бесконечным стержнем ($0 < x < \infty$). Это означает, что образец считается достаточно длинным и тонким, так что, $d \ll L$ (d и L - диаметр и длина образца). Не без основания можно полагать, что мощность внутреннего источника убывает в глубь образца по экспоненциальному закону:

$$\frac{Q_v}{c\rho\theta} = Ae^{-RX} \quad (8)$$

где: константа A - характеризует мощности начального импульса (ИК, ВЧ, СВЧ - источника) aR - поглощение энергии в образце.

Начальные условия задаются в виде:

$$t(x,0)=0; p(x,0)=0; U(x,0)=U_0; \quad (8')$$

где: U_0 – считается независимым от x .

Граничные условия считают промежуточными между:

- а) случаем теплоизолированного образца и
- б) случаем теплового равновесия образца с окружающей средой.

Эти условия имеют вид:

$$\begin{aligned} \text{а) } t(0, \tau) = 0; U(0, \tau) = 0; P(0, \tau) = 0 \\ \text{б) } t_x(0, \tau) = 0; U_x(0, \tau) = 0; P_x(0, \tau) = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

где индекс x обозначает дифференцирование по x .

В дальнейшем считают наиболее близким к разности функции $t(x, \tau); p(x, \tau)$ и $u(x, \tau)$, полученные как средние арифметические из решений системы уравнений (4,5,6) при граничных условиях (9).

Для упрощения системы уравнений (4,5,6) вводим следующие допущения [12,14]:

1. Ввиду сравнительного медленного изменения u , со временем при начальном импульсе (СВЧ, ИК, ВЧ нагреве) исключаются из уравнения (4) член:

$$\frac{\mu}{cr} \cdot \frac{dU}{d\tau} \quad (10)$$

2. На основании многих экспериментальных данных члена $a_{m_2} S_2 \nabla^2 t$ в уравнение (2) пренебреженно мал, т.е. можно не учитывать вклада термодиффузии влаги в изменение влагосодержания.

3. На основании опытов по СВЧ - нагреву пищевых продуктов свидетельствующих о малом изменении избыточного давления в образце от точки к точке, исключаются из уравнения (6) член $a_p \nabla^2 P$. Это упрощение можно вести только для самого процесса СВЧ-нагрева. После выключения СВЧ-источника давление в образце релаксирует, и ввиду резкого уменьшения испарения влаги в этот период из уравнения (6) следует исключить не член $a_p \nabla^2 P$

член $-\frac{\mu}{c_{вл}} \cdot \frac{dU}{d\tau}$.

Исходя из выше изложенных получим систему:

$$\frac{dt}{d\tau} = a \nabla^2 t + \frac{Q_v}{c\rho_0} \quad (11)$$

$$\frac{dU}{d\tau} = a_{m_2} \nabla^2 U + \mu \frac{dU}{d\tau} \quad (12)$$

$$\frac{dP}{d\tau} = -\frac{\mu}{c_{вл}} \cdot \frac{dU}{d\tau} \quad (13)$$

1. Решение уравнение (11) при граничных условиях (9) с учетом выражения (10) имеет вид:

$$\bar{t}(x; \tau) = \frac{A}{R^2 a} \left\{ \frac{1-Rx}{2} \left[1 - \Phi \left(\frac{x}{2\sqrt{a\tau}} \right) \right] - e^{-Rx} + \frac{1}{2} e^{aR^2\tau - Rx} \left[1 - \Phi \left(-\frac{x}{2\sqrt{a\tau}} + R\sqrt{a\tau} \right) \right] + \frac{R\sqrt{a\tau}}{\sqrt{\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{4a\tau}} \right\} \quad (14)$$

где:

$$\Phi(\eta) = \frac{\tau}{\sqrt{\pi}} \int_0^\eta e^{-\eta'^2} d\eta' \quad (15)$$

При больших x (толстых образцах) формула (14) упрощается:

$$\bar{t}(x\tau) \approx \frac{A}{R^2 a} (e^{aR^2\tau} - 1) e^{-Rx} \quad (16)$$

При малых значениях τ (начальный период нагрева) вместо выражения (16) имеют:

$$t(x\tau) \approx A R e^{-Rx} \quad (17)$$

Сравнивая приближенные формулы (16) и (17) с экспериментальными кривыми, можно оценить параметры A , R и a .

2. Решение уравнение (12) дает:

$$U(x, \tau) = \frac{U_0}{2} \left[1 - \Phi \left(\frac{x}{2\sqrt{a'\tau}} \right) \right] \quad (18)$$

$$\text{Где } a' = \frac{am_2}{1-\mu} \quad (19)$$

3. Решение уравнения (13) с учетом условия (8¹) и (18) имеет вид:

$$P(x, \tau) = \frac{\mu U_0}{2c_{вл}} \left[1 - \Phi \left(\frac{x}{2\sqrt{a'\tau}} \right) \right] = P_\infty \left[1 - \Phi \left(\frac{x}{2\sqrt{a'\tau}} \right) \right] \quad (20)$$

где P_∞ – предельное значение избыточного давления в образце.

Изменение P_v период релаксации после выключения СВЧ-источника описывается уравнением:

$$\frac{dP}{d\tau} = a_p \nabla^2 P \quad (21)$$

Решение (2.21) имеет вид:

$$P(x, \tau) = \frac{P_0}{2} \left[1 + \Phi \left(\frac{x}{2\sqrt{a_p\tau}} \right) \right] \quad (22)$$

Где P_0 – давление, достигнутое в момент прекращения нагрева.

Кривые, полученные с помощью уравнения (20) и (22) хорошо коррелируют с экспериментальными данными.

После первого периода, т.е. высокоинтенсивного процесса с начальным импульсом, где процесс происходит относительно за короткое время при режиме высокой температуры, темпа нагрева для наиболее полного математического описания для второго периода интенсивного процесса сушки можно применять следующую систему дифференциальных уравнений [12]

$$\frac{dT}{d\tau} = a \nabla^2 T + \frac{\mu r}{c} \cdot \frac{dU}{d\tau} \quad (23)$$

$$\frac{dU}{d\tau} = a_{m_2} \nabla^2 U + a_m \delta \nabla^2 T + \frac{K_p}{\rho_n} \nabla^2 P \quad (24)$$

$$\frac{dP}{d\tau} = a_p \nabla^2 P + \frac{\mu}{c_b} \quad (25)$$

Как видно, данная система дифференциальных уравнений (23, 24, 25) в отличие от (24, 25, 26) на теплопереносе не учитывается источник внутреннего тепла, как так $Q_v = 0$.

Дальнейшая сушка происходит конвективным теплообменом.

Аналитическое полное решение системы дифференциальных уравнений (22-25) дано в работе (15).

Анализ результатов данного решения показали, что она являются для численного решения сложным и применения ее для практических целях менее эффективным.

Поэтому, произведя анализ процесса сушки, на втором периоде, что изменение градиента давления незначительна $\nabla P \approx 0$, а также перенос влаги за счет этого также

незначим, т.е. $\frac{K_p}{\rho_{II}} \nabla^2 P \approx 0$, тогда из системы уравнения можно исключить развитие давления и тогда оно получить следующий вид:

$$\frac{dT}{d\tau} = a \nabla^2 t + \frac{\mu r}{c} \cdot \frac{dU}{d\tau} \quad (26)$$

$$\frac{dU}{d\tau} = a_{m2} \nabla^2 U + a_m \delta \nabla^2 T \quad (27)$$

Для решения данной системы уравнений, пренебреженный перенос влаги и тепла за счет фильтрации для сферической формы частиц материала радиусом R в начальный момент содержит $U(\rho, 0) = U_0 = \text{const}$ влаги и имеет температуру $t(\rho, 0) = t_0 = \text{const}$ и считая все тепломассообменные свойства известным и в момент времени $\tau_{II} = 0$ частица помещается в поток воздуха с массосодержанием U_s и температурой t_s .

Полагая, что тепло- и массоперенос через пограничный слой определяется коэффициентом тепло- и массоотдачи α и β соответственно. Тогда, после некоторых преобразований систему дифференциальных уравнений (26,27) можно представить в следующем виде.

$$\frac{dU}{d\tau} = \frac{a_m}{\rho^2} \cdot \frac{d}{d\rho} \left(\rho^2 \frac{dU}{d\rho} \right) + \frac{a \cdot \delta}{\rho^2} \left(\rho^2 \frac{dt}{d\rho} \right) \quad (28)$$

$$\frac{dt}{d\tau} = \frac{a}{\rho^2} \cdot \frac{d}{d\rho} \left(\rho^2 \frac{dt}{d\rho} \right) + \frac{E \cdot q}{c_p} \frac{dU}{d\tau} \quad (29)$$

и так, при начальных условий:

$$U(\rho, 0) = U_0; t(\rho, 0) = t_0 \quad (30)$$

и граничных условий:

$$-\lambda_m \frac{dU}{d\rho} \Big|_{\rho=R} = \beta(U)_{R-} - U_s \quad (31)$$

$$-\lambda \frac{dt}{d\rho} \Big|_{\rho=R} = \alpha(t_s - t|_{R-}) \quad (32)$$

$$\frac{dU}{d\rho} \Big|_0 = 0 \quad (33)$$

$$\frac{dt}{d\rho} \Big|_0 = 0 \quad (34)$$

Здесь q -скрытая теплота фазового перехода граничные условия (31) и (32) записаны с учетом противоположных направлений потоков массы и тепла.

Решением (28) и (29) находим среднее значение $\bar{U}$ и $\bar{t}$, которые определяется из выражений:

$$\bar{U} = \frac{3}{R^3} \int_0^R U(\rho, \tau) \rho^2 d\rho \quad (35)$$

$$\bar{t} = \frac{3}{R^3} \int_0^R t(\rho, \tau) \rho^2 d\rho \quad (36)$$

Выводы

1. Анализируя, системы дифференциальных уравнений процесса сушки плодов и овощей с начальным импульсом, выбрана система дифференциальных уравнений, наиболее полно описывающих (первые периоды) с внутренним источником нагрева (СВЧ, ИК, ТВЧ и др.) которого называли высокоинтенсивным процессом тепломассообмена и систему дифференциальных уравнений тепломассопереноса при сушки с принудительной конвекцией.

2. Вводя некоторые допустимые упрощения приближенным методом решения системы дифференциальных уравнений тепломассопереноса дано решение при начальных и граничных условиях.

3. Составлен математический модель интенсивного процесса после начального импульса, допустив, что изменение градиента давления незначительна, а также перенос влаги за счет этого также незначим, исключили из систем дифференциальных уравнений развитие давления и дано решение системы уравнений для нахождения среднего значения влагосодержания и температуры во время сушки плодов и овощей.

Литература

1. Михайлов М.Д. Нестационарный тепло- и массоперенос в одномерных телах. –Минск. ИТМО. 1969.-184 с.
2. Лебедев П.Д. Теплообменные сушильные и холодильные установки. Издательство Энергия.1966г.
3. Максимов Г.А. Основные закономерности переноса тепла и влаги при нагреве в электромагнитном поле высокой частоты-«Гр.Советская биофизика в с/х» 1955г 51-54с.
4. Михайлов Ю.А. сушка перегретым паром-М.: Энергия 1967г-248 с.
5. Ильясов С.Г., Красников В.В. Физические основы инфракрасного облучения пищевых продуктов –М.: Пищевая промышленность, 1978г -358с.
6. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности –М.: Пищевая промышленность. 1966г-408 с.
7. Курбанов Ж.М. Научные основы интенсификации процессов гидротермической обработки. Пр.пит. Автор док.дисс. МИТПП 1992.-36 с.
8. Лыков А.В. Теория сушки-М.: Энергия. 1968г -470 с
9. 10.Рогов И.А., Горбатов А.В. Физические методы обработки пищевых продуктов –М.: Пищевая промышленность.1974г-583с.
- 10.Угарова Л.П. Исследование режимов термообработки пищевых продуктов в электромагнитном поле СВЧ. Канд.диссертация –М.: МИНХ, 1970г-183 с.
- 11.Рогов И.А., Некрутиан С.В., Сверхвысокочастотный и инфракрасный нагрев пищевой продуктов –М.: Пищевая промышленность. 1976г -211с.
- 12.Горбачев К.М. Аналитическое решение системы дифференциальных уравнений совместного тепло-массопереноса при тепловой обработке продуктов в аппаратах с принудительной конвекцией - сб. Научных трудов «Торгово – технологическое оборудование и автоматизация производственных процессов в торговле и общественного питания-Ленинград институт Советск торговли -1976г-100-112с.
- 13.Остапенков А.М. К решению задачи тепломассопереноса в продукте нагреваемом в поле СВЧ // Электронная обработка материалов. 1979г. 4. 74-79с.

M.J. Kurbanova, K.O.Dodayev, J.M.Kurbanov
ISSIQLIK MASSAALMASHINISH
JARAYONLARI (QURITISH)
BOSHLANGICH IMPULSDA
JADALLASHTIRISHDA MATEMATIK
MODELLASHTIRISH

Ishda, meva va sabzavotlar boshlangich impuls issiklik massaalmashinish (quritish) jarayoni differensial tenglamalari tizimi taxlil etilib, ichki isitish manbali (birinchi davrining) jarayonlarni ancha tula yoritadigan differensial tenglamalari tanlanib, ba'zi qisqartirishlar bilan boshlang'ich va chegaraviy shartlarda issiqlik massa almashinish differensial tenglamalar yechimi keltirilgan.

Kalit so'zlar: modellashtirish, teplomassa almashinuvi, intensivikasiya yuqori intensive differensial tenglamalar.

M.J. Kurbanova, K.O.Dodayev, J.M.Kurbanov
MATHEMATIC MODELING OF
ENHANCING THE INITIAL IMPULSE OF
THE MASS EXCHANGE PROCESSES
(DRYING)

In this work the modeling of the processes of initial impulse of drying fruits and vegetables by the equation systems using thoughtly enlightened differential equation systems. There also given the thermomass exchange processes differential equations and their solutions with abridged form.

Keywords: modeling, thermomass exchange, initial impulse, high intensive differential equations.

UDK: 004.94: 622.794

AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI O'RGATISHDA O'YINLI TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH TO'G'RSIDA**O.S.Abdullayeva***Namangan muhandislik-pedagogika instituti assistenti*

Annotasiya. Ushbu maqolada bugungi kunda dolzarb hisoblangan o'quv jarayoni samaradorligini oshirish usullari ichida o'yinli texnologiyalar alohida talqin etilgan. Informatika fanini o'qitish uchun aniq misollar va undan kutiladigan natijalar tavsiya qilingan.

Kalit so'zlar: innovasiya, pedagogik texnologiyalar, uyinli texnologiyalar.

Ta'limning bugungi **vazifasi** o'quvchilarni kun sayin oshib borayotgan axborot - ta'lim muhiti sharoitida **mustaqil faoliyat ko'rsata olishga, turli sohalarida zamonaviy axborot texnologiyalarini samarali qo'llash va axborot oqimidan oqilona foydalanishga o'rgatishdan** iborat ekan, buning uchun ularga uzluksiz ravishda **mustaqil ishlash imkoniyati va sharoitini yaratib berish hamda ijodiy fikrlash va mustaqil qarorlar qabul qilishga o'rgatish zarurdir**. Bu masalaning yechimi tabiiyki, mazkur jarayonning asosiy tashkilotchisi – pedagoglarning tayyorlov sifatiga bog'liqdir.

Har bir jamiyatning kelajagi uning ajralmas qismi va hayotiy zarurati bo'lgan ta'lim tizimining qay darajada rivojlanganligi bilan belgilanadi. Bugungi kunda mustaqil taraqqiyot yo'lidan borayotgan mamlakatimizning uzluksiz ta'lim tizimini isloh qilish va takomillashtirish, yangi sifat bosqichiga ko'tarish, unga ilg'or pedagogik va **axborot** texnologiyalarini joriy qilish, hamda ta'lim samaradorligini oshirish davlat siyosati darajasiga ko'tarildi. Mamlakatimizda olib borilayotgan ijtimoiy – iqtisodiy islohotlar ta'lim tizimida ham o'ziga xos o'zgartirishlarni kiritish va yangiliklarni tatbiq etish zaruriyatini belgilab berdi. Xususan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Kompyuterlashtirishni yanada rivojlantirish va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etish to'g'risida"gi Farmonida jamiyat hayotining barcha sohalarida zamonaviy axborot texnologiyalarini, kompyuter texnikasi va telekommunikatsiya vositalarini ommaviy ravishda joriy etish hamda ulardan foydalanish, ta'lim jarayoniga zamonaviy kompyuter va axborot texnologiyalarini egallashga hamda ularni faol qo'llashga asoslangan ilg'or ta'lim tizimlarini kiritish, kompyuter va telekommunikatsiya texnikasini ishlab chiqish sohalarida ishlash uchun yuqori malakali mutaxassis kadrlar tayyorlashni tashkil qilish masalalariga alohida e'tibor qaratilgan[1].

Hozirgi kunda hamma sohalar uchun zarur bo'lgan zamonaviy axborot texnologiyalarini egallashga qaratilgan "Informatika" fani samarali o'qitilyaptimi? O'quvchilar kasb faoliyati sohalarida uchun zarur bo'lgan axborot texnologiyalari bilan ishlashning dastlabki ko'nikmalariga egami? Bugungi kunda barcha o'qituvchilar dars mashg'ulotini to'g'ri loyihalay oladimi? Dars mashg'ulotining samaradorligi qaysi omillarga bog'liq? Eng achinarlisi, bu savollarga bugun ijobiy javob bera olmaymiz. O'tkazilgan anketa tekshiruvlariga ko'ra Namangan shahridagi ayrim ta'lim muassasalarining aniq bir guruhlarida informatika fanidan olingan nazorat ishida o'quvchilar 64 % qoniqarli, 6 % yaxshi va 36 % esa qoniqarsiz baholanganlar. Bu juda kam sifat ko'rsatkichidir.

O'quvchi bugungi kunda ta'lim sohasini egallar ekan, kelgusi ta'lim bosqichini davom ettirishi uchun zamonaviy dasturiy, texnik va kommunikativ vositalardan samarali foydalana olish kompetensiyalariga ega bo'lishi, xususan:

- zamonaviy taraqqiy etgan jamiyatda axborot va axborot texnologiyalarining o'rnini bilishi;
- axborotni boshqarish vositasi sifatida axborotlarni olish, yig'ish, qayta ishlash ko'nikmalariga ega bo'lishi;
- global kompyuter tarmoqlarida ishlash va ular orqali foydali axborotlar olish va ulardan ijodiy fikrlashni o'stirishda foydalanish usullarini egallashi talab etiladi.

Jamiyatning axborotlashuvi ta'lim tizimida uzluksiz innovatsiyalarni talab etadi. Bugun har qanday uslub darhol eskirishi va yangi metodlar bilan bilan boyitilishi mumkin. Dars mashg'ulotida kerakli natijalarga erishish qaysi omillarga bog'liq?

Dunyoning turli mamlakatlarida ko'plab tadqiqotchilar ta'limda innovatsiyalarni qo'llash bo'yicha har doim izlanishlar olib borishgan. Ular "innovatsiya", "interfaol usullar", "innovation texnologiyalar" to'g'risida yaxshi axborotlar yig'ishgan. Biroq axborot texnologiyalarini ta'lim muassasalarida o'rgatish samaradorligini oshirish bo'yicha aniq tavsiyalar yetarli emas.

Shuning uchun asosiy **maqsad** yuqori darajada o'zlashtirish natijalariga erishishni ta'minlovchi innovation texnologiyalardan foydalanishning samarali usullarini ishlab chiqish, xususan, bugungi kunda zamon

talab etayotgan axborot texnologiyalari bo'yicha pedagogik innovasiyalardan foydalanish masalalarini tadqiq etishdan iboratdir.

Ta'lim jarayoniga innovasiyalarni qo'llash bugungi kunda quyidagi vazifalarni amalga oshirishni talab etadi:

- ✓ o'quv fanining aniq maqsadini aniqlash;
- ✓ fanning hajmini va mazmunini aniqlash;
- ✓ zarur bo'lgan ta'lim texnologiyalarini ishlab chiqish va tavsiya etish;
- ✓ fanning moddiy va texnik ta'minotini yaratish;
- ✓ ta'lim oluvchilarning xususiyatlarini o'rganish;
- ✓ o'qituvchining tayyorgarligi va dars mashg'ulotini loyihalash.

Yuqoridagi vazifalar ichida eng muhimi, bu o'quv jarayonini tashkil etish uchun eng maqbul bo'lgan ta'lim texnologiyalarini ishlab chiqishdir. Bu muammolarni u yoki bu aniq bir usulni tavsiya etish bilan hal etib bo'lmaydi, ayniqsa pedagog reproduktiv ta'lim usullarining qo'llashni maqsad qilgan bo'lsa. Maqsadga erishishning eng to'g'ri yo'li, bu dars mashg'ulotini loyihalashda integrallashgan ta'lim texnologiyalarini ishlab chiqish va ulardan darsning turli bosqichlarida samarali foydalanish imkoniyatlarini izlashdir.

Informatika fanini o'qitishda shaxsga yo'naltirilgan ta'limning quyidagi metodlarini qo'llash maqsadga muvofiqdir[2]:

- o'yinli texnologiyalar
- muammoli o'qitish
- dasturlashtirilgan o'qitish
- kompyuterlashtirilgan o'qitish
- modulli o'qitish

Bu texnologiyalar o'quv mavzusi maqsadidan va mavzuning mazmunidan kelib chiqib, darsning turli bosqichlarida turlicha qo'llanishi mumkin. Maktab o'quvchilarining yosh xususiyatlarini hisobga olib, fanni o'qitishda g'oyat samarali bo'lgan **o'yinli texnologiyalarni** quyida kengroq talqin etamiz.

Mutaxassislarining fikricha insonning asosiy faoliyat turi uch ko'rinishda shakllanadi: mehnat faoliyati, o'yin faoliyati, o'quv faoliyati. Ular barchasi o'zaro bog'liq holda sodir bo'ladi.

Ta'kidlashlaricha, bolalarning maktabdagi o'quv materiallari asosidagi aqliy harakatlarini shakllanish qonuniyatlari o'yin faoliyatlarida tarkib topadi. Biroq o'yinli ta'limni o'quvchilar bilan ishlashdagi asosiy ta'lim shakli deyish to'g'ri emas. U o'quvchida bilish qobiliyatini shakllantirmaydi. Biroq, ularning bilish faolligini oshiradi, xolos.

O'quvchini aqliy rivojlantiruvchi quyidagi guruhdagi o'yinlarni ajratish mumkin.

1-guruh. Buyumlar va predmetlarga bog'liq bo'lgan predmetli o'yinlar. Bunda o'quvchi o'yinchoq - predmet orqali moddiy olamni, ularning xususiyatini anglashi mumkin.

2-guruh. Intelektual faoliyatni shakllantiruvchi syujetli - rolli ijodiy o'yinlar. Masalan, "Baxtli tasodif", "Nima? Qayerda? Qachon?" va boshqalar. Bunday o'yinlar nafaqat ko'ngil ochuvchi vosita, balki ulkan evristik va ishontiruvchi energiya manbaidir.

3-guruh. O'quvchining aqliy qobiliyatini rivojlantiruvchi tayyor qoidalarga asoslangan didaktik o'yinlar. Qoidalarga ko'ra, u o'quvchidan anglashni, taqqoslashni, qismlarga ajratishni, umumlashtirishni, muhimi bilishni talab etadi.

4-guruh. Kattalarning kasbiy faoliyatlarini ifodalovchi texnik- konstruktorlik o'yinlari. Ular o'quvchida o'z ishini rivojlantirish, zaruriy materialni yig'ish, o'zini va o'zgalar faoliyatini tanqidiy baholash imkoniyatlarini hosil qiladi. Mehnat faolligi bilish faolligiga undaydi.

5-guruh. Psixik muhitda sodir bo'luvchi intellektual o'yinlar. O'quvchilarning tayyorgarlik darajalarini ko'rsatuvchi taqqoslash imkonini beruvchi, musobaqa asosida o'tkaziladigan o'yinlar. Ular o'zini shakllantirishga va demak, aqliy faollikka undaydi.

Yuqorida tavsiflangan o'yinlarni o'quv jarayonida qo'llash natijasida o'quvchilarni o'quv bilim faoliyatlarini keng boshqarish imkoniyatlari xosil bo'ladi.

Tajribalarimizdan kelib chiqib, quyida Informatika fanini o'qitishda samarali qo'llash mumkin bo'lgan o'yinli texnologiyalardan na'munalar keltirib o'tamiz.

Breyn-ring. Bu o'yin 2-guruhga kirib, unda har birida 5-6 tadan o'quvchi qatnashgan komandalar soni 2 tadan 5 tagacha bo'lishi mumkin. Boshlovchi har bir guruhga qisqa javobli savollar beradi. Agar ishtirokchilardan biri birinchi bo'lib to'g'ri javob bersa, qolgan barcha savollar

faqat shu ishtirokchiga beriladi va har bir to'g'ri javob uchun olgan ball to'planib boradi. Agar to'plangan ballni vaqtida o'z komandasi hisobiga tushirib turmasa va o'yinni to'xtatmay o'yin davomida noto'g'ri javob berib qo'ysa o'sha ishtirokchi yig'ayotgan barcha ballar kuyib ketadi. Demak, qatnashuvchi o'zi istagan paytda o'yinni to'xtatishi va to'plagan ballni komanda hisobiga tushirishi kerak. Qolgan savollarga endi boshqa ishtirokchilar javob berishi lozim va ular ham o'z komandalari hisobiga ball to'plash imkoniga ega bo'ladilar. Har bir to'g'ri javob uchun 1 ball.

Anagramma. O'yin 3-guruhga mansub bo'lib, unda komandalar Informatikaga bog'liq so'zlarni hosil qilishlari lozim bo'ladi. Masalan: *informatizasiyalashtirish davri* so'zidan 5 daqiqa ichida sohaga oid so'zlarni hosil qilish kerak. Bir marta olingan harf boshqa ishlatilmaydi, Mumkin bo'lgan imkoniyatlar:

Ada
Anod
Shina
Monitor
Format
Vint
....

O'lchov birliklari. Bu o'yin ham 3-guruhga tegishli bo'lib, asosiy tushunchalar o'rtasidagi muvofiqlikni aniqlashga qaratilgan. Misol sifatida kompyuterning texnik ko'rsatkichlarini belgilovchi kattaliklar va ularning o'lchov birliklari orasidagi mosliklarni aniqlash o'quvchilar guruhlariga topshiriq qilib berilishi mumkin. Guruhlar tez va to'g'ri ravishda ular orasidagi muvofiqlikni aniqlashlari lozim.

1. volt	1. axborotni uzatish tezligi
2. kilobayt	2. axborotni yozish yoki o'qish uchun diskdagi talab qilingan joyga ruxsat berish tezligi
3. dyuym	3. belgilar o'lchovi
4. megagers	4. disketning diametri
5. millisekund	5. sichqonchaning sezgirligi
6. piksel	6. prosessor chastotasi
7. bod	7. axborotlar miqdori
8. punkt	8. mantiqiy elementni o'lchaydigan kattalik
9. Dpi	9. monitorning ruhsati

Javoblar:

1-8, 2-7, 3-4, 4-6, 5-2, 6-9, 7-1, 8-3, 9-5

Ishonarli tarix. O'yin 2-guruhga tegishli bo'lib, o'quvchilar xotirasini mustahkamlashga va ijodiy fikrlashga qaratilgan. Bunda ular keltirilgan tarixiy voqyeani diqqat bilan o'rganib chiqib, to'g'ri yoki noto'g'ri ekanligini aniqlashlari kerak bo'ladi.

Misol.

a) Microsoft firmasining asoschilari Bill Geys va Pol Allen dastur tuzish uchun dastlabki buyurtmani olganlarida endigina 9 sinf o'quvchilari bo'lishgan va o'zlarining yoshlarini sir tutishga majbur bo'lishgan. Shu to'g'rimi? (Ha)

b) Bill Geys va Pol Allen aynan o'zlari «Altair» mashinasi uchun Beysik interpretatorini aynan o'zlari yozganlar va uni barcha «Altair» foydalanuvchilari uchun bepul tarqatganlar. Shu to'g'rimi? (Yo'q)

s) Mark Sukenburg 2004 yil 4-fevralda «Thye Facyebook» nomli saytni tashkil etadi. 2010 yilda u «Eng yosh milliarder» nomiga sazovor bo'ladi. Shu rostmi?(Ha)

Domino o'yini. O'yin 5-guruhga tegishli bo'lib, unda ikki kishi ishtirok etadi. O'yinchilarga quyida tayyorlangan kartochkalar aralashtirilib, tarqatib beriladi. Har bir kartochka uchun berilgan savollarga mos javob noto'g'ri tashlanguncha o'yin davom etadi. Noto'g'ri javob bergan o'quvchi yutqizgan hisoblanadi. Agar o'yinning oxirigacha barcha javoblar to'g'ri tashlansa qo'lida kartochka qolib ketgan talabani yutqizgan deyish mumkin.

O'yin boshlandi
Doimiy xotiraning vazifasi
Ma'lumotlarni vaqtincha saqlash
1 ta belgi nimaga teng

Ma'lumotlarni doimiy saqlash
Operativ xotira qanday vazifani bajaradi
1 bayt
Va hokazo...

Zanjir o'yini. Guruh 4 ga bo'linib, har bir guruhdan 1 tadan o'quvchi doska oldiga chiqariladi. 1 o'quvchi fanga tegishli atama aytadi. Keyingi o'quvchi oldingi o'quvchi aytganini va o'zinikini qo'shib aytadi. Undan keyingisi oldingi 2 ta o'quvchi aytgan atamalarga yana o'zi yangi qo'shib aytadi. O'yin shu tariqa davom etadi, adashgan o'quvchi o'yindan chiqadi, eng oxiri o'yindan chiqib ketmay qolgan o'quvchi rag'batlantiriladi. O'yin xotirani mustahkamlashga juda qo'l keladi.

Karrali sonlar. Guruh talabalaridan tuzilgan o'yinda ishtirok etuvchi komanda o'yinda shay turishadi. Navbati bilan sonlarni tartib bilan keltirishadi. Lekin to'rtga karrali sonning navbati yetganda shu sonning o'rnida talaba, albatta kompyuterning bironta buyrug'ini yoki yordamchi klavishning vazifasini aytishi shart. qoidani buzgan har bir o'quvchi o'yinni tark etadi. Ma'lum vaqt davomida sabot bilan o'yinni davom ettirgan ishtirokchi g'olib sanaladi. O'yin xotirani charxlashda juda samarali hisoblanadi.

Do'stlar davrasida. O'yin 3-guruhga tegishli bo'lib, talabalarning bir nechtasi kompyuterning turli xil qurilmalari yoki operasion tizimning turli xil buyruqlari vazifasini bajaradilar. Ular o'zlarining do'stlari ishtirok etgan davrani topib olishlari kerak. Buning uchun kompyuterning tashqi va asosiy qurilmalari yoki ichki va tashqi buyruqlar bir-birini topib olishi kerak. Do'stlar qo'l ushlab davra quradilar va o'zlarini tavsiflab beradilar. Bu o'yin bilimlarni mustahkamlaydi va talabalarda bir-birlariga bo'lgan yordam xissini shakllantiradi.

Kim chaqqon? Guruh 2 ga bo'linib, har bir guruhdan bittadan o'quvchi doska oldiga chiqariladi. Bir o'quvchi fanga tegishli atamani o'zining maydoniga yozadi. Keyingi o'quvchi oldingi o'quvchi yozmagan qo'shimcha atamani ishlatadi. O'yin shu tariqa davom etadi, adashgan o'quvchi o'yindan chiqadi. Kimning maydonida eng ko'p to'g'ri, mantiqiy bog'langan tushunchalar paydo bo'lsa shu komanda g'olib sanaladi. O'yin xotirani mustahkamlashda va takrorlashda qo'llanadi.

Men kimman? Bu kompyuterning qurilmalarini tavsiflashda eng yaxshi usuldir. Bir o'quvchi o'zining "Kimligini topolmayapti?" Unga boshqa o'quvchilar yordamga kelishadi. "Men qanday qurilmaman?", "Men qayerda ishlatilaman?", "Eng yaxshi qobiliyatim qachon namoyon bo'ladi?", "Qaysi qurilmalar men bilan hamohang ishlaydi?" va hokazo. Qanchalik ko'p savol berilib, sharhlar so'ralsa, shunchalik o'quvchi bali ozayadi. Kim topqirroq bo'lsa, tezroq jumboqni yechishi kerak bo'ladi. Nafaqat qurilmalarda keyinchalik dasturiy ta'minotlar, menyu bo'limlarining vazifalarini tavsiflashda ham o'yindan muvaffaqiyatli foydalanish mumkin. O'yin o'quvchida obyektlarning xususiyatlarini anglashda, xotirani rivojlantirishda, bilimlarni mustahkamlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Dasturchi va buyurtmachi. Dasturlash bo'yicha o'tiladigan dars mashg'ulotlarida «Dasturchi va buyurtmachi» roli o'yinini qo'llashni tavsiya qilamiz. Unda buyurtmachi dasturchilar kompaniyasiga kelib, buyurtma qilinadigan dasturga bo'lgan talablarni tavsiflaydi. "Menga muzqaymoqni reklama qiluvchi stend kerak", "Menga zamonaviy uyning loyihasi kerak". Mazkur topshiriq bo'yicha kompaniya ya'ni guruh a'zolari komandalarga bo'linib, vazifalarni taqsimlab oladilar. Uni talab darajasida bajaradilar. Ekspertlar guruhi topshiriqni bajarilish sifatini va kompaniya ishini baholashlari mumkin. O'yin 4-guruhga mansub bo'lib, o'quvchida ijodiy fikrlash va o'z qobiliyatlarini amaliy ishda sinab ko'rish imkonini beradi.

Yuqoridagi barcha mulohazalarni umumlashtirib, o'yinli texnologiyalarni qo'llash natijasida quyidagi mulohazalarni tavsiya etamiz:

1. O'yin turli yoshdagi bolalar faoliyatini rivojlantirishning mustaqil shakli hisoblanadi.
2. O'yinlar shaxsiy ijodni rivojlantirish, o'z-o'zini anglash faolligini oshirishdagi eng erkin shakldir.
3. O'yin rivojlantiruvchi amaliyot: bolalar o'ynaganlari uchun rivojlanadilar, rivojlanish uchun o'ynaydilar.
4. O'yin o'z-o'zini anglashda, o'z-o'zini boshqarishda aql va ijodda erkinlikdir.

5. O'yinda o'quvchilar nazariy bilimlarini amaliyotga qo'llash imkoniga ega bo'ladilar, xodisalar va fanning mavjud xususiyatlarini tushuntirish uchun savollarni aniq ifodalay boshlaydilar.

6. O'yinda o'quvchilar o'z fikrini bayon qila va ximoya qila oladilar.

7. O'yin bolalarning asosiy muloqot maydoni bo'lib, unda o'zaro shaxsiy muammolar hal etiladi. Insonlar orasidagi o'zaro munosabatlar shakllanadi.

Xulosa qilib aytganda, bugungi kunda biz bolani fizik jihatdan o'stiruvchi oddiy o'yinlardan tortib, kattalar orasida ham mashhur bo'lgan intellektual o'yinlardan iborat bir qancha o'yinlar "ombori"ga egamiz. Barcha o'yinlarda o'yinchi o'yin shartlarini tezda o'zlashtiradi va o'ziga belgilangan vazifani qabul qiladi. O'yin qoidalarini bajarish jarayonida o'yinchi o'zining maqbul qarorlarini o'yindagi muammolarni hal qilishda erkin qabul qilish imkoniyatiga ega bo'ladi. O'yindagi musobaqa esa shaxsiy sifatni tinmay yaxshilanib borishiga sabab bo'ladi.

Zamonaviy axborot texnologiyasini yaxshi bilgan va undan to'g'ri maqsadlarda foydalana olgan o'quvchigina kelajakda o'z qobiliyatlarini takomillashtirishi, kasb faoliyatida to'g'ri foydalana olishi va albatta komil inson sifatida shakllanishi mumkin. Zero, prezidentimiz I.A. Karimov ta'kidlaganlaridek: "Biz tezkor texnikaviy taraqqiyot, shiddat bilan rivojlanayotgan va muntazam yangilanayotgan zamonaviy yuqori texnologiyalar, axborot – kompyuter tizimlari asosida yashayotganimizni unutmasligimiz kerak."

Adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2006 y., 28-29-son, 262-modda.
2. N.X. Avliyakov. Pedagogicheskaya texnologiya. - Tashkent, 2009.
3. K. Ismanova. Amaliy dars mashg'ulotlarini innovasion usullar yordamida tashkil etish. - Ta'lim muammolari jurnali. 2-son, 2012 y.
4. O.S.Abdullaeva. Повышение эффективности процесса подготовки к педагогической деятельности студентов вуза. - Журнал «Молодой ученый». №10, 2013 г.

О.С.Абдуллаева
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИГРОВЫХ
ПРИЁМОВ

В статье описываются игровые приёмы, как один из способ повышения эффективности учебного процесса. Приводятся примеры игровых методов для обучения предмета информатики, а также рекомендовано использование ожидаемых результатов.

Ключевые слова: инновация, педагогические технологии, игровые технологии.

O.S.Abdullayeva
ABOUT THE EFFECTIVENESS OF
PLAYING TECHNOLOGY ON THE
TEACHING OF INFORMATION
TECHNOLOGY

This article describes the game technology as one of the ways to improve the learning process. The article also provides examples of gaming technology to teach the subject Computer Science, as well as recommend the expected results.

Keywords: innovation, educational technology, gaming technology.

УДК: 621.384.653

**РЕЗОНАНСНЫЕ НЕЛИНЕЙНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ЭФФЕКТИВНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ
ОПТИЧЕСКИХ ГАРМОНИК****М.К. Кодиров***Самаркандский государственный университет им. А.Навои, Самарканд, Узбекистан*E-mail: patent@samdu.uz

Аннотация. Статья посвящена обзору экспериментальных и теоретических работ по исследованию нелинейно-оптических свойств и преобразованию лазерного излучения в атомно-молекулярных средах. Основной акцент делался на резонансные нелинейно-оптические процессы, в частности двухфотонные. Показано, что резонансные процессы дают усиление на порядок и более в связи с возрастанием нелинейной восприимчивости атомов и молекул. Определены условия, при которых экспериментальные результаты наиболее близко совпадают с теоретическими расчетами. Указаны оптимальные соотношения для источника накачки и нелинейной среды, при которых наиболее эффективно происходит преобразование частоты лазерного излучения.

Ключевые слова: генерация, оптическая гармоника, оптические свойства, двухфотонные процессы.

Введение. Для получения источников когерентного излучения в ультрафиолетовой (УФ), вакуумно-ультрафиолетовой (ВУФ) и рентгеновской области (РО) спектра обычно используются два подхода: первый – прямая генерация лазерного излучения, второй – преобразование частоты лазерного излучения на основе эффектов нелинейной оптики. Нелинейно-оптическое смешение частот вызывает значительный интерес не только как способ расширения спектрального диапазона генерации когерентного излучения, но также и как физическое явление, на основе которого, с учетом резонансных свойств нелинейной поляризации, был развит ряд новых методов получения информации об исследуемых объектах [1-5].

Первый эксперимент по генерации второй гармоники в кристалле кварца с использованием рубинового лазера ($\lambda = 6943 \text{ \AA}$) осуществлен Френкеном с сотрудниками [6]. Если в этом эксперименте был продемонстрирован к.п.д. преобразования всего лишь $10^{-9}\%$, то в настоящее время в большинстве случаев этот параметр легко можно довести до 50% и выше благодаря возможности выполнения условия фазового синхронизма в различных кристаллах с квадратичной нелинейностью. В определенных условиях эффективность генерации второй гармоники можно довести до предельного значения (т.е. более 90%), если используются широко-апертурные лазерные пучки с фронтами, близкими к плоским в субнаносекундном диапазоне длительностей [7]. В последнее время на практике широко применяются т.н. «кристаллы с регулярной доменной структурой» (или «нелинейные фотонные кристаллы») для преобразования частоты или оптимального формирования импульсов гармоник, которые не требуют выполнения точного фазового синхронизма [8-9]. В них условие фазового синхронизма выполняется за счет использования слоев нелинейно-оптического кристалла, направление оптической оси которых периодически (от слоя к слою) изменяется на 180 градусов. В таких периодических кристаллах для удовлетворения условия фазового синхронизма, толщина каждого слоя должна быть равна «когерентной длине» выбранного нелинейного процесса преобразования частоты.

Однако, основным недостатком таких кристаллов является тот факт, что у них нет области прозрачности в диапазонах ВУФ и РО. Поэтому, наряду с экспериментами в кристаллах, проводились эксперименты по преобразованию частоты лазерного излучения и с газообразными нелинейными средами (ГНС), область применимости которых не ограничивается никакими диапазонами спектра. Хотя концентрация активных атомов в ГНС на 5-7 порядков меньше чем концентрация атомов в твердых телах, к их преимуществам можно отнести возможность плавного изменения их состава и концентрации, длины среды, высокую радиационную стойкость и самовосстановление после оптического пробоя. Это дает важную возможность их использования для задач, которые не решаются на основе нелинейных кристаллов [1-9]. Поэтому в 70 -80-годы прошлого столетия изучение нелинейно-оптических

процессов в газообразных средах с целью получения когерентного излучения в УФ и ВУФ диапазоне преследовало ряд важных аспектов, имеющих кроме фундаментальных и технологических задач, также и общезначимое значение для самой квантовой электроники.

Атомно-молекулярные среды. Впервые возможность преобразования частоты лазерного излучения в газообразных средах продемонстрирована в работах [10-11] при генерации третьей гармоники (ГТГ) частоты излучения рубинового лазера в инертных газах. Эффективность преобразования в данных экспериментах была незначительной, однако они инициировали использование ГНС как нелинейной среды для генерации оптических гармоник. Как отмечено выше, ГНС обладают более низкой концентрацией и высоким порядком нелинейности, на которой происходит процесс нелинейного взаимодействия волн, по сравнению с традиционными кристаллами-преобразователями частоты лазерного излучения. Вместе с тем, интенсивность генерируемого излучения определяется квадратами соответствующих величин (нелинейная восприимчивость, концентрация нелинейной среды), и на первый взгляд казалось, что ГНС мало пригодны для практического применения. Однако чуть позже группе Харриса [12-13], увеличив длину когерентного взаимодействия путем добавления буферного газа к нелинейной среде, удалось повысить коэффициент преобразования (КП) η . В этих экспериментах впервые использованы в качестве нелинейной среды пары металлов, и получено излучение ТГ Nd:YAG лазера ($\lambda = 354,7$ нм) в парах рубидия в смеси с ксеноном с $\eta \approx 2 \cdot 10^{-9}$. Ими же впервые получено когерентное ВУФ излучение с $\lambda = 177,3$ нм, 152,0 нм и 118,2 нм с эффективным КП ($\eta = 10^{-4}$) в парах кадмия в смеси с аргоном [14].

Важным экспериментом по ГТГ ($\lambda \approx 354,7$ нм) являлась работа [15], где в смеси паров рубидия и ксенона при накачке излучением Nd:YAG лазера ($\lambda \approx 1064$ нм; $\tau \approx 30$ пс; $W \approx 100$ МВт) получен высокий КП ($\eta \approx 10\%$). Таким образом, в первых экспериментах было показано, что на основе параметрических процессов в атомных нелинейных средах можно создать эффективные преобразователи частоты лазерного излучения в УФ и ВУФ диапазонах спектра.

Резонансные процессы. Эффективность преобразования лазерного излучения в параметрических процессах, в основном, зависит от величины нелинейной восприимчивости среды и интенсивности полей накачки. Увеличение интенсивности накачки ограничено имеющейся мощностью лазеров и оптическим пробоем самой среды, а нелинейную восприимчивость среды можно увеличить, используя резонансные свойства среды.

Для реализации резонансных нелинейных свойств среды в зависимости от выбора системы «нелинейная среда-источник накачки» могут использоваться как одно-, так и многофотонные резонансы. В связи с тем, что однофотонные резонансы приводят к заметному линейному поглощению излучения накачки либо генерируемого поля, в основном используются двухфотонные резонансные переходы. Примеры использования двухфотонных резонансных процессов применительно к преобразованию частоты лазерного излучения в газообразных средах подробно изложены и систематизированы в монографиях [3-4] и ссылках в них.

Экспериментальный метод, предложенный впервые в работе [16], позволил получить значительное увеличение КП при смешении частот перестраиваемых лазеров в различных смесях паров металлов и буферного газа [17-18].

Генерация оптических гармоник в УФ и ВУФ области спектра при резонансных условиях в парах ртути. Сравнительно частое использование паров ртути в качестве нелинейной среды [19-20] связано, с тем, что создать нужные плотности атомов ртути (порядка $10^{16} - 10^{17} \text{ см}^{-3}$) можно при сравнительно невысоких температурах. Так, в работе [21] в парах ртути на системе Nd:YAG-краситель ($\tau \approx 10$ нс, $W = 1-2$ МВт) получено перестраиваемое ВУФ излучение в диапазоне 109–196 нм с использованием двухфотонного резонанса с выходной мощностью генерации $W = 0,5-3$ кВт. В работах [20,22] наблюдалось когерентное ВУФ излучение в диапазоне 117-125 нм в парах ртути при накачке лазерной системы «Nd:YAG-краситель» с использованием импульсами длительностью ≈ 10 нс при энергии в несколько мДж. В [22] приведено рекордное значение $\eta \approx 5\%$ при генерации излучения с $\lambda \approx 130$ нм в этих же парах.

В работе [23] с использованием двухфотонного резонанса излучения четвертой гармоники неодимового лазера с $\lambda=268,8$ нм с переходом $6s^2 \ ^1S_0-8s^2 \ ^1S_0$ ртути получен двенадцатая гармоника Nd-лазера, имеющая $\lambda = 89,6$ нм. Кроме процессов низшего третьего порядка с двухфотонным резонансом, исследованы и процессы более высокого порядка с 8-ми и 4-х фотонным резонансом.

Результаты генерации 6-8 и 12-й гармоники [23] приведены в таблице 1. Как видно из таблицы, при резонансных условиях (Б,З) КП на 2-3 порядка выше чем в нерезонансных случаях.

Таблица 1

Процесс		λ генерации (нм)	$T_{\text{макс.}}, ^\circ\text{C}$ ($N=\text{см}^{-3}$)	$\eta_{\text{макс.}} = \frac{W_s}{W_i}$	Мощность генерации W_s (Вт)
A	$4\omega \times 3 = 12\omega$	89,6	$65^\circ (5 \cdot 10^{15})$	10^{-7}	0,1
Б	$4\omega \times 2 - \omega = 7\omega$	153,6	$150^\circ (6 \cdot 10^{17})$	10^{-3}	10^3
В	$\omega \times 7 = 7\omega$	154-154	$140^\circ (6 \cdot 10^{16})$	10^{-6}	10^2
Г	$\omega \times 8 - \omega = 7\omega$	153,6	$140^\circ (6 \cdot 10^{16})$	$3 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^2$
Д	$2\omega \times 4 - \omega = 7\omega$	154	$180^\circ (10^{18})$	$3 \cdot 10^{-6}$	$0,2 \cdot 10^3$
Е	$2\omega \times 2 + \omega \times 3 = 7\omega$	154	$180^\circ (10^{18})$	$3 \cdot 10^{-6}$	$0,2 \cdot 10^3$
Ж	$\omega \times 8 + = 8\omega$	134	$130^\circ (2 \cdot 10^{16})$	10^{-6}	10^2
З	$2\omega \times 3 = 6\omega$	179,9	$157^\circ (8,2 \cdot 10^{16})$	$3 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^3$

Генерация гармоник в инертных газах. Наиболее удобными нелинейными средами для создания источников перестраиваемого когерентного излучения в ВУФ диапазоне являются инертные газы. В работах [24-25] в атомах ксенона при накачке лазером на красителе получено ВУФ излучение, перекрывающее диапазон от 152 до 220 нм, с выходной мощностью 0,5- 1,0 кВт при $\eta \approx 0,05-0,5\%$. В работе [26] сообщалось о генерации ВУФ излучения на длине волны $\lambda \approx 57$ нм путем утроения второй гармоники излучения Xe_2 лазера в атомах аргона. Генерация ВУФ излучения в диапазоне $\lambda \approx 71-92$ нм в благодарных газах (Xe и Kr) проанализирована в работе [27] с использованием двухфотонного резонанса. Авторами в качестве накачки использовались два лазера на красителях, накачиваемые эксимерным лазером. В работе [28], с использованием трех источников накачки (эксимерный лазер ($\lambda = 308$ нм), лазер на красителе ($\lambda = 616$ нм), а также лазер на титанате сапфира ($\lambda = 782$ нм)), исследован процесс генерации высших оптических гармоник в газах (Ne, He, Ar, Kr, Xe). Получено излучение с длинами волн в пределах от 7,6 нм (103- гармоника в He) до 36,2 нм (19-гармоника в Ar). В [29] авторами работы экспериментально наблюдалась генерация гармоник от 29 до 61 в He.

Генерация гармоник в плазменных средах. Генерация высших гармоник (ГВГ) как наиболее простой и эффективный метод получения когерентного коротковолнового излучения в широком спектральном диапазоне в плазменных средах (Au, Ag, B, Mn, V, Cr, GaAs, Sb, Sn, InSb) подробно исследована в работе [30]. Здесь же обсуждалось использование наночастиц серебра для увеличения нелинейно-оптического отклика высшего порядка в сильных световых полях. Параметры наночастиц перед экспериментами по ГВГ анализировались с помощью сканирующего электронного микроскопа. Измерения показали, что диаметр наночастиц варьировался в диапазоне 80-160 нм при среднем его значении 110 нм. Одним из основных достижений в этой области исследования нелинейно-оптических свойств лазерной плазмы является сравнительно высокий порядок генерируемых гармоник (вплоть до 101-го порядка, $\lambda = 7,9$ нм). Следует отметить, что при создании резонансных условий в индиевой плазме эффективность преобразования составила 10^{-4} [30].

Эффективная генерация оптических гармоник в парах бария при двухфотонном квазирезонансе. Качественный анализ и математические расчеты показывает, что структура энергетических уровней атомов бария наиболее благоприятна для получения эффективной генерации при использовании в качестве накачки гармоник излучения лазера на алюминате иттрия ($\text{Nd}^{3+}:\text{YAlO}_3$), длина волны основного излучения которого составляет $\lambda = 1079,6$ нм.

Излучение второй гармоники ($\lambda=539,8$ нм) лазера на алюминате иттрия ($\text{Nd}^{3+}:\text{YAlO}_3$) попадает в двухфотонный квазирезонанс с переходом $6^1\text{S}_0 - 8^1\text{S}_0$. Небольшой выход из двухфотонного резонанса $\Delta\nu=10$ см $^{-1}$ и большая мощность накачки (по сравнению с обычными перестраиваемыми по частоте лазерами) позволили получить высокие эффективности преобразования частоты излучения лазера на алюминате иттрия ($\text{Nd}^{3+}:\text{YAlO}_3$) как в УФ, так и в ВУФ область спектра, используя различные комбинации частот. С участием данного перехода были исследованы процессы генерации излучения на частоте третьей гармоники (ГТГ) по схеме $2\omega+2\omega-\omega=3\omega$ (b), четвертой (ГЧГ) по схеме $2\omega+\omega+\omega=4\omega$ (c), пятой гармоники (ГПГ) по схеме $2\omega+2\omega+\omega=5\omega$ (d), шестой гармоники (ГШГ) по схеме $2\omega+2\omega+2\omega=6\omega$ (f) и седьмой гармоники (ГСГ) по схеме $2\omega+2\omega+\omega+\omega+\omega=7\omega$ (g). Кроме того, были исследованы нерезонансные процессы ГТГ по схеме $\omega+\omega+\omega=3\omega$ (a) и ГПГ в процессе пятого порядка $\omega+\omega+\omega+\omega+\omega=5\omega$ (e)[31-33]. В экспериментах исследовалась зависимость мощности генерируемого излучения W на частоте 3-7 гармоник от температуры кюветы, которая задает значения насыщенной концентрации N паров бария в центральной части кюветы.

В таблице 2 обобщены основные характеристики, связанные с преобразованием частоты излучения лазера на алюминате иттрия в парах бария.

Таблица 2

Процесс	Физические величины						
	$\lambda_{ген}$, нм	$\chi_{рас}^{(n)}$, ед. СГСЭ	$W_{рас}^{ген}$, Вт	$\eta_{рас}$	$W_{экс}^{ген}$, Вт	$\chi_{экс}^{(n)}$, ед. СГСЭ	$\eta_{экс}$
$\omega+\omega+\omega=3\omega$	359.8	$1.00 \cdot 10^{-32}$	$3.9 \cdot 10^2$	$1.95 \cdot 10^{-4}$	$2.50 \cdot 10^1$	$2.53 \cdot 10^{-33}$	$1.25 \cdot 10^{-5}$
$2\omega+2\omega-\omega=3\omega$	359.8	$1.34 \cdot 10^{-30}$	$6.3 \cdot 10^5$	$3.15 \cdot 10^{-1}$	$2.50 \cdot 10^2$	$2.67 \cdot 10^{-32}$	$1.25 \cdot 10^{-4}$
$2\omega+\omega+\omega=4\omega$	269.9	$1.11 \cdot 10^{-31}$	$8.5 \cdot 10^3$	$4.25 \cdot 10^{-3}$	$1.80 \cdot 10^1$	$5.09 \cdot 10^{-33}$	$9.00 \cdot 10^{-6}$
$2\omega+2\omega+\omega=5\omega$	215.9	$2.88 \cdot 10^{-31}$	$3.5 \cdot 10^3$	$1.75 \cdot 10^{-3}$	$1.25 \cdot 10^1$	$8.67 \cdot 10^{-33}$	$6.25 \cdot 10^{-6}$
$\omega+\omega+\omega+\omega+\omega=5\omega$	215.9	$4.67 \cdot 10^{-44}$	$1.5 \cdot 10^{-4}$	$7.50 \cdot 10^{-11}$	1.25	$3.30 \cdot 10^{-42}$	$6.25 \cdot 10^{-7}$
$3\omega+\omega+\omega=5\omega$	215.9	$2.24 \cdot 10^{-31}$	6.5	$3.25 \cdot 10^{-6}$	1.25	$5.00 \cdot 10^{-32}$	$6.25 \cdot 10^{-7}$
$2\omega+2\omega+2\omega=6\omega$	179.9	$1.34 \cdot 10^{-31}$	$3.8 \cdot 10^1$	$1.27 \cdot 10^{-4}$	$1.50 \cdot 10^1$	$8.45 \cdot 10^{-32}$	$5.00 \cdot 10^{-5}$
$2\omega+2\omega+2\omega=6\omega^*$	179.9	$1.34 \cdot 10^{-31}$	$3.8 \cdot 10^1$	$1.27 \cdot 10^{-4}$	$2.00 \cdot 10^6$	$8.45 \cdot 10^{-32}$	$7.00 \cdot 10^{-3}$
$2\omega+2\omega+\omega+\omega+\omega=7\omega^*$	154.2	$8.00 \cdot 10^{-32}$	$4.7 \cdot 10^{-6}$	$2.35 \cdot 10^{-9}$	$8.30 \cdot 10^4$	$8.45 \cdot 10^{-32}$	$3.00 \cdot 10^{-4}$

Здесь $\chi^{(n)}$ и η – соответственно нелинейная восприимчивость, ответственная за исследуемый процесс, и эффективность преобразования, знак * используется для обозначения накачки пикосекундными импульсами. Индекс «экс» относится к экспериментально полученным результатам, индекс «рас» – к рассчитанным с помощью соответствующих выражений [5].

Как видно из этих данных, генерировался широкий набор частот от ближнего УФ ($\lambda = 359,8$ нм) до ВУФ ($\lambda = 179,9$ нм) диапазона на дискретных длинах волн при накачке излучением первой и второй гармоник вышеназванного лазера. Сопоставление расчетных значений нелинейных восприимчивостей третьего порядка показывает, что при использовании квазирезонансного двухфотонного перехода в случаях ГТГ ($2\omega+2\omega-\omega=3\omega$), ГПГ и ГШГ ($2\omega+2\omega+2\omega=6\omega$) их значения более чем на порядок выше, чем в нерезонансных случаях, например ГТГ по схеме $\omega+\omega+\omega=3\omega$.

Из расчетов и экспериментальных измерений мощности генерируемого излучения видно, что использование квазирезонанса с двухфотонным переходом значительно повышает эффективность η и в результате мощность генерируемого излучения W_s оказывается больше. Однако резонансный характер взаимодействия волны второй гармоники с нелинейной средой, наряду с положительными факторами, влечет за собой появление нежелательных эффектов, ограничивающих коэффициент преобразования при ГТГ. К таким эффектам следует отнести двухфотонное поглощение, влияние керровских нелинейностей, оптический пробой, многофотонную ионизацию, штарковский сдвиг и т.д.

Экспериментальные исследования с парами цезия, бария, ртути и атомарными инертными газами показали, что получить высокие КП (порядка 10 % и более) в таких средах невозможно. По-видимому, основным фактором ограничения КП является одновременное преобразование частоты лазерного излучения несколькими каналами. Например, показано что при накачке 1–2-ой гармоникой Nd:YAG лазера в парах бария экспериментально были обнаружены следующие процессы: (а) $\omega + \omega + \omega = 3\omega$; (б) $2\omega + 2\omega - \omega = 3\omega$; (в) $2\omega + \omega + \omega = 4\omega$; (г) $\omega + \omega + \omega + \omega + \omega = 5\omega$; (д) $2\omega + 2\omega + \omega = 5\omega$; (е) $3\omega + \omega + \omega = 5\omega$; (ж) $2\omega + 2\omega + 2\omega = 6\omega$; (з) $2\omega + 2\omega + 2\omega + \omega = 7\omega$ и т.п.

Анализ полученных КП вышеуказанных схем преобразования показал, что при использовании двухфотонного резонанса получены более высокие (чем в нерезонансных условиях) КП, при этом КП генерации шестой гармоники (ГШГ) по схеме $2\omega + 2\omega + 2\omega = 6\omega$ составил около 0.7%.

Надо отметить, что при одновременной ГТГ по схемам (а) $\omega + \omega + \omega = 3\omega$ и (б) $2\omega + 2\omega - \omega = 3\omega$ наблюдалась интерференция и . возможность протекания каскадных процессов типа (е) ($3\omega + \omega + \omega = 5\omega$) что также является «источником» перекачки энергии накачки. Это связано с тем, что в парах металлов и других атомарных сред имеется множество энергетических уровней, и они расположены близко друг к другу, что способствует генерации по различным каналам. Поэтому в экспериментах не получены эффективности, предсказанные в теоретических работах (КП 50% и выше). В кристаллах возможно более точное выполнение условия фазового согласования взаимодействующих волн, что продемонстрировано в работах [9,34], где в частности были получены КП близкие к 90% при генерации 2-ой гармоники в кристалле KDP. Высокоэффективная генерация второй (эффективность 69%) и третьей (эффективность 26%) гармоник тоже получена в нелинейно-оптических кристаллах [35].

Резонансная генерация высших гармоник и квази-согласование фаз. Недавно было показано [36], что использование в качестве нелинейно среды последовательности образованных лазерной абляцией плазменных областей с длинами, равными длинам когерентности для соответствующей гармоники, позволяет увеличивать интенсивность данной гармоники прямо пропорционально квадрату длины нелинейной среды при той же интенсивности накачки. Это достигается за счет того, что исключается деструктивная интерференция гармоник, генерируемых в противофазах вследствие дисперсии, обусловленной свободными электронами в нелинейной среде. Отметим, что в силу особенностей эксперимента и невозможности поддержания концентрации свободных электронов на точном уровне в эксперименте также несколько усиливаются и ближайшие к рассматриваемой гармонике. Несмотря на то, что теоретическая эффективность подобных процессов ограничивается лишь поглощением в плазме, создание протяженных плазменных образований затруднительно в связи со сложностью равномерной фокусировки мощного лазерного излучения в протяженные полосы. В связи с этим интерес вызывает принципиальная возможность сочетания квази-согласования фаз и резонансной генерации высших гармоник [37]. Согласно модели возбуждения резонансной генерации высших гармоник вследствие неупругого рассеяния электрона на ионе [38], резонансная генерация высших гармоник полностью обусловлена откликом отдельного атома или другой многоэлектронной частицы, обладающей требуемым резонансом. Следовательно, усиление за счет квази-согласования фаз независимо от резонансного усиления высших гармоник, что позволит в дальнейшем на основе управления концентрацией свободных электронов сочетать эти эффекты, увеличивая интенсивность отдельной высшей гармоники более чем в 1000 раз по отношению к соседним гармоникам.

В качестве заключения надо отметить следующее:

1. В кристаллах при генерации второй и третьей гармоники коэффициент преобразования достигает более 90 %, однако их использование в качестве нелинейных сред в ВУФ области спектра затруднено из-за поглощения излучения в данной области.

2. Газообразные среды (инертные газы, молекулы, пары металлов, плазменные среды) успешно конкурируют с кристаллическими средами, однако получение высоких по сравнению с ними КП ограничено различными сопутствующими процессами. Вместе с тем, газообразные среды полностью могут заменить кристаллические среды в области ВУФ и РО области спектра

благодаря прозрачности среды и восстановлению после оптического пробоя.

3. Лазерная плазма и инертные газы - наиболее удобные среды для генерации высших гармоник (максимальный порядок гармоники - 101 и выше), при этом коэффициент преобразования достигает значения 10^{-4} при резонансных условиях.

4. В парах бария экспериментально реализован двухфотонный квазирезонанс и получен высокий коэффициент преобразования (около 1 %) при генерации шестой гармоники, который является одним из наиболее высоких для процессов генерации ВУФ излучения. Дальнейшее увеличение КП ограничено эффектами Штарка и Керра, двухфотонным поглощением, многофотонной ионизацией, истощением накачки, низкой концентрацией активных веществ, а самое главное - неточным выполнением условий фазового синхронизма и наличием различных каналов преобразования одновременно.

5. В настоящее время когерентное излучение в ВУФ и УМР области спектра, полученное нелинейно-оптическими методами, благодаря своим энергетическим параметрам может быть использовано в спектроскопии высоколежащих состояний, диагностике плазмы, микролитографии и других задачах научного и прикладного характера.

6. Использование резонансных свойств газообразных сред не только позволяет увеличить коэффициент преобразования, но и дает возможность наблюдать совершенно новые физические эффекты, которые открывают новые фундаментальные закономерности взаимодействия лазерного излучения с веществом.

Литература

1. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. – Изд. Московского университета, 1998. – 656 с.
2. Итоги науки и техники. Современные проблемы лазерной физики. Том 4. - Москва: ВИНТИ, 1991. – 244 с.
3. Бахрамов С.А., Тартаковский Г.Х., Хабибуллаев П.К. Нелинейные резонансные процессы и преобразование частоты в газах. – Ташкент: ФАН, 1981. – 160 с.
4. Архипкин В.Г., Попов А.К. Нелинейное преобразование света в газах. – Новосибирск: Наука, 1987. – 147 с.
5. Райнтжес Дж. Нелинейные оптические параметрические процессы в жидкостях и газах. – М.: Мир, 1987. – 512 с.
6. Franken P.A., Hill A.E., Peters C.W., Weinreich G. Generation of Optical Harmonics // Phys. Rev. Lett., 1961. – V.7. – P. 118-119.
7. Гуламов А.А., Ибрагимов Э.А., Редкоречев В.И., Усманов Т. Предельная эффективность генерации второй и третьей гармоник излучения неодимового лазера//Квантовая электроника.-1983.-№7(10).-С.1305-1306.
8. Юсупов Д.Б., Сапаев У.К. Квазисинхронные взаимодействия лазерного излучения в аперидических фотонных кристаллах.-Ташкент, ТашГТУ, 2014.-90с.
9. Юсупов Д.Б., Сапаев У.К. Нелинейная оптика фотонных кристаллов.- Ташкент, ФАН, 2012.-128с.
10. Ward J.F., New G.N.C. Optical third-harmonic generation in gases by a focused beam // Phys. Rev., 1969. – V. 185. – N. 1. – P. 57-72.
11. New G.N.C., Ward J.F. Optical third-harmonic generation in gases // Phys. Rev. Lett., 1976. – V. 19. – N. 10. – P. 556-559.
12. Harris S.E., Milles R.F. Proposed third-harmonic generation in phase-matched metal vapors // Appl. Phys. Lett. 1971. – V. 19. – N. 10. – P. 385-387.
13. Young J.E., Bjorklund G.C., King A.H., Milles R.F., Harris S.E. Third-harmonic generation in phase-matched Rb vapor // Phys. Rev. Lett. 1971. – V. 27. – N. 23. – P. 1551-1553.
14. King A.H., Young J.F., Bjorklund G.C., Harris S.E. Generation of vacuum ultraviolet radiation in phase-matched Cd vapor // Phys. Rev. Lett., 1972. – V. 29. – N. 15. – P. 985-988.
15. Bloom D.M., Bekkers G.W., Young J.F., Harris S.E. Third harmonic generation in phase-matched alkali vapors // Appl. Phys. Lett., 1975. – V. 26, – N. 12. – P. 687-689.
16. Hodson R.T., Sorokin P.P., Wynne J.J. Tunable coherent vacuum-ultraviolet generation in atomic vapors // Phys. Rev. Lett., 1974. – V. 32. – N. 7. – P. 343-346.

17. Puell H., Sciengraber H., Vidal C.R. Saturation of resonant third-harmonic generation in phase-matched systems // *Phys. Rev. A.* 1980. – V. 22. – N. 3. – P. 1165-1178.
18. Zhang P.L., Schawlow A.L. Two-photon resonant optical processes in atomic potassium // *Can. J. Phys.*, 1984. – V. 62. – P. 1187-1197.
19. Лукиных В.Ф., Мысливец С.А., Попов А.К., Слабко В.В. Генерация ВУФ излучения в парах ртути на нелинейностях седьмого и девятого порядков // *Квант.электр.* 1988. – Т. 15. – № 9. – С. 1895-1904.
20. Mahon R., Tomkins F.S. Frequency up-conversion to the VUV in the Hg vapor // *IEEE J. Quantum Electron.*, – 1982. – V.QE-18. N. 5. – P. 913-920.
21. Hilbig R., Wallenstein R. Resonant sum – and difference-frequency mixing in Hg // *IEEE J. Quantum Electron.* 1983. – V. QE-19. – N. 12. – P. 1759-1770.
22. Tomkins F.S., Mahon R. Generation of continuously tunable narrow-band from 1220 to 1174 Å in Hg vapor // *Opt.Lett.*, 1982. – V. 7. – P. 304-306.
23. Слабко В.В. Генерация вакуумного ультрафиолетового излучения и нелинейно-оптические процессы в атомных, молекулярных и кластерных средах. Дисс.на соиск. уч.степ.док. физ.-мат. наук. Красноярск,1991,с.303.
24. Хилбих Р., Хилбер Г., Тиммерман А., Валленштайн Р. Генерация перестраиваемого ВУФ излучения при смешении частот в газах // *Изв. АН СССР.*, 1986. – Т. 50. – № 3. – С. 614-619.
25. Hilbig R., Wallenstein R. Tunable VUV radiation generated by two-photon resonant frequency mixing in xenon // *IEEE J. Quantum Electron.*, –V.QE-19. – N.2. – P.194-201.
26. Bradley D.J., Hutchinson M.H.R., Lind C.C. Tunable VUV excimer laser systems. In: *Tunable lasers and applications.* – Berlin: Springer-Verlag, 1976. – P. 40-49.
27. Miyazaki K., Sakai H., Sato T. Two-photon resonances in Xe and Kr for the generation of tunable coherent extreme UV radiation // *Appl. Opt.*, 1989. V. 28. – P. 699-702.
28. Miyazaki K. High-order harmonic generation with high-intensity femtosecond laser pulses // *J. Non. Opt. Phys. Mat.*, 1995. – V. 4. – P. 567-594.
29. Kondo K., Kobayashi Y., Sagisaka A., Nabekawa Y., Watanabe S. Tunneling ionization and harmonic generation in two-color fields // *J. Opt. Soc. Am. B.*, 1996. – V. 13. – P. 424-429.
30. Ганеев Р.А. Генерация высших гармоник излучения мощных лазеров в плазме, образованной при воздействии предимпульса на поверхность твердотельных мишеней // *УФН.-Москва*, 2009.-Т.179.-№1.-С.65-90.
31. Жданов А.Н., Кодиров М.К., Лукиных В.Ф., Мысливец С.А., Попов А.К., Слабко В.В. Процессы параметрического смешения частот излучения лазера на алюминате иттрия в парах бария: Препринт ИФ СО-584Ф. – Красноярск, 1989. – 39 с.
32. Кодиров М.К., Мысливец С.А., Попов А.К., Слабко В.В. Эффективная генерация в ВУФ области в парах бария // *Квантовая электроника.*, 1992. – Т. 19. – № 3. – С. 216-219.
33. Ряснянский А.И., Ганеев Р.А., Кодиров М.К. К анализу ограничивающих факторов при генерации третьей гармоники излучения Nd:YAlO₃ –лазера в парах бария // *Оптика и спектроскопия.*, 2003. – Т. 94. – № 4. – С. 683-687.
34. Гуламов А.А., Ибрагимов Э.А., Кулагин И.А., Редкоречев В.И., Усманов Т.Б. Преобразование частоты лазерного излучения с предельной эффективностью.-2-е издание, перераб. и доп. -Издательство научной литературы «НОБЕЛЬ ПРЕСС», 2013.-289с.
35. Гордиенко В.М., Гречин С.С., Иванов А.А., Подшивалов А.А. Высокоэффективная генерация второй и третьей гармоник излучения фемтосекундного хром-форстеритового лазера в нелинейно-оптических кристаллах // *Квантовая электроника.-Москва*, 2005.-Т.35.-№6.-С.525-526.
36. Ganeev R. A., Suzuki M., Redkin P.V. and Kuroda H. Quasi-phase-matching of laser harmonics using variable multi-jet plasmas // *Journal of Nonlinear Optical Physics & Materials.-World Scientific Publishing*, 2014.- V. 23, P. 1450013
37. Ganeev R. A. , Kulagin I. A., Singhal H., Naik P. A., Arora V., Chakravarty U., Chakera J. A., Khan R. A., Redkin P.V., Raghuramaiah M., Gupta P. D. Harmonic generation from indium-rich plasmas // *Physical Review A.- AIP*, 2006.- V. 74.-P. 063824.

- 38.Redkin P.V. Ganeev R.A., Kodirov M.K. Theoretical investigation of resonant nonperturbative high-order harmonic generation in indium vapors // Journal of Optical Society of America B.-OSA, 2011.-V. 28.-P.165-170.

M.Q.Qodirov
REZONANSNOCHIZIQLI JARAYONLARI
VA OPTIK GARMONIKALAR
GENERASIYASI

Maqola atom-molekulyar muhitlarning nochiziqli-optikxususiyatlarini va ularda lazer nurlanishlarini chastotasini o'zgartirishni eksperimental va nazariy tadqiqotlariga bag'ishlangan. Asosiy e'tibor nochiziqli-optikrezonans, xususan ikkifotonlirezonans jarayonlarga qaratildi. Rezanans jarayonlarda atom va molekulalarning nochiziqli qabul qiluvchanligi ortishi tufayli bir va undan yuqori darajali kuchayish kuzatilishi ko'rsatildi. Olingan tajriba natijalarning nazariy hisoblashlarga mos kelish shartlari aniqlandi. Lazer nurlanishlari chastotalarini samarali o'zgartirishda damlash manbai va nochiziqli muhit uchun optimal munosabatlar ko'rsatildi.

Kalit so'zlar: generasiya, optik garmonikalar, optik xususiyatlar, ikki fotonli jarayonlar.

M.Q.Qodirov
RESONANT NONLINEAR PROCESSES
AND EFFECTIVE GENERATION OF
OPTICAL HARMONICS

The article is dedicated to review of experimental and theoretical works on investigation of the nonlinear optical properties and conversion of laser radiation in atomic and molecular media. Main stress is made to resonant nonlinear optical processes, particularly two-photon ones. It is shown that resonant processes give enhancement by an order of magnitude or more due to increase of the nonlinear optical susceptibility of atoms and molecules. Conditions are determined at which experimental results most closely match the theoretical calculations. Optimal relations for pump source and nonlinear medium are pointed out at which conversion of frequency of laser radiation proceeds most efficiently.

Keywords: generation, optical harmonics, optical properties, two photon processes.

УДК 538 548

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАМАГНИЧЕННОСТИ ТОНКИХ ПЛЕНОК ИЗ ИЗМЕРЕНИЯ
ВРАЩАЮЩЕГО МОМЕНТА

Х. О. Уринов

Доцент СВВАКИУ

Аннотация. Для определения намагниченности разнообразных типов магнитных структур. Данной методикой можно определять намагниченность пленки при разных значениях напряженности магнитного поля и, таким образом, контролировать выполнение условия однородного вращения.

Ключевые слова:вращение вектора намагниченности, тонкие магнитные плёнок, магнитоупорядоченные кристаллы, неупорядоченные магнетики.

Высокая чувствительность метода, несложная аппаратура, возможность измерений в широком интервале температур обеспечил ему достойное место в магнитометрии тонких пленок. Классическим способом определения констант магнитной анизотропии пленок является разложение вращающего момента в ряд Фурье. Для определения намагниченности ситуация менее благоприятна : разнообразие типов магнитных структур, различие в намагниченности материалов пленок требует тщательного выбора адекватной методики измерений[1].

В настоящее время для определения намагниченности пленок чаще всего используют методику, основанную на измерении зависимости вращающего момента пленки от напряженности магнитного поля, когда управление магнитного поля составляет с плоскостью пленки малый угол [2] . Конечны

выражения для определения намагниченности и константы перпендикулярной анизотропии $K'_\perp$ имеет вид: $\Psi H/L = 1/MV + H/2 K'_\perp V$ (1)
 где $K'_\perp = 2\pi M^2 + K_u$ (K_u – константа наведенной магнитной анизотропии); $\bar{L} = V[M \times H]$ - есть вращающий механически момент действующий на нить со стороны образца

подвешенной на нити в магнитном поле H ; V - магнитный объем образца. На рис 1 показано положение пленочного образца во внешнем магнитном поле.

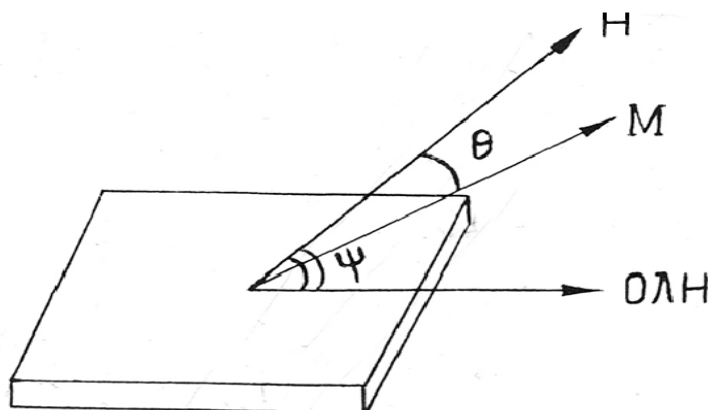


Рис 1 Положение пленочного образца во внешнем магнитном поле.

Выражения (1) представляет собой линейную зависимость экспериментально измеренной кривой $\psi \frac{H}{L}$ от величины магнитного поля. Строя график этой зависимости и экстраполируя к $H=0$, получим по оси ординат $(\frac{\psi H}{L})_{H=0} = \frac{1}{MV}$ и по тангенсу угла наклона экстраполированной прямой $\frac{\psi H}{L}$. H - определяем $2K_{\perp}V$. Эта методика хорошо зарекомендовала себя для исследования свойств монокристаллических пленок ферромагнитных металлов и сплавов, однако она не пригодна для изучения свойств пленок слабомагнитных веществ – слабых ферромагнетиков, кристаллов с треугольной или геликоидальной магнитными структурами и др. Причина заключается в том, что при малом отклонении магнитного поля от плоскости пленки и малой намагниченности вращающий момент мал и не доступен точному измерению[3].

В работах [4,5] показана возможность определения намагниченности пленок при измерении зависимости вращающего момента от напряженности магнитного поля, когда угол между направлением магнитного поля и плоскостью пленки составляет 45° , однако в линеаризации конечных выражений не учтен вклад во вращающий момент констант магнитной кристаллографической анизотропии.

Следует отметить, что необходимым условием применимости метода вращающих моментов является условие однородного вращения намагниченности, когда величина магнитного момента пленки остается постоянной при различной ориентации и величине магнитного поля[6]. Эксперимент показывает, что это условие выполняется, в ограниченном интервале углов и полей. В изложенных выше методиках предполагается следующие методика, что зависимость вращающего момента от напряженности магнитного поля измеряются при условии однородного вращения; за критерий этого принято считать укладывание экспериментальных точек на расчетную прямую. В более строгой постановке эксперимента условия однородного вращения необходимо знать заранее. Предлагаемая методика определения намагниченности пленок из измерений вращающих моментов, устраняет указанные выше недостатки.

Рассмотрим магнитной часть плотности свободной энергии пленки кубического кристалла во внешнем магнитном поле напряженностью H :

$$E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 \quad (2)$$

где $E_1 = 2\pi M^2 L_3^2$ - плотность энергии анизотропии формы пленки;

$E_2 = K_u L_3^2$ - плотность энергии наведенной магнитной анизотропии;

$E_3 = K_1(\alpha_1^2 \alpha_2^2 + \alpha_2^2 \alpha_3^2 + \alpha_3^2 \alpha_1^2)$ - плотность энергии магнитной кристаллографической анизотропии;

$E_4 = -(MH)$ - плотность энергии взаимодействия намагниченности с внешним магнитным полем;

α_i - направляющие косинусы вектора намагниченности относительно главных осей кристалла;

K_u - константа наведенной магнитной анизотропии;

K_1 - первая константа магнитной кристаллографической анизотропии;

M - намагниченность пленки .

Если одна из главных осей кристалла (001) совпадает с нормально к плоскости пленки, то выражение (2) может быть приведено к виду

$$E = K_{\perp} \sin^2(\psi - \theta) + K_1 \sin^2(\psi - \theta) \cos^2(\psi - \theta) - MHV \cos \theta \quad (3)$$

где $K_1 = 2\pi M^2 - K_u$

ψ – угол между направлением магнитного поля и плоскостью пленки ;

θ – угол отставания вектора намагниченности от направления магнитного поля.

