



BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI



Научный вестник Бухарского государственного университета
Scientific reports of Bukhara State University

4/2024

E-ISSN 2181-1466

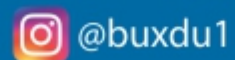
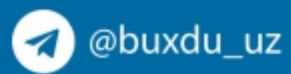


9 772181 146004

ISSN 2181-6875



9 772181 687004



4/2024

<https://buxdu.uz>

BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI
SCIENTIFIC REPORTS OF BUKHARA STATE UNIVERSITY
НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК БУХАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ilmiy-nazariy jurnal
2024, № 4, aprel

Jurnal 2003-yildan boshlab **filologiya** fanlari bo'yicha, 2015-yildan boshlab **fizika-matematika** fanlari bo'yicha, 2018-yildan boshlab **siyosiy** fanlar bo'yicha, **tarix** fanlari bo'yicha 2023 yil 29 avgustdan boshlab O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar Vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiya ishlari natijalari yuzasidan ilmiy maqolalar chop etilishi lozim bo'lgan zaruriy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Jurnal 2000-yilda tashkil etilgan.

Jurnal 1 yilda 12 marta chiqadi.

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyat matbuot va axborot boshqarmasi tomonidan 2020-yil 24-avgust № 1103-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan.

Muassis: Buxoro davlat universiteti

Tahririyat manzili: 200117, O'zbekiston Respublikasi, Buxoro shahri Muhammad Iqbol ko'chasi, 11-uy.

Elektron manzil: nashriyot_buxdu@buxdu.uz

TAHRIR HAY'ATI:

Bosh muharrir: Xamidov Obidjon Xafizovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bosh muharrir o'rinbosari: Rasulov To'liqin Husenovich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor

Mas'ul kotib: Shirinova Mexrigiyo Shokirovna, filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Kuzmichev Nikolay Dmitriyevich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor (N.P. Ogaryov nomidagi Mordova milliy tadqiqot davlat universiteti, Rossiya)

Danova M., filologiya fanlari doktori, professor (Bolgariya)

Margianti S.E., iqtisodiyot fanlari doktori, professor (Indoneziya)

Minin V.V., kimyo fanlari doktori (Rossiya)

Tashqarayev R.A., texnika fanlari doktori (Qozog'iston)

Mo'minov M.E., fizika-matematika fanlari nomzodi (Malayziya)

Mengliyev Baxtiyor Rajabovich, filologiya fanlari doktori, professor

Adizov Baxtiyor Rahmonovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Abuzalova Mexriniso Kadirovna, filologiya fanlari doktori, professor

Amonov Muxtor Raxmatovich, texnika fanlari doktori, professor

Barotov Sharif Ramazonovich, psixologiya fanlari doktori, professor, xalqaro psixologiya fanlari akademiyasining haqiqiy a'zosi (akademigi)

Baqoyeva Muhabbat Qayumovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bo'riyev Sulaymon Bo'riyevich, biologiya fanlari doktori, professor

Jumayev Rustam G'aniyevich, siyosiy fanlar nomzodi, dotsent

Djurayev Davron Raxmonovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Durdiyev Durdimurod Qalandarovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Olimov Shirinboy Sharofovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Qahhorov Siddiq Qahhorovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Umarov Baqo Bafoyevich, kimyo fanlari doktori, professor

Murodov G'ayrat Nekovich, filologiya fanlari doktori, professor

O'rayeva Darmonoy Saidjonovna, filologiya fanlari doktori, professor

Navro'z-zoda Baxtiyor Nigmatovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Hayitov Shodmon Ahmadovich, tarix fanlari doktori, professor

To'rayev Halim Hojiyevich, tarix fanlari doktori, professor

Rasulov Baxtiyor Mamajonovich, tarix fanlari doktori, professor

Eshtayev Alisher Abdug'aniyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Quvvatova Dilrabo Habibovna, filologiya fanlari doktori, professor

Axmedova Shoira Nematovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bekova Nazora Jo'rayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor

Amonova Zilola Qodirovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Hamroyeva Shahlo Mirjonovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Nigmatova Lola Xamidovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Boboyev Feruz Sayfullayevich, tarix fanlari doktori

Jo'rayev Narzulla Qosimovich, siyosiy fanlar doktori, professor

Xolliyev Askar Ergashovich, biologiya fanlari doktori, professor

Artikova Hafiza To'ymurodovna, biologiya fanlari doktori, professor

Hayitov Shavkat Ahmadovich, filologiya fanlari doktori, professor

Qurbonova Gulnoz Negmatovna, pedagogika fanlari doktori (DSc), professor

Ixtiyarova Gulnora Akmalovna, kimyo fanlari doktori, professor

Rasulov Zubaydullo Izomovich, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Mirzayev Shavkat Mustaqimovich, texnika fanlari doktori, professor

Samiyev Kamoliddin A'zamovich, texnika fanlari doktori, dotsent

Esanov Husniddin Qurbonovich, biologiya fanlari doktori, dotsent

Zaripov Gulmurot Toxirovich, texnika fanlari nomzodi, professor

Jumayev Jura, fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

Klichev Oybek Abdurasulovich, tarix fanlari doktori, dotsent

G'aybulayeva Nafisa Izattullayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

MUNDARIJA * СОДЕРЖАНИЕ *** CONTENTS**

МАТЕМАТИКА * MATHEMATICS *** МАТЕМАТИКА**

Alimov H.N.	Yuqori kasr tartibli hosilalarni quvish differensial o'yinlar nazariyasiga tatbiqi	3
Эсонов М.М.	Особенности нестандартных геометрических задач для развития логического мышления	7
Ko'charov S.R.	Og'irlik markazi va maydon centroid usullaridan foydalanib obyektning koordinat markazini aniqlash	11
Muzaffarova M.U.	Volterra tipidagi uzluksiz vaqtli dinamik sistemaning sifatliy tahlili	15
Ro'ziyeva N.K.	Natural ko'rsatkichli daraja	22
Solayeva M.N., Ataxanova G.G', Mamatqulov F.Sh.	Funksiyalar uchun Teylor formulasi hamda ba'zi funksiyalarni Teylor qatoriga yoyish va uning amaliy tatbiqlari	26
Turakulov X.Sh.	Chegaralanmagan sohada Triкоми tenglamasi uchun nolokal chegaraviy shartli chiziqli teskari masala	31
Turdiev Kh.Kh., Bahronova S.B.	Existence of a solution to the problem posed for a system of fractional diffusion equations	36
Исмоилов М.Б., Шарипов Р.А.	Слабая сходимость m -выпуклых функций	44

FIZIKA * PHYSICS *** ФИЗИКА**

Саидханов Н.Ш.	Применение параметрически инвариантных величин для исследований в физике высоких энергий	50
Кенгбоев С.А.	Натяжение катушки швейных машин при равномерном распределении внешнего и внутреннего давления	57
Kakhkhorov S.K., Ihomov Kh.I.	Use of innovative methods in fruit drying	61
Mukhtorova Sh.N.	The process of natural occurrence of shock waves on the surface of the Earth	68
Саидов Б.Ю., Сафаров Н.М.	Повышение производительности и срока службы щёток хлопкоочистительной машины ЧХ	73
Рустамов У.Р.	Исследования Фарадеевского вращения в кристаллах гольмий- и тербий-содержащих гранатов	78

Узоқов О.Ҳ.	Коинотнинг келиб чиқиши ҳақидаги замонавий космологик ва астрофизик тушунчалар	84
Расулов В.Р., Расулов Р.Я., Насиров М.Х., Уринова К.К.	Теория размерного квантования в моноатомных слоях дихалькогенидов переходных металлов	90
Kengboyev S.A.	Mathematical model for calculating the temperature of the communication zone between the sewing machine shuttle and housing	97
KIMYO *** CHEMISTRY *** ХИМИЯ		
Ibragimov A.K., Pardayev Z.T.	Yasmiq qaynatilganda kaloriya tarkibi va parhez xususiyatlari	102
Karimov X.N., Jumayeva Sh.A.	Shirin qalampir o'simligining organlarda og'ir metallardan nikelni akkumulyatsiyasi	106
Мустафоев Х.М., Мавлонов Б.А., Фозилов С.Ф.	Исследование процесса радикальной полимеризации б-бром Бомма	111
BIOLOGIYA *** BIOLOGY *** БИОЛОГИЯ		
Boymurodov E.S.	Tarkibida alkaloidlar bo'lgan kofein saqlovchi dorivor o'simliklar	118
Назарова С.М.	Бухоро воҳасидаги суғориладиган тупроқлар таҳлили	122
Зарипов Г.Т., Назарова С.М., Жамолитдинова Ю.Ш.	Мева ва сабзавотларни қайта ишлаш технологиялари	127
Sarimsaqov M.M., Xoliqov Sh.D., Rasulberdiyev J.X.	Bog'dorchilikda maqbul sug'orish texnikasi elementlarini qo'llash	133
INFORMATIKA *** INFORMATICS *** ИНФОРМАТИКА		
Qurbonova D.N.	Musiqiy web-saytning tuzilishi va uning xususiyatlari	137
Mirzoyev R.Q.	Birja narxlarning o'zgarishlarini bashoratlovchi sun'iy intellekt algoritmlarining tatbig'i	143
Saidov U.Y.	Moodle tizimida videokonferensiya plaginlari tahlili	148