Равновесное положение вектора намагниченности имеется из условия минимума плотности свободной энергии $\frac{dE}{d\theta} = 0$, которое имеет вид :

$$K_{\perp} \sin 2(\psi - \theta) + \frac{1}{2} K_1 \sin 4(\psi - \theta) - MHV \sin \theta = 0 \quad (4)$$

Поскольку, по определению,

$$L = MHV \sin \theta \quad (5)$$

то, очевидно,

$$L = K_{\perp} \sin 2(\psi - \theta) + \frac{1}{2} K_1 \sin 4(\psi - \theta) \quad (6)$$

Рассмотрим случай, когда направление магнитного поля образует угол с плоскостью пленки 45° :

$$\cos 2\theta = \frac{K_{\perp}}{L} + \frac{K_1}{L \sin 2\theta} \quad (7)$$

или

$$L = K_{\perp} \cos 2\theta + \frac{1}{2} K_1 \sin 4\theta \quad (8)$$

Величины $\cos^{-1} 2\theta$ и $\sin 2\theta$ при фиксированном L , $K_{\perp}$ и K_1 связаны линейной зависимостью. Пересечение этой прямой с кривой

$\cos^{-1} 2\theta = \frac{1}{\sqrt{1 - \sin^2 2\theta}}$ однозначно определяет угол отставания вектора намагниченности от направления поля, а следовательно, и M согласно (5). Реализация изложенной методики иллюстрируется номограммой рис 2

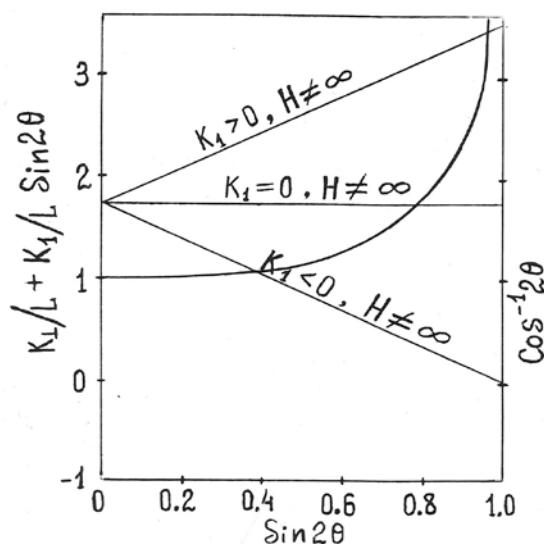


Рис 2 Номограмма

Эксперимент проводится следующим образом. Традиционным способом с помощью разложения вращающего момента в ряд Фурье находятся константы магнитной анизотропии K_1 и $K_{\perp}$. Далее при фиксировании $\psi = 45^\circ$ измеряется вращающий момент и на номограмме строится зависимость (8), по пересечению которой с кривой $\cos^{-1} 2\theta$ ($\sin 2\theta$) определяется угол θ . Намагниченность пленки находится из выражения (5) по известным и измеренным значениям H и L . Данной методикой можно определять намагниченность пленки при разных значениях напряженности магнитного поля и, таким образом, контролировать выполнение условия

однородного вращения.

Литература

1. Бабкин Е. В. Наведенная магнитная анизотропия в эпитакциальных кристаллах феррита марганца . Канд. дисс.. Красноярск, Институт физики, 1979 г
2. Бабкин Е.В., Уринов Х.О. Анизотропия магнетокалорического эффекта в ферромагнитных кристаллах. // ФТТ, 1990.- Т .32, вып .4.- С. 689-694.
3. Бабкин Е.В., Баранов Г. И. , Уринов Х.О. Магнитное охлаждение композиционного ферромагнетика . //- Письма в ЖТФ , 1991.- Т. 17, вып.5. – С.10-12.
4. Бабкин Е.В., Уринов Х.О. Рабочее тело магнитной холодильной машины. Авт. Свид. № 1746161 8.03.1992.
5. Уринов Х.О. Умидуллаев Ш. Магнетокалорический эффект в поликристаллическом кобальте. Илмий тадқиқотлар Ахборотномаси СамДУ . 2004. 1-сон , б. 40-43
6. Х.О. Уринов , А.А. Эшбеков, К.Абдусаттаров , С.Х.Уринов . Анизотропия магнетокалорического эффекта в одноосном кристалле. Нанотехнология ва қайта тикланадиган энергия манбалари. Қарши-2012 б.244-245

X. O. Urinov MAGNITLI YUPQA QATLAMLI QOPLAMAI MAGNITLANISH VEKTORINING, AYLANIS ANIQLASH USULLARI

Har xil turdagi magnit strukturalarini aniqlashni bir necha usullari mavjud. Ushbu usul bilan bir tomonlama aylanish sharti orqali har xil kattalikdagi magnit maydonida yupqa qatlamli qoplamalarni to'yinish magnitlanishini nazorat qilib boriladi.

Kalit so'zlar: magnitlanish vektorining aylanishi, yupqa qatlamli magnitli qoplamalar, tartibli magnit kristallar, notartibli magnitlar.

X. O. Urinov METHOD OF DEFORMATION OF MAGNIZATION OF THE THIN FILMS OUT OF THE DIMENSION TURNING MOMENT

There are several types of identifying the magnetic structure. In this method using the one side rotation the saturation magnetization of different magnetic coatings.

Keywords: rotation of magnetizability vector, thin magnetic film, magneto-orderer crystal, disordered magnets.

UDK: 537.311.23

YARIMO'TKAZGICHLARDA ULTRATOVUSHNING YUTILISHI VA KUCHAYISHI HAQIDA

O.Pardayev¹, M.Shaimov², J.O'rinov³

¹SamDU dotsenti, ²SamDU assistenti, ³SamDU magistranti

E-mail: urinov.j@mail.ru

Annotatsiya. Yuqori ildamlikka ega bo'lgan yarimo'tkazgichlarda to'lqin uzunligi diffusion uzunlikdan ancha kichik, lekin elektronlarning erkin chopish uzunligidan ancha katta bo'lgan ultratovushning yutilishi va kuchayishi qarab chiqilgan. Chastotalarning bu sohasida tovush yutilishi koeffitsiyentining chastotaga bog'liqligi gidrodinamik bog'lanishlardan batamom farq qilishi, bunday bog'lanishlarning ustun mexanizmi bo'lib impuls relaksatsiyasi hisoblanishi aniqlangan. Sochilishning ayrim mexanizmlarida yutilish (kuchayish) koeffitsiyenti chastotaning kasrli darajasiga proporsional bo'lishi hamda kuchayish ostonasiga to'g'ri keladigan elektr maydonining chastotaga bog'liq bo'lishligi ko'rsatilgan. Tashqi magnit maydoni bo'lmagan va mavjud bo'lgan hollar qarab chiqilgan.

Kalit so'zlar: yarimo'tkazgich, ultratovush, kuchayish, yutilish, vaqt, dipol momenti, to'qnashuvlar, elektr maydon, magnit maydon, konsentratsiya,

Bir qancha eksperimental va nazariy ishlar [1-5] da chastotasi ω va to'lqin vektori q bo'lgan ultratovushning yarimo'tkazgichlarda yutilishi va kuchayishi

$$ql \ll 1, \omega \tau_e \gg 1 \quad (1)$$

tengsizliklar bajarilgan sharoitlarda qarab chiqilgan .Bu yerda l –elektronlarning erkin chopish uzunligi, τ_ϵ esa ular energiyasining relaksatsiya vaqti.(1) tengsizliklar $n - InSb$ turidagi elektronlari yuqori ildamlikka ega bo'lgan yarimo'tkazgichlarda amalga oshishi mumkin. [1,3 – 5] ishlarda ko'rsatilgan sharoitlarda ultra- tovushning yutilishi va kuchayishi gidrodinamik yaqinlashuvdagi yutilish va kuchayishdan sezilarli darajada farq qilishi mumkinligi aniqlangan,bu farqlarnin, ayniqsa, elektron impulsi relaksatsiya vaqti τ_p ning energiyaning oshishi bilan oshib boradigan holida sezilarli bo'lishi ko'rsatilgan. Bunday sharoitlarda tovushning yutilishi Uaytning gidrodinamik formulasi bilan aniqlanuvchi qiymatidan ancha katta hamda bunday yutilishning tovush chastotasiga muhim bog'lanishi yuzaga kelishi mumkin bo'ladi [4,5].

Berilgan maqolada biz tovushning yutilish koeffitsiyentida chastotaga bog'liqlikning

$$\omega\tau_\epsilon \ll 1, q^2 D\tau_\epsilon \gg 1 \quad (2)$$

tengsizliklar bajariladigan sharoitlarda ham paydo bo'lishligini ko'rsatamiz.Bu yerda $q^2 D = q_i q_k D_{ik}$, D_{ik} – elektronlar diffuziyasi tenzori.(2) tengsizliklarga mos keladigan sharoitlar tajribada ososn amalgam oshirilishi mumkin,lekin [1,4,5] nazariy ishlarda berilgan hol qaralmagan. [3] ishda $\omega\tau_\epsilon$ parametri ixtiyoriy kattalikka ega bo'lgan hol qarab chiqilib,olingan natijalar elektron temperaturasi to'liqini mavjud bo'lganda amalga oshirilgan.Shuning bilan birga, bir tomondan, bunday to'liqlarning mavjud bo'lishligi uchun

$$\omega\tau_{ee} \ll 1, q^2 D\tau_{ee} \ll 1 \quad (3)$$

(bu yerda τ_{ee} –elektronlar orasidagi to'qnashuvga tegishli vaqt) tengsizliklarning bajarilishi talab etilsa,ikkinchi tomondan,elektron temperaturasi to'liqlari mavjud bo'lgan sohada tovush yutilishi va kuchayishida kuzatiladigan chastotaga o'ziga yarasha bog'liqlik yo'qolishi lozim bo'ladi.Biz (3) tengsizliklardan biriga qarama-qarshi bo'lgan tengsizlik mavjud deb faraz qilamiz hamda kichik intensivlikdagi tovushning yutilishi va kuchayishini qarab chiqamiz.Biz odatdagi Furrye-tahlilni qo'llaymiz va barcha o'zgaruvchilar $\exp[i(\vec{q}\vec{r} - \omega t)]$ ga proporsional o'zgaradi deb qabul qilamiz.Elastiklik nazariyasi tenglamasi va Puasson tenglamasidan foydalanamiz hamda tovushning elektronlar bilan o'zaro ta'sirini pyezoelektrik ta'sir deb hisoblab, tovush to'liqini dispersiyasi qonuni uchun quyidagi formulani olamiz:

$$\frac{\omega^2 - \omega_0^2(q)}{\omega_0^2(q)} = \chi \left[1 + \frac{4\pi e^2}{\epsilon_0 q^2} K_q(\omega) \right]^{-1} \quad (4)$$

Bu yerda $\chi = \frac{4\pi e^2}{\epsilon_0 c}$ – elektromexanik bog'lanishning o'lchamsiz doimiysi, c – elastiklik

moduli, β – pyezomodul, ϵ_0 – dielektrik singdiruvchanlik, $\omega_0^2 = \frac{cq^2}{\rho}$, ρ – kristall zichligi.

Tovushning yutilish koeffitsiyenti (4) dispersiya qonunidan $G = \text{Im} q$ tariqasida aniqlanadi.Elektronlar konsentratsiyasi n_q ning o'zgaruvchan elektr maydoni potentsiali φ_q ga javobi quyidagicha aniqlanadi:

$$n_q(\omega) = -e\varphi_q K_q(\omega) \quad (5)$$

Javob funksiyasi hisoblangan $K_q(\omega)$ ni aniqlash uchun elektronlar taqsimot funksiyasi

$$f_p = f_0(\epsilon_p, T) + f^{(1)}_p$$

uchun kinetik tenglamani yechish kerak bo'ladi (bu yerda f_0 – muvozanatdagi taqsimot funksiyasi).Bu tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$(-i\omega + iq\nu) f_q^{(1)} + I f_q^{(1)} = i(q\nu) e\varphi_q \frac{df_0}{d\epsilon_p} \quad (6)$$

Bu yerda I – to‘qnashuvning chiziqlashtirilgan operatori. Konsentratsiyaning Furre-komponentasi

$$n_q(\omega) = \frac{2}{(2\pi\hbar)^3} \int d^3p f^{(1)}_q = \int_0^\infty d\varepsilon \rho(\varepsilon) \tilde{f}(\varepsilon) \quad (7)$$

munosabat bilan aniqlanadi. Bu yerda $\rho(\varepsilon) = \frac{2}{(2\pi\hbar)^3} \int d^3p \delta(\varepsilon - \varepsilon_p)$ – holat zichligi,

$$\tilde{f}(\varepsilon) = \frac{2}{(2\pi\hbar)^3 \rho(\varepsilon)} \int d^3p \delta(\varepsilon - \varepsilon_p) f^{(1)}_p - \quad (8)$$

taqsimot funksiyasi nomuozonat qismining doimiy energiya sirti bo‘yicha olingan o‘rtachasi. Taqsimot funksiyasining impuls bo‘yicha simmetrik qismi faqat energiyaga bog‘liq bo‘ladi va $\tilde{f}(\varepsilon)$ ga mos tushadi [7] $\tilde{f}(\varepsilon)$ uchun tenglama (6)ni doimiy energiya sirti bo‘yicha o‘rtachalab olinadi va quyidagicha yoziladi [4,5]:

$$(-i\omega + q^2 D(\varepsilon_p)) \tilde{f} + \langle I f \rangle = q^2 D(\varepsilon_p) e \varphi_q \frac{d f_0}{d \varepsilon_p}, \quad (9)$$

Bu yerda

$$D(\varepsilon_p) = \frac{q_i q_k}{q^2} D_{ik}(\varepsilon_p), \quad D_{ik}(\varepsilon_p) = \langle v_i I^{-1} v_k \rangle$$

(magnit maydoni H ishtirok etganda I^{-1} operatori J^{-1} operatoriga almash-tiriladi, $J = I - \frac{e}{c} [\vec{v} \vec{X} \vec{H}] \frac{\partial}{\partial \vec{p}}$), $D(\varepsilon_p)$ – berilgan energiyali elektronlar uchun to‘lqin vektori $\vec{q}$ yo‘nalishidagi diffuziya koeffitsiyenti.

Elektronlar Boltsmanning statistikasiga bo‘ysinadi va energiya relaksatsiyasining ustun mexanizmi akustik fononlarda sochilish hisoblanadi deb hisoblaymiz, u holda [7]

$$\langle I f \rangle = -\frac{\pi}{2\tau_\varepsilon \sqrt{x}} x^2 \left(1 + \frac{d}{dx} \right) \tilde{f}(x) \quad (10)$$

Bu yerda $x = \frac{\varepsilon_p}{T}$, T – energetik birliklarda temperatura, energiyaning relaksatsiya vaqti esa

$$\tau_\varepsilon = \frac{\pi^2 \hbar^4 \rho}{4\sqrt{2} \Lambda m^{3/2} \sqrt{T}} \quad (11)$$

(Λ – deformatsiya potensialining doimiysi, m – elektronning effektiv massasi). Agar diffuziya koeffitsiyentining energetik bog‘lanishini

$$D(x) = D(T) \frac{\sqrt{\pi}}{\Gamma(u+1)} x^{u-1/2} \quad (12)$$

deb hisoblasak, (9) tenglamani quyidagi shaklda yozib bo‘ladi:

$$\left[-i\omega \tau_\varepsilon \frac{2}{\sqrt{\pi}} x + q^2 D \tau_\varepsilon \frac{x^u}{\Gamma(u+1)} - \frac{d}{dx} x^2 \left(1 + \frac{d}{dx} \right) \right] f(x) = -\frac{e \varphi_q}{T} q^2 D \tau_\varepsilon \frac{x^u}{\Gamma(u+1)} e^{-x} \quad (13)$$

Bu tenglamaning yechimini $q^2 D \tau_\varepsilon \ll 1$, $\omega \tau_\varepsilon \ll 1$ bo‘lganida topish oson bo‘ladi. Bu holda $f(x) = C e^{-x}$, C doimiylik (13) tenglamani x bo‘yicha integrallab topiladi va biz $K_q(\omega)$ uchun odatdagi gidrodinamik ifodaga kelamiz

$$K_q(\omega) = \frac{n_0 q^2}{T \zeta^2} \left[-i\omega \tau_M + \frac{q^2}{\zeta^2} \right]^{-1}, \quad (14)$$

Bu yerda n_0 – elektronlarning to‘liq konsentratsiyasi, $\zeta^2 = 4\pi e^2 n_0 / \varepsilon_0 T$ – debay radiusi kvadratining teskari kattaligi; $\tau_b = \varepsilon_0 \cdot 4\pi \sigma$ – maksvelcha relaksatsiya vaqti; $\sigma = en_0 q_i q_k \mu_{ik} / q^2$; μ_{ik} – elektronlarning ildamlilik tenzori.

(2) shart bajarilganda $\tilde{f}$ ning mavhum qismi uning haqiqiy qismidan ancha kichik bo‘ladi. Shuning uchun haqiqiy qismini hisoblaganda $\omega = 0$ deb olish mumkin va energiya bo‘yicha relaksatsiyani hisobga olmaslik mumkin. Natijada

$$\operatorname{Re} K_q(\omega) = \frac{n_0}{T} \quad (15)$$

Agar bu holda $u < 2$ bo‘lsa, energiyani fononlarda relaksatsiyasini hisobga olmay, mavhum qismni (13) ni ω bo‘yicha iteratsiyasi bilan topish mumkin bo‘ladi

$$\operatorname{Im} K_q(\omega) = \frac{n_0}{T} \frac{\omega \tau_M}{q^2 / \zeta^2} \frac{\Gamma(2-u) \Gamma(1+u)}{\Gamma^2(3/2)} \quad (16)$$

Bu formula esa yutilish koeffitsiyenti uchun [4] ishning (11)-formulasidir.

Agarda $u \geq 2$ (masalan, $H = 0, u = 3$ bo‘lganda aralashmalarda sochilish, kuchli magnet maydonida $u = 2$ bo‘lganda akustik sochilishda) bo‘lganda $\operatorname{Im} K_q(\omega)$ ifodasidagi unga mos keluvchi integral, agar energiyani relaksatsiyasi hisobga olinmasa, uzoqlashadi. Ana shu holni batafsil qaraymiz. Agar $\tilde{f}(x)$ ni

$$\operatorname{Im} \tilde{f}(x) = \theta(x) e^{-x} \quad (17)$$

ko‘rinishida ifoda etsak, (13) dan quyidagi tenglamani olish mumkin:

$$x \theta'' + (2x - x^2) \theta' - \alpha x'' \theta = \beta \sqrt{x} \quad (18)$$

Bu yerda

$$\alpha = \frac{q^2 D \tau_\varepsilon}{\Gamma(1+u)}, \quad \beta = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \frac{e \varphi_q}{T} \omega \tau_\varepsilon.$$

Differensialli operator x ning kichik qiymatlaridagina salmoqqa ega bo‘lgani uchun (parametr $\alpha \gg 1$), θ' ning koeffitsiyentidagi x^2 ni $2x$ ga nisbatan tashlab ketish mumkin. Shundan keyin $\theta = y$ belgilash kiritib, (18) tenglamani

$$y'' - \alpha x^{u-2} y = \beta x^{-1/2} \quad (19)$$

ko‘rinishga keltiramiz. Bu tenglamaga qo‘yiladigan chegaraviy shartlar $\sum_3 I f_p = 0$ ayniyat orqali

aniqlanadi va quyidagicha bo‘ladi:

$$\lim [xy e^{-x}] = \lim [xy e^{-x}] = 0 \quad (20) \quad (19) \text{ birjinsli tenglamaning fundamental}$$

yechimlari bo‘lib $\sqrt{x} I_{1/u}(2x^{u/2} \sqrt{\alpha}/u)$ va $\sqrt{x} K_{1/u}(2x^{u/2} \sqrt{\alpha}/u)$ funksiyalar hisoblanadi, bu yerda I, K – Besselning modifikatsiyalangan funksiyalaridir. Bu yechimlarning vronskiani, ko‘rsatish mumkinki, $-u/2$ gat eng bo‘ladi. Shunga ko‘ra, (19) tenglamaning (20) chegaraviy shartlarga mos keluvchi yechimi quyidagicha shaklda yozilishi mumkin:

$$\theta(x) = \frac{u\beta}{2\sqrt{x}} \left[I_{1/u}(2x^{u/2} \sqrt{\alpha}/u) \int_{\infty}^x dt K_{1/u}(2t^{u/2} \sqrt{\alpha}/u) - K_{1/u}(2x^{u/2} \sqrt{\alpha}/u) \int dt I_{1/u}(2t^{u/2} \sqrt{\alpha}/u) \right]$$

Bizda $\alpha \gg 1$ bo‘lgani uchun $\operatorname{Im} K_q(\omega)$ ni $\theta(x)$ bilan bog‘lovchi

$$\operatorname{Im} K_q(\omega) = -\frac{2n_0}{T\sqrt{\pi}} \int_0^{\infty} \sqrt{x} \theta(x) e^{-x} dx \quad (21)$$

ifodada e^{-x} ni 1 ga almashtirish mumkin, shundan keyin $\operatorname{Im} K_q(\omega)$ ning α parametriga bog‘lanishini tegishli integralni o‘lchamsiz ko‘rinishga keltirib aniqlashimiz mumkin bo‘ladi. Natijada biz quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$\operatorname{Im} K_q(\omega) = \frac{n_0}{T} \frac{\omega \tau_M}{q^2 / \zeta^2} \left[q^2 D \tau_\varepsilon \right]^{\frac{u-2}{2}} A_1, \quad (22)$$

Bu yerda

$$A_1 = \frac{8}{\pi} \left(\frac{u}{2\Gamma(u+1)} \right)^{\frac{2}{u}} \int_0^\infty \xi^{\frac{2-u}{u}} K_{1/u}(\xi) d\xi \int_0^\xi \eta^{\frac{2-u}{u}} I_{1/u}(\eta) d\eta \quad (23)$$

Endi biz tashqi elektr maydoni E da tovushning kuchayishini qaraylik. Bu ishda biz o'tkazuvchan elektronlarning statik qizuvini hisobga olmaymiz, shuningdek $qV_d \tau_\varepsilon \ll 1$ shart bajariladi deb hisoblaymiz, bu yerda V_d – elektron- larning dreyf tezligi bo'lib, u elektr maydoni bilan $V_d^i = \mu_{ik} E_k$ munosabatda bog'langan bo'ladi. Bu shart bajarilganda elektr maydonining ta'sirini (9) tenglamaning o'ng tomoniga

$$-\frac{ieq_i E_k}{\sqrt{\varepsilon}} \frac{df_0}{d\varepsilon} \frac{d}{d\varepsilon} (\sqrt{\varepsilon} D_{ik}(\varepsilon)) \quad (24)$$

qo'shimcha hadni qo'shish bilan hisobga olinadi. Provard natijalar $q_i E_k D_{ik}(\varepsilon)$ va $q^2 D(\varepsilon)$ kombinatsiyalar energetik bog'lanishlarining bir xilligi yoki har xilligiga tubdan bog'liq bo'ladi. Magnit maydoni yo'qligida, shuningdek kuchli magnet maydonida $V_d \uparrow \uparrow q \uparrow \uparrow H$ va $V_d \uparrow \uparrow q \perp H$ bo'lganida (Xoll kontaktlari yopiq bo'lganda) bu bog'lanishlar bir xil bo'ladi. Bu hol amalda [4,5] ishlarda qaralgan; elektr maydonining $\operatorname{Im} K_q(\omega)$ qo'shgan salmog'i

$$-\frac{n_0}{T} (qV_d) A_2, A_2 = 2u. \quad (25) \text{ shaklda bo'ladi. Kuchli magnet maydonida}$$

$V_d \uparrow \uparrow q \perp H$ bo'lganida hamda Xoll kontaktlari uzilgan holda $q_i E_k D_{ik}(\varepsilon)$ kombinatsiyaga asosiy salmoqni ε ga proporsional bo'lgan diffuziya tenzorining nodiagonal qismi beradi. Elektr maydonining salmog'i (25) da endi boshqacha bo'ladi

$$A_2 = \frac{3}{2} \Gamma(1+u) \Gamma(2-u) \quad (26)$$

Ammo elektronlar impulsining kuchli magnit maydonida deformatsion-akustik fononlarda relaksatsiya qilganida ($u=2$) kichik energiyalar sohasi alohida ajratilgan bo'lar ekan. Bu holda javob funksiyasining mavhum qismiga elektr maydonining qo'shgan hissasini hisoblash uchun ,tovushning yutilishi holida qaralgan kabi, energiya relaksatsiyasini e'tiborga olishga to'g'ri keladi. Qo'shiladigan bunday salmoq (22) bilan aniqlanadi, lekin unda ω ni $-(qV_d)3\sqrt{\pi}/4$ almashtirishga to'g'ri keladi.

Ishimizning yakunida [3,5] larda qaralmagan hollarda yutilish (kuchayish) koeffitsiyenti G uchun formulalar to'plamini keltiramiz.

1. $u \geq 2, H = 0$ bo'lganda, shuningdek $V_d \uparrow \uparrow q \uparrow \uparrow H$ va $V_d \uparrow \uparrow q \perp H$ bo'lgan kuchli magnit maydonida, agar Xoll kontaktlari yopiq bo'lsa,

$$G = \chi q \left(1 + q^2 / \zeta^2 \right)^{-2} \left[\omega A_1 (q^2 D \tau_\varepsilon)^{\frac{2-u}{u}} - 2u (qV_d) \right] \tau_M. \quad (27)$$

2. $u = 2$ kuchli magnit maydonida $V_d \uparrow \uparrow q \perp H$ bo'lgan holdagi akustik sochilish (Xoll kontaktlari uzilgan holda)

$$G = \chi q \left(1 + q^2 / \zeta^2 \right)^{-2} A_1 \left(\omega - \frac{3\sqrt{\pi}}{4} (qV_d) \right) \tau_M. \quad (28)$$

3. $u < 2$, kuchli magnit maydonida $V_d \uparrow \uparrow q \perp H$ bo'lganida (Xoll kontaktlari uzilgan holda)

$$G = \chi q \left(1 + q^2 / \zeta^2 \right)^{-2} \Gamma(u+1) \Gamma(2-u) \left(\omega - \frac{3\pi}{8} (qV_d) \right) \tau_M. \quad (29)$$

(27-29) larda keltirilgan formulalar gidrodinamik formulalardan batamom farq qilishini ko'ramiz. Ulardan ko'rinadiki, biz qarayotgan chastotalar sohasida kuchayish ostonasi, umuman aytganda, chastotaga bog'liq bo'lishini ko'ramiz va bunday bog'lanish elektronlar impulsi relaksatsiya mexanizmi bilan aniqlanalar ekan. Shu boisdan biz qarayotgan chastotalar sohasida yuqori ildamlikka ega bo'lgan yarimo'tkazgichlarda tovush yutilishi va kuchayishini o'rganish, bizningcha, bu materiallarda kinetik hodisalarni tadqiq qilishning effektiv usuli hisoblanadi.

Adabiyotlar

1. Ю.М.Гальперин, И.Л.Дричко, Б.Д.Лайхтман. ФТТ, 1973. – 12 ст
2. С.Н.Иванов, Г.Д.Мансфельд, Е.Н.Хазанов. ФТП, 1972. – 6 ст
3. А.С.Бугаев, Ю.В.Гуляев, Г.Н.Шкердин. ФТТ, 1970. – 12 ст
4. В.Д.Каган. ФТТ, 1974. – 16 ст
5. А.П.Пардаев. Канд. дисс. Ташкент, 1974 г
6. В.Л.Гуревич, В.Д.Каган. ФТТ, 1963. – 5 ст
7. С.В.Ганцевич, В.Л.Гуревич. ФТТ, 1965. – 7 ст

О.Пардаев, М.Шоимов, Ж.Уринов. ОПОГЛЩЕНИЯ И УСИЛЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКА В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Рассмотрено поглощение и усиление ультразвука, длина которого намного меньше диффузионной длины, но намного больше длины свободного пробега носителей в полупроводниках с высокой подвижностью. Показано, что частотные зависимости коэффициента поглощения звука в этой области частот могут быть весьма своеобразны, причем вид этих зависимостей определяется доминирующим механизмом релаксации импульса. При некоторых механизмах рассеяния коэффициент поглощения (усиления) может быть пропорционален дробной степени частоты, при этом электрическое поле, соответствующее порогу усиления, может зависеть от частоты звука. Рассмотрены случаи как отсутствия, так и наличия внешнего магнитного поля.

Ключевые слова: полупроводник, ультразвук, усиление, поглощение, время, дипольный момент, столкновение, электрическое поле, магнитное поле, концентрация.

O.Pardayev, M. Shoimov, J.O'rinov ABOUT THE ABSORPTION AND ENHANCEMENT OF SEMICONDUCTORS ULTRASOUND

Considered the absorption and enhancement of ultrasound, the length of which is less than the diffusion length of SIDS, but SIDS longer mean free path in semiconductors with high advance. It is shown that the frequency dependence of the absorption of sound in this frequency range can be quite peculiar, and form of these relationships is defined by the dominant mechanism of impulse. Relaxation of some of the mechanisms of scattering coefficient of absorption (amplification) can be proportional to the fractional power of the frequency, while the electric field corresponding to the threshold of the gain may depend on the frequency of cases like the voice of Frequency absence and presence of an external magnetic field.

Keywords: semiconductor, ultrasound, enhancement, absorption, time, dipole moment, collision, electric field, magnetic field, concentration.

УДК 538.621

МАГНИТОКАЛОРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В КУБИЧЕСКОМ ФЕРРОМАГНЕТИКЕ

Х. О. Уринов
Доцент СВВАКИУ

Аннотация: Получены выражения для изоэнтропмагнита калорического эффекта (МКЭ) в кубическом ферромагнетиках при ориентации внешнего магнитного поля. Результаты расчета хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Ключевые слова: магнитоупорядоченные кристаллы, магнитокалорические эффект, обменные взаимодействия, вращение вектора намагниченности, неупорядоченные магнетики.

Изучение термомагнитных явлений в магнетиках является одним из направлений в области физики магнитных явлений. Под термомагнитными явлениями понимается совокупность эффектов, возникающих под действием магнитного поля $\vec{H}$, когда имеется тепловой поток некоторой плотности и реализуется превращение энергии (как обратимое, так и необратимое) намагничивания в теплоту[1]. К классу обратимых термомагнитных явлений относится магнитокалорический эффект (МКЭ)

Под магнитокалорическим эффектом понимается температуры магнетика под действием внешнего поля; как правило, в условиях теплоизоляции намагничивание приводит к увеличению температуры, а размагничивание - к ее понижению. В принципе, магнитотепловые явления свойственны всем магнетикам (пара, ферро, антиферромагнетикам), хотя магнитокалорический эффект особенно велик у ферромагнетиков и парамагнетиков.

Рассмотрим плотность свободной энергии кубического ферромагнетика, помещенного во внешнее магнитное поле напряженностью H

$$f = f_0 + K_1(a_1^2 a_2^2 + a_2^2 a_3^2 + a_3^2 a_1^2) + K_2 a_1^2 a_2^2 a_3^2 - (\vec{M} \cdot \vec{H}) \quad (1)$$

где f_0 – не зависящая от магнитного состояния плотность свободной энергии;

α_1 - направляющие косинусы вектора намагниченности $\vec{M}$ относительно главных осей кристалла; K_1, K_2 – константы магнитной кристаллографической анизотропии. Величина МКЭ определяется наклоном изоэнтропы на плоскости (T, H)

$$\left(\frac{\Delta T}{\Delta H}\right)_S = \frac{\left(\frac{\Delta S}{\Delta H}\right)_T}{\left(\frac{\Delta S}{\Delta T}\right)_H} \quad (2)$$

где S - энтропия, $S = -df/dT$

Если вектор напряженности магнитного поля находится в плоскостях $[100], [110], [111]$, выражение (1) может быть записано следующим образом

$$f_{(100)} = f_0 + K_1 \sin^2 \theta \cdot \cos^2 \theta - MH \cos(\psi - \theta) \quad (3)$$

$$f_{(110)} = f_0 + K_1 \sin^2 \theta \left(\frac{3}{4} \cos^2 \theta + \frac{1}{4}\right) + \frac{1}{4} K_2 \sin^4 \theta \cos^2 \theta - MH \cos(\psi - \theta) \quad (4)$$

$$f_{(111)} = f_0 + \frac{3}{2} K_1 \cos^2 \theta (1 - 24 \cos^2 \theta + 144 \cos^4 \theta) - MH \cos(\psi - \theta) \quad (5)$$

Где ψ, θ - соответственно углы между выделенным направлением и направлениями векторов напряженности магнитного поля и намагниченности[2].

В первых двух случаях углы ψ и θ отсчитываются от направления типа $[100]$, в третьем случае - от направления $\left[\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}}, 1\right]$

Считая изменение температуры при МКЭ малым, можно ограничиться линейным разложением намагниченности и констант анизотропии по температуре [3]. Производные от углов θ по температуре и полю находятся из условия равновесия $df/d\theta = 0$

$$\frac{df_{(100)}}{d\theta} = \frac{1}{2} K_1 \sin 4\theta - MH \sin(\psi - \theta) = 0 \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \frac{df_{(100)}}{d\theta} &= \frac{1}{4} K_1 (2 \sin^2 \theta \sin 2\theta + 2 \sin 4\theta) + \\ &+ \frac{1}{8} K_2 \sin^3 2\theta - \frac{1}{4} K_2 \sin^4 \theta \sin 2\theta - MH \sin(\psi - \theta) = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \frac{df_{(111)}}{d\theta} &= -\frac{3}{2} K_2 \sin \theta + 144 K_2 \cos^3 \theta \sin \theta - 129 K_2 \cos^5 \theta \sin \theta - \\ &- MH \sin(\psi - \theta) = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

$$\left(\frac{\partial \theta}{\partial T}\right)_{(100)} = \frac{\frac{\partial M}{\partial T} H \sin(\psi - \theta) - \frac{1}{2} \frac{\partial K_1}{\partial T} \sin 4\theta}{2 K_1 \cos 4\theta + MH \cos(\psi - \theta)} \quad (9)$$

$$\left(\frac{\partial \theta}{\partial H}\right)_{(100)} = \frac{M \sin(\psi - \theta)}{2K_1 \cos^4 \theta + MH \cos(\psi - \theta)} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \left(\frac{\partial \theta}{\partial T}\right)_{(110)} = & \frac{(2 \sin^2 \theta \sin 2\theta + 2 \sin^4 \theta) \cdot \left(\frac{1}{4} \frac{\partial K_1}{\partial T} - \frac{1}{4} \frac{K_1}{M} \frac{\partial M}{\partial T} + \sin^3 2\theta\right) \cdot}{-\frac{1}{4} K_1 (4 \sin \theta \cos \theta + 2 \sin^2 \theta \cos 2\theta + 8 \cos^4 \theta - \frac{1}{8} K_2 3 \sin^3 2\theta \cdot \cos 2\theta +} \\ & \cdot \left(\frac{1}{8} \frac{\partial K_1}{\partial T} - \frac{1}{8} \frac{K_2}{M} \frac{\partial M}{\partial T}\right) - \frac{1}{4} \sin^4 \theta \sin 2\theta \left(\frac{\partial K_2}{\partial T} - \frac{K_2}{M} \frac{\partial M}{\partial T}\right) \\ & + \frac{1}{4} \sin^3 \theta \cos \theta \sin 2\theta - \frac{1}{4} K_2 \sin^4 \theta \cdot 2 \cos 2\theta) - MH \cdot \cos(\psi - \theta)} \\ & \left(\frac{\partial \theta}{\partial H}\right)_{(111)} = \frac{M \sin(\psi - \theta)}{A + B + C} \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} & \text{где} \\ A = & \frac{1}{4} K_1 (2 \sin^2 2\theta + 4 \sin^2 \theta \cdot \cos 2\theta + 8 \cos^4 \theta) \\ B = & \frac{1}{8} K_2 3 \sin^2 2\theta \cdot 2 - \frac{1}{4} 4 K_2 \sin^3 \theta \cdot \cos \theta \cdot \sin 2\theta \\ C = & -\frac{1}{4} K_2 \sin^4 \theta \cdot \cos 2\theta + MH \cdot \cos(\psi - \theta) \\ & \left(\frac{d\theta}{dH}\right)_{(111)} = \frac{M \sin(\psi - \theta)}{D_1 + D_2} \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} & \text{где} \\ D_1 = & -\frac{3}{2} K_2 \cos 2\theta + 144 K_2 \cos^4 \theta - 3 \cdot 144 K_2 \cos^2 \theta \cdot \sin \theta \\ D_2 = & -1296 K_2 \cos^6 \theta + 1296 \cdot 5 K_2 \cos^4 \theta \cdot \sin^4 \theta + MH \cdot \cos(\psi - \theta) \\ & \text{Соответствующее выражение для энтропии и ее производных по температуре и} \\ & \text{полю находятся стандартным путем. В итоге имеем} \\ & \left(\frac{\Delta T}{\Delta H}\right)_{S(100)} = \frac{T}{C_H} \frac{K_1 \sin^2 4\theta}{4MH[2K_1 \cos^4 \theta + MH \cdot \cos(\psi - \theta)]} \cdot D_3 \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} & \text{где} \\ D_3 = & \left(M \frac{\partial K_1}{\partial T} - K_1 \frac{\partial M}{\partial T}\right) - \frac{T}{C_H} \frac{\partial M}{\partial T} \cos(\psi - \theta) \\ C_H = & C_0 + \frac{T \sin^2 4\theta}{4M^2[2K_1 \cos^4 \theta + MH \cdot \cos(\psi - \theta)]} \left(M \frac{\partial K_1}{\partial T} - K_1 \frac{\partial M}{\partial T}\right)^2 \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\Delta T}{\Delta H}\right)_{S(110)} = \frac{T}{C_H} (D_4 + D_5)(D_6 + D_7 + D_8) \times (MH \cdot \{D_9 + D_{10} + D_{11}\})^{-1} + D_{12} \quad (15) \\ D_4 = & K_1 \sin 2\theta \left(\frac{3}{4} \cos^2 \theta + \frac{1}{4}\right) - \frac{3}{2} K_1 \sin^2 \theta \cos \theta \\ D_5 = & K_2 \sin^3 \theta \cdot \cos^3 \theta - \frac{1}{4} K_2 \sin^4 \theta \cdot \sin 2\theta \\ D_6 = & \sin 2\theta \cdot \left(\frac{3}{4} \cos^2 \theta + \frac{1}{4}\right) \cdot \left(M \frac{\partial K_1}{\partial T} - K_1 \frac{\partial M}{\partial T}\right) \\ D_7 = & -\frac{3}{2} \sin^3 \theta \cdot \cos \theta \left(M \frac{\partial K_1}{\partial T} - K_1 \frac{\partial M}{\partial T}\right) + \sin^3 \theta \cdot \cos^3 \theta \left(M \frac{\partial K_2}{\partial T} - K_2 \frac{\partial M}{\partial T}\right) \\ D_8 = & -\frac{1}{4} \sin^4 \theta \cdot \sin 2\theta \cdot \left(M \frac{\partial K_1}{\partial T} - K_1 \frac{\partial M}{\partial T}\right) \\ D_9 = & K_1 \left[\cos 2\theta \left(\frac{3}{4} \cos^2 \theta + \frac{1}{4}\right) - \frac{3}{4} \sin^2 2\theta - \frac{9}{4} \sin^2 \theta + \frac{3}{4} \sin^4 \theta\right] \\ D_{10} = & K_2 \left[3 \sin^2 \theta \cdot \cos^4 \theta - 3 \sin^4 \theta \cos^2 \theta - \sin^3 \theta \sin 2\theta \cos \theta - \frac{1}{2} \sin^4 \theta \cos 2\theta\right] \\ D_{11} = & MH \cdot \cos(\psi - \theta) \end{aligned} \quad (16)$$

$$D_{12} = -\frac{T}{C_H} \frac{\partial M}{\partial T} \cos(\psi - \theta)$$

$$C_H = C_0 + \frac{T}{M^2} \{A_1 + A_2\}^2 \cdot \{A_1 + A_2 + A_3\}^{-1} \quad (17)$$

где

$$A_1 = \left[\sin 2\theta \left(\frac{3}{4} \cos^2 \theta + \frac{1}{4} \right) - \frac{3}{4} \sin^2 \theta \cdot \sin 2\theta \right] \cdot \left(M \frac{\partial K_1}{\partial T} - K_1 \frac{\partial M}{\partial T} \right)$$

$$A_2 = \left(\sin^3 \theta \cdot \cos^3 \theta - \frac{1}{4} \sin^4 \theta \cdot \sin 2\theta \right) \left(M \frac{\partial K_2}{\partial T} - K_2 \frac{\partial M}{\partial T} \right)$$

$$A_3 = K_1 \left[2 \cos 2\theta \left(\frac{3}{4} \cos^2 \theta + \frac{1}{4} \right) - \frac{3}{4} \sin^2 2\theta - \frac{9}{4} \sin^2 2\theta + \frac{3}{2} \sin^4 \theta \right]$$

$$A_4 = K_2 \left[3 \sin^2 \theta \cdot \cos^4 \theta - 3 \sin^4 \theta \cdot \cos^2 \theta - \sin^3 \theta \cdot \sin 2\theta \cdot \cos \theta - \frac{1}{2} \sin^{-1} \sin^4 \theta \cos 2\theta \right]$$

$$\left(\frac{\Delta T}{\Delta H} \right)_{s(111)} = A_5 (A_2^6 + K_2 + A_7 + D_{11})^{-1} + A_8 \quad (18)$$

$$A_5 = \frac{T}{C_H} \frac{K_2}{MH} \left(M \frac{\partial K_2}{\partial T} - K_2 \frac{\partial M}{\partial T} \right)$$

$$A_6 = -\frac{3}{2} \sin 2\theta + 144 \cos^3 \theta \cdot \sin \theta - 1296 \cos^5 \theta \cdot \sin \theta$$

$$A_7 = -\frac{3}{2} \cos \theta - 432 \cos^2 \theta \cdot \sin^2 \theta + 144 \cos^4 \theta + 6480 \cos^4 \theta \cdot \sin^2 \theta -$$

$$-1296 \cos^6 \theta$$

$$A_8 = \frac{T}{C_H} \frac{\partial M}{\partial T} \cos(\psi - \theta)$$

$$C_H = C_0 + B_1 + B_2^2 \cdot (K_2 \cdot B_3 + D_{11})^{-1} \quad (19)$$

где

$$B_1 = \frac{T}{M^2} \left(M \frac{\partial K_2}{\partial T} - K_2 \frac{\partial M}{\partial T} \right)^2$$

$$B_2 = -\frac{3}{2} \sin 2\theta + 144 \cos^3 \theta \cdot \sin \theta - 1296 \cos^5 \theta \cdot \sin \theta$$

$$B_3 = -\frac{3}{2} \cos \theta - 432 \cos^2 \theta \cdot \sin^2 \theta + 144 \cos^4 \theta + 6480 \cos^4 \theta \cdot \sin^2 \theta - -1296 \cos^6 \theta$$

В отсутствие магнитной анизотропии ($K_1=K_2=0$) выражения 14,16,18 переходят в известное для изотропного ферромагнетика [4].

Соотношения между $M(T)$, $K_1(T)$, $K_2(T)$ в первых членах (14), (16), (18) обеспечивает нагревание либо охлаждение кристалла [5]. На рис 1, 2, 3 изображены угловые зависимости изоэнтроп МКЭ при различных значениях констант магнитной анизотропии, намагниченности и напряженности магнитного поля.

Таким образом, получены выражения для изоэнтроп МКЭ в кубическом ферромагнетиках при ориентации внешнего магнитного поля. Результаты расчета хорошо согласуются с экспериментальными данными.

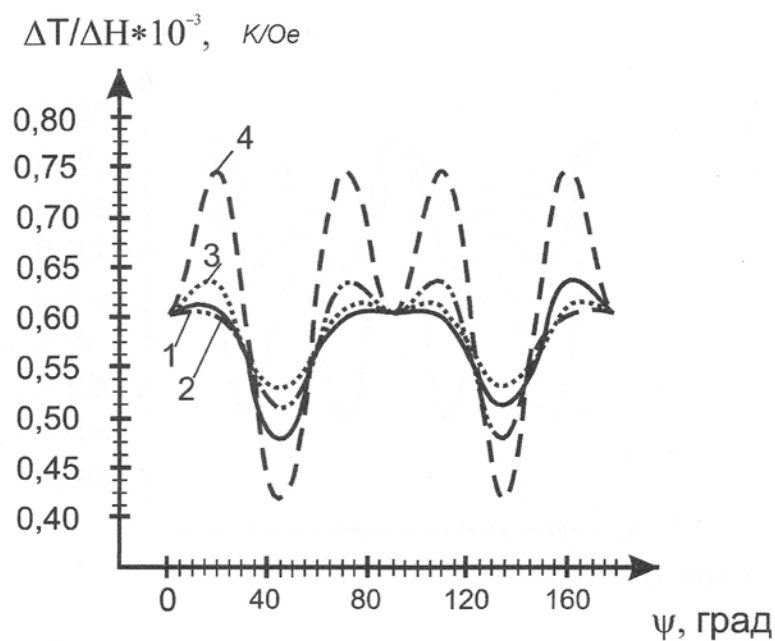


Рис.1. Угловые зависимости изоэнтроп МКЭ для кубических ферромагнетиков при ориентации (100). $K_1 > 0$.

1. $H=10$ кЭ; 2. $H=7$ кЭ; 3. $H=5$ кЭ; 4. $H=3$ кЭ.

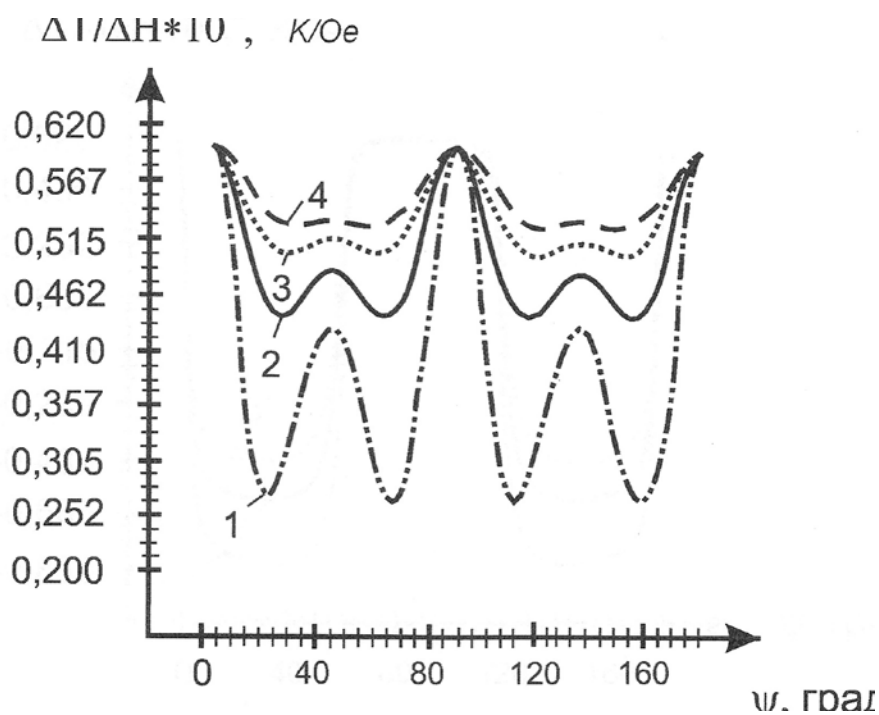


Рис.2 Угловые зависимости изоэнтроп МКЭ для кубических ферромагнетиков при ориентации (100). $K_1 < 0$

1. $H=3$ кЭ; 2. $H=5$ кЭ; 3. $H=7$ кЭ; 4. $H=10$ кЭ

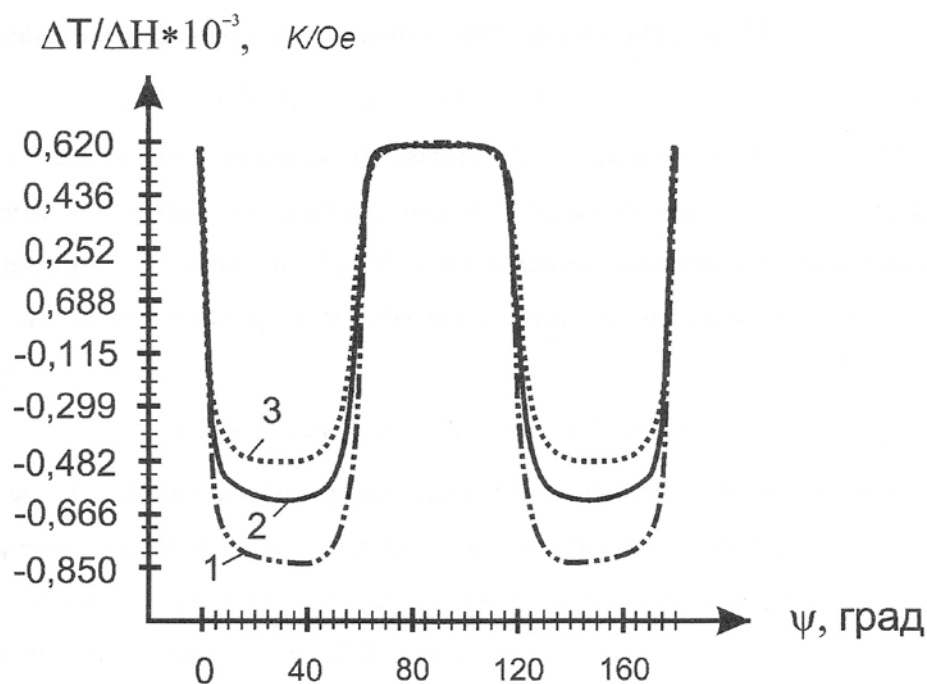


Рис. 3. Угловые зависимости изоэнтроп МКЭ для кубических ферромагнетиков при ориентации (111). $K_2 < 0$
 1. $H=10$ кЭ; 2. $H=7$ кЭ; 3. $H=5$ кЭ

Литература

1. Бабкин Е.В., Уринов Х.О. Анизотропия магнитокалорического эффекта в ферромагнитных кристаллах. // ФТТ, 1990.- Т.32, вып.4.- С. 689-694.
2. Бабкин Е.В., Баранов Г. И., Уринов Х.О. Магнитное охлаждение композиционного ферромагнетика. //- Письма в ЖТФ, 1991.- Т. 17, вып.5. – С.10-12.
3. Бабкин Е.В., Уринов Х.О. Рабочее тело магнитной холодильной машины. Авт. Свид. № 1746161 8.03.1992.
4. Уринов Х.О. Умидуллаев Ш. Магнитокалорический эффект в поликристаллическом кобальте. Илмий тадқиқотлар Ахборотномаси СамДУ. 2004. 1-сон, б. 40-43
5. Уринов Х.О., Эшбеков А.А., Абдусаттаров К., Уринов С.Х. Анизотропия магнитокалорического эффекта в одноосном кристалле Нанотехнология ва қайта тикланадиган энергия манбалари. Қарши-2012 6.244-245

A. O.Urinov

KUBIK FERROMAGNITIKLARDAGI MAGNETOKOLORIK EFFEKTI

Ilk marotaba ixtiyoriy tashqi magnit maydon yo'nalishida kubik ferromagnitlarda izoentrob magnetokolorik effektning tenglamasi olindi. Hisoblashlar natijasi tajribada olingan natijalarga mos keldi.

Kalit so'zlar: tartibli magnit kristallar, magnetokolorik effekt, o'zaro almashish ta'siri, magnitlanish vektorining aylanishi, notartibli magnitlar.

A. O.Urinov

MAGNETOCALORIC EFFECT IN A CUBIC FERROMAGNETIC

Expressions for isentropic magnetocaloric effect in a cubic ferromagnetic to orientation of inside magnetic field have been received. Results of estimation conform with experimental data.

Keywords: magneto-orderer crystal, magnetocaloric effect, exchange interaction, rotation of magnetizability vector, disordered magnets.

UDK 621.384.653

ICHIMLIK SUVLARI TARKIBIDAGI RADON-222 MIQDORINI SSINTILLYATSION GAMMA-SPEKTROMETRIK USULDA ANIQLASH**G.Axmedova¹, Sh.X.Xushmurodov¹, O.B.Mamatqulov¹, S.K.Yoʻldoshev³, O.Esonmurodov⁴, A.A.Sadriyev⁵, H.X.Toshpoʻlatov²**¹Samarqand davlat universitet dotsentii, ²Samarqand qishloq xoʻjalik kasb-hunar kolleji oʻqituvchisi, ³Samarqand davlat universiteti assistenti, ⁴Samarqand davlat universiteti magistranti, ⁵Samarqand davlat universiteti talabasiE-mail: orif@samdu.uz

Annotatsiya. Ushbu maqolada turli xil suv manbalari (quduqlar, artezian qudugʻi, kanal, koʻl, va daryo suvlari)dan olingan suvlarning radioaktivligi NaI(Tl) kristalli ssintillyatsion gamma-spektrometr yordamida oʻrganildi. Suv namunalari oʻlchangan gamma-spektrlarini tahlil qilish natijasida suvlarning radioaktivligi uran, radiy, toriy va kaliy-40 radionuklidlari bilan aniqlanishi koʻrsatildi. Tekshirilgan suvlarda radiy-226 ning α -yemirilishidan hosil boʻladigan radon-222 solishtirma aktivligi aniqlandi. Radon-222 ogʻir radioaktiv gaz boʻlib, suvlarda erigan holda mavjud boʻladi. Yer osti suvlarida radon-222 aktivligi tekshirilgan suvlarda deyarli bir xil boʻlib, Yer usti suvlaridagi aktivligidan deyarli ikki marta yuqori ekanligi aniqlandi.

Kalit soʻzlar: radioaktivlik, tabiiy, sunʼiy, oila, izotop, suv, uran, toriy, radiy, radon, ssintillyasion, gamma-spektrometr, spektr, fotochoʻqqi, aktivlik.

Tabiatda uchta tabiiy radioaktiv oilalar mavjud boʻlib, oila boshliqlari ^{238}U , ^{232}Th , ^{235}U radionuklidlardir. Ularning yemirilishidan hosil boʻladigan (^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{212}Pb , ^{228}Ac , ^{208}Tl va b.) izotoplar ham radioaktivdir [1-3].

Radioaktiv izotoplar yarim yemirilish davriga bogʻliq ravishda yemirilib turadi. Yemirilishlarda turli xil energiyadagi α , β , γ nurlanishlar hosil boʻladi. Bunday nurlanishlar radioaktiv nurlanishlar deyiladi. Radioaktiv nurlanishlar biosferadagi nurlanishlarga asosiy hissa qoʻshadi. Bundan tashqari, elementlar davriy sistemasidagi koʻpgina kimyoviy elementlarning ham radioaktiv izotoplari aniqlangan (^{40}K , ^{87}Rb , ^{176}Lu , ^{115}I , ^{138}La va b.). Lekin ularning yarim yemirilish davrlari juda katta boʻlib, 10^{21} yilgacha yetadi, shuning uchun yemirilishlari sekin boʻlib, biosfera nurlanishlariga qoʻshgan hissasi kichikdir. Bu izotoplar orasida kaliy tabiatda keng tarqalgan element boʻlib, uning Yer qobigʻida tarqalishi 2,4% ni tashkil etadi. Kaliy elementi biologik, geologik, geotermik va boshqa jarayonlarda muhim ahamiyatga ega. Radioaktiv izotoplar atrof-muhit namunalari (suv, tuproq, togʻ jinslari, havo va b.) tabiiy holda tarqalgan. Shuning uchun ham tabiat namunalari ozmi-koʻpmi darajada tabiiy radioaktivlik xususiyatiga egadir [2, 4].

Radioaktiv elementlarning asosiy massasi togʻ jinslarida, ayniqsa, magmatik jinslarda toʻplangan. Shamollar, suvlar, temperatura va boshqa tabiat reagentlari taʼsirida togʻ jinslari yemiriladi. Togʻ jinslari yemirilganda Yer sirtida uran va toriy ajralishi paydo boʻladi. Toriy minerallari tabiat suvlarida uranga nisbatan juda kuchsiz eriydi. Shuning uchun toriy tabiat suvlarida kichik miqdorda aniqlanadi. Dengiz suvlarida oʻrtacha $2 \cdot 10^{-9}\%$ atrofida boʻladi [3]. Uranning katta qismi eritmalar hosil qilib, koʻl, dengiz, okean suvlariga oʻtadi va suvlarda erigan holda boʻladi, qisman suvlar tagidagi choʻkmalarga oʻtadi. Dengiz va okean suvlarida uran miqdori deyarli doimiy boʻlib, $2 \cdot 10^{-6}$ g/l ga yaqin boʻladi. Ayrim koʻllarning suvlarida uran miqdori dengiz suvlaridagiga nisbatan bir necha oʻn marta katta boʻlishi aniqlangan. Ariq suvlarida uran miqdori oʻrtacha $10^{-6} \div 10^{-7}$ g/l ni tashkil qiladi. Togʻ jinslari orasidan yoki uranli qazilmalar boʻlgan hududlardan oqib oʻtadigan ariq suvlarida uran katta miqdorda ($1 \cdot 10^{-5}$ g/l) uchraydi. Buning sababi uranning katta miqdori (baʼzan $1 \cdot 10^{-3}$ g/l ga yetadi) bilan xarakterlanadigan yer osti suvlari boʻlib, ariq suvlariga ham oʻz hissasini qoʻshishidir [2-3].

Shunday qilib, uran togʻ jinslari yemirilganda, osonlikcha ajralib suvlarga oʻtadi va suvlarning radioaktivligiga asosiy hissa qoʻshadi. Suv tarkibidagi uranning yemirilishidan radiy-226 radionuklidi, uning α -yemirilishidan esa radon-222 radioaktiv gaz hosil boʻladi va suvda eriydi. 15°C temperaturada radonning suvda erish koeffitsienti 0,25-0,30 [5]. Radiy-226 ning yarim yemirilish davri 1620 yil, radonning yarim yemirilish davri esa 3,83 kunga teng. Shuning uchun radonning aktivligi radiynikiga nisbatan yuqoridir. Olimlar tabiiy nurlanishlar manbalari orasida eng ahamiyatlisi

ko'zga ko'rinmaydigan, ta'm va hidga ega bo'lmagan og'ir (havodan 7,5 marta og'ir) gaz radon ekanligini aniqladilar. Radon yemirilishidan hosil bo'ladigan izotoplar ham radioaktivdir. Kishilarning radondan oladigan nurlanishlari asosan uning yemirilishidan hosil bo'ladigan radioaktiv izotoplardan (^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{210}Pb , ^{210}Bi va b.) ekanligi aniqlandi. Odatda ishlatiladigan ichimlik suvlarida radon miqdori kichik. Chuqur quduqlar, artesian quduqlari suvlarida radon katta miqdorda aniqlanadi. BMTning atom radiatsiyasi ta'siri bo'yicha ilmiy qo'mitasi ma'lumotiga ko'ra, Yer shari aholisining 1% dan kamrog'i solishtirma radioaktivligi 1 mln. Bk/m³ bo'lgan suvni ishlatadi, 10% dan kamrog'i esa tarkibida radon konsentratsiyasi 100000 Bk/m³ bo'lgan suvni ishlatadi. Lekin tarkibida radon miqdori yuqori bo'lgan suvni ishlatish xavfli emas, chunki kishilar ichiladigan suvning katta qismini ovqatlar bilan, issiq ichimliklar (choy, kofe va b.) sifatida iste'mol qiladi. Suvlarni qaynatishda, issiq ovqatlar tayyorlashda suv tarkibidagi radonning katta qismi uchib ketadi, suv qaynatilganda suv tarkibida radon qolmaydi. Kishilar organizmiga radon asosan qaynatilmagan suv orqali o'tadi. Shunday bo'lganda ham radon kishi organizmidan tezda chiqariladi. Lekin radon miqdori katta bo'lgan suv bug'lari bo'lgan havodan nafas olishda o'pkaga o'tgan radon kishilar hayoti uchun xavflidir [6].

Suvlarning radioaktivligiga, ayniqsa, yer osti suvlarining radioaktivligiga radon ahamiyatli darajada hissa qo'shadi. Radon miqdorini bilgan holda suv tarkibidagi uran, radiy va ular yemirilishidan hosil bo'ladigan radioaktiv izotoplar miqdori, suvning radioaktivligi darajasi haqida ma'lumot olish mumkin.

Suv, havo, oziq-ovqatlar orqali kishilar organizmiga o'tgan radioaktiv izotoplar yarim yemirilish davriga, organizmdan chiqarilish darajasiga bog'liq ravishda ichki nurlanish manbai bo'lib qoladi. Kishilar o'z yashash faoliyati davomida oladigan nurlanishlarning asosiy qismini tabiiy radionuklidlar yemirilishidan hosil bo'ladigan tabiiy radioaktiv nurlanishlardan oladi [6].

Kishilar oladigan nurlanish xavfsiz deb belgilangan chegaraviy miqdoridan ortib ketgan hollarda sog'lom organizmda patologik jarayonlar paydo bo'ladi. Hayot uchun xavfli bo'lgan turli xil kasalliklar, ya'ni saraton, bepushtlik, nasl, teri kasalliklari kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun tabiat namunalarining radioaktivlik darajasini, uning o'zgarishini doimiy ravishda nazorat qilib borish kishilar sog'lig'ini muhofaza qilishda ekologik nuqtai nazardan muhim ahamiyat kasb etadi.

Ushbu ishda turli suv manbalari tarkibida bo'lishi mumkin bo'lgan radioaktiv radon-222 radionuklidining solishtirma aktivligi aniqlanadi va taqqoslanadi.

Materiallar va o'lchash usuli. Samarqand shahri va Kitob tumani quduq suvlari, Kitob tumani «Anhor-2» kanali va artesian qudug'i, Jomboy ko'li, Zarafshon daryosi suvlaridan namunalar olindi. Olingan suvlar hajmi bir litrdan bo'lib, suv olishda qopqoqli idishlardan foydalanildi. Suv olingach idish og'zi germetik mahkamlandi va 30 kun davomida saqlandi. Suv namunalarining gamma-spektrlari suvning tabiiy holatida o'lchandi. Suvlar chayqatilmadan Marinelli idishiga solindi, idishning qopqog'i yopildi. Idish detektorga kiygiziladi. Bunda suv detektorning usti va yon tomonlarida bir xilda taqsimlanadi. Aktivligi kichik bo'lgan tabiat namunalarining radioaktivligi o'lchanganda Marinelli idishidan foydalanish qulaydir. Bunda o'lchash geometriyasi 2π ga yaqin bo'ladi, o'lchash effektivligi ortadi. Kichik aktivliklarni o'lchashda o'lchash geometriyasini, effektivligini, o'lchash vaqtini oshirish juda muhim bo'lib, olinadigan natijalarning aniqligini oshirishga imkon beradi. Ushbu ishda har bir namunaning gamma-spektri olti soat davomida o'lchami 63×63 mm bo'lgan NaI(Tl) kristalli ssintillyatsion gamma-spektrometrda o'lchandi. Gamma-spektrometrning energiya bo'yicha ajrata olish qobiliyati ^{137}Cs radionuklidining 661 keV energiyali gamma chizig'ida 10% ni tashkil etadi. O'lchangan spektrlarda kuzatilgan fotocho'qqilar energiya va yarim yemirilish davri bo'yicha identifikatsiya qilindi. Tekshirilgan barcha suv namunalarining spektrlarida quyidagi radionuklidlarning fotocho'qqilari kuzatildi:

- uran-238 radioaktiv oilasiga mansub radiy-226 ning yemirilishidan hosil bo'ladigan ^{214}Bi radionuklidining 609 keV va 1764 keV energiyali fotocho'qqilari sezilarli darajada ko'rinadi;

- toriy-232 oilasiga mansub bo'lgan ^{228}Ac ning 911 keV va 968 keV energiyali fotocho'qqilari juda kuchsiz holda ko'rinadi. ^{208}Tl ning yemirilishidan hosil bo'ladigan 2614 keV energiyali fotocho'qqi sezilarli darajada hosil bo'lgan;

- radioaktiv oilalarga kirmaydigan izotop ^{40}K ning 1460 keV energiyali fotocho'qqisi yaqqol namoyon bo'lgan. Bunday hol suvlarning radioaktivligi uran, radiy, toriy va kaliy-40 lar bilan aniqlanishini ko'rsatadi. ^{226}Ra ning α -yemirilishidan ^{222}Rn hosil bo'ladi, ^{222}Rn yemirilishidan ^{214}Pb va ^{214}Bi radionuklidlari hosil bo'ladi. Shuning uchun uran, radiy bo'lgan suvlarda ularning

yemirilishidan hosil bo'lgan ^{222}Rn ham mavjud. Tekshirilgan suvlar tarkibidagi ^{222}Rn (radon-222) aktivligi radon yemirilishi mahsuli ^{214}Bi radionuklidining kvant chiqishi eng katta ($n_\gamma - 47\%$) bo'lgan 609 keV energiyali fotocho'qqi orqali hisoblandi. Natijalar jadvalda keltirilgan.

Tekshirilgan namunalar	^{222}Rn ning solishtirma aktivligi, Bk/l
Kitob tumani quduq suvi	$18,6 \pm 10,8$
Zarafshon daryosi suvi	$< 2,6$
Jomboy ko'li suvi	$9,5 \pm 5,6$
Kitob tumani «Anhor-2» kanali suvi	$10,2 \pm 5,5$
Kitob tumani artezian suvi	$18,0 \pm 8,4$
Samarqand shahar quduq suvi	$20,0 \pm 10,3$

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinadiki, Yer usti suvlarida (ko'l, Zarafshon daryosi, anhor) aniqlangan radon-222 aktivligi Yer osti suvlari (Samarqand shahri va Kitob tumani quduq suvlari va artezian suvlari) aniqlangan radon-222 aktivligidan o'rtacha ikki marta kichik bo'lishi aniqlandi. Samarqand shahri, Kitob tumani quduq va artezian suvlaridagi radon-222 aktivligi deyarli bir xil kattalikda ($18 \div 20$ Bk/l) aniqlandi. Yer usti suvlari, ya'ni Kitob tumani «Anhor-2» kanali va Jomboy ko'li suvlarida aniqlangan radon-222 ning aktivligi orasidagi farq ahamiyatli darajada emas ($9,5 \div 10,0$ Bk/l).

Yer osti suvlari deganda, Yer qobig'i bo'shliqlarini to'ldirib turgan namlik tushuniladi. Ekologik jihatdan Yer osti suvlari kesimida joylashgan va umumiy suvlar aylanishida qatnashadigan namliklar (suvlar) ahamiyatga egadir. Yer osti namliklari (suvlari) biosferadagi suvlar aylanishida boshqa suvlarga nisbatan kam qatnashadi. Yer osti suvlarining harakat tezligi kichik, o'rtacha 1000 m/yil bo'lib, Yer osti suvlari har 8000 yilda o'zgaradi. Yer usti oqar suvlarining harakat tezligi 100 km/sutka ga teng. Yer osti suvlarida radon-222 aktivligining yuqori bo'lishi, Yerning ichki qatlamlarida tabiiy radioaktiv elementlar katta miqdorda bo'lishidan darak beradi.

Shunday qilib, Yer osti suvlarining radioaktivligi quyidagi faktorlarga bog'liq: geografik joylashishiga, geologik jarayonlarga, jinslarning fizik-kimyoviy tarkibiga, suvlarda erigan radionuklidlar miqdoriga.

Ko'l suvlarining radioaktivligi ko'lga kelib quyiladigan suvlarning radioaktivligiga bog'liq bo'lib o'zgarib turadi. Agar ko'llar namlik yuqori bo'lgan zonlarda joylashgan bo'lsa, ko'lga suvlar tushishidan bug'lanish ko'p bo'lsa, ko'ldan suv chiqishi yuzaga keladi. Bunday ko'l suvining radioaktivligi daryo suvlarining aktivligi bilan deyarli bir xil bo'ladi. Ushbu ishda ko'l va anhor suvining aktivligi deyarli bir xil qiymatda aniqlanadi ($9,5 \div 10,2$ Bk/l). Yer usti suvlarining radioaktivligi suvlar oqib o'tayotgan, yuvib o'tayotgan jinslarning kimyoviy tarkibiga va bir qator iqlim-meteorologik sharoitlarga bog'liq bo'lib, radionuklidlar miqdori nisbatan kichik miqdorda uchraydi. Ushbu ishda ham Zarafshon daryosi suvi tarkibida aniqlangan radon aktivligi kichik bo'lib, $< 2,6$ Bk/l ga teng.

^{222}Rn ning suvlardagi miqdori suvlar tarkibidagi ^{226}Ra ning miqdoriga bog'liq ravishda turli xil suvlarda turlicha bo'ladi.

Tekshirilgan barcha suvlarda aniqlangan eng katta aktivlik ^{40}K tabiiy radionuklidiga to'g'ri keladi. Bu esa kaliy elementining tabiatda katta miqdorda tarqalganligini (2,4%) ko'rsatadi.

Ushbu ishda tekshirilgan suvlarda aniqlangan radonning solishtirma aktivligi uning xavfsiz deb belgilangan chegaraviy qiymatidan yuqori emas.

Adabiyotlar

1. Bekjonov R.B. Atom yadrosi va zarralar fizikasi. – Toshkent: O'qituvchi, 1995. – 86-92-b.
2. Перцов Л.А. Ионизирующие излучения биосферы. – Москва: Атомиздат, 1973. – С.34-40, 72-79.
3. Сауков А.А. Радиоактивные элементы Земли. – Москва: Атомиздат, 1961. – С.45-46.
4. Ахмедова Г., Маматкулов О.Б., Мусаев К.А., Тошпулатов Х.Х., Норкулов А. Радиоэкологическое состояние некоторых образцов внешней среды. // «Замонавий физиканинг долзарб муаммолари» Республика илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами. – Бухоро, 2012 йил 30 ноябрь-1 декабрь. – 116-118 б.
5. Сердюкова А.С., Капитанов Ю.Т. Изотопы радона и короткоживущие продукты их распада в природе. – Москва, 1968. – С.13-19.

6. Радиация: дозы, эффекты, риск. Перевод с англ. Ю.А.Банникова. – Москва: Мир, 1988. – С.22-30.

Г.Ахмедова, Ш.Х.Хушмуродов,
О.Б.Маматкулов, С.К.Йулдошев, А.А.Садриев,
Х.Х.Тошпулатов

**KOSMIK NURLAR INTENSIVLIGINING
FLUKTUASIYASI VA REZONANS
CHASTOTASI BILAN GEOMAGNIT
QATTIQLIK KESILISHI ORASIDAGI
BOG‘LANISH TADQIQOTI.**

В данной работе с помощью сцинтилляционного гамма-спектрометра с кристаллом NaI(Tl) исследованы радиоактивность вод, взятых из колодцев различных мест, из озера и реки. В результате обработки измеренных гамма-спектров установлена, что радиоактивность исследованных вод обусловлена естественными радионуклидами урана, тория и радия. Определена удельная активность радона-222, образующийся при α -распада радия-226. Радон-222 – радиоактивный тяжелый газ, в водах бывает в растворенном виде. Показана, что активность радона-222 в исследованных подземных водах почти одинакова и в два раза больше чем в поверхностных водах.

Ключевые слова: радиоактивность, естественный, искусственный, семейства, изотоп, вода, уран, торий, радий, радон, сцинтилляционный, гамма-спектрометр, спектр, фотопик, активность.

G.Akhmedova, Sh.H.Hushmurodov,
O.B.Mamatkulov, S.K.Yuldoshev,
A.A.Sadriev, H.Kh.Toshpulatov

**DETERMINATION OF AMOUNT OF
RADON-222 AS A PART OF DRINKING
WATER BY METHOD OF A
SCINTILLATION GAMMA
SPECTROMETER**

In this work by means of a scintillation gamma spectrometer with a crystal of NaI(Tl) are investigated the radioactivity of the waters taken from water wells of various places, from the lakes and the rivers. As a result of evaluation of the measured gamma spectrum it is established, that the radioactivity of the studied waters is caused by natural radionuclides of uranium, thorium and radium. Specific activity of radon-222, formed at the α -disintegration of radium-226 is defined. Radon-222 is the radioactive heavy gas, in waters it can be in the dissolved form. It is shown, that the activity of radon-222 in the studied underground waters is almost identical and twice more than in a surface water.

Keywords: radioactivity, natural, artificial, families, isotope, water, uranium, thorium, radium, radon, scintillation, gamma spectrometer, range, photopeak, activity.

УДК: 535.36:535.557

**ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ НЕЭЛЕКТРОЛИТА НА ХАРАКТЕР
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГИПЕРЗВУКА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ**

Л.М.Сабилов, Д.И.Семенов Х.С. Хайдаров, Ф.Р.Исмаилов,
Ш.Е.Каршибоев

Самаркандский государственный университет

Аннотация. В работе приведены результаты измерения скорости распространения гиперзвука в водных растворах 4-метилпиридина в зависимости от температуры раствора и концентрации неэлектролита. Полученные результаты обсуждаются с точки зрения отклонения раствора от идеальности, обусловленного существованием в водных растворах 4-метилпиридина недостижимых верхней и нижней точек микрорасщепления.

Ключевые слова: 4-метилпиридин, водных раствор, гиперзвук, аддитивность.

I. Введение

Разбавленные водные растворы неэлектролитов интенсивно исследуются разными методами из-за специфических физико-химических характеристик этих растворов. Однако единого взгляда на природу наблюдаемых в них явлений до сих пор нет. Ценную информацию о структуре водных растворов и особенностях межмолекулярных взаимодействий можно получить из спектров рассеянного света.

Наиболее изученными в настоящее время являются разбавленные водные растворы спиртов и метилпиридинов [1-4]. Концентрационная зависимость интегральной интенсивности

молекулярного рассеяния света (МРС) спиртоводных растворов содержит два максимума, один из которых всегда располагается в интервале концентраций $x < 0.1$ мольной доли (м.д.) неэлектролита. Концентрация второго максимума очень часто в три раза превышает концентрацию первого [5].

Природа первого максимума интегральной интенсивности МРС связывается чаще всего с рассеянием на клатратоподобных структурах, а второго – с рассеянием на флуктуациях концентраций. В водных растворах метилпиридинов, в отличие от спиртоводных, на концентрационной зависимости интегральной интенсивности МРС наблюдается всего лишь один максимум при концентрации $x = 0.06–0.08$ м.д. метилпиридина. Природа этого максимума связывается с существованием в растворе особой точки с температурой $t_0 = 70–80^\circ\text{C}$.

Как это и следует из природы особой точки, при добавлении соли в водный раствор метилпиридина [4] особая точка трансформируется в двойную критическую точку, а дальнейшее повышение концентрации соли приводит к появлению в растворе замкнутой области расслаивания.

Авторами [6] при исследовании скорости и затухания гиперзвука вблизи замкнутых областей расслаивания раствора гваякол-глицерин было показано, что в растворе с особой точкой температурный коэффициент скорости гиперзвука остается постоянным по обе стороны от температуры особой точки. В то же время наши исследования скорости распространения гиперзвука в широком частотном и температурном интервале [7] показали, что изменение температурного коэффициента скорости в водном растворе 3-метилпиридина происходит вдали от температуры особой точки раствора в стороне более низких температур. Такая же картина наблюдалась в водном растворе третичного бутилового спирта [8].

Таким образом, из наших исследований можно сделать вывод, что структурный фазовый переход наблюдается в водных растворах неэлектролитов независимо от количества наблюдаемых максимумов на концентрационной кривой интегральной интенсивности МРС, а также от наличия (или отсутствия) особой точки в растворе.

В настоящей работе мы приводим результаты измерения скорости гиперзвука при изменении температуры и концентрации 4МП в водном растворе и обсуждаем полученные результаты с точки зрения отклонения раствора от идеальности.

II. Эксперимент

Экспериментальная установка и ее характеристики описаны в [9]. Спектры поляризованного рассеяния света изучались с помощью двухпроходного интерферометра Фабри-Перо. Угол рассеяния света составлял 90° . Ошибка в установке угла рассеяния не превышала 0.2° . Область дисперсии интерферометра была 0.625 см^{-1} . Контраст интерференционной картины достигал 4×10^5 , а острота была равна 35. Источником света служил He-Ne лазер с длиной волны 632.8 нм и мощностью 15 мВт. Смещение компонентов Манделштама-Бриллюэна измеряли с
скорости V вычисляли по формуле (1).

$$\Delta v/v_0 = (2nV/c)\sin(\theta/2). \quad (1)$$

Здесь c – скорость света в вакууме, v_0 – частота возбуждающего света, V – скорость гиперзвука, n – показатель преломления

Для оценки степени отклонения водных растворов 4МП от идеальности были рассчитаны значения скорости гиперзвука, соответствующие аддитивному сложению по следующей схеме:

$$V_{add} = x \times V_1 + (1-x) \times V_0, \quad (2)$$

где V_1 и V_0 – скорости гиперзвука соответственно в 4МП и воде, x – концентрация (м.д.) 4МП в растворе, V_{add} – скорость гиперзвука в растворе с заданной концентрацией в случае идеального раствора.

III. Результаты и обсуждение

На рис. 1 приведены значения $\Delta V = V_{exp} - V_{add}$ в зависимости от концентрации 4-метилпиридина для температур 10, 45 и 80°C . Как видно из рисунка, для температуры 10°C ΔV является положительной величиной. Для температуры 45°C значения ΔV при концентрациях от

1 до 0.5 м.д. 4МП располагаются ниже линии $\Delta V = 0$, а в интервале концентраций от 0.5 до 0 м.д. – выше линии $\Delta V = 0$. Для температуры 80°C все значения ΔV располагаются ниже линии $\Delta V = 0$. Все три кривые проявляют особенность в области концентрации 0.06 м.д. 4МП.