YUQORI KASR TARTIBLI HOSILALARNI QUVISH DIFFERENSIAL O'YINLAR
NAZARIYASIGA TATBIQI

Alimov Hakim Ne'matovich,

*Jizzax davlat pedagogika universiteti katta o'qituvchisi,
fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori
xakim-alimov@mail.ru*

Annotatsiya. Maqola ajralmagan dinamikali kasr tartibli tenglamalar bilan ifodalanuvchi differensial o'yinlarda quvish masalasining o'rganishiga bag'ishlangan. Bunday boshqariluvchi sistemalar uchun quvishni tugallash imkoniyatlarining yetarli shartlari olingan.

Kalit so'zlar: kasr tartibli differensial tenglama, quvuvchi o'yinchi, qochuvchi o'yinchi, terminal to'plam, Kaputo ma'nosidagi hosila.

ПРИЛОЖЕНИЕ ДРОБНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ВЫСШЕГО ПОРЯДКА В ТЕОРИИ
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ИГР ПРЕСЛЕДОВАНИЯ

Аннотация. Данная статья посвящена изучению задачи дифференциальных игр преследования, выражающихся не разделяющимися динамическими уравнениями дробного порядка.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение дробного порядка, убегающий игрок, преследующий игрок, терминальное множество, производная в смысле Капуто.

APPLICATION OF HIGHER ORDER FRACIONAL DERIVATIVES IN THE THEORY OF
DIFFERENTIAL PURSUIT GAMES

Abstract. The article is devoted to the study of the problem of chasing in differential games represented by equations of fractional order with discrete dynamics. Sufficient conditions of chase completion possibilities are derived for such controlled systems.

Keywords: fractional differential equation, escaping player, pursuing player, terminal set, derivative in the sense of Caputo.

Kirish. Differensial o'yinlar nazariyasi hozirgi zamon matematikasining intensiv rivojlanayotgan bo'limidir. Uning rivojlanishi, xususan, tadqiqot masalalari va ularning tatbiq qilinish sohalari (harbiy xarakterdagi masalalardan to iqtisodiy, mexanika, biologiya va inson faoliyatining boshqa sohalarinig masalalarigacha) kengayishi bilan bog'liq. Quvish o'yinlarining klassik mazmuni butun tartibli differensial tenglamalar bilan ifodalanuvchi mojaroli holatlarni ifoda etadi.

Ammo muayyan tizimda kechadigan jarayonlar, asosan, nolokal xarakterga ega, bunday jarayonlarni o'rganishda avvalgi holatlar haqida ma'lumotlar zarur bo'ladi. Bunday xossalar murakkab tizimlar, xususan, jarayonlarning fraktal muhitlarda kechishi hisobiga paydo bo'ladi. Bunday jarayonlar va hodisalarni ifodalash uchun kasr tartibli differensial tenglamalar qo'llaniladi. So'nggi yillarda kasr tartibli differensial tenglamalar bilan ifodalanuvchi tizimlarning katta amaliy ahamiyati tadqiqotchilarning bunday tizimlarga qiziqishini orttirmoqda. Kasr darajali turdagi o'tkazuvchanlik xarakteristikali elementlarga ega elektr sxemalarni qo'llash boshqarishning zamonaviy tizimlarida qo'llaniladigan kasr tartibli neytronlarni sozlashni ta'minlaydi. Bunday jarayonlarda odatda ziddiyatli holatlar yuzaga keladi. Bunday masalalar kasr tartibli differensial o'yinlar orqali modellashtiriladi.

Asosiy qism. $R^m - m$ -o'lchovli Yevklidning vektorli fazosida obyektarning harakati

$$D^\alpha z = Az + f(u, v) \quad (1)$$

kasr tartibli differensial tenglama orqali ifodalansin, bunda $D^\alpha - \alpha$ tartibli kasrli differensiallash operatori, $n-1 < \alpha < n$, $n \in N$, $t \in [0, T]$, $A - m \times m$ -o'zgarimas matritsa, u, v -boshqaruvchi parametrlar, u -quvuvchi o'yinchining boshqaruv parametri, $u \in P \subset R^n$, v -qochayotgan o'yinchining boshqaruv parametri, $v \in Q \subset R^m$, P va Q -bo'sh bo'lmagan kompakt to'plamlar; $f - P \times Q$ to'plamni

R^m ga uzluksiz akslantirilishi. Kasr hosilani Kaputo ma'nosida tushunamiz. So'ng R^m da bo'sh bo'lgan yopiq terminalli M – to'plam o'yinning tugatilish to'plami belgilanadi.

(4) o'yinda terminal to'plam $M = M_0 + M_1$, ko'rinishga ega, bunda, $M_0 - R^m$ ning chiziqli qism to'plami, $M_1 - M_0$ ning R^m ga ortogonal to'ldiruvchisi L qism fazoning qism to'plami. So'ng P orqali R^m dan L ga ortogonal proyeksiyalash matritsasini belgilaymiz.

Agar $z \in M$ shart bajarilsa o'yin to'gatilgan hisoblanadi. Quvayotgan o'yinchining maqsadi z ni M to'plamga chiqarish, qochayotgan o'yinchi unga xalaqit berishga intiladi.

Ta'rif. (1) differensial o'yin $z^0 = (z_0^0, z_1^0, z_2^0, z_3^0, \dots, z_{n-1}^0)$ boshlang'ich holatdan $T = T(z^0)$ vaqt ichida tugatilishi mumkin deyiladi, agar shunday o'lchamli $u(t) = u(z^0, t, \nu(t)) \in P, t \in [0, T]$ funksiya mavjud bo'lsaki,

$$D^\alpha z = Az + f(u(t), \nu(t)), \quad z \in R^m, \quad n-1 < \alpha < n, \quad z(0) = z^0, \quad (2)$$

tenglamaning yechimi $z \in M$ shartni qanoatlantirsa, ya'ni $\Pi z \big|_{t=T}$ momentda ixtiyoriy o'lchamli $\nu(t), \nu(t) \in Q, 0 \leq t \leq T$. funksiyalarda M_1 to'plamga tegishli bo'lsa.

$$E_\eta(G; \mu) = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{G^k}{\Gamma(k\eta^{-1} + \mu)} - \text{Mittag-Leffler [1] ning umumlashtirilgan matritsali funksiyasi bo'lsin,}$$

bunda $\eta > 0, \mu \in C$ (S-kompleks sonlar to'plami) $G - m$. tartibli ixtiyoriy kvadrat matritsa.

$$z^{(k)}(0) = z_k^0, \quad k = 0, 1, \dots, n-1. \quad (3)$$

boshlang'ich shartli (1) dinamikli tizimni qaraymiz.

U holda (2) tenglamaning (3) boshlang'ich sharti bilan quyidagi ko'rinishga ega.

$$z(t) = \sum_{k=0}^{n-1} t^k E_{\frac{1}{\alpha}}(At^\alpha; k+1) z_k^0 + \int_0^t (t-r)^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(A(t-r)^\alpha; \alpha) f(u(t), \nu(t)) dr. \quad (4)$$

$r \geq 0$, uchun $\hat{w}(r) = \bigcap_{\nu \in Q} \Pi r^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(p, \nu)$ ni aniqlaymiz.

$$W(t) = \int_0^t \hat{w}(r) dr, \quad t > 0, \quad W_1(t) = -M_1 + W(t).$$

Quyaylik uchun quyidagi belgilashni kiritamiz. $h_z(z^0, t) = \sum_{k=0}^{n-1} t^k E_{\frac{1}{\alpha}}(At^\alpha; k+1) z_k^0$.