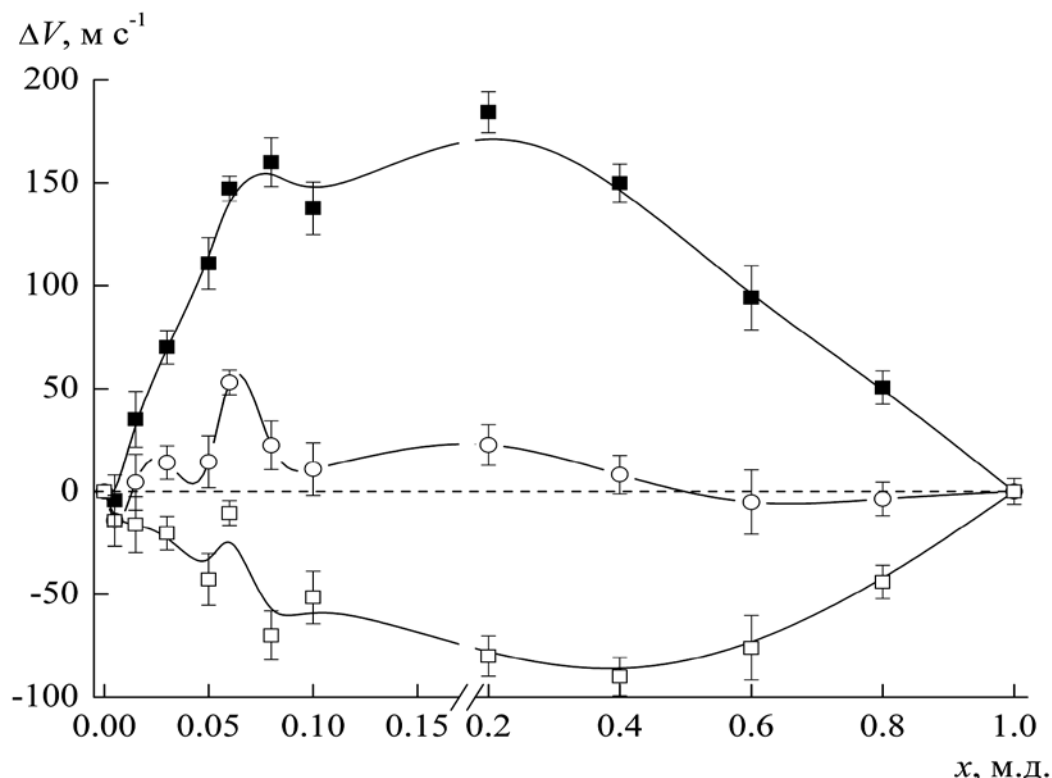


Рис. 1. Значения $\Delta V = V_{exp} - V_{add}$ в зависимости от концентрации 4МП в растворе для температур 10 (■), 45 (○) и 80 (□) °C.

Таким образом, оценка величины ΔV показала, что водные растворы 4-метилпиридина проявляют как положительное, так и отрицательное отклонение от идеальности в разных температурных интервалах. А именно, при относительно низких температурах отклонение от идеальности положительное, а при относительно высоких температурах отклонение от идеальности отрицательное. В области средних температур, как это будет показано ниже, кривые зависимости ΔV от x пересекают линию $\Delta V = 0$ в определенной точке (температуре).

Отклонение реального раствора от идеального связано, в основном, с природой и величиной сил взаимодействия между молекулами раствора. Положительные отклонения от идеальности характерны для смесей, где избыточная энтропия мала, а энергетические параметры смешанного взаимодействия подчиняются правилу среднего геометрического.

Для интерпретации результатов нашего исследования важно то, что положительное отклонение от идеальности указывает на факт более сильного взаимодействия между одинаковыми молекулами. Отрицательное отклонение от идеальности указывает на факт более сильного взаимодействия между разнородными молекулами.

Исследование скорости распространения гиперзвука в водных растворах метилпиридинов и третичного бутилового спирта, предпринятые нами в [7,8], а также в настоящей работе, позволяют сделать следующее предположение.

1. Структурный фазовый переход в водных растворах неэлектролитов происходит в области положительного отклонения раствора от идеальности, и не связан с наличием или отсутствием в растворе особой точки. Температура перехода с увеличением концентрации неэлектролита смещается в сторону низких температур.

2. Температурное положение недостижимых верхней и нижней точек микрорасслаивания зависит от концентрации раствора и от соотношения между энергией межмолекулярной связи и величиной κT (κ – постоянная Больцмана, T – абсолютная температура)

Литература

1. Вукс М.Ф.. Рассеяние света в газах, жидкостях и растворах (Ленинград, Изд-во Ленингр. ун-та, 256 с. 1977).
2. Родникова М.Н., Ланшина Л.В., в Сб.: Молекулярная физика и биофизика водных систем **8**, 42 с. (1991) (Изд-во Ленингр. ун-та).
3. Malomuzh N.P., Pankratov K.N., Slinchak E.L., Ukr. J. Phys. **53**(11), 1080 с. (2008).
4. Kostko A.F., Anisimov M.A., Sengers J.V., Phys. Rev. E **70**, 026118 (2004).
5. Чабан И.А., Родникова М.Н., Жакова В.В., Биофизика **41**(2), 293 с. (1996).
6. Коваленко К.В., Кривохижа С.В., Чабан И.А., Чайков Л.Л., ЖЭТФ **133**(2), 330 с. (2008).
7. Кашаева Л.М., Сабиров Л.М., Сидиков Ш., Утарова Т.М., Туракулов Я.Т., Акустический журнал **44**(3), 369 с. (1998).
8. Кашаева Л.М., Омонова Н.Ш., Сабиров Л.М., Сабиров Р.Л., Туракулов Я.Т., Утарова Т.М., Акустический журнал **42**(5), 639 с. (1996).
9. Сабиров Л.М., Туракулов Я.Т., Утарова Т.М., ЖЭТФ **79**(6), 263с (1980).

**L.M.Sabirov, D.I.Semenov, H.S.Haydarov,
F.R.Ismailov, Sh.E.Karshibaev
SUVLI ERITMALARDA GIPERTOVUSH
TARQALISHINING XARAKTERIGA
NOELEKTROLIKLAR
KONSENTRATSIYALARINING TA'SIRI**

Maqolada 4-metilpiridinining suvdagi eritmasida gipertovush tarqalish tezligini eritma temperaturasi va noelektrolitlarning konsentratsiyasiga bog'liqligi natijalari qarab chiqildi. Olingan natijalar eritma ideal bo'lmay balki chetlanishi mavjudligi nuqtai nazardan muxokama qilindi, chunki 4-metilpiridinining suvdagi eritmalarida mikroqatlamlashishning yuqori va pastki yetib bo'lmas nuqtalari mavjuddir.

Kalit so'zlar: 4-metilpiridin, suvli eritma, gipertovush, additivlik.

**L.M.Sabirov, D.I.Semenov, H.S.Khaydarov,
F.R.Ismailov, Sh.E.Karshibaev
INFLUENCE OF NON-ELECTROLYTE
CONCENTRATION ON A CHARACTER OF
HYPER SOUND PROPAGATION IN
AQUEOUS SOLUTIONS**

In the paper we present results of measurements of hypersonic velocity in aqueous solution of 4-methylpyridine depending on the solution temperature and nonelectrolyte concentration. The obtained results are discussed in terms of non-ideality of solutions, which is due to existence of unattainable upper and lower points of stratification in aqueous solutions of 4-methylpyridine.

Keywords: 4-methylpyridine, aqueous solutions, hypersound, additivity

УДК 541.128.1

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ГИБРИДНЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Cr}/\text{TiN}$ НАНЕСЕННЫХ НА ПОДЛОЖКУ ИЗ СТАЛИ**А.Д. Погребняк¹, Н.А. Махмудов², М.О. Шамиев², А.Б. Боймуродов²**¹Сумской институт модификации поверхности, п/я 163, 40030, Сумы, Украина.²Самаркандское высшее военное автомобильное командно-инженерное училище.

E-mail: Nurshod86@mail.ru

Аннотация. В статье анализируются как собственные результаты, так и результаты, полученные $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Cr}/\text{TiN}$ сильноточным электронным пучком. Обнаружена зависимость структурно – фазового состояния, распределения микротвердости по глубине поверхностного слоя и износа поверхности порошковых покрытий от методики их приготовления и особенностей облучаемого материала. Представлены результаты исследований физико – механических свойств титановых сплавов после модифицирования поверхности электронными пучками. Отмечены особенности формирования рельефа поверхности и структурно – фазовых состояний порошковых покрытий на основе стали, модифицированных СЭП и импульсными потоками плазмы. Другими авторами. Рассмотрены результаты модификации гибридных покрытий на основе.

Ключевые слова: электрохимической коррозии, гибридных покрытий, модификация, поверхность, элементный анализ, параметров решетки.

Введение. В настоящее время представляют интерес защитные покрытия на деталях электрохимического и химического оборудования. Известно, что отдельные виды обработки, такие, например, как ионная имплантация, ионно – асистируемое осаждение тонких пленок, электронно – лучевая обработка, нанесение покрытий с помощью высокоскоростных плазменных струй и т.д.[1-3]. Не могут напрямую привести к желаемому эффекту. По этому в последнее время для решения прикладных задач используются комбинированные методы обработки, которые позволяют решать важные задачи современного материаловедения.

С другой стороны, известно, что такие детали, как например, лопатки кислотных насосов, требуют высокой адгезии покрытия с поверхностью детали, низкой (малой) пористости и наличия пассивирующих элементов типа Cr, Ti и др.

В статье анализируются как собственные результаты, так и результаты, полученные другими авторами. Рассмотрены результаты модификации гибридных покрытий на основе нержавеющей стали 321 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Cr}/\text{TiN}$ сильноточным электронным пучком (СЭП). Отмечены особенности формирования рельефа поверхности и структурно – фазовых состояний порошковых покрытий на основе стали, модифицированных СЭП и импульсными потоками плазмы. Таким образом, целью настоящей работы были создание многокомпонентных комбинированных покрытий на основе Ti – Al, N/Ti – N/ Al_2O_3 на подложке из стали, и исследование их структуры и физико – механических свойств.

Детали эксперимент. Использовались три серии образцов: 1-я серия – исходное покрытие $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Cr}/\text{TiN}$ без облучения; 2-я серия обработка сильноточным электронным пучком (СЭП) плотность тока 20мА частичное оплавление покрытия; 3-я серия – обработка СЭП с проплавлением покрытия и частично подложки (плотность тока 35мА).

На тонких образцах (толщина 0,3мм) аустенитной нержавеющей стали 321 (состав 18 вес. % Cr; 9 вес. % Ni; 1 вес. % Ti, остальное Fe) были приготовлены защитные покрытия. Методика нанесения защитных гибридных покрытий заключалось в следующем. С помощью высокоскоростной импульсной плазменной струи на установке «Импульс - 5» было нанесено базовое порошковое покрытие из оксида алюминия (порошок α - Al_2O_3) толщиной от 45 до 65мкм. При нанесении покрытий рабочие параметры установки были следующими: частота детонации (число импульсов) – 4 Гц, расход электрической энергии на каждый плазменный импульс составлял $(2,5-3,5) \cdot 10^3$ Дж, дистанция от среза сопла плазматрона до подложки – 40 см, диаметр пятно – 33 мм. Для улучшения коррозионных свойств поверхности в растворе серной кислоты, на покрытие из Al_2O_3 в вакуумно – дуговом источнике типа «Булат – 3Т» (изготовленной г Томск) наносили слой нитрида титана (TiN) толщиной от 1,2 до 2 мкм. Для анализа элементного состава использовали обратное рассеяние протонов с начальной энергией 1,55 МэВ на ускорителе «Сокол». Также проводили исследование на электронном сканирующем оже – спектрометре. Распределение элементов по глубине получали путем ионного распыления слоев гибридного покрытия. Для распыления применялись ионы Ar^+ с энергий 3,5 кэВ. Исследование поверхности проводилось на сканирующем электронном микроскопе РЭММА 102. Микроанализ проводили на рентгеновском спектрометре с приставной WDS -2, выполненной на базе

полупроводникового Si(Li) – детекторе. Фазовый состав анализировался методом рентгеноструктурного анализа с помощью установки ДРОН – 2 в CuK_2 – излучении (г. Томск, Россия).

Для механических испытаний были проведены тесты на твердость, адгезию и коррозионную стойкость в серной кислоте при температурах (200 - 400) °C. [1].

Результате и их обсуждение.

Анализ полученных результатов свидетельствует о большой шероховатости, так как осужденные в вакууме пленки из Cr и TiN повторяли рельеф покрытия, полученного с помощью импульсно – плазменной струи (рис 1.а).

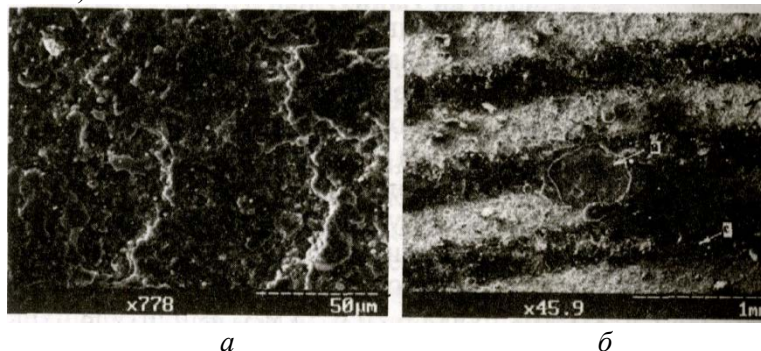


Рис1. Морфология поверхности гибридных покрытий $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Cr}/\text{TiN}$, нанесенных комбинированным способом: а – исходное состояние до электронного облучения (серия №1); б – после электронного облучения (серия №2)

Отметим также, что образование «капельной» фракции, которая видна на поверхности гибридного покрытия (рис 1.б), обусловлено безсегрегационным осаждением TiN и Cr. Облучение гибридных покрытий СЭП приводит к образованию на поверхности «полосчатой» структуры (чередование светлых (исходное состояние покрытия) и темных (поверхность, оплавленная электронным пучком) полос). На этих полосках стрелками обозначены места, в которых проводился микроанализ.

На рис.2. представлены спектры, снятые в разных областях поверхности покрытия.

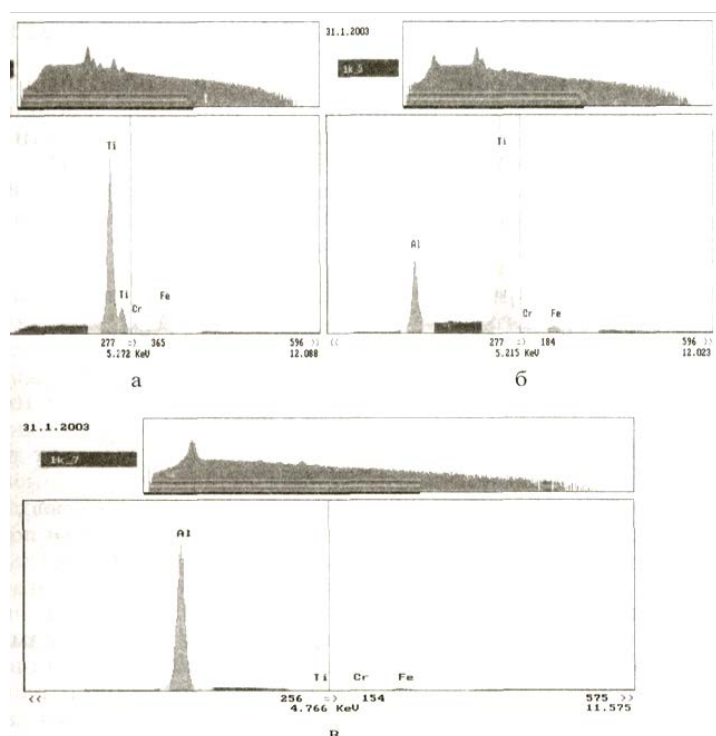


Рис2. Спектры элементного анализа состава гибридных покрытий, полученные в точках, указанных на рис1.а – область капельной фракции на дне кратера поверхности; б – светлый участок покрытия, не оплавленный СЭП; в – темный участок покрытия, оплавленный СЭП.

Спектры, полученные на округлых включениях (области капельной фракции), имеют в своем составе следующие элементы: Ti, Cr и Fe (см. рис. 2.а). Преобладающим элементом является титан.

Также установлено, что концентрация указанных элементов в области расплавленной капли в разных точках не постоянна.

Более подробно элементный состав гибридных покрытий исследовался с помощью обратное рассеяние (ОР) протонов. Расшифровка спектра показано на рис 1.3 (наличие на поверхности Al, Ti, O и N в гибридном покрытии после облучения СЭП).

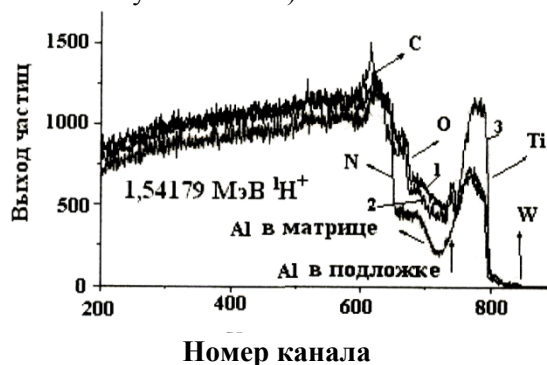


Рис3. Энергетический спектр обратного рассеяния протонов с начальной энергией 1,55 МэВ, полученный с поверхности гибридных покрытий: 1 – исходное состояние; 2 – серия №2; 3 – серия №3.

Результаты ОР – анализа указывают также на увеличение концентрации кислорода в покрытии, вплоть до самой поверхности образцов, после облучения СЭП. В приповерхностных слоях покрытия без обработки СЭП концентрация кислорода значительно меньше. Согласно полученным данным, в покрытиях после электронно – лучевого оплавления наблюдается уменьшение с глубиной содержания Ti (рис 4) и одновременно уширяется его профиль распределения.

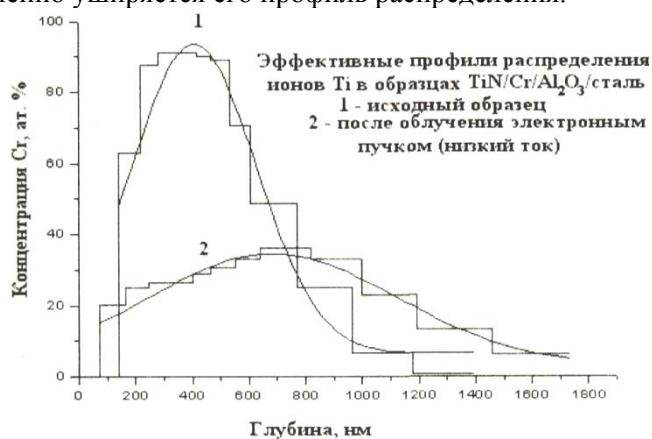


Рис4. Эффективные профили распределения по глубине ионов Ti (профиль рассчитан из спектра ОР протонов с использованием DVBS - кода)

Учитывая хорошее совпадение формы распределения концентрации Ti с гауссовой кривой, был рассчитан эффективный коэффициент диффузии титана ($2,4 \cdot 10^{-8} \text{ см}^2/\text{сек}$).

На этих же образцах проводилось исследование фазового состава гибридных покрытий $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Cr}/\text{TiN}$. Полученные результаты свидетельствуют о том, что основной элемент матрицы подложки – γ -Fe с параметром решетки 3,592 Å. XRD – анализ, дающий интегральную характеристику о слое толщиной в несколько микрон, указывает на то, что гибридное покрытие является многофазным соединением. Наряду с основной фазой порошка α - Al_2O_3 наблюдается наличие γ - Al_2O_3 , β - Al_2O_3 , TiN и Cr. Проведена оценка процентного соотношения фаз в покрытиях при двух режимах обработки на рис 5.

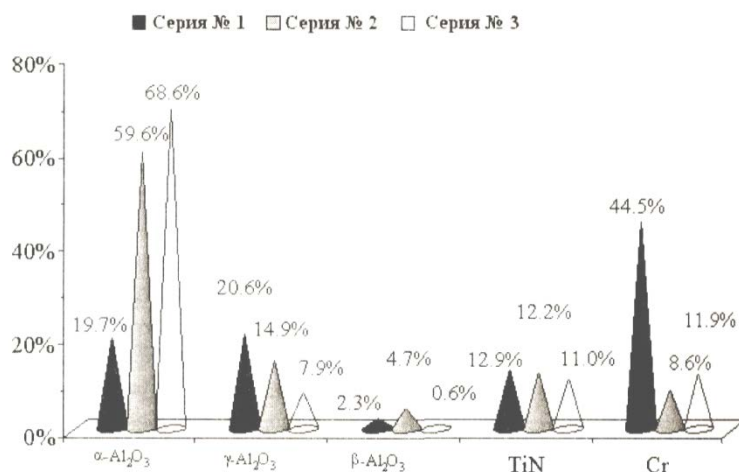


Рис.5. Результаты расчета процентного соотношения фаз на поверхности гибридных покрытий. Представлены результаты проведенных расчетов.

Видно, что модификация покрытия из $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Cr}/\text{TiN}$ с помощью СЭП приводит к полимерным превращениям $\gamma \rightarrow \alpha$ и $\beta \rightarrow \alpha$ в Al_2O_3 . На основании проведенным оценок сделан вывод о существенном влиянии модификации поверхности с помощью СЭП на параметры решетки составляющим элементов покрытия.

Обнаружены изменения параметров решетки α - Al_2O_3 которые обязаны с формированием остаточных сжимающих напряжений: серия №1 (без облучения СЭП) – $a(\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3) = 4,773 \text{ \AA}$, $c(\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3) = 13,581 \text{ \AA}$, $c/a = 2,87 \text{ \AA}$; серия №2 (облучения СЭП в легком режиме) $a(\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3) = 4,77 \text{ \AA}$; $c(\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3) = 12,906 \text{ \AA}$; $c/a = 2,72$; серия №3 (облучения СЭП в жестком режиме) – $a(\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3) = 4,767 \text{ \AA}$, $c(\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3) = 12,875 \text{ \AA}$, $c/a = 2,71 \text{ \AA}$. [2.4].

В исходном состоянии (до облучения СЭП), например, параметр решетки нитрида титана равен $4,264 \text{ \AA}$, а после воздействия СЭП он составляет $4,221 \text{ \AA}$.

После обработки СЭП с полным проплавлением комбинированного покрытия параметр решетки равен $4,247 \text{ \AA}$. Обнаружены изменения параметра решетки Cr (серия 1- $a(\text{Cr}) = 2,879 \text{ \AA}$; серия 2,3 – $a(\text{Cr}) = 2,868 \text{ \AA}$).

В табл.1. представлены данные по коррозионным испытаниям. Уменьшение потенциала коррозии E , так же как и уменьшение токов коррозии $\tau_{\text{кор}}$ и пассивации $\tau_{\text{пас}}$ в случае электронного воздействия на покрытие $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Cr}/\text{Ti}/\text{N}$, говорит о хорошей коррозионной стойкости в серной кислоте гибридного покрытия. Можно предположить, что данное увеличение стойкости и коррозии связано с уменьшением сквозных пор в Al_2O_3 с увеличением толщины покрытия за счет TiN и Cr и их перемешивание со слоем керамики:

Таблица 1

Данные по электрохимической коррозии

№	Образец	E (mV)	$\tau_{\text{кор}}$ (mA)	$\tau_{\text{пас}}$ (mV)	$E_{\text{рас}}$ (mV)	E (mV)
1	Серия 1 ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiN}$)	-425	3,8	1,15	1015	1012
2	Серия 2 ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiN}$)	-360	0,15	0,14	970	935
3	Серия 3 ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiN}$)	-265	0,95	0,5	985	970

Выводы. Таким образом, можно заключить, что происходит увеличение твердости после обработки СЭП. Твердость покрытия без облучения электронами составляла от $1,3 \cdot 10^4 \text{ Н/мм}^2$ до $1,42 \cdot 10^4 \text{ Н/мм}^2$ а после облучения в мягком режиме (серия 2) $\approx 1,6 \cdot 10^4 \text{ Н/мм}^2$, в жестком режиме (серия 3) $= 1,6 \cdot 10^4 \pm 0,8 \cdot 10^4 \text{ Н/мм}^2$.

Нанесение гибридных покрытий из $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Cr}/\text{TiN}$ последующей обработкой СЭП в двух режимах приводит и изменению фазового состава покрытия, массо – переносу элементов, в частности Ti (результаты микроанализ), а также к значительному изменению служебных характеристики, таких как адгезия, твердость и коррозионная стойкость в серной кислоте.

Показано, физико – механические, химические свойства модифицированных материалов во многом определяются структурой, фазовым и элементным составом комбинированных и гибридных покрытий, полученных с использованием современных достижений в ионно – лучевых и ионно – плазменных.

Литературы

1. Погребняк А.Д., Тюрин Ю.Н. и др. Письма в ЖТФ. 2000, Т.26, вып.21, с 58-74.
2. Кадыржанов К.К., Комаров Ф.Ф., Погребняк А.Д. и др. Ионно – лучевая и ионно – плазменная модификации материалов. М.2005, 639 стр.
3. Pogrebnyak A.D., Makhmudov N.A. Phys.stat. sol.2009.173.p-119-130.
4. Погребняк А.Д., Шаркеев Ю.П., Махмудов Н.А. и др. Поверхность физика, химия, механика. 1993 №1. Стр 93-102.

**A.D. Pogrebnyak, N.A. Maxmudov,
M.O.Shamiyev, A.B. Boymurodov**
**PO‘LAT ASOSIGA KIRITILGAN DURAGAY
Al₂O₃/Cr/TiN QOPLAMALARNI HOSSALARI
VA TARKIBI**

Maqolada po‘lat asosiga kuchli elektronlar oqimi yordamida tikilgan, kombinasiyalashgan (omuxta) Al₂O₃/Cr/TiN, nanokompozit qoplamata tadqiqot natijalarining qisqacha bayoni keltirilgan. Bundan tashqari maqolada bir qancha eng zamonaviy usul va uskunalaridan foydalanilgan. Dispersion mikroanaliz, rastr elektron mikroskopi, rentgen fazali taxlil, optik mikroskop, nano mikroqattqlikni o‘lchash, silindr – tekislik shaklida yedirilishni tekshirish va havoda termik kuydirish usullaridan foydalanildi. Bu ko‘p qatlamli qoplamadan tashqi ta’sirlardan saqlashda, ham sanoatda ishlatilganda yedirilgan detallarni o‘lchamini (shaklini) qayta tiklashda foydalanish mumkinligi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: elektrokimyoviy korroziya, gibrid qoplama, modifikatsiya, element analiz, panjara paramatlari

**A.D. Pogrebnyak, N.A. Maxmudov,
M.O.Shamiyev, A.B. Boymurodov**
**STRUCTURE AND PROPERTIES OF HYBRID
COVERINGS FROM Al₂O₃/Cr/TiN PUT ON
THE SUBSTRATE FROM THE STEEL**

In article are analyzed both own results, and the results received by other authors. Results of updating of hybrid coverings on a basis are considered Al₂O₃/Cr/TiN сильноточным an electronic bunch. Dependence structurally - a phase condition, micro-hardness distribution on depth of a blanket and deterioration of a surface of powder coverings from a technique of their preparation and features of an irradiated material is found out. Results of researches physic - mechanical properties of titan alloys after surface modifying by electronic bunches are presented. Features of formation of a relief of a surface and structurally - phase conditions of powder coverings on the basis of a steel, modified and pulse streams of plasma are noted.

Keywords: electrochemical corrosion, hybrid coating, modification, surface, element analysis, lattice parameters.

УДК. 604.93:661.56

**ПОЛУЧЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА ИЗ ОТХОДОВ
ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА**

А.С.Тогашаров¹, М.К. Аскарлова¹, С. Тухтаев¹, А.М. Насимов²

¹Институт общей и неорганической химии АН РУз

²Самаркандский государственный университет им. Алишера Навоий

Аннотация: Исследован процесс азотнокислотной экстракции отхода хлопкоочистительного завода и установлены оптимальные условия получения кислого концентрата азотнокислотной экстракции, который нейтрализован аммиаком и получено физиологически активное вещество (КАЗКЭОХОЗ_{АММ}).

Ключевые слова: экстракция, нейтрализация, физиологически активное вещество, вязкость, плотность, рН среды.

Как известно, процесс обработки хлопка-сырца, особенно машинного сбора, сопровождается значительными отходами, которые являются либо вторичным сырьевым ресурсом (волокнистые отходы), либо невозвратными отходами, в определенной степени загрязняющими окружающую среду.

Установлено, что только на одном хлопкоочистительном заводе в зависимости от промышленного сорта хлопка-сырца в течение года выделяется 150-350 т волокнистых и 5-6 тыс. т невозвратных отходов [1, 2]. В составе последних содержится до 70-90% компонентов органического происхождения, которые использованы нами как сырьё при получении физиологически активного вещества [3].

Цель - изучение процесса экстракции лимонной кислоты из невозвратного отхода первичной обработки хлопка-сырца азотной кислотой при различных соотношениях, концентрационных,

температурных пределах и получение кислого концентрата азотнокислотной экстракции, нейтрализация аммиаком и получение физиологически активного вещества.

Для изучения процесса экстракции применяли отход хлопкоочистительных заводов (ОХОЗ), предварительно смывтый и очищенный от неорганических примесей. Высушенный при 100-105°C невозвратный отход имел следующий химический состав (масс.%): CaO – 7,74-7,78; K_2O -1,3-1,36; MgO – 1,98-2,0; лимонная кислота – 5,8-6,2; яблочная кислота -3,3-3,7.

Для экстракции указанного состава ОХОЗ применяли азотную кислоту. Рабочим раствором служили разные концентрации азотной кислоты - 15; 20; 40 и 45%. Температура процесса экстракции составляла 25 и 50°C.

Кинематическую вязкость растворов определяли с помощью капиллярного вискозиметра ВПЖ-2, относительную плотность - пикнометрически, pH среды - на универсальном pH метр MettlerToledo. Для установления солевых составов использовали методики по определению кальция и магния [4]. Лимонную и яблочную кислоты определяли по методике [5,6].

Соотношение очищенного, высушенного ОХОЗа и соответствующей концентрации азотной кислоты составляло Т:Ж = 1:5, 1:10 и 1:15.

Результаты изучения процесса экстракции ОХОЗа азотной кислотой при различных концентрациях и соотношениях при 25 и 50°C приведены в таблица 1 и на рис. 1 и 2.

Как установлено, что количество извлекаемой лимонной кислоты при температуре 25°C и соотношении Т:Ж = 1:5, 1:10 и 1:15 с использованием 20%-ной азотной кислоты составляет 2,38-2,70%, а при 50°C и тех же соотношениях - в пределах 2,91-4,25%.

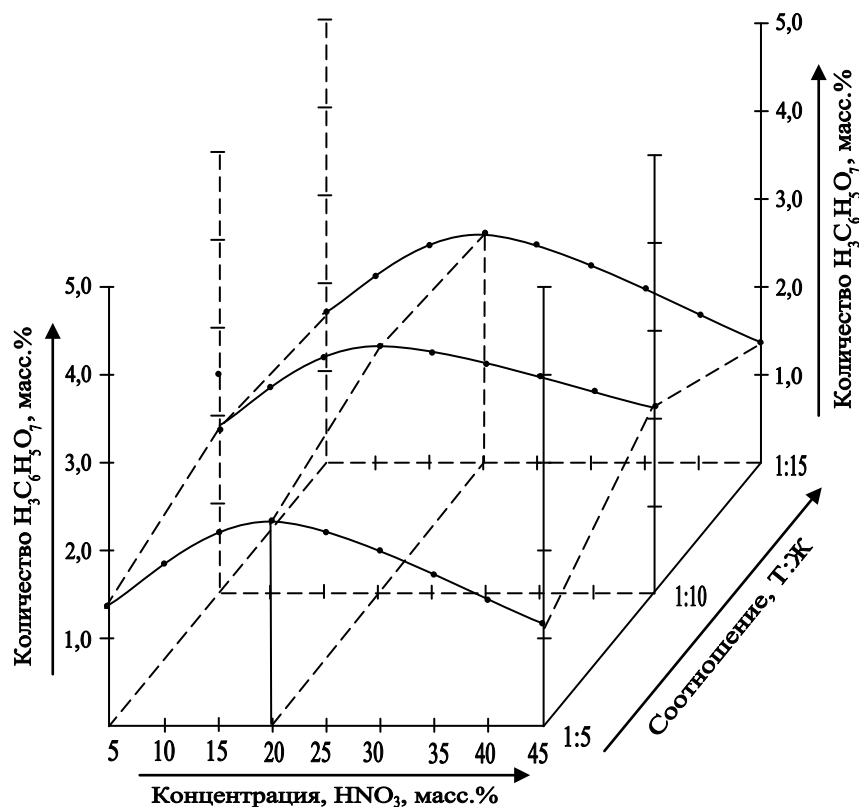


Рис. 1. Зависимость выхода лимонной кислоты азотнокислотного экстракта ОХОЗа, при температуре 25 °C, различных концентрациях и соотношениях.

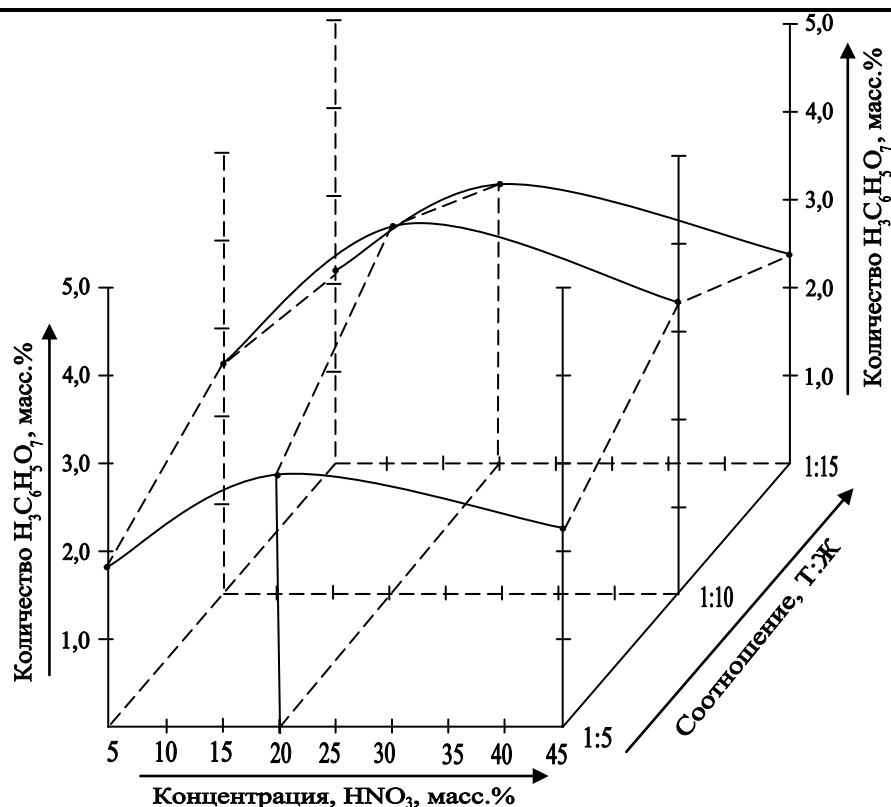


Рис. 2. Зависимость выхода лимонной кислоты азотнокислотного экстракта ОХОЗа, при температуре 50 °С, различных концентрациях и соотношениях.

Таблица 1

Результаты изучения процесса экстракции ОХОЗа азотной кислотой при различных концентрациях и соотношениях при 25 и 50 °С

Экстракция при температуре 25 °С			Экстракция при температуре 50 °С		
Соотношение, Т:Ж	Концентрация, HNO ₃ , %	Содержание, H ₃ C ₆ H ₅ O ₇ , %	Соотношение, Т:Ж	Концентрация, HNO ₃ , %	Содержание, H ₃ C ₆ H ₅ O ₇ , %
1:5	5	1,26	1:5	5	1,97
	15	1,46		15	2,10
	20	2,38		20	2,91
	30	1,78		30	2,68
	45	1,20		45	2,25
1:10	5	1,98	1:10	5	2,58
	15	2,17		15	2,80
	20	2,70		20	4,25
	30	2,40		30	3,87
	45	2,15		45	3,30
1:15	5	1,45	1:15	5	2,18
	15	1,68		15	2,30
	20	2,53		20	3,21
	30	1,94		30	2,86
	45	1,35		45	2,37

Реологические свойства продукта экстракции ОХОЗа азотной кислотой при различных концентрациях и соотношениях при 25 и 50 °С приведены в таблице 2.

Реологические свойства продукта экстракции ОХОЗа азотной кислотой.

№ п/п	Соотно- шение = Т:Ж ОХОЗ: HNO ₃	Кон- центра- ция HNO ₃ , %	Температура, 25°C			Температура, 50°C		
			Вязкость, η, мм ² /с	Плотность, d, г/см ³	pH	Вязкость η, мм ² /с	Плотность d, г/см ³	pH
1	1:5	5,0	1,49	1,023	0,95	1,34	1,014	0,1
		15,0	1,89	1,063	0,80	1,69	1,044	0
		20,0	1,97	1,079	0,70	1,76	1,053	-0,05
		30,0	2,04	1,108	0,25	1,82	1,095	-0,20
		45,00	2,12	1,145	0,05	1,87	1,130	-0,40
2	1:10	5,0	1,27	1,035	0,85	1,28	1,027	0
		15,0	1,64	1,068	0,65	1,51	1,055	-0,10
		20,0	1,68	1,082	0,45	1,63	1,069	-0,25
		30,0	1,73	1,112	0,40	1,65	1,108	-0,40
		45,00	1,76	1,160	0	1,67	1,120	-0,60
3	1:15	5,0	1,24	1,047	0,35	1,13	1,036	-0,05
		15,0	1,47	1,083	0,15	1,45	1,062	-0,20
		20,0	1,57	1,106	0	1,55	1,077	-0,35
		30,0	1,60	1,136	-0,05	1,57	1,118	-0,50
		45,00	1,64	1,177	-0,1	1,59	1,155	-0,80

Результаты исследования процесса свидетельствуют о том, что процесс целесообразно вести при температуре 50 °С, соотношении Т:Ж = 1:10, концентрации азотной кислоты 20% и продолжительности процесса экстракции 30 мин.

Кислый продукт, полученный на основе установленных оптимальных параметров процесса экстракции, имеет следующий химический состав (масс.%): Ca(NO₃)₂ – 2,70-2,74; Mg(NO₃)₂ – 0,58-0,62; KNO₃ – 0,50-0,52; лимонная кислота – 4,0-4,25; яблочная кислота – 2,45-2,49; азотная кислота – 4,2-4,8; остальное – вода.

Полученный кислый продукт, концентрат азотнокислотной экстракции отхода хлопкоочистительного завода (КАЗКЭОХОЗ) содержит ди- и трикарбоновые кислоты, макрокомпоненты – кальций и калий. Из кислого экстракта последующей нейтрализацией аммиаком можно получить физиологически активное вещество.

Как видно из рис. 3, для нейтрализации азотнокислотного экстракта, полученного при экстракции ОХОЗа до значения pH = 7,0, потребуется 5,09% аммиачной воды. При этом плотность растворов изменяется от 1,049 до 1,039 г/см³, а вязкость растворов находится в пределах 1,502-1,680 мм²/с.

Зависимость изменения значений температуры кристаллизации, плотности, вязкости и pH среды азотнокислотного экстракта от содержания аммиака показало, что полученный раствор при достижении pH среды 6,9-7,0 пригоден для дальнейшего использования его как физиологически активное вещество.

С целью получения концентрированного физиологически активного вещества был изучен процесс вакуумной выпарки нейтрализованного экстракта до оптимальной концентрации готового продукта, который в конечном итоге должен быть в текучем состоянии.

Исследование проводилось в круглодонной колбе, снабженной вакуумной установкой. Выпарку раствора осуществляли при температуре 75, 85, 100 °С. Отбор проб из раствора проводили периодически через определенные промежутки времени и после анализа солевых составов строили графическую зависимость в координатах: время – процент удаленной воды относительно общего количества её в растворе (рис. 4).

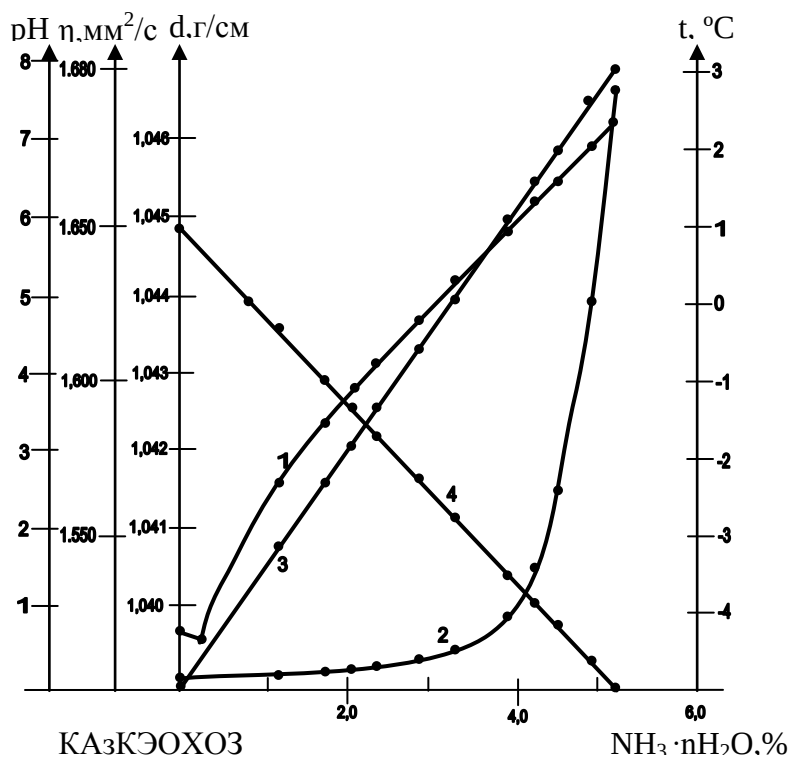


Рис. 3. Зависимость изменения температуры кристаллизации, плотности, вязкости и pH среды концентрата азотнокислотной экстракции ОХОЗа от содержания аммиака: 1 -температура кристаллизации, °C; 2 -pH среды; 3 -вязкость η , mm^2/s ; 4 -плотность d , g/cm^3 .

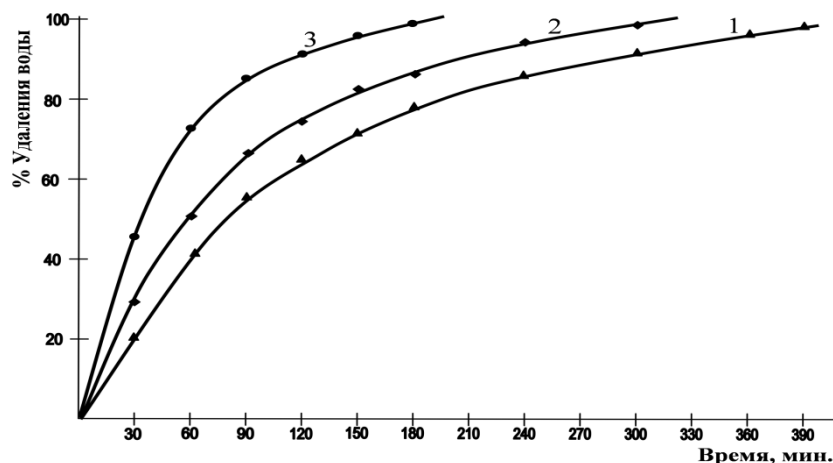


Рис. 4. Степень удаления воды из азотнокислотного экстракта ОХОЗа, нейтрализованного аммиаком, в зависимости от температуры и времени:

($\blacktriangle$ -1) температура 75 °C, ($\blacklozenge$ -2) температура 85 °C, ($\bullet$ -3) температура 100 °C.

Установлено, что чем выше температура, тем больше скорость отгонки воды. Оптимальной температурой является, 100 °C, поскольку при этой температуре через 33 мин удаление 39,35% воды приводит к образованию раствора, содержащего 56,3% физиологически активного вещества и 43,7% воды. Полученный продукт - КАЗКЭОХОЗ нейтрализованный аммиаком (КАЗКЭОХОЗ_{АММ}) обладает хорошими физико-химическими свойствами.

Концентрат представляет собой прозрачную, гомогенную, текучую жидкость темно-коричневого цвета с температурой кристаллизации 2,5 °C, относительной плотностью 1,219 g/cm^3 , вязкостью 5,680 mm^2/s , водородным показателем (pH среды) 6,9-7,0, устойчив при длительном хранении.

Как показали исследования (рис. 4), дальнейшее продолжение выпарки приводит к снижению содержания воды и образования кристаллов в продукте и ухудшению его реологических свойств. При этом уменьшается текучесть насыщенного концентрата вследствие повышения его вязкости, что за-

трудняет приготовление рабочих растворов физиологически активных веществ при получении дефолиантных составов.

Таким образом, исследован процесс азотнокислотной экстракции отхода хлопкоочистительного завода и установлены оптимальные условия получения кислого концентрата азотнокислотной экстракции, который нейтрализован аммиаком и получено физиологически активное вещество ($\text{K}\text{A}\text{z}\text{K}\text{E}\text{O}\text{X}\text{O}\text{Z}_{\text{Amm}}$).

Литература

1. Садыков А.С. Хлопчатник - чудо - растение. М.: Наука, 1985, 143 с.
2. Максудов И.Т. Научные основы и разработка комплексной технологии переработки вторичного сырья и отходов первичной обработки хлопка-сырца с целью создания безотходного производства: Автореф. дис.... докт. техн. наук. Кострома, 1986, 50 с.
3. Нарходжаев А.Х., Тухтаев С., Адилова М.Ш., Исакова Д. Стимуляторы роста растений из отхода первичной обработки хлопка-сырца // «Ўзбекистонда табиий бирикмалар кимёсининг ривожига келажак». Табиий бирикмалар кимёси кафедрасининг 60 йилигига бағишланган илмий конференция материаллари. Ташкент, 27-28 апрель 2007, С. 119-120.
4. Шварцинбах Г., Флашка Г. Комплексометрическое титрование. М.: Химия, 1970, 360 с.
5. Садыков А.С., Медников А.И., Турулов А.В., Шукуркина Д.А. Производство лимонной и яблочной кислот из листьев хлопчатника и отходов хлопкоочистительной промышленности. Ташкент: Из-во АН РУз, 1956, 23 с.
6. Барам Н.И. Синтезы на основе лимонной и яблочной кислот: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. Ташкент, 1964, 19 с.

A.S.Togasharov, M.K.Askarova,
S.Tuxtayev, A.M.Nasimov

PAXTA TOZALASH ZAVODI CHIQINDISIDAN FIZIOLOGIK FAOLLIKKA EGA BO'LGAN MODDA OLIISH

Paxta tozalash zavodi chiqindisini azot kislotasi bilan ekstraksiya qilish jarayoni o'rganilib, azot kislotali ekstrakt olishning optimal sharoiti aniqlandi va uni ammiak bilan neytrallab, fiziologik faollikka ega bo'lgan ($\text{K}\text{A}\text{z}\text{K}\text{E}\text{O}\text{X}\text{O}\text{Z}_{\text{Amm}}$) modda olindi.

Kalit so'zlar: ekstraksiya, neytralizatsiya, fiziologik faollikka ega bo'lgan modda, qovushqoqlik, zichlik, pH muhiti.

A.S.Toghasharov, M.K.Askarova,
S.Tukhtaev, A.M.Nasimov

THE PREPARATION OF PHYSIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES FROM WASTE COTTON FACTORY

The process of sulfuric acid extraction waste ginning plant and optimum conditions for obtaining the acidic concentrate nitric acid extraction, which is neutralized with ammonia and obtained physiologically active substance ($\text{CNitAEDCCP}_{\text{Amm}}$).

Keywords: extraction, neutralization, physiologically active substances, viscosity, density, pH.

УДК 541.128.1-126:546.262:546.98 (021)

THE BOUNDARY DIMENSIONS OF THE ACTIVITY OF NANOPARTICLES ON MUTUALLY SIMILAR CARBON FIBERS

T.H.Rakhimov, M.G.Mukhamediev, N.M.Rustamova

National university of Uzbekistan

Abstract. In this paper, for the first time using a computer program calculated the boundary dimensions of existence nanoproperties in palladium-containing nanocatalysts of low-temperature oxidation of CO and show that the boundary size of nanoparticles depend on the nature of the carbon fiber and the degree of reduction of palladium nanoparticles.

Keywords: nanosystem, nanoproperties, bearernanocatalysts, carbon fibers, palladium, boundary size.

By regulation of synthesis parameters it is possible to obtain nanocatalysts with different average sizes and dispersion by dimensions. The primary question is - whether the nature of the bearer has influenced of the dimensions of active fractions or themselves active particles with the same dimensions regardless of the nature of the bearer? The latter is the most probable, especially at using of inert materials like carbon fibers as bearer.

In the present investigation it was carried out calculation of the boundary dimensions of the active nanoparticles of palladium containing nanocatalysts deposited on carbon fiber materials. Special experiments were carried out to obtain the initial data. Two types of activated carbon fibers: fibers obtained from "Mtilon" (further Mtilon) and uglevoylok "Karbopon-Active" (further - Karbopon) have been used. On these fibers palladium-containing nanoparticles were precipitated by the method [3] at different parameters of syn-

thesis. As a result the two series of materials were obtained for which by method of electron microscopy average dimensions of particles and their dispersion by sizes were determined (Table. 1). Then these samples were subjected to limited reduction by action of calculated amount of hydrogen.

Table 1. Values of the catalytic activity of the palladium-containing nanoparticles deposited on the carbon fiber in CO oxidation by atmospheric oxygen. T = 298K, Pd content-4%, the initial CO concentration - about 2.0%.

CFM CARBOPON-bearer

average diameter, nm	2,9	6,4	12,5	18,4	33,2	63,6	143	170	187	222
Dispersion	2,8	5,0	10,6	24,1	27,3	54,3	119	124	142	187
Molar ratio H ₂ /Pd, %	0	0,10	0,12	0,14	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	5	0,10	0,40	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	10	2,00	2,30	4,20	1,10	0,44	0,08	0,04	0,01	0,01
	15	0,20	0,94	7,30	14,2	4,70	1,10	0,22	0,14	0,08
	20	0,91	1,10	4,20	8,70	11,40	17,40	11,00	8,30	3,90
	25	0,92	1,08	1,10	1,30	2,10	9,00	9,00	3,60	0,20
	50	0,01	0,08	0,11	0,13	0,21	2,00	1,40	1,20	1,00
	75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,16	0,27	0,40	0,00
	100	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,10	0,08	0,12	0,11
	200	0,00	0,00	0,04	0,07	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

CFMMTILON -bearer

average diameter, nm	9,4	34,3	51,0	60,4	91,6	136	220	250	308	350
dispersion	3,6	13,8	14,2	14,1	30,0	33,6	96,9	109,3	150,1	176,2
Molar ratio H ₂ /Pd, %	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
	0,9	0,9	1,2	1,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,00
	0,9	0,9	1,3	4,2	8,2	7,4	3,2	1,4	0,9	0,1
	0,9	1,1	4,2	8,7	11,4	27,2	18,2	8,3	3,9	1,2
	0,9	1,1	1,1	1,3	2,1	11,6	9,0	3,6	0,2	0,2
	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	1,6	1,9	2,2	1,2	0,2
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,4	0,1	0,1
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,10

Thus it was obtained 100 samples for each series differing by average dimensions of particles, their dispersion and by depth of reduction with hydrogen. Each sample was tested on catalytic activity in the reaction of CO oxidation by air oxygen at room temperature (298 K). Considering that the reaction is autocatalytic of nature, its rate, and correspondently the catalytic activity of the samples are a function of the duration of the process: the initial rate and initial values of activity have been taken into account.

Calculation of values of low boundary of activity has been carried out by method described in [2]. For this purpose electronic tables Excel 2013 have been used. For each series of samples with the same degree of reduction treatment a separate e-table- file has been consisted for each type of fiber. The file has contained data on a series of samples in one bearer - carbon fiber Mtilon or Karbopon with the same degree of reduction but differing by the average dimensions of particles and their dispersion distribution by diameters. Consistently setting the values m and M, their most probable values from three correlations have been calculated (Fig. 1). The results are presented on Fig. 2.

As shown from the presented data contrary to expectation the nature of the bearer has a significant influence on the boundary dimensions of the active fractions. At nanocatalysts on the Karbopon have been observed not only displacement of the active in direction of particles with smaller diameter, but also a significant narrowing of the interval of diameters in limit of which nanoparticles have retained their activity.

Reduction has carried out to continuous narrowing of this interval, and consequently the total activity becomes lower with increasing of content of the reduction phase. In other words for increasing of the activity of nanocatalysts on Karbopone it is necessary to apply such methods of synthesis which has allowed to obtain nanoparticles with more narrow distribution by dimensions. Using of Mtilon has allowed to obtain catalysts on the bearer with a broad distribution by dimensions, but at this activity has been caused by unusually large particles dimensions of which have approximated to micron sizes.

The observed phenomenon has waited of its explanation. Apparently, it is necessary to remember that, carbonization and activation of the initial fibers have allowed to obtain activated carbon fiber materials having a different degree of chemical homogeneity. The Mtilon M is produced on the base of a graft copolymer of acrylonitrile (50%) to viscose staple fiber [4], while Karbopon-Activity is produced on the base of the technical viscose yarn, that is it is more chemically homogeneous.

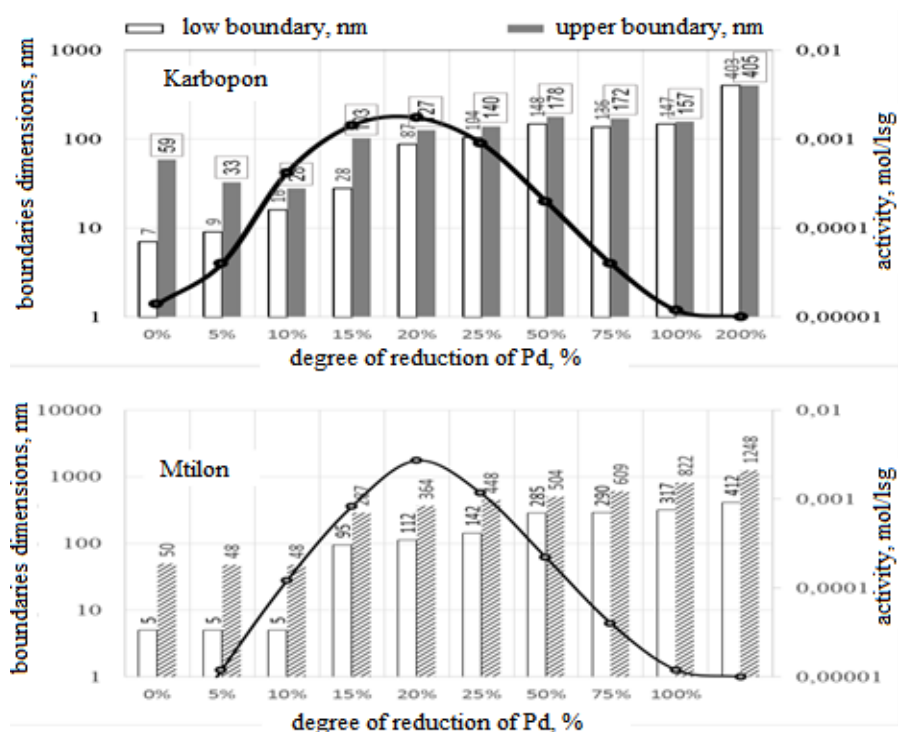


Fig.1. Low and upper boundaries of active fractions and initial values of activities of palladium-containing nanocatalysts on different carbon fiber materials in reaction of CO oxidation.

Thus the calculated boundary dimensions of existence nanoproperties in dispersion systems has allowed to draw conclusions about influence of the support-matrix on the properties of nanosystems. The calculation of the boundary limits of the activity on the example of palladium-containing nanocatalysts of low-temperature oxidation of CO on the carbon fiber materials has shown that by activity have possessed only particles of certain diameter, limited not only from above but often from below. Interval boundary sizes depending on the nature of the carbon fiber and the degree of reduction treatment can be both sufficiently broad and extremely narrow.

References

1. Рахимов Т.Х., Мухамедиев М.Г. Вычисление размеров активных наночастиц упрощением модели покраски шаров / Международная конференция "Информатика: проблемы, методология, технологии". - Воронеж, 12-13 февраля 2015 года. – Т.1., с. 390-394.
2. Рахимов Т.Х. Вычисление размеров активных фракций нанесенных нанокристаллов // Computational nanotechnology, 2015, №2, с. 6-16.
3. Способ получения катализатора для низкотемпературного окисления окиси углерода. Авт. свид. № 1624767 СССР/ Зарег. 1 окт.1990 г., приоритет 20 март 1989 г. заявка № 4664024 // Рахимов Т.Х., Мусаев У.Н, Хакимджанов Б.Ш., Воробьев Л.Н., Сапожникова Э.А., Манин В.Н., Абрамов М.В., Кряжев Ю.В.
4. Масленников К.Н. Химические волокна. – М.: Химия, 1973. – С. 72.

T.X.Raximov, M.G.Muxamediyev,

N.M.Rustamova

**BIR BIRIGA O'XSHASH UGLEROD
TOLALARDA NANOZARRACHALARNING
FAOLLIGINING CHEGARAVIY
O'LCHAMLARI**

Ushbu maqolada, kompyuter dasturi yordamida birinchi marta CO past haroratli oksidlanishi palladiy tutgan uglerodli nanokatalizatorlarning nanohossa chegaraviy o'lchamlari mavjudligi hisoblab, nanozarrachalar chegaraviy o'lchamlari uglerod tolasi tabiati va palladiy nanozarrachalarining tiklanish darajasiga bog'liq ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: nanotizim, nanohossa, uglerodli tolalar, palladiy, chegaraviy o'lchamlar.

T.X.Рахимов, М.Г.Мухамедиев,

Н.М.Рустамова

**ГРАНИЧНЫЕ РАЗМЕРЫ АКТИВНОСТИ
НАНОЧАСТИЦ НА ВЗАИМНО
ПОДОБНЫХ УГЛЕРОДНЫХ ВОЛОКНАХ**

В данной работе впервые с использованием компьютерных программ вычислены граничные размеры существования наносвойств у углеродных палладийсодержащих нанокатализаторов низкотемпературного окисления СО и показано, что граничные размеры наночастиц зависят от природы углеродного волокна и степени восстановления наночастиц палладия.

Ключевые слова: наносистема, наносвойства, углеродные волокна, палладий, граничные размеры.

УДК: 604.93:661

**ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИЙ ВОДОРАСТВОРИМАЯ
АЦЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗА – КОЛЛАГЕН**

¹А.Ю. Яркуллов, ¹Б.С. Умаров, ¹С.А. Маулянов, ²Т.Ж. Кадилов, ¹Х.И. Акбаров

¹Национальный университет Узбекистана

²Ташкентский филиал Московского Государственного университета имени М.В. Ломоносова,

E-mail: yaaxror@rambler.ru

Аннотация. На основании изотерм сорбции рассчитаны значения термодинамических функций, а по полимолекулярной адсорбции определены параметры капиллярно-пористой структуры систем ВРАЦ-коллаген. Результаты расчетов показали, что значения средней свободной энергии смешения полимер-растворитель и энергии Гиббса для систем ВРАЦ-коллаген при соотношениях компонентов 1:1 и 3:1 менее отрицательны, а параметр взаимодействия полимер-растворитель Флори-Хаггинса при относительных давлениях паров воды $P_i/P_i^0 < 0,65$ для данной системы при соотношении компонентов 1:1 принимает более положительные значения по сравнению с исходными полимерами.

Ключевые слова: водорастворимая ацетилцеллюлоза (ВРАЦ), коллаген, сорбция, изотерма, энергия Гиббса, теория БЭТ, параметр Флори-Хаггинса.

С развитием фармацевтической и пищевой промышленности и увеличением объемов производства упаковочных материалов на основе синтетических полимеров их утилизация, биоразложение и освоение производства биоразлагаемых пленок на основе целлюлозы и ее производных становится актуальным. В последнее время интерес исследователей, работающих с полимерами медицинского назначения, вызывают целлюлоза и особенно ее гидрофильные – водорастворимые производные, в частности простые и сложные эфиры. Высокая растворимость в воде, простота получения и физиологическая индифферентность эфиров целлюлозы обеспечивает их относительную безвредность.

Следует отметить, что эфиры целлюлозы давно применяются в медицинской практике в частности при производстве лекарственных препаратов. Среди широкого класса водорастворимых эфиров целлюлозы водорастворимая ацетилцеллюлоза (ВРАЦ) является хорошей основой для получения лекарственных препаратов пролонгированного действия [1, 2].

В последние годы разработан способ получения пленочных и губчатых материалов на основе полисахарида и коллагена, пригодных для выращивания на них клеток кожи человека и их трансплантации на раны. Использование заявленного способа позволяет получать на основе природных полимеров пленочные и губчатые рассасывающиеся композиционные материалы, пригодные для выращивания клеток кожи человека.

Целью настоящей работы является исследование термодинамической совместимости системы ВРАЦ-коллаген и анализ полученных результатов с позиции современных термодинамических теорий и моделей сорбции.

На кафедре физической и коллоидной химии ведутся систематические исследования по изучению термодинамики взаимодействия в полимерных системах на основе производных целлюлозы

(КМЦ, АЦ), хитозана и ряда белков таких как коллаген, желатин, альбумин, серицин, фиброин, а также водорастворимых полимеров (декстран, декстрин, крахмал) с целью создания биodeградируемых материалов, используемых в медицине, сельском хозяйстве и в некоторых отраслях промышленности [3, 4].

Однако, термодинамическая совместимость белков с производными целлюлозы практически не исследована, отсутствуют экспериментальные данные о межмолекулярном взаимодействии между полимерными компонентами в таких смесях. Изучение смесей полимеров позволяет улучшать свойства индивидуальных полимеров без значительных затрат и путем подбора соответствующих полимерных компонентов создавать материалы с требуемым комплексом свойств.

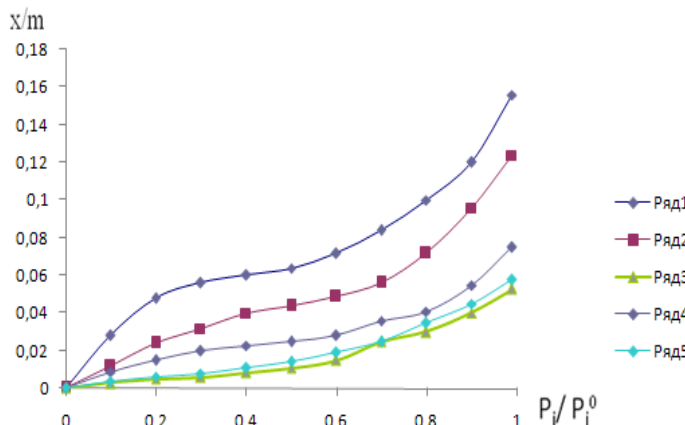


Рис.1.1. Изотермы сорбции паров воды образцами

1. ВРАЦ; 2. коллаген; 3. ВРАЦ/коллаген 1:1;
4. ВРАЦ/коллаген 1:3; 5. ВРАЦ/коллаген 3:1 при 298 К

свободной энергии смешения в полимер-растворитель:

1. ВРАЦ; 2. Коллаген; 3. ВРАЦ-коллаген 1:1;
4. ВРАЦ-коллаген 1:3; 5. ВРАЦ-коллаген 3:1

ность имеют исходные образцы ВРАЦ и коллагена. Для смесей ВРАЦ-коллаген для всех композиционных составов во всем интервале относительных давлений наблюдается низкая сорбционная способность по сравнению с исходными полимерами. В данном случае преобладают взаимодействия полимер-полимер над взаимодействием полимер-растворитель, т.е. наблюдается явление совместности макромолекул различной природы.

По изотермам сорбции на основе расчетов химических потенциалов растворителя $\Delta\mu_1$ и полимера $\Delta\mu_2$ были рассчитаны средние свободные энергии смешения полимер-растворитель Δg^m и по концентрационной зависимости Δg^m определялись значения энергии Гиббса ΔG_1 . Найденное по концентрационной зависимости Δg^m значения энергии Гиббса для исходных ВРАЦ и коллагена имеют высокие отрицательные значения (Рис.2). Это указывает на лучшее взаимодействие в системе полимер-растворитель, по сравнению с взаимодействием в системе полимер-полимер. Для всех смесей ВРАЦ-коллаген значения Δg^m_{max} принимают менее отрицательные значения, что указывает на уменьшение взаимодействий полимер-растворитель и усиление межмакромолекулярных взаимодействий различной химической природы.

Среди других попыток построения уравнения изотермы сорбции, в которых использовались представления взаимодействия полимера и растворителя, как об образовании молекулярной смеси наибольший интерес представляют те, в которых за исходное принималось известное уравнение Флори-Хаггинса для растворов полимеров. Теоретический анализ изотерм сорбции воды различными полимерами позволяет охарактеризовать механизм взаимодействия с сорбатом, для этого было проведено сопоставление экспериментальных данных с расчетными моделями [5].

На основании изотерм сорбции паров воды были рассчитаны значения параметра Флори-Хаггинса для образцов ВРАЦ-коллаген различного состава, характеризующий взаимодействие полимеров с растворителем, концентрационная зависимость которых приведена на рис.3. Из рисунка видно, что композиции принимают более высокие значения [6] параметра χ_{is} , по сравнению с исходным ВРАЦ и коллагеном, что указывает на ухудшение взаимодействия растворителя со смесями различного композиционного состава.

Известно, что сорбционная способность различных целлюлоз в значительной степени зависит от их кристаллической, капиллярно-пористой структур и молекулярной упаковки их макромолекул.

На рис. 1 представлены изотермы сорбции паров воды образцами ВРАЦ, коллагена и их смесями различного состава. Как видно из него изотермы имеют S-образный вид с выпуклым относительно оси давлений начальным участком, характерным для стеклообразных полимеров, неограниченно смешивающихся с растворителем. Начальный участок отвечает такому состоянию системы полимер-вода, когда происходят одновременно процессы физической адсорбции воды в неплотностях упаковки полимера и набухание последнего.

По расположению изотерм сорбции можно делать предположение относительно взаимодействий разнородных макромолекул, но они дают только качественную картину таких взаимодействий.

Наибольшую сорбционную способ-

На основании изотерм сорбции паров воды для образцов ВРАЦ, коллагена и их смесей по методу Брунауэра-Эммета-Теллера (БЭТ) [7] рассчитаны ёмкость монослоя X_m , удельная поверхность $S_{уд}$, а по максимальному количеству сорбированного (при $P_i/P_i^0=1$) вещества определены суммарный объем пор W_0 , средний радиус пор $r_{ср}$, которые приведены в таблице.

Таблица

Параметры капиллярно-пористой структуры образцов, рассчитанные по сорбции паров воды

Образец	ВРАЦ	Коллаген	ВРАЦ-Коллаген (1:1)	ВРАЦ-Коллаген (1:3)	ВРАЦ-Коллаген (3:1)
X_m , г/г	0,0306	0,0152	0,0052	0,0188	0,0069
$S_{уд}$, м ² /г	107,40	50,96	18,32	66,05	24,43
W_0 , см ³ /г	0,156	0,124	0,053	0,075	0,058
$r_{ср}$, Å	29,05	48,66	57,84	22,71	47,48

Результаты исследования сорбции воды показали, что образцы можно расположить в порядке уменьшения емкости монослоя и удельной поверхности в ряд: ВРАЦ и смесей ВРАЦ-коллаген различных композиционных составов при соотношении компонентов (1:3), (3:1) и (1:1).

Из таблицы видно, что смеси ВРАЦ-коллаген при соотношении компонентов 1:3 представляет собой микропористую структуру с относительно большими значениями емкости монослоя X_m и удельной поверхности $S_{уд}$, а с уменьшением коллагена в смеси наблюдается улучшение взаиморастворимости полимерных компонентов.

Таким образом, в работе проведено исследование сорбционной способности ВРАЦ, коллагена и их смесей различного композиционного состава. Рассчитаны термодинамические параметры взаимодействия в системах ВРАЦ-вода, коллаген-вода и ВРАЦ-коллаген-вода. Показано, что значения средней свободной энергии смешения полимер-растворитель Δg^m и энергии Гиббса в случае ВРАЦ-коллаген при соотношении компонентов 1:1 и 3:1, менее отрицательны, а параметр взаимодействия полимер-растворитель Флори-Хаггинса при средних относительных давлениях паров воды принимает более положительные значения по сравнению с исходными полимерами.

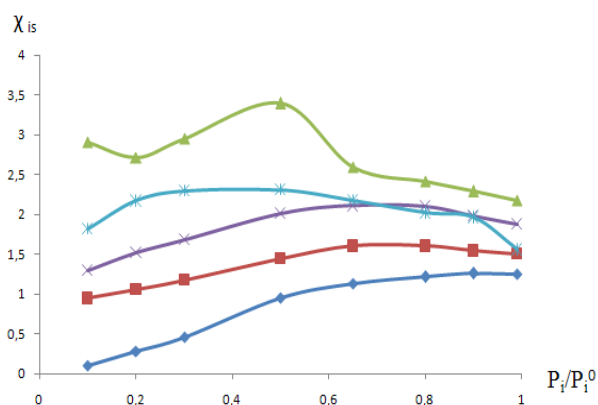


Рис.3. Зависимость параметра термодинамического

сродства χ_{is} от активности паров воды:

1. ВРАЦ; 2. Коллаген; 3. ВРАЦ- Коллаген 1:1;
4. ВРАЦ- Коллаген 1:3; 5. ВРАЦ- Коллаген 3:1.

Литература

1. Рахманбердиев Г. Р. Физиологические активные полимеры на основе водорастворимой ацетилцеллюлозы. //«Современные проблемы полимерной науки» Материалы Респуб. научной конф, посвященной 95-летию рождения академика Х.У. Усманова. Ташкент-2011, С. 12-13.
2. Сидиков А.С., Юсупходжаева Э.Н., Рахманбердиев Г.Р. Термодинамика взаимодействия водорастворимых ацетосмешанных эфиров целлюлозы с водой.// «Современные проблемы полимерной науки» Материалы Респуб. научной конф., посвященной 95-летию рождения академика Х.У. Усманова. Ташкент-2011, С. 165-167.
3. Яркулов А.Ю., Умаров Б.С., Акбаров Х.И. Термодинамическая совместимость натрийкарбоксиметилцеллюлозы и декстрана.// Ўзбекистон кимё журналы, №4., Ташкент-2013. С. 20-24.
4. Акбаров Х.И., Умаров Б.С., Яркулов А.Ю. Термодинамика взаимодействия в многокомпонентных полимерных системах.// «Зелёная химия»-в интересах устойчивого развития. Самарканд-2012, С. 200-205.

5. Суворова А.И., Сафронов А.П., Мельникова О.Л. Термодинамическая совместимость крахмала и натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы. //Высокомолек.соедин. сер.А. 2002. Т44. №1., С.98-103.
6. Тагер А.А. Физико - химия полимеров Т13. - М., Химия. 1978. - 544 с.
7. Акбаров Х.И. Теоретический анализ взаимодействия в системе целлюлоза-вода. Вестник НУУЗ, №4. 2005г, С.3

**A.Yu.Yarkulov, B.S.Umarov, S.A.Maulyanov,
T.J.Qodirov, X.I.Akbarov**

**SUVDA ERIYDIGAN ASETILSELLYULOZA –
KOLLAGEN KOMPOZISIYASINING
TERMODINAMIK XOSSALARI**

Ushbu maqolada suvda eriydigan asetilsellyuloza–kollagen kompozitsiyalarining suv bug‘i bilan sorbsiyalanishi o‘rganilgan. Olingan izotermalar asosida suvda eriydigan asetilsellyuloza – kollagen kompozitsiyalarining kapillyar – g‘ovak tuzilishlari polimolekulyar adsorbsiya nazariyasi asosida hisoblab topilgan. Olingan natijalarda, aralashishning o‘rtacha erkin energiyasi va Gibbs energiyasining qiymatlari SEAS-kollagen 1:1 va 3:1 nisbatlarida nisbatan kichik qiymatlarni qabul qilgan, nisbiy bosim $P_i/P_i^0 < 0,65$ da SEAS–kollagen 1:1 nisbatida polimer – erituvchi ta’sirlashish Flori-Xaggins parametrini qiymati dastlabki namunalarga nisbatan katta.

Kalit so‘zlar: suvda eriydigan asetilsellyuloza (SEAS), kollagen, sorbsiya, izoterma, Gibbs energiyasi, BET nazariyasi, Flori-Xaggins parametri.

**A.Yu.Yarkulov, B.S.Umarov, S.A.Maulyanov,
T.J.Qodirov, X.I.Akbarov**

**THERMODYNAMIC PROPERTIES OF
WATER SOLUBLE ACETYLCELLULOSE-
COLLAGEN COMPOSITION SYSTEM**

On the base of isotherms of sorption values of thermodynamical functions were calculated and by data of polymolecular adsorption parameters of capillary-porous structure of system WSAC-collagen were determined. Results of calculations have shown that values of the middle free energy of mixing of system polymer -solvent and energy of Gibbs for systems WSAC-collagen at ratios of component 1:1 and 1:3 are less negative; but parameter of interaction polymer - solvent Flory-Haggins at the relative pressure of water steams $P_i/P_i^0 < 0,65$ for system WSAC-collagen at ratio of components 1:1 is more positive in comparison with initial polymers.

Keywords: water soluble acetylcellulose (WSAC), collagen, sorption, isotherms, energy of Gibbs, theory of BET, parameter of Flory-Haggins.

УДК: 541.128.1

**АНАЛИЗ, ТЕРМИЧЕСКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ, МОДУЛЬ УПРУГОСТИ И ТВЕРДОСТИ НА
ГРАНИЦАХ ЗЕРЕН СВЕРХТВЕРДОГО НАНОКОМПОЗИТНОГО ПОКРЫТИЯ Zr-Si-N-Ti**

А.Д.Погребняк¹, Н.А. Махмудов², М.О.Шамиев², Ф.Ж. Сабуров²

¹“Сумской институт модификации поверхности, п/я 163, 40030, Сумы, Украина.

²Самаркандское высшее военное автомобильное командно-инженерное училище,

E-mail: Nurshod86@mail.ru

Аннотация. В статье обсуждаются различные подходы к формированию нанокompозитных покрытий с высокой и сверхвысокой твердостью в диапазоне от ≤ 30 до 100-327 ГПа. Основное внимание уделяется анализу механизмов увеличения твердости в тонких ≤ 10 мкм покрытиях. Рассмотрено несколько вариантов получения нанокompозитных многокомпонентных покрытий методами магнетронного распыления, ионно – стимулированного и вакуумно – дугового осаждения. Дается классификация твердых и сверхтвердых покрытий с высокой термической стабильностью. Показаны возможные применения наноструктурированных покрытий и некоторые перспективы дальнейшего развитие этого направления.

Ключевые слова: термическая стабильность, модуль упругости, твердость, нанокompозит, покрытия, зерен, многослойной структуры.

Введение

Нанокompозитные покрытия представляют новую генерации материалов, и они как правило состоят как минимум из двух фаз нанокристаллической или аморфной структурой. Нанокompозитные материалы вследствие малого размера зерен (≤ 10 нм), из которых они состоят и более известной роли граничных зон., окружающих отдельные зерна, демонстрируют совершенно новые свойства по сравнению с обычными материалами, размер зерен которых более 100нм. Хорошо известно, что уникальные свойства нанокompозитных покрытий есть следствие их наноструктуры, которая является метастабильной. Это означает, что если T_a температура при которой было изготовлено покрытие

привышает какое-то пороговое значение T_n , то материал покрытия начинает кристаллизироваться, Это приводит к деструкции наноструктуры и формированию новых кристаллических фаз. Это становится причиной по которой Наноккомпозитные пленки и покрытия теряют свои уникальные свойства при $T_a > T_n$ Проще говоря температура T_n , при которой наноструктура превращается в кристаллическую фазу, определяет термическую стабильность данного наноккомпозита.

Поэтому жизненно необходимо разрабатывать материалы с максимальной термической стабильностью превышающей 1000°C . Стойкость к окислению является одним из наиболее привлекательных свойств твердых и сверхтвердых $40 \text{ ГПа} \leq H \leq 80 \text{ ГПа}$ наноккомпозитов (H - твердость в ГПа)

Детали эксперимента

Были приготовлены две серии образцов с покрытиями Zr-Si-N-Ti с разным содержанием Ti и Si, Al_2O_3 и система Zr-Si-N. Покрытия были получены вакуумно - дуговым осаждением из цельнолитой мишени Zr- Ti- Si. Потенциал смешения подавался на подложку от ВЧ генератора, который генерировал импульс затухающих колебаний с частотой $\leq 1 \text{ МГц}$, длительность каждого импульса 60 мкс с частотой повторения $\square\square 10 \text{ kHz}$. Величина отрицательного автосмещения потенциала на подложке, благодаря ВЧ диодному эффекту, составила $2 \dots 3 \text{ кВ}$ в начале импульса (после срабатывания разрядника). Покрытия толщиной $3 \div 3,8 \text{ мкм}$ наносились на подложку из стали (размером 20 и 30 мм , толщиной $3 \div 5 \text{ мм}$ без дополнительного подогрева подложки. В качестве реакционного газа использовался молекулярный азот. Отжиг проводили как в воздушной среде, в печи СНОЛ 8,2/1100 (Харьков, Украина) при температурах $T = 300^{\circ}\text{C}$; 500°C , 800°C , так и в вакуумной печи СНВЭ-1,31/1Б при давлении $5 \cdot 10^{-4} \text{ Па}$ и при $T = 300^{\circ}\text{C}$; 500°C , 800°C , 1180°C . Исследования фазового состава и структурные исследования проводили на рентгеновских дифрактометрах ДРОН-3М в фильтрованном излучении $\text{Cu-K}\alpha$ с исследованием во вторичном пучке графитового монохроматора. Съемки дифракционных спектров осуществлялись в точечном режиме с шагом сканирования $200 \pm (0,05 \dots 0,1)^{\circ}$. Для изучения напряженного состояния покрытий использовался метод рентгеновской тензометрии ($a \cdot \sin 2\theta$ метод) и его модификации, применяемые к конденсатам с сильной текстурой аксиального типа. Исследования элементного состава проводилось на рентгенофлуоресцентном спектрометре СПРУТ [1..3] с трубкой напряжения 40 кВ пристрельного типа с серебряным анодом, **при возбуждающем** Морфологию, структуру поверхности покрытий и элементный состав анализировали с помощью растрового (scanning) электронного микроскопа (REMMA-103M) SEM с микроанализом (EDS-энергодисперсионный рентгеновский спектр) с использованием Si(Li) детектора. Дополнительно, для исследования элементного состава и стехиометрии использовали метод RBS с энергией $1,35 \text{ MeV}$ ионов $^4\text{He}^+$, угол рассеяния 170° разрешение детектора 16 KeV . Исследование механических характеристик осуществлялось методом наноиндентирования при нагрузке 10 nN на наноинденторе NANO INDENTOR II (MTS System Inc. USA) с алмазной пирамидкой Берковича, поперечный шлиф покрытия и анализ структуры и элементный состав мы проводили на растворе электронном микроскопе.