Endi $\omega - [0, t]$ kesmaning ixtiyoriy ajratmasi bo'lsin. $\omega = \{0 = \tau_0 < \tau_1 < \dots < \tau_p = t\}, i = 1, 2, \dots, \tau_i$ va

$$A_i = \bigcap_{\nu(r)} \left[A_{i-1} + \int_{\tau_{i-1}}^{\tau_i} \Pi r^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(p, \nu(r)) dr \right], \quad A_0 = -M_1,$$

$$W_2(t) = \bigcap_{\omega} A_i(M_1, t).$$

faraz qilib induktiv A_{i+1} to'plamni aniqlaymiz.

Teorema 2. Agar (1) o'yinda biror $t = t_2$ da

$$-\Pi h_z(z^0, t) \in W_2(t),$$

qamrab olish bajarilsa, u holda quvishni z^0 boshlang'ich holatdan $T = t_2$ vaqt ichida tugatish mumkin.

Teoremaning isboti. Ixtiyoriy $\varepsilon \geq 0, \tau > 0, \varepsilon \leq \tau$ lar uchun

$$A(\tau) \subset \bigcap_{\nu(r)} \left[A(\tau - \varepsilon) + \int_{\tau - \varepsilon}^{\tau} e^{rC} f(P, \nu(r)) dr \right] \quad (4)$$

qamrab olish o‘rinli $[0, \tau]$ kesma ajratmalarining maxsus sinfini qaaymiz: ajratish nuqtalarining biri $\tau - \varepsilon$ nuqta bilan ustma ust tushadi, qolganlari ixtiyoriy. Ushbu sinfnning ixtiyoriy ajratmasi uchun $\tau_i = \tau - \varepsilon$ bo‘lsin. U holda

$$A_{i+2} \subset \bigcap_{\bar{v}(r)} \left\{ \bigcap_{\tilde{v}(r)} \left[A_i + \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} \text{Pr}^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(P, \tilde{v}(r)) dr \right] \right\} + \int_{\tau_{i+1}}^{\tau_{i+2}} \text{Pr}^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(P, \tilde{v}(r)) dr$$

va ixtiyoriy $\tilde{v}(r)$, $\tau_{i+1} \leq r \leq \tau_{i+2}$ funksiya uchun

$$\begin{aligned} & \left\{ \bigcap_{\bar{v}(r)} \left[A_i + \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} \text{Pr}^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(P, \tilde{v}(r)) dr \right] \right\} + \int_{\tau_{i+1}}^{\tau_{i+2}} \text{Pr}^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(P, \tilde{v}(r)) dr \subseteq \\ & \subseteq \bigcap_{\bar{v}(r)} \left[A_i + \int_{\tau_i}^{\tau_{i+1}} \text{Pr}^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(P, \tilde{v}(r)) dr + \int_{\tau_{i+1}}^{\tau_{i+2}} \text{Pr}^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(P, \bar{v}(r)) dr \right], \end{aligned}$$

ma’lum bo‘lsa, u holda

$$A_{i+2} \subset \bigcap_{v(r)} \left[A_i + \int_{\tau_i}^{\tau_{i+2}} \text{Pr}^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(P, v(r)) dr \right].$$

Shunga o‘xshash fikr yuritib

$$A_h \subset \bigcap_{v(r)} \left[A_i + \int_{\tau-\varepsilon}^{\tau} \text{Pr}^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(P, v(r)) dr \right]$$

ga ega bo‘lamiz.

Perexodya v sootnoshenii (11) k predelu, poluchim vklyuchenie (8).

$\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_j, \dots, 0 \leq \tau_{j+1} < \tau_j \leq \tau$ – biror τ_0 songa yaqinlashuvchi sonli ketma-ketlik bo‘lsin.

Faraz qilamiz

$$-\Pi h_z(z_0; t) z_0 \in A(\tau_j), \quad j = 1, 2, \dots$$

U holda

$$\Pi h_z(z_0; t) z_0 \in A(\tau_0) \tag{5}$$

Haqiqatan ham $\text{Pr}^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(P, Q)$, $0 \leq r \leq \tau$, to‘plamning kompaktligidan va (8) qamrab

olishdan

$$-\Pi h_z(z_0; t) z_0 \in A(\tau_0) + \eta \varepsilon_j J, \quad \varepsilon_j = \tau_j - \tau_0. \tag{6}$$

kelib chiqadi.

$A(\tau_0)$ to‘plam yopiq bo‘lgani uchun, (13) qamrab olish kelib chiqadi.

$v_0(t)$, $0 \leq t \leq \varepsilon$, – qiymatlari Q ga tegishli bo‘lgan ixtiyoriy o‘lchamli boshqaruv bo‘lsin. U holda

$$A(\tau) \subset \bigcap_{v(r)} \left[A(\tau - \varepsilon) + \int_{\tau-\varepsilon}^{\tau} \text{Pr}^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(P, v(r)) dr \right] \subset$$

$$A(\tau - \varepsilon) + \int_{\tau-\varepsilon}^{\tau} \text{Pr}^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(P, v(\tau - r)) dr. \tau_1 \text{ orqali}$$

$$-\Pi h_z(z_0; t) \subset A(\tau - \varepsilon) + \int_{\tau-\varepsilon}^{\tau} A(\tau - \varepsilon) + \int_{\tau-\varepsilon}^{\tau} \text{Pr}^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(P, v(\tau - r)) dr.$$

o‘rinli bo‘lgan barcha τ , $\tau \leq \varepsilon$ lar ichidan eng kichigini belgilaymiz. $\tau_1 \leq \tau_0$ ekanligi aniq.

(14) dan shunday $a \in R^n$ nuqta va $y(t)$, $\tau_1 - \varepsilon \leq t \leq \tau_1$ qiymatlari $\Pr^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(P, \nu_0(\tau_1 - r))$ to'plamga tegishli bo'lgan yig'indi funksiyaning mavjudligi kelib chiqadi ular uchun

$$-\Pi h_z(z_0; t) = a + \int_{\tau_1 - \varepsilon}^{\tau_1} y(\tau_1 - r) dr, \quad a \in A(\tau_1 - \varepsilon).$$

o'rinli. $\Pr^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(u, \nu)$, $\tau_1 - \varepsilon \leq t \leq \tau_1$, $\nu \in Q$, va $u \in P$ funksiyani qaraymiz. Bu funksiya yuqoridagi barcha shartlarni qanoatlantirishi aniq, shuning uchun

$$\Pr^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(u, \nu_0(\tau_1 - t)) = y(\tau_1 - t), \quad \tau_1 - \varepsilon \leq t \leq \tau_1 \quad u \in P$$

tenglamaning o'lchamli yechimi mavjud.

Deyarli barcha $t \in [\tau_1 - \varepsilon, \tau_1]$ lar uchun quyidagiga ega bo'lamiz $\Pr^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(u_0(\tau_1 - t), \nu_0(\tau_1 - t)) = y(\tau_1 - t)$.

$$\text{Demak, } -\Pi h_z(z_0; t) = a + \int_{\tau_1 - \varepsilon}^{\tau_1} \Pr^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(u_0(\tau_1 - r), \nu_0(\tau_1 - r)) dr$$

yoki elementar shakl almashtirishlardan so'ng

$$-\Pr^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) z(\varepsilon) = a \in A(\tau_1 - \varepsilon), \quad (7)$$

bunda

$$z(\varepsilon) = \Pr^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) z_0 + \int_0^\varepsilon \Pr^{\alpha-1} E_{\frac{1}{\alpha}}(Ar^\alpha; \alpha) f(u_0(r), \nu_0(r)) dr. \quad (8)$$

(7) (8) qamrab olishdan

$T(z(\varepsilon)) \leq \tau_1 - \varepsilon \leq \tau_0 - \varepsilon = T(z_0) - \varepsilon$. kelib chiqadi. Shuning uchun

$$T(z_0) - T(z(\varepsilon)) \geq \varepsilon.$$

Xulosa. Tengsizlik yuqorida ko'rsatilgan quvishni tanlangan boshqaruvda $T(z(t))$ kattalik t vaqtdan sekinlamagan holda kamayadi va natijada $T(z_0)$ vaqt ichida nolga aylanadi. Teorema isbotlandi.

ADABIYOTLAR:

1. Самко С.Г., Килбас А.А., Маричев О.И. Интегралы и производные дробного порядка и некоторые их приложения. Минск: Наука и техника. 1987.– 688 с.

2. Джрбабян М.М., Нерсесян А.Б. Дробные производные и задача Коши для дифференциальных уравнений дробного порядка // Изв. АН Армянской ССР. 1968. Т. 3. Вып. 1. С. 3-29.

3. Нигматуллин Р.Р. Дробный интеграл и его физическая интерпретация//ТМФ, 1992.- Т.90,№3.-С.354-368.

4. Маматов М.Ш., Алимов Х.Н. К решению задачи преследования в управляемых распределенных системах высокого порядка // Математические труды. – Россия, 2013. - №2. С. 95-110. (Springer IF=0.788).

5. Mamatov M.Sh., Tashmanov E.B., Alimov Kh.N. ZWquasi-Linear Discrete Games of Pursuit Described by High-Order Equation Systems // Automatic Control and Computer Sciences. 2015, № 3. 148-152. (№40. Research Gate. IF=0.46).

6. Алимов Х.Н. Об одной задаче преследования, описываемой дифференциальными уравнениями дробного порядка. // Вестник НУУз, Ташкент. 2016. № 2. с. 8-14. (01.00.00; № 8).

7. Дурдиев Д.К., Алимов Х.Н., Маматов М.Ш. Дробное интегро-дифференциальное исчисление и его приложения в теории дифференциальных игр преследования дробного порядка // Научный вестник БухГУ. Бухара, №3, 2016, стр. 5-10. (01.00.00; № 3).

ОСОБЕННОСТИ НЕСТАНДАРТНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЛОГИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Эсонов Мунавваржон Муқимжонович,
старший преподаватель Кокандского государственного педагогического института
esonovm@mail.ru

Аннотация. В данной статье изложены особенности решения нестандартных геометрических задач для развития логического мышления, разума, восприятия, представления абстрактных понятий в наглядные, развития вербального, образно-логического, логико-образного и математического видов мышления студентов и учащихся на уроках геометрии.

Ключевые слова: свойства фигур, равнобедренный треугольник, правильный треугольник, сумма углов треугольника, теорема Пифагора, всестороннее развитие, логическое мышление, пространственное воображение, разум, восприятие, символическое изображение, абстрактное представление.

MANTIQIY FIKRLASHNI RIVOJLANTIRISH UCHUN NOSTANDART GEOMETRIK MASALALARNING XUSUSIYATLARI

Annotatsiya. Ushbu maqolada geometriya darslarida o'quvchi va talabalarning mantiqiy tafakkuri, ongi, idrokini rivojlantirish, mavhum tushunchalarni vizual tarzda aks ettirish, og'zaki, majoziy-mantiqiy, mantiqiy-majoziy va matematik fikrlashni rivojlantirish uchun nostandart geometrik masalalarni xususiyatlari bayon etilgan.

Kalit so'zlar: shakllarning xususiyatlari, tengyonli uchburchak, muntazam uchburchak, uchburchak burchaklarining yig'indisi, Pifagor teoremasi, har tomonlama rivojlanish, mantiqiy fikrlash, fazoviy tasavvur, aql, idrok, ramziy tasvir, mavhum tasvir.

FEATURES OF NON-STANDARD GEOMETRIC PROBLEMS FOR THE DEVELOPMENT OF LOGICAL THINKING

Abstract. This article describes the features of solving non-standard geometric problems for the development of logical thinking, reason, perception, the representation of abstract concepts in visual, the development of verbal, figurative-logical, logical-figurative and mathematical thinking of students and students in geometry lessons.

Keywords: properties of figures, isosceles triangle, right triangle, sum of the angles of a triangle, Pythagorean theorem, comprehensive development, logical thinking, spatial imagination, mind, perception, symbolic image, abstract representation.

Введение. Каждый человек умеет мыслить, рассуждать и творить. Но этот психолого-физиологический процесс у каждого происходит своеобразно. Для того чтобы человек мог правильно выполнять эти действия, он должен их развивать. Успешного и быстрого развития этих особенностей можно достичь решением математических задач, а именно, геометрических.

Учёт психофизиологических особенностей учащихся является необходимым условием обучения при решении геометрических задач.

С пятого класса большое внимание уделяют устному счёту, запоминанию важной арифметической информации, выполнению некоторых арифметических действий в уме, представлению абстрактных процессов в наглядное или вербальное, передаче своих мыслей, чтению мыслей собеседника, умению рассуждать о сказанном. Быстрое и эффективное развитие таких способностей может формироваться посредством решения математических задач, а именно геометрических задач. Решение геометрических задач позволяет представлять наглядно ситуацию, что способствует развитию логического мышления, разума, восприятия, представлению абстрактных понятий в наглядные, развитию вербального, образно-логического, логико-образного и математического мышления. Геометрию считают трудным предметом. А трудность её в том, что по

сравнению с алгеброй она мало алгоритмизирована. Почти каждую содержательную задачу можно решить несколькими способами, используя различные методы, поэтому геометрия содержит в себе потенциал для развития гибкости ума, пластичности мышления и конструктивных способностей учащихся, для воспитания у них чувства прекрасного.

Для многих людей раздел математики - геометрия - кажется очень скучной, но, на самом деле, есть много интересных задач, любопытных и неожиданных. Я хочу познакомить вас с нестандартными задачами в геометрии.

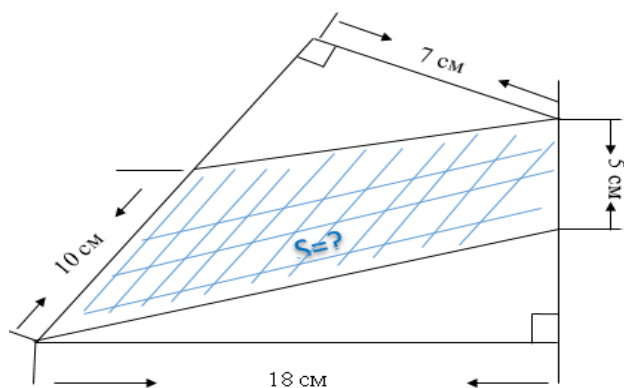


Рисунок 1.

концентрации, силы духа, воли, вдохновлённое идеей и смыслом чего-либо постичь.

Особенно развитие этих качеств хорошо формируется при решении нестандартных геометрических задач. Такие задачи не только требуют применять особый ход и метод решения, но и представить их наглядно. Но некоторые нестандартные задачи нельзя даже представить наглядно, они требуют такой подход решения, который не всеми учащимися воспринимается легко. Решение нестандартных задач нелёгкое дело. Для того чтобы решать такие виды задач, у учащихся и студентов должен выработаться особый тип мышления,

Понятие «нестандартность» - свойство относительное. Для обучающегося, который впервые встречается с задачей, требующей применения новой для него идеи, задача является нестандартной. Нестандартная задача – это задача, о которой решающему её неизвестны ни идея решения, ни даже то, на каком известном разделе теории основано хотя бы одно из возможных решений.

Нестандартные задачи — задачи, для которых нет общего алгоритма решения. В курсе геометрии выделяют следующие виды нестандартных задач:

- на доказательство;
- на построение;
- на вычисление;
- занимательные.

«Нестандартность» – свойство относительное. Для обучающегося, который впервые встречается с задачей, требующей применения новой для него идеи, задача является нестандартной.

Нестандартная задача – это задача, о которой решающему её неизвестны ни идея решения, ни даже то, на каком известном разделе теории основано хотя бы одно из возможных решений.

Нестандартные задачи, выполняют несколько функций:

- развивают и поддерживают интерес обучающихся к учебе, помогают реализовать их склонности и возможности;
- позволяют сочетать различные виды групповой и коллективной учебной работы;
- развивают творческие способности;
- способствуют лучшему пониманию и осмыслению изучаемого материала;
- являются хорошим средством от информационной перегрузки.

Порой для решения таких задач требуются минимальные сведения из курса школьной математики, а вот логика, смекалка и сообразительность будут просто необходимы. Структура процесса решения задачи:

- 1) постановка вопроса (умение увидеть проблему);
- 2) мобилизация необходимых знаний (личного опыта или опыта, обобщённого в специальной литературе) для постановки гипотезы, определения путей и способов решения задачи;
- 3) специальные наблюдения и эксперименты, их обобщение в виде выводов и гипотез;
- 4) оформление возникших мыслей (образов) в виде математических, графических, предметных структур;
- 5) проверка социальной ценности продукта.

Приведём пример:

Задача. Пусть дана следующая задача в виде чертежа (наглядно). Требуется найти площадь заштрихованной части геометрической фигуры.

Комментарий к решению задачи. Нестандартность в том, что нельзя определить, какая эта фигура, потому что никакие из сторон четырёхугольника не параллельны друг другу. Точно также в заштрихованной части тоже нет параллельных сторон. Для решения этой задачи выясним все геометрические свойства данной фигуры, приведённой в задаче.

Установим взаимосвязь составляющих элементов, приведённых в задаче. Правильное представление ситуации к данной в задаче даёт быстрое и правильное решение. Тем самым развивается пространственное воображение, логическое мышление, представление абстрактных понятий в наглядное.

Решение. 1 способ (геометрический метод решения).