Результате и их обсуждение

В материале покрытия относительное содержание атомов тяжелых элементов по данным рентгенфлуоресцентного анализа составляло $55\text{-}60 \text{ ат\% Zr}$, $30\text{-}35 \text{ ат\% Ti}$ и около $10 \text{ ат\% Si}$. В то же время анализ проведенный с помощью EDS показывает, что концентрация Si меняется, от точки к точке, в пределах от $1,59$ до 2% Как видно из рентгендифракционных спектров, полученных в $\text{Cu-K}\alpha$ излучении, выявляемыми кристаллическими составляемыми в покрытиях выступают нитрид циркония (ZrN , JC PDS 35-0753) и нитрид титана (TiN , JC PDS 38-1420) (рис.1.). Средний размер кристаллитов наибольший ($\approx 25 \text{ nm}$) у TiN составляющей, в то время как размер кристаллитов ZrN гораздо меньший и не превышает 10 nm .

Следует отметить, что образование ZrN и TiN кристаллических составляющих при конденсации обусловлено высокими значениями в выигрыше свободной энергии, составляющие -87 kJ/mol для ZrN и -80 kJ/mol для TiN . Присутствие Si в покрытии должно приводить к образованию силицидов, которые, однако, не выявляются, по видимому, из-за их высокой дисперсности и слабой отражательной способности. Угловая величина разориентации кристаллитов ZrN текстурированных с осью в направлении падения пленкообразующих частиц, определяемая по $\Delta\phi$, не превышала 20° ($0,35 \text{ radn}$), что свидетельствует об образовании преимущественной ориентации кристаллитов при формировании в растущем конденсате с относительно хорошей степенью совершенства. Кристаллиты в конденсате находятся под действием деформации сжатия в плоскости пленки, величиной $\approx 1,1\%$, что соответствует действию сжимающих напряжений в системе «пленка-подложка», величиной $\approx 3,5 \text{ ГПа}$. [4..7].

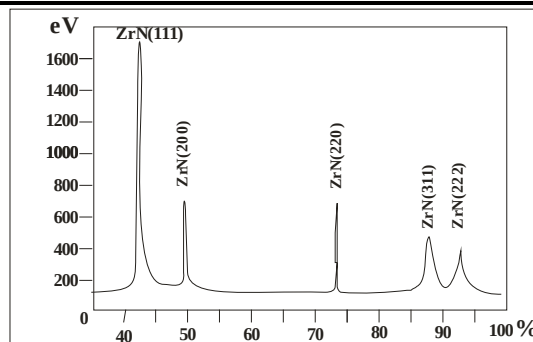


Рис.1 участок дифракционного спектра конденсата нитрида осажденного вакуумно- дуговым методом с HF стимуляцией

В табл. 1 представлены результаты расчетов нанотвердости H и модуля упругости E для каждого из слоев этой многослойной структуры. Как видно из этих данных, наибольшими твердостью $H=35\pm 1,8$ ГПа и модулем упругости $E=327\pm 17$ ГПа обладает слой Ti-Al-N. Оценки размеров зерен по Дебаю-Шереру показали, что размер зерен поверхностного слоя составляет $(10\div 12)$ нм, размер зерен второго слоя покрытия из TiN несколько выше $(20\div 35)$ нм, а размер зерен покрытия из Al_2O_3 имеют широкий спектр разброса значений от единиц, десятков микрон до 25% зерен, имеющих размер меньше, чем 100нм.

Таблица 1. Значения твердости и модуля упругости, размеры слоев трехслойного нанокompозитного комбинированного покрытия, осажденного на нержавеющую сталь

Состав покрытия	H , ГПа	E , ГПа	Размер зерен, нм	Размер слоев, нм
Ti-Al-N	$35 \pm 1,8$	327 ± 13	$10 \div 12$	$2,2 \div 2,5$
Ti-N	22 ± 6	240 ± 16	$20 \div 35$	$1,8 \pm 0,2$
Al_2O_3	16 ± 2	194 ± 8	$104 \div 105$	48 ± 52

Таким образом, получается, что третий слой покрытия, состоящий из керамики Al_2O_3 , есть дисперсно упрочненный, а не наноструктурный.

Действием напряжений сжатия в плоскости роста конденсата, объясняется увеличенный вдоль нормали к плоскости роста период ZrN и TiN, определенный при съемке по схеме θ - 2θ . При анализе результатов наноиндентирования следует отметить, что приводимое в работах [4] результирующее значение в случае многоэлементных материалов может быть достаточно условным. Так для данного типа покрытий результирующее значение составляет: твердость 38 ГПа и модуль упругости 293 ГПа.

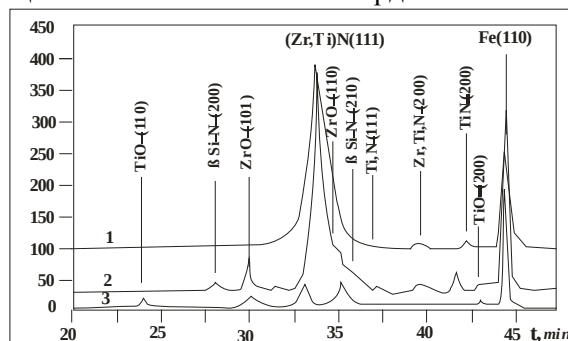


Рис. 2. Участки рентгено дифракционных спектров конденсатов системы Zr-Si-N-Ti перед высокотемпературным отжигом (1) и после 30 мин отжига в вакууме при $T_{ан} = 1180^\circ C$ (2) и на воздухе при $T_{ан} = 800^\circ C$ (3). Необозначенные на кривой 3 пики относятся к окислу подложки Fe_2O_3 (JCPDS 33-0664).

Однако если проанализировать вес массив данных, полученных в результате наноиндентирования, то в отличие от однофазных материалов в исследуемом случае наблюдается сильная неоднородность-участки с твердостью 29-30 ГПа, что соответствует твердости нитрида циркония чередуются с участками твердость которых превышает 48 ГПа. Сопоставляя с результатами рентгеноструктурных исследований последнее значение можно связать с твердостью нитрида титана, достигающей 50 ГПа. Таким образом, большой разброс в данных наноиндентирования может быть объяснен присутствием в конденсате кристаллитов двух фаз с различной твердостью. Отжиг на воздухе в течение 30 мин при 300 и $500^\circ C$ не приводит к изменению фазового состава и размеров кристаллитов. При этом происходит релаксация макродеформации сжатия в образцах до 0.9% и 0.65%, соответственно при $T_{ан} = 300$ и $500^\circ C$. Увеличение $T_{ан}$ до $800^\circ C$ на воздухе приводит к окислению с образованием окислов циркония (ZrO_2) и титания (TiO_2) в покрытии и его разрешению. На рисунке 3 в качестве

сравнения приведены кривые (нагрузке – разгрузке) для системы ZrN с отпечатком твердости 35 ГПа и системы Zr-Si-N с отпечатком твердости 46 ГПа. Как видно добавки Si в ZrN приводит к увеличению твердости и модуля упругости, а также увеличилась величина упругого восстановления.

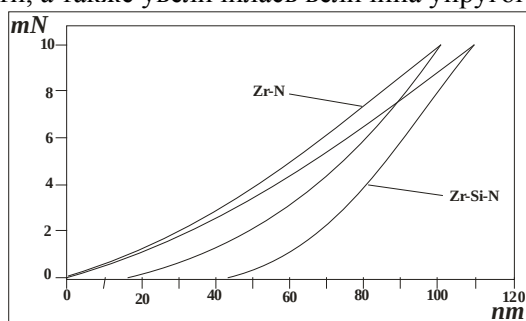


Рис 3. Кривые «нагрузки и разгрузки» для образцов с покрытием из Zr-N и Zr-Si-N.

Выводы. Таким образом, уменьшение поступления активных кислородных атомов из атмосферы отжига на воздухе к отжигу в вакуумной атмосфере позволяет повысить стабильность фазового состава конденсата от температурной области 500...600⁰С до более высокой 1000⁰С. Причем, в последнем случае, изменение кристаллического фазового состава, в первую очередь определяется кристаллизацией силиконитрида и образованием кристаллитов β -Si₃N₄ с гексагональной решеткой, а также относительно слабо выраженным процессом образования окисла ZrO₂, не приводящим к развалу твердого раствора (Zr, Ti)N, а лишь увеличивающего удельный вклад в нем титановой составляющей. Изменения фазового состава кристаллитов, в первую очередь, определяется кристаллизацией силиконитридов (β -Si₃N₄) с гексагональной решеткой, увеличением содержания Ti в твердом растворе (Zr, Ti)N, а также образованием небольшого количества (на поверхности) ZrO₂. Отжиг в вакууме приводит к увеличению размера нанокристаллитов твердого раствора с (12÷15) нм до 25 нм происходят микродеформации, релаксация которых сопровождается образованием деформационных дефектов упаковки, которые достигают величины 15.5%

Литература

1. Шпак А.Д., Азаренков Н.А., Береснев И.М. // УФН. 2009. Т.179. В.1.С. 35-64.
2. Veprek S., Veprek-Heijmami M.G.J., Karvankova P. J. // Thin Solid Films. 2005. V.476. P. 1-25.
3. Азаренков Н.А., Береснев В.М., Погребняк А.Д. Структура и свойства защитных покрытий и модифицированных слоев материалов. - Харьков: Харьковский национальный университет, 2007. - 565 с.
4. Nanostructured Coating Eds. A. Gavaleiro, J.T. deHosson. Berlin: Springer-Verlag, 2006. 340 p.
5. Uglov V.V., Anischik V. M. Zlotski S. V., Abadias G., Dub S.N. // Surf and Coat. Tech. 2008, v.202, - p. 2394-2398.
6. Барвинок В.А. Управление напряженным состоянием и свойства плазменных покрытий. - М. Машиностроение, 1990. - 384 с.
7. Hoang N.H., McKenzie D.R., McFall W.D., Yin Y.J. Appl. Phys. 1996. V. 80. N. 11. P. 6279-6285.

A.D.Pogrebnyak, N.A.Maxmudov,
M.O.Shamiyev, F.J.Saburov

NANOKOMPOZITLI YUQORI QATTIQ QOPLAMALAR CHEGARALARIDAGI Zr-Si- N-Ti TERMIK MUVOZANAT, ELASTIK MODEL VA QATTIQLIKLARNI TAHLILI

Maqolada Ti-Al-N asosiga yotqizilgan omuxta nanokompozit qoplama tadqiqot natijalarining qisqacha bayoni keltirilgan. Dispersion mikroanaliz, rastr elektron mikroskopi, rentgen fazali taxlil, optik mikroskop, nano va mikro qattqlikni o'lash, silindr-tekislik shaklida yedirilishni yuqori fizik-mexanik hossalarga ega ekanligi ko'rsatib berildi. Bu ko'pqatlamli qoplamadan tashqi nojo'ya ta'sirlar (qattiq

A.D.Pogrebnyak, N.A.Maxmudov,
M.O.Shamiyev, F.J.Saburov

THE ANALYSIS, THERMAL STABILITY, THE MODULE OF ELASTICITY AND HARDNESS ON BORDERS OF GRAINS SUPERFIRM NANOCOMPOSITE COVERINGS Zr-Si-N-Ti

In the brief review the results of researches of nanocomposite combined coatings on the basis Ti-Al-N are presented: angle-electron microscopy, scanning electron microscopy, X-ray phase analysis XRD, optical microscopy, nano-and microhardness, wear tests under the scheme the cylinder-plane and also thermal annealing on air up to 1000⁰C. Was shown that these coatings have high physical-mechanical protective properties. It was demonstrat-

yedirilish, zanglash, harorat) dan saqlashda hamda sanoatda ishlatilganda yedirilgan detallarni o'lchamini (shaklini) qayta tiklashda foydalanish mumkinligi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: termik barqarorlik, qayishqoqlik moduli, qattiqlik, nanokompozit, don, ko'p qatlamli tuzilish.

ed that these multi-layer coatings can be used as for protection against external effects (hardness, wearing, corrosion, temperature) and for recovery of the size of worn-out parts operating in industry.

Keywords: thermal stability, elasticity module, hardness, nanocomposite, granule, multilayer structure.

УДК 543.552

ИЗГОТОВЛЕНИЕ И ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ ТВЕРДЫХ ЭЛЕКТРОДОВ В ИНВЕРСИОННО-ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ СЛЕДОВЫХ СОДЕРЖАНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

С.Д. Аронбаев

Ассистент Самаркандского государственного университета

Аннотация. В статье приведены результаты исследования по изготовлению твердых углеродных электродов для инверсионной вольтамперометрии и выбору критерия оценки их пригодности в анализе следовых содержаний тяжелых металлов.

Ключевые слова: инверсионная вольтамперометрия, твердые электроды, критерий пригодности, тяжелые металлы, определение.

Введение. Для успешного решения проблемы анализа следовых количеств веществ необходимо решить три проблемы [1]:

1) достаточно сильно снизить предел обнаружения, т. е. повысить величину отношения сигнал/шум (например, величину отношения электрического тока к остаточному);

2) достигнуть требуемой избирательности, т. е. возможности определять следовые количества элементов на фоне других, присутствующих в концентрациях, на несколько порядков более высоких; эту проблему обычно невозможно решить без использования предварительного отделения;

3) приготовить химические реактивы требуемой степени чистоты и усовершенствовать технику работы с очень разбавленными растворами, содержание растворенного вещества в которых уменьшается из-за адсорбции на стенках ячейки, гидролиза и т. д.

Из широкого арсенала инструментальных средств не все методы анализа отвечают этим требованиям. При этом выбор того или другого метода анализа обуславливается не только его потенциальными возможностями, но и с конкретным техническим исполнением, удобствами в работе с прибором и наличием определенного технического сервиса при их эксплуатации.

В этой связи вольт-амперометрический метод анализа, особенно переменного-токовый вариант инверсионной вольтамперометрии (ИВА), может успешно конкурировать с такими высокочувствительными методами, как радиохимические (активационный) и атомно-абсорбционный.

В основе метода ИВА лежит идея предварительного электрохимического концентрирования вещества из разбавленного раствора на электроде, находящемся при постоянном потенциале, который выбирается таким образом, чтобы требуемая электродная реакция протекала с достаточной скоростью [2,3].

В связи с этим, электродам в ИВА отводится особая роль, так как в идеале они не должны содержать токсичных веществ, требовать сложной процедуры регенерации поверхности и создавать возможность определять концентрации веществ на уровне ПДК и ниже [3-5].

В этом отношении использование твердофазных, а в частности, углеродных электродов, несмотря на сохранение ряда проблем, связанных с их подготовкой к работе и дальнейшей эксплуатации, остается предпочтительным.

Целью настоящей работы является изучение условий получения ртутно-пленочных углеродных электродов и выбор критерия оценки их пригодности в ИВА определении низких концентраций ионов токсичных тяжелых металлов Cd^{+2} , Pb^{+2} , Cu^{+2} .

Материалы и методы. В работе использовали компьютеризированный аналитический комплекс для ИВА на базе модернизированного универсального полярографа ПУ-1 (Гомельский ЗИП, Беларусь). [6]. Модернизация полярографа заключалась в его сопряжении с персональным компьютером (ПК) и преобразования выходного аналогового сигнала в цифровой с помощью 16-битной мультимедийной карты. Из большого разнообразия звуковых карт, наиболее подходящей, практически не требующей переделки, оказалась мультимедийная карта с процессором SOLO 9000. Был

задействован линейный вход карты для подключения блока датчика полярографа. В качестве управляющей программы использовали программу «электронный самописец» PowerGraph второй или третьей версий [7].

Экспериментальным путем нами оптимизированы условия настройки для отображения получаемого аналитического сигнала на дисплее. Преимущественным в таком аналитическом комплексе при сохранении достоинств многофункциональности самого полярографа ПУ-1 является возможность практически моментальной оценки характера и величины аналитического сигнала, его записи в память с целью создания базы данных анализа, его быстрая распечатка в любой из редакторских программ MicrosoftOffice в удобной форме.

Внешний вид компьютеризированного вольтамперометрического комплекса и типичная вольтамперограмма смеси ионов Cd^{+2} , Pb^{+2} , Cu^{+2} представлены на рисунках 1 и 2.



Рис. 1. Внешний вид компьютеризированного комплекса для инверсионной вольтамперометрии.

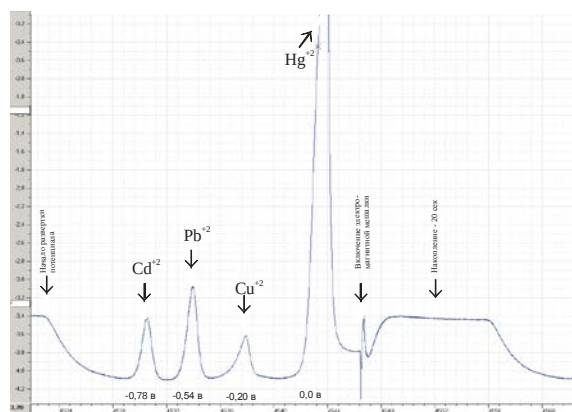


Рис. 2. Вольтамперограмма модельной смеси ионов Cd^{+2} , Pb^{+2} , Cu^{+2} (по 0,5 мкг/мл) на пленочном ртутно-графитовом электроде по методу *insitu*.

В качестве рабочего электрода в ИВА определении ионов Cd^{+2} , Pb^{+2} , Cu^{+2} использовали также самостоятельно изготовленные тонкопленочные ртутно-графитовые электроды с получением ртутной пленки методом *insitu*.

Объектом исследования служили изготовленные электроды и их метрологические характеристики в определении указанных ионов тяжелых металлов в модельных растворах и объектах окружающей среды.

Методика изготовления рабочих электродов. Методика изготовления электродов заключалась в следующем[8,9]: Тонкоперетертый порошок из спектрального угольного электрода марки СУ-3 просеивали через сито с диаметром ячеек 0,3 мм. Порошок смешивали с расплавленным в фарфоровом тигле парафином при постоянном перемешивании в соотношениях угольно-графитовый порошок : парафин: 20:80; 30:70; 40:60; 50:50; 60:40; 70:30; 80:20.

Тщательно перемешанную однородную массу с помощью медицинского шприца всасывали в полиэтиленовую трубочку диаметром ~ 3 мм и длиной 100 мм, так чтобы не образовывались воздушные пробки. Заполненные трубочки погружали в стакан с горячей водой для равномерного охлаждения. Электрический контакт осуществляли с помощью медной проволоки диаметром 0,5 мм, предварительно очищенной от лакового покрытия нагреванием и погружением в концентрированную азотную кислоту и подвергнутой лужению. Нагретый конец проволоочного контакта погружали на 15-20 мм в затвердевающую смесь графит-парафин, находящуюся в полиэтиленовой трубочке-заготовке. После застывания смеси следует убедиться в плотности прилегания медного контакта. Заготовки обрезают и выбирают гладкий однородный участок, не содержащий включения воздуха. Обрезанный торец зачищали сначала на наждачной бумаге «нулевка», затем на бумажном фильтре до зеркального блеска. Подготовленные таким образом электроды оставляли на некоторое время (обычно на 3-5 суток) для «созревания».

Электрод помещали в измерительную ячейку с 20 мл фонового электролита 0,2 н. HCl , добавляли 0,2 мл 10^{-4} $\text{MHg}(\text{NO}_3)_2$ и проводили накопление ртути при -0,2 В относительно Ag/AgCl электрода в течение 5 минут. Время от времени осуществляли развертку потенциала в диапазоне -1,2 В - + 0,3 В. Электрод считали подготовленным, если он давал отклик на ионы ртути в диапазоне, соответствующему растворению ртути с угольно-графитовой подложки -0,05 ÷ + 0,2 В. При этом учитывали форму и воспроизводимость анодного пика.

Результаты и обсуждение. Метод ИВА – один из немногих методов, позволяющих определять группу ионов тяжелых металлов, таких как кадмий, свинец, медь из одного объема анализируемого раствора. Именно эти преимущества ИВА обусловили проведение апробации изготовленных нами по приведенной методике электродов.

Наиболее существенным параметром, влияющим на эксплуатационные характеристики импрегнированных электродов, является качественный и количественный состав пропитывающей смеси. Нами был использован в качестве связующего вещества пищевой парафин. При определенных условиях можно добиться улучшения характеристик углеграфитовых материалов: расширить диапазон рабочих потенциалов, уменьшить остаточный ток, снизить сопротивление. Все перечисленное достигается упорядочением структуры углеграфитового электрода. С этой целью нами предлагается использование углеграфитового порошка с размерами частиц 0,3 мм и менее из спектральных угольных электродов марки СУ-3.

Исследования под микроскопом показали, что в результате механического перетирания и просеивания угольного порошка, частицы имеют глобулярную и пластинчатую формы. Путем дополнительного перетирания просеянных частиц удалось уменьшить их размеры до 0,08 мм.

Мы связали такие физико-механические параметры, как размеры и форма угольных частиц, соотношение связующего (парафина) и электрохимически активного (угля) компонентов, омическое сопротивление изготовленных электродов с диапазоном рабочих потенциалов и остаточным током.

Критерием оценки качества электрода служили метрологические показатели определения кадмия и меди в модельном растворе. Результаты исследований сведены в таблицу 1.

Таблица 1.

Результаты сравнительного исследования характеристик электродов с различным содержанием графитового порошка

(Время накопления 30 сек. , скорость развертки 50 мВ/сек.; n=3, P 95%)

Размер и форма частиц, мм	Отношен. $W_{\text{угл}}/W_{\text{параф}}$	R, кОм	Диапазон рабочих потенциалов, В	Найдено Cd(II), * мкг/мл	S_{Cd}	Найдено Cu(II), * мкг/мл	S_{Cu}
0,3 глоб.	20 : 80	4,2	-1,10 - + 0,40	0,42±0,09	0,12	0,56±0,07	0,10
0,3 глоб.	30 : 70	2,6	-1,10 - + 0,46	0,48±0,08	0,13	0,54±0,07	0,10
0,3 глоб.	40 : 60	1,7	-1,00 - + 0,50	0,52±0,08	0,13	0,52±0,06	0,09
0,3 глоб.	50 : 50	0,9	-1,10 - + 0,42	0,50±0,04	0,10	0,50±0,02	0,08
0,3 глоб.	60 : 40	0,4	-1,08 - + 0,45	0,51±0,04	0,09	0,50±0,03	0,08
0,3 глоб.	70 : 30	0,3	-0,92 - + 0,50	0,5±0,050	0,12	0,51±0,05	0,13
0,3 пл.	80 : 20	5,2	-0,80 - +0,60	0,6±0,09	0,16	0,56±0,05	0,16
0,08 гл.	40 : 60	3,9	-0,80 - +0,50	0,48±0,09	0,14	0,59±0,05	0,16
0,08 гл.	50 : 50	2,5	-0,75 - + 0,40	0,53±0,06	0,11	0,54±0,04	0,14
0,08 пл.	60 : 40	2,1	-0,80 - +0,45	0,51±0,11	0,21	0,51±0,04	0,24
0,08 пл.	70 : 30	1,9	-0,70 - + 0,50	0,55±0,12	0,19	0,50±0,02	0,17

- Введено 0,5 мкг/мл Cu (II) и 0,5 мкг/мл Cd (II) в 0,2 моль/дм³ HCl + 1·10⁻⁴ моль/дм³ Hg (II).

Как показали микроскопические исследования, микрорельеф поверхности твердых графитовых электродов (ТГЭ) из графитовых частиц глобулярной формы и размером 0,3 мм более выражен по сравнению с электродами из других графитовых порошков и представляет собой более или менее упорядоченное чередование выступов микрочастиц графита и впадин из диэлектрика–связующего.

Как и следовало ожидать, электроды с большим содержанием углеграфитового порошка и с более крупными частицами обладали меньшим сопротивлением и более широкой областью рабочих потенциалов. Введение в состав твердого графитового электрода более 60 % масс. связующего вызывает ухудшение рассматриваемых электрохимических показателей. В случае уменьшения доли связующего менее 30% приводит к тому, что электрод становится более хрупким, уменьшается рабочий диапазон, застывание происходит неравномерно, с образованием полостей в электрографитовой массе.

Таким образом, наиболее оптимальная пропорция - электрографитовый порошок: парафин, находится в диапазоне 50:50 ÷ 60:40. Такое соотношение и было принято нами за основу при изготовлении ртутно-графитового электрода.

Модифицирование твердого графитового электрода ртутью можно проводить несколькими методами. Первый из них – это получение пленки ртути на поверхности графитового электрода заранее, другой – получение таковой в ходе анализа. Второй метод получил название – модифицирование ртутью *insitu*, и нам показался более предпочтительным.

Однако, несмотря на внешнюю простоту процедуры формирования ртутной пленки на поверхности угольного электрода, получение устойчивых и воспроизводимых показаний разряда ионов ртути, обуславливающее, по сути, возможность использования ртутно-графитового электрода в качестве индикаторного в инверсионной вольтамперометрии, оказалось непростой инженерно-технической задачей, предусматривающей несколько идей, догадок и ноу-хау.

Для осмысления процесса разряд - ионизации ртути, нами было изучено поведение изготовленных пленочных ртутно-графитовых электродов, отличающихся способом обработки поверхности. Контролируемым фактором являлся потенциал полувольтной ионизации ртути. При этом учитывали потенциал и время проведения предэлектролиза.

Результаты этого исследования приведены в таблице 2., из которой видно, что способ обработки поверхности ТГЭ оказывает существенное влияние на величину потенциала полувольтной ртути и уровень аналитического сигнала. Увеличение времени предэлектролиза приводит к накоплению ртути на поверхности ТГЭ. Для оценки готовности индикаторного электрода к работе целесообразно использовать параметр I/Q (Hg), где I – уровень аналитического сигнала в мкА, а Q – расчетное значение количества электричества, прошедшее через электрод за время предэлектролиза. Именно такая оценка была предложена Н. Стожко [10].

Таблица 2.

Электрохимические характеристики процесса ионизации ртути, восстановленной из раствора $0,2 \text{ M HCl} + 10^{-4} \text{ M Hg (II)}$ на ТГЭ при потенциале $-1,1 \text{ В}$ в течение 180 с , в зависимости от способа обработки поверхности электрода, размера частиц графита в графитсодержащем композите и его состава

Обработка поверхности ТГЭ*	Размер частиц графита, мм	Графит : связующее, % масс.	E_n (Hg), В	Q (Hg) 10^{-2} , мкКл	I/Q (Hg), с^{-1}
1	2	3	4	5	6
1	0,3	60:40	0,05	0,14	1,40
2	0,3	60:40	0,20	1,11	0,75
3	0,3	60:40	0,28	2,53	0,30
1	0,3	50:50	0,06	0,23	1,25
1	0,08	50:50	0,05	0,46	1,30
2	0,08	50:50	0,22	1,58	0,60
3	0,08	50:50	0,30	1,92	0,35

*1-отсутствие обработки; 2-механическая зачистка; 3- механическая зачистка и шлифовка.

Как видно (табл. 2, столбец 6), самые малые значения этого параметра получены на электродах с выровненной поверхностью, а самые высокие – на электродах с нативной, необработанной поверхностью. Наибольший потенциал сдвига полувольтной ртути также наблюдается у электродов, подвергнутых дополнительной шлифовке и полировке. Таким образом, можно предположить, что в результате дополнительной механической обработки поверхности характеристические параметры электродов приближаются к таковым у электродов из пиролитического графита и стеклоуглерода. Также вместе с уменьшением аналитического сигнала, уменьшается остаточный ток. Казалось бы эффект модификации электродной поверхности налицо. Однако, для электродов со сглаженной поверхностью трудно посадить ртутную пленку. В работе [10] приводятся наблюдения в микроскоп в процессе электролиза раствора, содержащего ионы ртути (II). Экстраполируя эти результаты на замеченное нами поведение электродов, мы пришли к следующему заключению: на нативной (необработанной) поверхности ТГЭ восстановленная ртуть локализуется в основном на вершинках графитовых частиц (активных центрах). Вначале формируются двумерные зародыши ртути, которые в процессе электролиза превращаются в трехмерные образования, а затем и в капли размером 1-2 мкм, расположенные на далеких расстояниях друг от друга. Сглаженную поверхность ртутные капли заполняют более плотно. Достигнув критического размера ($\geq 1 \text{ мкм}$), капли приходят в движение и коалесцируют с образованием более крупных капель (7-8 мкм) [11].

На величину параметра I/Q (Hg) существенное влияние оказывает дисперсность графитовых частиц и содержание графита в графитсодержащей пасте. Наблюдается тенденция возрастания

I/Q (Hg) при увеличении размера частиц графита и его содержания в графитсодержащей пасте для электродов с нативной поверхностью. Увеличение размера частиц графита от 0,08 до 0,3 мм приводит к изменению I/Q (Hg) от 0,3 до 1,4. При содержании графита – 50-60 % масс. в графито-парафиновой матрице I/Q (Hg) принимает максимальные значения. Благодаря частицам графита большого размера формируется более рельефная поверхность с множеством выступающих вершушек графитовых частиц. Структуру такого электрода в некотором приближении можно рассматривать как совокупность графитовых ультрамикроэлектродов, обеспечивающих квазисферическую диффузию электроактивного вещества. В пользу такого допущения говорит тот факт, что электрод с нативной поверхностью позволяет получать аналитический сигнал кадмия в перемешиваемом растворе разбавленного электролита, а электрод с зачищенной поверхностью – нет.

Взаимосвязь параметра I/Q (Hg) с количеством восстановленной ртути и потенциалом ее ионизации отражена на рис. 3.

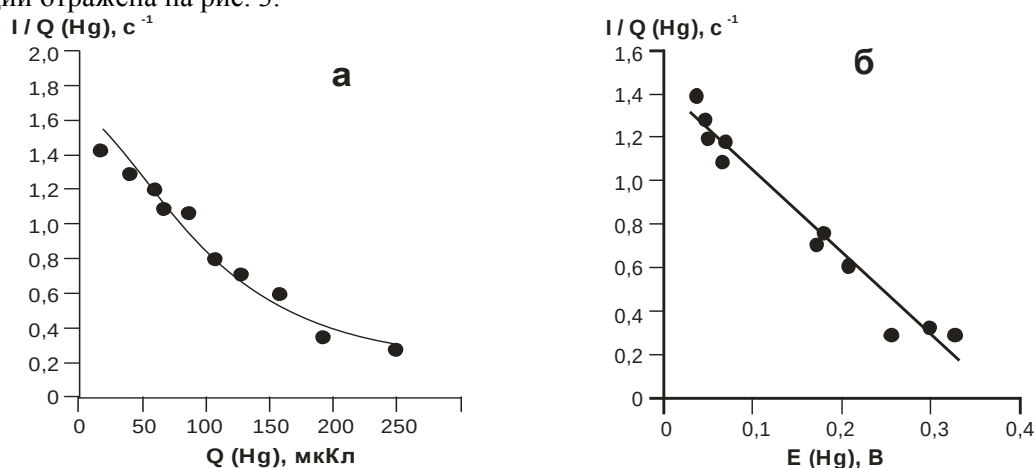


Рис. 3. Взаимосвязь параметра I/Q (Hg) с количеством ртути (а), восстановленной из раствора 0,2 М HCl + 10^{-4} М Hg (II) на ТГЭ при потенциале $-1,1$ В в течение 180 с, и потенциалом ионизации ртути (б).

С увеличением количества ртути на поверхности и смещением потенциала ее ионизации в положительную область параметр I/Q (Hg) уменьшается. Следовательно, параметр I/Q (Hg) может служить мерой электрохимической активности модифицированного ртутью электрода.

Таблица 3.

Результаты определения Cd, Pb, Cu в продуктах питания, почве и природных водах методом инверсионной вольтамперометрии

($n=3$; $P=0,95$; Фон 0,2 М HCl + 10^{-4} М Hg⁺², $E_{\text{накопления}} -1,1$ В, $\tau = 20$ сек, скорость развертки 50 мВ/сек)

Анализируемый объект	Найдено Me, мг/кг								
	ПДК	Cd	S _r	ПДК	Pb	S _r	ПДК	Cu	S _r
Вода питьевая	0,001	-	-	0,03	-	-	1	0,08	0,01
Пиво «Пульсар» 12%	0,003	0,002	0,001	0,03	0,006	0,001	1	0,41	0,007
Сок яблочный	0,003	0,027	0,008	0,25	0,17	0,003	5	0,97	0,007
Консервы «Сардины в масле»	0,20	0,11	0,012	1,5	0,15	0,008	10	6,94	0,032
Масло растительное	0,04	-	-	0,08	0,07	0,01	0,5	0,41	0,03
Фасоль	0,02	0,11	0,008	0,5	0,73	0,04	5	2,12	0,04
Хлеб ржаной	0,02	-	-	0,03	-	-	5	0,49	0,03
Хлеб из муки в/с	0,02	-	-	0,03	<0,02	-	5	2,18	0,04
Вода р.Зеравшан	0,02	0,002	0,001	0,06	0,035	0,009	0,1	0,06	0,008
Почва (г. Ургут)	0,20	следы	-	0,5	0,21	0,03	0,5	0,18	0,014
Почва п. «Геофизика»	0,20	-	-	0,5	0,32	0,03	0,5	0,11	0,010
Почва п. «Геология»	0,20	-	-	0,5	0,49	0,04	0,5	0,14	0,011
Почва «Аэропорт»	0,20	0,16	0,021	0,5	0,62	0,05	0,5	0,18	0,009

В результате исследований мы пришли к следующему заключению:

- для получения большего аналитического сигнала, а значит, и большей чувствительности электрод не обязательно подвергать тщательной механической очистке;
- для смещения потенциала ионизации ртути в положительную область, необходимое для расширения рабочей области потенциалов, следует использовать электроды из мелко-зернистого угольного порошка с частицами глобулярной формы;
- перед работой необходимо провести «тренинг» электрода в фоновом электролите с добавкой 10^{-4} М ртути (II). Тренинг заключается в проведении многократной циклической развертке потенциала от -1,1 до +0,4 В отн. н.хс.э

Разработанные ртутно-графитовые электроды были использованы в методиках определения ряда тяжелых металлов в объектах окружающей среды и продуктах питания с помощью компьютеризированного комплекса для инверсионной вольтамперометрии.

В таблице 3 представлены некоторые результаты определения Cd, Pb, Cu в продуктах питания, почве и природных водах методом инверсионной вольтамперометрии.

Как видно из результатов, представленных в таблице 3, изготовленные в лабораторных условиях рабочие ртутно-графитовые электроды дают адекватный отклик в сложных по составу пробах и могут быть использованы в рутинных инверсионно-вольтамперометрических измерениях.

Выводы

1. Разработана методика изготовления твердых ртутно-графитовых электродов для вольтамперометрических измерений.
2. Обоснован критерий оценки пригодности и готовности ртутно-графитовых электродов в инверсионно-вольтамперометрическом анализе.
3. Рабочие электроды апробированы в групповом инверсионно-вольтамперометрическом определении ионов кадмия, свинца и меди в объектах окружающей среды и продуктах питания.

Литература

1. Белявская Т.А., Брыкина Г.Д. В кн. Определение малых концентраций элементов. - М.: Наука, 1986. - С. 85-94.
2. Выдра Ф., Штулик К., Юлакова Э. Инверсионная вольтамперометрия. - М.: Мир, 1980. - 278 с.
3. Нейман Е.Я., Микулина И.Н. Современное состояние метода инверсионной вольтамперометрии твердых фаз // Ж. аналит. химии. - 1974. - Т.29. - №6. - С. 1177 - 1193.
4. Брайнина Х.З., Стожко Н.Ю., Алешина Л.В., Липунова Г.И. Безртутный электрод для определения амальгамообразующих элементов методом инверсионной вольтамперометрии // Ж. аналит. химии. - 2003. - Т.58. - № 10. - С.1078-1084.
5. Электрохимические методы анализа в контроле окружающей среды. - М.:Химия,1990.- 238 с.
6. Аронбаев С.Д., Насимов А.М., Аронбаев Д.М., Насыров Р.Х. Компьютеризированный аналитический комплекс для инверсионной вольтамперометрии на базе универсального полярографа ПУ-1 // Илмий тадқиқотлар ахборотномаси СамДУ (Вестник СамГУ). -2009.- Т.53, №1. - С. 47-50.
7. ПО «PowerGraph». <http://www.powergraph.ru/soft/pgview.asp>
8. Жажжун Э. Инверсионно-вольтамперометрическое определение меди, свинца, кадмия, олова и цинка в пищевых продуктах и напитках // Автореф. дисс. канд. хим. наук. - Ташкент, 1999. -18 с.
9. Патент РУз № 04712 7G01 кл.27/30. Угольно-пастовый электрод, Оpubл. 2001, №2(34) - С.62-63).
10. Стожко Н.Ю. Модифицированные графитосодержащие электроды в инверсионной вольтамперометрии // Автореф. дисс... докт. хим. наук. -Екатеринбург, 2006. - 50 с.
11. Методическое пособие по дисциплине «Современные проблемы аналитического контроля и мониторинга./ portal.tpu.ru: 7777/ SHARED /m/MICROLAB/... - 28с.

S.D. Aronbayev

**OG'IR METALLARNING QOLDIQ
KONSENTRASYAISINI INVERSION-
VOLTAMPEROMETRIYA USULIDA
ANIQLASH UCHUN QATTIQ
ELEKTRODLAR TAYYORLASH VA
ULARNING YAROQLILIGINI BAHOLASH**
Maqolada inversion-voltamperometriya uchun

S.D.Aronbaev

**PREPARATION AND EVALUATION OF
THE SUITABILITY OF SOLID
ELECTRODES FOR THE INVERSION-
VOLTAMMETRIC DETERMINATION OF
TRACE CONCENTRATIONS OF HEAVY
METALS**
The results of the study for the production of

grafitli qattiq elektrodlar tayyorlash va ularning og'ir metallarni qoldiq konsentratsiyasini aniqlash uchun yaroqliligini baholash mezonlarini tanlash natijalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: inversion voltampero-metriya, qattiq elektrodlar, yaroqlilik mezonlari, og'ir metallar, aniqlash.

solid carbon and graphite electrodes for the voltammetry and their selection criteria to evaluate their applicability in the analysis of trace concentration of heavy metals.

Keywords: inversion voltammetry, solid electrodes, suitability criterion, heavy metals, determination.

УДК 547.854

АЛКИЛИРОВАНИЯ 2-ТИОКСО-6-ФЕНИЛПИРИМИДИН-4-ОНА В РЕАКЦИИ С₄-С₉АЛКИЛГАЛОГЕНИДАМИ

Х.И.Нурбоев⁰, К.Т.Советов¹, А.Р.Каржавов¹, Э.А.Рузиев¹

¹Преподователи Самаркандского медицинсулта

²Доцент Самаркандского государственного университета

Аннотация . Проведено алкилирование 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она алкилгалогенидами С₄-С₉. Показано, что в зависимости от условий реакции и соотношения реагентов образуются продукты N³-алкилирования. Найдено, что в отличие от метилиодида, метилтозилата, алкилирование 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она алкилгалогенидами С₄-С₉ в абсолютном спирте идет с образованием смеси изомерных N³ и O⁴-алкилпродуктов.

Ключевые слова: 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она алкилирования С₄-С₉, алкилгалогениды.

Реакция алкирования 2-тиоксопиримидин-4-онов как и в случае 2-оксопиримидин-4-онов идет в разных направлениях. Это обусловлено различной электроотрицательностью атомов кислорода и серы, хотя анионы 2-тиоксо-6-метилпиримидин-4-она имеет полиидентный характер(1). В этих анионах отрицательный заряд делокализован от атома кислорода к другим гетероатомам(1).

Известно, что в отличие от кислородных аналогов 2-тиоксопиримидин-4-оны и их бензоаналоги - хиназолин-4-оны метилируются в основном по S-центру[2-4], что объясняется более сильной поляризацией C=S связи.

2-Тиоксо-6-метилпиримидин-4-оны, имеющие различные заместители в положениях 5 и 6 также метилируются по S-центру. Подобным образом ведут себя эти соединения при алкилировании с другими алкилирующими агентами. Продукты алкилирования по другим атомам (N³, N¹, O⁴) были обнаружены только в случае метилирования 2-тиоксо-6-метилпиримидин-4-она "жестким" алкилирующим агентом-метилтозилатом в различных растворителях [2]. При метилировании же 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она иодистым метилом и метилтозилатом в ДМФА алкилирующий агент направляется наряду с S-центром и по атому азота в положении 3. Алкилирование атома кислорода 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она наблюдалось и при метилировании метилтозилатом в ДМФА.

Изменение направления реакции происходит и при алкилировании 2-оксо- и-тиоксо-6-метилпиримидин-4-она алкилгалогенидами С₄-С₉ [5,6].

Такое разнообразное поведение 2-тиоксопиримидин-4-онов при метилировании требует проведения исследований по алкилированию этих соединений высшими алкилгалогенидами. В связи с вышеизложенным нам показалось интересным изучение алкилирования 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она алкилгалогенидами С₄-С₉ в подобных для 2-оксо(тиоксо)-6-метилпиримидин-4-она условиях. Сравнение выходов продуктов реакции алкилирования 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она с таковыми 2-тиоксо-6-метилпиримидин-4-она показывает (см. табл.1), что в случае первого они намного выше, чем для последнего. Этот факт объясняется различной природой влияния метильной и фенильной групп на ход реакции. Метильная группа своим положительным индуктивным эффектом повышает основность реакционных центров. Этим она частично уменьшает поляризуемость C=S-связи. В случае же фенильной группы бензольное кольцо находится в сопряжении с пиримидиновым циклом и амидным карбонилем.

Строение синтезированных соединений подтверждено данными элементного анализа, ИК-, ПМР-, масс-спектров. В спектре 2-алкилтио-6-фенилпиримидин-4-онов (3-10) присутствуют полосы поглощения νCO-группы в области 2902-3051 см⁻¹.

Алкилирование 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она н-бутилбромидом в абсолютном спирте идет с образованием 2-тиоксо-3-н-бутил-6-фенилпиримидин-4-она. Аналогичные данные были получены при проведении реакции в CH₃CN в присутствии гидрида натрия. В спектре ПМР этого соединения имеется сигнал протонов при 3,25 м. д. в виде триплета, характерный для N-метиленовой

группы. Протоны концевой метальной группы дают триплет с центром при 0,75 м. д. , а протоны метиленовых групп обнаруживаются в виде двух мультиплетов в области 1,25 и 1,65 м. д. Метинный протон при Н-5 проявляется в виде синглета при 6,92 м. д. и значительно сдвинут в сторону слабого поля по сравнению с таковым для 2-тиоксо-3-н-бутил-6-фенилпиримидин-4-она (6,13 м.д.). Протоны бензольного кольца наблюдаются в области 7,40 и 8,12 м. д. (мультиплеты).

Аналогично идет алкилирование калиевой соли 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она н-гексилбромидом, -гептил-, -октил-, нонилиодидами в абсолютном спирте. В спектрах ПМР 2-тиоксо-6-фенил-3-н-бутил-, -гептил-, -октил-, нонилпиримидин-4-онов имеются следующие резонансные сигналы при: 0,72 (уширенный триплет, CH_3), 1,07-1,17 и 1,65- 1,07 (уширенные мультиплеты, 4CH_2), 3,25(триплет, N- CH_2), 6,92(Н-5), 7,40 и 8,12 м. д. (мультиплеты, Аг). Эти данные также указывают на протекание реакции по атому азота в третьем положении с образованием 3-алкил-6-фенил-2-тиоксопиримидин-4-онов. При переходе от алкилгалогенидов нормального строения к алкилгалогенидамизостроения направление реакции резко меняется.

Сравнение полученных данных по алкилированию 2-тиоксо-6-метил- и -фенилпиримидин-4-онов алкилгалогенидами C_4 - C_9 с их метилированием показывает, что в случае последнего реакция идет по атомам серы, N^3 , N^1 . Однако во всех случаях преобладает продукт S-алкилирования. Алкилирование 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она иодистим метилом в спирте также идет в основном по атому серы. При переходе к метилтозилату была получена смесь S- и N^3 - продуктов почти в равных количествах.

При этом был также получен продукт алкилирования атома кислорода (2%). Доля этого продукта увеличивается при проведении реакции 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она с метилтозилатом в ДМФА (до 10-15%).

Таким образом, алкилирование 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она н-гексилбромидом, гептил-, -октил-, -нонилодидами идет по атому N-3. При переходе же от алкилгалогенидов нормального строения к изо-аналогам алкилированию подвергается атом кислорода в положении 4 (например в случае вт. -бутилиодида). Эти данные показывают роль пространственного эффекта в изученных реакциях.

Алкилирование 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она с избытком алкилгалогенидов приводит к образованию бис-продуктов, т.е. реакция идет с затрагиванием одновременно S- и N-3 центров с образованием 2-алкилтио- 3-алкил-6-фенилпиримидин-4-онов.

Экспериментальная часть

ИК-спектры сняты на спектрофотометре UR-20 в таблетках KBr и на приборе PERKINELMER-System 2000 FT-IR, масс-спектры - на спектрофотометре MX-1303, MX-1321, MX-1310 и хромато-масс-спектрометре MS25RS, спектры ПМР- на приборе JNM-4H-100 и Tesla B8-567A(внутренний стандарт - ТМС, ГМДС, шкала 8). Значения R_f определены на пластинках "Silufol" UV-254(ЧССР). Проявитель: пары иода.

Растворители (ацетонитрил, спирт, ДМФА, ДМСО) очищены и абсолютированы по стандартной методике.

Алкилирование 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она-бутилбромидом.

В колбу емкостью 100 мл поместили 20 мл абсолютного спирта, 0,14 г (2,5 ммоль) КОН и перемешивали до полного растворения едкого калия. Потом добавили 0,51 г (2,5 ммоль) 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она, перемешивали 30 минут при комнатной температуре. В реакционную смесь добавили 0,27 мл (2,5 ммоль) н-бутилбромида, нагревали на водяной бане 4 часа. Реакционную смесь охлаждали, разлагали 50 мл холодной воды, экстрагировали хлороформом, сушили над безводным сульфатом натрия. Растворитель отгоняли, выпавший осадок отфильтровали, промывали водой и сушили. Выход 3 92%. Т. пл. =159-160⁰ С (гексан).

2-втор.-Бутилтио-6-фенилпиримидин-4-он (4)

Выход продукта 4 60%. Т. пл =190-192⁰С(гексан). ИК-спектр: 1667 ($\nu=\text{CO}$), 1544 ($\nu \text{ C}=\text{C}$), 1566 ($\nu \text{ C}=\text{N}$). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$ %): 260 (M^+ ; 21), 245 (M^+-15 ; 13), 232(M^+-28 ; 13), 227(M^+-33 ; 40), 204 (M^+-56 ; 40), 199 (M^+-61 ; 14), 176 (M^+-84 ; 33), 171(M^+-89 ; 22), 146 (M^+-114 ; 80), 116(M^+-144 ; 88), 103 (M^+-157 ; 94).

2-изо-Бутилтио-6-фенилпиримидин-4-он (5)

Выход продукта 5 34%. Т. пл =195-196⁰С(гексан).

2-н-Пентилтио-6-фенилпиримидин-4-он (6)

Выход 95%. Т. пл =158-160⁰С(гексан). ИК-спектр: 1659 ($\nu=\text{CO}$), 1549 ($\nu \text{ C}=\text{C}$), 1566 ($\nu \text{ C}=\text{N}$).

2-н-Гексилтио-6-фенилпиримидин-4-он (7)

Выход 83%. Т. пл . =142-144⁰С(гексан). ИК-спектр: 1661 ($\nu=\text{CO}$), 1543 ($\nu \text{ C}=\text{C}$), 1566 ($\nu \text{ C}=\text{N}$).

2-н-Гептилтио-6-фенилпиримидин-4-он (8)

Выход 60%. Т. пл.=78-

80°C(гексан). ИК-спектр: 1660 (ν =CO), 1507 (ν C=C), 1606 (ν C= N). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$ %): 302 (M^+ ; 13), 273 (M^+ -29; 13), 269(M^+ -33; 17), 255(M^+ -47; 56), 230 (M^+ -72; 43), 217 (M^+ -85; 100), 203 (M^+ -99; 60), 192(M^+ - 110; 56), 155 (M^+ -147; 65), 141(M^+ -161; 65).

2-н-Октилтио-6-фенилпиримидин-4-он (9)

Выход 70%. Т. пл.=

122-124°C(гексан). ИК-спектр: 1507 (ν C=C), 1602, 1606 (ν C= N). Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$ %): 316 (M^+ ; 100), 283 (M^+ -33; 66), 269(M^+ -47; 93), 259(M^+ -57; 40), 255 (M^+ -62; 33), 246 (M^+ -70; 33), 239 (M^+ -77; 86), 218(M^+ -98; 93), 204 (M^+ -112; 80), 176(M^+ -140; 86). 272 (M^+ -144; 73), 129 (M^+ -187; 33), 116(M^+ -200;73), 104 (M^+ -212; 80).

2-н-Нонилтио-6-фенилпиримидин-4-он (10)

Выход 79%. Т.

пл.=120-122°C(гексан). ИК-спектр: 1660 (ν =C) .

Алкилирование 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она с избытком в г. бутилиодида

Аналогично вышеописанному из 0,51 г (2,5 ммоль) 2-тиоксо-6-фенил- пиримидин-4-она, 10 г (2,5 ммоль) едкого натрия и 1,5 мл (12 ммоль) втор, иодистого бутила в 20 мл абсолютного ДМФА получили 0,81 г (66%) 2- втор.бутилтио-3-вт.бутил-6-фенилпиримидин-4-она с т. пл.=188-190°C (гексан).

Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$ %): 316 (M^+ ; 30), 288 (M^+ -28; 38), 283(M^+ -33; 28), 260(M^+ -56; 28), 245 (M^+ -71; 30), 232 (M^+ -84; 69), 227 (M^+ -89; 48), 204(M^+ -112; 100), 199 (M^+ -117; 19), 187(M^+ -129; 15), 172 (M^+ -144; 56), 160(M^+ -156; 100), 146 (M^+ -170; 26), 12-8 (M^+ -188; 25).

Таблица-1

Выходы и некоторые физико-химические характеристики 2-алкилтио-6-метил-, фенилпиримидин-4-онов

№	Алкилирующий агент	Продукт реакции	R ¹	Выход в %	Т. пл °C	R _f **	Найдено в %				Брутто формула	Вычислено в%			
							C	H	N	S		C	H	N	S
1	н- C ₄ H ₉ Br	3	н-C ₄ H ₉	92	158-160	0,90	64,7	6,17	10,1	12,2	C ₁₄ H ₂₄ N ₂ O S	64,8	6,17	10,2	12,3
2	вт. C ₄ H ₉ I	4	вт-C ₄ H ₉	60	190-192	0,83	64,7	6,17	10,1	12,2	C ₁₄ H ₂₄ N ₂ O S	64,8	6,17	10,2	12,3
3	ИЗО-C ₄ H ₉ Cl	5	изо-C ₄ H ₉	31	194-196	0,30	64,7	6,17	10,1	12,2	C ₁₄ H ₂₄ N ₂ O S	64,8	6,17	10,2	12,3
4	н- C ₅ H ₁₁ Br	6	н-C ₅ H ₁₁	92	158-160	0,78	65,5	6,56	10,2	11,5	C ₁₅ H ₁₈ N ₂ O S	65,6	6,56	10,2	11,6
5	н- C ₆ H ₁₃ Br	7	н- C ₆ H ₁₃	83	142-144	0,81	66,5	6,92	9,71	11,1	C ₁₆ H ₂₀ N ₂ O S	66,6	6,94	9,72	11,1
6	н- C ₇ H ₁₅ I	8	н- C ₇ H ₁₅	60	78-80	0,92	67,5	7,27	9,26	10,5	C ₁₇ H ₂₂ N ₂ O S	67,5	7,28	9,27	10,5
7	н- C ₈ H ₁₇ I	9	н- C ₈ H ₁₇	70	122-124	0,69	68,2	7,58	8,86	10,0	C ₁₈ H ₂₄ N ₂ O S	68,3	7,59	8,86	10,1
8	н- C ₉ H ₁₉ I	10	н- C ₉ H ₁₉	79	120-122	0,90	69,0	7,36	8,47	9,68	C ₁₉ H ₂₆ N ₂ O S	69,0	7,87	8,48	9,69

*Соединения 3-10 перекристаллизовали из гексана.

**Значения R_f – определены в системе хлороформ:спирт, на пластинках SilufolUV-254

2-втор.Бутилтио-3-вт.бутил-6-фенилпиримидин-4-он выход (66%) Т. пл.= 13

8-141 °C(гексан).

Масс-спектр, m/z ($I_{\text{отн}}$ %): 344 (M^+ ; 12), 301 (M^+ -43; 25), 274(M^+ -70; 42), 241(M^+ -109; 27), 231 (M^+ -113; 53), 214 (M^+ -130; 19), 204(M^+ -140; 100), 172 (M^+ -172; 21), 171(M^+ -173; 21), 146 (M^+ -198; 36), 117(M^+ -227;25), 105 (M^+ -239; 19).

Алкилирование 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она бромистым бутилом в присутствии гидроксида натрия в ацетонитриле

Дает соединение 3 с выходом 79%. Т. пл. 159-160°C (гексан). Алкилированием 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она втор.-иодистым бутилом в присутствии гидрида натрия в ацетонитриле получили с 60% -ным выходом продукт 4 с т. пл. =190-192°C (гексан).

Алкилирование 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она н-бромистым бутилом в присутствии гидрида натрия в ДМФА дает продукт 3 с выходом 78%. Т. пл. =159-160°C (гексан). Алкилированием 2-тиоксо-6-фенилпиримидин-4-она втор.-иодистым бутилом в присутствии гидрида натрия в ДМФА получили соединение 4 с выходом 15% Т. пл. =190-192°C (гексан).

Литература

1. Нурбоев Х.И., Орипов Э.О., Абдуллаев Н.Д., Шахидоятов Х.М. Алкилирование 2-оксо-, -тиоксопиримидинонов-4. Химия природ, соед. , 1997. спецвыпуск.- С.35-36.
2. Захидов К.А. Синтез 2-оксо-, -тиоксо-, -селеноксо-, аминопиримидинонов-4 и алкилирование их полидентных анионов. Дис. ... канд.хим.наук, Ташкент, 1993.
3. Нурбоев Х.И., Орипов Э.О., Шахидоятов Х.М. тезисы докладов конференции: Научное обеспечение ветеринарного благополучия животноводства Узбекистана. Самарканд , 1996 . С. 112.
4. Нурбоев Х.И. Дис. ... канд. хим. наук., Ташкент, 1998

X.I.Nurboyev, K.T.Sovetov, A.R.Karjavov, E.A.Ruziyev 2-TIOKSO-6-FENILPIRIMIDIN-4-ONNI S4-S9- ALKIL-

GALOGENIDLAR BILAN ALKILLASH

2-Tiokso-6-fenilpirimidin-4-onni C₄-C₉

alkilgalogenidlar bilan alkilashlangan. Reaksiya sharoiti, reagentlar nisbatiga karab 2-S- alkil, N3- va O4 maxsulotlar xosil bulishi kursatilgan. 2-Tiokso-6-fenilpirimidin-4-onni metilyodid va metiltozilat bilan alkilashdan farkli ularok uni C₄-C₉ alkilgalogenidlar bilan alkilash 2-S- alkil maxsulotdan tashkari izomer N3- va O4-alkilproduktlar aralashmasiga olib kelishi aniklangan.

Kalit so'zlar: 2-tiokso-6-fenilpirimidin-4-onning C₄-C₉ alkililash, alkilgalogenidlar.

ALKYLATION OF 2-TIOXO-6-PHENILPYRIMIDIN-4-ONE WITH C₄-C₉ ALKYLHALIDES

The alkylation of 2-tioxo-6-phenylpyrimidin-4-one with C₄-C₉ alkylhalides is studied. It was shown that depends on reactions condition, reagents relation S- N³-O⁴alkylproducts were obtained. Alkylation of 2-tioxo-6-phenylpyrimidin-4-one with C₄-C₉ alkylhalides give mixture isomeric N³- and O⁴-alkylproducts.

Keywords: 2-tioxo-6-phenylpyrimidin-4-one with C₄-C₉alkylhalides alkylhalides.

UDK 543.422:543.064: 547.565:547.653

KOBALT (II) IONINI YANGI 2-NITROZO-5-METOKSI FENOLYORDAMIDA SORBSION-FOTOMETRIK ANIQLASH

X.Sh.Yaxshiyeva¹, Z.A.Smanova²

¹Jizzax davlat pedagogika intsituti qg'ituvchisi

²O'zbekiston Milliy universiteti dotsenti

Annotasiya. 2-nitrozo-5-metoksi fenol reagenti metall ionlari bilan xususan, kobalt ionlari bilan sifat reaksiyalari o'rganilgan va reagentning maxsus tolaga immobilizatsiya xususiyatlari ko'rsatilgan. Suv tarkibidagi kobalt (II) ionini aniqlash metodikasi taklif etilgan.

Kalit so'zlar: immobilizatsiya, tashuvchi, sorbsion-spektroskopik aniqlash, kompleks xosil qilish, kobalt ionlari.

Hozirgi kunda og'ir metallarni aniqlashda asosiy zamonaviy fizik- kimyoviy usullardan biri bo'lgan spektrofotometrik usullar keng qullaniladi. Lekin xar doim xam spektrofotometrik usul bilan aniqlash imkoniyati bo'lmaydi, chunki ko'p qo'shimcha operatsiyalar, begona ionlarni halaqit berishi, ularni ajratib olish va boshqa tayyorgarlik ishlari masalasi yechimga ega emas. Shuning uchun yangi ekspress, sezgir, tanlab ta'sir etuvchan usullarni yaratish dolzarb muammolardan biri. Bu masalani yechishda yangi immobilizatsiya organik reagentlardan foydalanilmoqda [1-5].

Immobilizatsiya organik reagentlar yordamida elementlarning mikromiqdori sorbsion-fotometrik aniqlash yangi rivojlanayotgan usullar qatoriga kiradi. Sorbsion-fotometrik usuli test tabiatiga tez va arzon,

tanlab ta'sir etuvchan, dala sharoitida ham qo'llash mumkin bo'lgan qimmat apparaturalar talab etmaydigan usuldir [6-8].

Oxirgi yillarda fotometrik analizda tolali sorbentlardan foydalanish amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Bu esa yangi, sezgirligi yuqori, selktiv sorbsion-fotometrik usulni yaratishga imkon bermoqda. Ushbu analiz usulida ham fotometrik analizda ma'lum bo'lgan organik reagentlardan foydalanish yo'lga qo'yilgan. Sorbsion – fotometrik usullarning sezgirligi va aniqligi test metodlarga qaraganda yuqoriroq hisoblanadi [9].

Ishning maqsadinur qaytarish spektroskopiya usulida kobaltni SMA-1 ga immobilizasiya qilingan 2-nitrozo 5-metoksi fenol reagenti yordamida aniqlashning optimal sharoitlarini va reaksiya mexanizmini, ion almashuvchi guruhlarini aniqlashdan iborat va olingan natijalar asosida kobalt ionini aniqlashda yangi sorbsion-fotometrik usul ishlab chiqish.

Tajriba qismi

0.1% li 2-nitrozo-5-metoksi fenolni ishchi eritmasini tayyorlash uchun 0,1000 g 2-nitrozo-5-metoksi fenoldan analitik tarozida tortib olib, uni 100 ml o'lchov kolbasiga solib, belgisigacha etil spirti bilan keltirildi. Kobaltni 1,0 mg/ml eritmasini tayerlash uchun kobalt sulfat tuzidan ma'lum metodika [11] bo'yicha tayyorlandi. Bufer eritmalarning har xil rN (1 – 12) li universal bufer aralashmasi ham ma'lum metodika [12] bo'yicha tayyorlandi.

Eritmalarning rN larini o'lchash uchun universal ionomer – EV – 130 va Koreyada ishlab chiqarilgan rN – metr rN/M foydalanildi. Eritmalarning nur yutishi spektrlarini olish uchun „NV – Vis Specord M – 40 nomli spektrokolorimetridan foydalanildi. IQ – spektrlar «Avatar-300» markali asbob yordamida kompleksni KBr bilan tabletka holiga keltirilib 400 – 4000 sm^{-1} chastota intervalida olingan.

Olingan natijalar va ularning tahlili

Organik reagentlarni polimerli matrisaga immobilashning elektrostatik, adsorbsion va kovalent immobilash turlari mavjud. Ion almashuvchi tolasimon sorbentlar o'zining sirt yuzasi kattaligi bilan boshqa donador sorbentlardan afzaldir. Bu xususiyat uning yuzasida sorbsiya – desorbsiya prosessi yaxshi ketishi va juda ham kichik konsentrsiyadagi ionlarni adsorbsiyalashga yordam beradi. Nitron tolasini kimyoviy holatga o'tkazish uchun uni geksametilendiamin bilan yoki shu kabi moddalar bilan modifikatsiyalash sorbentning faolligini oshiradi [10].

Eng oddiy va ko'p ishlatiladigan immobilash usuli, tolaga organik reagentni adsorbsiyalash hisoblanadi. Bunda tolaning tarkibidagi ma'lum bir gruppalar bilan reagent o'rtasida yangi bog'lanish paydo bo'ladi. Bunday bog'ning tabiatiga analiz o'tkazish vaqtida eritmaning rN, ion kuchi, temperaturasi va zrituvchi tabiatining ozgina o'zgarishi katta ta'sir qiladi. Bu ta'sirlarni inobatga olmaslik reagentning toladan desorbsiyalanishiga olib kelishi mumkin [13, 14]. Immobilashni usullari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Reagentning tolada immobilash usullari

(n=3; P=0,95; λ_{max} =540nm; t= 6 min; rN=5,6; universal bufer; SMA-1)

№	Immobilash usullari	$\Delta\bar{A}$
1	Tola+ So^{2+} + (R+bufer+distillangan suv)	0,346
2	Tola+ R + (So^{2+} +bufer+distillangan suv)	0,598
3	(So^{2+} +R+bufer+distillangan suv)+ Tola	0,418

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, tolaga oldin reagentni immobilash keyin kobalt ionini o'tkazilsa maksimal analitik signal namoyon bo'lar ekan.

Tolali tashuvchilarga organik reagentlarni immobilashda optimal sharoit: konsentrsiya, vaqt, rN analitik signalga ta'sir qiladi. Immobilashda maxsus optimal sharoitlar tanlab olinadi.

2-nitrozo-5-metoksi fenol reagentini tolaga immobilash mexanizmini o'rganish uchun tolani, reagentni, immobilangan tolaning va toladagi kompleksning immobilash mexanizmini IQ – spektroskopiya yordamida o'rganildi.

Tolani va immobilangan tolani IQ-spektri solishtirilganida asosiy o'zgarishlar –O-SN₃, -ON, -C=N, -S-O- va O=N- guruxga tegishli valent tebranmalarda ko'rindi.

2-jadval

Immobilashning IQ – spektroskopik natijalari

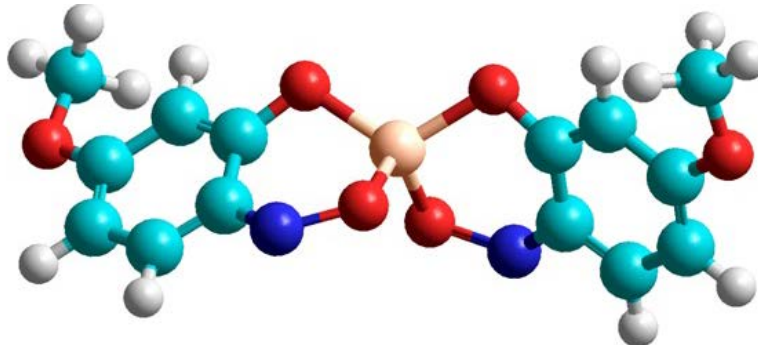
Funksional guruxlar	V_R, sm^{-1}	$V_{\text{MeR}}, \text{sm}^{-1}$	ΔV	$V_{\text{tola}}, \text{sm}^{-1}$	Re_{IM}	ΔV
---------------------	-----------------------	----------------------------------	------------	-----------------------------------	-------------------------	------------

-S-O-	1402	1402	-	1628	1541	87
-OH	3068	3218	150	3430	3523	93
-NH ₂	-	3445	-	-	3350	95
-S≡N	-	-	-	2240	1656	584
-NO	1248	1143	105	1549	1239	310
-OSH ₃	1402	1402	-	-	1471	69

Geksametilendiamin bilan modifikatsiya qilingan tolani IQ-spektri $3200\text{--}3500\text{ cm}^{-1}$, 1600 cm^{-1} va 1580 cm^{-1} chastotalarda tebranishlar kurindi, bu Reagentni -N=O- guruxiga tegishli tebranishlar $1580\text{--}1600\text{ cm}^{-1}$ da intensivligi ko'rinadi tebranishlar -NH- guruxga taluqli. Asosiy modifikatsiya nitronga nur yutilish intensivligi $\text{-C}\equiv\text{N-}$ ga tegishli, $3200\text{--}3800\text{ cm}^{-1}$ nur yutilishning intensivligini kamayishi vodorod bog'lar hosil bo'lishini ko'rsatadi. Asosiy modifikatsiya nitronga nur yutilish intensivligi $\text{-S}\equiv\text{N}$ ga ta'luqli bo'lib, bu guruxda yaqqol o'zgarish bo'ladi. 3430 ; 3447 cm^{-1} chastotalarda kuzatilgan o'zgarish vodorod bog'lari hosil bo'lgani natijasidir [15- 17].

Immobillangan tolada 2924 cm^{-1} dagi intensivligi paydo bo'lishi molekulalararo vodorod bog'lar hisobiga hosil bo'lishini ko'rsatadi.

Ushbu jadvaldan ko'rinib turibdiki, kobalt (II) ionining immobillangan 2-nitrozo-5-metoksi fenol reagenti bilan kompleks xosil bo'lishi asosan nitrozo va gidroksi – guruhlar orqali sodir bo'ladi va uning CHEM OFFICE dasturi orqali yarim poluemperik RM-3 usul bilan hisoblangan taxminiy struktura tuzilishini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



Rasm 1. Kompleksni ChemOffice programmasi bo'yicha tuzilishi.

3-jadval

So⁺² ionining 2-nitrozo-5-metoksi fenol reagenti bilan hosil qilgan immobillangan kompleksining spektral tavsifi

Kompleks ning rangi	rN	$\lambda_{\max}$, R	$\lambda_{\max}$, komp	$\Delta\lambda$	$S_{\text{So}^{+2}}$, mol/l $\cdot 10^{-5}$	$S_{\text{So}^{+2}}$, mkg	ΔA	$\epsilon \cdot 10^{-5}$	S.s, mkg/ml
Yashil	5,60	440	660	220	1,88	40	0,52	2,08	0,0015

Kobalt (II) ionining immobillangan 2-nitrozo-5-metoksi fenol reagenti bilan hosil qilgan kompleksi tarkibiy mollar nisbatini izomolyar seriyalar hamda Asmus usullari yordamida aniqlandi. Temirni sorbsion-spektrometrik aniqlash natijalari asosida usulning selektiv va tanlab ta'sir etuvchanlik kabi bir qator afzalliklarga ega ekanligi bilan ustunligi ko'rsatildi.

4-jadval

Kobalt (II) ionini binar, uchlamchi va undan murakkab suniy aralashmalar tarkibidan aniqlash

Aralashmaning tarkibi, mkg	Topilgan So, mkg($\bar{x} \pm \Delta X$)	S	S _r
So(1,0)+Pb(2,0)	0,94±0,09	0,08	0,084
So(2,0)+Pb(1,0)+Cu(1,0);	1,96±0,18	0,16	0,081
So(1,0)+Pb(1,0)+Cd(13,0)+Cu(10,0);	2,03±0,21	0,19	0,096

Model aralashma tayyorlash: 50 ml o'lchov kolbalariga kobaltni aniq konsentrasiyalari eritmasidan, 2ml dan Fe(III), Mg(II), V(V), Cu(I, II), Sb(II), Pd(II), Pb(II), Cd(II) tuzlari eritmasidan, 5ml dan bufer eritma va niqoblovchi reagentlardan solib chizig'igacha distillangan suv solinadi va 20 mg immobillangan

toladan o'tkaziladi. Analitik signali o'lchanadi va miqdori gradirovkali grafik bo'yicha xisoblanadi (4-jadval).

Bu usul bilan kobalt(II) ionlarini atrof-muhit obyektlari tarkibidan REChM igacha aniqlash mumkin. Xulosa qilib aytganda temirni aniqlashning sezgir, tanlab ta'sir etuvchan, kam vaqt talab etadigan, aniqligi yuqori bo'lgan analitik usul ishlab chiqildi.

Mualliflar professor M.G'.Muxamediyev va k.f.d. D.A.G'afurovalarga SMA-1 sorbentinihamda dosent X.S.Tojimuxamedovga sintez qilingan reagentni taqdim etganliklari uchun minnatdorchilik bildiradilar.

Adabiyotlar:

1. Ремезова Т.Б. Медицинская химия элементов. Л.: -1978.-95с.
2. Тихонов В.Н. Аналитическая химия элементов. М.: -1979. – 265с.
3. Скальный А.В. Химические элементы в физиологии и экология человека М.: Мир, 2004 г. - 248с.
4. Сигор Г.А. Физико-химический анализ в экологии –Севаст.: 2005, 14 с.
5. Давыдова С.Л. О токсичности ионов металлов -М.: Химия, №3, 1991. 243 с.
6. Мясоедова Г.В., Швоева О.П. Определение малых концентраций элементов//М.: Наука, 1986. 78-81 с.
7. Кочигин О.В. Исследование полимерных хелатных сорбентов // Журнал аналитической химии.-2006.-Т.61.- №2.- С.120-124.
8. Марасонова Е.И., Великородный А.А., Никулин И.В.и др. Ксерогели модифицированных 1-(2-пиридилазо)-2-нафтол и КО индикатор трубки для определения меди(II) и железа(III) в растворах// Журнал аналит. химии. -2000.-Т 55. -№5.-С 539-545.
9. Басаргин Н.Н., Голосницкая В.А., Позовский Ю.Г. Органические реагенты и хелатные сорбенты в неорганическом анализе.М. Наука, 1980. 81 с.
10. Мусаев У.Н., Мухамедиев М.Г., Икрамова М.Э. Синтез модифицированных сорбентов на основе полиакрилонитрильных волокон // Научный вестник НамГУ.-2001.-№2.-117-119с.
11. Коростылев П.П. Приготовление растворов. 1962. М.; Химия. С. 203-206.
12. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. -М. : Химия. 1971. -230-238 с.
13. Саввин С.Б. Модифицированные и иммобилизованные органические реагенты.// Журнал аналитической химии.-1996, -Т.51, -№1, -С.49-56.
14. Запорожец О.А., Гавер О.М., Сухан В.В. Иммобилизация реагентов на поверхности носителей. // Успехи химии.-1997. -Т 66,- №7, -С.702-712.
15. Накамото К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. -М.: Мир, 1966.198-208с.
16. Казицина Л.А., Куплетская Н.Б. Применение УФ-, ИК-, ЯМР-спектроскопии в органической химии. - М.: Высшая школа, 1971.-.214-234 с.
17. Беллами Л. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул. М.: Мир, 1971. 318 с.

Х.Ш.Яхшиева, З.А.Сманова СОРБЦИОННО-ФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНА КОБАЛЬТА(II) С ПОМОЩЬЮ 2-НИТРОЗО-5-МЕТОКСИ ФЕНОЛА

Показана возможность использования 2-нитрозо-5-метокси фенола для иммобилизации на волокнистых носителях и применения в качестве специфического аналитического реагента для определения ионов металлов, в частности для определения иона кобальта(II). Предложена методика определения иона кобальта(II) в сточных водах.

Ключевые слова: иммобилизация, носитель, сорбционно-спектроскопическое определение, комплексообразование, ионы кобальта.

H.Sh. Yakhshieva, Z.A.Smanova METHODS OF SORPTION- PHOTOMETRIC DETERMINATION OF COBALT (II) ION WITH THE HELP 2- NITROSO-5-METHOXY-PHENOL

Use possibility 2-nitroso-5-methoxyphenol for immobilization on fibrous carriers and applications as a specific analytical reagent for determination of ions of metals, in particular for determination of an ion of cobalt (II) is shown. The methods of determination of an ion of cobalt (II) in sewage is offered.

Keywords: immobilization, carrier, sorption-spectroscopical determination, complex-formation, ion of cobalt.

УДК 547. 26. 326.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ПРОДУКТЫ В КАЧЕСТВЕ МАСЛО – ЖИРОВЫХ БИОДИЗЕЛЕЙ

А.Р.Каржавов¹, Х.И.Нурбаев¹, К.Т.Советов¹, Э.А.Рузиев²

¹Преподователи Самаркандского медицинского института

Аннотация: Экспериментально получена смесь эфиров спиртов из отходов биохимических заводов – сивушного масла и жирных кислот из соапстока – отхода масло-жир комбинатов, соответствующих по составу требованиям производства биодизеля.

Ключевые слова: Биодизель, топливо, цетановый индекс, АБСК, сивушное масло, соапсток, катализатор, кислотное число.

В Республике Узбекистан функционирующих масло-жировых заводах ежегодно получается более 20 тысяч тонн **соапсток**, который содержит несколько высших карбоновых кислот. А в биохимических заводах при получении спиртов в качестве отхода образуется сивушное масло. Эти соединения являются исходным сырьем для биодизеля.

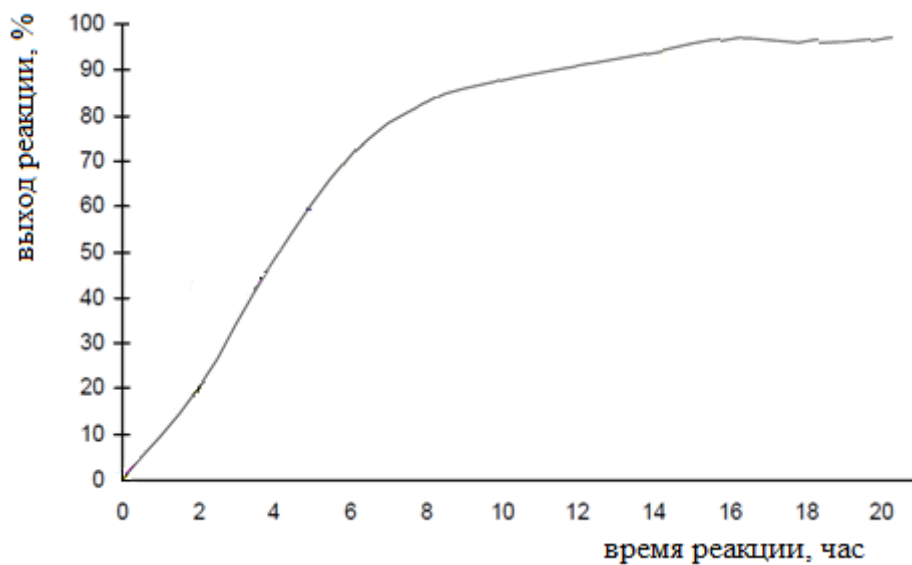


Рис.1. Влияние времени на выход реакции, при температуре кипения смеси веществ, 3% катализатора (АБСК) от массы жирных кислот.

Учитывая доступность исходного сырья, нами исследована реакция алкоголиза соапстока с сивушным маслом в присутствии катализатора алкилбензосульфокислоты (АБСК). Производство АБСК налажено в Узбекистане (Бухарская область). При использовании АБСК в отличие от серной кислоты не стоит вопрос утилизации, а отделив катализатор можно многократно применить для алкоголиза соапсток.

С целью нахождения оптимальных условий изучено влияние времени реакции (рис.1) и концентрации катализатора (рис.2) на выход эфиров.

Оптимальные результаты получены при 1:1,2 молярном соотношении соапстока и сивушного масла (выход биодизеля 96–98 %) . С увеличением концентрации катализатора алкилбензолсульфокислоты(АБСК) скорость реакции увеличивается. Наилучшие результаты наблюдаются при 2,5%ном содержании катализатора (рис.1), через 14–16 ч реакция практически заканчивается с выходом биодизеля 97% (рис 2).

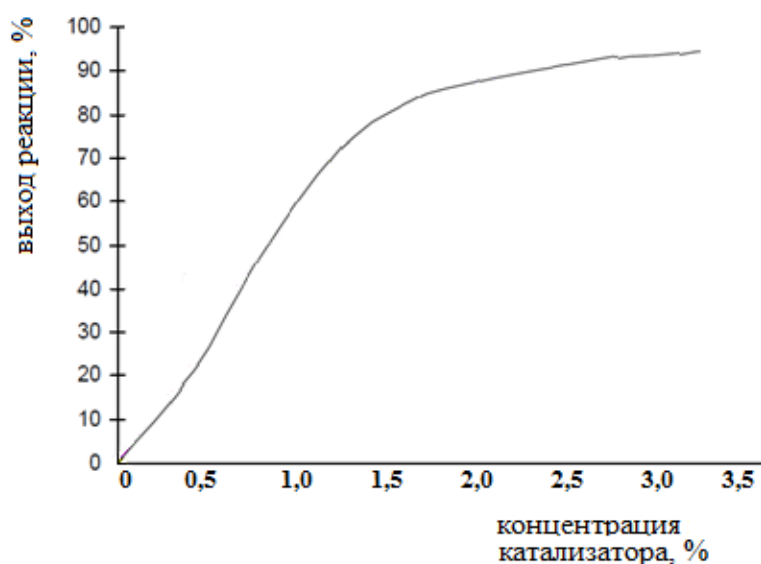


Рис.2. Влияние концентрации катализатора на выход реакции, при температуре кипения смеси веществ.

Физико-химические и химмотологические характеристики полученного биодизеля не уступают, а по некоторым параметрам превосходят отечественные и зарубежные марки нефтяных дизельных топлив.

Параметр	по ГОСТу	Получено
Плотность при 15°C, кг/м ³	860 - 900	887
Кинематическая вязкость, мм ² /с при 40 °C	3,5 – 5,0	4,3
Цетановый индекс	не менее 56	57
Кислотное число, мг КОН/г	не более 0,5	0,4
Содержание серы, % (масс.) менее	0,01	0,008
Испытание на медную пластину выдерживает	выдерживает	выдерживает

Получение биодизельного топлива на основе кислотно-катализируемой переэтерификации растительных масел низшими спиртами тоже имеет один из возможных методов. Однако, пока не нашло широкого применения в промышленности.