Обозначим вершины четырёхугольника через $ABCD$. (рисунок 2) Из чертежа видно, что два угла прямые. Можно образовать прямоугольный треугольник. Соединив точки B и D образуем два прямоугольных

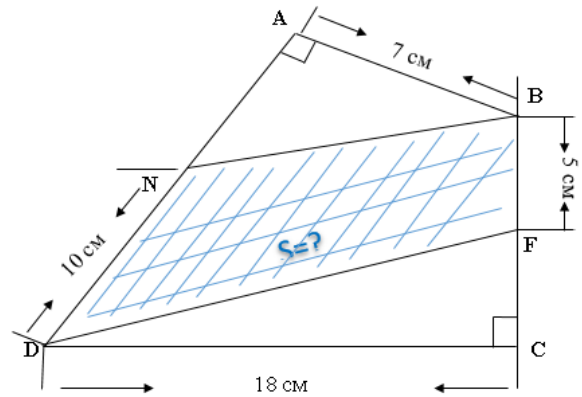


Рисунок 2.

треугольника $\triangle DAB$ и $\triangle DCB$.

Используя формулу нахождения площади прямоугольного треугольника $S = \frac{1}{2} ab$.

Где a и

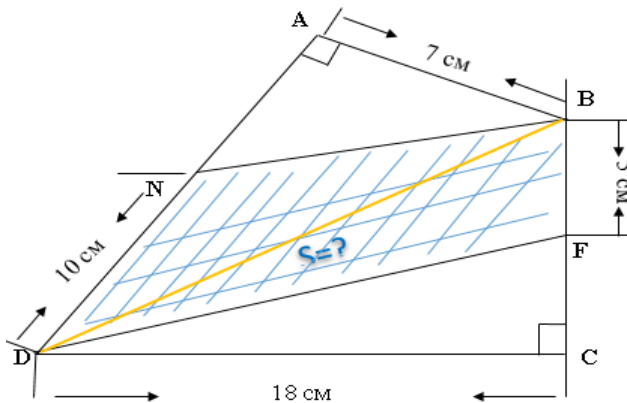


Рисунок 3.

b катеты. Находим площадь искомой части геометрической фигуры. Площадь искомой части равна сумме площадей треугольников $S_{\triangle DNB} + S_{\triangle DBF}$. Площади искомой части соответственно равны:

$$S_{\triangle DNB} = \frac{1}{2} DA \cdot AB - \frac{1}{2} NA \cdot AB \quad S_{\triangle DBF} = \frac{1}{2} DC \cdot CB - \frac{1}{2} DC \cdot CF$$

Выводя общий множитель за скобки получим следующее выражение:

$$S_{\triangle DNB} = \frac{1}{2} AB \cdot (DA - NA) \quad S_{\triangle DBF} = \frac{1}{2} DC \cdot (CB - CF) \text{ откуда получаем:}$$

$DA - NA = DN = 10 \text{ см}; \quad CB - CF = FB = 5 \text{ см}$. Подставляя соответствующие значения, находим площади треугольников.

$$S_{\triangle DNB} = \frac{1}{2} AB \cdot DN = \frac{1}{2} \cdot 7 \cdot 10 = 35 \quad S_{\triangle DBF} = \frac{1}{2} DC \cdot FB = \frac{1}{2} \cdot 18 \cdot 5 = 45$$

$$S_{\triangle DNB} + S_{\triangle DBF} = S_{DNBF} = 35 + 45 = 80$$

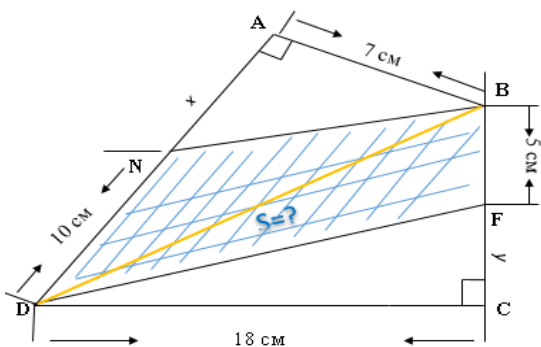


Рисунок 4.

2 способ (алгебраический метод решения). Решение данной задачи можно найти, вводя неизвестные переменные значения.

Обозначим отрезки $NA=x$ и $FC=y$. Учитывая, что у образованных прямоугольных треугольников $\triangle DAB$ и $\triangle DCB$ общая гипотенуза DB . Вычислим, чему равна гипотенуза DB в прямоугольных треугольниках $\triangle DAB$ и $\triangle DCB$.

$$DB^2 = (10 + x)^2 + 7^2 \quad DB^2 = (5 + y)^2 + 18^2$$

Приравнявая полученное выражение, получаем квадратное уравнение:

$$(10 + x)^2 + 7^2 = (5 + y)^2 + 18^2$$

Решая квадратное уравнение, находим неизвестные переменные $NA=x$, $FC=y$.

$$(10 + x)^2 - (5 + y)^2 = 18^2 - 7^2$$

Решив полученные квадратные уравнения $(10 + x)^2 = 18^2$ $(5 + y)^2 = 7^2$ находим: $x=8$ и $y=2$. Далее, подставляя найденные значения в выражение, которое было приведено в первом способе решения, находим площадь искомой части геометрической фигуры.

Заключение. Геометрические задачи отделяются от других типов математических задач тем, что любую задачу можно наглядно представить, тем самым развить образно-наглядное, наглядно-образное, логико-образное, образно-логическое, вербально-образное, образно-вербальное, стереографическое, математическое мышление.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Саблина, О. М. О роли нестандартных задач в развитии логического мышления школьников / О. М. Саблина. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 10 (90). — С. 1280-1283.
2. Галкин Е.В. Нестандартные задачи по математике. Алгебра: Учеб. пособие для учащихся 7-11кл. / Е.В. Галкин. — Челябинск: «Взгляд», 2004. — 448 с.
3. Дрозина В.В. Механизм творчества решения нестандартных задач. Руководство для тех, кто хочет научиться решать нестандартные задачи: учебное пособие / В.В. Дрозина, В.Л. Дильман — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008.— 255 с.
4. Канель-Белов А.Я. Как решают нестандартные задачи: 4-е изд. / А.Я. Канель-Белов, А.К. Ковальджи. — М.: МЦНМО, 1997. — 96 с.
5. Эсонов М.М. Практические основы обучения методом изображений к решению задач в курсе геометрии. // Теория и практика современных гуманитарных и естественных наук. Сборник научных статей. XVI Межрегиональная научно-практическая конференция. Петропавлоск-Камчатск. 2016. Выпуск 6. Часть 2. С. 155-159.
6. Эсонов М.М. Об основах воспитания математического мышления в общеобразовательной школе на идеях конструктивной геометрии (на методических материалах Узбекистана). //Т.Н.Қори Ниёзий номидаги Ўзбекистон Педагогика фанлари имлий-тадқиқот институти “Ўзлуксиз таълим” илмий-услубий журнал. Тошкент. 2021 йил. Махсус сон. 38-42 бет.

**OG‘IRLIK MARKAZI VA MAYDON CENTROID USULLARIDAN FOYDALANIB
OBYEKTNING KOORDINAT MARKAZINI ANIQLASH**

Ko‘charov Sardor Rustam o‘g‘li,

Toshkent kimyo-texnologiyalari instituti Shahrisabz filiali talabasi
kucharovsardor1303@gmail.com

Annotatsiya. Obyektning koordinata markazini aniqlash va uni boshqa obyektlar bilan solishtirish hozirgi kunda juda ham dolzarb hisoblanadi. Bu robototexnika va avtomatizatsiya, texnik modellashtirish, boshqaruv tizimlari kabi ko‘plab sohalarda juda zarur bo‘lgan element hisoblanadi. Biz obyektlarning markaziy koordinata nuqtalarisiz robot avtomatik ravishda harakat qilishini ta‘minlay olmaymiz. Buni boshqa misollar orqali ham korib o‘tishimiz mumkin: Har qanday tizim yoki tuzilmani boshqarish va nazorat qilishda koordinata markazidan foydalaniladi. Bu, boshqaruv tizimlarini yoki avtomatlashtirilgan sistemalarini optimallashtirishda juda muhimdir. Obyektning koordinata markazini aniqlash va uni boshqa obyektlar bilan solishtirishning hozirgi kundagi dolzarbligi yuqoridagi kabi boshqa ko‘plab jarayonlar bilan bog‘liq holda etirof etiladi. Biz buning uchun Fuzzy logic (noaniq mantiq) ni diffuzifikatsiya jarayonida qo‘llash, massa markazlarini fuzzy qiymatlarga aylantirish (a‘zolik funksiyalari yordamida) va ularni o‘rtacha qiymatlarini topish kabi muhim amallarni bajarib natijani olamiz va natijalarni jarayonga tadbiiq etamiz.

Kalit so‘zlar: koordinata markazi, fuzzy logic, og‘irlik markazi, maydon markazi, tegishlilik funksiyalari, diffuzifikatsiya, fazzifikatsiya.

**DETERMINING THE COORDINATE CENTER OF THE OBJECT USING THE CENTER
OF GRAVITY AND CENTROID OF AREA METHODS**

Abstract. Determining the coordinate center of an object and comparing it with other objects is very important nowadays. It is a very necessary element in many areas such as robotics and automation, Technical Modeling, control systems. We cannot make the robot move automatically without the central coordinate points of the objects. We can see this through other examples: A coordinate center is used to manage and control any system or structure. This is very important when optimizing control systems or automated systems. The current relevance of determining the coordinate center of an object and comparing it with other objects is recognized in connection with many other processes, such as the above. For this, we use Fuzzy logic in the process of diffusion, we obtain the result by performing important operations such as converting the centers of mass into fuzzy values (using membership functions) and finding their average values, and apply the results to the process.

Keywords: center of coordinates, fuzzy logic, center of gravity, center of area, relevance functions, defuzzification, fuzzification.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КООРДИНАТНОГО ЦЕНТРА ОБЪЕКТА МЕТОДАМИ ЦЕНТРА
ТЯЖЕСТИ И ЦЕНТРОИДА ПЛОЩАДИ**

Аннотация. Определение координатного центра объекта и сравнение его с другими объектами в наше время очень важно. Это очень необходимый элемент во многих областях, таких как робототехника и автоматизация, техническое моделирование, системы управления. Мы не можем заставить робота двигаться автоматически без центральных точек координат объектов. Мы можем видеть это на других примерах: координатный центр используется для управления и контроля любой системы или структуры. Это очень важно при оптимизации систем управления или автоматизированных систем. Актуальность определения координатного центра объекта и сравнения его с другими объектами признаётся в связи со многими другими процессами, такими как указанные выше. Для этого мы используем нечёткую логику в процессе диффузии, получаем результат, выполняя важные операции, такие как преобразование центров масс в нечёткие значения (с помощью функций принадлежности) и нахождение их средних значений, и применяем результаты к процессу.

Ключевые слова: центр координат, нечёткая логика, центр тяжести, центр площади, функции релевантности, дефаззификация, фаззификация.

Kirish. Fizika, mexanika, modellashtirish, va boshqa sohalarda, obyektning koordinata markazini aniqlash va uni boshqa obyektlar bilan solishtirishda "Center of Gravity" (COG) va "Centroid of Area" (COA) metodlari foydalaniladi. Bu metodlar, obyektning jismoniy xususiyatlarini (massa, sahna, hajm, shakl, va boshqalar) qarshilikdagi obyekt bilan solishtirishda yordam beradi. "Center of Gravity" (COG) va "Centroid of Area" (COA) metodlari orqali obyektни solishtirish va markaziy nuqtasini topishda quyidagi umumiy xulosalarni ko'rsatish mumkin:

1. Center of Gravity (COG) (og'irlik markazi): COG, obyektни massasining tashqaridagi kuchlarning va turli qismlarning tashqaridagi massaning birlashtirilgan nuqtasidir.

Aniqlash usullari:

-massa distributsiyasini hisoblash: Obyektни tahlil qilish va massasini tashqaridagi kuchlar, qismlar yoki bo'lmlar orqali distribut qilish.

-massa va markaziylik nuqtalarni hisoblash: Har bir qismining massa va markaziylik nuqtasini aniqlash.

-COGni hisoblash: Massa va markaziylik nuqtalarining distributsiyasidan foydalanib COGni topish.

Foydalanish sohalari:

-avtomobil texnologiyasi: Ta'minot, davolash, balans, va haydash tizimi.

-raketalar va uchuvchilar: Balans va yo'lovchi kuchlarni hisoblash.

-arxitektura: Binolarning tizimi va qo'llanilishi[1].

Massa markazlari bo'yicha hisoblash jarayoni:

-massa markazlarini topish: Har bir obyektning massa markazini topish uchun, har bir massatopirigining massa va joylashgan nuqtasini bilish kerak.

-massa markazlarini ko'paytirish: Har bir massatopirigining massasini joylashgan nuqtasi bilan ko'paytirish (koordinatalarini ko'paytirish).

-massa markazlarini yig'indisi: Barcha massatopirigining ko'paytirilgan massa markazlarini yig'ish.

-massa markazi koordinatalarini topish: Yig'indisi ko'paytirilgan massa markazlarini yig'ish va yig'indi ko'paytirilgan massa markazi koordinatalarini aniqlash[2].

2. Centroid of Area (COA)(maydon markaziy qismi): COA, obyektни geometrik shaklini o'z ichiga olgan holda, undagi massaning ta'siri bilan birlashtirib olish uchun aniqlangan nuqta.

Aniqlash usullari:

-shaklni tavsiflashga ko'ra: Obyektни geometrik shaklini integral yoki geometrik hisoblash orqali tavsiflash.

-COA ni hisoblashga ko'ra: Geometrik markaziyliklarni hisoblash va integral yordamida COA ni topish.

-sahnaning Nuqtalarini Topish: Sahnaning har bir nuqtasining koordinatalarini topish.

-massa markazini topish: Har bir nuqta massasi va koordinatalari orqali massa markazini topish.-

-massa markazini yig'ish: Barcha nuqtalarning massa markazlarini yig'ish.

-massa markazi koordinatalarini topish: Yig'indisi nuqtalarning massa markazlarini yig'ish va yig'indi massa markazi koordinatalarini aniqlash.

Foydalanish sohalari:

-Arxitektura: Binolar, qurilmalar va dizaynning markaziy nuqtalari.

-Inshootlar: Quvvat va kichik qismlarning massasini hisoblash.

-Texnologiya: Materiallarning massasini va geometrik markaziyliklarini tushuntirish[3].

Bu usullar difazzifikatsiya to'plamning og'irlik markaziga asoslangan aniq qiymatni beradi. Umumiy maydoni birlashgan boshqaruv harakatini ifodalash uchun foydalaniladigan a'zolik funksiyasi taqsimoti bo'linadi bir qator kichik hududlarga kiradi. Har bir kichik hududning maydoni va og'irlik markazi yoki centroid hisoblab chiqiladi, so'ngra barcha ushbu kichik maydonlarning yig'indisi uchun noaniqlangan qiymatni topish uchun olinadi diskret noaniq to'plam[4].

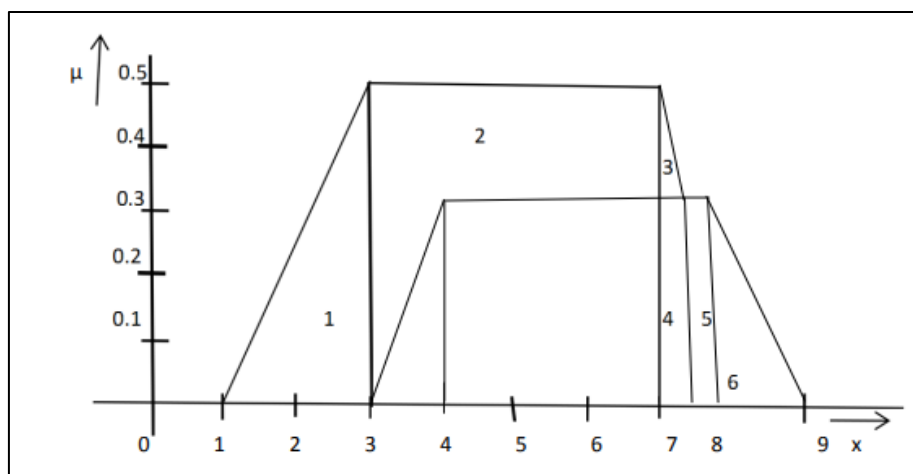
Diskret a'zolik funksiyasi uchun noaniqlashtirilgan qiymat, x^* deb belgilanadi. COG dan foydalanish quyidagicha aniqlanadi:

$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i * \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)}$$

Bu yerda x_i namuna elementini bildiradi, $\mu(x_i)$ bu a'zolik funksiyasi, n esa namunadagi elementlar sonini ifodalaydi.