Это связано, прежде всего, с низкой скоростью кислотно-катализируемых процессов и необходимостью проведения реакции при значительно большем соотношении реагентов спирт/масло по сравнению с переэтерификацией в условиях основного катализа. Важной проблемой является утилизация отработанной серной кислоты [10].

Однако у кислотно-катализируемых процессов переэтерификации имеется и ряд существенных преимуществ по сравнению с реакциями, катализируемыми основаниями. Щелочные катализаторы очень чувствительны к качеству сырья. Присутствующие в масле свободные жирные кислоты взаимодействуют с основным катализатором с образованием мыл и при достаточной концентрации могут полностью его нейтрализовать. При наличии даже небольших количеств влаги происходит омыление эфиров. Образующиеся мыла способствуют образованию устойчивых эмульсий, что вызывает серьезные затруднения на стадии очистки биодизеля. Кислотные катализаторы гораздо менее чувствительны к качеству сырья, поскольку наряду с реакциями переэтерификации триацилглицеридов могут катализировать и реакции этерификации свободных жирных кислот [11].

Нефтяное дизельное топливо, наиболее используемый в мире тип топлива, его потребление достигло 934 млн т в год [1]. С ростом потребления нефтепродуктов, в том числе и нефтяного дизельного топлива, в ближайшее годы начнет ощущаться дефицит ресурсов нефти [2]. Поэтому во многих странах возрастает интерес к альтернативным моторным топливам.

Биодизель – альтернативная дизельная топлива, смесь низших эфиров жирных кислот, получаемых из растительных или животных жиров. Производство биодизеля базируется на возобновляемом сырье, ресурсы которого могут быстро наращиваться. Одновременно решается важная экологическая проблема – уменьшение эмиссии в атмосферу парниковых газов (CO₂ и др.) в 3,5–4,6 раза по

сравнению с нефтяным дизельным топливом [3]. Кроме того, биодизель не токсичен и легко разлагается в окружающей среде. При этом стоимость сырья достигает 80 % от стоимости биодизеля как конечного продукта [4].

Следовательно, стоимость биодизеля можно существенно снизить, если в качестве сырья использовать отходы производства, например, отработанного масла после жарки пищевых продуктов [5, 6]. Возникает вопрос о ресурсах отработанного масла. По данным, приведенным в работе [7], в странах ЕС количество отработанного масла составляет 700 – 1000 тыс. т в год.

Экспериментальная часть

Хроматографический и масс-спектральный анализ проводили на аппаратно-программном комплексе «AgilentTechnology» GC/MS AT 5973N по методу «DRAGSP-SHORT.M» с применением капиллярной колонки размером 30м×0,25 мм с 5% фенилметилсилоксаном при температуре инжектора 280°C, при программировании температуры термостата колонки от 150 до 280°C, величина пробы 1 мкл (электронная ионизация при 70 эВ).

Использовали газноситель – гелий (расход газа – 1.1 мл/мин), капиллярную колонку Restek Rtx_5ms, температура испарителя 280°C, температура ионизационной камеры 280°C, программированный температурный режим: температура термостата колонки 50–280°C, скорость подъема температуры 10 °C/мин. При проведении количественного анализа в качестве внутреннего стандарта использовался генэйкозан, относительно которого рассчитывались хроматографические пики сложных эфиров 4 основных жирных кислот, суммарное содержание которых в биодизеле составляет 98–99%. Хроматографические сигналы соответствующим этиловым, изопропиловым, изобутиловым, изоамиловым эфирам проводили с помощью библиотеки масс-спектров NIST.

Физико-химические характеристики полученного биодизеля определяли в соответствии со стандартными методиками: плотность (ГОСТ 3900_85), кинематическая вязкость (ГОСТ 33_2000), цетановый индекс (ГОСТ 27768-88), кислотное число (ГОСТ 5985-79), содержание серы (ГОСТ Р 50442-92), испытание на медную пластину (ГОСТ 6321_92).

Общая методика переэтерификации.

В реактор емкостью 10л снабженный мешалкой и обратным холодильником, вносили 4000 г соапстока (не менее 25% жирность), 1500 г сивушного масла и 20 г АБСК в 250 мл сивушного масла. Смесь интенсивно перемешивали при кипении 16 ч, отбирая пробы для ГЖХ анализа. После охлаждения не прореагировавшие спирты отгоняли под вакуумом, после чего реакционная смесь разделилась на два слоя.

Верхний слой состоял из сложных эфиров жирных кислот, а нижний содержал глицерин, АБСК и незначительное количество другие продукты неуставленного строения. Сложные эфиры отделяли на делительной воронке, промывали с водой до нейтральной реакции и сушили CaCl₂. Выход биодизель 1240 г (95%). Методом хромато-масс-спектрометрии установлен состав полученного биодизеля. В основном он содержит сложные эфиры олеиновой (18:1) – 58,1%, пальмитиновой (16:0) – 31,2%, линолевой (18:2) – 5,3%, и стеариновой (18:0) – 3,2% кислот. Суммарное содержание эфиров каприновой (10:0), миристиновой (14:0), пальмитолеиновой (16:1), маргариновой (17:0), линоленовой (18:3), арахидиновой (20:0) и бегеновой (22:0) кислот не превышает 2,2%.

Литература

1. Hobbein B.E., Stefen J.D., Layzell D.B. Canadian Biodiesel Initiative. Final Report / Biocap: Canada, Kingstone, Ontario, 2004.
2. Звонов В.А., Козлов А.В., Теренченко А.С. Исследование эффективности применения в дизельных двигателях топливных смесей и биотоплив // Рос.хим. журн. 2008. №6. С. 147–151.
3. Зернина И.А., Вольхин В.В. О возможности утилизации отработанного растительного масла путем переработки на биодизель // 2009. С. 16 – 25.
4. Demirbas A. Biodiesel production via non-catalytic SCF method and biodiesel characteristics // Energy Conversion and Management. 2006. V. 47. P. 2271–2282.
5. Yuan X. Optimization of conversion of waste rapeseed oil with high FFA to biodiesel using response surface methodology // Renew Energy. 2007, doi: 10.1016/j.renene. 2007.09.007
6. Encinar J.M., Gonzalez J.F., Rodriguez-Reinares A. Ethanolysis of used frying oil. Biodiesel preparation and characterization // Fuel Processing Technology. 2007. V. 88. P. 513–522.
7. Knothe G., Steidley K.R. Lubricity of Components of Biodiesel and Petrodiesel. The origin of Biodiesel Lubricity // Energy and Fuels. 2005. V. 19. P. 1192–1200.
8. Lang X. Preparation and Evaluation of Vegetable Oil Derived Biodiesel Esters as Lubricity Additives // Tribo Test. 2001. P. 131–150. 24

9. Lacey P.I., Westbrook S.R. Lubricity Requirement of Low Sulfur Diesel Fuels // SAE Tech. Pap Ser. 1995. 950248
10. Lotero E., Liu Y., Lopez D. E., Suwannakarn K., Bruce D. A., Goodwin J. G. // Ind. Eng. Chem. Res.– 2005.– Vol. 44.– N 14.– P. 5353.
11. Canaksi M., J. Van Gerpen. // Trans. ASAE.– 1999.– Vol. 42.– P. 1203.
12. Crabbe E., Nolasco Hipolito C., Kobayashi G., Sonomoto K., Ishizaki A. // Process Biochem.– 2001.– Vol. 37.– P. 65.
13. Zhang Y., Dube M. A., McLean D. D., Kates M. // Bioresour. Technol.– 2003.– Vol. 89.– P. 1.
14. Ataya F., Dube M. A., Ternan M. // Energy & Fuels.– 2007.– Vol. 21.– P. 2450.

**A.R.Karjavov, X.I.Nurbayev, K.T.Sovetov,
E.A.Ro'ziyev**

BIOKIMYOVIY MAHSULOTLARDAGI YOG'- MOY BIODIZELLAR

Tajriba yo'li ilan tarkibi bo'yicha biodizel sanoati talablarigi mos keladigan biokimyo zavodlari chiqindisi sivush moyidan efir va spirtlar aralashmasi, yog'-moy kombinatlari chiqindisi soapstokdan yog' kislotalari olingan.

Kalit so'zlar: biodizel, yoqilg'i, sivush moyi, ABSK, soapstok, katalizator, kislota soni.

**A.R.Karjavov, X.I.Nurbayev, K.T.Sovetov,
E.A.Ruziyev**

OIL-FAT BIODIESEL IN BIOCHEMICAL PRODUCTS

Experimentally obtained mixture of esters from alcohols fiochemical plant waste-fusel oil and fatty acids from EBLD photo-waste integrated-plants, the relevant requirements on the composition of the production of biodiesel.

Keywords: biodiesel, fuel, fusel, ABSK, soap-stock, catalyst, acid number.

UDK631.859

OZUQA KOMPONENTLARI NISBATI TURLI XIL BO'LGAN KOMPLEKS O'G'ITLAR OLISH

T.S.O'rozov¹, S.M.Tadjiyev², S.U.Tillayev¹

¹Samamaraqand davlat universiteti

²O'zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti

Annotatsiya. Markaziy Qizilqum fosforitlarini KCl ishtirokida hamda sulfat kislotaning to'liqsiz me'yorlarida qayta ishlash orqali fosfor-kaliylili kompleks o'g'itlar olish texnologiyasini yaratish.

Kalit so'zlar: o'g'it, oltingugurtli o'g'it, gidrofil, gidrofob, texnologiya.

Donli ekinlar va g'ozadan rejada kutiladigan hosilni yetishtirish uchun fosfor-kaliyli mineral o'g'itlarni qo'llash muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birgalikda mineral o'g'itlarga bo'lgan ehtiyojni ta'minlash uchun mahalliy xom ashyodan kam sarf xarajat qilib olinadigan jadallashgan texnologik usullarni ishlab chiqish bugunning dolzarb hisoblanadi. Chunki aholini oziq ovqat mahsulotlari bilan ta'minlash kimyo fani va kimyo sanoatlari oldiga qo'yilgan asosiy masaladir [1-2].

Ilmiy tadqiqot ishlarida Qizilqum fosforit konining R_2O_5 - 17,17%, CaO - 46,67%, SO_2 - 16,58% tarkibli boyitilmagan fosforitni 93,0 % li H_2SO_4 ning 80 % me'yoribilan qayta ishlendi va komponentlarni $P_2O_5:K_2O$ 1:(0,3-1) nisbatlarga teng miqdorda kaliy xlorid aralashtirilib PK tarkibli o'g'it olindi.

Suvda erimaydigan Qizilqum fosforit mineralini sulfat kislota bilan qayta ishlanganda suvda eriydigan monokalsiyfosfat $Ca(H_2PO_4)_2$ (kalsiy digidrofosfat) hosil bo'ladi. Bu texnologik jarayonda mayda kukunsimon kaliy xloridi aralashtirilib oziq moddalari suvda eruvchan fosfor-kaliyli murakkab o'g'itlar olishning jadallashgan texnologiyasi ishlandi.

1-jadval

Sulfat kislotaning 80 % me'yori va kaliy xlorid bilan qayta ishlab olingan PK o'g'itning kimyoviy tarkibi (konsentrasiya H_2SO_4 93%)

$P_2O_5:K_2O$	Tarkibi, %								
	P_2O_5			CO_2	CaO	SO_3	$CaSO_4$	H_2O	K_2O
	umumiy	o'sim. uzlash.	suvda eruv.						
1:0,3	10,74	9,40	1,13	2,96	26,81	23,69	40,30	14,46	3,11
1:0,5	10,12	8,08	1,08	2,79	25,25	22,31	37,96	13,54	5,45
1:0,7	9,78	8,00	1,00	2,69	24,42	21,58	36,72	15,49	6,80
1:1	9,12	8,07	1,01	2,51	22,76	20,11	34,22	16,52	9,09

Olingan mahsulot sovitilib, klassifikasiyalangandan so'ng uning tarkibidagi P_2O_5 ning turli shakllari va umumiy CaO, SO_3 , namlik miqdorlari ma'lum standart usullar yordamida tahlil qilindi.

O'g'it tarkibidagi $P_2O_5:K_2O$ nisbati 1:(0,3-1) bo'lgan intervalda o'zgartirilib taxlil qilinganda o'g'it tarkibida mos ravishda 10,74-9,12% umumiy P_2O_5 , 9,40-8,07% o'simlik o'zlashtiruvchan P_2O_5 , 1,13-1,01% suvda eruvchan P_2O_5 tashkil etadi (1-jadval).

Shuningdek, o'g'it tarkibidagi K_2O ning umumiy miqdori 3,11 % dan 9,09 % gacha o'zgarishi, $CaSO_4$ ning miqdori esa 40,30 % dan 34,22 % gacha, SO_3 ning miqdori 23,69 % dan 20,11 % gacha ortib borishi aniqlandi.

Kislotaning me'yori ortib borish tartibiga mos holda o'g'it tarkibida CaO ning umumiy miqdori esa 26,81 % dan 22,76% gacha, CO_2 ning miqdori holatda 2,96 % dan 2,51 % gacha kamayib borishi aniqlandi.

Boyitilmagan fosforit uni 93% li sulfat kislotaning har xil me'yorlaridagi miqdori bilan parchalandi va kaliy xlorid ta'siri o'rganildi. Parchalanish reaksiyasi ekzotermik bo'lganligi uchun sulfat kislota me'yoriga qarab harorat 70-120°C va undan yuqori bo'lishi kuzatildi. Ajralib chiqayotgan issiqlik fosfor-kaliyli o'g'itni quritish uchun sarf bo'ladi.

Olingan natijalar asosida yiriklashtirilgan laboratoriya texnologik model qurilmasida fosfor-kaliyli o'g'itlar olish jarayoni bosqichlari o'rganildi va uning asosiy texnologik ko'rsatkichlari ishlab chiqildi. Texnologik tadqiqotlar natijalari asosida yangi turdagi murakkab o'g'itlarni ishlab chiqarish moddiy balansi tuzildi.

Shuningdek, past sifatli boyitilmagan fosforitlardan tarkibida NPSCa oziqa elementlari bo'lgan insektisid xususiyatli murakkab o'g'it olish uchun 57%li nitrat kislotaning stexiometrik 30% me'yorlari va oltingugurtning keng (1-30%) intervallarida parchalanish jarayoni o'rganildi. Bunda nitrat kislotaning miqdori xom ashyo tarkibidagi karbonat va fosfat minerallarining parchalanishidan monokalsiyfosfat va kalsiy nitrat tuzlari hosil bo'lishiga nisbatan hisoblandi.

Fosforitning parchalanish jarayonida harorat kislota me'yoriga bog'liq ravishda 30-45°C oraliqda o'zgaradi. Hosil bo'lgan murakkab o'g'it 100-105°C haroratda quritildi.

Laboratoriya eksperimentlari fosforit uning oltingugurt bilan nitrat kislotasi ta'sirida parchalanishi juda tez (10-15 daqiqa) va yengil borishini ko'rsatdi. Parchalanishda suyuq fazani kamligi hisobiga ko'piklanish jarayoni kuzatilmaydi. Komponentlarning o'zaro ta'siri natijasida ajralib chiqayotgan gaz fazasi fosforit minerallarini parchalanishini tezlashtiradi. Parchalanish jarayonida harorat 30-35°C gacha ko'tarildi.

Past sifatli fosforit namunalaridan olingan NPSCa murakkab o'g'itlarining kimyoviy tarkibi quritilgandan keyin ma'lum standart usullar yordamida tahlil qilindi. Olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

Past sifatli fosforit unini 57%li nitrat kislotaning 30% me'yori ta'sirida oltingugurt qo'shmagan xolda qayta ishlab olingan murakkab o'g'it tarkibidagi 12,98% umumiy P_2O_5 ning 25,20%i o'simlik o'zlashtiruvchan P_2O_5 shaklida bo'ladi. Fosforit uning karbonsizlanish darajasi esa 9,75%ni tashkil qiladi.

Oltingugurtli fosforitni nitrat kislota bilan qayta ishlash jarayonida fosforit tarkibidagi oltingugurt miqdorini ortishi bilan xom ashyoning parchalanish darajasi ham o'sib borishini ko'rsatdi. Masalan: tarkibida 1% oltingugurti bo'lgan fosforitni parchalanish darajasi oltingugurt qo'shilmagan xoldagi namunaga nisbatan 1,06 martaga, dekarbonsizlanish darajasi esa 1,03 martaga oshganini kuzatamiz. Fosforit unini parchalanish jarayonida oltingugurtning miqdorini 5, 10 va 30% ortishi NPSCa o'g'it tarkibidagi o'zlashtiruvchan fosfor oziqasi qiymatini mos ravishda 1,25, 1,49 va 1,81 martagacha oshib borishi kuzatildi.

2-jadval

Past sifatli fosforit unini nitrat kislotaning 30% me'yorida parchalanishiga oltingugurtning ta'siri

S me'yori %	R_2O_5 , %		N, %	$S_{el.}$, %	CO_2 , %	H_2O , %	$\frac{P_{2O_{5o'zl.}}}{P_{2O_{5um.}}}$, %
	um.	o'zl.					
-	12,98	3,27	3,80	-	9,75	1,78	25,20
1	12,78	3,42	3,77	0,69	9,45	1,77	26,76
3	12,56	3,56	3,74	2,05	9,14	1,76	28,35
5	12,14	3,81	3,67	4,41	8,53	1,74	31,39
10	11,29	4,23	3,53	8,14	7,30	1,70	37,47
20	10,47	4,36	2,78	17,26	6,41	1,65	41,65
30	9,68	4,42	2,21	26,37	5,52	1,61	45,66

Nitrat kislota va oltingugurt ishtirokida olingan o'g'itlar o'rganilgan havoning nisbiy namliklaridagi muvozanati o'rtacha 10-12 sutkada amalga oshadi va ularning qiymati 20-25%ni tashkil qiladi. Nitrat kislotaning 30% me'yorida qayta ishlab olingan NPSCa o'g'it gigroskopik emas. Ularni turli mavsum sharoitlarida uzoq vaqt mobaynida saqlanganda ham, o'zining tovar xususiyatlarini yo'qotmaydi. Olib borilgan tadqiqot natijalari asosida past sifatli fosforit unini oltingugurt ishtirokida nitrat kislotaning to'liqsiz

me'yorida intensiv usul yordamida qayta ishlab, ko'p funksiyali NPSSa tarkibli murakkab o'g'itlar olish mumkinligi isbotlandi.

Ilmiy izlanishlar shuni ko'rsatdiki, fosforitlar tarkibidagi fosfor oziqa moddalari suvda erimaydi va o'simlik o'zlashtira olmaydi. Respublikamiz tuproqlarining aksariyat qismi karbonatli bo'lgani uchun bunday xom ashyoni albatta faollashtirilgan holatda ishlatish zarur. Fosforit namunalari oltingugurt ishtirokida faollashtirilganda fosforit tarkibidagi fosfor oziqa moddasi nafaqat o'simlik o'zlashtiruvchan holatga, balki aralashma tarkibidagi oltingugurt girofob shakldan gidrofil shaklga o'tishi mumkin.

Qizilqum fosforit konsentrati asosida insektisid xususiyatli murakka o'g'itlar olish maqsadida fosfat xom ashyosini oltingugurt yordamida faollanish jarayoni o'rganildi. Buning uchun yuvib kuydirilgan fosfat konsentrati (tarkibi: $P_2O_{5um.}$ -26,20-27,25%, CaO -40,30-41,62%, MgO -0,64-0,72%, CO_2 -2,11-2,20%, R_2O_3 -1,85-2,20%, SO_3 -2,17-2,56%, F -2,24-2,82%, H_2O -0,20-0,50%) oltingugurt bilan (7:3)-(3:7) og'irlik nisbatlarda kompozision aralashmalar tayyorlab, uni 1-17% namlik bilan laboratoriya sharoitda sharli tegirmonda 15-30 daqiqa davomida yaxshilab aralashtirib maydalanildi. Olingan aralashmalar tarkibidagi R_2O_5 ning turli holatlari (umumiy, o'simlik o'zlashtiruvchan va suvda eruvchan) miqdori ma'lum standart usullar yordamida kimyoviy tahlil qilindi. Shuningdek, aralashma tarkibidagi oltingugurtning gidrofillanish (ho'llanish) darajasi, karbonsizlanish darajasi, CaO miqdorining turli shakllari aniqlandi.

Namlikning ortishi natijasida umumiy P_2O_5 ning o'simlik o'zlashtiruvchan shakli va oltingugurtning gidrofillanish darajasi ortishi, shungdek minerallarning karbonsizlanishi kuzatildi. Olingan eksperimental natijalar jadvalda keltirilgan.

Fosfat konsentrati 99-105°C haroratda quritilib 30% oltingugurt bilan faollashtirilganda uning tarkibidagi 19,12% umumiy P_2O_5 ning 21,29% o'simlik o'zlashtiruvchan shaklda bo'ladi. Bu jarayonda xom ashyoning dekarbonsizlanish darajasi 1,37%ni tashkil etadi.

Olib borilgan ilmiy izlanishlar shuni ko'rsatdiki, sistemada namlikning miqdori ko'payishi bilan faollashtirilgan fosfat konsentrati tarkibidagi o'simlik o'zlashtiruvchan R_2O_5 qismi, karbonatsizlanish darajasi ortib boradi va aralashma tarkibidagi oltingugurt to'liq gidrofil holatga o'tadi (3-jadval).

Masalan, aralashma namligi 4,35% dan 16,67% gacha ortganda konsentrat tarkibidagi o'simlik o'zlashtiruvchan P_2O_5 shakli, namligi yo'qotilib faollashtirilgan namunaga nisbatan, o'rtacha 1,23 martagacha, gidrofillanish esa 100% amalga oshadi.

Bu o'zgarishlar konsentrat tarkibida oltingugurtning miqdori 70% bo'lganda ham kuzatildi. Masalan, fosfat konsentrat quritilgandan so'ng oltingugurt bilan faollashtirilganda uning tarkibidagi 8,21% umumiy R_2O_5 ning 60,66% o'simlik o'zlashtiruvchan shaklda bo'ladi. Umumiy oltingugurtning barcha qismi gidrofil shaklga o'tadi. Namlik 4,25% dan 16,61% gacha ortishi bilan o'simlik o'zlashtiruvchan R_2O_5 qismi 63,26%dan 70,84%gacha, oltingugurtning gidrofillanishi 49,12%dan 100%gacha ko'tariladi.

3-jadval

Fosfat konsentratining oltingugurt ishtirokida faollanishiga namlikning ta'siri

Namlik, %	Miqdoriy tarkibi , %				SO ₂ , %	S _{gidrofil} , %	K _k , %	$\frac{CaO_{o'zl.}}{CaO_{um.}}$, %	$\frac{P_2O_{5o'zl.}}{P_2O_{5um.}}$, %
	P ₂ O ₅		CaO						
	um.	o'zl.	um.	o'zla.					
P:S=7:3									
0	19,12	4,07	29,10	3,21	1,37	85,50	12,74	11,03	21,29
4,51	19,13	4,25	29,11	3,35	1,29	90,93	17,83	11,51	22,22
9,62	19,14	4,53	29,12	3,57	1,24	100	21,02	12,26	23,67
13,12	19,16	4,65	29,15	3,67	1,15	100	26,75	12,59	24,27
16,02	19,17	5,01	29,16	3,95	1,12	100	28,66	13,57	26,14
P:S=3:7									
0	8,21	4,98	13,14	3,93	0,29	49,12	56,06	29,91	60,66
4,40	8,22	5,20	13,15	4,10	0,22	86,73	66,67	31,18	63,26
9,33	8,22	5,41	13,16	4,27	0,20	97,12	69,70	32,45	65,82
13,52	8,23	5,72	13,17	4,51	0,18	100	72,71	34,25	69,50
16,90	8,23	5,83	13,18	4,60	0,17	100	74,24	34,90	70,84

Fosfat konsentrati oltingugurt yordamida faollanishiga namlikning ta'sirini quyidagicha izohlash mumkin. Suvli eritmada elementar oltingugurt kuchsiz kislotali (pH-5,54) muhit hosil qidadi. Hosil bo'lgan kuchsiz kislotali muhit ta'sirida fosfat mineral kristallari panjarasi o'zgarishga uchraydi. Bu esa fosforit

tarkibidagi P_2O_5 ni o'simlik o'zlashtiruvchan holatga o'tishini ta'minlaydi. Namlik ta'sirida kislotaning ionlarining diffuziyalanishi quritilgan fosforit namunasiga nisbatan yaxshiroq amalga oshadi va xom ashyo tarkibidagi fosforning o'simlik o'zlashtiruvchan qismini oshiradi.

Adabiyotlar

1. Tadjiev S.M., Akbarova M.G., Allanov A.B. Qizilqum fosforitlarini nitrat va sulfat kislotalari bilan qayta ishlash // «Kimyoning dolzarb muammolari» respublika ilmiy- amaliy konferensiya materiallari. II qism Samarqand 2009. 14-15 b.
2. O'ozov T.S. Qizilqum fosforitlari asosida insektisid xususiyatli o'g'itlar olish // O'zbekiston kimyo jurnali. 2008. -№ 3. 74-76 b.
3. Ekinlarni oziqlantirishda mineral va mahalliy o'g'itlardan foydalanish bo'yicha tavsiyalar. 2009. Toshkent.: 14-15 b.

Т.С.Уразов, С.М.Таджиев, С.У.Тиллаев
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ
УДОБРЕНИЙ С РАЗЛИЧНЫМИ
ПИТАТЕЛЬНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

Разработана технология получения комплексных фосфорно-калийных удобрений, на основе переработки фосфоритов Центральных Кызылкумов с пониженной нормой серной кислоты в присутствии KCl.

Ключевые слова: удобрение, серосодержащие удобрения, гидрофильность, гидрофобность, технология.

T.S.Urazov, S.M.Tadjiev, S.U.Tillayev
PREPARATION OF THE COMPLEX
FERTILIZERS WITH DIFFERENT FEED
COMPONENTS

Development of technology of reception complex phosphoric-potassium of fertilizers, on the basis of processing phosphorites Central Kizylkum by the lowered norm of sulfuric acids at presence KCl.

Keywords: fertilizers, phosphoric sulfuric of fertilizers, hydrophilic, hydrophobic, technology

УДК: 541.128.1

КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ И ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ С ПОМОЩЬЮ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ИНГИБИТОРОВ

А.Ж. Холиков, Х.И. Акбаров, В.Г. Калядин, А. Осирбаева, И.Элибоев

Национальный университет Узбекистана

E-mail: habduvali@rambler.ru

Аннотация. В работе отмечен прогресс в нескольких важных областях защиты металлов от коррозии многокомпонентными ингибиторами: пассивация водными растворами, защита ингибиторами.

Ключевые слова: ингибитор, защита металла, многокомпонентных ингибиторов, эффективности.

За годы независимости в Узбекистане приняты все объемлющие программы по внедрению современных технологий в производственные сферы. Произведен пуск промышленных предприятий, оснащенных современным оборудованием. Для защиты от коррозии такого оборудования широко применяются ингибиторы и антикоррозионные покрытия. С этой целью в нашей стране ведутся систематические научные исследования по созданию новых типов ингибиторов и антикоррозионных покрытий.

В последнее время большой интерес вызывают ингибиторы универсального действия, способные тормозить кислотную, углекислотную, сероводородную коррозию металла, а также его наводороживание. Известны десятки индивидуальных веществ и смесей на их основе как эффективные замедлители коррозии. Они выявлены эмпирическим путем на основе прямых коррозионных испытаний. Достигнуты значительные успехи в развитии научно обоснованного подбора адсорбционных ингибиторов и понимании механизма их защитного действия [1]. Пленкообразующие ингибиторы проявляют смешанный характер защитного действия, образуя пленки и на катодных и на анодных участках микрогальванических коррозионных элементов, функционирующих на поверхности металла. Такими признаками ингибиторов пленкообразователей обладают различные вещества органического и неорганического происхождения. Выбор ингибиторов коррозии основывался с учетом экологической безопасности и экономической целесообразности, так как они являются местными сырьевыми ресурсами [2].

Отметим, что само по себе повышение величины скорости коррозии с ростом температуры не может служить доказательством того, что в ходе эксперимента увеличивалась доля активной поверхности металла. Достаточно высокие скорости коррозии могут наблюдаться в некоторых случаях и из пассивного состояния. Между тем, информация о состоянии поверхности стали в ходе коррозионных испытаний очень важна, так как пассиваторы эффективны только в случае низких скоростей коррозии из пассивного состояния. Однозначно судить о состоянии поверхности образцов можно по величине электродного потенциала. В связи с этим параллельно с коррозионными были проведены хронопотенциометрические измерения [3].

Условия эксперимента выбирались в приближении к технологическим параметрам работы оборудования предприятий. Одним из наиболее часто встречающихся осложнений в производственных условиях является вспенивание технологических жидкостей, что приводит к их уносу и потерям. Такое явление встречается в процессах очистки или осушки природного газа. Ранее проведенные исследования показали, что существенную роль при этом играют ингибиторы коррозии, которые попадают в аппарат сероочистки с газом или вводятся в амин как антикоррозионные добавки, что обуславливает необходимость оценки влияния ингибиторов [4].

В этом аспекте актуальным с точки зрения эффективности в научном и практическом плане является выявление перспективных ингибиторов коррозии, обладающих высокой защитной способностью что и обусловило интерес к исследованию технологических свойств композиций на основе полимерных четвертичных аммониевых солей, обладающих высокими поверхностно - и катион активными свойствами в качестве ингибиторов [5].

Методика эксперимента

Объектами исследования явились полифосфаты и прифосфаты натрия, кальция, фосфорная кислота и их смеси с полиэлектролитами (желатин и унифлок) при различных температурах и средах. Исследования коррозионного поведения стали (Ст.3) проводили на образцах в форме пластин. Действие солевой среды и ингибиторов на коррозионное поведение образцов Ст.3 определяли методами поляризационных кривых используя потенциостат ПИ-50.1.1 с программатором ПР-8 и гравиметрии по убыли массы образца после коррозионных испытаний. Одновременно испытывали по 5 параллельных образцов. Отбраковку резко выделившихся данных и расчет доверительных интервалов проводили с использованием квантиль распределения Стьюдента $P_{0,95}$. Для оценки воспроизводимости результатов использовали величины стандартного (S) и относительного стандартного (S_r) отклонений единичных измерений при различных концентрациях и соотношениях ингибиторов.

Исследования проведены в фоновых растворах состава 5% H_2SO_4 + 3% Na_2SO_4 и 4% $NaOH$ + 3% Na_2SO_4 с рН, равным, соответственно 3-9, при различных температурах (20, 40, 60, 80 $^{\circ}C$). Растворы готовили из реактивов марки «х.ч.» на дистилляте. Электроды и мембраны изготовлены из Ст.3 состава, %: Fe=98,36; C=0,20; Mn=0,50; Si=0,15; P=0,04; S=0,05; Cr=0,30; Ni=0,20; Cu=0,20.

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Все экспериментальные данные получены с использованием в качестве фона (Na_2SO_4 -3%). Ингибирование поверхности металла на катодных и анодных участках подразумевает существование определенной разности потенциалов между ними и, следовательно, протекание электрического тока. Этот ток, называемый коррозионным, эквивалентен количеству прокорродировавшего металла. В процессе коррозии потенциалы катодных и анодных участков не остаются постоянными; наблюдается поляризация, следствием которой являются сближение потенциалов катода и анода и уменьшение коррозионного тока.

На рис.1 приведены результаты измерений процесса коррозии стального электрода при различных температурах, а также в присутствии ингибиторов-полифосфата натрия-желатин, из которого видно, что величина потенциала коррозии E постоянна относительно нормального хлор серебряного электрода в фоновом растворе и составляет -0,740 В при температуре 20 $^{\circ}C$ (Рис. 1). При добавлении к нему ингибиторов значение потенциала коррозии увеличивается до -0,630 В, наблюдается смещение поляризационных кривых на 110 мВ в сторону более положительных значений, характеризуя преимущественно торможение скорости анодной реакции (кривая 2). Такой эффект можно объяснить образованием на стали тонкой защитной пленки на основе фосфатов, которая блокирует поверхность стали и тормозит скорость коррозионного разрушения.

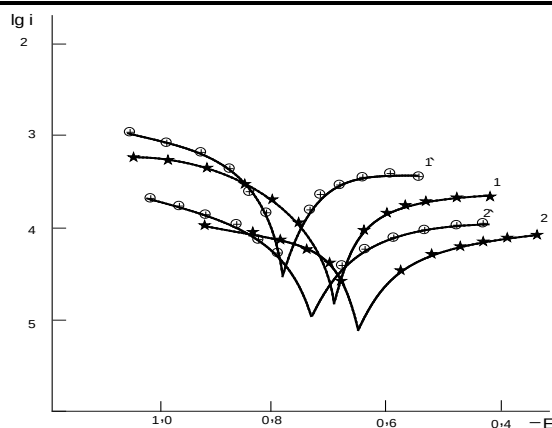


Рис. 1. Поляризационные кривые стального электрода в фоновом растворе (1 и 1'); в присутствии 10 мг/л растворов смесей $(\text{NaPO}_3)_n$ + желатин при соотношении компонентов 1:1 (2 и 2'); (1 и 2 $T=20^\circ\text{C}$), (1' и 2' $T=80^\circ\text{C}$)

Расчеты значений скорости коррозии, степени защиты и относительного стандартного отклонений единичных измерений при различных температурах (20, 40, 60, 80°C) приведены в таблице 1. Как видно из таблицы, наиболее значительные результаты получены в присутствии 10 мг/л раствора $(\text{NaPO}_3)_n$ с добавлением желатины при их соотношении 1:1 и растворов двухкомпонентных ингибиторов $(\text{NaPO}_3)_n$ с добавлением желатины. При соотношении компонентов 1:1 значения степени защиты изменяются в пределах от 89,47 % до 93,27 %.

В растворах однокомпонентных и двухкомпонентных ингибиторов содержатся, которые также могут адсорбироваться на поверхности стали. Наличие последних даже в отсутствие фосфатов способствует упрочнению пассивационной пленки, а с полифосфатами и пирофосфатами их использование особенно эффективно. Значения параметров S_r приведены в табл. 1 и 2.

Растворы двухкомпонентного ингибиторов $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ с добавлением полиэлектролитов (желатин) при соотношении компонентов 1:1, при всех изученных температурах эффективны и принимают значения степени защиты от 68,13 до 97,24 % (Табл. 2). Эти комплексные малорастворимые соединения обладают устойчивостью в слабокислых и слабо щелочных средах $\text{pH}=5-9$.

С увеличением продолжительности испытаний (Табл. 2), наблюдаемые более высокие защитные эффекты в присутствии $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ +желатин, по видимому, связаны с тем, что желатин образует на стали защитную пленку.

Таблица 1

Результаты электрохимического определения степени защитного действия $(\text{NaPO}_3)_n$ и его смесей с полиэлектролитами ($C_{\text{инг.}}=10$ мг/л) в фоновом растворе ($\text{pH}=5$) при различных температурах и соотношении компонентов в ингибиторной смеси фоной 1:1

№	Ингибитор	$t, ^\circ\text{C}$	$E_{\text{ст}}, \text{В}$	$i_{\text{с}}, \text{мА}$	γ	$Z, \%$	$S_r \cdot 10^{-2}$
1.	Фон	20	0,670	405,28	—	—	-
2.	$(\text{NaPO}_3)_n$		0,510	93,98	4,31	76,81	0,018
3.	$(\text{NaPO}_3)_n$ +желатин		0,490	24,39	16,61	93,98	0,013
4.	Фон	40	0,710	412,36	—	—	-
5.	$(\text{NaPO}_3)_n$		0,540	105,81	3,90	74,34	0,051
6.	$(\text{NaPO}_3)_n$ +желатин		0,560	36,82	11,20	91,07	0,035
7.	Фон	60	0,745	426,13	—	—	-
8.	$(\text{NaPO}_3)_n$		0,590	126,05	3,38	70,42	0,092
9.	$(\text{NaPO}_3)_n$ +желатин		0,600	44,87	9,50	89,47	0,162
10.	Фон	80	0,780	448,07	—	—	-
11.	$(\text{NaPO}_3)_n$		0,605	159,38	2,81	64,43	0,264
12.	$(\text{NaPO}_3)_n$ +желатин		0,580	39,07	11,47	91,28	0,219

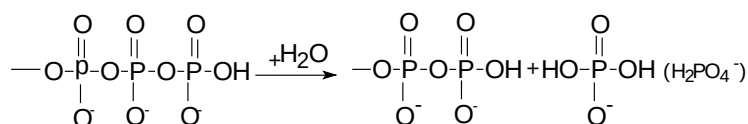
Полифосфат – ингибитор, подавляющий, в основном, катодный процесс, но продукты его гидролиза, такие как орто- и дифосфаты – снижают площадь анодных участков вследствие образования кроющих пленок не только оксидов металла, но и нерастворимых фосфатных солей железа.

Таблица 2

Результаты гравиметрического определения степени защиты двухкомпонентного ингибитора в фоновом растворе (3% Na₂SO₄) при различных средах

№	Ингибитор	pH	t, °C	K, (г/м ² *сут)	γ	Z, %	Sr*10 ⁻²
1	Na ₄ P ₂ O ₇ +желатин	4	20	42,30	3,14	68,13	0,235
2		5		10,18	11,67	91,43	0,114
3		6		5,48	20,52	95,13	0,034
4		7		2,56	32,33	96,91	0,080
5		8		3,26	36,27	97,24	0,160
6		9		4,76	26,20	96,18	0,009

При гидролизе полифосфата образуются дигидромонофосфат-ионы:



Ион H₂PO₄⁻ связывает ион OH⁻: H₂PO₄⁻ + OH⁻ → HPO₄²⁻ + H₂O

Ионы H₂PO₄⁻ ускоряют реакцию восстановления растворенного кислорода на катодных участках, которую можно представить следующим образом: $\frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{PO}_4^- + 2\text{e}^- \rightarrow 2 \text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$

Образующиеся в результате этой реакции ионы HPO₄²⁻ взаимодействуют с ионами Fe²⁺ и при этом на поверхности металла осаждает FeHPO₄: Fe²⁺ + HPO₄²⁻ → FeHPO₄↓

Химическая стойкость фосфатов железа очень высокая в том числе трехвалентного, который образуется по реакции: Fe + HPO₄²⁻ → FePO₄ + H⁺ + 3e⁻

В присутствии Fe³⁺ на катодных участках поверхности металла осаждаются фосфаты железа, образующие непроницаемую защитную пленку: PO₄³⁻ + Fe³⁺ + 2H₂O → FePO₄·2H₂O

На практике углеродистую сталь защищают от коррозии применением солей цинка, неорганических фосфатов. Соли цинка действуют как катодные ингибиторы, они используются совместно с дисперсантами для того, чтобы облегчить образование тонких гидроксидных слоев в пределах pH от 6,5 до 8,5.

Неорганические фосфаты действуют как анионные ингибиторы на поверхности металла. Они также действуют и как катодные ингибиторы, способствуя образованию слоев фосфата кальция. Такие слои образуются в слабо-кислой или нейтральной средах в присутствии анионного дисперсанта.

Результаты расчетов значений скорости коррозии (K) и степени защиты (Z) при различных температурах приведены в таблице 3. Как видно из таблицы, наиболее значительные результаты получены в присутствии 10 мг/л раствора Ca₂P₂O₇ с добавлением желатины при их соотношении 1:1. Величина степени защиты изменяется в пределах от 92,38 % до 93,87 %.

Таблица 3

Результаты гравиметрического определения степени защиты пирофосфатом кальция Ca₂P₂O₇ и его смесей с полиэлектролитами (C_{инг.}=10 мг/л) в фоновом растворе (pH=5) при различных температурах

№	Ингибитор	t, °C	K, (г/м ² *сут)	γ	Z, %
1	Фон	20	118,84	-	-
2	Ca ₂ P ₂ O ₇		21,47	5,53	81,93
3	Ca ₂ P ₂ O ₇ +желатин		9,06	13,12	92,38
4	Фон	40	119,37	-	-
5	Ca ₂ P ₂ O ₇		21,73	5,49	81,80
6	Ca ₂ P ₂ O ₇ +желатин		8,99	4,12	92,47
7	Фон		131,24	-	-

8	$\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$	60	18,60	7,06	85,83
9	$\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ +желатин		9,84	13,34	92,51
10	Фон	80	133,65	-	-
11	$\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$		12,15	11,00	90,90
12	$\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ +желатин		8,19	16,32	93,87

Представляло интерес выявление влияния pH среды на степень защиты исследуемые ингибиторов. Из рис.2 видно, что при уменьшении кислотности эффективность однокомпонентного ингибитора резко падает, тогда как двухкомпонентные полимерные ингибиторы (кривые 4, 5, 6) во всем интервале pH проявляют высокую степень защиты.

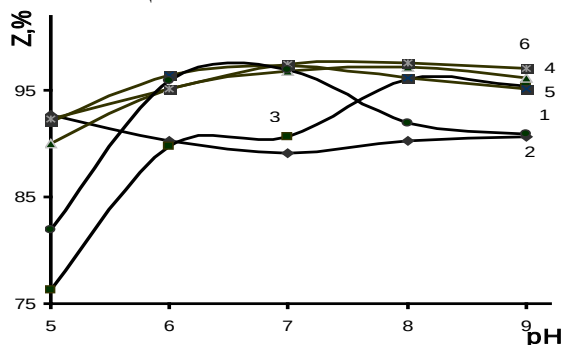


Рис. 2. Влияние добавок ингибиторов на степень защиты от pH среды в растворе фона, температура 40°C , концентрация ингибитора 10 мг/л: 1. $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$; 2. $(\text{NaPO}_3)_n$ + желатин; 3. $(\text{NaPO}_3)_n$ + Na-КМЦ; 4. $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ + желатин; 5. $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ + желатин; 6. $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ + Na-КМЦ

Установлено явление синергизма в двухкомпонентных ингибиторах на полимерной основе, особенно сильно проявляющийся в системах $(\text{NaPO}_3)_n$ + унифлок и $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ + желатин при $\text{pH}=7\div 9$ и температурном интервале $20\text{--}40^{\circ}\text{C}$. В состав ингибиторов входят полифосфаты кальция или натрия и полиэлектролиты-натрийкарбоксиметилцеллюлоза, желатин и унифлок. Защитный эффект разработанных ингибиторов на 8-10% выше, чем импортруемых дорогостоящих ингибиторов.

Результаты испытаний показали, что ингибиторы для защиты коррозии стали могут быть применены предприятиями газо-химической и нефтеперерабатывающей промышленности. Наиболее эффективными являются двухкомпонентные ингибиторы на основе производственного отхода унифлока, а также желатины.

Проведены исследования по определению совместного действия ингибиторов и поиску их наиболее эффективных смесей. Результаты получены для смеси ингибиторов, относящихся к одной реакционной серии, при их постоянной суммарной концентрации. Чтобы оптимизировать состав ингибиторных смесей необходимо установить все причины отклонения их действия от «аддитивности». Для этого требуются дополнительные исследования и в первую очередь по совместной адсорбции компонентов смесей на поверхность металла. В связи с этим заслуживают внимания эффекты взаимного усиления ингибирующего действия и адсорбции анионов.

Так, в экспериментах по защите стали от коррозии смесями полифосфатов и полимеров при определенных соотношениях наблюдается синергизм действия ингибиторов (Рис. 3).

Для количественной оценки эффективности смешанного ингибитора в сравнении с его компонентами использовали коэффициент их взаимного влияния: $\chi^{\Sigma} = \gamma^{\Sigma} \Pi \gamma_i = \Pi \chi_i$, где $\gamma^{\Sigma} = K_0 / K^{\Sigma}$ и $\gamma_i = K_0 / K_i$ -коэффициенты торможения коррозии стали ингибитором (K^{Σ} - скорость коррозии в присутствии смешанного ингибитора, K_i - лишь одного из его компонентов). Условие $\chi^{\Sigma} > 1$ соответствует взаимоусилению защитных свойств компонентов, $\chi^{\Sigma} < 1$ - их взаимоослаблению.

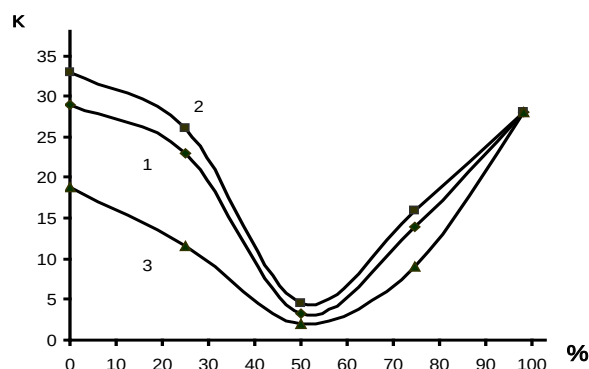


Рис. 3. Зависимость скорости коррозии стали Ст.3 в фоновом растворе от содержания пирофосфата в смеси двухкомпонентных ингибиторов Желатин+ $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (1), Na-КМЦ+ $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ (2), унифлок+ $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$ (3) $C_{\text{инг.}}=10$ мг/л, pH=8

Совместное применение полиэлектролитов, пирофосфатов и полифосфатов возможно и при повышенной температуре. Наиболее эффективны при $t=20^\circ\text{C}$ композиции; $(\text{NaPO}_3)_n$ и унифлок; $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ и унифлок в соотношении 1:1 (Табл. 4).

Таблица 4

Значения скорости коррозии, коэффициента торможения смесевых ингибиторов (полифосфат+унифлок) и коэффициента взаимного влияния компонентов при pH=8

Таким образом, исследуемые ингибиторы показали высокую эффективность замедления про-

№	Ингибитор	Соотношение компонентов	γ^Σ	$П\gamma_i^\Sigma$	χ^Σ
1	$(\text{NaPO}_3)_n$ +унифлок	1:3	9,85	14,05	0,70
2		1:2	18,19	14,05	1,30
3		1:1	34,37	14,05	2,44
4		2:1	23,65	14,05	1,69
5		3:1	14,78	14,05	1,05
6	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ +унифлок	1:3	10,79	11,56	0,33
7		1:2	13,27	11,56	1,15
8		1:1	17,81	11,56	1,54
9		2:1	16,03	11,56	1,38
10		3:1	11,74	11,56	1,01

цесса растворения стали в слабо кислых и нейтральных средах. Отличительными свойствами данных полифосфатов и пирофосфатов является низкая оптимальная концентрация, дешевизна, универсальность и нетоксичность. Наиболее вероятный механизм их защитного действия заключается в образовании малорастворимых соединений с ионами железа и последующей адсорбции полимерного компонента на образовавшуюся пленку, приводящей к замедлению роста пленки и в следствие этого уменьшению ее пористости, толщины и увеличению ее защитных свойств.

При выдержке образцов стали в растворе двухкомпонентных ингибиторов на поверхности формируются 2 слоя - тонкий слой оксида железа, на котором равномерно располагается слой рыхлого фосфата железа, в результате образуется однородная поверхность (не более 3-4 нм), покрытая мономолекулярными слоями (от 3 до 5 нм) высокомолекулярного соединения.

Заключение

Таким образом, теоретические и экспериментальные результаты проведенных исследований способствуют расширению фундаментальных представлений о механизме защитного действия разработанных многокомпонентных ингибиторов и антикоррозионных покрытий нового поколения на полимерной основе, что является определенным вкладом в формирование научного направления защиты металлов, основанной на способности образования самоорганизующихся поверхностных слоев.

Определены физико-химические параметры процесса электрохимической коррозии стали в присутствии разработанных ингибиторов полимерного типа в зависимости от pH среды, температуры, состава и концентрации ингибиторов и найдены оптимальные условия, обеспечивающие максимальную защиту. Сравнительная оценка ингибирующей способности созданных ингибиторов показала, что при pH=5÷7 наилучшими защитными свойствами обладает двухкомпонентный ингибитор $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ с желатиной в температурном интервале $20\pm 80^\circ\text{C}$, что, по-видимому, объясняется реализа-

цией наиболее развернутой конформации макромолекул желатина при pH, близких к изоэлектрической точке.

Литература

1. И. Луковиц, А. Шабан, Э. Кальман // Электрохимия, 2003, том 39, № 2, с. 197-202.
2. Холиков А.Ж., Акбаров Х.И., Тиллаев Р.С., Эшмаматова Н.Б. Ингибирование коррозии углеродистой стали в слабо кислых средах. «Композиционные материалы: структура, свойства и применение». Ташкент-2008. –С. 99-101.
3. Холиков А.Ж., Эшмаматова Н.Б., Акбаров Х.И., Тиллаев Р.С. Количественная оценка эффективности смесевых ингибиторов по результатам гравиметрических исследований. «Аналитик кимёнинг хозирги замон ҳолати ва ривожланиш истикболлари». Тошкент. 2008. -С.43-44.
4. Кривошеев В.Д. и др. Технологические свойства ингибиторов коррозии // Сборник тезис. «Коррозия и защита трубопроводов, скважин, газопромыслового и газоперерабатывающего оборудования». –Москва ВНИИЭ Газпром. 1980. -№ 5. -С. 19-27.
5. Салиджанова Н.С., Баратов Я.Ш. Технологические свойства композиций на основе полимерных аммониевых четвертичных солей в качестве ингибиторов коррозии // Композиционные материалы. 2005. -№ 3. -С. 28-29.

**A.J. Xolikov, X.I. Akbarov,
V.G. Kalyadin, A. Osirbayeva, I.Elboyev**
**METALLAR KORROZIYASI VA UNDA
KO'P KOMPONENTLI INGI BITORLAR
YORDAMIDA BILAN HIMOYA QILISH**

Ishda metallarni korroziyadan himoya qilishning ko'p komponentli ingibitorlar: suvli eritmalar bilan passivlashtirish, ingibitorlar himoyasi kabi muhim sohalarning rivojlanishi ko'rib chiqilgan.

Kalit so'zlar: ingibitor, metallar himoyasi, ko'p komponentli ingibitorlar, effektivlik.

**A.J.Kholikov, H.I.Akbarov,
V.G.Kalyadin, A.Osirbaeva, I.Elboyev**
**CORROSION OF METALS AND PROTECTION
FROM IT WITH MULTICOMPONENT
INHIBITORS**

In this work it is given the discussion development of the protection from corrosion methods: passivation with aqueous solutions, protection of inhibitor.

Keywords: inhibitor, protection of metals, multicomponent inhibitors, effectiveness.

УДК 543.253

К ПРОБЛЕМЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ И НАПИТКАХ

Д.М. Аронбаев

Самаркандский государственный университет

E-mail: diron51@mail.ru

Аннотация. В обзорной статье обсуждаются проблемы определения антиоксидантов в продуктах питания. Представлены современные методы исследования антиоксидантной активности пищевых продуктов (волюмометрических, фотометрических, хемилюминисцентных, флуоресцентных, электрохимических и ряда более специфических), рассмотрены достоинства и недостатки отдельных методов.

Ключевые слова: антиоксиданты, антиоксидантная активность, методы исследований антиоксидантной активности, пищевые продукты.

Накопленные в мировой и отечественной литературе данные о важной роли антиоксидантов в профилактике онкологических и сердечнососудистых заболеваний, окислительного стресса наряду со сведениями о их недостаточном поступлении с рационом указывают на целесообразность широкого использования этих канцеро- и кардиопротекторов в качестве обогащающей пищевые продукты добавки.

Антиоксидантная терапия путем употребления в определенном количестве растительной продукции, отличающейся повышенным содержанием природных антиоксидантов (фруктов, ягод, чая, кофе, проросших зерен и др.), или продуктов питания, дополнительно обогащенных ими, снижает окислительный стресс в организме человека [1].

Открытие антиоксидантной активности органических соединений привело к новому пониманию роли пищевых продуктов как естественного источника антиоксидантов (АО), к сопоставлению разных продуктов по антиоксидантным свойствам, а также к производству продуктов, обогащенных

антиоксидантами. Однако для контролируемого потребления антиоксидантов необходимо знать их содержание в продуктах питания. При большом содержании антиоксиданты становятся проантиоксидантами [1].

В 1990-е годы началась разработка соответствующих методик контроля качества пищевых продуктов (чай, кофе, вина, соки, фрукты и др.) [2]. Содержание индивидуальных АО (например, витамина Е, аскорбиновой кислоты и др.) в подобных объектах обычно не определяют, а оценивают суммарное содержание (Σ САО), например, методом ВЭЖХ или капиллярного электрофореза. Возможно спектрофотометрическое определение Σ САО без разделения индивидуальных аналитов по их поглощению в ближней ИК-области, с применением хемометрических алгоритмов [3,4]. Недостаточная изученность природных связей АО и трудоемкость получения многомерных градуировок препятствуют широкому применению таких методик.

В процессах обеспечения технологического контроля качества продуктов питания, содержащих антиоксиданты, необходимо выделить проблему – оценка суммарного содержания аналитов, родственных в структурном или функциональном отношении. С этой точки зрения актуальным является определение суммарного содержания АО и близкого к нему интегрального показателя – антиоксидантной активности (АОА) исследуемого объекта, учитывающего не только содержание, но и удельную активность каждого компонента в нем. АОА также называют суммарной антиоксидантной емкостью [5].

Методы исследований общей АОА различаются: по типу источника окисления, окисляемого соединения и способа измерения окисленного соединения. По способам регистрации проявляемой АОА можно разделить методы на: волюмометрические, фотометрические, хемилюминисцентные, флуоресцентные, электрохимические и ряд более специфических. На практике показатель АОА определяют, проводя неселективную реакцию с окислителем или веществом, генерирующим радикалы, и измеряя электрохимические, кинетические, оптические и др. свойства индикаторных систем в ходе реакции [6]. Как правило, АОА выражают в пересчете на стандартное вещество $X_{ст}$, т. е. указывают массу или число молей $X_{ст}$ (кверцетина, рутина, тролокса и др.), которые в данных условиях дают такой же аналитический сигнал, что и 1 г изучаемого объекта. При определении АОА пробоподготовка минимальна, а разделение индивидуальных АО не требуется.

Антиоксидантов очень много, их строение и свойства весьма разнообразны, а механизм действия во многих случаях неизвестен. Весьма проблематичной является задача определения этих веществ на низком концентрационном уровне (10^{-7} – 10^{-5} г), а их разбавленные растворы неустойчивы из-за окисления кислородом воздуха. В настоящее время наиболее популярны методы оценки антиоксидантной активности, основанные на ингибировании окисления различных липидных субстратов с последующим определением продуктов окисления. Соответствующие методики длительны и дают плохо воспроизводимые результаты. При оценке суммарного содержания антиоксидантов необходимо учитывать особенности состава анализируемого объекта.

Применяемые на практике методики определения суммы АО не всегда стандартизованы, а результаты, получаемые для одних и тех же объектов по разным методикам, несопоставимы [1].

При определении АОА наиболее широко используются электрохимические и спектрофотометрические методы анализа. Электрохимические методы характеризуются высокой чувствительностью и экспрессностью. Так, в условиях амперометрического детектирования хорошо окисляются соединения, содержащие гидроксильные группы, предел обнаружения полифенолов и флавоноидов – на уровне 10^{-9} – 10^{-12} г. Амперометрический метод позволяет непосредственно измерять содержание всех АО в пробе. Другие методы – не прямые, в них измеряется ингибирование реакционных смесей (свободных радикалов), генерированных определенными реакциями [1].

Оценку АОА пищевых продуктов и настоек лекарственных растений предложено проводить кулонометрическим методом с электрогенерированными галогенами (бромом, хлором или йодом) постоянной силой тока 5,0 мА из 0,2 М водного раствора KCl и KBr в 0,1 М H_2SO_4 с определением конца титрования амперометрической индикацией с двумя поляризованными платиновыми электродами [7].

Известно вольтамперометрическое определение суммарной АОА по относительному изменению тока электровосстановления кислорода в интервале потенциалов от 0,0 до 0,6 В (относительно насыщенного хлоридсеребряного электрода) на ртутно-пленочном электроде [2], использование которого запрещено во многих странах [1].

Рядом авторов при потенциометрическом определении АОА пищевых продуктов предложено использовать медиаторную систему, содержащую одновременно окисленную и восстановленную формы реагента, например хинон/гидрохинон, V(IV)/V(III), Fe(III)/Fe(II) [9].

Существуют спектрофотометрические методики определения АОА пищевых продуктов и индивидуальных антиоксидантов, основанные на ОВР Fe(III)/ Fe(II): известны методы определения витамина С по интенсивности окраски Fe(II) –пиридил-2,6-дикарбоновая кислота, Fe(II) – ферроцин; существует методика определения АОА различных сортов чая по степени восстановления комплекса – Fe(III) трипиридилтриазин; разработана фотометрическая методика определения АОА экстрактов из пищевых растительных материалов по их способности ингибировать перокисление линолевой кислоты, при этом образующиеся гидропероксиды контролируют по содержанию в системе тиоцианата железа [10].

Часто АОА находят методом FRAP (*ferric reducing/antioxidant power*). В ходе такого анализа под действием АО (восстановителей) образуются комплексы железа(II) с фотометрическим реагентом. Окраска развивается медленно, поэтому сигнал измеряют, не дожидаясь установления равновесия, а затем рассчитывают величину АОА по градуировочному графику. Метод FRAP широко применяют в технологии пищевых продуктов, имеется множество публикаций, в которых приведены значения АОА, полученные методом FRAP. Однако в ходе спектрофотометрического определения АО проявляются все проблемы, которые обычно осложняют анализ неразделенных смесей, а именно: не полностью известный качественный состав, наложение сигналов разных аналитов или дериватов, разная чувствительность их определения, непредсказуемое влияние посторонних веществ, неаддитивность аналитического сигнала [2]. Преимущества метода FRAP по сравнению с другими вариантами определения АОА очевидны: экспрессность и низкая стоимость анализа, простота оборудования, хорошая сходимости результатов [10]. В отличие от хорошо изученных аналитиками методов определения суммы углеводов или фенолов, методы спектрофотометрического определения АО исследованы недостаточно. Неизвестны источники систематических погрешностей, а часто и метрологические характеристики методик. Из вышеизложенного следует, что исследования в области определения суммарного содержания антиоксидантов и антиоксидантной активности продуктов питания актуальны как в практическом, так и теоретическом плане.

Значения АОА пищевых продуктов, полученные методом FRAP, применяют для сопоставления ценности разных продуктов как источников поступления антиоксидантов в организм человека. Однако абсолютные значения АОА, полученные разными авторами в рамках метода FRAP, плохо согласуются друг с другом и сильно отличаются от результатов, полученных для тех же объектов другими методами (особенно основанными на проведении свободнорадикальных реакций).

А.Я. Яшиным и другими авторами показано, что значения АОА, полученные разными методами для серии однотипных продуктов, зачастую не коррелируют друг с другом. Однако это не мешает использовать значения АОА, найденные по одной и той же методике, для сопоставления относительной ценности однотипных продуктов [1,2,6].

Показатель АОА имеет объективный характер и может использоваться как показатель качества, подобно оценкам энергетической ценности пищевых продуктов [2,5]. Показатель АОА, независимо от способа его измерения, должен быть близок к действительному значению соответствующей физической величины – суммарному содержанию водорастворимых антиоксидантов в исследуемой пробе. Также была проверена возможность оценки содержания жирорастворимых антиоксидантов. В этом случае показатель АОА пищевых продуктов, например, растительных масел, определяли по методу FRAP в неводных растворах (в среде хлороформа), а в качестве стандартного вещества использовали аскорбилпальмитат (жирорастворимый аналог витамина С) [2].

Таким образом, на сегодняшний день спектр методов определения суммарной антиоксидантной активности веществ очень разнообразен. Однако зачастую сравнивать данные, полученные разными методами, не представляется возможным, поскольку методы основаны на различных принципах измерения, модельных системах, имеют разную размерность показателя АОА. В результате каждый исследователь выбирает готовый, создает новый или модифицирует уже известный метод, исходя из своих целей и возможностей.

Литература

1. Яшин Я.И., Яшин А.Я. Проблема определения содержания антиоксидантов // Метрология. – 2009. – № 8 (69). – С. 50–53.
2. Цюпко Т.Г. Аналитические решения при определении некоторых показателей безопасности и качества пищевых продуктов // Автореф. дис. ... д-ра хим. наук – Краснодар, 2012. – 48 с.
3. Власова И.В., Вершинин В.И., Цюпко Т.Г. Методология спектрофотометрического анализа смесей органических соединений. Проблема неаддитивности светопоглощения // Аналитическая химия. – 2011. – Т. 66, № 1. – С. 25–33.

4. Quansheng C. and al. Determination of total polyphenols content in green tea using FT-NIR spectroscopy and different PLS algorithms // J. of pharm. biomed. analysis. – 2008. – Vol. 46. – № 3. – P. 568–573.
5. Цюпко Т.Г., Петракова И.С., Бриленок Н.С. Определение суммарного содержания антиоксидантов методом FRAP // Аналитика и контроль. – 2011. – Т. 15, № 3. – С. 287–298.
6. Хасанов В.В., Рыжова Г.Л., Мальцева Е.В. Методы исследования антиоксидантов // Химия растительного сырья. – 2004. – № 3. – С. 63–95.
7. Абдуллин И.Ф., Турова Е.Н., Будников Г.К. Кулонометрическая оценка антиоксидантной способности экстрактов чая электрогенерированным бромом // Аналитическая химия. – 2001. – Т. 56. – № 6. – С. 627–629.
8. Короткова Е.И., Вторушина А.Н., Гончаров Л.А. Вольтамперометрический способ определения суммарной антиоксидантной активности объектов // Материалы научно-практического семинара «Методы оценки антиоксидантной активности биологически активных веществ лечебного и профилактического назначения». – М., 2004. – С. 182–194.
9. Брайнина Х.З., Иванова А.В., Шарафутдинова Е.Н. Оценка антиоксидантной активности пищевых продуктов методом потенциометрии // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2004. – № 4. – С. 73–75.
10. Темердашев З.А., Храпко Н.В., Т.Г. Цюпко Т.Г. Определение антиоксидантной активности ряда пищевых продуктов с использованием индикаторной системы Fe(III)/Fe(II) – органический реагент // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2006. – Т. 72, № 11. – С. 15–19.

Д.М. Аронбаев

К ПРОБЛЕМЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИОКСИДАНТОВ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ И НАПИТКАХ

В обзорной статье обсуждаются проблемы определения антиоксидантов в продуктах питания. Представлены современные методы исследования антиоксидантной активности пищевых продуктов (волюмометрических, фотометрических, хемилюминисцентных, флуоресцентных, электрохимических и ряда более специфических), рассмотрены достоинства и недостатки отдельных методов.

Ключевые слова: антиоксиданты, антиоксидантная активность, методы исследований антиоксидантной активности, пищевые продукты.

D.M. Aronbaev

THE PROBLEM OF DETERMINATION OF ANTIOXIDANTS IN PRODUCTS FOOD AND DRINKS

In a review article discusses the problem of the definition of antioxidants in food. Presents modern methods of investigation of antioxidant activity of food products (volumetric, photometric, chemiluminescent, fluorescent, electrochemical, and a number of more specific), discussed advantages and disadvantages of the individual methods.

Keywords: antioxidants, antioxidant activity, study methods of antioxidant activity foods.

UDK: 547.945: 531.145

GOMOVERATRILAMIN BILAN OLEIN KISLOTA O'RTASIDAGI KONDENSATLANISH VA SIKLLANISH REAKSIYALARINING BORISHINI KVANT-KIMYOVIY O'RGANISH

¹Saidov A.Sh., ¹Uzoqov J.R., ¹Muxamadiyev N.Q.,²Astanova D., ³Vinogradova V.I.¹Samarqand davlat universiteti, ²SOHAQMBYU,³O'zR FA O'simlik moddalar kimyosi instituti,E-mail: a-saidov85@mail.ru

Annotatsiya. Gomoveratrilamin bilan olein kislota o'rtasida boradigan kondensatlanish va sikllanish reaksiyalarining borishi kvant-kimyoviy, reaksiya energetik kesimlarini tuzish orqali o'rganilgan. Reaksiya mahsulotlarining strukturasi tajribaviy va hisoblangan IQ- spektrlarining qisqa kvadratlar usulida aniqlangan moslik darajasi bo'yicha baholangan.

Kalit so'zlar: gomoveratrilamin, olein kislota, kondensatsiya, siklizatsiya, kvant-kimyoviy hisoblash, energetik kesim, IQ-spektrlar.

Kirish. Bugungi kunda turlicha biologik faollikni namoyon qiladigan juda ko'plab izoxinolin hosilalari ma'lum bo'lib, ularning ba'zilar klinik tekshirishlarning turli bosqichlarida bo'lsa, ba'zilar dori vositasi sifatida qo'llaniladi [1-4]. SHuning uchun ham potensial biologik faollikni namoyon qiladigan

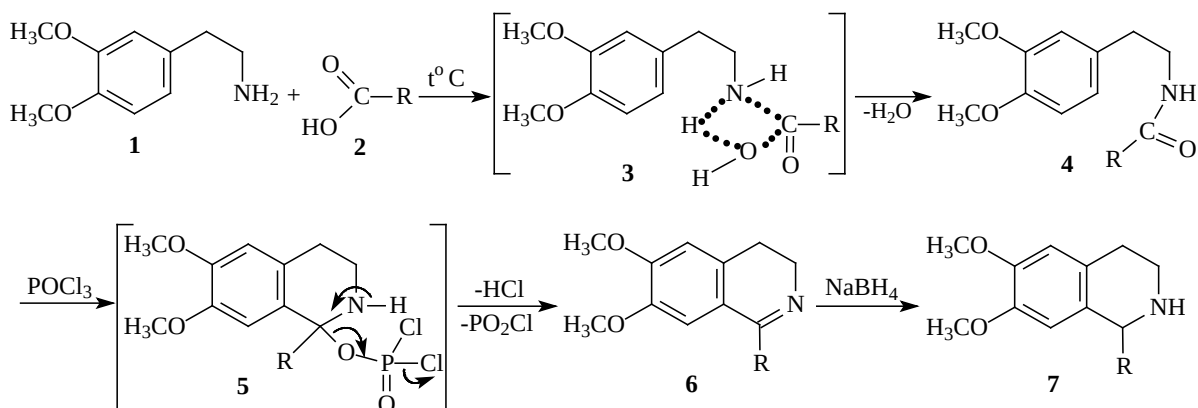
yangi izoxinolin qatori moddalarini izlashni davom ettirish maqsadga muvofiq. SHu nuqtai nazardan aromatik halqaga yangi farmakofor fragmentlarni kiritib keyinchalik ularni modifikatsiyalash, hamda aromatik yadrodagi bir yoki bir necha uglerod atomini azot atomiga almashtirish yoki bo'lmasa gomoveratrilaminning bir asosli karbon kislotalar bilan kondensatlanish va sikllash reaksiyalari asosida izoxinolen hosilalarini sintez qilish borasida olib borilayotgan ishlar juda qiziq va muhimdir [5-7].

Ishning maqsadi: Gomoveratrilaminning olein kislota bilan kondensatlanish va sikllanish reaksiyalari borishini kvant-kimyoviy tadqiq etish.

Tadqiqot ob'ekti: gomoveratrilamin, olein kislota, kvant-kimyoviy hisoblash dasturlari, IK-spektrlar.

Tadqiqot usullari: IQ-spektraskopiya, kvant-kimyoviy hisoblash usullari, GAUSSIAN 09 dasturi.

Gomoveratrilaminning olein kislota bilan kondensatlanish va sikllanish reaksiyalari quyidagi mexanizm bo'yicha boradi:



Reaksiya mexanizmidan ko'rinib turibdiki, gomoveratrilamin (1) olein kislota (2) bilan kompleks o'tish holati (3) orqali kondensatlanish reaksiyasi amalga oshirilib, olein kislota amidini (4) hosil qiladi. Hosil bo'lgan kislota amidi (4) o'z navbatida suvni tortib oluvchi agent ta'sirida oraliq kompleks (5) orqali (6) ga o'tkaziladi va nihoyat NaBH_4 yordamida gidrogenlash natijasida olein kislotasining izoxinolinli hosilasi (7) olinadi. Qayd etilgan reaksiyalarning har bir bosqichi alohida-alohida kvant-kimyoviy usulda tahlil etildi. SHu bilan bir qatorda kvant-kimyoviy hisoblashlar natijasida solishtirish uchun reagentlar va reaksiya mahsulotlarning IQ-spektrlari olindi.

Kvant kimyoviy hisoblashlar valent-ajratilgan VZLYP/6-31G(d,r) bazisini qo'llab, funksional zichlik usulida amalga oshiriladi [8]. Moddalarning asosiy va o'tish holatlari uchun termokimyoviy hisoblashlarni detallash uchun nolinchi tebranish energiyasining qiymati E_{teb} , elektiron va nolinchi tebranish energiyalari yig'indisi, (form)elektiron va termik energiyalar yig'indisi elektronlar va nolinchi elektiron tebranishlar energiyalar yig'indisi ($E_{\text{el}} + E_0$) elektiron va termik energiyalar yig'indisi ($E_{\text{el}} + E_{\text{term}}$), elektiron va termik Gibbs energiyalari yig'indisi ($G = E_{\text{el}} + G_{\text{term}}$) qiymatlari, hamda Marrel va Leydler [9] reaksiyalar tezliklarining qo'yidagi formula bo'yicha hisoblangan qiymatlari.

$$k = \frac{k_B T a}{h C} \exp\left(-\frac{\Delta_f G}{RT}\right)$$

bunda T - temperatura, K; $\Delta_f G$ - o'tish holatining Gibbs energiyasi;

R - universal gaz doimiysi; k_B - Bolsman doimiysi;

h - Plank doimiysi; C - yorug'lik tezligi.

Olingan natijalar va ularning muhokamasi.

O'rganiladigan reaksiyalar reagentlar va mahsulotlar hamda energetik karakteristikalar va reaksiya tezliklarining doymiy qiymatlari 1-jadvalda berilgan.

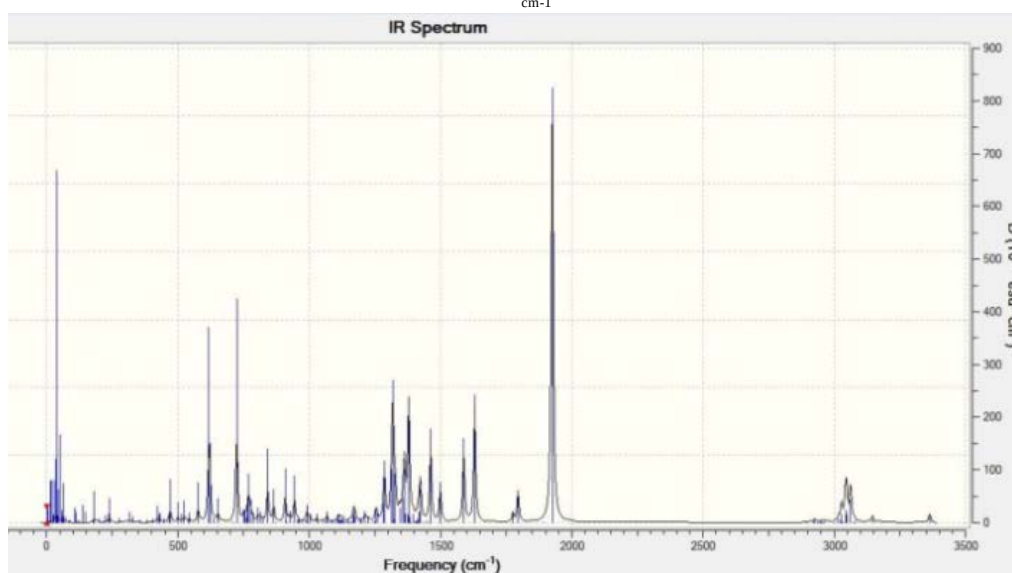
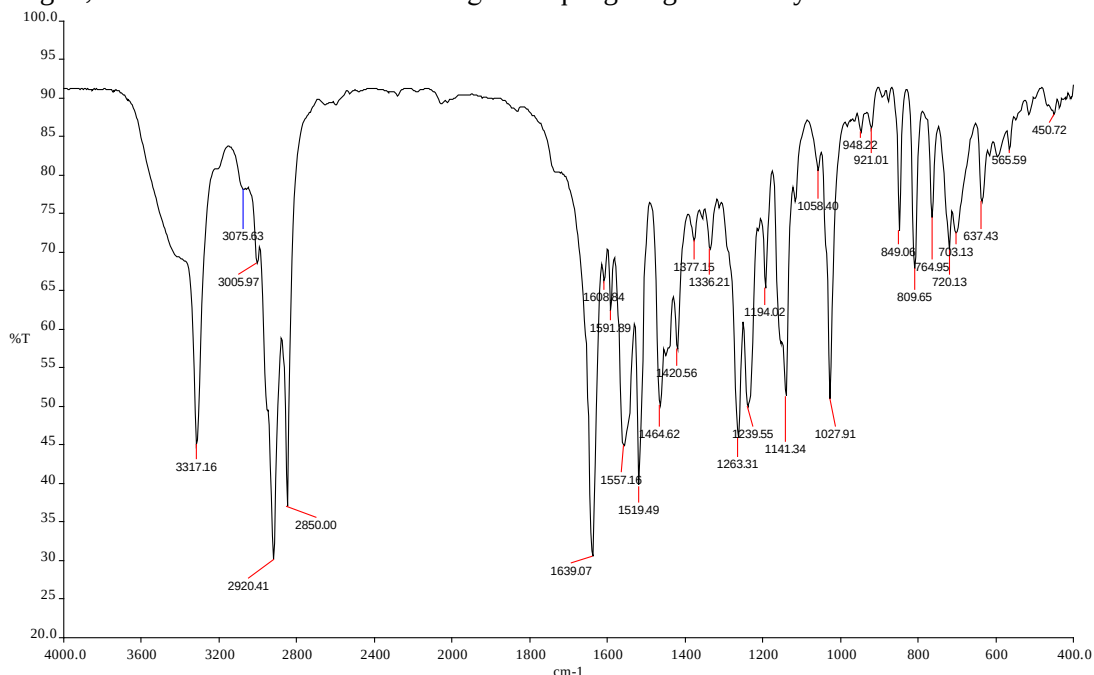
Jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki kondensatlanish reaksiyasi sikllanish reaksiyasiga qaraganda ancha qiyin boradi va kitma-ket boruvchi reaksiyada ushbu bosqich (1-chi bosqich) limitlovchi vazifasini o'taydi.

1-jadval

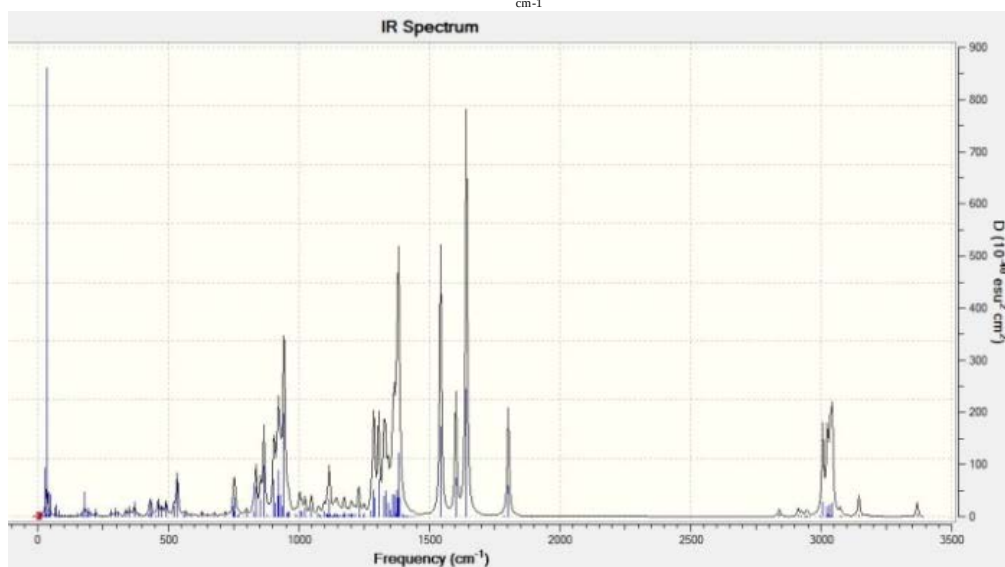
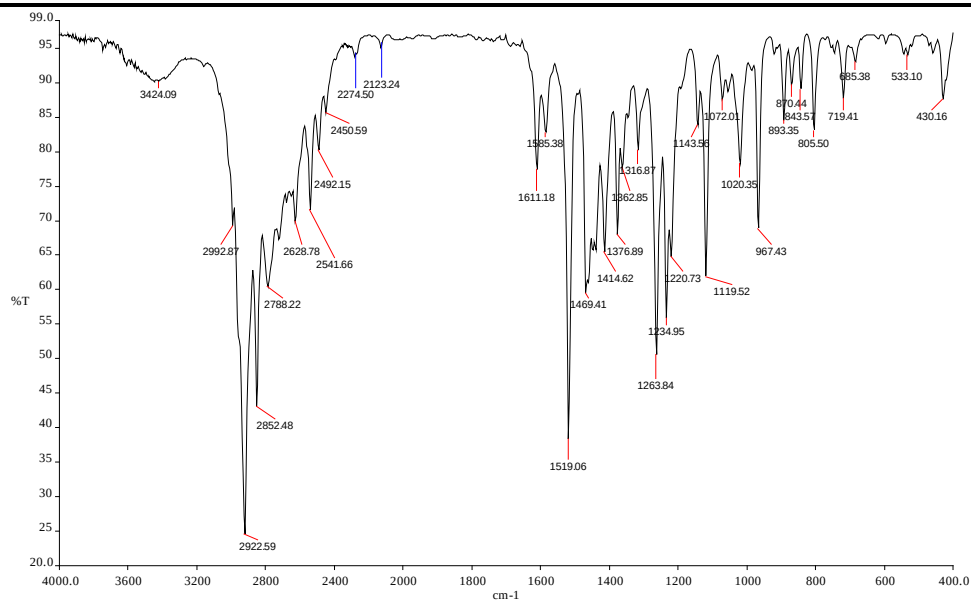
Reaksiyalarning energetik xarakterikalari va tezlik doimiysi

N	Energiya	Amin	Amid	Izoxinolin
1	$E_{\text{el}} + E_0$	-96.415	-288.749	-305
2	$E_{\text{el}} + E_t$	-96.985	-289.320	-325.533
3	$G = E_{\text{el}} + G_t$	-115.292	-369.945	-370.857
4	k_i	$1.56 \cdot 10^{-48}$		$2.36 \cdot 10^{-34}$

1-2-rasmlarda kondensatlanish va sikillanish reaksiyalari natijasida hosil bo'lgan mahsulotlarning tajribaviy aniqlangan va hisoblangan IQ-spektrlari berilgan. Solishtirish uchun esa tajriba natijasida aniqlangan IQ-spektrlar ham keltirilgan. Kondensatlanish va sikillanish reaksiyalari mahsulotlarining hisoblangan va tajribada olingan IQ-spektrlarining moslik darajasi qisqa kvadratlar usulida korrelatsiya koeffitsientini hisoblash orqali baholandi. Unga ko'ra korrelatsiya koeffitsientining qiymati mos ravishda amin uchun $r = 0,9844$ amid uchun $r = 0,9954$ izoxinolin hosilasi uchun esa $r = 0,9184$ ni tashkil etdi. Bu qiymatlar hisoblangan va tajribada olingan qiymatlarni bir-biriga mosligini hamda hisoblashlarning to'g'ri bajarilganligini, hamda moddalar strukturasi to'g'ri aniqlanganligini isbotlaydi.