Uzluksiz a'zolik funksiyasi uchun x^* quyidagicha aniqlanadi[5]:

$$x^* = \frac{\int x \mu_A(x) dx}{\int \mu_A(x) dx}$$



1-rasm. Noaniq to'plamlar C1 va C2

COG yordamida noaniqlangan x qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Bu yerda n kichik maydonlar sonini bildiradi, A_i va x_i mos ravishda i^{th} sub-hududning maydoni va markaziy qismini ifodalaydi.

1-rasmda ko'rsatilganidek, yig'ilgan noaniq to'plamda umumiy maydon oltita kichik maydonga bo'lingan. COG usuli uchun biz har bir kichik hududning maydoni va markazini hisoblashimiz kerak.

Bularni quyidagi tarzda hisoblash mumkin:[6]

- 1) Kichik hududning umumiy maydoni: $\frac{1}{2} * 2 * 0.5 = 0.5$
- 2) Kichik hududning umumiy maydoni: $(7-3) * 0.5 = 4 * 0.5 = 2$
- 3) Kichik hududning umumiy maydoni: $\frac{1}{2} * (7.5-7) * 0.2 = 0.5 * 0.5 * 0.2 = 0.05$
- 4) Kichik hududning umumiy maydoni: $0.5 * 0.3 = 1.5$
- 5) Kichik hududning umumiy maydoni: $0.5 * 0.3 = 1.5$
- 6) Kichik hududning umumiy maydoni: $\frac{1}{2} * 1 * 0.3 = 1.5$

Endi bu kichik maydonlarning markazi yoki og'irlik markazi sifatida hisoblash mumkin (x_i):

- 1) 1-kichik hududning markaziy qismi: $(1+3+3)/3 = 7/3 = 2.333$
- 2) 2-kichik hududning markaziy qismi: $(7+3)/2 = 10/2 = 5$
- 3) 3-kichik hududning markaziy qismi: $(7+3)/2 = 10/2 = 5$
- 4) 4-kichik hududning markaziy qismi: $(7+7.5)/2 = 14.5/2 = 7.25$
- 5) 5-kichik hududning markaziy qismi: $(7.5+8)/2 = 15.5/2 = 7.75$
- 6) 6-kichik hududning markaziy qismi: $(8+8+9)/3 = 25/3 = 8.333$

Jarayonni jadval ko'rinishida ifodalaymiz:

Umumiy maydon raqami	Maydon (A_i)	Kichik maydon markazi (x_i)	$(A_i) * (x_i)$
1.	0.5	2.333	1.1665
2.	2	5	10
3.	0.05	7.166	0.3583
4.	1.5	7.25	1.0875

MATHEMATICS

5.	1.5	7.75	1.1625
6.	1.5	8.333	1.2499

x^* - fazzifikatsion qiymat hisoblanadi.

$$x^* = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$x^* = \frac{1.665+10+0.3583+1.0875+1.1625+1.2499}{0.5+0.2+0.5+1.5+1.5+1.5} = (15.0247)/3 = 5.008$$

Demak, $x^*=5.008$, bizga kerakli bo'lgan qiymatimiz olindi. Bu qiymat bilan biz hisoblagan (tanlagan) obyektни boshqa obyektlar bilan taqqoslashda foydalaniladigan ikki muhim markaziylik nuqtasini aniqlash uchun ishlatamiz.

Bu usul bilan erishgan natijamiz juda qulay formula va usullar orqali maqsadga erishishimiz mumkin.

Xulosa. COG va COA metodlari yordamida obyektни tashqaridagi kuchlar va geometrik shaklini hisoblash ancha samaraliroqligini ko'rishimiz mumkin. Biz yuqorida COGdan, massa distributsiyasi va kuchlarning tashqaridagi ta'siri asosida va COA esa geometrik shakl, hajm va massa distributsiyasini hisoblashda foydalandik. Yuqorida biz jism og'irlik nuqtasini ixtiyoriy harf bilan (x) belgilab oldik va uning noaniq to'plamlarini hisoblab chiqdik. Natijada biz kichik maydon uchun COGni aniqlash uchun o'sha kichik maydonning umumiy qismini hisoblab chiqdik va unga tayanib biz markaziy qismini topdik. Biz kerakli natijamizga erishdik va yuqorida aytib o'tganimizdek texnika, arxitektura, informatika, grafika kabi sohalar uchun zarur bo'lgan jism nuqtasining o'g'irlik markazini topdik. Biz amalda hisoblab chiqqan bu loyiha fanning bu yo'nalishidagi hali unchalik rivojlanmagan qismi bo'lib, boshqa shu kabi sohalarдан o'zining qulayligi, tezligi va aniqliligi bilan tubdan ajralib turadi.

ADABIYOTLAR:

1. Jack D. Kem. *Campaign Planning: Tools of the Trade, Third Edition*[R]. Department of Joint, Interagency, and Multinational Operations. Kansas. 2009.
2. Joint Publication (JP) 5-0, *Joint Operation Planning* (Washington, DC: The Joint Staff, August 11, 2011), xxi.
3. Pakkaranang N., Kumam P., Cholamjiak P., Suparatulaton R., and Chaipunya P., —Proximal point algorithms involving fixed point iteration for nonexpansive mappings in CAT(k) spaces, *Carpath. J. Math.*, 34, No. 2, 229–237 (2018)
4. Mansurov X.N. *Avtomatika va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish*. – Toshkent 1987.
5. Сергеев, А. Г. *Метрология: история, современность, перспективы: учебное пособие* / А. Г. Сергеев. - М. : Лого, 2009. - 384 .s
6. Alan S. Moris, Reza Langari. *Measurement and Instrumentation*. U-K: Academic Press, 2016. -697p.
7. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., Gulomov SH.M. *Tehnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish*. – Toshkent: O'qituvchi, 2011. -576 b.
8. Гультяев А.К. *Визуальное моделирование в среде МАТЛАБ. Учебный курс*. - СПб.: Питер. 2000. – 432 с.

VOLTERRA TIPIDAGI UZLUKSIZ VAQTLI DINAMIK SISTEMANING
SIFATIY TAHLILI

*Muzaffarova Mohinur Umarovna,
Buxoro davlat universiteti talabasi
muzaffarova.mohinur05@gmail.com*

Annotatsiya. Ushbu maqolada diskret va uzluksiz vaqtli dinamik sistemalar haqida qisqacha ma'lumotlar keltirilgan. Shu yo'nalishda xorijiy va o'zbek olimlari tomonidan olib borilgan ilmiy ishlar tahlili bayon qilingan. Ikki jinsli populyatsiyaning Volterra tipidagi kvadratik stoxastik operatorining kelib chiqish tarixi yoritilgan. Uzluksiz vaqtli Volterra tipidagi kvadratik stoxastik operatorning (dinamik sistema) qo'zg'almas nuqtalari topilgan va turg'unligi o'rganilgan. Dinamik sistemaning elementar funksiyalar orqali analitik yechimini topib bo'lmasiligi ko'rsatilgan. Turli boshlang'ich qiymatlarda dinamik sistemaning sonli yechimlari MathCAD matematik paketi yordamida topilgan, grafiklari va fazali fazolari chizilgan va tegishli xulosalar chiqarilgan. Masalani sonli yechishda Runge-Kutta usulidan foydalanilgan.

Kalit so'zlar: kvadratik stoxastik operator, dinamik sistema, sonli yechim, analitik yechim, qo'zg'almas nuqta, ikki jinsli populyatsiya, erkin populyatsiya, simpleks, chetki operator, fazali portret.

О КАЧЕСТВЕННОМ АНАЛИЗЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ТИПА ВОЛЬТЕРРЫ С
НЕПРЕРЫВНЫМ ВРЕМЕНЕМ

Аннотация. В данной статье представлена краткая информация о дискретных и непрерывных динамических системах. Проанализированы научные работы, проведенные зарубежными и узбекскими учёными. Изложена история возникновения Вольтерровских квадратичных стохастических операторов двуполой популяции. Найдены неподвижные точки одного квадратичного стохастического оператора типа Вольтерры (динамической системы) с непрерывным временем, и исследована устойчивость. Показано, что аналитическое решение динамической системы не выражается через элементарные функции. С помощью математического пакета MathCAD найдены численные решения динамической системы при различных начальных значениях, построены графики и фазовые пространства, сделаны соответствующие выводы. Для нахождения численного решения задачи был использован метод Рунге-Кутты.

Ключевые слова: квадратичный стохастический оператор, динамическая система, численное решение, аналитическое решение, неподвижная точка, двуполой популяция, свободная популяция, симплекс, крайний оператор, фазовый портрет.