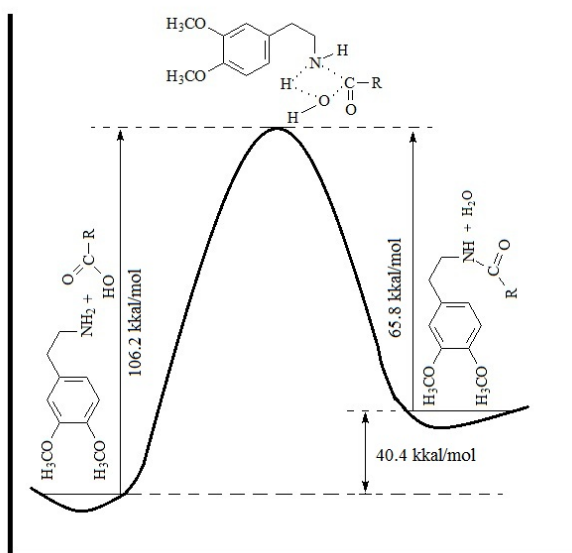


1-rasm. Olein kislota amidining tajribaviy (a) va hisoblangan (b) IQ – spektrlari

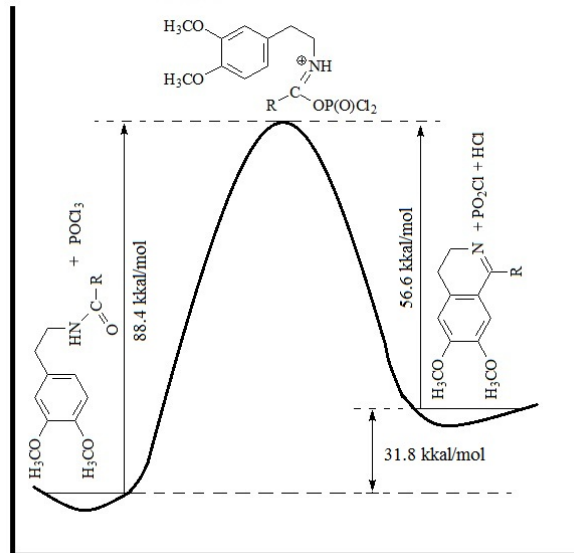


2-rasm. Olein kislota izoxinolinining tajribaviy (a) va hisoblangan (b) IQ – spektrlari

O'rganilgan reaksiyalarning mexanizmini kvant-kimyoviy o'rganishda TS usulida uning energetik kesimini tadqiq etish reaksiya faollanish energiyasini aniqlash no'qtaiy nazarida juda muhim. SHuning uchun ham kondensatlanish va sikllanish reaksiyalarining energetik kesimlari 3 va 4-raslarda berilgan.



3-rasm. Kondensatlanish reaksiyasining energetik kesimi



4-rasm. Sikllanish reaksiyasining energetik kesimi

Reaksiyalarda keltirilgan ma'lumotlardan shuni qayt etish kerakki, kondensatlanish reaksiyasi uchun ΔN 65,8 kkal/mol ni sikillanish reaksiyasi uchun esa 56,6 kkal/mol ni tashkil etadi.

Xulosalar

1. Gomoveratrilamin bilan olein kislota o'rtasida boradigan kondensatlanish va sikllanish reaksiyalarining borishi kvant-kimyoviy, reaksiya energetik esimlarini tuzish orqali o'rganilgan.
2. Reaksiya mahsulotlarining strukturasi tajribaviy va hisoblangan IQ- spektrlarining qisqa kvadratlar usulida aniqlangan moslik darajasi bo'yicha baholangan.

Adabiyotlar

1. Shklyayev YU.V. Sintez alkaloidov izoxinolinovogo ryada // Ximiya i kompyuternoe modelirovanie. Butlerovskie soobsheniya. - 2002. - № 7. - S. 21-34.
2. Mixaylovskiy A.G. Cyclic azomethines and their hydrogenated derivatives //Chemistry of Heterocyclic Compounds. - 2013. - №. 5. - S. 579-604.
3. Xalturina V. V. i dr. Sintez, analgeticheskaya i protivovospalitel'naya aktivnost (2Z, 5Z)-1-aril-3-gidrokxi-5-(3, 3-dialkil-3, 4-digidroizoxinolin-1 (2H)-iliden) pent-2-en-1, 4-dionov //Ximikofarmatsevticheskiy jurnal. - 2009. - T. 44. - №. 11. - S. 7-9.
4. Dormidontov M.YU., Syropyatov B.YA., Dautova R.Z., Aleksandrov B.B., SHklyayev V.S., Vaxrin M.I., Mixaylovskiy A.G. Sintez, antiagregantnaya i gipotenzivnaya aktivnost proizvodnykh izoxinolina // Xim.-farm. Jurnal, -1990. - t. 22. - N 12. - S. 22-24.
5. Saidov A.SH., Levkovich M.G., Vinogradova V.I. Sintez 1-alkiltetragidro-izoxinolinov //Ximiya prirodnix soedineniy. - 2013.- N 5.- C. 771-774.
6. Saidov A.SH., Vinogradova V.I. Sintez tetragidroizoxinolinov na osnove gomoveratrilamina i piridinovykh kislot // Uzbekskiy ximicheskij jurnal.- 2014.- N 2.- C. 16-19.
7. Крылов O.V. Geterogennyy kataliz. - M.: Akademkniga, 2004, 679 s.
8. V.G. Sirelson. Kvantovayaximiya. Molekuly, molekulyarnye sistemy i tverдые tela. - M.: Binom, 2010, 496 s.
9. Tretyakov V.F., Talysinskiy R.M. Kinetika i dinamika geterogennykh kataliticheskix nefteximicheskix protsessov. - M.: Izdatelstvo MITXT, 2012

Саидов А.Ш., Узоков Ж.Р.,
Мухамадиев Н.К., Астанова Д.,
Виноградова В.И.

КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ХОДА РЕАКЦИЙ КОНДЕНСАЦИИ И ЦИКЛИЗАЦИИ ГОМОВЕРАТРИЛАМИНА С ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТОЙ

В работе методом квантовой химии изучены реакции конденсации и циклизации гомовератрилами́на с олеиновой кислотой с построением энергетического профиля реакции. Структура синтезированных продуктов сравнена оценкой соответствия экспериментальных и расчетных ИК-спектров.

Ключевые слова: гомовератрилamin, олеиновая кислот, конденсация, циклизация, квантово-химический расчет, энергетический профиль, ИК-спектры.

Saidov A.Sh., Uzakov J.R., Muhamadiev
N.Q., Astanova D., Vinogradova V.I.

QUANTUM CHEMICAL STUDY PROGRESS CONDENSATION REACTION AND CYCLIZATION GOMOVERATRILAMINA WITH OLIENOVYOY ACID

In the method of quantum chemistry studied the condensation reaction and cyclization gomoveratrilamin with oleic acid building energy profile responses. The structure of the synthesized product conformity assessment compared experimentally obtained and calculated IR spectra.

Keywords: gomoveratrilamin, oleic acid, condensation, cyclization, quantum-chemical calculations, the energy profile, IR spectra.

УДК 543.253

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ СЫВОРОТКИ КРОВИ В НОРМЕ И ПАТОЛОГИИ

Д.М.Аронбаев, В.А.Тен, С.Д. Аронбаев, А.М. Насимов

Самаркандский государственный университет \

Аннотация. Разработан вольтамперометрический метод определения антиоксидантной активности сыворотки крови. Метод заключается во взаимодействии п-бензохинона с биологической средой, после чего остаточная концентрация п-бензохинона определяется вольтамперометрически. От-

мечена высокая корреляция полученных результатов с данными, полученными спектрофотометрическим методом TAS Randox. Исследован уровень антиоксидантной активности сыворотки крови 23 практически здоровых доноров, выявлена зона референсных значений уровня антиоксидантной активности в диапазоне $1,378 \pm 0,214$ ммоль/л. Показана корреляция уровня антиоксидантной активности и величин окислительно-восстановительного потенциала сыворотки крови пациентов с заболеваниями почек и других органов.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, сыворотка крови, вольтамперометрическое определение, референсная зона.

Введение

Благодаря развитию представлений о роли свободнорадикальных процессов, протекающих в организме, и их связи с работой антиоксидантной системы все больше внимания уделяется оценке эффективности ее работы [1,2]. В нормально функционирующем организме человека существует баланс между прооксидантами, т.е. активными формами кислорода (АФК) и свободными радикалами, и компонентами системы антиоксидантной защиты. Нарушения этого баланса при заболеваниях различной этиологии могут приводить к окислительным стрессам либо к замедлению свободнорадикальных процессов, т.е. к нарушениям процессов естественного метаболизма [3,4].

В настоящее время известно, что в организме человека существует несколько барьеров антиоксидантной системы, обеспечивающих защитную функцию на различных уровнях [5,6]:

1. Первичные антиоксиданты ферменты (глутатионпероксидаза, супероксиддисмутаза), металло-связывающие белки (ферритин и церулоплазмин), которые предотвращают образование свободных радикалов.

2. Вторичные - витамины Е и С, бета-каротин, мочева кислота, билирубин и альбумин - способствующие выведению образовавшихся радикалов.

3. Третичные - ферменты, осуществляющие репарацию поврежденных клеточных структур (например, на уровне репарации ДНК).

В связи с этим проблема разработки методов анализа прооксидантов и антиоксидантов в биологических жидкостях стоит довольно остро [7].

Наиболее часто употребляемые спектрофотометрические методы определения антиоксидантной активности требуют дорогостоящих и дефицитных реактивов и зависят от интенсивности окраски самого биологического материала [8].

Особого внимания в рамках данной проблемы заслуживают электрохимические методы определения антиоксидантов благодаря своей простоте, селективности и экспрессности [9]. В то же время не все биологически активные вещества являются электрохимически активными, что не позволяет проводить их непосредственное определение.

В этом случае наиболее приемлемым является использование медиаторных реакций с использованием окислительно-восстановительных пар, изменяющих свое соотношение в присутствии антиоксидантов. Следует отметить, что выбор медиаторной системы должен отвечать ряду требований: термодинамическая возможность протекания химической реакции реагента с основными антиоксидантами, обратимость электродной реакции медиаторной системы, быстрое установление равновесного потенциала, Нернстовская зависимость потенциала от изменения концентрации компонентов системы и достаточно высокая скорость реакции с основными антиоксидантами [10]. В качестве таких медиаторных систем могут быть использованы как неорганические ионы, так и органические вещества, обладающие электрохимической активностью, например, системы йод-йодид, ферро-феррицианид, п-хинон-гидрохинон и другие. Изменение величины измеряемого электрического параметра в присутствии вещества антиоксиданта может стать мерой антиоксидантной активности этого вещества [11,12].

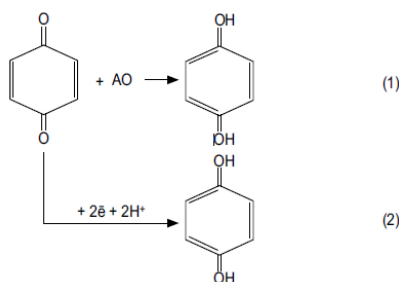
Целью данной работы является разработка электрохимического метода определения уровня антиоксидантной активности (АОА) биологических сред с использованием медиаторной электрохимически обратимой пары хинон-гидрохинон и его апробация в клинической практике.

Материалы и методы

В работе использованы п-бензохинон (99.5%, Диаэм, Россия), аскорбиновая кислота (99%, Sigma Aldrich), тролокс (6-гидрокси-2,5,7,8-тетраметилхроман-2-карбоксильная кислота 97%, Sigma Aldrich), кверцетин дигидрат (97%, Sigma Aldrich). Вольтамперометрические измерения проводили с помощью компьютеризированного комплекса на базе модернизированного полярографа ПУ-1 [13], pH растворов определяли с помощью иономеров И-130М со стеклянным электродом ЭСЛ - 63Г и

хлорсеребряным электродом сравнения ЭВЛ-1МЗ, редокс потенциал измеряли с помощью ОВП-метра 169В ORP TESTER фирмы OROMETR (Малайзия).

Сущность метода заключается во взаимодействии окисляющего агента п-бензохинона с биологической средой (уравнение 1), после чего остаточная концентрация п-бензохинона определяется вольтамперометрически (уравнение 2).



Результаты и обсуждение

Прежде всего, были проведены исследования модельных растворов антиоксидантов (аскорбиновая кислота, тролокс, кверцетин дигидрат) в диапазоне концентраций 10^{-5} - 10^{-3} М. Для анализа к 3 мл фосфатного буферного раствора (рН 7,4, 0,15М по NaCl) добавляли 1мл 10^{-2} М водного раствора п-бензохинона и 1 мл анализируемого раствора антиоксиданта. Смесь выдерживали в течении 5 минут при комнатной температуре, после чего проводили электрохимическое определение остаточной концентрации п-бензохинона. Использовали трех электродную ячейку с пленочным ртутно-графитовым рабочим электродом, хлорсеребряным электродом сравнения и углеродистым вспомогательным электродом. Осуществляли циклическую развертку потенциала в течении 5 циклов в диапазоне от -650 до +900 мВ со скоростью развертки 55 мВ/с. Концентрацию п-бензохинона определяли по убыли катодного пика при потенциалах -160 ± 20 мВ (Рис. 1).

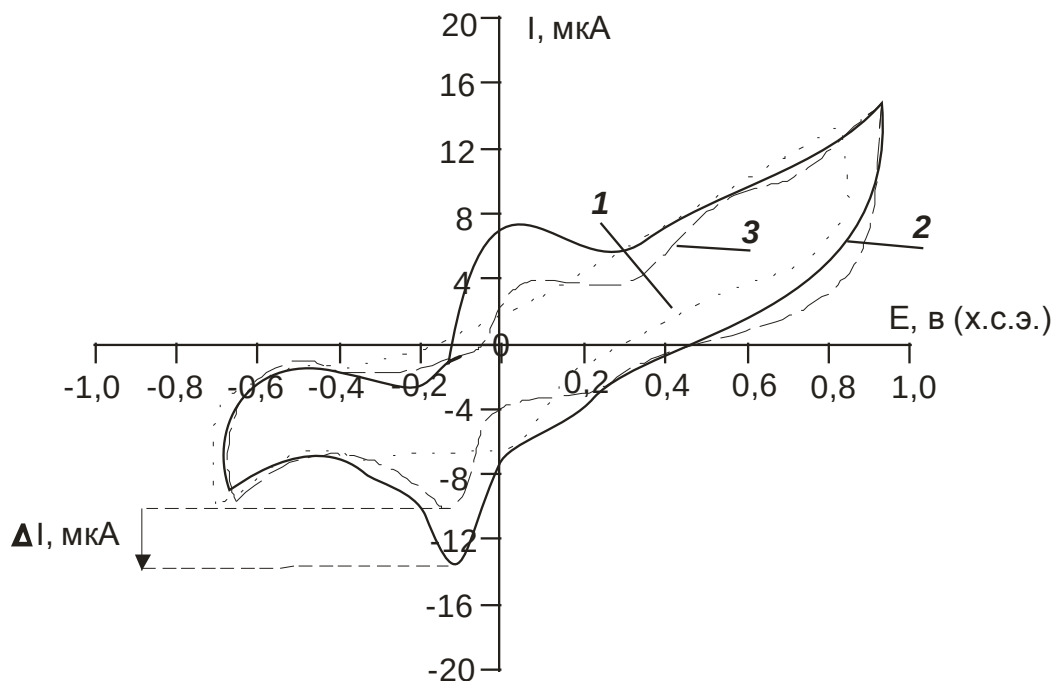


Рис. 1. Вольтамперная кривая смеси п-бензохинон/гидрохинон:

1 – фоновый раствор (фосфатный буфер рН 7,4 0,15 М NaCl); 2 – фоновый раствор + 0,01 М п-бензохинона; 3 - фоновый раствор + 0,01 М п-бензохинона при добавлении 1 мл сыворотки крови здорового донора.

На основании данных по анализу модельных растворов антиоксидантов были построены калибровочные зависимости. Экспериментально установлено, что все применяемые растворы анитокси-

дантов показывают линейную зависимость в диапазоне концентраций от 10^{-5} - 10^{-3} М. Однако применение в качестве стандарта АОА раствора дигидрокверцетина показало лучший коэффициент корреляции. Поэтому для дальнейших исследований нами за стандарт уровня антиоксидантной активности был выбран именно дигидрокверцетин.

Для установления средних показателей общей АОА в сыворотке крови и определения зоны построения референсных значений [14] уровня АОА было проведено исследование сыворотки крови 23 практически здоровых доноров. Было показано, что уровень АОА лежит в диапазоне $0,82 \div 1,88$ ммоль/л в расчете на дигидрокверцетин. При статистической обработке массива данных 23 практически здоровых доноров была получена зона референсных значений $1,378 \pm 0,214$ ммоль/л (Рис. 2).

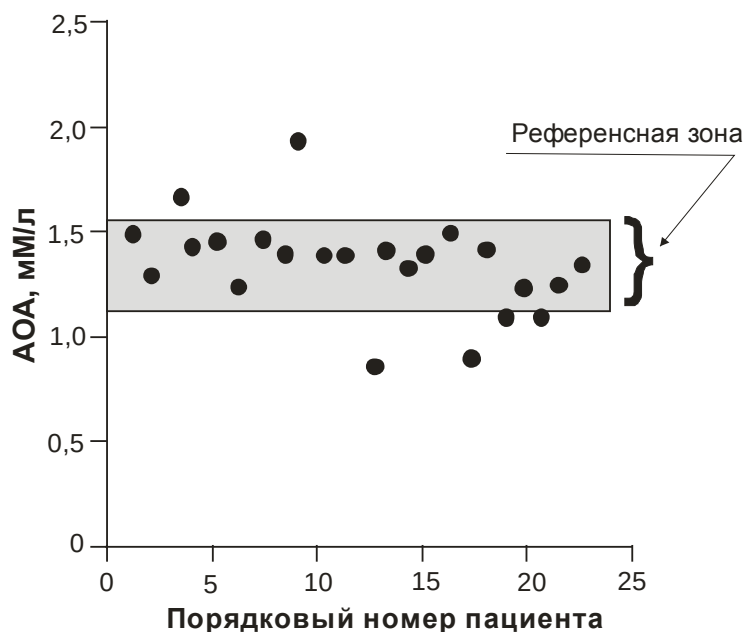


Рис. 2. Антиоксидантная активность сыворотки крови 23 практически здоровых доноров.

При сравнении уровня АОА сыворотки крови пациентов с диагнозом сепсис (6 человек), измеренных предлагаемым методом, была обнаружена высокая корреляция со спектрофотометрическим методом (TAS, «Randox») (Рис. 3)

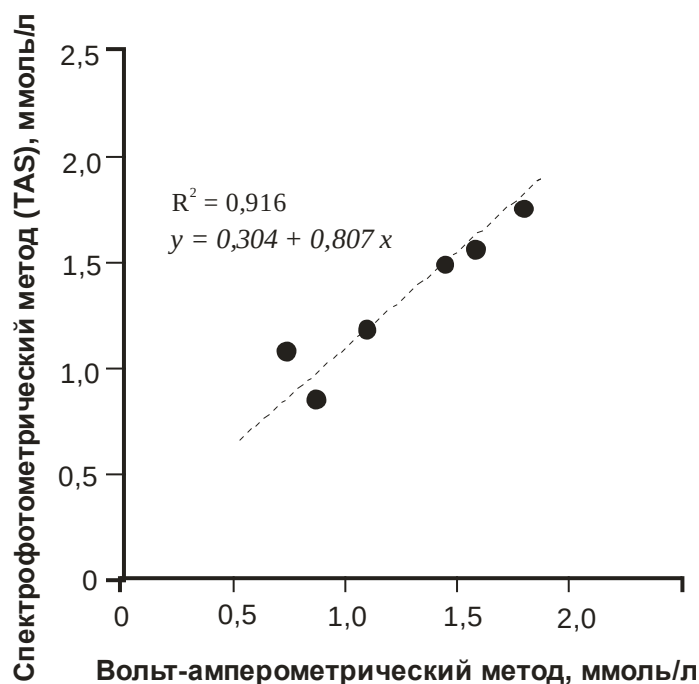


Рис.3. Сравнение вольтамперометрического и спектрофотометрического (TAS, Randox) методов определения АОА септических пациентов .

При исследовании пациентов отделения нефрологии (11 человек) была обнаружена корреляция уровня АОА с величинами окислительно-восстановительного потенциала (Рис. 4).

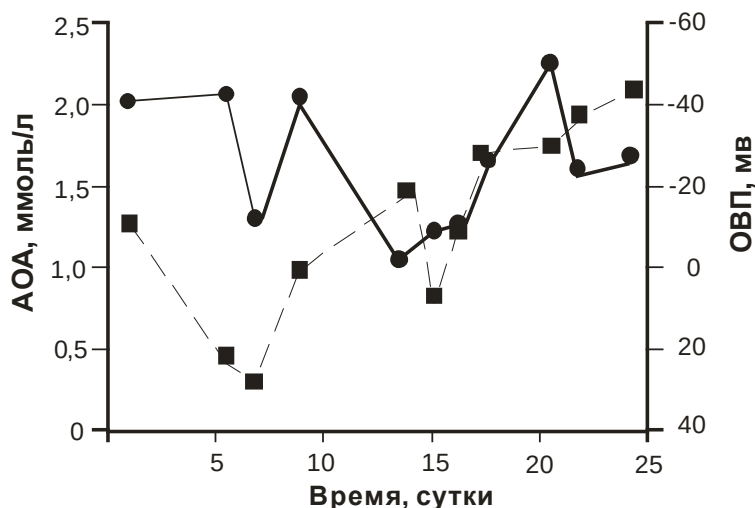


Рис.4 Динамика изменения АОА и ОВП сыворотки крови пациентов с заболеванием почек.

Как следует из диаграммы, в процессе лечения наблюдается схожая динамика изменения АОА и ОВП сыворотки крови. В референсную зону по АОА можно отнести сроки, начиная с 7 по 20 день лечения.

Таким образом, предложенный метод может служить дополнительным критерием оценки состояния пациентов с заболеваниями почек и других органов.

Выводы.

1. Предложен вольтамперометрический метод определения уровня антиоксидантной активности сыворотки крови.
2. Отмечена высокая корреляция разработанного метода с традиционным дорогостоящим спектрофотометрическим методом – TAS “Randox”
3. Установлена зона референсных значений уровня антиоксидантной активности практически здоровых доноров, которая составляет $1,378 \pm 0,214$ ммоль/л

Литература

1. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы и антиоксиданты. // Вестн. РАМН, 1998. - № 7. - С. 43-51.
2. Владимиров Ю.А, Азизова О.А., Деев А.И. Свободные радикалы в живых системах. // Итоги науки и техники, 2000. - Т. 29. - С. 151-167.
3. Бобырев В.Н., Почерняева В.Ф., Стародубцев С.Г. Специфичность систем антиоксидантной защиты органов и тканей - основа дифференцированной фармакотерапии антиоксидантами. // Экспериментальная и клиническая фармакология, 2005. - Т. 57. - №1. - С. 78-86.
4. Барабой В.А., Брехман И.И., Голожин В.Г. Перекисное окисление и стресс. - М.: Наука, 2004. - 148 с.
5. Рогожин В.В. Пероксидаза как компонент антиоксидантной системы живых организмов. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 240 с.
6. Ланкин В.З., Тихазе А.К., Беленков Ю.Н. Свободнорадикальные процессы в норме и при заболеваниях сердечно-сосудистой системы. -М.: РКНПК МЗ РФ, 2001. -78 с.
7. Биоантиоксидант: Тезисы докладов VIII Международной конференции. Москва, 4-6 октября 2010 г. -М.: РУДН, 2010. - 558 с.
8. Хасанов В.В., Рыжова Г.Л., Мальцева Е.В. Методы исследования антиоксидантов // Хи-мия растительного сырья. -2004. -№3. - С. 63–95.
9. Разработка теоретических основ и практического применения вольтамперометрического способа определения суммарной антиоксидантной активности природных и синтетических

- биопрепаратов. Отчет о научно-исследовательской работе. / Под ред. Д.М. Аронбаева. Грант ККНТ при КМ РУз. № Гос.регр. Ф6-02. – Самарканд, СамГУ, 2015. – 150 с.
- 10.Брайнина Х.З., Иванова А.В., Шарафутдинова Е.Н. Оценка антиоксидантной активности пищевых продуктов методом потенциометрии // Известия высших учебных заведений // Пищевая технология. - 2004. - №4. - С. 73–75.
 - 11.Аронбаев Д.М., Тен В.А., Юлаев М.Ф., Аронбаев С.Д. Исследование антиоксидантной активности растительности Ферганской долины // Молодой ученый, 2015, №4(84). - С. 30-34.
 - 12.Аронбаев Д.М. Апробация метода и прибора для определения антиоксидантной активности лекарственных растений и фитосборов на их основе // МНО «Inter-Medical», 2015 №8 с.17-21.
 - 13.Аронбаев С.Д., Насимов А.М., Аронбаев Д.М., Насыров Р.Х. Компьютеризированный аналитический комплекс для инверсионной вольтамперометрии на базе универсального полярографа ПУ-1. // Научный вестник Самаркандского Государственного Университета.- 2009.- № 1(53). - С.47-50.
 - 14.Кишкун А.А. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований. - М: Медицинский центр ЦБ РФ, 1997. - 318 с.

**D.M.Aronbaev, V.A.Ten, S.D.Aronbaev,
A.M.Nasimov**
**NORMADA VA PATOLOGİYADA QON
ZARDOBIDAGI ANTIOKSIDANT
AKTIVLIGINI ANIQLASH UCHUN
VOLTAMPEROMETRIK USUL ISHLAB
CHIQLASH**

Qon zardaobidagi antioksidant aktivligini aniqlashning voltamperometrik usuli ishlab chiqildi. Usul p-benzoxinonning biologik muhit bilan ta'siridan keying p-benzoxinonning qolgan konsentratsiyasini voltamperometrik aniqlashga asoslangan. Olingan natijalarning TAS Randox usulida spektrofotometrik aniqlash bilan solishtirganda yuqori korrelatsiya kuzatildi. 23 ta sog'lom odamning qon zar-dobi antioksidant aktivligi quymatin $1,378 \pm 0,214$ mmol/l diapozonda ekanligi topildi. Buyrak va boshqa organ kasalliklari bilan og'rigan bemorlarning antioksidant aktivligi va oksidlanish-qaytarilish potentsiali qiymati darajasi korrelatsiyasi ko'rsatildi.

Kalit so'zlar: antioksidant aktivligi, qon zar-dobi, voltamperometrik aniqlash, referens zona

**D.M.Aronbaev, V.A.Ten, S.D. Aronbaev,
A.M. Nasimov**
**DEVELOPMENT OF METHOD FOR
VOLTAMMETRIC DETERMINATION OF
ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BLOOD
SERUM AT NORM AND PATHOLOGY**

A voltammetric method for the determination of antioxidant activity of blood serum. The method consists in reacting p-benzoquinone with a biological medium, and then the residual concentration of p-benzoquinone voltammetric determined. The high correlation of the results with those obtained by spectrophotometry TAS Randox. The level of the antioxidant activity of serum 23 healthy donors revealed zone antioxidant activity reference level values in the range $0,1378 \pm 0,214$ mmol / l. A correlation level of antioxidant activity and values of the redox potential of the blood serum of patients with kidney disease, and other organs.

Keywords: antioxidant activity, blood serum, voltammetric determination, the reference area.

UDK: 543.421./424:543

**ZOL-GEL USULIDA TURLI OPTIK GAZ SENSORLARI UCHUN GIDROFIL VA GIDROFOB
QATLAMLAR TAYYORLASH**

A.M.Nasimov¹, X.Sh.Tashpulatov², H.M.Nasimov², M.N.Isoqulova³

¹Samarqand davlat universiteti profeessori, ²Samarqand davlat universiteti katta o'qituvchisi

³Samarqand davlat universiteti magistranti

E-mail: xurshiduz@rambler.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada turli gazlarni optik usulda aniqlash uchun zol-gel texnologiyasida qatlamlarni tayyorlash, ularning xossalari o'rganish natijalari keltirilgan. Shuningdek, unda prekursorlarning ahamiyati ham keng muhokama qilingan.

Kalit so'zlar: zol-gel, qatlam, optik usul, fluoressensiya, gidrofob, gidrofil.

Kirish

Kimyoviy sensorlarning rivojlanishini tadqiqotchilar yangi materiallar ya ular asosida yangi texnologiyalar ishlab chiqish bilan bog'lamoqda. Dastlab elektrokimyoviy sensorlarda ionli suyqliklardan[1]foydalanish haqida tadqiqotlar amalga oshirildi. Ionli suyqliklarning yutug'i shundaki ular bir vaqtning o'zida ham erituvchi, ham kimyoviy reaktiv vazifasini bajaradi. Turli xildagi funksional analitik gruppalardan tashkil topgan ionli suyqliklar sensorlarning turli funksiyalarini baharishini ta'milaydi. Bu yangi yo'nalish bo'lishiga qaramasdan ko'pgina yangiliklar ochishga bashoratlar qilinmoqda. Sensorlarda istiqbolli yo'nalish nanomateriallar va nanotexnologiyalardan foydalanish hisoblanadi. Bu ishlar haqida qator ilmiy maqolalar chop etilgan[2-4].

Keyingi vaqtlarda zol-gel texnologiyasi ham ko'pchilik tadqiqotchilarni o'ziga jalb qilmoqda va bashoratlarga ko'ra bu yo'nalish eng istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.

Zol-gel jarayoni anorganik alkoksidlarni suyuq fazadan qattiq fazaga o'tishini anglatadi. Bu anorganik boshlang'ich moddalardan yuqori temperaturada olinadigan odatdagi shishaga qaraganda yaxshi va toza shisha hamda keramikani past temperaturada hosil qilishni bildiradi[5]. Zol-gel jarayonning eng e'tiborli jihati odatdagi usullar bilan molekulyar masshtabdagi kompozitsion materiallarni olib bo'lmasligidir. Zol-gel usuli shishalar, optik tolalar, maxsus qoplamalar, ultra-toza kukunlar va multifunksional materiallar kabi mahsulotlarni tayyorlashda keng qo'llanilib kelmoqda[26-6]. Bu jarayon shaffof va g'ovak matritsaga organik va anorganik molekulalarni biriktirish imkonini beradi[7-11].

Zol-gel materiallarning qo'llanilishi atrof-muhit monitoringi, sog'liqni saqlash biosensorlari, klinik muhim bo'lgan analitlarni aniqlashga imkoniyat yaratdi.

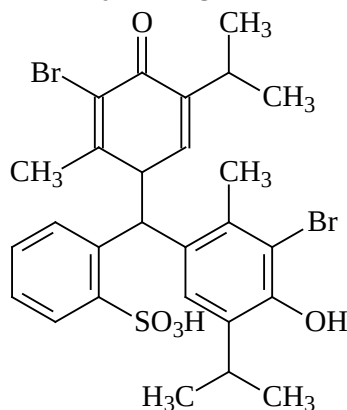
Hozirgi ko'pchilik zamonaviy zol-gelga asoslangan sensorlar pH ni aniqlashga bag'ishlangan bo'lib, bu ko'pchilik pH indikator bo'yoqlarning xilma-xilligidan va g'ovak zol-gel shishadan protonlarning oson diffuziyalanishidan kelib chiqadi. Optik pH sensorlar mavjud pH elektrodga nisbatan elektromagnit xalaqit beruvchilarning osongina oldini olish va bundan signal-shovqin nisbatining juda ustunligiga erishish orqali ta'minlanadi. Tipik optik pH sensorlar qisqa pH intervalini aniqlasada, uzoq yashash vaqtiga ega. Shuningdek ular qaytarlik va tez javob vaqti, chidamlilik, arzonlik, xavfsizlik, oson miniaturalashtira olinish va mexanik bardoshlilik kabi xususiyatlarga ega. Bunday sezuvchi asboblari pH indikatorni zol-gel matritsaga oson biriktirib chiziqli xarakterga erishish mumkin[12]. Odatdagi to'liq uzatgichsiz optik sensorlar zol-gel matritsaga pH sezuvchi bo'yoq biriktirilgan bo'lib, fluoressensiya yoki absorbsiyani o'lchashga asoslangan

Ushbu maqolada zol-gel usulida tayyorlangan membrane tabiatini o'zgartirish uchun aminli va ftorli o'zgartirilgan prekursorlardan foydalanib gibrid qatlamlar hosil qilish tadqiqotlari natijalari keltirilgan. Bundan maqsad esa reaksiya sharoitlarining optimal ko'rinishini topishdir.

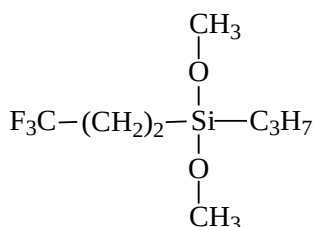
Tajribaviy qism

Reaktivlar va asboblari.

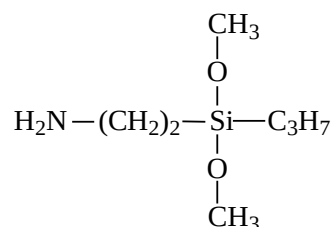
Bromtimol ko'ki (BTK), 3,3,3-triflorpropiltrimetoksisilan - $\text{CF}_3(\text{CH}_2)_2(\text{CH}_3\text{O})_3\text{Si}$ (TFP-TriMOS) va 3-aminopropiltrimetoksisilan (AP-TriMOS) spektroskopik toza holda ishlatildi. Etanol, xlorid kislota va ammoniy gidroksid ham boshqa tozalashlarsiz qo'llanildi. Barcha tajribalar distillangan suv ishtirokida olib borildi. Foydalanilgan moddalarning tuzilish formulalari quyida keltirilgan.



Bromtimol ko'ki



3,3,3-triflorpropiltrimetoksisilan



3-aminopropiltrimetoksisilan

Gidrofil membranalar tayyorlash.

Aminoguruh gidrofil tabiatga ega bo'lganligi uchun 175 μL AP-TriMOS aralashtirilgan holda 225 μL etanol qo'shildi. Gidrolizni boshlash uchun 65 μL 0,01N HCl eritmasi quyiladi. Aralashma 4 soat davomida

xona temperaturasi 600 rpm tezlikda aralashtiriladi. Olingan aralashma bir soat davomida tindirildi va yotqizish uchun ishlatildi.

Gidrofob membranalar tayyorlash.

Membrana gidrofobligini ta'minlash uchun ftorli silikat va organik silikatdan iborat gibrid zol-gelni tayyorlash maqsadida 200 μL TFP-TriMOS aralashtirilgan holda 201 μL etanol qo'shildi. Hidrolizni boshlash uchun 65 μL 0,01N HCl eritmasi quyiladi. Aralashma 4 soat davomida xona temperaturasi 600 rpm tezlikda aralashtiriladi. Olingan aralashma bir soat davomida tindirildi va yotqizish uchun ishlatildi.

Barcha mikroskop shishalari zol-gel qatlam yotqizishdan oldin 24 soat davomida konsentrlangan HNO_3 ga solib qo'yildi (yuzasini faollashtirish uchun), keyin bir necha marta etanolda yuvilib qurtildi.

Natijalar va ularning tahlili

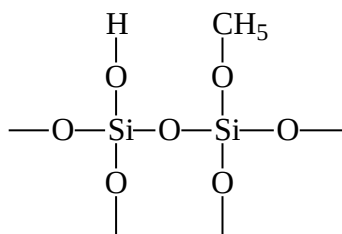
Fluoressensiya spektroskopiyasi geterogen muhitni o'rganish uchun kuchli vosita hisoblanadi. Zol-gel membrananing fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish uchun dopant biriktirilgan membranalar fluoressensiya spektroskopiyasi yordamida tadqiq qilinadi va shunga mos ravishda kimyoviy sensorlar ishlab chiqishda foydali axborot bera oladi. Bu esa turli kompozitsiyali zol-gel jarayonlarini va ularning saqlash jarayonlarini yaxshi tushunishni talab qiladi.

Agar gidroliz va kondensatsiya tez sodir bo'lsa, hosil qilingan membrana yorilish va notekislikka moyil bo'ladi. Zol-gel membrana tekisligi konfokal mikroskopiya yordamida tadqiq qilinadi. Lazerga asoslangan mikroskopik sistemalar qatlam yuzasini 0.1 μm aniqlikda tekshiradi.

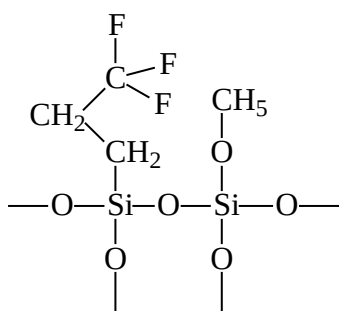
Bunda gelning siqilishi undan suyuqlik yo'qolgandagiga qaraganda kamroq bo'ladi va bu ular havo bilan to'lganligidan kelib chiqadi. Oxirgi qurish davri ikkinchi tezlik pasayishi davri (FRP2) deb ataladi. Bu bosqichda g'ovakliklardan suyuqlikning bug'lanishi to'xtaydi va bug'lanish faqatgina gel ichkarisida yuz beradi. Bu jarayon shisha ichiga suyuqlik diffuziyasi va undan bug'lanish muvozanatga kelganda nihoyasiga yetadi. Bu bosqichda shishaning ichki qatlamlarida haliyam suv molekullari bo'ladi va u kolotimetrik o'lchashlar uchun qo'llaniladi.

TEOS yoki TMOS kabi silikat alkoksidlarining qisman gidrolizi g'ovaklilar yuzasida Si -OH bog'larining saqlanib qolishiga sabab bo'ladi. Bunday mavjud zol-gel ionlarni sezish uchun juda qo'l keladi. Lekin silanol guruhlari pH indikatorlari xossasiga kuchli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bu esa karbonat anhidrid kabi analitga sezuvchanlikni yo'qolishiga sabab bo'lishi mumkin. MTEOS va ETEOS kabi ORMOSIL shishalarda reaktiv bo'lmagan alkil guruhlari sirtini va g'ovaklilar yuzasini qoplab olgan bo'ladi va natijada matritsa ko'proq gidrofob bo'ladi. Bunday zol-gel membranalar kislorod, ammiak, pH va karbonat anhidrid uchun qo'llaniladi.

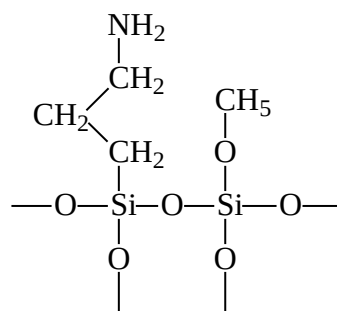
Agar zol-gel reaksiyasi davomida faqatgina anorganik precursor - TEOS yoki TMOS ishlatilsa, reaksiya so'ngida faqatgina gidrofilligi o'rtacha bo'lgan membrana hosil bo'ladi. Bunday membrananing kimyoviy tuzilishini quyidagicha sxematik tasvirlash mumkin (1a rasm). Bizning birinchi misolimizda TEOS ga qo'shimcha sifatida molekulasida uchta ftor tomi tutgan TFP-TriMOS ishlatdik. Undan hosil bo'lgan zol-gel membrananing tuzilishini esa quyidagicha tasvirlash mumkin (1b rasm). Oxirgi misolimizda esa membrana tabiatini yanada qutbliroq qilish maqsadida AP-TriMOS TEOS bilan birgalida ishlatildi va undan hosil bo'lgan membrana tuzilishini 1c-rasmdagidek tasvirlash mumkin.



1a-rasm



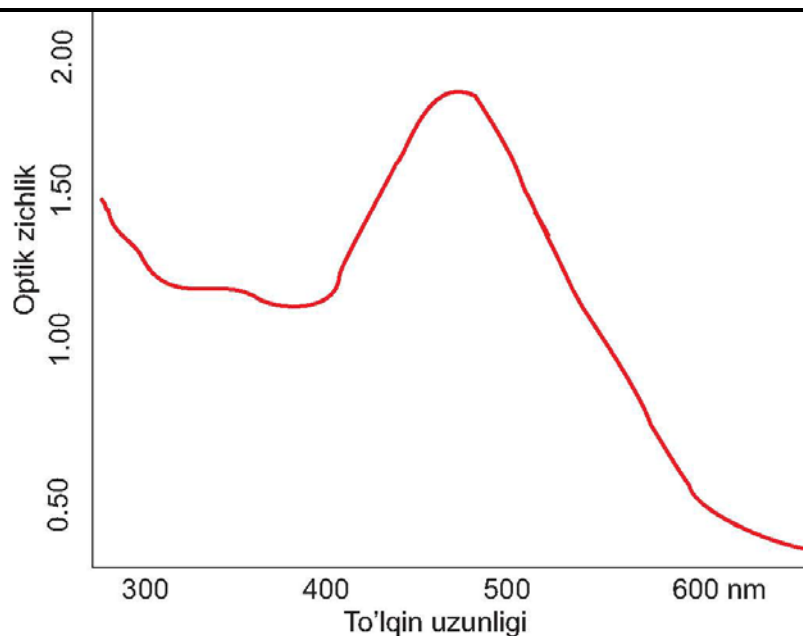
1b-rasm



1c-rasm

Biz ushbu tadqiqot davomida ftorli precursor tutgan gidrofob va aminoprekursor tutgan gidrofil membrananing bromtimolko'kini biriktirishga mosligini ham tekshirdik. Bu esa olingan membranalar optik xossalarini o'rganish orqali amalga oshirildi.

Quyida bromtimol ko'kning suvli ertimadagi yutilish spektrlari keltirilgan (2-rasm).



2-rasm. Bromtimol ko'kning TEOS dagi yutilish spektri.

Suv turli zol-gel kompozitlar tayyorlashda muhim rol tutadi va uning ichki muhiti tabiatiga ta'sir qiladi. $R=4$ nisbatda olingan yupqa filmlar yetarlicha shaffoflikka ega. Bromtimol ko'ki yutilish spektrida ko'k sohaga siljish kuzatiladi. Undikator saqlagan yupqa filmning spektroskopik o'lchashlar natijalari uning ichki muhitida suvdan tashqari precursor erituvchisi sifatida ishlatilgan etanolga ham kuchli darajada bog'liqligini tasdiqlaydi.

Tajribalar davomida TEOS ga qo'shimcha sifatida qo'llanilgan TFP-TriMOS ga bromtimol ko'ki yaxshi birkmasligi ma'lum bo'ldi. Shuningdek tayyor bo'lgan zol-gel qatlamlarning suvdagi spektrlari unda ko'p miqdorda indikator borligini tasdiqladi. Bu esa bromtimol ko'ki qatlamga yaxshi birikmaganligini tasdiqladi. Gidrofil molekulani gidrofob asosga biriktirishning samarali yo'llaridan biri uning molekulasini gidrofob shaklga keltirishdir.

AP-TriMOS-TEOS zol-gel qatlamiga bromtimol ko'ki yaxshi birikdi va tayyor bo'lgan zol-gel qatlamlar solib qo'yilgan suv namunasida indikator konsentratsiyasi kamligi tasdiqlandi. AP-TriMOS ga biriktirilgan bromtimol ko'ki yutilish spektrida ham kamroq o'zgarish kuzatildi va bu membrananing gidrofob tabiatidan kelib chiqadi deb faraz qilish mumkin.

Xulosalar

Zol-gel jarayonidan turli tabiatli qatlamlar tayyorlash prekursor tabiatiga, erituvchiga, R qiymatga, katalizatorga, temperaturaga bog'liq bo'ladi. Ftorli gibril prekursoridan hosil qilingan qatlamlar gidrofob tabiatga ega bo'lib, amino- guruh tutgan prekursorlardan hosil bo'lgan qatlamlar gidrofil tabiatni namoyon qiladi. Shuningdek tajribalar qutbli indikator gidrofob membranaga emas, gidrofil membranaga yaxshi birikishini ko'rsatdi. Tadqiqotlar natijalariga asoslanib gidrofob tabiatli vagidrofil tabiatli membrana olishning optimal sharoitlari topildi.

Adabiyotlar

1. *Intelligence Sensor Markets*, Market Intelligence Research Company (MIRC), Mountain View, CA, 1988.
2. Раков Э.Г. Нанотрубки и фуллерены. Учебн. пособие. - М.: Университетская книга. Логос, 2006.
3. Нанотехнология в ближайшее десятилетие. Прогноз направления исследований. Под ред. М.К. Роко, Р.С. Уильса, П. Аливасатова. Пер. с англ. - М.: Мир, 2002.
4. Prasada Rao T., Kala R., Danirl S.// *Anal. chim. acta*, 2006, pp. 578 105-108.
5. Zhang Z., Seitz W.R. A carbon dioxide sensor based on fluorescence.// *Anal. Chim. Acta*; 1984,160, pp. 205-208.
6. Susa, K.; Matsuyama, S.I.; Satoh, S. & Suganuma, T. New optical fibre fabrication method.// *Electronic Letters*, 1982, 18, pp. 499-500.

7. Keefer, K.D. In Silicon-based polymer science: A comprehensive resource, edited by J.M. Zeigler & F.W.G. Fearon. *Advances in Chemistry Series No. 224*, American Chemical Society, Washington DC, 1990, pp. 227-40.
8. Nogues, J.L.R., Moreshead, M.V. Porous gel silica, a matrix for optically active components // *J. Non-Cryst. Solids*.- 1990.- 121.- P. 136-142.
9. Avnir, D.; Levy, D. & Reisfeld, R. The nature of the silica cage as reflected by spectral changes and enhanced photostability of trapped rhodamine 6G. // *J. Phys. Chem.*, 1984, 88, pp. 5956-5959.
10. Avnir, D.; Kaufman, V.R. & Reisfeld, R. Organic fluorescent dyes trapped in silica and silicitanita thin films by the sol-gel method. Photophysical, film and cage properties. // *J. Non-Cryst. Solids*, 1985, 74, pp. 395-406.
11. Kaufman, V.R. & Avnir, D. Structural changes along the sol/gel/xerogel/ transition in silica as probed by pyrene-excited state emission. // *Langmuir*, 1986, 2, pp. 717-722.
12. Baklanov, M.R.; Mogilnikov, K.P.; Polovinkin, V.G. & Dultsev, F.N. Determination of pore size distribution in films by ellipsometric porosimetry. // *J. Vac. Sci. Technol.*, B, 2000, 18/3, pp. 1385-1391.

**A.M.Nasimov, Kh.Sh.Tashpulatov,
H.M.Nasimov, M.N.Isoqulova**

**PREPARATION OF HYDROPHILIC AND
HYDROPHOBIC MEMBRANE FOR
VARIOUS OPTICAL GAS SENSORS
WITH SOL-GEL METHOD**

In this article is given the results of preparation of hydrophilic and hydrophobic membrane for various optical gas sensors with sol-gel method and the properties of final materials. Moreover, there the importance of precursors has been discussed.

Keywords: sol-gel, membrane, optical method, fluorescence, hydrophobic, hydrophilic.

**А.М.Насимов, Х.Ш.Ташпулатов,
Х.М.Насимов, М.Н.Исокулова**

**ПОЛУЧЕНИЕ ГИДРОФИЛЬНЫХ И
ГИДРОФОБНЫХ ПЛЁНОК ДЛЯ
РАЗЛИЧНЫХ ОПТИЧЕСКИХ ГАЗОВЫХ
ДАТЧИКОВ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ**

В статье приведены результаты получения золь-гель методом гидрофильных и гидрофобных мембран, предназначенных для чувствительных элементов оптических газовых датчиков. Обсуждается роль прекурсоров и их природа в получении качественных мембранных матриц.

Ключевые слова: золь-гель метод, гидрофобная и гидрофильные мембраны, оптические датчики, флуоресценция.

UDK: 547.945

**1-(2-(BENZO[d]OKSAZOL-2(3H)-TION)ETIL)-6,7-DIMETOKSI-1,2,3,4-
TETRAGIDROIZOXINOLINNING SINTEZI VA SPEKTRAL TAHLILI**

A.B.Yusupov, A.Sh.Saidov, D.B.Tuxtayev.

Samarqand davlat universiteti, E-mail: ayusupov.chem@gmail.com

Annotatsiya. Ishda 1-alkil tetragidroizoxinolin hosilasining maqsadli sintezi amalga oshirilgan. Gomoveratrilaminning 3-(2-tioksobenzo[d]oksazol-2(3H)-il) propan kislota bilan kondensatlanish va sikllanish reaksiyalari natijasida mos ravishda kislota amidi hamda tetragidroizoxinolin hosilasi olindi. Moddalarning tuzilishi IQ- va YaMR spektroskopiya usullari yordamida o'ratildi.

Kalit so'zlar: kondensirlangan geterosikl, N,O,S-geterosiklik fragment, gomoveratrilamin, kondensatlanish, sikllanish, YuQX, mass- spektrometriya, YaMRspektroskopiya.

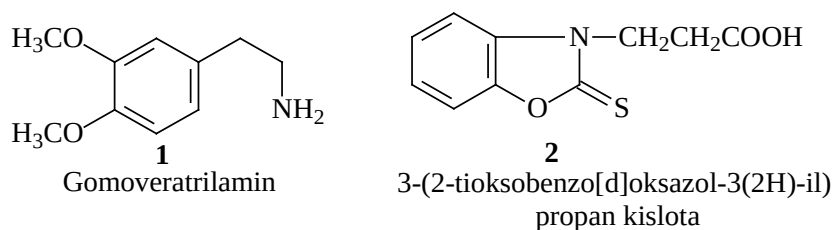
Dolzarbligi. Geterosiklik birikmalar ishtirokida olib boriladigan tadqiqotlar ham nazariy, ham amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi. Ko'pchilik azotli, kislorodli va oltingugurtliaromatikgeterosikllar: benzoksazol, benzoksotiazol, piridin hosilalari bir qancha tabiiy birikmalar va zamonaviy dori preparatlari tarkibiga kiradi [1,2]. Benzoksazol hosilalari yuqori biologik faollikni namoyon qilib, o'smaga, viruslarga, zamburug'larga qarshi hamda antioksidant, antigistamin vositalar olishda ishlatiladi [3,4].

Piridin halqasi ko'pincha kondensirlangan hosilalar shaklida (xinolin, izoxinolin) uchraydi va tirik tabiatning muhim qurilish bloklaridan hisoblanadi. Piridin turli xil dori moddalar masalan, vitamin PP, izoni-azid va perxlozon (tuberkulyozga qarshi preparatlar), roseglitazon va pioglitazon (antidiabetik preparatlar), amlodipin (gipotenziv vosita) sintezida asosiy mahsulotdir [5,6]. Shu bois benzoksotiazol, piridin halqalarini hosil qilish hamda ularni funksional guruh yoki fragmentlar sifatida ma'lum halqalarga kiritish reaksiyalarini olib boorish faol birikmalar sintezida alohida o'rin egallaydi. Shuning uchun, tioksobenzo[oksazol], piridin halqalarini modifikatsiyalash hamda ular asosida yangi birikmalar sintezini o'tkazish tirik tizimlar kimyosin-

ing dolzarb vazifalaridan biridir. Izoxinolin va uning hosilalari yuqori biologik faollikka ega alkaloidlar hisoblanadi. Hozirgi vaqtda bunday birikmalar sinteziga katta qiziqish bilan qaralmoqda. Bunday sintezlarda iqtisodiy samaradorlik va ekologik soflikni saqlab qolishga bir qancha muammolarni hal qilish orqali erishiladi. Maqsadli sintezni amalga oshirishda arilalkilaminlarning kislotalar bilan kondensatlanish reaksiyalari-dan ham foydalaniladi [7,8]. N,O,S-geterosiklik fragment tutgan izoxinolin hosilasining sintezida getero-halqali propan kislota hosilasini amin molekulasiga bog'lab, hosil bo'lgan kislota amidini sikllash eng maq'bul sintez usullaridan hisoblanadi. Shundayqilib, tetragidroizoxinolinning yangi funksional hosilasining sintezi dolzarb hisoblanadi.

Reaktivlarvaerituvchilar.

Ushbu ilmiy tadqiqotda quyidagi reaktivlar qo'llanildi: gomoveratrilamin (3,4-dimetoksifeniletilamin) $C_{10}H_{15}NO_2$, 3-(2-tioksobenzo[d]oksazol-2(3H)-il) propankislota – $C_{10}H_9SNO_3$, metanol- CH_3OH , xloroform – $CHCl_3$, aseton – C_3H_6O , fosfor(V)oksixlorid– $POCl_3$, natriy borgidrid– $NaBH_4$, natriy gidroksid– $NaOH$, xlorid kislota– HCl . Barcha reaktivlar kimyoviy toza va erituvchilar absolyutlashtirgan holda qo'llanildi.

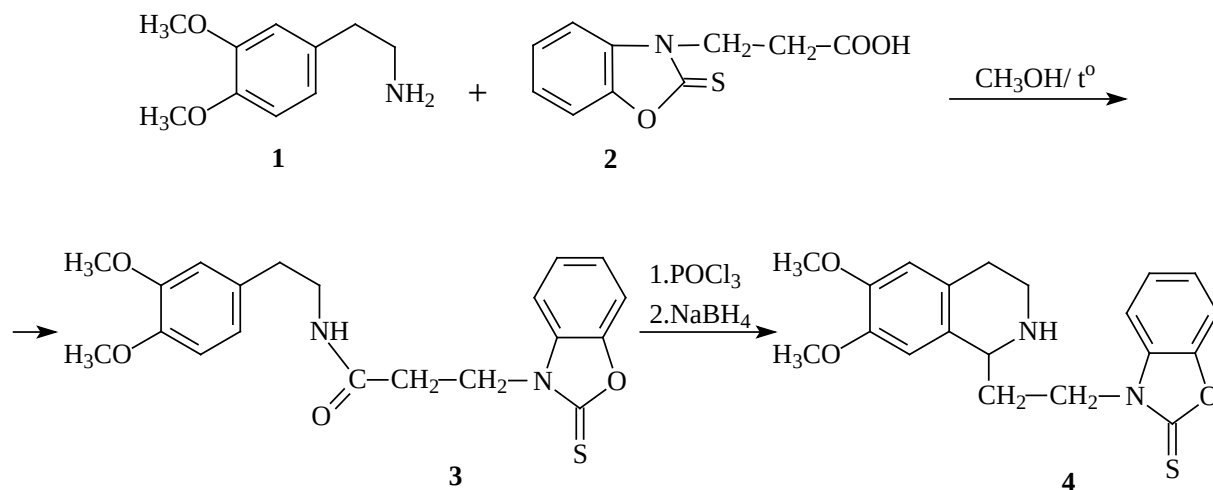


Olingan natijalar va ularning muhokamasi. Tetragidroizoxinolin hosilasini olish uchun ikki bos-qichli reaksiyalardan foydalandik:

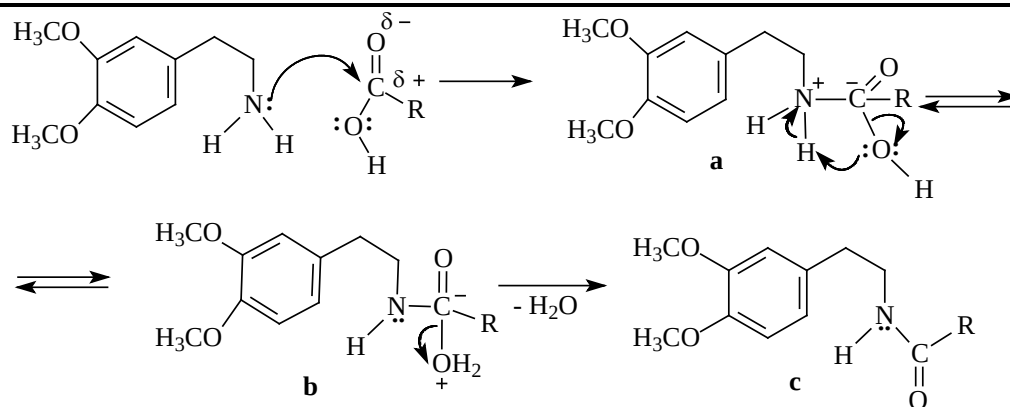
1. Gomoveratrilaminning bir asosli geterosiklik karbon kislota bilan kondensatlanishi.
2. Kislota amidining sikllanishi.

Birinchi bosqich kondensatlanish reaksiyasi gomoveratrilamin **1** bilan geterohalqa tutgan karbon kislotani 2178°C da 4 soat davomida qizdirish bilan olib borildi. Sintez jarayonida gomoveratrilamin havo kislorodi ishtirokida N-oksidgacha oksidlanib qolmasligi uchun, unga tezda metanol qo'shildi. Metanol ta'sirida go-moveratrilamindagi amin guruhi solvatlanadi. Kislota qo'shilib, kondensatlanish reaksiyasining boshlanish vaqtida ($t^\circ \sim 60^\circ\text{C}$) solvat buzilib, metanol reaksiya aralashmadan ajralib chiqib boshlaydi.

O'tkazilgan sintez reaksiyalari quyidagi sxemada keltirilgan.



Gomoveratrilamin va kislota orasidagi yangi C – N bog'i hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiya aminning kislota karboksil guruhi uglerodiga nukleofil hujumi bilan boshlanadi. [9]. Dastlab aminoguruh azoti o'zining taqsimlanmagan elektron jufti bilan qisman musbat zaryadlangan karbonil uglerodiga hujum qilib u bilan bog' hosil qiladi. Natijada azot ortiqcha musbat, uglerod ortiqcha manfiy zaryadlanadi (**a**). Musbat zar-yadli azot atomi o'zi bilan bog'langan vodorodlardan birining elektronlarini o'ziga tortib uni pro-tonlashtiradi. Bu vaqtda gidroksil kislorodi aminoguruh protonini birlashtirib oksoniy ionini (**b**) hosil qiladi. Keyin esa suv molekulasini ajralib, kislota amidi(**c**) hosil bo'ladi.



Kondensatlanish reaksiyasi natijasida olingan amidning (**3**) IQ- spektri 1632, 1773 cm^{-1} , 2930 cm^{-1} va 3309, 3432 cm^{-1} sohalarda xarakterli yutilish chiziqlariga ega bo'lib, ular CO, C=S, Ar-CH va NH-guruhlarining valent tebranishi hisobiga yuzaga keladi. YaMR-spektrida (**3**) α -holatdagi metilen guruhning (-CH₂-) protonlari 2.74 m.u. triplet, β -holatdagi metilen guruhning (-CH₂-) protonlari 3.36 m.u. sohalarda kvartet ko'rinishida kuzatildi. Aromatik halqadagi -OCH₃ guruhlar 3 ta protonli singlet ko'rinishida. Aromatik halqadagi H-2, H-5 va H-6 ga tegishli protonlar quyidagi sohada H-2 proton 6.57 m.u., H-5 proton esa 6.73 m.u. sohada dublet hamda H-6 protoni 6.52 m.u. sohada dublet holatda kuzatildi. 3-(2-tioksobenzo[d]-oksazol-3(2H)-propan kislota qoldig'idagi aromatik halqaning protonlari quyidagi sohalarda 7.22 d, J=7.3, 7.26 dt, J=4.4, 7.7, 7.30 dd, J=2.6, 4, va 7.35 d, J=7.3 dublet, dublet-dublet va dublet-triplet ko'rinishida kuzatiladi.

Sikllanish bosqichi Bishler-Napiralskiy reaksiyasi usuli bo'yicha kislota amidiga POCl₃ ta'sirida sikllanishi aromatik halqadagi ichki molekulyar elektrofil almashinish reaksiyasi mexanizmda boradi. Bunda amidga **3** POCl₃ qo'shib, reaksiya 5 soat qizdirish bilan olib borildi va olingan 3,4-digidroizoxinolininni NaBH₄ yordamida qaytarib tetragidroizoxinolin **4** hosilasi hosil qilindi [10].

Sikllanish reaksiyasi natijasida olingan tetragidroizoxinolinning (**4**) YaMR-spektrida 1-holatdagi metin guruhning (-CH-) protonlari 3.96 m.u. dublet-triplet, 2-holatdagi metilen guruhning (-CH₂-) protonlari 2.73-3.32 m.u. dublet-triplet, 3-holatdagi metilen guruhning (-CH₂-) protonlari 3.15-3.73 m.u. sohalarda dublet-triplet ko'rinishida kuzatildi. Aromatik halqadagi -OCH₃ guruhlar 3 ta protonli singlet ko'rinishida 3.87 va 3.89 m.u. sohadakuzatildi. Aromatik halqadagi H-5 va H-8 ga tegishli protonlar quyidagi sohada H-5 proton 6.69 m.u., H-8 proton esa 6.65 m.u. sohada singlet holatda kuzatildi. 3-(2-tioksobenzo[d]-oksazol-3(2H)-propan kislota qoldig'idagi aromatik halqadagi protonlar quyidagi sohalarda 6.98 kv, J=8, 7.06 d, J=8.3, 7.17 d, J=7.8 va 7.23 t, J=7.4kvartet, dublet va triplet holatlarda kuzatidi.

Jadval 1.

Amid va tetragidroizoxinolinning ¹H (δ, m.u., J/Hz) va ¹³C(δ, m.u., o-TMS) YaMR spektri kimyoviy siljishlari

C atomi	Amid		C atomi	Tetragidroizoxinolin	
	δ _H	δ _C		δ _H	δ _C
1		130.81	1	3.96 (1H, dt, J=3.4, 12.2)	56.57
2	6.57 (1H, s)	111.92	2	2.65(1H, dt, J=4.4, 13, H ^a)	41.14
3		147.72	3	2.73 (1H, dt, J=2.8, 12, H ^a)	28.69
4		149.04	4		125.79
5	6.73 (1H, d, J=8)	111.32	5	6.69 (1H, s)	111.54
6	6.52 (1H, d, J=1.2)	120.50	6	3.87 (3H, s,)	148.31
7	3.81 (3H, s)	55.84	7	3.89 (3H,s)	147.93
8	3.82 (3H, s)	55.88	8	6.65 (1H, s)	125.79
α	2.74 (2H, t, J=6.4)	33.42	9		128.65

ILMIY AXBOROTNOMA				KIMYO		2016-yil, 3-son
β	3.36 (2H, kv, J=6.7)	40.81	10			55.98
1'		169.38	11			56.22
2'	2.54 (2H, t, J=7)	34.98	2'	2.15 (1H, dkv, J=4, 12.4, H ^a)	2.30 (1H, dkv, J=4, 12.4, H ^e)	30.93
3'	4.46 (2H, t, J=6.4)	42.12	3'	3.73 (1H, dt, J=3.8, 7.5, H ^a)	3.80 (1H, dt, J=2.5, 12, H ^e)	49.29
4'		179.98	4'			177.41
1"		147.05	1"			136.22
2"	7.26 (1H, dt, J=4.4, 7.7)	110.50	2"	7.06 (1H, d, J=8.3)		110.34
3"	7.30 (1H, dd, J=2.6, 4)	124.31	3"	6.98 (1H, kv, J=8)		122.31
4"	7.22 (1H, d, J=7.3)	125.01	4"	7.23 (1H, t, J=7.4)		126.92
5"	7.35 (1H, d, J=7.3)	110.16	5"	7.17 (1H, d, J=7.8)		110.23
6"		131.88	6"			128.82
NH	5.54 (1H, keng.s)		NH	5.62 (1H, keng.s)		

Tadqiqot manbasi va usullari.

IQ – spektri “FTIR system 2000” priborida (Perkin-Elmer firmasi) KBr tabletkasida olindi. YaMR-spektrlari UNITY-400+Varian (400 MGts) (erituvchilar CDCl₃ va DMSO-d₆, ichki standart GMDS) da qayd qilindi. R_f qiymatlari LS 5/40 silikagel plastinkada (Chexoslovakiya) aniqlandi, erituvchilar sistemasi sifatida 1 (8:1), 2 (12:1) xloroform : metanoldan foydalanildi.

Sintez qilingan hamma moddalarning suyuqlanish temperaturasi mikrostolik “BOETIUS” apparatida o‘lchandi.

Tajribaviy qism.

N-(3,4-dimetoksifenilet)-3-(2-tiokso-2,3-digidrobenzofuran-3-il)propanamid (3), C₂₀H₂₂N₂O₄S.

Kolbaga 0,41 g (2,26 mmol) gomoveratrilaminni 5 ml metanolda eritib ustidan 0,5 g (2,24 mmol) 3-(2-tioksobenzo[d]-oksazol-3(2H)-propan kislota solib aralashtirildi. Natijada kolba bir oz qizidi, so‘ng aralashma 178°C da 4 soat qizdirildi. Qizdrish tugagach 100 ml xloroformda eritildi. Eritma avval 3% li HCl eritmasida yuvildi, so‘ng neytral muhitga o‘tgunga qadar distillangan suvda yuvildi. Ikkinchi marta 2% li NaOH eritmasida yuvildi, qaytadan neytral muhitga o‘tgunga qadar distillangan suvda yuvildi. Xloroform haydaldi va quritildi, reaksiya massa asetonda eritib kristallga tushirildi va suv nasosida kristall filtrlab olindi. Unumi 70% (0,6 g), T.suy. 149-151°C (aseton), R_f 0.87 (sistema 1). IQ-spektr (v, sm⁻¹): 3432, 3309 (NH, N), 2930 (Ar-CH), 1773 (C=S), 1632 (N-C=O).

YaMR¹³C (100 MHz, CDCl₃, δ , m.u., J/Hz): 33.42 (C- α); 34.98 (C-2'); 40.81 (C- β); 42.12 (C-3'); 55.84, 55.88 (OCH₃); 110.16 (C-5''); 110.50 (C-2''), 111.32 (C-5); 111.92 (C-2); 120.50 (C-6); 124.31 (C-3''); 125.01 (C-4''); 130.81 (C-1); 131.88 (C-6''); 147.05 (C-1''); 147.72 (C-3); 149.04 (C-4); 169.38 (C-1'), 179.98 (1'').

Mass-spektrometr: +ESI TIC Scan Frag=100.0V: 387 [M+1]⁺.

1-(2-(benzo[d]oksazol-2(3H)-tion)etil)-6,7-dimetoksi-1,2,3,4-tetragidroizoxinolin (4), C₂₀H₂₂N₂O₃S.

Kolbaga 0.5 g amid 3 olinib ustidan 2 ml POCl₃ qo‘shib aralashtirildi va reaksiya aralashma 5 soat suv hammomida qizdirildi. Reaksiyaning borishi YuQX yordamida nazorat qilib borildi. Reaksiya tugagach, muzda eritilib xloroformda yuvib olindi, xloroform haydalib quritildi, so‘ng 50 ml metanolda eritib 0–5°C haroratda 2 g NaBH₄ bilan qaytarildi. Qaytarish tugagach metanol haydaldi, quritildi va suvda eritilib, xloroform qavatiga o‘tkazildi. Xloroform qavati haydaldi va quritildi. Reaksiya mahsuloti asetonda qaytadan quritildi. Reaksiya mahsulotidan YuQX qo‘yildi (sistema 1) R_f qiymatlari turlicha 0.52 va 0.82 bo‘lgan ikkita modda aralashmasi hosil bo‘ldi.

Olingan moddalar aralashmasini ajratish uchun modda (0.42g) silikagel (16g) solingan kolonkada, elyulntlar xloroform va xloroform:metanol aralashmasi 100:0.5-1:10 da yuvildi. Tetragidroizoxinolin (4) olindi R_f 0.82 (sistema 1).

IQ-spektr (v, sm⁻¹): 3409, 2924, 1597, 1508, 1490, 1467. PMR-spektri ¹H (400 MHz, CDCl₃, δ , m.u., J/Hz): 2.15 (1H, dkv, J=4, 12.4, H-2^a); 2.30 (1H, dkv, J=4, 14, H-2^e); 2.65 (1H, dt, J=4.4, 13, H-3^a); 2.73

(1H, dt, J=2.8, 12, H-2^a); 3.15 (1H, dt, J=4.7, 13.5, H-3^e); 3.32 (1H, dkv, J=2.8, 12.5, H-2^e); 3.73 (1H, dt, J=3.8, 7.5, H-3^a); 3.80 (1H, dt, J=2.5, 12, H-3^e); 3.87 (3H, s, OCH₃); 3.89 (3H, s, OCH₃); 3.96 (1H, dt, J=3.4, 12.2); 5.62 (1H, keng.s, NH); 6.65 (1H, s, H-8); 6.69 (1H, s H-5); 6.98 (1H, kv, J=8, H-3["]); 7.06 (1H, d, J=8.3, H-2["]); 7.17 (1H, d, J=7.8, H-5["]); 7.23 (1H, t, J=7.4, H-4["]).

Xulosa

Kondensatlanish reaksiyasi natijasida 70% unum bilan amid olindi. Sikllanish reaksiyasi natijasida kislota amididan tetragidroizoxinolin hosilasi olindi. Olingan birikmalarning tuzilishi molekulyar spektroskopiya usullari (IQ-, YaMR ¹H, ¹³C) va mass-spektrometriya usuli yordamida o'rganildi.

Adabiyotlar

1. Chaubey, A. Pyridine" A versatile nucleuse in pharmaceutical field / A. Chaubey, S. N. Pandeya // Asian J. Pharm. – Clin. Res. – 2011. – V. 4. – No 4. – P. 5-8.
2. Pati, B. Indispensability of quinoline moiety in the field of medicinal chemistry research - a review / B. Pati, S. Banerjee // J. Pharma Sci. Tech. – 2014. – V. 3. – No 2. – P. 59-67.
3. Fatma A. Bassyouni, Tamer S. Saleh, Mahmoud M. ElHefnawi etc., Synthesis, pharmacological activity evaluation and molecular modeling of new polynuclear heterocyclic compounds containing benzimidazole derivatives. Arch Pharm Res. - 2012, Vol 35 (12), pp 2063-2075.
4. Preeti Saluja, Hemant Sharma, Navneet Kaur, Narinder Singh, Benzimidazole-based imine-linked chemosensor: chromogenicsensor for Mg²⁺ and fluorescent sensor for Cr³⁺, Tetrahedron. -2012, Vol 68 (10), pp 2289-2293
5. Kleemann, A. Pharmaceutical substances (syntheses, patents, applications) / A. Kleemann, J. Engel, B. Kutscher, D. Reicher –Stuttgart – New York: Thieme, 2001. – V. 1. – P. 99, 523, 728, 1105, 1318.
6. Baumann, M. An overview of the synthetic routes to the best selling drugs containing 6-membered heterocycles / M. Baumann, I. R. Baxendale // Beilstein J. Org. Chem. – 2013. – V. 9. – P. 2265-2319.
7. Саидов А.Ш., Виноградова В.И.. Синтез тетрагидроизохинолинов на основе гомовератриламины и пиридиновых кислот // Узбекский химический журнал.- 2014.- №2.- С. 16-19.
8. Saidov A.Sh., Alimova M., Vinogradova V.I.. Synthesis of Tetrahydroisoquinolines Based on Homoveratrilamine and 3-Indolylacetic Acid // International Journal of Chemical and Physical Sciences.- 2014.- Vol. 3.- №6.- pp. 9-12.
9. Реутов О.А., Курц А.Л., Бутин К.П.. Органическая химия. Москва, БИНОМ. 2004. Часть 3. с.237.
10. Yusupov A.B, Saidov A.Sh, Tuxtayev D.B, Suyunova L, Alimova M. Feniletilamin hamda geterohalqali kislotalar asosida tetragidroizoxinolin hosilalarining sintezi//“Kimyo fanining dolzarb muammolari va uni o'qitishda innovatsion texnologiyalar” Respublika ilmiy-amaliy anjumani. Toshkent 2016. 163-164 bet.

А.Б. Юсупов, А.Ш. Саидов, Д.Б. Тухтаев СИНТЕЗ И СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ 1-(2-(БЕНЗО[d]ОКСАЗОЛ-2(3H)- ТИОН)ЭТИЛ)-6,7-ДИМЕТОКСИ-1,2,3,4- ТЕТРАГИДРОИЗОХИНОЛИНА

В исследовании, проведена целевое синтез производные 1-алкил тетрагидроизохинолина. В результате реакции конденсации и циклизации гомовератриламина с 3-(2-тиоксобензо[d]оксазол-2(3H)-ил) пропановая кислота получены соответствующие производные амидов и тетрагидроизохинолинов. Строение полученных веществ установлено при помощи ИК- и ЯМР спектров.

Ключевые слова: конденсированное гетероцикл, N,O,S-гетероциклические фрагмент, гомовератриламин, конденсация, циклизация, ТСХ, масс-спектрометрия, ЯМР спектроскопия.

A.B. Yusupov, A.Sh. Saidov, D.B. Tuxtayev SYNTHESIS 1-(2-(BENZO[d]OXAZOL-2(3H)- TION)ETYL)-6,7-DIMETOXI-1,2,3,4- TETRAHYDROISOQUINOLINE AND OF THE SPECTRAL ANALYSIS

In the work target, synthesis of derivatives of 1-alkyl tetrahydroisoquinoline was carried out. In the result of the reactions of condensation and cyclization of homoveratrilamine with 3-(2-thioxobenzo[d]oxazol-3(2H)-yl) propionic acid derivatives of amides and tetrahydroisoquinolines were obtained. The structure of obtained compounds was confirmed by IR and NMR spectra.

Keywords: condensed heterocycle, N,O,S-heterocyclic fragment, homoveratrilamine, condensation, cyclization, TLC, mass-spectrometry, NMR spectroscopy.

**ИЗУЧЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НИЖНЕАМУДАРЬИНСКОГО
БИОСФЕРНОГО РЕЗЕРВАТА****Умурзакова З.И.***Самаркандский государственный университет*

Аннотация. Нами были определены 63 вида растений, которые относятся 18 семействам. Из них наиболее богатые видами являются семейства Маревые (*Chenopodiaceae*), включающее 17 видов и Бобовые (*Fabaceae*), включающее 11 видов. Злаковые представлены 8 видами, Астровые - 5, Гребенчиковые - 4. Ивовые, Пасленовые, Парнолистниковые, Рогозовые включают в себя по 2 вида. Все остальные семейства представлены 1 видом. По жизненным формам мы определили 3 вида деревьев, 22 вида кустарников, 5 видов полукустарников и 33 вида трав, из них 30—многолетние. Возрастающее засоление ведет к тому, что место древесных форм растительности занимают в основном кустарники и вслед за ними многолетние травы.

Ключевые слова: тугай, растительное разнообразие, экосистема, засоление, деградация, почвенный покров, биоразнообразие.

Введение. В связи с региональным (зарегулирование речного стока) и локальным (вырубки, потравы, пожары, транспортные нагрузки и др.) антропогенным воздействием в настоящее время тугайные сообщества регионов Прикаспия и Приаралья подвергаются опустыниванию, которое особенно заметно в современных дельтах, где реки Амударья и Атрек сильно мелеют, не донося свои воды до Аральского и Каспийского морей. При этом всё же, основным процессом инициирующим деградацию тугайных экосистем, выступает антропогенное засоление почвенного покрова, которое может происходить в результате воздействия различных факторов, и приводить к образованию как луговых (гидроморфных) солончаков, так и лугово-такырных солончаковых наряду с остаточно-гидроморфными отакырненными солончаками (Кузьмина, 2009; Treshkin, Kouzmina, Avetjan, 2005).

Нижнеамударьинский биосферный резерват является одной из таких территорий, где деградация почв привела к большой потере биоразнообразия, в особенности, к потере тугайных лесов (реликтового типа растительности, характерной для речных пойм Центральной Азии) (Коровин, 1934; Кузьмина, 2003).

Существуют несколько серьезных последствий, вытекающих из растущей деградации почвы. На орошаемых землях, для которых из подземных источников часто берется загрязненная вода, испарения выводят минеральные соли на поверхность, что приводит к повышенной солености грунтов. Это делает земли непригодными для выращивания культур, которые не могут противостоять повышенной концентрации соли. Также, зачастую растительному покрову не дают достаточно времени для восстановления в период интенсивных выпасов скота, либо тогда, когда выпас проводится на участках, которые до этого культивировались (Баширова, 2014)

При борьбе с деградацией актуальным является восстановление растительного разнообразия данной территории, которая наиболее устойчива к влиянию внешних факторов, в особенности засоленности почв.

Материалы и методы исследований. Исследования растительного покрова на изучаемой территории проводились по Бахиеву А (Бахиев, 1985). В начале, на выбранных участках рассматривались основные растительные ассоциации, тип почвы, характерный для данной растительности, а также были взяты образцы почв для определения степени засоленности. Участки выбирались, основываясь на типе почвы, а также на экотипе данного биосферного резервата (пустынная и пойменная зоны). Видовая принадлежность растений определялась по «Флоре Узбекистана» (Кудряшов, 1941), «Определителю растений Средней Азии» (1974). Некоторые номенклатурные изменения уточнялись по С.К. Черепанову (Черепанов, 1995). Анализ жизненных форм проводился по системе К. Раункиера (1905) и И.Г. Серебрякова (Серебряков, 1964).

Полученные результаты и их обсуждение. На территории Нижнеамударьинского биосферного резервата нами были определены следующие виды растений (табл. 1).

Распределение видов растений по жизненным формам

№	Название вида на латинском	Название вида на русском	Семейство	Жизненная форма
1.	<i>Elaeagnus angustifolia</i> (E. <i>orientalis</i>)	Лох узколистый (лох туркестанский)	Лоховые - <i>Elaeagnaceae</i>	дерево
2.	<i>Populus diversifolia</i> Willd.	Тополь разнолистный	Ивовые - <i>Salicaceae</i>	дерево
3.	<i>Populus pruinosa</i> Schrenk.	Тополь сизолистный (петта)	Ивовые - <i>Salicaceae</i>	дерево
4.	<i>Ammodendron conollyi</i>	Песчаная акация	Бобовые - <i>Fabaceae</i>	кустарник, или деревце
5.	<i>Calligonum caput-medusae</i>	Джужгун голова медузы	Гречишные- <i>Polygonaceae</i>	кустарник
6.	<i>Clematis orientalis</i> L.	Ломонос восточный	Лютиковые- <i>Ranuncula ceae</i>	кустарник с лазающими стеблями
7.	<i>Halimodendron halodendron</i>	Чингиль серебристый	Бобовые - <i>Fabaceae</i>	кустарник
8.	<i>Halocnemum capsicum</i> (<i>strobilaceum</i>)	Сарсазан каспийский	Маревые - <i>Chenopodia ceae</i>	кустарник
9.	<i>Halostachys belangoriana</i> (H. <i>caspica</i>)	Карабарак белаже (Солянокоросник каспийский)	Маревые- <i>Chenopodia ceae</i>	кустарник
10.	<i>Haloxylon aphylla</i>	Саксаул черный (безлистный)	Маревые- <i>Chenopodia Ceae</i>	дерево, кустарник
11.	<i>Haloxylon persicum</i>	Саксаул белый	Маревые- <i>Chenopodia ceae</i>	кустарник
12.	<i>Kalidium caspica</i>	Поташ каспийский	Маревые- <i>Chenopodia ceae</i>	кустарник
13.	<i>Lagonychium farctum</i> (<i>banhsetsol</i>)-	Мимозка выполненная	Мимозковые- <i>Mimosoideae</i>	кустарник
14.	<i>Lycium Ruthenicum</i> Marr.	Дереза русская	Пасленовые- <i>Solanaceae</i>	кустарник
15.	<i>Lycium turcomanicum</i>	Дереза туркменская	Пасленовые- <i>Solanaceae</i>	кустарник
16.	<i>Salsola laricifolia</i>	Боялыш	Маревые- <i>Chenopodia ceae</i>	кустарник
17.	<i>Salsola richteri</i>	Солянка Рихтера	Маревые- <i>Chenopodia ceae</i>	кустарник
18.	<i>Suaeda arcuata</i>	Сведа дуголистная	Маревые- <i>Chenopodia ceae</i>	кустарник
19.	<i>Suaeda microphylla</i>	Сведа мелколистная	Маревые- <i>Chenopodia ceae</i>	кустарник
20.	<i>Suaeda salsa</i>	Сведа солончаковая	Маревые- <i>Chenopodia ceae</i>	кустарник
21.	<i>Tamarix hispida</i>	Гребенщик перистолистный	Гребенщиковые- <i>Tamaricaceae</i>	кустарник, или деревце
22.	<i>Tamarix laxa</i> Willd.	Гребенщик большой	Гребенщиковые- <i>Tamaricaceae</i>	кустарник
23.	<i>Tamarix Pallasii</i> Desi.	Гребенщик Палласа	Гребенщиковые- <i>Tamaricaceae</i>	кустарник
24.	<i>Tamarix pentandra</i>	Гребенщик ветвистый	Гребенщиковые- <i>Tamaricaceae</i>	кустарник

25.	<i>Anabasis brachiatae</i>	Ежовник растопыренный	Маревые <i>Chenopodia ceae</i>	-	полукустар- ник
26.	<i>Anabasis salsa</i>	Анабазис безлистный	Маревые– <i>Chenopodia ceae</i>		полукустар- ник
27.	<i>Artemisia terra-albae</i>	Полынь белоземельная	Астровые– <i>Asteraceae</i>		полукустар- ник
28.	<i>Salsola dendroides</i>	Карган древовидный	Маревые– <i>Chenopodia ceae</i>		полукустар- ник
29.	<i>Salsola orientale</i>	Солянка восточная	Маревые <i>Chenopodia ceae</i>	-	полукустар- ник
30.	<i>Alhagi canescens</i> Shap.	Янтак седоватый	Бобовые - <i>Fabaceae</i>		трава многолетняя
31.	<i>Alhagi persarum</i> Shap.	Янтак персидский	Бобовые - <i>Fabaceae</i>		трава многолетняя
32.	<i>Alhagi pseudoalhagi</i> (M. B.) Desv.	Янтак ложный (Верблюжья колючка)	Бобовые - <i>Fabaceae</i>		трава многолетняя
33.	<i>Alhagi sparsifolia</i> Shap.	Янтак рыхлолистный	Бобовые - <i>Fabaceae</i>		трава многолетняя
34.	<i>Althea armeniaca</i>	Алтей армянский	Мальвовые– <i>Malvaceae</i>		трава многолетняя
35.	<i>Apocynum scabrum</i> Russ. (<i>Trachomitum scalrum</i> (Russian)Pobed)	Кендырь шероховатый	Кутровые– <i>Apocynaceae</i>		трава многолетняя
36.	<i>Artemisia vulgaris</i>	Полынь обыкновенная	Астровые– <i>Asteraceae</i>		трава многолетняя
37.	<i>Atriplexida tatarica</i>	Лебеда	Маревые– <i>Chenopodia ceae</i>		трава многолетняя
38.	<i>Auliropus litoralis</i>	Прибрежница солончаковая	Злаковые– <i>Poaceae</i>		трава многолетняя
39.	<i>Calamagrostis dubia</i> bge.	Вейник сомнительный	Злаковые– <i>Poaceae</i>		трава многолетняя
40.	<i>Calamagrostis pseudophragmites</i>	Вейник ложнотростнико- вый	Злаковые– <i>Poaceae</i>		трава многолетняя
41.	<i>Capparis spinosa</i> L.	Каперцы колючие	Осоковые– <i>Cyperaceae</i>		трава многолетняя
42.	<i>Carex pseudocyperus</i>	Осока ложносыть	Осоковые– <i>Cyperaceae</i>		трава многолетняя
43.	<i>Cynanchum sibiricum</i> Willd.	Цинанхум сибирский (Ластовень остролистный)	Ластовневые– <i>Asclepiasa ceae</i>		многолетняя вьющаяся трава
44.	<i>Cynodon dactylon</i>	Пальчатка	Злаковые– <i>Poaceae</i>		трава многолетняя
45.	<i>Eremosparton aphyllum</i> Fisch. et Mey	Эremosпартон безлистный	Бобовые - <i>Fabaceae</i>		трава многолетняя
46.	<i>Erianthus ravennae</i> (L.) Beauv (<i>Erianthus purpurascens</i> Anderss.)	Эриантус равеннский	Злаковые– <i>Poaceae</i>		трава многолетняя
47.	<i>Glycyrrhiza Glabra</i> L.	Солодка голая	Бобовые - <i>Fabaceae</i>		трава многолетняя
48.	<i>Impereta cylindrical</i>	Императа цилиндрическая	Злаковые– <i>Poaceae</i>		трава многолетняя

49.	<i>Karelinia caspisa</i>	Карелиния каспийская	Астровые-Asteraceae	трава многолетняя
50.	<i>Limonium otolepis</i> (Schrenk) Ktze.	Кермек ушколистный	Плюмбаговые-Plumbaginaceae	трава многолетняя
51.	<i>Lotus frondosus</i> Freyn.	Лядвенец	Бобовые - Fabaceae	трава многолетняя
52.	<i>Peganum harmala</i>	Гармала обыкновенная	Парнолистниковые-Zygophyllaceae	трава многолетняя
53.	<i>Phragmites communis</i> (Phragmites australis)	Тростник обыкновенный (Т.южный)	Злаковые-Poaceae	трава многолетняя
54.	<i>Saccharum spontaneum</i> L.	Сахарный тростник	Злаковые-Poaceae	трава многолетняя
55.	<i>Salicornia europaea</i> (Salicornia herbaceae)	Солерос европейский	Маревые - Chenopodiaceae	трава многолетняя
56.	<i>Spaerophysa salsula</i> (Pall) Dc.	Круглоплодник солончаковый	Бобовые - Fabaceae	трава многолетняя
57.	<i>Typha angustifolia</i>	Рогоз узколистный	Рогозовые-Thyphaceae	трава многолетняя
58.	<i>Typha elephantine</i> Roxb.	Рогоз слоновый	Рогозовые-Thyphaceae	трава многолетняя
59.	<i>Zygophyllum oxianum</i>	Парнолистник амударьинский	Парнолистниковые-Zygophyllaceae	трава многолетняя
60.	<i>Melilotus officinalis</i> (L) Pall.	Донник лекарственный	Бобовые - Fabaceae	трава двулетняя
61.	<i>Bidens tripartita</i> L.	Черда трехраздельная	Астровые-Asteraceae	трава однолетняя
62.	<i>Climacoptera aralensis</i> (C.lanata, C.Korshinskyi)	Климакоптера аральская	Маревые - Chenopodiaceae	трава однолетняя
63.	<i>Inula caspia</i> Blume.	Девясил каспийский	Астровые-Asteraceae	трава однолетняя

Нами были определены 63 вида растений, которые относятся 18 семействам. Из них наиболее богатыми видами являются семейства Маревые (*Chenopodiaceae*), включающее 17 видов и Бобовые (*Fabaceae*), включающее 11 видов. Злаковые представлены 8 видами, Астровые -5, Гребенщиковые-4. Ивовые, Пасленовые, Парнолистниковые, Рогозовые включают в себя по 2 вида. Все остальные семейства представлены 1 видом (Кузьмина, 2009).

По жизненным формам мы определили 3 вида деревьев, 22 вида кустарников, 5 видов полукустарников и 33 вида трав, из них 30—многолетние (табл. 1.)

Выводы. Вследствие того, что происходит интенсивный процесс засоления даже в пойменной и припойменной части нижнего течения Амударьи исчезают многие виды растений, приуроченных к незасоленным и слабозасоленным почвам. Так, мы не наблюдали видов рода *Salix* (*S. olgae*, *S. songarica*, *S.wilhelmsiana*), которые ранее наблюдались в числе тугайной растительности нижнего течения Амударьи, также резко сократились виды тростника и рогоза. Среди туранговников резко сократилась численность видов петты, нами были обнаружены единичные экземпляры.

Возрастающее засоление ведет к тому, что место древесных форм растительности занимают в основном кустарники и вслед за ними многолетние травы.

Литература

1. Бахиев А. Экология и смена растительных сообществ низовьев Амударьи. Изд. «Фан» УзССР. Ташкент. 1985, 5-102.
2. Баширова С. Soil salinization as driving actor of land degradation in the Lower Amu Darya Biosphere reserve. Материалы XIV магистерской конференции. Самарканд, 2014г.
3. Коровин Е.П. Растительность Средней Азии и Южного Казахстана. //Объединение государственных издательств. Среднеазиатское отделение//. Москва. 1934. Ташкент, с.126
4. Кудряшов С.Н. Флора Узбекистана. VI томов. Изд. А.Н. Узбекистана. 1941 – 62 гг.
5. Кузьмина Ж.В. Влияние быстроменяющегося климата Приаралья на фитомелиорацию солончаков / Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. // Аридные экосистемы. 2009. Т. 15. № 4(39). – С. 46-58.
6. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Оценка влияния Южно-Каракалпакского магистрального коллектора на заповедник Бадай-Тугай // Аридные экосистемы. Том 9. 19-20.2003. стр.93-105
7. Определитель растений Средней Азии. Критический конспект флоры. Т. 4. [Papaveraceae - Saxifragaceae]. Ташкент, 1974.
8. Раункиер К. Биологические типы для ботанической географии // Forhandlinger Kongelige Danske Videnskaberne Selskabs, 1905. Т. 5. Стр. 347—437.
9. Серебряков И.Г. Жизненные формы высших растений и их изучение.- ВА кн. Полевая геоботаника, т. III. М.; Л.: Наука, 1964, с. 146-205.
10. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб.: Мирисемя, [Papaveraceae - Salifragaceae]. Ташкент, 1995. 990с.
11. Treshkin S.Y., Kouzmina J.V., Avetjan S. Assessing the after-effects of changes in the river flow regime due to different hydrotechnical constructions upon floodplain J. Hydrol. Hydromech., 53, 2005, 1, 3–16

Z.I.Umurzakova

**QUYI AMUDARYO BIOSFERA
REZERVATINING O'SIMLIK QOPLAMINI
O'RGANISH**

Biz tomonimizdan 18 oilaga mansub 63 tur o'simlik aniqlandi. Ular orasida 17 turni o'zichiga olgan sho'radoshlar (Chenopodiaceae) va 11 turni o'z ichiga olgan dukkakdoshlar (Fabaceae) turlarga boy oilalar hisoblanadi. **Falladoshlar** 8 turniastradoshlar 5 turni, yulg'unsimonlar – 4, toldoshlar, ituzumdoshlar, juftbargdoshlar, qo'g'adoshlar o'zichiga 2 ta dan turni oladi. Boshqa oilalar o'z ichiga bittadan turni oladi. Hayotiy shakliga ko'ra biz 3 tur daraxt, 22 tur buta, 5 tur chala buta, 33 tur o'tlarni, ulardan 30 turi ko'p yillik o'tlar aniqladik. Sho'rlanishning ortishi natijasida daraxtchil formalarning o'rnini butalar va ular bilan birga ko'p yillik o'tlar egallamoqda.

Kalit so'zlar: to'qay, o'simliklar xilma-xilligi, ekosistema, sho'rlanish, degradasiya, tuproq qoplami, bioxilma-xillik.

Z.I.Umurzakova

**STUDY OF VEGETATION OF LOWER
AMUDARYA BIOSPHERE RESERVE**

We have identified 63 species of plants, which includes 18 families. Among them the most species-rich family is Chenopodiaceae (17 species) and Fabaceae (11 species). Poaceae is represented by 8 species, Asteraceae – 5, Tamaricaceae – 4, Salicaceae, Solanaceae, Zygophyllaceae include by 2 species. All the other families represented by 1 species. According to life forms we have identified three species of trees, 22 species of shrubs, 5 species of semi shrubs, 33 species of grasses of which 30 species are perennial grasses. As a result of increasing soil salinity woody tree species were replaced mostly by shrubs and followed by perennial grasses.

Keywords: tugay, plant diversity, ecosystem, salinization, degradation, soil cover, biodiversity.

**QORATEPA TOG' MASSIVINING TABIIY BIOTSENOZLARIDA
FITONEMATODALARNING TARKIBI VA TARQALISH XUSUSIYATLARI****Mavlonov O.M.¹, Hakimov N.H.², Narzullayev S.B.²**¹Toshkent davlat pedagogika universiteti, ²Samarqand davlat universitetiE-mail: Sardor.narzullayev@mail.uz

Annotatsiya. Ushbu olib borilgan tadqiqot ishida G'arbiy Zarafshon tog' tizmasida tarqalgan 15 tur ko'p yillik yovvoyi o'simliklar tarkibidagi fitonematodalarining biotoplar bo'yicha vertikal tarqalishi o'rganildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra o'rganilgan o'simliklar fitonematodafaunasi *Nematoda* tipining 3 ta sinfiga (*Chromadorea*, *Enoplea*, *Dorylaimea*) mansub 84 turdan iborat ekanligi aniqlandi. Bu turlar o'simlik bilan munosabatiga ko'ra 7 ta guruhga bo'lingan bo'lsa, ularning orasida o'simlik bilan uyushma hosil qiluvchilar (21 tur), notipik saprobiontlar (18 tur) va erkin yashovchi tuproq nematodalar (17 tur) dominantlik qilishi bilan ajralib turdi. Parazit nematodalardan *Ditylenchus* avlodi, mikogelmintlardan esa *Aphelenchoides parietinus* va *Paraphelenchus pseudoparietinus* nisbatan ko'p tarqalganligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: ko'p yillik yovvoyi, tog' massivi, vertikal tarqalish, fitonematodalar, saprobiontlar, mikogelmintlari.

Qoratepa tog' massivining maydoni 1387 km² ga teng bo'lib, u tog' tizmasining sharqiy qismida joylashgan Omonqo'tondan boshlanib, g'arbga davom etadi va Jom cho'lini ham o'z ichiga oladi. Qoratepa tog' massivining dengiz sathidan eng baland nuqtasi 2200 metr ga teng.

Bizning oldimizda turgan maqsad va vazifalardan biri Qoratepa tog' massivining turli balandlikdagi mintaqalarida shakllangan tabiiy biotsenozlarda o'suvchi ko'p yillik o'tchil yovvoyi o'simliklarning fitonematodalar majmuini o'rganish hamda ular tarkibidagi parazit turlarining vertikal tarqalish xususiyatlarini aniqlashdan iborat bo'ldi.

2012-2015-yillar mobaynida olib borilgan tadqiqotlarning bir qismi Qoratepa tog' massivining pastki mintaqasi (dengiz sathidan 850-1250 metr baland) sharoitida o'suvchi ko'p yillik yovvoyi o'simliklarining nematodafaunasini o'rganish uchun material to'plash va uni tahlil qilish ishlari olib borildi.

Tog' massivining Yetti uyli soy va Sazog'on soy maskanlaridagi tabiiy biotsenozlarda nisbatan zichroq tarqalgan 15 tur ko'p yillik yovvoyi o'simliklari, jumladan sariq andiz, Samarqand mehriyosi, ko'k o't yoki tuksiz mevali poterium, ayiqtovon, jingalak otquloq, Seversov astragali, bo'yalgan qushqonmas, O'tloq sebgasi, bo'ychan zira, mingbosh, oq tukli kampirchopon, ko'p yillik mastak, quyon arpa, piyozli arpa, piyozli qo'ng'irbosh kabilarning vegetativ a'zolari (yer ustki qismlari, ildizi) va rizosfera tuprog'ining 20 sm gacha qatlamidan namunalari olindi.

Tadqiqotlar jarayonida yuqorida aytilgan maskanlar tabiiy biotsenozlarida o'suvchi ko'p yillik o'tchil yovvoyi o'simliklarda topilgan nematodalar 84 turni tashkil etdi. Ushbu turlar Mike Hodda (2011) tomonidan qayta ishlab chiqqan va tavsiya etgan taksonomik klassifikatsiyaga binoan nematodalar (*Nematoda*) tipining 3 ta sinfi (*Chromadorea*, *Enoplea*, *Dorylaimea*), 10 ta (*Monhysterida*, *Plectida*, *Diplogasterida*, *Rhabditida*, *Panagrolaimida*, *Alaimida*, *Triplonchida*, *Tripilida*, *Mononchida*, *Dorylaimea*) turkumlariga mansub bo'ldi.

Umuman tog' massivining pastki mintaqasida o'suvchi ko'p yillik o'tchil yovvoyi o'simliklarning nematodafaunasi tarkibidagi turlar nisbatini sinflar bo'yicha tahlil qilsak, ularning asosiy qismi (66 turi-78,5%) *Chromadorea* sinfiga, 15 turi (17,9%) *Dorylaimea* sinfiga va 3 turi (3,6%) *Enoplea* sinfiga mansubligi ma'lum bo'ldi.

Nematodafaunalarini tahlil qilingan yovvoyi o'simliklarining faunasi o'zaro tarkibi ham turlicha bo'lishi qayd qilindi. Sariq andiz, o'tloq sebgasi, jingalak otquloq, ko'k o't (tuksiz mevali poterium), Samarqand mehriyosi kabilarda 40-44 turdan topilgan bo'lsa, ayiqtovon, bo'ychan zira, bo'yalgan qushqonmas, Severtsov astragali, ko'p yillik mastak (raygrass) da 33-35 turdan va qolgan 5 turi (mingbosh, oq tukli kampirchopon, quyon arpa, piyozli arpa, piyozli qo'ng'irbosh) ning faunalari tarkibi 27-30 turdan iborat bo'ldi.

Qoratepa tog' massivining pastki mintaqasi sharoitida ko'p yillik o'tchil yovvoyi o'simliklarning vegetativ a'zolari va rizosfera tuprog'ida topilgan nematoda turlarining ekologik va biotsenotik xususiyatlarini tahlil qilib, guruhlariga ajratadigan bo'lsak, eng avvalo prof. Paramonov A.A. (1962) ishlab chiqqan ekologik klassifikatsiya prinsiplarini asos qilib olish o'rindir. Shuning

bilan birga bir qator fitogelmintologlar (Gruzdeva L.I. va Kozlovskaya Y. (1989), Jeates (1993) va boshqalar) kiritgan ayrim o'zgartirishlarga binoan mintaqada topilgan 84 tur nematodalar quyidagi 7 ta ekologik guruhlariga ajratildi. Bular erkin yashovchi tuproq nematodalari yoki pararizobiontlar-17 tur; detritofaglar yoki chuchuk suv tubida o'simlik qoldiqlarining hosil qilgan organik chirindisi bilan oziqlanuvchilar-6 tur; yirtqich nematodalar-5 tur; chin saprobiontlar yoki eusaprobiontlar-6 tur; notipik saprobiontlar yoki devisaprobiontlar-18 tur. Ushbu guruh nematodalari organik chiqindidan tashqari, ko'p hollarda o'simliklar tanasiga kirib, ularning to'qimalarini mexanik jihatdan buzib, shira bilan oziqlanishga o'tadi. Notipik parazitlar-mikogelmintlar va ektoparazit nematodalar-21 tur. Ushbu guruh turlari o'simliklar bilan yaqin munosabatda bo'lib, ma'lum darajada ular hisobidan oziqlanadi. Nihoyat oxirgi guruh chin endoparazit nematodalar-11 turni tashkil etdi.

Keltirilgan ekologik guruhlar tarkibiga e'tibor beradigan bo'lsak, mintaqadagi yovvoyi o'simliklar nematodafaunasi tarkibida notipik parazitlar, notipik saprobiontlar (devisaprobiontlar) va erkin yashovchi tuproq nematodalari (pararizobiontlar) turli tumanliligi bilan ajralib turadi. Eng kam tarqalgan nematodalar-detritofaglar va chin saprobiontlar hisoblanadi. Oraliq o'rinni esa chin endoparazit turlar egallagan.

Yovvoyi o'simliklarda topilgan turlarning biotoplar bo'yicha tarqalish holati va o'z xo'jayin (o'simlik) lari bilan bog'langanlik darajasiga e'tiborni qaratsak, ushbu xususiyatlar bo'yicha ham ayrim ma'lumotlarni olish imkoniga ega bo'ldik. Aslida mintaqada sharoitida 84 tur topilgan bo'lsa, shuning 49 turi u yoki bu turdagi o'simlikning biron-bir vegetativ a'zosi bilan biosenotik bog'langanligi qayd qilindi. Masalan, sariq andizning nematodafaunasi tarkibidagi 44 turning 26 turi o'simlikning vegetativ a'zolarida va rizosfera tuprog'ida qayd qilingan bo'lsa, 18 turi faqat rizosfera tuprog'ida bo'lishi aniqlandi. O'simlikning vegetativ a'zolarida uchratilgan turlarning 14 tasi parazitlik bilan oziqlanmaydigan erkin yashovchi tuproq nematodalari, detritofaglar, chin saprobiontlar va notipik saprobiontlardan tashkil topgan bo'lsa, 12 turi endoparazit va ektoparazitlardan (*Ditylenchus destructor*, *D.dipsaci*, *Hexatylus viviparus*, *Neotylenchus abulbosus*, *N. consobrinus*, *Pratylenchus pratensis*, *Paratylenchus macrophallus*, *Tetylenchus clavicaudatus*, *Helicotylenchus multicinctus*, *Rotylenchus robustus*, *Tylenchorhynchus macrurus* va *Meloidogyne hapla*) iborat bo'ldi. Bunday holatni boshqa yovvoyi o'simliklarning faunasi tarkibidagi turlarning tarqalishida ham ko'rish mumkin. Buni piyozli arpaning vegetativ a'zolari va rizosfera tuprog'ida nematodalarning taqsimlanishini tahlil qilish mumkin. Aslida boshqa yovvoyi o'simliklarga nisbatan piyozli arpaning faunasi ancha kam turlarga ega, ya'ni hammasi bo'lib 27 turdan iborat bo'lib, shuning 12 tasi vegetativ a'zolarida uchratildi. Ushbu nematodalarning 3 ta turi (*D.destructor*, *D.dipsaci*, *P.pratensis*)-endoparazitlardan, 4 ta turi (*A.avenae*, *Paraphelenchus pseudoparietinus*, *P. tritici*, *Aphelenchoides saprophilus*)-mikogelmintlardan va qolgan 5 ta turi notipik saprobiontlardan iborat.

Shunday qilib Qoratepa tog' massivining pastki mintaqasi sharoitida o'suvchi ko'p yillik o'tchil yovvoyi o'simliklari orasida keng tarqalgan nematodalar asosan endoparazit va o'simliklar bilan yaqin biotsenotik munosabatda bo'luvchi guruh turlaridan tashkil topdi. O'simliklarning ildiz sistemasida va yer usti vegetativ a'zolarida, shuningdek rizosfera tuprog'ida ancha ko'p miqdordagi individlari bilan kuzatilgan turlarga kartoshka poya nematodasi (*D.destructor*), poya-nematodasi (*D.dipsaci*), maysa pratilenxi (*Pratylenchus pratensis*), soxta afelenx (*P.pseudoparietinus*), oddiy afelenx (*A.parietinus*) kabilarni ko'rsatish mumkin. Shuningdek aksariyat yovvoyi o'simliklarning rizosferasi tuprog'ida ektoparazit fitonematodalardan *Helicotylenchus multicinctus*, *Tylenchorhynchus macrurus*, *Merlinius dubius*, *Paratylenchus macrophallus* kabilari ham nisbatan zich tarqalganligi ma'lum bo'ldi. Ushbu parazit turlardan tashqari, yovvoyi o'simliklardan sariq andiz, Samarqand mehrigiyosi, jingalak otquloq va bo'yalgan qushqo'nmas kabilarning ildiz sistemasini shimol bo'rtma nematodasi (*Meloidogyne hapla* Chit.) bilan zararlanganligi ma'lum bo'ldi. Nihoyat piyozli arpa va piyozli qo'ng'irboshning piyozida *Anguina* sp. parazit nematodasining lichinkalari va vegetativ a'zolarida *Paraphelenchus tritici* ham bo'lishi qayd qilindi.

Adabiyotlar

1. Иванова Т.С. Распределение паразитических нематод подотряда Tylenchina по флороценотипам Памиро-Алая. X Всесоюз. совещ. По нематодным болезням сельхоз. культур. Тез. доя. Воронеж, 1987стр. 38-40
2. Парамонов А.А. Основы фитогельминтологии Т. 1. М. Изд-во АН СССР, 1962 стр.351-400

3. Хуррамов А.Ш. Фауна и экология фитонематод пшеницы, дикорастущих и сорных злаков в Сурхандарьинской долине. Автореф. диссер. канд. биол. наук. Ташкент, 2006 стр. 19-20
4. Эшова Х.С. Биоразнообразие фауны и структуры сообществ нематод полупустынной зоны Узбекистана. Актуальные проблемы гельминтологии. Мат. респ. научн. практ. конф. Термез, 2014 стр. 11-12
5. Hodda Mike. Phylum Nematoda Cobb, 1932. Jn. Zhang.Z.Q. (ed) 2011. Animal biodiversity: an outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. Zootaxa. № 3148. Pages 63-95

**О.М.Мавлонов, Н.Х.Хакимов,
С.Б. Нарзуллаев**

**СОСТАВ И ОСОБЕННОСТИ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФИТОНЕМАТОД В
ЕСТЕСТВЕННЫХ БИОЦЕНОЗАХ
КАРАТЕПИНСКОГО ГОРНОГО МАССИВА**

В работе приводится фауна нематод 15 видов многолетних эфемероидных дикорастущих растений, распространенных в естественных биоценозах нижнего яруса Каратепинского горного массива входящего в состав Западного Зарафшанского горного хребта. Всего обнаружено 84 вида нематод, относящиеся к трем классам (Chromadorea, Enoplea, Dorylaimea) типа Nematoda. Обнаруженные нематоды в растениях и в их прикорневой почве, по своим экологическим особенностям подразделяются на 7 групп, среди которых доминирующими являются виды ассоциирующие с растениями (21 вид) и нетипичны сапробионты (18 видов), а также свободноживущие почвенные нематоды (17 видов). Из группы паразитических нематод доминирующими являются нематоды рода Ditylenchus, а из микогельминтов - Aphelenchoides parietinus и Paraphelenchus pseudoparietinus.

Ключевые слова: дикое многолетнее, горный массив, ярус, фитонематоды, сапробионты, микогельминты.

**O.M.Mavlano, N.H.Khakimov,
S.B.Narzullaev**

**COMPOSITION AND
CHARACTERISTICS OF
DISTRIBUTION OF
PHYTONEMATODES IN NATURAL
BIOCENOSIS OF KARATEPA
MOUNTAIN MASSIF**

The paper presents the nematode fauna of 15 species of perennial wild ephemeroïd plants distributed in natural biocenosis of lower part of Karatepa mountain massif belonging to West Zarafshan mountain system. In total, 84 species of nematodes found which belong to three classes (Chromadorea, Enoplea, Dorylaimea) of Nematoda type. Nematodes found in plants and their root in the soil according to their ecological features is divided into 7 groups, among which the dominant species are associated with plants (21 species) and atypical saprobionts (18 species), as well as free-living soil nematodes (17 species). Of parasitic nematode groups, the dominant is nematodes from genus Ditylenchus, and of mycohelminth – Aphelenchoides parietinus and Paraphelenchus pseudoparietinus.

Keywords: wild perennial, mountain massif, vertical distribution, phytonematodes, saprobionts, mycohelminths.

UDK:619 (575.141)

**SAMARQAND VILOYATI PASTDARG‘OM TUMANIDA (SUG‘ORILADIGAN
HUDUDLARIDA) QO‘Y VA QORAMOLLARNI FASCIOLALAR BILAN
ZARARLANISHIGA DOIR MA‘LUMOTLAR**

N.A. Ruziqulova¹, M.A. Daminov²

¹Samarqand davlat universiteti assistenti, ² Samarqand davlat universiteti talabasi,

E-mail: nilruz.sam@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada Pasdarg‘om tumanidagi (sug‘oriladigan hududlarida) qo‘y va qoramollarning fasciolalar bilan zararlanish darajasiga oid ma‘lumotlar keltirilgan. Tadqiqotlar natijasiga ko‘ra qo‘ylarning fasciolez bilan zararlanish darajasi yuqori.

Kalit so‘zlar: Fasciola, fasiolyoz, qorinoyoqli mollyuskalar, gelmintoz kasalliklar.

Fasiolyoz sug‘oriladigan va tog‘oldi – tog‘ hududlarida uchraydi. Fasciolalar chorvachilik rivojlangan regionlarda katta zarar keltiradi. Trematodalar orasida sut emizuvchilarning jigar o‘t

yo'llarida parazitlik qiluvchi fasciolalar – *Fasciola hepatica* (1758) va *Fasciola gigantica* (Cobbold, 1856) keng tarqalgan bo'lib, yuqori patogenli turlar hisoblanadi va fascioliozni keltirib chiqaradi. Fasciolioz ilk bor 1378 yilda Fransiyada aniqlangan. O'zbekistonda qo'ylar orasida fasciolaning uchrashi birinchi marta 1953 yilda aniqlangan. M.V.Samaradov (1954) Samarqand viloyatining Narpay tumanida qo'ylarni 35 foizi *F. hepatica* bilan zararlanganligi aniqlandi. I.X. Ergashev (1963) ma'lumotlariga ko'ra O'zbekistonning sug'oriladigan hududlarida qo'ylarning 20 foizi, tog'oldi – tog' hududlarida 11,6 foiz fasciolalar bilan zararlanganligi qayd etilgan. B.Salimov (1965) Samarqand viloyatining tog'oldi va tog' hududlari sharoitida o'tkazgan tadqiqotlar natijasida Urgut tumanida qo'ylarning 84,6 foizi fasciolalar bilan zararlanganligi aniqlangan. Z.A.Azimov (1984) Samarqand viloyatida qoramollarni o'rtacha 43,7 foizi zararlanganligini, shundan 16,6 foizi hayvonlarda faqat *F. gigantica*, 10,1 foizida *F. hepatica* 17,5 foizida aralash invaziya uchrashini qayd etgan.

Pastdarg'om tumani sharoitida qo'y va qoramollarning fasciolalar bilan zararlanishini o'rganishdan iborat. Tadqiqot materiallari 2015 yilda olib borilgan tadqiqotlar asosida to'plangan. Fasciolalarni o'rganish umumqabul qilingan uslublar bo'yicha olib borilgan.

Natijalar tahlili. Samarqand viloyati Pastdarg'om tumani (sug'oriladigan hudud) fasciolalar bilan zararlangan 11 bosh qo'ylarning jigaridan 520 nusxa parazitlar terib olindi. Malakologik jihatdan o'rganilganda ularning 256 nusxasi yoki 49,2 foizi *F. hepatica* (1758) turiga, 264 nusxasi yoki 50,8 foizi *F. gigantica* (Cobbold, 1856) turiga taalluqli ekanligi aniqlandi.

Hayvon turi	Tekshirilgan hayvonlar soni	Fasciola bilan zararlangan		Ulardagi fasciola-lar soni	Shu jumladan		Invaziya intensivligi		Barcha fasciolalar
		Bosh soni	Foiz		F. hepatica	F. gigantica	F. hepatica	F. gigantica	
Qo'y	17	11	64,7	520	256	264	23,2	24	47,2
Qora-mol	11	4	36,3	490,3	252	241	63	60,2	123,2

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, Pastdarg'om tumanida qo'ylarning fasciolalar bilan 67,4 foizga (invaziya ekstensivligi), qoramollarda 36,3 % ga zararlanganligi aniqlandi. Barcha fasciolalar bilan bo'lgan invaziya intensivligi ya'ni o'rtacha aniqlangan fasciolalar soni 47,2 nusxani, qoramollarda esa bu ko'rsatkich 123,2 nusxani tashkil qildi.

Ushbu tumandagi fasciolalar bilan zararlangan qoramollar 4 boshining jigaridan 493 nusxa trematodalar yig'ib olindi. Morfologik xususiyatiga ko'ra ularning 252 nusxasi ya'ni 51,1 foizi *F. hepatica* turiga, 241 nusxasi ya'ni 48,9 foizi *F. gigantica* turiga mansub ekanligi aniqlandi.

Jigar o't yo'llarida yashovchi voyaga etgan *F. hepatica* tanasining uzunligi 20,0 – 40,0 mm, eni esa 8 – 12 mm ni tashkil qiladi. Fasciolalar tanasi elkadan qorin tomoniga yassilashgan, u ko'pincha bargsimon shaklga ega.

Jinsiy voyaga etgan *F. gigantica* ning tana uzunligi 30 – 70 mm, yon tomonlar bir – biriga parallel joylashgan. Uning tana yuzasida *F. hepatica* ga xos bo'lgan orqaga qayrilgan ilmoqchalar bo'lmaydi.

Fasciolalarning tuxumlari oval shaklida, sariq tillo rangda bo'lib, bitta qutbida qopqoqchasi mavjud *F. hepatica* tuxumlarining o'lchamlari 0,12-0,15×0,07-0,08 mm ga teng. *F. gigantica* tuxumlari esa biroz yirikroq bo'ladi.

F. hepatica o'zining barcha taraqqiyot davrlari *F. gigantica* nikiga nisbatan ancha qisqa vaqtda kechishi bilan keskin farq qiladi. *F. hepatica* ning oraliq xo'jayin doirasi tor va uning taraqqiyotida chuchuk suv o'pkali mollyuskasi *L. truncatula* qatnashadi.

F. gigantica ning oraliq xo'jayin doirasi ancha keng va uning taraqqiyotida bir necha tur suv qorinoqqli mollyuskalari *L. bactriana*, *L. auricularia*, *L. subdisjuncta*, *L. impura* lar qatnashadi.

Fasciolalar bilan kuchli darajada zararlangan va ayniqsa yot fasciolalar ko'p bo'lgan hayvonlarning jigarlari kattalashgan va shishgan, jigar to'qimalarida yara hosil bo'lgani va oq parda bilan qoplanganligi qayd etildi. Jigardagi yaralar yosh fasciolalarning to'qimalarida uzoq vaqt (ikki oygacha) yurishidan hosil bo'lgan. Fasciolalar barchasi jigar o't yo'llariga o'tgach bu yaralar tuzala boshlaydi.

Xulosa qilib aytganda, Samarqand viloyati Pastdarg'om tumanida *F. hepatica* va *F. gigantica* uchun oraliq xo'jayin bo'lib xizmat qiladigan Lymnaeidae oilasi turlari keng tarqalgan. O'tkazilgan tekshirishlar tahliliga ko'ra fasciolalar bilan zararlanishi qoramollarga nisbatan qo'ylarda ko'p uchraydi. Tahliliy tadqiqotlar olib borilgan tumanda fasciolozni oldini olish uchun profilaktika chora - tadbirlarini kuchaytirish lozimligini ko'rsatadi.

Adabiyotlar

1. Азимов З.А. Эпизоотология фасциолёза, вызванного *Fasciola gigantica* и биологические основы его профилактики. // Автореф.канд. дисс. Самарканд, 1984. - 20 с.
2. Иргашев И.Х. Важнейшие гельминтозы овец Узбекистана. // Биологический журнал АН Узбекистана, 1963. В. № 6. - 22 с.
3. Салимов Б.С. Эпизоотология фасциолёза и дикрацелиоза овец в условиях предгорно-горной зоны Узбекистана и разработка мер борьбы с ними: // Дисс.... канд. биол. наук. Самарканд, 1965. 202 с.
4. Самарадов Н.М. Фасциолёз в Нарпайском районе Самаркандской области и меры борьбы с ними. // Дисс.... канд. вет. наук. Самарканд, 1954. 55-71 с.

Н.А.Рузикулова, М.А. Даминов ДАННЫЕ ПО ЗАРАЖЕННОСТИ ФАСЦИОЛЕЗОМ ОВЕЦ И КОРОВ ПАСТДАРГОМСКОГО РАЙОНА САМАРКАНДСКОЙ ОБЛАСТИ (ПОЛИВНЫЕ ТЕРРИТОРИИ)

В статье приводятся данные по зараженности фасциолезом овец и коров Пастдаргомского района Самаркандской области (поливные территории). Как результат исследования – на данной территории зараженность фасциолезом высокая у овец.

Ключевые слова: фасциолез, брюхоногие моллюски, гельминтозные болезни

N.A. Ruzikulova, M.A. Daminov DATA ON AN INFECTION OF FASCIOLOS OF SHEEP AND CATTLE OF PASTDARGOM DISTRICT OF THE SAMARKAND AREA (WATERING TERRITORIES)

In the article data are presented on infection of sheep and cows by fasciolos in Pastdargom district of Samarkand region (irrigating territories). As a result of research - on this territory an infection by fasciolos was found high for sheep..

Keywords: fasciolos, gastropods mollusks, helminthes illnesses

UDK 581.4:582.98

SAMARQAND VILOYATI SHAROITIDA TOPINAMBUR (*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.) NAVLARINING O'SISH VA RIVOJLANISH XUSUSIYATLARI

Z.I Umurzakova, Y.U.Ikramova, Z.A. Rasulova

Самаркандский государственный университет

Annotatsiya. Samarqand viloyati sharoitida topinamburning Belyy ranniy, Vostorg, Vadim navini o'rganildi. Uchta navni nisbiy o'rganishlar shuni ko'rsatdiki, ular hayotssikli, uzunligi, tuganaklarni shakllanishi, fenofazalarni xususiyatlari bo'yicha keskin farq qiladi. Bizning sharoitimizda o'rganilayotgan navlardan eng tezpishari Belyy ranniy navi ekanligi aniqlandi.

Kalit so'zlar: noananaviy turlar, em-hashak o'simliklari, introduksiya, Belyy ranniy, Vostorg, Vadim, gullash fazasi, to'pgullar, poyalar, fenofaza.

Kirish. XX asrdagi biologiya yutuqlariga qaramasdan, shu fanning tekshiruv predmeti bo'lib planetaning turlitumanflorasiningatigi 5% kamrog'i qoladi. SHuning uchun o'simliklar dunyosining vakillarini o'rganish botanika fanining dolzarb muammolaridan biri bo'lib qoladi.

Bundan tashqari shu muammoning yechilishi inson tomonidan xo'jalik faoliyatida ishlatiladigan o'simliklar turlarini kengaytiradi. Masalan: yem-xashak yetishtirishdagi keyingi tezlashtirilgan real imkoniyatlardan biri O'zbekiston Respublikasi uchun noananaviy, qimmatbaho yem-xashak o'simliklarini introduksiyalash hisobidan ekiladigan o'simlik turlarini kengaytiradi. Bu borada *Asteraceae* oilasiga mansub topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) ni ilmiy jihatdan o'rganish dolzarb biologik muammo bo'lib hisoblanadi. Adabiy manbalardan ma'lum bo'lishicha, topinambur chorva

mollari uchun yuqori sifatli yem-xashak mahsulotlari (yashil massa va tuganaklari) rekord hosildorligi (30 – 40 t/ga) bilan xarakterlanadi (Amirxanov, 1985; Kochnev, 1990; Lebedev, Petrenko, 1994).

Tadqiqot metodlari va materiallari. Tajribaning asosiy ob'ekti topinamburning Vostorg, Belyi ranniy, Vadim navidir.

Fenologik fazalar (vegetatsiyaning boshlanishi, g'unchalash, gullash, mevalash) Beydeman I.N. (1965) usuli bo'yicha aniqlandi.

Olingan natijalar va ularning muhokamasi. Topinamburning o'sish va rivojlanishini olib borish uchun tuganaklarni mart oyida ekildi. Maykop tajriba stansiyasidan olib kelingan uchta navni tajriba uchun oldik, Belyi ranniy, Vostorg, Vadim.

Bu navlarning tuganaklari bir vaqtda SamDU biologiya fakulteti tajriba maydoniga ekildi. Hamma navlarning o'sishi deyarli bir vaqtda boshlandi. Ekilgandan so'ng 28 – 29 kunda Belyi ranniy navining nihollari 4 kun oldin una boshlanadi. Birinchi nihollar o'sa boshlangandan hamma uchta navni o'sishi va rivojlanishini kuzatib boshladik. Har bitta tuganakdan 2 – 3 novdalar o'sib chiqdi.

Mart va aprel oylarida hamma navlarda poya asta – sekinlik bilan o'sadi. Shu vaqtda har bir o'simlik o'rtacha bir kunda 0,3 – 0,5 sm o'sadi. Keyinchalik may oyidan boshlab poyaning o'sishi jadallashib ketadi. Shu vaqtda poyalari bir sutkada 2,5 – 3,0 sm ga yetadi. Eng yuqori o'sish o'rganilayotgan navlarda iyun oyida kuzatiladi. Sug'orilgandan so'ng poyaning uzunligi 3,0 – 3,6 sm ga etadi. Shundan so'ng o'sish avgust oyigacha kuzatiladi. Avgustning oxiri, sentyabr oylarida o'sish jadalligi susayib borib, oxiri gullash fazasida to'xtaydi.

Iyulning oxirida o'simliklarning uzunligi 2,0-2,5 m bo'lganda har bir poyada yon shoxlar shakllanadi va ularda to'pgullar hosil bo'ladi. Topinamburning to'pgullarini (savatcha diametri) gullash vaqtida o'rtacha 2-3 sm bo'ladi. Har bitta savatchaning gullash davomiyligi 10-15 kunga teng, hamma o'simliklarniki esa 60-70 kunga teng. Kuzatishlar ko'rsatganidek poyaning eng jadal o'sishi Vostorg navida bo'ldi, ya'ni poyaning uzunligi 260-280 ga yetdi.

Qolgan ikkita navda o'sish sekinroq bo'lganligi uchun fenofaza davomiyligida ham farq bo'lgan.

Fenologik spektr jadvaliga ko'ra, tuganaklarni bir vaqtda ekilganligiga qaramasdan uchta navning o'sishi 4-6 kunga farq qiladi. Belyi ranniy navidan 4 kun oldin, Vadim navidan 6 kun oldin Vostorg navining poyasi o'sa boshladi. Xuddi shu qonuniyat boshqa fenofazalar rivojlanishida ham kuzatildi. Shuni ta'kidlash lozimki, mevalash fazasi Vostorg navida noyabr oxirigacha kuzatiladi. Belyi ranniy va Vadim navlarida esa noyabrning ikkinchi yarmida nobud bo'ladi. Fenospektrda ko'rinib turganidek vegetatsiya davomiyligi o'rganilayotgan navlarda 230-245 kun.

Introduksiya qilinayotgan o'simlikning biologiyasini o'rganganda uning yer ustki va yer ostki organlarini o'rganish muhim ahamiyatga egadir. Topinamburda o'q ildiz sistemasi mavjud va u juda ham chuqur tuproqqa kirib ketadi. Lekin topinamburning ildizini shakllanish dinamikasi bo'yicha ma'lumotlar adabiyotlarda yo'q.

Topinamburning ildiz sistemasini o'rganish birinchi poyaning o'sishidan boshlandi. Tuganaklarida 15-20 tacha qo'shimcha ildizlar hosil bo'ladi, ular 30-40 sm chuqurlikkacha yetadi. Iyun-iyul oylarida har bir hosil bo'lgan qo'shimcha ildizda yon ildizlar shakllanadi. Yon ildizlar shoxlanib tuproqning ustki qismida joylashadi. Yon ildizlari esa 75-85 sm chuqurlikda uzunlashib yetadi.

10-15 iyun oyida topinambur poyasining pastki qismi (10-15 sm chuqurlikda) uzun stolonlar hosil qiladi, ularning oxirida tuganaklar hosil bo'ladi. Iyul oyida hosil bo'lgan tuganaklarning uzunligi 0,5-1,0 sm, eni 0,3 – 0,8 sm ga yetadi.

Eng jadal tuganaklar iyul va avgust oylarida o'sadi, chunki yer ustki organlari shu vaqtda susayib o'sadi. Tuganaklarning o'sishi birinchi sovuq tushishigacha sodir bo'ladi.

Uchta navni nisbiy o'rganish shuni ko'rsatdiki, ularning hayotssikli, uzunligi, tuganaklarni shakllanishini, fenofazalarni xususiyatlari bo'yicha keskin farq qiladi.

O'rganilayotgan navlar ichidan bizning sharoitimizda eng tez pishar Belyi ranniy navi ekanligi aniqlandi. Shu navning stolonlari shakl o'zgargan novdalar iyunda shakllana boshlab, iyulda tuganaklar hosil qilib, avgustda pishib yetiladi. Vostorg navida esa stolonlar shakllanishi va tuganaklar hosil bo'lishi 4 – 5 kunga kechikadi, ammo tuganaklar tabiiy yetilishi bir vaqtda bo'ladi. Hayotiy siklning uzunligi ularda 144 – 155 kunga teng. Shu ikkita o'rganilgan navlarni O'zbekiston sharoitida o'rta pishar navlar deb aniqlandi.

Vadim navining hayotiy sikli boshqa ikkita navga qaraganda birmuncha uzoqliligi bilan ajralib turadi, 230 – 235 kunni tashkil etadi. Stolonlarning shakllanishi iyulga to'g'ri keldi, tuganaklar hosil

qilish esa avgustning ikkinchi yarmida va sentyabrda va shu sabab bilan hamma fazalar: g'unchalash, gullash, mevalash ham kechikib o'tdi.

Xulosalar. O'rganilayotgan navlar ichidan bizning sharoitimizda eng tezpishar Beliy ranniy navi ekanligini aniqladik.

Bizning sharoitimizda tuganaklar tuproqda yaxshi saqlanadi. Ularni qazib olib, erta bahorda chorva mollariga, qo'ylarga, cho'chqalarga, parrandalarga berish mumkin.

Adabiyotlar

1. Амирханов Н.А., Мукумов Х.Р. Топинамбур – перспективная кормовая культура. // Сельское хозяйство Узбекистана. 1985. № 12. - С. 28 – 29.
2. Кочнев Н.К. Топинамбур и агроэкология. Топинамбур и тописолнечник – проблемы возделывания и использования. - Иркутск, 1990. - С. 87 – 88.
3. Лебедев И.А., Петренко Г.А. Земляная груша (топинамбур). Возделывания и кормовая использования. - М.: Л.: Гос. изд-во, 1994. - С. 5 – 140.

**З.И.Умурзакова, Ю.Икрамова,
З.А.Расулова**

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ТОПИНАМБУРА (HELIANTHUS TUBEROSUS L.) В УСЛОВИЯХ САМАРКАНДСКОЙ ОБЛАСТИ

Мы изучали 3 сорта топинамбура в условиях Самаркандского вилоята. Сравнительное изучение трех сортов показало, что по длине жизненного цикла, формированию клубней, особенностям фенофаз они резко отличаются друг от друга. Нами было определено, что в наших условиях самым оптимальным будет сорт Белый ранний, так как по всем показателям он самый раннеспелый.

Ключевые слова: нетрадиционные виды, кормовые растения, интродукция, Белый ранний, Восторг, Вадим, фаза цветения, соцветия, стебли, фенофаза.

**Z.I. Umurzakova, Y.E. Ikromova,
Z.A. Rasulova**

GROWTH AND DEVELOPMENT PROPERTIES OF THE TOPINAMBUR (HELIANTHUS TUBEROSUS L.) IS VARIETIES IN THE CONDITIONS OF SAMARKAND REGION

We studied 3 types of the artichoke plant in the conditions of the Samarkand region. Comparative studies of this three types showed that they sharply differs on their life cycle, formation of tubers and properties of fenological phase. We found that among the studied varieties of artichoke plant in our condition the optimal one is the variety of Beliy ranniy.

Keywords: noneconventional plants, fodder plants, introduction, Beliy ranniy, Vostorg, Vadim, blossom phase, inflorescences, stem, fenological phase.

**ORGANIK VA MINERAL O'G'ITLARNING TUPROQDAGI
OG'IR METALLAR MIQDORIGA TA'SIRI****Sh.T.Xoliqulov***Samarqand davlat universiteti professori*

Annotatsiya. Samarqand kimyo kombinati atrof-muhitga qattiq va gazsimon chiqindilar chiqarishi natijasida sug'oriladigan bo'z tuproqlar og'ir metallar bilan ifloslangan. G'oz ekilgan maydonlarga organik va mineral o'g'itlar berish vegetatsiya davri oxirida o'g'itsiz variantga nisbatan xarakatchan og'ir metallar miqdorini kamaytirdi. Ayniqsa, $N_{250}P_{175}K_{125} + 30$ t/ga go'ng berilgan variantda eng yaxshi natijaga erishildi va $Ci - 65\%$, $Zn - 48\%$, $Pb - 39\%$, $Co - 51\%$, $As - 45\%$ ga kamaydi.

Kalit so'zlar: kimyoviy elementlar, chiqindilar, haydalma qatlam, harakatchan formalar, sug'oriladigan tuproqlar, atrof-muhit.

Kirish. Biosfera eng yirik ekosistema bo'lib, unda yashaydigan barcha tirik organizmlar, jumladan inson ham uning resurslaridan foydalanish evaziga hayot kechiradi. Biosferada hayotning to'xtovsiz va barqaror davom etishi uchun har bir avlod o'zidan keyingi avlod ravnaqi uchun tabiiy resurslarni tejashi, asrab-avaylashi va "sog'lom" holda qoldirishi lozim.

Tabiiy resurslar ichida tuproq notirik tabiat bilan tirik tabiat o'rtasidagi bog'lovchi hisoblanadi. Tuproq o'simlik dunyosini suv va mikroorganizmlar yordamida oziqa bilan ta'minlab, Erda hayotning to'xtovsiz davom etishini ta'minlab turadi. SHuning uchun ham tuproqdan ratsional va unumli foydalanish, turli xil texnogen va tabiiy ifloslanishlardan saqlash insoniyatning eng asosiy, sotsial-tabiiy, dolzarb muammolaridan biridir.

Texnika taraqqiyoti va texnologik jarayonlarning o'sishi, transport sohasi, zavod, fabrika va kon sanoatining tez sur'atlar bilan rivojlanishi tuproqlarning turli xil kimyoviy elementlar bilan ifloslanishiga sabab bo'lmoqda. Ayniqsa, tuproqqa qo'shilgan og'ir metallar biokoimyoviy jarayonlar ta'sirida biologik aylanishga tushib, tabiiy tizimlarning ekologik barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Og'ir metallar ichida mis va qo'rg'oshin sug'oriladigan tuproqlarning pH miqdoriga, singdirish sig'imiga, mikrobiologik jarayonlarga, strukturasi, suv-xavo rejimiga salbiy ta'sir ko'rsatib, oqibat natijada chirindi miqdorini kamaytiradi, unumdorligini esa pasaytiradi.

O'zbekiston hududidagi sug'oriladigan tuproqlarda mikroelementlar (og'ir metallar)ning tarqalishi bo'yicha ko'pgina ilmiy tadqiqotlar o'tkazilgan (Kruglova va boshqalar, 1984; Karimberdieva, 2000; Tursunov va boshqalar, 2000; Riskieva va boshqalar, 2003). Bu tadqiqotlarning aksariyat qismi sug'oriladigan tuproqlar tarkibidagi tabiiy tarqalgan (fon) yoki biror bir ob'ektning ta'siri natijasida tuproqning og'ir metallar bilan ifloslanish darajasini aniqlashga qaratilgan. Ifloslanishni kamaytirish bo'yicha deyarli tadqiqotlar olib borilmagan.

Samarqand kimyo kombinati Respublikada eng yirik fosforli o'g'it chiqaruvchi korxona hisoblanadi. YArim asrdan ortiq davr davomida ichida faoliyat ko'rsatib kelmoqda. Korxonada amalga oshirilayotgan texnologik jarayonlar ta'sirida havoga asosan mis, qo'rg'oshin, mishyak, sink, nikel, kobalt v.b. og'ir metallar chiqarib kelingan.

Tadqiqot uslubi. Tuproq namunalari olish V.V.Koval'skiy va A.D.Gololobov (1969) usulida amalga oshirildi. Samarqand kimyo kombinati (SamKK) joylashgan hududdan gorizont tomonlarining "shamol guli" yo'nalishlari bo'yicha bir km gacha masofada har 50 m dan, 2 km gacha masofada har 100 metrdan, 3 km gacha masofada har 200 metrdan, 10 km gacha masofada har 500 metrdan va fon uchun janubi-g'arbiy yo'nalishda 20 km dan konvert usulida ($10_m \times 10_m$) tuproq namunalari olindi.

SamKK atrofi 5 ta zonaga ajratildi: 1-zona 1000 metrgacha, 2-zona 2000 m, 3-zona 3000 m, 4-zona 5000 m va 5-zona 20000 metrgacha masofani o'z ichiga oladi. Tuproq namunalari 0-30 sm chuqurlikdagi qatlamdan olinib, har bir zonadan olingan tuproqlar alohida aralashtirilib, o'rtacha namuna tayyorlandi. Og'ir metallarning yalpi miqdori emission spektral analiz usuli bo'yicha DFS-8 difraksiya spektografda, harakatchan shakldagi og'ir metallar atsetat buferli eritmada, atom-adserbsion usulda "Saturn N-2" spektrofotometrda aniqlandi.

Dala tajribasi, kuzatuv uslublari, biometrik o'lchovlar O'z PITI tomonidan ishlab chiqilgan tavsiyalar asosida amalga oshirildi.

Olingan natijalar muhokamasi. Mineral va organik o'g'itlarning tuproqdagi og'ir metallar miqdori adsorbsion ta'sirini o'rganish uchun turli modda va materiallar qo'llanilmoqda. Tuproqni organik moddalar bilan boyitish, ohaklash, mineral va ayniqsa fosforli o'g'itlardan foydalanish tuproqdagi og'ir metallarning harakatchan formalarini kamaytirishga ijobiy ta'sir ko'rsatishi ayrim izlanuvchilar tomonidan aniqlangan (Dobrovolskiy, Grishina 1985, Alekseev 1987, Abdullaev 1989, Holiqulov, Bobobekov, 2004). Ayrim mualliflar (Rin'kie, 1996; Ilyin, Stepanov, 1980)ning fikricha og'ir metallarning taksik darajasi tuproq xossalari, gumus miqdori, muhit reaksiyasi, mexanik tarkibi, karbonatlilik darajasi, iqlim sharoiti va nihoyat o'simliklar dunyosiga bog'liq. Engil granulometrik tarkibli, gumusga boy, buferlik xossasi yuqori bo'lgan tuproqlarning singdirish xususiyati yuqori bo'ladi va og'ir metallarni o'ziga singdirib oladi. Tuproqning kislotaliligi yuqori bo'lsa ham og'ir metallarning harakatchan formasi ko'payadi. Og'ir metallar asosan tuproqning ustki haydov qatlamida to'planib qoladi. SHuning uchun og'ir metallarning tuproqda tarqalishini o'rganish ko'pincha haydov qatlamida olib borildi.

Olingan natijalarga ko'ra vegetatsiya davrining boshida (aprel) nazorat variantida $Ci - 1,5 \text{ mg/kg}$, $Zn - 14,5 \text{ mg/kg}$, $Pb - 10 \text{ mg/kg}$, $Co - 11,5 \text{ mg/kg}$, $As - 6,5 \text{ mg/kg}$ ekanligi kuzatildi. Vegetatsiya davrining o'rtalariga (iyun) borgan sayin og'ir metallar miqdori oshib bordi. Bunga asosiy sabab haroratning oshishi va sug'orish ta'sirida og'ir metallarning eruvchanligi oshib borganligidir. O'suv davri oxirida (sentyabr) nazorat variantida og'ir metallar miqdori kamayib, $Ci - 1,0 \text{ mg/kg}$, $Zn - 10,5 \text{ mg/kg}$, $Pb - 8,7 \text{ mg/kg}$, $Co - 8,8 \text{ mg/kg}$, $As - 4,5 \text{ mg/kg}$ ni tashkil etdi. Mineral o'g'itlar ($N_{250}P_{175}K_{125}$) qo'llanilgan variantda esa tegishli mos ravishda 0,85; 9,7; 8,4; 8,6; 4,2 mg/kg ga teng bo'ldi. Bunda mineral o'g'itlar nazorat variantiga nisbatan $Ci - 44\%$, $Zn - 33\%$, $Pb - 16\%$, $Co - 25\%$, $As - 36\%$ ga kamaytirganligi aniqlandi. Bu holatni tuproqdagi harakatchan og'ir metallar kationlarining mineral o'g'itlar, ayniqsa, fosforli o'g'it anionlari bilan bog'lanib suvda erimaydigan kompleks birikmalar hosil qilishi bilan bog'liq deb tushuntirish mumkin.

Tajribaning 30 t/ga organik o'g'it (go'ng) solingan variantida va xuddi shu miqdordagi go'ng bilan birga ($N_{250}P_{175}K_{125}$) mineral o'g'itlar berilgan variantlarda harakatchan og'ir metallar miqdori eng kam bo'lganligi kuzatildi. Mineral o'g'itlarsiz faqat gektariga 30 t go'ng berilgan variantda $Ci - 0,6$, $Zn - 8,0$, $Pb - 7,4$, $Co - 6,0$, $As - 3,7 \text{ mg/kg}$ ni, mineral o'g'it bilan 30 t/ga (go'ng) organik o'g'it birgalikda berilganda esa, yuqorida keltirilgan raqamlarga mos ravishda 0,5; 7,5; 7,0; 5,7; 3,6 mg/kg ni tashkil etdi. Tajriba variantlari ichida harakatchan og'ir metallar eng kam kuzatilgan variant mineral o'g'it ($N_{250}P_{175}K_{125}$) + 30 t/ga go'ngli variant bo'lib, nazorat (o'g'itsiz) variantga nisbatan $Ci - 65\%$, $Zn - 48\%$, $Pb - 30\%$, $Co - 51\%$, $As - 45\%$ gacha kamayishi kuzatildi. Har yili mineral va organik o'g'it qo'llanilgan barcha variantlarda ham nazoratga nisbatan harakatchan og'ir metallar vegetatsiya davri oxirida pasayishi aniqlandi.

Xulosa. Samarqand kimyo kombinati uzoq yillar davomida faoliyat ko'rsatishi natijasida atrof-muhitga turli xil qattiq chiqindilar chiqarishi va kombinat mo'rilaridan turli xil dudli chiqindi gazlar chiqarilganligi sababli shamol yo'nalishlari bo'yicha turli xil darajada tuproqni og'ir metallar bilan ifloslagan. Eng ko'p ifloslanish shimoli-g'arbiy yo'nalishga to'g'ri keladi. CHunki yil davomida eng ko'p esadigan shamollar ham shu yo'nalishga mos keladi.

G'o'za ekilgan maydonlarda tuproqqa organik va mineral o'g'itlar qo'llash tuproqning haydalma (0-30 sm) qatlamidagi harakatchan og'ir metallar miqdorini kamaytirishga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Tuproqdagi harakatchan og'ir metallar miqdorini kamaytirishga ta'sir ko'rsatishi bo'yicha eng yaxshi ko'rsatkich organik va mineral o'g'itlar birgalikda qo'llanilgan ($N_{250}P_{175}K_{125} + 30 \text{ t/ga go'ng}$) variantda kuzatiladi.

Adabiyotlar

1. Abdullaev X.A. Biogeoimiya va tuproq muhofazasi asoslari. – T.: O'qituvchi, 1989. – B 89-98.
2. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.:Агропромиздат, 1987. – 141 с.
3. Добровольский Г.В., Гришина Л.В. Охрана почв. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – С.186-122.

4. Каримбердыева А.А. Особенности обеспечиваемости микроэлементами орошаемых почв Самаркандской области // *Tuproqshunoslik va agrokimyogarlari*. –Toshkent, 2000. – С.123-124.
5. Ковальский В.В., Гололобов А.Д. Методы определения микроэлементов в органах и тканях животных, растениях и почвах. – М.: Колос, 1969. – 272 с.
6. Xoliqulov SH., Bobobekov I. Samarqand kimyo kombinati (Sam KK) chiqindilarining kimyoviy tarkibi va ularning sug'oriladigan tuproqlarga ta'siri. // *J. O'zbekiston biologiya jurnali*. 2004.№5. – B. 21-25.

Ш.Т. Холикулов

**ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ И
МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА
СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В
ПОЧВЕ**

Твердые и газообразные выбросы Самаркандского химического комбината загрязняют орошаемые сероземные почвы тяжелыми металлами. Внесение органических и минеральных ($N_{250}P_{175}K_{125}$) удобрений в почву снижает подвижность тяжелых металлов. Наиболее заметное снижение происходит в варианте, где внесено $N_{250}P_{175}K_{125} + 30$ т/га навоза и содержание тяжелых металлов составляет Cu – 65%, Zn-48%, Pb-39%, Co-51%, As-45% по сравнению с неудобренным вариантом.

Ключевые слова: химические элементы, отходы, почвенный слой, движущая форма, окружающая среда

Sh.T.Kholikulov

**EFFECT OF ORGANIC AND
MINERAL FERTILIZERS ON THE
SOIL CONTENT**

Solid and gaseous toxicants of Samarkand chemical factory pollutes soil content with heavy metals. Input of organic and mineral fertilizers ($N_{250}P_{175}K_{125}$) in soil decreases movement of heavy metals. The highest decrease was found in the soil worked with $N_{250}P_{175}K_{125} + 30$ t/ha and the heavy metal content was found Cu – 65%, Zn-48%, Pb-39%, Co-51%, As-45% in comparison with not fertilizer used soils.

Keywords: chemical elements, waste products, soil layer, moving form, environment.

УДК 595.7(575.141)

**ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ
БАХЧЕВОЙ КОРОВКИ (*EPILACHNACHRYSOMELINAF.*) В УСЛОВИЯХ
ЗАРАФШАНСКОЙ ДОЛИНЫ.**

Б.Файзуллаев, К.Ш.Маматов

Доцент Самаркандского государственного университета

E-mail: fburxon@mail.ru

Аннотация. Данная работа посвящена изучению и разработке мер борьбы с бахчевой коровкой (*EpilachnachrysomelinaF.*) -вредителем в районах ее наиболее вредоносной деятельности. Так как биология вредителя в условиях Зарафшанской долины не была достаточно изучена, поэтому эффективных мер борьбы с ним не было разработано. Причиной увеличения срока инкубационного периода яйца является снижение температуры и повышение влажности воздуха.

Ключевые слова: бахчеводство, агробиоценоз, яйца, личинка, куколка, инкубационный, влажность.

Наиболее злостным, специфичным вредителем бахчевых культур в Узбекистане, в основном в Зарафшанской долине, является бахчевая божья коровка – *EpilachnachrysomelinaF.* Она в значительной степени тормозит развитие бахчеводства в южных районах и в Зарафшанской долине Республики Узбекистан. Бахчеводство ежегодно несет большие потери от этого вредителя. Иногда хозяйства отказываются от посева бахчевых из-за вредоносности бахчевой коровки [1].

Наша работа посвящена изучению и разработке мер борьбы с этим вредителем в районах ее наиболее вредоносной деятельности. Так как биология вредителя в условиях Зарафшанской долины не была достаточно изучена поэтому эффективных мер борьбы с ним не было разработано.

Бахчевая коровка (*Epilachna chrysomelina* F.), местное узбекское название «какана», относится к роду *Epilachna*, подсемейству растительоядных божьих коровок (*Subcoccinellini*), семейству божьих коровок (*Coccinellidae*), отряду жесткокрылых (*Coleoptera*) [3].

Особое значение имеют в проведении всего цикла развития бахчевой коровки такие экологические факторы, как температура и влажность воздуха [3].

В течении 2010 – 2014 годов мы проводили опыты по определению продолжительности развития яйца, личинки, куколки и всего цикла развития бахчевой коровки в зависимости от экологических факторов.

Продолжительность развития отдельных личиночных возрастов и куколок бахчевой коровки определялась путем наблюдения за несколькими парами жуков, за их яйцами, личинками и куколками в лабораторно-полевых условиях.

После откладки яиц жуки из садков пересаживались в другой садок. Наблюдения за яйцами и личинками проводились ежедневно. При проведении учёта одновременно регистрировалась температура воздуха в садках, а также атмосферные осадки и ветер.

Места окукливания бахчевой коровки устанавливались путем прямых наблюдений в садках и в поле [4].

Влияние температур на быстроту развития различных стадий развития бахчевой коровки определялось путем воспитания вредителя в термостатах. Кроме того для этих целей были использованы данные ближайшей метеорологической станции. Порог развития и сумма эффективных температур определялись по методу Блунка [2].

Вопрос определения количества поколений за сезон изучался в садках в течение всего сезона. При этом воспитывалось не менее 10 пар жуков из каждого поколения. Кроме того, учитывались для определения числа поколений данные по динамике численности вредителя в природе [4].

По нашим наблюдениям в 2013 г. в условиях Самаркандской области инкубационный период яиц бахчевой коровки в лабораторных условиях колебался для первого поколения- 4 дня, второго поколения- 4-5, третьего поколения -4, четвертого поколения 4-5.

Таблица 1

Длительность эмбрионального развития бахчевой коровки в зависимости от температуры и влажности воздуха

Месяцы	Декады	Среднедекадная температура воздуха, °С	Дата откладки яиц	Длительность развития яиц, в днях	Относительная влажность воздуха, в % за декаду
Май	I	22,6	12.V	9	54
Июль	II	31,4	19.VII	4	33
	III	29,5	29.VII	4	36
Август	I	28,5	10.VIII	4	37
	II	26,9	12.VIII	4	44

Результаты опыта 2014 г. по определению инкубационного периода яиц бахчевой коровки в полевых условиях показывают что, инкубационный период яиц проходит в мае на листьях дынь в течение 6-8 дней. Причиной увеличения срока инкубационного

периода яйца является снижение температуры и повышение влажности воздуха. В этот период среднесуточные температуры воздуха колебались от 22,4 до 24,4°C, а относительная влажность воздуха 40-52%. В июле инкубационный период укорачивается до 4 дней. Среднесуточная температура воздуха в этот период составила 28,5-30,2°C, а относительная влажность воздуха 35-40%.

Опыты, проведенные в 2015 г. в полевых условиях, показали, что инкубационный период яиц бахчевой коровки в мае проходил в течение 9 дней, а в конце июля и в первой половине августа 4 дня (Таблица 1).

Специальными опытами в термостате установлено, что при постоянной температуре 35°C инкубационный период бахчевой коровки равен 3 дням, но при такой температуре 75-80% яиц погибает. При температуре 30°C инкубационный период яиц равняется 4 дням (Таблица 2).

Таблица 2

Продолжительность развития яиц, личинок и куколок бахчевой коровки при различной температуре

Температура воздуха, °C	Инкубационный период яиц, в днях	Стадия личинки, в днях	Стадия куколки, в днях	Всего для прохождения одного поколения, в днях
35°C	3	14-15	5	22-23
30°C	4	14-15	5-6	23-25

Такие же данные получены и в природе при среднесуточной температуре от 26,9 до 31,4°C (Таблица 1).

Дальнейшее повышение температуры выше 35°C губительно действует на яйца и вылупляющихся из них личинок.

Осенью длительность эмбрионального развития бахчевой коровки почти равняется весенним срокам развития.

Вышеизложенные данные показывают, что эмбриональное развитие бахчевой коровки в условиях термостата и в поле колеблется от 3 до 9 дней в зависимости от температуры и влажности воздуха.

В лабораторных условиях личинки первого поколения проходят 1,2 и 3 возраста в течение 4-5 дней; II,III,IV поколения в течение 3-4 дней, а незавершенное V поколение 7-10 дней. Последний четвертый личиночный возраст у бахчевой коровки первого поколения проходит в течение 6-7 дней. II-IV поколений 4-5 дней. Аналогичные результаты получены и в лабораторно-полевом опыте.

Продолжительность развития 1, 2, 3 возрастов личинок первого поколения в полевых условиях (май-июнь) на посевах дынь проходит в течение 4-6 дней, а развития четвертого возраста личинок затягивается до 7 дней.

Жизнь личинок четвертого возраста подразделяется на два периода: первой – когда личинки усиленно питаются, второй – когда личинки задним концом прикрепляются к листьям, не питаются: этот период продолжается до линьки на куколку.

В мае стадии личинки у первого поколения проходило в лаборатории и поле в течение 15-20 дней, у II, III и IV поколений в июне – июле – августе – 12-15 дней.

В 2015 году в полевых условиях были получены такие же результаты. Например, из отложенных яиц 15 мая выход жуков наблюдали 16 июня или весь цикл развития проходил в течение 32 дня. Из них 15-16 дней приходится на период развития личинок.

В термостате при постоянной температуре 30-35°C стадия личинки проходит в

течение 14-15 дней [3].

Длительность развития куколки бахчевой коровки в условиях лаборатории занимала 5-7 дней, а в поле 7-8 дней. В термостате при постоянной температуре 35°C – куколки развивались в течение 5 дней, при температуре 30°C – 5-6 дней.

Личинки бахчевой коровки окукливаются на нижней стороне листьев и плодов и на стеблях бахчевых растений, особенно охотно около корневой шейки. Нередко закончившие питание личинки бахчевой коровки покидают кормовое растение и окукливаются на ближайших сорняках (в полевом вьюнке и гумме) и под комочками почвы. Куколки, находящиеся на корневой шейке бахчевых растений, легко уничтожаются при окучивании растений. Поэтому этот агроприём может быть рекомендован как одна из мер борьбы с бахчевой коровкой.

Вышедшие из куколок жуки скелетируют листья бахчевых растений, принося большой вред. Новые жуки, после питания в течение 3-5 дней, приступают к спариванию. Через 5-7 дней после спаривания начинается откладка яиц. Быстрота созревания половых продуктов жуков также зависит от температуры воздуха.

Выводы

Анализируя результаты полученных лабораторных и полевых опытов, можно прийти к выводу, что длительность развития личинок бахчевой коровки преимущественно зависит от температуры воздуха. В летний период (вторая половина июня, июль, август) цикл развития бахчевой коровки значительно укорачивается.

Причиной увеличения срока инкубационного периода яйца является снижение температуры и повышение влажности воздуха.

Весь цикл развития жуков бахчевой коровки проходит в мае обычно в течение 30-36 дней, в июне-июле в течение 25-27 дней, в августе до 29 дней, а в сентябре – как и в мае 30-36 дней.

Литература

1. Алимджанов Р.А. Энтомология. Ташкент – 1977. С-210.
2. Глушенков Н.А. Бахчевая коровка и меры борьбы с ней. Автореферат диссертации. Л.1951 г. С-6.
3. Игамбердиев Х. Бахчевая коровка – опасный вредитель бахчевых культур. //«Картофель и овощи», 1967 г. №2. С-24.
4. Инструкция по защите овоще-бахчевых культур и картофеля от вредителей болезней. 1965. Ташкент. С-69.
5. Хамраев А.Ш., Хасанов Б.А., Ахмедов С.И. и др. Биологическая защита растений. Ташкент – 2014. С-45.
6. Ходжаев Ш.Т. Современные методы и средства интегрированной защиты растений от вредителей. Ташкент – 2015. С-267-268.
7. Яхонтов В.В. Вредителей сельскохозяйственных растений Средней Азии и борьба с ними. Ташкент-1968. С-192.

B.Fayzullayev, K.Sh.Mamatov
ZARAFSHON VOHASI SHAROITIDA POLIZ
QO'NG'IZI
(EPILACHNACHRYSOMELINAF.)HAYOTININ
G DAVOMIYLIGIGA EKOLOGIK
OMILLARNING TA'SIRI

Ushbu maqolada Zarafshon vohasi sharoitida poliz qo'ng'izining tuxum, lichinka va voyaga yetgan hasharot bosqichlarida ularga havo harorati

B.Fayzullayev, K.Sh.Mamatov
THE INFLUENCE OF ECOLOGICAL
FACTORS ON LIFE EXPECTANCY OF
EPILACHNA CHRYSOMELINA IN
ZARAVSHAN WALLEY CONDITIONS

This article is devoted to study and design measure fight with this pest in the region. It was discussed on investigation and working out some measures to control the activity of

va namligining ta'sirini o'rganish bo'yicha o'tkazilgan tajribalar natijalari tahlil qilingan. Unga ko'ra poliz qo'ng'izining embrional rivojlanish sur'ati havo haroratining oshishiga qarab tezlashib boradi. Yoz vaqtida (iyul avgust oylarida) poliz qo'ng'izi bir avlodining rivojlanish davri bahorgi avlodlariga nisbatan ancha qisqargan.

Kalit so'zlar: polizchilik, agrobiotsenoz, tuxum, lichinka, g'umbak, inkubatsion, namlik.

vermin *Epilachna chrysomelina* in the Zarafshan valley conditions of Uzbekistan. Obtained results showed that to lower air temperature and relative humidity caused to increase of incubation period.

Keywords: horticulture, agrobio-cenose, eggs, warmes, pupete, incubation, humidity.

UDK 577.4:61

EKOLOGIK OMILLARNING INSON ORGANIZMIGA TA'SIRI

A.A.Oslanov, M.Mardanova

Samarqand tibbiyot instituti assistenti, Samarqand davlat universiteti assistenti,

E-mail: m.mardanova@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqola turli ekologik iqlim sharoitlarda yetishtirilgan mevalarni mahalliy aholi organizmga ta'siri masalasidadir. Mualliflar xorijiy va mahalliy mevalarni kimyoviy tarkibini tahlil qilishib, ularni jigarni surunkali kasalliklariga ta'sirini klinik va laborator jihatdan qiyoslab o'rganishib, turli ekologik iqlim sharoitlarda yetishtirilgan mevalarni jigarga salbiy ta'sirini asoslab berishgan.

Kalit so'zlar: ekologiya, turli geografik iqlim sharoitlar, ekologik immunologiya, immun status, jigarning surunkali kasalliklari, surunkali virusli gepatitlar, xorijiy mevalar, mahalliy mevalar.

Qadim zamonlardan buyon ajdodlarimiz o'zini his qilish va muhim hayotiy jarayonlar iqlim sharoitlarga va boshqa tabiiy hodisalarga bog'liqligini bilishgan. Bundan 4000 yil muqaddam quyosh, yomg'ir va momaqaldirok ta'sirida o'simliklarni dorivor xususiyatlarga ega bo'lishi haqida fikr yuritishgan. Tibet tabobati hozirgacha kasalliklarni ma'lum bir meteorologik faktorlar bilan bog'lashadi. Gippokrat (e.o 460-377 y) o'zining «Aforizmlar» kitobida odam organizmi yilning turli fasllarida o'zini turlicha tutishini, kasalliklarni esa yilning turli fasllarida, turli mamlakatlarda va turli sharoitlarda turlicha kechishi haqida aytib o'tgan.

Abu Ali Ibn Sino dunyodagi barcha jismlar: o'simliklar, hayvonlar, ma'danlar, ob-havo, jug'rofik kengliklar, yil fasllari, hattoki sayyora va yulduzlar ham o'z mizojlariga egaligi, odam va uning a'zolar ham turlicha mijozlarga egaligi, kasalliklar esa turli a'zolar mijozni isishi yoki sovushi haqida ta'kidlab, kasalliklarda o'simliklarni ham mijoziga qarab iste'mol qilish kerakligini ta'kidlab o'tgan.

Turli geografik iqlim sharoitlarni va uning komponentlarini erdagi hayot va odam salomatligiga ayniqsa turli kasalliklarga ta'sirini atroflicha o'rganish jiddiy va dolzarb muammolardan biridir.

Turli geografik iqlim sharoitlarni makroorganizmga ta'siri, makroorganizm nospetsefik himoya faktorlarini va immun tizimni kuchayishi yoki susayishi oqibatida organizmni infeksiya patogenlarga chidamliligini kuchayishi yoki pasayishi bilan izohlanadi. Ushbu ta'sirlarni baholash maksadida ekologik immunologiya tushunchasi kiritilgan.

Ekologik imunologiyaning asosiy vazifasi, tabiiy va antropogen immunotrop ekofaktorlarni aniqlash, ularni xarakteristikasi, immunotrop faktorlar bilan immun tizim o'zgarishlari o'rtasidagi o'zaro aloqa mexanizmlarini va immun statusini aniqlashdan iboratdir.

Uzoq evolyutsiya jarayonida ma'lum bir tabiiy iqlim sharoitgaasta - sekin moslashib va takomillashib kelgan odam va uning fiziologik xususiyatlari, boshqa ekologik iqlim sharoitiga va unda etishtirilgan mahsulotlarga tez moslasha olmaydi.

Ekologik iqlim sharoitlarni o'zgarishi bilan inson tabiati o'rtasidagi qarama-qarshilik insonni moslanuvchanlik xususiyatini o'zgartirib qo'yishi va kasalliklar boshlanishiga olib kelishi mumkin.

Odam immun tizimi tashqi muhit ekologik iqlim o'zgarishlariga o'ta sezgirdir. Immun tizimni asosiy maqsadi organizm genetik individualligini immunologik nazorat qilishdan iboratdir, ya'ni o'zinikini o'zgan farqlashdan iboratdir. Atrof-muhit iqlim sharoitiga odam immun tizimini moslanuvchanligi uning genotipiga (mijoziga), uning immun statusiga va boshqa omillarga bog'liq.

Odam immun statusi va uning mintaqaviy o'ziga xosligi MDH mamlakatlari hududlarida tekshirib ko'rilganda ularning immun statusi har xil tipda ekanligi aniqlangan. MDH mamlakatlarini ayrim shaharlari va aholi punktlarida kishilarning immun tizimini gumoral zvenosini sust bo'lsa, hujayraviy zvenosi aktiv, yoki hujayraviy immuniteti kuchli joyda esa gumoral zvenosi biroz sust immun statusli kishilar ekanligini Rossiya immunologiya instituti mutaxassislari kuzatishgan.

Professor P.M. Lerner olib borgan kuzatishlar shuni ko'rsatganki, mavsumiylik va jigarni virusli kasalliklari bilan kasallanish o'rtasida katta farq kuzatilib, kuz va qish oylarida kasallanish ko'paygan. Yer osti suvlari bilan sug'oriladigan yerlardagi aholi o'rtasida jigarni virusli kasalliklaridan o'lim ayrim oylarda virusli gepatit A da 6,4% gacha, virusli gepatit V da esa 17,7 % gachani tashkil qilganligi kuzatilgan.

Turli ekologik iqlim sharoitlarni inson salomatligiga ta'siri bo'yicha vatanimiz va xorijiy olimlar tomonidan ko'plab ilmiy izlanishlar o'tkazilgan. Biroq mavjud ilmiy adabiyotlarda turli geografik iqlim sharoitlarda yetishtirilgan mevalarni mahalliy aholi o'rtasidagi jigarni surunkali kasalliklariga ta'siri bo'yicha biror bir ilmiy izlanishlar olib borilganligini uchratmadik.

Jigarni surunkali kasalliklarini barchasini patogenezini asl mohiyati, tashqi va ichki salbiy omillarni uzoq muddatli ta'sirida jigarda biriktiruvchi to'qimani rivojlanishi bilan izohlanadi. Ya'ni jigar o'zini fibroz to'qima bilan himoya qiladi.

Jigarni surunkali kasalliklarini odam populyasiyasida keng tarqalganligi, patogenezidagi ayrim zvenolarini noaniqligi, kasallikni kechishiga turli geografik iqlim sharoitlar va uning komponentlarini ta'siri atroflicha to'liq o'rganilmaganligi natijasida davolashdagi samarasizliklar nafaqat meditsinani, balki insoniyatning tibbiy-biologik va ijtimoiy muammolardan biridir (Lobzin YU.V, Belozero E.S, Belyaeva T.V., Bulankov YU.I. Ocherki obshiy infektologii L.2007).

JSST rasmiy ma'lumotlariga ko'ra jigar kasalliklari o'lim sababi bo'yicha 10- o'rindan 5- o'ringa ko'tarildi.

Jigarni surunkali kasalliklarini davolash bo'yicha gepatologiyada keng ko'lamda ilmiy izlanishlar olib borilishi va birmuncha samara berayotganligiga qaramasdan, kasallikni kechishiga ta'sir qiluvchi turli tabiiy ekologik iklim sharoitlarni va unda etishtirilgan mahsulotlarni odam organizmiga ta'siri masalasi bo'yicha ilmiy izlanishlar etarlicha olib borilmagan. Hamon g'arb tibbiyoti turli iqlim sharoitlarda etishtirilgan mevalar turlicha mijozga ega ekanligiga va mijoz tushunchasiga yetarlicha e'tibor bermayapti.

Ayniqsa, jigarni surunkali kasalliklarini parhezi masalasidagi ko'pgina jihatlar hamon o'z yechimini to'liq topgan deb bo'lmaydi. (Mayer K.P. Gepatit i posledstviya gepatita: Praktich. ruk.: Per. s nem. — M.: GEOTAR Meditsina, 2004. — 717 s.)

Oxirgi 2000 yil ichida dunyo aholisi 1000 marta ko'paygan bo'lsa, oziq-ovqat mahsulotlari esa 100 marta ko'paygan. (Lobzin YU.V, Belozero E.S, Belyaeva T.V., Bulankov YU.I. Ocherki obshiy infektologii .L.2007) Aholi sonini, migratsiyasini va oziq ovqatlarga bo'lgan talabning o'sishi, oziq - ovqat mahsulotlarini, mevalarni ham import va eksport qilinishini o'sishiga olib keldi.

Xorijiy mutaxassislarni jigarni surunkali kasalliklarida meva va sabzavotlarni natural holatda yoki qaynatilgan, sharbat holatida iste'mol qilishni taklif qiladilar.

Akademik Yushuk N.D surunkali gepatitlarida mevalar, sabzavotli taomlarni tavsiya qilgan (Yushuk N.D. Vengerov YU.YA. Infektsionnye bolezni. Natsionalnoe rukovodstvo M.GEOTAR-media.2009 str.601-664) bo'lib, aynan qaysi iklimda etishtirilgan mevalar iste'mol qilinishi va qilinmasligiga e'tibor bermagan.

S.N.Jarov, B.I. Saninlar achchiq bo'lmagan olma, nok, shaftoli banan, kivi, xurmo, behi, olcha, anjir, o'rik, uzum, anor, tarvuz, qovun, yertut, smorodinalarni natural holatda yoki kompot, kisel, jele, sok holatida iste'mol qilishni taklif qiladi. (Terapiya virusnyx gepatitov C. N. Jarov, doktor meditsinskix nauk, professor B. I. Sanin, kandidat meditsinskix nauk, dotsent RGMU, Moskva 2014)

J.I.Vozianov jigarni surunkali kasalliklarida parhezga qattiq rioya qilish muhim emasligini bildiradi. (J.I.Vozianov. Infektsionnye i parazitarnye bolezni Kiev.Zdorovya 2000 str 601-676)

YU.V.Lobzin jigarni surunkali kasalliklarida o'ta muhim narsa dietoterapiya ekanligini qayd qilib, chesnok, rediska iste'mol qilishni ta'qiqlab, mevalar sokini ichishni tavsiya qilishni bildiradi.(Lobzin YU.V.Finogeev F.P. Lechenie infeksionnix bolnix. OOO «Izdatelstva FOLIANT» 2003 str-25-30)

V.V. Serov **jigarni surunkali kasalliklarini** kechishiga umumiy rejimga rioya qilish ijobiy ta'sir qilishini, jismoniy zo'riqtirishdan, quyosh nuridan va fizioterapevtik muolajalardan, spirtli ichimliklardan, asoslanmagan gepatoprotektorlardan qochish kerakligini bildiradi. (Xronicheskiy virusnyy gepatit Pod red V.V.Serova, Z.G.Aprosinoy. M.Meditsina. 2004 str.273-274)

YU.V.Lobzin K.V.Jdanovlar ambulatoriya sharoitida davolanganda esa odatdagi uyda tayyorlangan ovqatlarini iste'mol qilishni taklif qiladi

(YU.V.Lobzin, Jdanov K.V. Voljanin V.M.Gusev D.A.Virusnye gepatity. Klinika diagnostika lechenie. OOO «Izdatelstva FOLIANT» 2003str 116)

O'zbekiston Respublikasi Sog'likni Saqlash Vazirligining 2014 - yildagi surunkali virusli gepatitlarni davolash bayonnomasidajigar shikastlanishiga ta'sir qiluvchi atrof - muhitning noqulay ta'sirlari va yatrogen ta'sirlarni oldini olish kerakligi ta'kidlanib, bolalar ayniqsa , primorbid foni yomon va immun tanqisligi bor bolalarga alohida e'tibor qaratilishi kerakligi uqtirib o'tilgan.

Yuqoridagi vatanimiz va xorijiy mualliflarning fikridan shu narsa aniq ko'rinib turibdiki, ular jigarni surunkali kasalliklariga turli meva va sabzavotlarni tavsiya qilishgan bo'lsalarda, biroq aynan qaysi birini va qaysi iqlim sharoitlarda yetishtirilgan meva va sabzavotlarni iste'mol qilish kerakligi haqida so'z yuritishmagan. Ilmiy manbalarda jigar kasalliklarida meva va sabzavotlarni mahalliy foydalimi yoki o'zga geografik iqlim sharoitlarda yetishtirilgan meva va sabzavotlar foydalimi degan savol ochiq qoldirilgan.

Shu narsa aniqki, turli geografik iqlim sharoitlarda yetishtirilgan mevalar va ularni kimyoviy tarkibi ham turli joylarda turlicha bo'ladi. Seryog'in, nam iqlimli tropik mintaqalarda yetishtirilgan mevalar tarkibida turli xildagi kimyoviy moddalar masalan, nitratlar miqdori serquyosh o'lkalarda etishtirilgan mevalar tarkibidagiga nisbatan birmuncha yuqori bo'ladi.

Biz xorijiy mevalar tarkibidagi kimyoviy moddalar miqdorini, O'zbekiston Respublikasi sog'liqni saqlash vazirligi tomonidan 14-oktyabr 2008-yilda tasdiqlangan SanPiN RUz № 0254-08 («Oziq ovqat mahsulotlari sifatida iste'mol qilinadigan o'simlik mahsulotlari tarkibidagi nitratlar miqdorini gigenik normativlari») sanitariya me'yorlari bo'yicha qiyoslab o'rgandik.

O'zga geografik iqlim sharoitida yetishtirilgan mevalar takibidagi nitratlar miqdorini kimyoviy tekshirish natijasi quyidagicha.

1.jadval

t/r	Kimyo	Mahsulot Egasi	Manzil	Mahsulot turi	Kg	Normasi Mg/kg	Nitrat miqdori Mg/kg
		SamMI	SamMI				
1	1352			xorijiy olma		50	24.4
2	1353			Baxmal olmasi		50	23.5
3	1354			Xonaki olma		50	22.9
4	1355			Banan		80	66.9
5	1356			xorijiy nok		50	23.1
6	1357			Mandarin		100	27.7
7	1358			Limon		100	39.3
8	1359			Kivi		80	21.2

O'zga geografik iqlim sharoitlarda yetishtirilgan mevalar tarkibidagi nitratlar miqdorini tekshirish, xorijiy mevalar tarkibidagi nitratlar miqdori bizni mahalliy mevalarimizdagiga nisbatan biroz farq qilishini ko'rsatdi. Biroq, xorijiy mevalardagi nitratlar miqdori sanitariya me'yorlaridan ortiq emasligi bizni laborator tekshirishlarimizda aniqlandi.

Turli geografik iqlim sharoitlarda yetishtirilgan mevalarni kimyoviy tarkibi mahalliy mevalarimiz kimyoviy tarkibidan keskin farq qilmasada, biz mahalliy va turli geografik iqlim sharoitlarda yetishtirilgan xorijiy mevalarni mahalliy aholi o'rtasida uchraydigan jigarni surunkali kasalliklariga ta'sirini qiyoslab kuzatishni maqsad qilib oldik.

Kuzatuv ostiga 47 ta epidemiologik, klinik jihatdan aniqlangan, bioximik, serologik, instrumental hamda PZR orqali tasdiqlangan jigarni surunkali kasalliklariga chalingan bemorlar olindi.

Kuzatuv ostidagi bemorlar 2 ta klinik guruhlariga bo'lindi. Ikkala guruhga ham Pevzner bo'yicha № 5 parhez stoli, probiotiklar va gepatoprotektorlar belgilandi.

Birinchi klinik guruhdagilar (30 kishi, ulardan erkaklar- 18, ayollar - 12) jigarni surunkali kasalliklariga chalingan, faqat mahalliy iqlim sharoitlarda yetishtirilgan mevalarni iste'mol qilish belgilangan, biroq o'zga mintaqaviy iqlim sharoitlarda yetishtirilgan mevalarni (xorijiy olma, nok, banan, mandarin, limon, kivi) iste'mol qilish cheklab qo'yilgan bemorlar.

Ikkinchi klinik guruhdagilar (17 kishi, ulardan erkaklar- 10, ayollar-7) jigarni surunkali kasalliklariga chalingan, mahalliy iqlim sharoitlarda yetishtirilgan mevalarni iste'mol qilish cheklab qo'yilgan, biroq o'zga geografik iqlim sharoitlarda yetishtirilgan mevalarni (xorijiy olma, nok, banan, mandarin, limon, kivi) iste'mol qilayotgan bemorlar.

Bemorlarni o'rtacha yoshi quyidagi formula asosida aniqlandi

$$M_v = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) / n$$

Bu erda x- yosh ko'rsatkichi, n – bemorlar soni. Bemorlarni o'rtacha yosh -36,5+ _ 10 yosh. Shundan erkaklar- 28, ayollar-19 kishini tashkil etadi.

Klinik guruhlardagi kuzatish oldidan bemorlar umumiy ahvollarini o'rtacha natijalari.

2- jadval.

Guruhlar	Yaxshi		Qoniqarli		Qoniqarsiz		Jami	
	Soni	foizi	Soni	foizi	Soni	Foizi	soni	foiz
Klinik guruh	3	10%	8	26,6%	19	63,4%	30.	100%
2 klinik guruh	2	12%	3	17,5%	12.	70,5%	17.	100%
jami	5		11		31		47	

Klinik guruhlardagi bemorlarni kuzatish oldidan va 1 oydan keyingi bioximik ko'rsatkichlarini qiyosiy o'rtacha qiymatlari

3 - jadval

Guruhlar	Transferazalar ALT /AST		Albumin %		Xolesterin mmol.l		Jami
	kuzatish oldi	1oydan so'ng	kuzatish oldi	1oydan so'ng	kuzatish oldi	1oydan so'ng	Soni
1-kl.gr	2,4/ 1,2	1,25/1,11	56	58,25	3,4	3,3	30
2.kl.gr	2,2/1,16	1,87/1,14	61	50,6	3,8	5,5	17

Klinik guruhlardagi 1 oydan keyin bemorlar umumiy ahvollarining o'rtacha natijalari 4- jadval.

Guruhlar	Yaxshi		Qoniqarli		Qoniqarsiz		Jami	
	Soni	Foizi	Soni	Foizi	Soni	Foizi	Soni	Foizi
Klinik guruh	17.	56,7%	10.	33,3%	3.	10%	30.	100%
2 klinik guruh	9.	52,%	5.	29,4%	3.	17,6%	17.	100%
Jami	26		15		6		47	

Bizning klinik kuzatishlarimizdan shu narsa aniqlandiki, o'zga mintaqaviy iqlim sharoitlarda yetishtirilgan xorijiy mevalarni (xorijiy olma, nok, banan, mandarin, limon, kivi) iste'mol qilish cheklab qo'yilgan birinchi klinik guruh va cheklab qo'yilmagan ikkinchi klinik guruhlar o'rtasida jigarni surunkali kasalliklarini klinik kechishida hamda bioximik ko'rsatkichlarida birmuncha farqlar kuzatildi.

O'zga mintaqaviy iqlim sharoitlarda yetishtirilgan mevalarni (xorijiy olma, nok, banan, mandarin, limon, kivi) iste'mol qilish cheklab qo'yilgan 1- klinik guruhdagi 30 ta bemorlarni 56,7 % o'zlarini yaxshi his qilayotganliklari, 33,3 % qoniqarli, 10% esa qoniqarsiz his qilishliklari, ALT 2,4 dan 1,25 ga, Albumin 56 dan 58,25 ga, xolesterin 3,4 dan 3,3 pasayganligi kuzatildi.

O'zga mintaqaviy iqlim sharoitlarda etishtirilgan mevalarni (xorijiy olma, nok, banan, mandarin, limon, kivi) iste'mol qilish cheklab qo'yilmagan jigarni surunkali kasalliklariga chalingan 2- klinik guruhdagi 17 ta bemorlarni 52 % o'zlarini yaxshi his qilayotganliklari, 29,6% qoniqarli, 17,6% esa qoniqarsiz his qilishlari, ALT 2,2 dan 1,87 ga, Albumin 61 dan 50,8 ga, xolesterin 3,8 dan 5,5 ko'tarilganligi kuzatildi.

O'tkazilgan tekshirish va kuzatuvlarimiz qo'yidagi xulosalar chiqarishga olib keldi.

1. Jigarni surunkali kasalliklarida faqat mahalliy iqlim sharoitlarda yetishtirilgan jaydari mevalarni iste'mol qilishni tavsiya qilish kerak degan xulosa chiqarishga olib keldi.

2. Jigarni surunkali kasalliklariga chalingan bemorlarga o'zga geografik iqlim sharoitlarda yetishtirilgan xorijiy mevalarni iste'mol qilishni cheklab qo'yish kerak degan xulosa chiqarishga olib keldi.

3. Jigarni surunkali kasalliklarida faqat mahalliy iqlim sharoitlarda yetishtirilgan mevalarni iste'mol qilishni tavsiya qilish iqtisodiy tejankorlikka, mahalliy qishloq xo'jaligi mahsulotlari yetishtirishning ko'payishiga, mo'l ko'pchilikka olib keladi degan xulosa chiqarishga olib keldi.

Adabiyotlar

1. Klinicheskaya immunologiya : uchebnik / pod red. A.M. Zemskova. - 2008. - 432 s.
2. Ispolzovanie metoda «plastiki relefa» s selyu prognozirovaniya opasnosti vodnogo puti peredachi infektsii i nitratnykh otravleniy. Glava 5. Epidemiologicheskoe i laboratornoe izuchenie zabolevaemosti virusnymi gepatitami A I V v gorodax i selskoy mestnosti Uzbekistana. Zapiski epidemiologa Izrail-2010 P.M. Lerner SITNOMINEDIGNA
3. Lobzin YU.V, Belozarov E.S, Belyaeva T.V., Bulankov YU.I. Ocherki obshiy infektologii L.2007.
4. Mayer K.P. Gepatit i posledstviya gepatita: Praktich. ruk.: Per. s nem. — M.: GEOTAR Meditsina, 2004. — 717 s.
5. Yushuk N.D. Vengerov YU.YA. Infektsionnye bolezni. Natsionalnoe rukovodstvo M.GEOTAR-media.2009 str.601-664
6. Terapiya virusnix gepatitov C. N. Jarov, doktor meditsinskix nauk, professor B. I. Sanin, kandidat meditsinskix nauk, dotsent RGMU, Moskva 2014
7. Vozianov J.I. . Infektsionnye i parazitarnye bolezni Kiev. Zdorovya 2000 str 601-676
8. Lobzin Y.V., Finogeev F.P. Lechenie infektsionnykh bolnykh. OOO «Izdatelstva FOLIANT» 2003 str-25-30.
9. Xronicheskiy virusniy gepatit Podred V.V. Serova, Z.G. Aprosinoy. M. Meditsina. 2004 str. 273-274
10. Lobzin Y.V., Jdanov K.V. Voljanin V.M., Gusev D.A. Virusniy gepatiti. klinika, diagnostika, lechenie. OOO «Izdatelstva FOLIANT» 2003 str 116
11. O'zbekiston Respublikasi Sog'likni Saqlash Vazirligi. Surunkali virusli gepatitlarni davolash bayonnomasi. 2014.

12.O'zbekiston Respublikasi sog'likni saqlash vazirligi. SanPiN № 0254-08 «Oziq ovqat mahsulotlari sifatida iste'mol qilinadigan o'simlik mahsulotlari tarkibidagi nitratlar miqdorini gigienik normativlari»14-oktyabr 2008-yil

А.А.Осланов, М.Марданова
ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Данная статья посвящена выращиванию плодов в различных экологических условиях и их клинического воздействия на организм местного населения.

Авторы проанализировали химический состав зарубежных и местных плодов, и в сравнительном аспекте изучили клинические и лабораторные аспекты, влияющие на печень, обосновали отрицательные воздействия плодов, выращенных в различных экологических условиях.

Ключевые слова: экология, разнообразные географические условия, экологическая иммунология, иммунный статус, хронические вирусные заболевания печени, хронические вирусные гепатиты, зарубежные плоды, местные плоды.

A.A.Oslanov, M.Mardanova
THE INFLUENCE OF
ECOLOGICAL FACTORS TO
HUMAN'S ORGANISM

This article is devoted to growth of fruits of different ecological climate on influence of organism. Authors analyzed the chemical consistence of foreign and local fruits, they studied comparatively the Clinique and laboratory aspects on the influence of liver, they proved the negative influence of fruits grew in different ecological conditions

Keywords: ecology, different geographical conditions, ecological immunity, immune status, uninterrupted viral illnesses, uninterrupted viral hepatitis, foreign fruits, local fruits

UDK-551:48(575.14)

SUG'ORMA VA QAYTARMA SUVLARNING BOG'LIQLIGI HAQIDA AYRIM MULOHAZALAR (ZARAFSHON VOHASI MISOLIDA)

A Yo.Q. Hayitov

O'zMU Katta ilmiy xodimi,

E-mail: yusupova-kamola@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada Zarafshon vohasining yuza oqimi va qaytarma oqimlar orasidagi bog'liqlik tahlil qilinib, ularni miqdoriy baholashning ayrim masalalari tadqiq qilingan. "Qaytarma suvlar" atamasiga aniqlik kiritilib, ularni baholashning hozirgi muammolari yoritilgan. Mintaqada qaytarma suvlardan effektiv foydalanish bo'yicha taklif va tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: sug'orma suvlar, qaytarma suvlar, miqdoriy baholash, oqim hajmi, oqim miqdori, suv sarfi, o'rtacha ko'p yillik oqim, toza suv.

Hozirgi kunda dunyo miqyosida suv resurslaridan ekstensiv foydalanish natijasida ularning miqdor jihatdan kamayishi va sifat bo'yicha yomonlashuvi qator mummolarni keltirib chiqarmoqda. Shu kabi O'zbekistonda ham XX asrning 60 yillaridan boshlab yerlarni keng miqyosda o'zlashtirish va shu maqsadda daryolardan suv olish yildan-yilga ortib bordi. Bu holat Zarafshon vohasiga ham tegishlidir. Shu sababli Zarafshon vohasida sug'orishga olinadigan va qaytarma ekin maydonlarida hosil bo'ladigan suvlar dinamikasini o'rganish dolzarb muammolardan biri sanaladi.

Afsuski, Zarafshon vohasi bo'yicha ushbu muammolar gidrologik tadqiqotlarda yetarli darajada yoritilmagan. Ma'lumki, O'zbekistonning yer usti suv resurslarining o'rtacha ko'p yillik oqimi Amudaryo havzasi bo'yicha 4,74 km³ ni tashkil etadi va undan 0,48 km³ suv Zarafshon havzasi hissasiga to'g'ri keladi [2].

Zarafshon daryosining hosil bo'ladigan oqim miqdori Tojikiston hududida yiliga o'rtacha 5140 mln. m³ ni tashkil etsa, O'zbekiston hududida esa uning o'rtacha har yili 254 mln.m³ ga teng [5]. Vohada suvga bo'lgan ehtiyojning kattaligi, unda ekologik muhitning yildan-yilga yomonlashishiga salbiy ta'sir ko'rsatib kelmokda. Ayniqsa, bu holat Buxoro viloyatida kuchliroq seziladi. O'zbekiston Respublikasi Tabiatni muhofaza qilish davlat qo'mitasi ma'lumotlariga ko'ra Buxoro, Navoiy, Samarqand viloyatlarida 2007-2011 yillar mobaynida zovur suvlarining o'zgarishlari tahlil qilindi (1-jadval).

1-jadval

Zarafshon vohasi viloyatlarida kollektor-zovurlar oqimining
yillar bo'yicha o'zgarishi mln.m³

Viloyatlar nomi	2007	2008	2009	2010	2011
Samarqand	535,0	516,2	572,1	660,0	547,1
Navoiy	559,2	553,5	574,0	555,0	574,7
Buxoro	2218,3	1965,5	2209,9	3024,0	2132,5
Hammasi	33125,0	3035,2	3356,0	4239,0	3254,3

Ta'kidlash lozimki, vohada hosil bo'lgan kollektor-zovur suvlarining katta qismi tabiiy botiqlarga oqizilib, ularda ko'llar hosil qiladi. Ma'lum qismi esa to'g'ridan-to'g'ri Amudaryoga tashlanib, suvining kimyoviy tarkibini o'zgarishiga sabab bo'lmokda.

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, hozirgi kunda eng dolzarb masalalardan biri suvni sifat jixatidan muhofaza qilishdir. Bu asosiy masala esa bir qancha qo'shimcha choralar tizimini o'z ichiga oladi. Ulardan eng maqbuli zovur suvlarini daryolar, ko'llar, suv omborlariga oqizishni iloji boricha kamaytirishga, ayrim hollarda esa to'la to'xtatishga qaratilishi lozim. Ayni paytda biologik usul bilan tozalashga alohida e'tibor qaratish zarur.

Shuningdek, ishda Buxoro viloyatida sug'orishga olingan suv va ulardan shakllangan qaytarma oqimning miqdoriy ko'rsatgichlari tahlili ham amalga oshirildi (2-jadval)

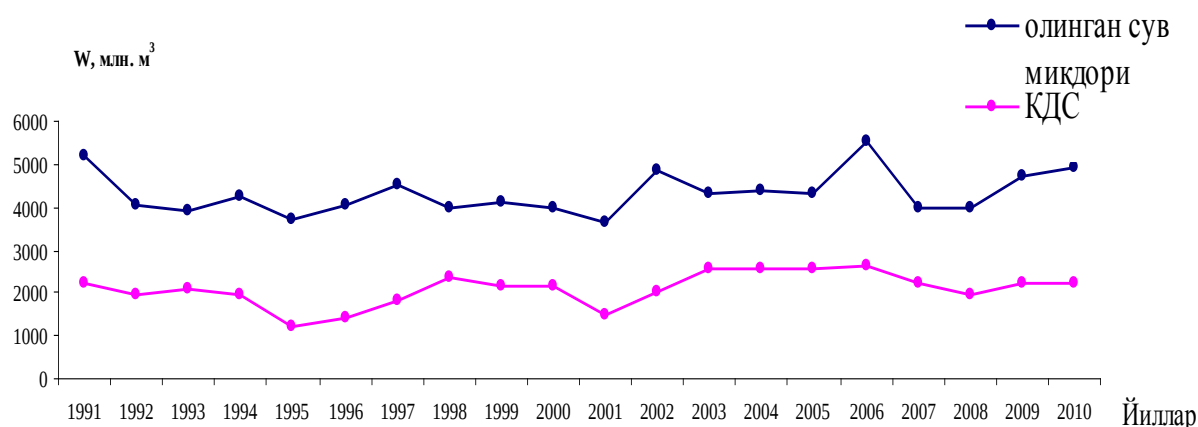
2-jadval

Buxoro viloyatida sug'orishga olingan suv va ulardan shakllangan qaytarma oqimning miqdoriy ko'rsatkichlari

Yillar	Sug'oriladigan yerlar ming. ga	Olingan suv miqdori, mln.m ³	Kollektor-zovur suvlari hajmi, mln.m ³	Qaytarma oqim, olingan suvga nisbatan foizda
1991	265,2	5188	2214	43
1992	266,9	4035	1964	49
1993	269,4	3938	2096	53
1994	272,1	4215	1938	46
1995	274,4	3722	1232	33
1996	272,2	4014	1394	35
1997	276,5	4512	1846	41
1998	273,7	3995	2334	58
1999	273,7	4098	2178	52
2000	273,8	4011	2186	55
2001	274,2	3608	1507	42
2002	274,2	4851	2024	42
2003	273,7	4302	2588	60
2004	273,7	4355	2540	58
2005	274,6	4342	2570	59
2006	274,9	5560	2614	47
2007	274,9	4002	2218	55
2008	274,9	3984	1966	49
2009	274,9	4704	2210	47
2010	274,9	4898	2215	45
2011	274,9	3827	1959	51
2012	274,8	3969	2348	60
2013	274,6	4021	2305	57

Izoh: Amu-Buxoro ITXB ma'lumoti.

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, 1991 yildan 2013 yilgacha Buxoro viloyatiga olingan suv miqdori bilan kollektor-zovur suvlarining nisbati turli qiymatlarda o'zgargan. Masalan, sug'orish uchun olingan suv miqdorining eng kichik ko'rsatkichi 2001 yilga to'g'ri kelib 3608 mln.m³, kollektor-zovur suvlarining eng kichik miqdori esa 1232 mln.m³ bo'lib, 1995 yilga to'g'ri kelgadi. Hududga olingan sug'orma va kollektor-zovur suvlari hajmining eng katta qiymati 2006 yilda kuzatilgan bo'lib, bu ko'rsatkichlar mos ravishda, 5560 mln m³ va 2614 mln m³ ga teng bo'lgan. Hisoblash natijalariga ko'ra kollektor-zovur suvlarining eng katta nisbiy qiymatlari 2003 va 2012 yillarda qayd etilib 60 foizni tashkil etdi. Bundan tashqari qaytarma suvlar oqim hajmini o'zgarishi, yer osti suvlarining rejimiga ham o'zining salbiy ta'sirini ko'rsatib kelmoqda. Bu esa o'z navbatida vohadagi sug'orma yerlarning ekomeliorativ holatini buzilishiga sabab bo'lmoqda. Ana shu ifloslangan qaytarma suvlar atrof-muhit holatiga, xususan tabiatga katta zarar yetkazmoqda. Shu munosabat bilan vohada shakllangan sug'orma va qaytarma suvlarning gidrologik jihatidan baholash va ularni tahlil etish, zaruriyat tug'ilganda majmualari keskin chora-tadbirlar ishlab chiqib amalda qo'llanilishi lozim deb o'ylaymiz. Suv tanqisligi yillarida suvlarni tozalashning fizikaviy, ximiyaviy va boshqa usullariga nisbatan eng samarali, arzon hisoblangan biologik tozalash usulini tashkil etib, ulardan ikkilamchi suv resurslari sifatida foydalanish maqsadga muvofiqdir.



1-rasm. Sug'orma va qaytarma suvlar dinamikasi

Yuqoridagi fikrlardan ma'lum bo'ldiki, Buxoro viloyati ekin maydonlarini sug'orishga olingan suvlar miqdorining o'zgarishiga bog'liq holda kollektor-zovur suvlarining hajmi ham o'zgarib boradi. Kelajakdagi tadqiqotlarda asosiy etibor qaytarma oqim miqdorining kamaytirishga qaratilishi lozim.

Adabiyotlar

1. Ўзбекистон Республикасида атроф-табiiй муҳит муҳофазаси ва табiiй ресурсларидан фойдаланишнинг ҳолати тўғрисида «Миллий маъруза» Тошкент: CHINOR ENK 2006. -296 б.
2. Ўзбекистон Республикасида атроф-муҳит ҳолати ва табiiй ресурслардан фойдаланиш тўғрисидаги «Миллий маъруза» (2008-2011 йиллар), - Тошкент: CHINOR ENK 2013. - 258 б.
3. Иригация Узбекистана. Том III. -Ташкент: Изд-во «Фан», 1979. – 356 С.
4. Рашидов Н.Р., Хайитов Ё.К., Буриев С.Б. Использование водных растений для очистки коллекторных и сточных вод //Доклады АН РУз, 1998. с. 40-42.
5. Чуб В.Е. Изменение климата и его влияние на гидрометеорологические процессы, агроклиматические и водные ресурсы Республики Узбекистан. - Ташкент: VORIS - NASHRIYOT, 2007. -132 с.

Ё.К. Хайитов НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ О ВЗАИМОСВЯЗЯХ ОРОШАЕМЫХ И ВОЗВРАТНЫХ ВОД (НА ПРИМЕРЕ ЗАРАФШАНСКИХ ОАЗИСА)

В статье рассматриваются исследование некоторых вопросов количественной оценки, произведен анализ между поверхностными и возвратными стоками Зарафшанского оазиса. Уточнение определения термина “возвратные воды”, рассмотрены ныне существующие проблемы количественной оценки возвратных вод. Разработаны рекомендации и предложения по эффективному использованию возвратных вод региона.

Ключевые слова: орошаемые вод, возвратные воды, количественная оценка, количество стока, расход воды, многолетние средние течения, чистая вода.

Yo.Q. Hayitov SAME THANGHTY ABOUT CONNECTION OF IRRIGATING AND REFLEXIVE WATERS (ON THE EXAMPLE OF ZARAFSHAN VALLEY)

The article gives a refined definition of the concept of “collector-drainage return water” subject to the provisions set forth in the works of previous investigators. Features of formation and dynamics of collector and drainage waters of the Zerafshan oasis are releaved.

Keywords: irrigation waters, wasted wasters waters, quantative assessment, namber, of ways, utaje of water, many yeart middle sfram, pure water.

UDK-633.2.3631.584

QASHQADARYO VOHASI SUG'ORILADIGAN YERLARINING GEOEKOLOGIK MUAMMOLARI VA UNI OPTIMALLASHTIRISH YO'LLARI**X.T.Nazarov, K.U.Yusupova***Samarqand davlat universiteti o'qituvchilari,*

E-mail: yusupova-kamola@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada Qashqadaryo vohasi qishloq xo'jaligini rivojlantirishda barpo etilgan gidrotexnik inshootlarni ahamiyati va xududda olib borilayotgan gidromeliorativ tadbir to'g'risida to'xtalib o'tiladi. QMK ning yerlarni sug'orishdagi ahamiyati va qishloq xo'jalik yerlaridan unumli foydalanish yo'llari ko'rsatib o'tilgan.

Kalit so'zlar: gidrotexnik inshoot, gidrotexnik, gidromeliorativ tadbir, irrigatsion tizim, agromeliorativ tadbir, sug'orish normasi, xo'jaliklararo kanal, magistral kanal.

XXI asr bo'sag'asiga kelib tabiat bilan jamiyat o'rtasidagi munosabat kuchayishi fan-texnika jadal tarqqiy etishi, aholi sonining oshib borishi tabiatdan, tabiiy boyliklardan foydalanishning ortib borishi bilan xarakterlanadi.

Tabiat va jamiyat o'rtasidagi mutunosiblikning keskinlashib borishi ekologik muammolarni kelib chiqishiga sabab bo'ldi. Ekologik muammolar, ularni kelib chiqishini ilmiy o'rganish, tahlil qilish hamda uni bartaraf etishga qaratilgan chora-tadbirlarni ishlab chiqish va amlg'a oshirish bugungi kunning asosiy vazifalaridan biridir. Respublikamizda o'ziga xos takrorlanmas tabiiy sharoitga ega bo'lgan Qashqadaryo vohasi landshaftlari o'tgan asrning 60-yillaridan boshlab kompleks o'rganila boshlangan bo'lsada, lekin landshaftlarga ya'ni atrof-muhitga gidrotexnik inshootlarni ta'siri kompleks har tomonlama o'rganilmagan. Shuning uchun bu tadqiqotda asosiy e'tiborni tabiiy landshaftlarning xususiyatlarini o'rganishga, ya'ni vohada mavjud gidrotexnik inshootlarni atrof-muhitga ta'siriga qaratdik. Vohani o'rganish bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlarning natijalari bo'yicha nashr qilingan ilmiy ishlarda antropogen landshaftlarni tadqiq qilishda yetarlicha e'tibor berilgan bo'lib, lekin gidrotexnik inshootlarni atrof-muhitga ta'siri o'rganilmagan. Qashqadaryo havzasining antropogen (madaniy, voha) landshaftlari to'g'risidagi qimmatli ma'lumotlar S.A.Nishonov, A.A.Abdulqosimov, I.Xasanov, S.I.Abdullaev, R.Usmonova, M.G'.Nazarov va boshqa tadqiqotchilarning ilmiy ishlarida keltirib o'tilgan hamda tahliliy xulosalar berilgan. Bizning tadqiqot ishimiz Qashqadaryo vohasi geoeologik muammolarini ilmiy o'rganish asosida ularni optimallashtirish masalalariga bag'ishlangan.

Qashqadaryo voxasidagi mavjud gidrotexnik inshootlarni atrof-muhitga ta'sirini salbiy va ijobiy jihatlarini o'rganish orqali quyidagi vazifalarni amalga oshirish zarurdir.

Vohaning tabiiy sharoitini antropogen ta'sir natijasida o'zgarishini tahlil qilish; landshaftlarni gidrotexnik inshootlar ta'sirida landshaftlardagi o'zgarishlar sabablarini aniqlash; qishloq xo'jaligini rivojlanishiga gidrotexnik inshootlar ta'sirini ilmiy o'rganish; voha landshaftlarini gidrotexnik inshootlar ta'sirida o'zgarishini va muxofaza qilish yo'llarini ishlab chiqish.

O'zbekiston respublikasi Prezidentining 2013 yil "2013 – 2017 yillar davrida yerlarni meliorativ holatini yanada yaxshilash va suv resurslaridan oqilona foydalanish bo'yicha kelgusidagi chora-tadbirlar to'g'risida"gi qaroridan kelib chiqib mamlakatda sug'orma dehqonchilikni yanada rivojlantirish, aholini qishloq xo'jalik maxsulotlariga bo'lgan talabini yanada qondirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Shu o'rinda sug'orma dehqonchilikni rivojlantirish eng avvalo suv resurslarini xududlararo taqsimlanishi yer resurslari bilan meliorativ bog'liq bo'lib, bu masalani o'rganish o'ta dolzarb vazifalardandir. Suv va yer resurslaridan tejab-tergab samarali foydalanish eng asosiy muammolardan biri hisoblanadi. Qashqadaryo vohasining asosiy oqar suvlaridan biri bo'lgan Qashqadaryo va uning irmoqlari vohani suv bilan ta'minlashda atiga 20% ini tashkil etadi. Vohada sanoat, dehqonchilik va kommunal xo'jalik uchun zarur suvning 80% i Qarshi magistral kanali (QMK) Amudaryodan va "Eski anhor" kanali orqali Zarafshon daryosidan oladi. Vohadan Qashqadaryo va uning irmoqlar asosiy tabiiy suv resursi bo'lib, umumiy suv oqimi 42.4 m³ sek ni tashkil etadi hamda yillik suv hajmi

2541.82 mln m³ ni tashkil qilib vohada 173.357 m² maydonni sug'orish uchun yetarli hisoblanadi. Biz yuqorida aytib o'tilgan qo'shimcha suv resurslari Qarshi magistral kanali (QMK) Amudaryodan va "Eski anhor" kanali orqali Zarafshon daryosidan olinadigan suv Qashqadaryo viloyatining Chiroqchi, Qarshi, Nishon, Kasbi va Muborak tumanlarida sug'orma dehqonchilikni rivojlantirish uchun yetkazib berilmoqda.

"Eski anhor" kanali Qashqadaryo vohasini yangi yerlarini o'zlashtirish maqsadida 1957 yilda qaytadan tiklanishi uning suvi bilan Chiroqchi, Qamashi va Shahrisabz tumanlari suv bilan ta'minlandi qolgan suv Chimqo'rg'on suv omboriga to'planib yana qayta taqsimlanmoqda.

Zarafshon daryosi respublikamizning asosiy dehqonchilik rivojlangan xududlaridan oqib o'tib jami 571934 gektar yerni suv bilan ta'minlagan holda Qashqadaryo vohasida "Eski anhor" kanali orqali 49429 ga yerlarni suv bilan ta'minlab kelmoqda. Kanalning umumiy uzunligi 125 km ni tashkil etib, u asosan Chiroqchi, Qamashi va Shahrisabz tumanlari orqali "Chimqo'rg'on" suv omborigacha davom etadi. Kanal suvi 25 ta nasos tizimi orqali Qarshi cho'liga yetkazib berilmoqda. Uning suv o'tkazish imkoniyati 60 m³/sek bo'lib, yiliga 310 mln/m³ ni tashkil etadi. Vohada "Eski anhor" irrigatsion tizimini barpo etilishi qishloq xo'jaligini rivojlanishiga ijobiy ta'sir etish bilan birga aholi manzilgohlarini tashkil topishi va qishloq xo'jalik infrastrukturasi rivojlanishi va suv tanqisligi muammosini hal qilishda muhim ahamiyatga ega bo'ldi.

Qashqadaryo vohasi eng yirik sug'orish tizimlaridan hisoblangan QMK irrigatsion tizimi bo'lib, u suvni Amudaryodan olib "Tallimarjon" suv omboriga to'plab va sug'orish tizimlari orqali tumanlar bo'ylab qayta taqsimlanadi.

Respublikamiz qishloq xo'jaligini doimo suv bilan ta'minlash maqsadida 51 ta suv ombori tashkil etilgan bo'lib, shundan 13 tasi Qashqadaryo vohasida joylashgan bo'lib, u asosan irrigatsion maqsadlarda foydalanib kelinmoqda.

Vohadagi 13 ta suv omborlaridan eng yirigi QMK orqali keltirilayotgan suv asosida tashkil etilgan "Tallimarjon" suv ombori hisoblanadi suv omborini umumiy suv hajmini 1525.0 mln m³ ni tashkil etib QMK orqali vohani 7735 km² maydonida sug'orma dehqonchilik uchun imkoniyat yaratib beradi. Bu miqdor ayrim yillarda o'zgarib turadi va suv ta'minotida muammolar kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Suv omboridan QMK ishchi qismi orqali chiqadigan suv vohani suv ta'minotini katta qismini tashkil etgan holda Qarshi tumanidagi asosiy xo'jaliklarida kanalni uzunligi 2224.5 km ni tashkil etadi. Bundan tashqari QMK bir qancha tizimlarga bo'linib, jumladan, Nishon irrigatsiya tizimi uzunligi 2135.7 km bo'lib, 2701.1 gektar yerda, Koson irrigatsiya tizimi uzunligi 3334.6 km bo'lib, 6110.0 gektar yerda, Kasbi irrigatsiya tizimi uzunligi 2216.6 km bo'lib, 41934 gektar yerda va Muborak irrigatsiya tizimi orqali 3565 gektar yerda dehqonchilik qilib kelinmoqda. QMK 1966 – 1992 yillar mobaynida qurilgan bo'lib, jami xo'jaliklararo sug'orish tizimining umumiy uzunligi 9911.67 km ni tashkil etadi. Shundan 780 km beton bilan qoplangan, 4090 km latoklardan tashkil etgan, qolgan qismi esa yer ariqlardan iborat. Kanalning ko'p qismi beton bilan qoplangan bo'lib, ayrim qismlarida suvni yer ostiga shimilishi suvni bir muncha kamayishiga va suv ta'minotiga bir muncha ta'sir ko'rsatib kelmoqda. Suvni ma'lum qismi yer ostigashimilishi natijasida yer osti suv sathini ko'tarilishiga va natijada yerlarni sho'rlanish darajasini oshib borishiga olib kelmoqda uni bartaraf etish uchun qator kompleks gidromeliorativ tadbirlar olib borish maqsadga muvofiq.

Suv ombori tashkil etilishi natijasida viloyatda qishloq xo'jalik tarmoqlarini suv bilan ta'minlash va qishloq infratuzilmasini rivojlanishi kuzatildi. Vohada qishloq xo'jalik ekinlari pahta, g'alla, poliz, sabzavot ekinlari, bog' va uzumzorlar maydoni kengaytirildi va yerlarni agrotexnik xolatlari yaxshilandi.

Qashqadaryo vohasini suv bilan ta'minldi QMK ning qishloq ahamiyati benihoya katta bo'lib, lekin suvdan foydalanishda yo'l qo'yilgan kamchiliklar natijasida gidrotexnik inshootlar foydali ish koeffitsienti 0.86% dan oshmayotganligi suvdan samarali foydalanishda muammolarni keltirib chiqarmoqda. Qarshi "Irrigatsiya tarmoqlari boshqarmasi" ma'lumotlariga ko'ra keyingi yillarda tizim xududidagi Koson, Nishon va Kasbi ichki xo'jalik kanallarinitalabga javob bermayotganligi gidrotexnik inshootlarni tamirtalabligi va gidrotexnik kadrlar etishmayotganligi sabab bo'lib, suvdan foydalanish me'yorlarini buzilishiga olib kelmoqda.

Suvdan foydalanishda foydali ish koeffitsientini oshirish uchun irrigatsion tizimini ayrim xududlarda tamirlash ishlarini amalga oshirish muhim ahamiyatga egadir.

Suvdan samarali va tejab foydalanish uchun sug'orish me'yorlariga amal qilish, suvni kam talab qiladigan ekinlarni ekish, sug'orish agrotexnikasiga qat'iy amal qilish, ichki xo'jaliklararo sug'orish tizimlarni to'g'riyo'lga qo'yish kabi kechiktirib bo'lmaydigan vazifalarni bajarishi zarur.

Gidrotexnik inshootlarni texnik qobiliyatlarini monitoring qilgan holda uni qayta ta'mirlash, yangi texnik-texnologik, asbob-uskunalar o'rnatish ularni foydali ish koeffitsientini oshirish asosiy masalalardan biri bo'lib, uni o'z vaqtida bajarishga qaratilgan chora-tadbirlar rejasini ishlab chiqish va amalga oshirish muhim vazifalardandir. Bu masalalarni hal qilish, suvdan, yer resurslaridan samarali foydalangan holda qishloq xo'jalik ekinlaridan yuqori hosil olishni ta'minlab yerning mileorativ xolatini yaxshilashda aholiga sifatli qishloq xo'jalik maxsulotlari etishtirib berishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Vohada qishloq xo'jaligi rivojlanishi bilan bir qatorda ekologik muhitda ham bir qator o'zgarishlar sodir bo'lishini hisobga olgan holda asug'oriladigan hududlardagi tuproq sho'rlanishi, yer osti va yer usti suvlarni sifatini yomonlashuvi kabi sabablar va umuman olganda beosenozdagi o'zgarishlarni tahliliy o'rganish va uni hal etishda taklif va tavsiyalarni ishlab chiqish, salbiy xodisalarni sodir bo'lishini oldini olish o'z vaqtida agromeliorativ tadbirlarni amalga oshirish zarur.

Qashqadaryo vohasida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish yo'llarini o'rganish va tahlil qilish asosida ekologik holatini optimallashtirish maqsadida quyidagi gidromeliorativ chora tadbirlarini amalga oshirish lozim:

yer osti suv sathini pasaytirish maqsadida zovur va drenaj sistemalarini barpo etish; tuproqlarning suv-tuz rejimini o'rganish asosida turli agroirrigatsiya ishlari amalga oshirilgan yerlarda sug'orish me'yorlarini baholash va sug'orish davrida agromeliorativ me'yorlarga amal qilishni nazorat qilish maqsadida monitoring o'tkazish; kanal suvlarini yerga shimilib ketishini va yer osti sizot suv sathini ko'tarilishini oldini olish maqsadida kanallarni beton bilan qoplash; hududdagi turli muhandislik inshootlari loyihalarini amalga oshirishda, qishloq xo'jalik ekinlar maydonida ishlaydigan transport vositalari harakatini boshqarishda tuproq-o'simlik qoplamini degradatsiyaga uchrashini oldini olish; gidrotexnik inshootlar atrofida suvni bug'lanib ketishini pasaytirish maqsadida daraxt va butalardan iborat ixotazorlar barpo etish; tuproqlarning degradatsiyasini oldini olish uchun fitomeliorativ tadbirlarini amalga oshirish; yer resurslaridan foydalanishni yaxshilash maqsadida yerlarda rekultivatsiya ishlarini amalga oshirish va texnogen omillar ta'sirini imkon boricha tartibga solish; geoeologik oqibatlarni yuzaga kelishiga sabab bo'ladigan tabiiy-antropogen jarayonlar (qayta sho'rlanish, zax bosishi, sug'orish eroziyasi, deflyasiya, suffoziya, tuproqlarning chirindisizlashuvi va boshqalar) ning geografik xususiyatlarini o'rganish va ularni bartaraf qilish yuzasidan atrof-muhit ekologik xolatini optimallashtirishga doir amaliy tadbirlar bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqish.

Bu tadbirlarni o'z vaqtida amalga oshirilmasa sug'oriladigan yerlarni xosildorligi pasayishi va qishloq xo'jaligida foydalanishga yaroqsiz yerlar maydonini ko'payishiga kelishi mumkin. Bu xol ekologik muhitga salbiy ta'sir etishi natijasida biotsenozda salbiy o'zgarish sodir bo'lishi natijasida chullanish jarayonlarini kuzatish mumkin.

Yuqorida ko'rib chiqilgan masalalar ilmiy o'rganish, tahlil qilish, salbiy xolatlarni aniqlash va ularni bartaraf etishda karatilgan chora-tadbirlar ishlab chiqish bugungi kunda kechiktirib bo'lmaydigan dolzarb vazifalardan biri bo'lib, xududda ekologik muvozanatga erishish va tabiatni maxofaza qilish masalasiga jiddiy e'tibor qaratish orqali voha ekosistemasida barqarorlikni ta'minlash mumkin.

Adabiyotlar

1. Abdullaev S.I. Sug'orma dehqonchilikning ayrim geoeologik muammolari. // O'zbekiston geografiya jamiyati axboroti. 21-jild. - T.: 2000. 39-42-betlar.
2. Абдулқосимов А.А., Абдулқосимов И. "Антропогенные ландшафты Средней Азии и вопросы экологии" Т.: 2004 г. 111-114-betlar.
3. Nazarov X.T., Siddiqova Z., Yusupova K., Umarov S. Qarshi cho'lini suv ta'minotida eski anhor kanalining ahamiyati. // Geografiya fani va ta'limining zamonaviy muammolari. Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. - T.: 2015. 278-b.

4. Nazarov X.T., Eshquvvatov B.B., Xursandov D.B., Yusupova K.U., Obloqulov A.A. Qashqadaryo voha irrigatsiya lanshaftlarining geoeologik muammolari. //O'zbekistonning biogeoeologik muammolari. Respublika ilmiy va ilmiy-texnik anjumani materiallari. – Termiz 2016. 159-162-betlar.
5. Yusupova K.U., Nazarov X.T., Xolbaev B.M. Qashqadaryo havzasida suv muammolarini hal etishda irrigatsiya tizimlarning ahamiyati //Qashqadaryo va Surxondaryo viloyatlari yosh olimlar va talabalari ishtirokidagi hududiy ilmiy-amaliy anjumani to'plami materiallari. – Qarshi. QarMII, 2014. 178-b.
6. Xasanov I.A. Eshboev B.T. Qarshi cho'li antropogen landshaftlaridagi geoeologik muammolar. // Ko'hna va navqiron geografiya. Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. - T.: O'zMU. 2009. 115-118-betlar.

Х.Т.Назаров, К.У.Юсупова
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ И ИХ
ОПТИМИЗАЦИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ
КАШКАДАРЯНСКОГО ОАЗИСА

В статье рассматривается роль гидротехнических сооружений созданных в Кашкадарье с целью развития сельско хозяйственной промышленности основное внимание уделяется гидромелиоративные мероприятия проводимые на территории. Указываются пути плодотворного использования сельско хозяйственных земель и их роль орошения магистральный каналы Карши.

Ключевые слова: гидротехнические сооружения, гидромеханика, гидромелиоративные мероприятия, ирригационная система, норма орошения, хозяйственный каналы, магистральный каналы.

X.T.Nazarov , K.U.Yusupova
THE GEOECOLOGICAL PROBLEMS
OF FROM LANDING IN THE REGION
OF KASHKADARYA AND THE WAYS
OF OPTIMATIZATION IT

In this article it is spoken about the importance of hydroengineering structures built in order to develop the agriculture in Kashkadarya valley and about the ongoing hydromemorative events in this area. It has been shown the importance of Karshi arterial channel (KACH) in watering the irrigation areas and the efficient ways of using the agricultural areas.

Keywords: hydroengineering structure, refertilize, hydromemorative event, irrigation system, measure of irrigation channel, among agricultures, arterial channel.

УДК-551:48(575.14)

ПРОБЛЕМЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ, ОЧИСТКИ И ВТОРИЧНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗВРАТНО – СТОЧНЫХ ВОД

Ё.К.Хайитов

O'zbekiston Milliy universiteti katta ilmiy xodimi,
 E-mail: yozim@mail.ru

Аннотация. В статье ссылаясь на ранее выполненные работы, уточнено определение понятия “коллекторно-дренажные возвратные воды”. Рассмотрены условия формирования и особенности динамики коллектора-дренажных возвратных вод Зарафшанского оазиса.

Ключевые слова: возвратные воды, коллекторно-дренажные воды, возвратно-сточные воды, динамика водозабора, динамика коллекторно-дренажных вод, корреляция между водозабором и стоком коллекторно-дренажных вод.

Актуальность. В настоящее время водные ресурсы бассейна Амударьи, в том числе Зарафшана, полностью используются в народном хозяйстве. С другой стороны в ближайшей перспективе нельзя ожидать появления дополнительных водных ресурсов в регионе в виде переброски стока из других районов.

Дальнейшее развитие народнохозяйственного комплекса, в том числе, аграрного сектора в нашей республике потребует разработки методов количественной оценки, рационального размещения и использования возвратно-сточных стока. В перспективе этот вид стока является

хоть и вторичным, но дополнительным ресурсом воды. В связи с этим всестороннее изучение возвратно-сточных вод, в частности условия их формирования, количественной и качественной оценки, очистки, вопросов размещения и вторичного использования считаем весьма актуальным.

Изученность вопроса. Основные проблемы количественной оценки, очистки и вторичного использования возвратно – сточных вод рассмотрены в фундаментальных исследованиях А.Н.Костякова, Н.Ходжибаева, Н.Р.Хамраева, С.Ш.Мирзаева, В.А.Духовного, Э.И.Чембарисова, Э.Рубиновой, С.И.Харченко, Х.И.Якубова, М.А.Якубова, А.И.Сергеева, Р.К.Икрамова, С.Рабочевой, В.М.Легостаевой, Г.Ибрагимовой, Э.И.Игамбердиева, Ш.Шоякубова, Ж.К.Кутлиева, С. Б. Буриева, Т.У. Кудратова и других. Ознакомление с результатами перечисленных выше работ показали, что в этих исследованиях не затронуты вопросы формирования возвратно – сточных вод Зарафшанского оазиса.

В связи с вышеизложенными положениями, **целью** настоящей работы является изучение проблем количественной оценки, очистки размещения и вторичного использования возвратно – сточных вод Зарафшанского оазиса.

Для достижения этой цели нами в работе рассмотрены следующие задачи:

- уточнение определения термина “возвратно-сточные воды”;
- проблемы количественной оценки возвратно-сточных вод;
- современные способы их очистки;
- проблемы рационального размещения возвратно-сточных вод;
- разработка рекомендаций и предложений по эффективному использованию возвратно-сточных вод региона;

Исходные материалы. В работе, в качестве основной исходной информации, нами были использованы материалы Узгидромета, Госкомприроды, Минсельхоза Республики Узбекистан за количеством и качеством возвратных вод Зарафшанского оазиса. Привлечение также фондовые материалы по коллекторно-дренажным системам технических отделов гидрогеолого-мелиоративных экспедиции Самарканского, Навоийского и Бухарского вилоятов. В работе также использованы изданные кадастровые материалы, таких как «Ресурсы поверхностных вод». «Основные гидрологические характеристики» и другие.

О термине «возвратно-сточные воды». Первые сведения о возвратных водах упоминаются в работах А.В.Чаплыгина (1925), Е.М.Тимофеева (1936) и других. Обнаруженные при воднобалансовых исследованиях “дополнительные”, “добавочные” и “выклинивающиеся” в зоне потребления воды были ими названы «возвратными», подчеркивая тем самым их вторичное происхождение. Современные исследователи этой проблемы единодушны в том, что возвратные воды – это вторичные водные ресурсы, формирующиеся в зоне потребления стока.

Однако, трактование этого понятия, а следовательно и количественные оценки, у разных авторов несколько различаются. под собственно возвратными водами, с гидрологической точки зрения, понимают ирригационную составляющую динамических запасов грунтовых вод и поверхностный сток оросительных вод с орошаемых полей [2]. Этому мнению присоединяется Т.Н.Аткарская, которая также дает аналогичное определение возвратным водам.

Например, учёные и специалисты Государственного Гидрологического института (ГГИ), такие как В.В.Сумарокова, С.И.Харченко и другие, под собственно возвратными водами понимают ирригационную составляющую динамических запасов грунтовых вод и поверхностный сток оросительных вод с орошаемых полей. Этому мнению присоединяется Т.Н.Аткарская, которая также дает аналогичное определение возвратным водам. Вместе с тем, отождествляя в Ферганской долине возвратный сток с коллекторно-дренажным, она не отрицает участия в процессе формирования возвратных вод факторов, не связанных с водозабором на орошение (атмосферные осадки, грунтовые воды и др.)

В своих исследованиях В.П.Светицкий также рассматривает лишь ирригационную составляющую возвратных вод. Однако в отличие от предыдущих авторов он не включает в состав возвратных вод поверхностный сброс с орошаемых полей, чем мы не согласны.

Вместе с тем, некоторые авторы, в том числе, среднеазиатские учёные, считают, что

источником формирования возвратных вод могут служить как сбросные и фильтрационные воды, связанные с орошением, так и фильтрационные воды, формирующиеся естественным путем и разгружающиеся в гидрографическую сеть.

Точки зрения по поводу конечного водоприемника возвратных вод также различны. По определению С.И.Харченко, сток называется возвратным, если он поступает в источник орошения или промежуточный водоем и может использоваться повторно. По мнению В.А.Духовного, М.И.Геткера, Ф.Э.Рубиновой, сток является возвратным, независимо от того, попадает ли он в источник орошения, в замкнутые естественные понижения и водоем или используется на орошение внутри региона.

Большинство исследователей уравнивают понятия «возвратный» и «коллекторно-дренажный» сток, считая, что второй является внутрисистемной разновидностью первого. Вместе с тем учёными ГГИ, в том числе, С.И.Харченко принято, что возвратный сток составляет лишь часть коллекторно-дренажного, сформированного под влиянием ирригационных факторов и поступающего в русло реки.

Среднеазиатские учёные, в том числе В.А.Духовный делит возвратные воды по условиям дренирования на естественные, образуемые притоком в гидрографическую сеть и на искусственные (антропогенные), возникающие при дренировании водосбора коллекторами и дренами. Вместе с тем, в практике водохозяйственных расчетов укоренились понятия «русловые» и «внутрисистемные» возвратные воды. Первые выклиниваются в русла рек, а вторые – в искусственную коллекторно - дренажную сеть.

Как показали исследования С.Ш.Мирзаева, В.А.Духовного и других, соотношение русловых и внутрисистемных вод зависит от гидрогеологического строения бассейна и мелиоративных условий местности. Как известно, они изменяются под влиянием динамики уровня грунтовых вод на дренируемой рекой территории бассейна, а их формирование, определяется природными и антропогенными факторами. Русла рек и коллекторы могут дренировать как естественную, так и антропогенную составляющие возвратных вод. Поэтому, как считает Ф.Э.Рубинова, замена термина «русловые» возвратные воды на «естественные», а «внутрисистемные» на «антропогенные» нецелесообразна. С точки зрения генезиса и хозяйственного использования, русловые и внутрисистемные воды не различаются, а условия их стока определяются степенью естественной и искусственной дренированности [5].

Количественная оценка возвратных сточных вод. Однако, с точки зрения оценки водных ресурсов для нижележащих территорий, возвратные воды следует рассматривать в более широком смысле – как сток, сформированный в зоне потребления под влиянием всего комплекса природных и хозяйственных факторов. Разумеется, не весь этот сток может концентрироваться в естественной или искусственной гидрографической сети. Часть его, при мозаичном характере орошения и недостаточно развитой коллекторно-дренажной сети, может теряться на испарение с внутрисистемных перелогов и местных замкнутых понижений.

Исследования С.И.Харченко, Ф.Э.Рубиновой, В.А. Духовного и других показали, что динамика возвратных вод связана с водными мелиорациями.

Регрессионный анализ, выполненный Ф.Э.Рубиной (1979) для бассейна Сырдарьи, показал, что возвратный сток на границах ирригационных районов хорошо коррелируется с водозабором текущего и предшествующего года и практически не зависит от природных факторов. Влияние естественного увлажнения орошаемой территории и тепловых ресурсов, определяющих испарение, несоизмеримо мало по сравнению с мощными антропогенными факторами.

Некоторое воздействие на динамику стока возвратных вод оказывает регулирующая ёмкость бассейна (при чередовании лет различной водности), а также степень повторного использования возвратных вод в районе их формирования. Увеличение забора воды из источника орошения и сброса в него возвратных вод приводит к увеличению доли последних в стоке рек [5]. В исследованиях С.Ш.Мирзаева, С.И.Харченко, Ф.Э.Рубиновой показано, что увеличение водозабора из рек, способствующее понижению горизонтов воды в русле и повышению уровня грунтовых вод на орошаемой территории, приводит к увеличению

дренирующей способности русла.

Исходя из вышеизложенных можно заключить, что самым надёжным способом количественной оценки возвратных и сточных вод является гидрометрический способ.

Очистка возвратных и сточных вод как способ получения дополнительных водных ресурсов. В ближайшей перспективе нельзя ожидать более качественных водных ресурсов в Зарафшанском регионе. В связи с этим, в перспективе этот возвратные и сточные воды, являясь хоть и вторичным, будут служить дополнительным ресурсом воды.

В настоящее время для очистки помывочных и коммунально-бытовых сточных вод в основном используются физико-механические, физико-химические и биологические методы. Учёными и специалистами установлена, что наиболее эффективным являются биологические методы очистки коллекторно-дренажных и промышленно-сточных вод (Ю.Ю. Лурье, 1980; Ю.В.Новикова, 1990; Р.Ш.Шаякубов; С.Б.Буриев. 1991; и другие.

Рациональное размещение возвратно-сточных вод. В современных условиях существует ряд подходов к решению этой проблемы:

- «повторно перекачиваемое» использование водных ресурсов с возвратом возвратно-сточных вод в стволы больших рек, что собственно и практикуется в течении последних пятидесяти лет;

- опреснение возвратно – сточных вод с применением различных способов и технологий;

- использование возвратно-сточных вод в местах их формирования на поливы сельскохозяйственных культур и промывку засоленных почв, соответственно, уменьшая долю их сброса в реки.

- использование возвратно-сточных вод вне реки, отведя их за пределы орошаемых территорий на пустынных массивах для выращивания солеустойчивых культур и древесных насаждений и особенно для создания лесозащитных полос вдоль зон опустынивания.

- оптимальное размещение КДВ с учётом рельефа местности; использование КДВ для различных целей; утилизация КДВ в естественных и искусственных водоёмах с учётом рыбохозяйственных требований, т. е. для развития ветландов.

Заключение

1. Рассмотрены различные подходы исследователей к определению понятия «возвратные коллекторно-дренажные воды». Возвратными коллекторно-дренажными водами нами понимается ирригационная составляющая динамических запасов стока грунтовых вод и поверхностный сток оросительных вод с орошаемых полей;

2. Рассмотрены методы количественной оценки возвратных коллекторно-дренажных вод в частности, метод водного баланса орошаемых полей, метод руслового баланса и гидрометрический способ;

3. Показано, что вопросы формирования, количественной оценки, размещения и возможности вторичного использования возвратных коллекторно – дренажных вод Зарафшанского оазиса.

Литература

1. Абдуллаев И.Х., Якубов М.А. Проблемы водосбережения и мелиорации орошаемых земель Бухарского оазиса. – Ташкент: Фан, 2006. – С. 12-13.
2. Алимов Р.Н., Зудина Н.И., Аскарлова Е.В. Структура водного баланса орошаемых территорий низовий Зеравшана (Бухарская область) в современных условиях и её изменение под влиянием водохозяйственного строительства // Сб. научных трудов САНИИРИ. –Ташкент, 1976. -Вып. 148. - С. 35-47.
3. Аткарская Т.Н. Возвратные воды орошаемых земель Ферганской долины // Метеорология и гидрология. -1970. -№ 10. –С. 63-71.
4. Кадыров Х.А., Герасимов Р.М. Изменение структуры водно-солевого баланса орошаемых земель под влиянием работы вертикального дренажа // Труды САНИИРИ. - Ташкент, 1973.- Вып. 139. – С . 72-79.
5. Мамарасулов С.М. Водная проблема бассейна Зеравшана и пути её решения. –

- Ташкент: Узбекистан, 1972. –213 с.
6. Рубинова Ф.Э., Доронина С.И., Хасанов О.З. Водный баланс территории бассейна р. Зеравшана (Зона влияния Аму-Бухарского канала) // Труды САНИГМИ.- Вып. 127 (208). -М.: Гидрометеиздат, 1988. – С. 78-88.
 7. Национальный доклад о состоянии окружающей природной среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан (2002-2004).-Ташкент, 2005. – С. 57-58.
 8. Национальный доклад о состоянии окружающей природной среды и использовании природных ресурсов в Республике Узбекистан (1988-2007). –Ташкент, 2008. – С. 43-44.
 9. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. –Л.: Гидрометеиздат, 1978. -308 с.

Yo.Q. Hayitov

**QAYTARMA SUVLARNI TOZALASH,
MIQDORIY BAHOLASH VA ULARDAN
IKKLAMCHI FOYDALANISH MUAMMOSI**

Maqolada, ilgari bajarilgan tadqiqotlarda bayon etilgan fikrlarga tayangan holda, “kollektor-zovurlarning qaytarma suvlari” tushunchasining ta’rifi aniqlashtirilgan. Zarafshon vohasi kollektor-zovurlari qaytarma suvlarining hosil bo’lishi va dinamikasining o’ziga xos xususiyatlari aniqlangan.

Kalit so’zlar: qaytarma suvlar, kollektor-drenaj suvlari, qayta oqizilgan suvlar, suv yig’ilish dinamikasi, kollektor-drenaj suvlarining dinamikasi, qaytarma suvlarining hosil bo’lishi va dinamikasining bog’liqligi.

Yo.Q. Hayitov

**PROBLEMS OF DEFINING THE
QUALITY, REFRESHING AND REUSE
OF COLLECTOR DRAINAGE RETURN
WATER**

The article gives a refined definition of the concept of “collector-drainage return water” subject to the provisions set forth in the works of previous investigators. Features of formation and dynamics of collector and drainage waters of the Zarafshan oasis are relived.

Keywords: reflexive water, collector-drainage water, reflexive-sewage water, dynamics of water resurvey, dynamics of collector-drainage water, correlation of water reserve and ways of collector-drainage water.

УДК 551:48(575.14)

**ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ФАКТОРОВ НА ЗДОРОВЬЕ ДЕТЕЙ**

Д.К.Зайнутдинова

Аннотация. Статья посвящена анализу социально-экологических факторов, влияющих на здоровье детей. Основное внимание уделено изучению крупным загрязнителям окружающей природной среды.

Ключевые слова: географические факторы, экологическая ситуация, факторы заболеваемости детей, виды болезней.

Проблема взаимоотношений человека с окружающей средой в конце XX века приобрела качественно новый уровень. Здоровье человека рассматривается как один из нормативных показателей успешного природопользования. Понятие «здоровье человека», предложенное Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) в 1968 г., включает состояние полного физического, душевного, социального благополучия, а не только отсутствие болезни или физических дефектов человека.

Такой подход учитывает, в какой мере окружающая человека среда способствует сохранению здоровья, предупреждению болезней, обеспечивает нормальные условия быта, всестороннее гармоничное развитие. В связи с этим здоровье детей чаще всего называют критерием оценки, показателем качества жизни. Здоровье детей в пределах биологической нормы является функцией как экономических, социальных, так и экологических условий. Окружающая среда, с которой ребёнок связан едиными связями, влияет на состояние здоровья большим набором различных по своему характеру факторов: природных (климат,

водообеспеченность, геохимические условия), социально-экономических (уровень урбанизации, характер питания, эпидемиологическая ситуация).

Весьма важная составляющая приспособления ребёнка к среде - это адаптация к неблагоприятным природным условиям. Существуют заболевания, возникающие под влиянием определенной погоды (от повышения или снижения атмосферного давления, от избытка или недостатка тепла, влажности, ультрафиолетовой радиации и др.). В результате длительного воздействия климата, неблагоприятного для отдельного организма, могут возникать климатические заболевания.

Особенности геохимических условий могут вызвать эндемические заболевания, т.е. заболевания, связанные с недостатком каких-либо химических элементов в окружающей среде. Так, причиной возникновения у детей эндемического зоба - заболевания, связанного с нарушением функций щитовидной железы и ее увеличением, считают недостаток йода в местных продуктах растительного происхождения и питьевой воде. В Узбекистане территории с геохимическими предпосылками эндемического зоба приурочены преимущественно к зоне с легкими подзолистыми почвами, к поймам рек с наиболее обедненными йодом почвами. К эндемическим заболеваниям относят флюороз и кариес зубов. Флюороз развивается при избытке фтора, кариес - при недостатке фтора в почве и питьевой воде.

Возрастающее воздействие человека на окружающую среду привело к формированию новой группы болезней, которые можно назвать «антропогенными», обусловленными неблагоприятными экологическими условиями. К одному из важнейших экологических факторов, которые определяют возможный уровень здоровья детей, относят загрязнение среды. Под загрязнением понимается привнесение в среду или возникновение в ней новых, не характерных для нее физических, химических, информационных, биологических агентов.

Любое химическое вещество, биологический вид, физический или информационный агент, попадающий в окружающую среду или возникающий в ней в количествах, выходящих за рамки обычного содержания, называют загрязнителем. Количество загрязнителей в настоящее время беспрецедентно увеличивается. Опасность для здоровья ребёнка заключается в том, что для многих вредных веществ слабо представлены или отсутствуют эволюционно закрепленные механизмы защиты и приспособления, что увеличивает вероятность заболевания.

В окружающей детей среде одновременно находится множество загрязнителей, некоторые из них обладают сильным синергическим эффектом, т.е. эффектом, когда нежелательное действие одного вещества усиливается в присутствии другого. Загрязнение окружающей среды - процесс, происходящий в пространстве и во времени, поэтому реакцию ребёнка на загрязнения иногда очень трудно проследить. Загрязнители в окружающей среде распространяются с различной скоростью.

В самом общем виде можно сказать, что распространение загрязнения, особенно химическими элементами, через атмосферу и гидросферу осуществляется значительно активнее, чем через биосферу и литосферу. Совершенно особую роль играет атмосфера. За день человек в среднем вдыхает более 9 кг воздуха, выпивает около 2 л воды и съедает приблизительно 1 кг пищи. Поскольку человек без воздуха не может прожить более 5 минут, то контакты его с загрязнителями происходят через воздух в среднем чаще, чем через воду, растения и другие компоненты окружающей среды.

К числу наиболее крупных источников, поставляющих в окружающую среду вредные для здоровья детей вещества, относятся предприятия черной и цветной металлургии, комплексы химических, нефтеперерабатывающих предприятий, объекты энергетики, заводы по производству строительных материалов и др. Так как большинство современных промышленных предприятий находятся в городах, со свойственной им плотностью населения, то проблема загрязнения и качество жизни тесно связаны с городской инфраструктурой.

Экологическое воздействие автотранспорта на здоровье детей зависит от количества выбрасываемых веществ, уровня превышения предельно допустимых концентраций, длительности пребывания человека вблизи автомагистралей. Другим важным фактором, определяющим состояние здоровья детей, выступает качество питьевой воды. Загрязнение

водоисточников, как через атмосферу, так и в результате сброса хозяйственно-бытовых, промышленных, сельскохозяйственных стоков способствует распространению инфекционных заболеваний, в первую очередь кишечных. Установлено, что в мире в целом одна больничная койка из четырех занята жертвами загрязненной воды. Плохое качество воды приводит к росту заболеваемости органов пищеварения, эндокринной системы и др.

К неблагоприятным факторам, влияющим буквально на все стороны жизни и здоровье детей, относится повышенный шум. Многочисленными наблюдениями установлено, что физиологически допустимы нормы шума 40-60 дБ (децибел). Наибольшая интенсивность звука характерна для городов, в которых источниками звука служат рокот строительной техники, грохот железных дорог и гул самолетов, шум заводских цехов и даже бытовых приборов. Самым мощным источником шума является движение автотранспорта, который на общем фоне дает до 80% шума.

Привыкание к шуму физически невозможно. Он всегда представляет опасность для здоровья ребёнка. Высокий уровень шума - причина частых головных болей; он ухудшает самочувствие, снижает остроту внимания, вызывает чувство раздражения и расстройства нервной системы. Считается, что дети, проживающие в районах с резко выраженным шумом, отстают в умственном развитии, у них явное замедление роста, пониженная сопротивляемость к различным заболеваниям. Проблема воздействия загрязнения окружающей среды на здоровье детей не ограничивается рассмотренными выше аспектами. Она значительно многограннее и глубже. Роль отдельных загрязнителей в возникновении определенных заболеваний пока еще строго не изучена.

Состояние здоровья и физическое развитие детей в настоящее время рассматривается не только, как важный атрибут и необходимое условие существования ребёнка, но и как социальный феномен, поскольку здоровье и физическое развитие определяет процесс социализации ребёнка в обществе, обуславливает формирование из ребёнка гражданина, личности, позволяет плодотворно участвовать в общественной жизни, определяют нравственные качества и ценностные ориентации ребёнка в будущем.

Литературы

1. Абдулкосимов А.А., Равшанов А.Х. Тиббий география тўғрисидаги таълимотнинг шаклланиши ва ривожланиши // География фанининг долзарб назарий ва амалий масалалари. – Тошкент, 2008. – Б. 21-24.
2. Воронов А.Г. Медицинская география. Антропонозы. – М., 1986.
3. Заболотный Д.К. Медицинская география // Большая Медицинская Энциклопедия. Т. 6. – М., 1929.
4. Солиев А.С., Комилова Н.К. Тиббиёт географияси. – Тошкент, 2005.
5. Тўракулов Ё. Тиббиёт комусий луғати. – Тошкент, 1996.

D.K.Zaynutdinova **TABIIY-GEOGRAFIK VA IJTIMOY- EKOLOGIK OMILLARNING BOLALAR SALOMATLIGIGA TA'SIRI**

Maqola bolalar salomatligiga ta'sir etuvchi ijtimoiy-ekologik omillarning tahlil qilishga bag'ishlangan.

Kalit so'zlar: geografik omillar, ekologik vaziyat, bolalar kasallanishi omillari, kasallik turlari.

D.K Zaynutdinova. **INFLUENCE OF NATURAL AND GEOGRAPHICAL AND SOCIAL ECOLOGICAL FACTORS ON CHILDREN HEALTH**

The article analyzes the social and ecological factors, that affect the health of children. The focus is on great pollution of the natural environment.

Keywords: geographical factors, ecological condition, factors of children diseases, types of diseases.

MUALLIFLAR DIQQATIGA!

Hurmatli mualliflar, maqola muallif tomonidan qog'ozda chop etilgan va elektronshaklda taqdim qilinishi shart. **Maqolada quyidagi bandlar:** UDK, ishning nomi (o'zbek, rus va ingliz tillarida), maqola hammualliflarining ro'yxati (to'liq familiya, ismi, otasining ismi –o'zbek, rus va ingliz tillarida), muallif haqida ma'lumotlar: ish joyi, lavozimi, pochta va elektron pochta manzili; maqola annotatsiyasi (300 belgigacha, o'zbek, rus va ingliz tillarida), kalit so'zlar (5-7, o'zbek, rus va ingliz tillarida) bo'lishi lozim.

MAQOLALARGA QO'YILADIGAN TALABLAR!

Maqolalarning nashr etilishi uchun shartlar nashr etilishi mo'ljallangan maqolalar dolzarb mavzuga bag'ishlangan, ilmiy yangilikka ega, muammoning qo'yilishi, muallif tomonidan olingan asosiy ilmiy natijalar, xulosalar kabi bandlardan iborat bo'lishi lozim; ilmiy maqolaning mavzusi informativ bo'lib, mumkin qadar qisqa so'zlar bilan ifodalangan bo'lishi kerak va unda umumiy qabul qilingan qisqartirishlardan foydalanish mumkin; "Ilmiy axborotnoma" jurnali mustaqil (ichki) taqrizlashni amalga oshiradi.

**MAQOLALARNI YOZISH VA RASMIYLASHTIRISHDA
QUYIDAGI QOIDALARGA RIOYA QILISH LOZIM:**

Maqolalarning tarkibiy qismlariga: kirish (qisqacha), tadqiqot maqsadi, tadqiqotning usuli va obyekti, tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi, xulosalar yoki xotima, bibliografik ro'yxat. Maqola kompyuterda Microsoft Office Word dasturida yagona fayl ko'rinishida terilgan bo'lishi zarur. Maqolaning hajmi jadvallar, sxemalar, rasmlar va adabiyotlar ro'yxati bilan birgalikda doktorantlar uchun 0,25 b.t. dan kam bo'lmasligi kerak. Sahifaning yuqori va pastki tomonidan, chap va o'ng tomonlaridan - 2,5 sm; oriyentatsiyasi - kitob shaklida. Shrift - Times New Roman, o'lchami - 12 kegl, qatorlar orasi intervali - 1,0; bo'g'in ko'chirish - avtomatik. Grafiklar va diagrammalar qurishda Microsoft Office Excel dasturidan foydalanish lozim. Matndagi bibliografik havolalar (ssilka) kvadrat qavsda ro'yxatda keltirilgan tartibda qayd qilish lozim. Maqolada foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati keltirilishi lozim. Bibliografik ro'yxat alfavit tartibida - GOST R 7.0.5 2008 talablariga mos tuziladi.

- Ikki oyda bir marta chiqadi..
- “Samarqand davlat universiteti ilmiy axborotnomasi”dan ko'chirib bosish faqat tahririyatning yozma roziligi bilan amalga oshiriladi.
- Mualliflar maqolalardagi faktlar, raqamlarning haqqoniyligi va imloviy-uslubiy jihatlariga shaxsan mas'ul.

MAQOLAGA QUYIDAGILAR ILOVA QILINADI:

- Yo'llanma xati;
- Ekspert xulosasi.

E- mail: axborotnoma@samdu.uz

SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTNOMASI

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК

SCIENTIFIC JOURNAL

Mas'ul kotib
Musahhih
Texnik muharrirlar

X.Sh.Tashpulatov
N.Rahmatullayev
S.D.Aronbayev
X.Sh.Tashpulatov

Muassis: Alisher Navoy nomidagi Samarqand davlat universiteti
Manzil: 140104, Samarqand shahri, Universitet xiyoboni, 15.
Telefon: 0 (66) 239-14-07, Faks: 0 (66) 239-13-87
E-mail: axborotnoma@samdu.uz

SamDU «Ilmiy axborotnoma» jurnali tahririyati kompyuterida terildi.
Bosishga 20.06.2016 yilda ruxsat etildi. Qog'oz o'lchami A-4. Nashriyot hisob tabog'i 9,5.
Buyurtma raqami 55. Adadi 500 nusxa.

*SamDU bosmoxonasida chop etildi. **Manzil:** 140104, Samarqand shahri, Universitet xiyoboni, 15.*