ON QUALITATIVE ANALYSIS OF A VOLTERRA-TYPE DYNAMIC SYSTEM WITH
CONTINUOUS TIME

Abstract. This article provides brief information about discrete and continuous dynamical systems. The scientific works carried out by foreign and Uzbek scientists are analyzed. The history of the emergence of a quadratic stochastic operator of the Volterra type of a two-sex population is described. Fixed points of one quadratic stochastic operator of the Volterra type (dynamical system) with continuous time are found and stability is investigated. It is shown that the analytical solution of a dynamical system is not expressed in terms of elementary functions. With the help of the MathCAD mathematical package, numerical solutions of the dynamical system are found for various initial values, graphs and phase spaces are constructed, and appropriate conclusions are drawn. The Runge-Kutta method was used to find a numerical solution to the problem.

Keywords: quadratic stochastic operator, dynamical system, numerical solution, analytical solution, fixed point, two-sex population, free population, simplex, extreme operator, phase portrait.

Kirish. Ma'lumki, turli biologik, fizik, kimyoviy, ekologik, tibbiy va iqtisodiy jarayonlarni o'rganishda ularning matematik modellari quriladi. Matematik modellar odatda diskret vaqtli kvadratik stoxastik operatorlar (KSO) va uzluksiz vaqtli KSO (dinamik sistemalar) orqali ifodalanadi. Uzluksiz vaqtli

dinamik sistemalar (kelgusida dinamik sistemalar deb yuritiladi) oddiy differensial tenglamalar yoki sistemalari orqali yoziladi.

Adabiyotlar tahlili. Biologiyada populyatsiya evolyutsiyasining matematik modeli KSO orqali ifodalanadi. KSO lar nazariyasida oddiy va nostandart masalalar hamda yechilmagan masalalarning ko‘pligi matematik nuqtayi-nazardan katta qiziqish uyg‘otadi. KSO tushunchasi birinchi marta S.N.Bernshteynning [1] asarida qo‘llanilgan. Y.I.Lyubichning [2] asarida ikki jinsli populyatsiyaning matematik modelini (biologik jarayonlar yoritilgan holda) tuzishning sxemasi va uni umumiy yechish usullari keltirilgan. Keyinchalik ushbu yo‘nalishdagi asosiy natijalar S.Ulam [3], H.Kesten [4], N.N.Ganixodjaev [5], U.A.Rozikov [6], N.N.Ganikhodjaev, F.M.Mukhamedov [7], U.A.Rozikov va U.U.Jamilovlarning [8] ilmiy ishlarida keltirilgan.

Dinamik sistemalarni o‘rganish masalalari A.Puankare [9] g‘oyalariga asoslanadi. Yo‘nalish rivojlantirilib, kimyoviy va biologik jarayonlarni o‘rganishga bag‘ishlangan ishlarda [10,11] uzluksiz vaqtli KSO lar bo‘yicha tadqiqotlar olib borilgan. Uzluksiz vaqtli ikki jinsli Volterra tipidagi KSO lar [12] da o‘rganilgan [13-16].

Biologik sistema evolyutsiyasi jarayonida har xil tipdagi individlarning chegaralangan taqsimotini topish muammosi dinamik sistemaning asimptotik xususiyatlarini o‘rganilishiga bog‘liq.

Populyatsiya sonining o‘zgarishi uning dinamikasini tashkil qiladi. Populyatsiyaviy dinamika matematik biologiyaning qismi bo‘lib, o‘z vaqtida populyatsiyaning holatini aniqlashga qaratilgan «matematik poligon» hisoblanadi. Chunki, matematik modellashtrish o‘rganilayotgan jarayon haqida to‘liq ma’lumot olishga, uning o‘sish yoki kamayishi to‘g‘risida xulosa chiqarishga imkoniyat beradi.

Tenglamalarni sifatli tahlil qilish orqali kerakli natijalarni olish mumkin. Jumladan, tenglamalar sistemasini yechimini topmasdan, uning trayektoriyasi va shu kabi xususiyatlari haqida aniq ma’lumotlarga ega bo‘lish mumkin [17].

Populyatsiya o‘zgaruvchan bo‘lgani uchun olimlarni faqat uning soni va zichligining o‘zgarishi emas, balki qanday omillar ta’sirida o‘zgarishi, ya’ni dinamikasi ham qiziqtiradi. Haqiqiy populyatsiyalarda ko‘payish va o‘lim darajasi turli guruhlarda turlicha bo‘ladi. Masalan, hasharotlar tuxum qo‘yadi va dushmanlari lichinkalarni o‘ldirib yuboradi, bundan tashqari, ularga atrof-muhitdagi metabolik mahsulotlar, kannibalizm va zaharlanishlar, yosh bosqichlari va ularning intensivligi ta’sir ko‘rsatadi.

[18-22] maqolalarda populyatsiyaning dinamikasi modelning uzluksiz vaqtli holi uchun o‘rganilgan. Ularda o‘rganilgan matematik modellar boshqa juda ko‘plab turlarning mavsumiy ko‘payishi dinamikasini ifodalashda ijobiy (ko‘payish jarayoni diskret bo‘lganligi uchun) natijalar bermaydi. Ushbu turdagi jarayonlarni impulsli oddiy differensial tenglamalar sistemasini orqali o‘rganish [23] eng ma’qul modellar hisoblanadi va o‘rganilayotgan jarayonni haqiqiy jarayonga yaqin ifodalaydi. Bunda biologik populyatsiya evolyutsiyasining matematik modeli kvadratik stoxastik operatorlar orqali ifodalanadi.

Ikki jinsli populyatsiyaning dinamikasini o‘rganishga bag‘ishlangan [2] asarda uning matematik modelining ta’rifi berilgan va populyatsiyani ifodalovchi kvadratik stoxastik operatorlarning ko‘rinishlari keltirilgan.

[24] maqolada [2] da berilgan KSO ning qism sinfiga tegishli bo‘lgan diskret vaqtli Volterra tipidagi kvadratik stoxastik operatorlar tahlil qilingan va ularni yechish bo‘yicha fundamental natijalar olingan. Ushbu operatorlarning xususiy holi sifatida o‘n oltita chetki operatorlar keltirib chiqarilgan va ularning dinamikasi o‘rganilgan.

Ushbu maqolada [24] da keltirilgan o‘n oltita chetki kvadratik stoxastik operatorning to‘qqizinchisining uzluksiz vaqtli analogi o‘rganilgan. Bu sistema noxiziqli oddiy differensial tenglamalar sistemasini bo‘lib, Volterra-Lotka tenglamalar sistemasiga [10, 11] o‘xshashdir.

Asosiy qism. Diskret vaqtli chetki to‘qqizinchi KSO ning uzluksiz vaqtli analogi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\begin{cases} \dot{x}_1(t) = y_1(t) - x_1(t), \\ \dot{x}_2(t) = y_2(t) - x_2(t), \\ \dot{y}_1(t) = x_1(t)y_2(t), \\ \dot{y}_2(t) = x_2(t)y_2(t) - y_2(t) \end{cases} \quad (1)$$

yoki uning vektor ko‘rinishi $\dot{X}(t) = F(X(t))$ bo‘lib, bu yerda

$$\begin{aligned} X(t) &= (x(t); y(t)) = (x_1(t), x_2(t); y_1(t), y_2(t)), \\ F(X(t)) &= F(x_1(t), x_2(t); y_1(t), y_2(t)) = (f_1, f_2, f_3, f_4)^T, \quad t \geq 0, \end{aligned}$$

$X(t)$ – qandaydir biologik sistemaning holati, $(x_1(t), x_2(t))$ va $(y_1(t), y_2(t))$ ehtimollik taqsimoti juftligi. Masala shartiga ko‘ra,

$$x_1(t) \geq 0, \quad x_2(t) \geq 0, \quad y_1(t) \geq 0, \quad y_2(t) \geq 0.$$

Masalaning qo‘yilishi. Ushbu maqolada (1) sistemani quyidagi

$$\bar{\Omega}_1 = \{(x_1(t), x_2(t)): x_1(t) \geq 0, \quad x_2(t) \geq 0, \quad x_1(t) + x_2(t) \leq 1\},$$

$$\bar{\Omega}_2 = \{(y_1(t), y_2(t)): y_1(t) \geq 0, \quad y_2(t) \geq 0, \quad y_1(t) + y_2(t) \leq 1\}$$

kengaytirilgan sohada sifatli tahlil qilish, xususan, qo‘zg‘almas nuqtalari, analitik va sonli yechimlarini izlash, fazali portretini chizish va olingan natijalarni tahlil qilish masalalari qaraladi.

Qulaylik uchun funksiyalarning argumentini yozmaymiz. (1) sistemani analitik yechimini izlaymiz. Sistemaning ikkinchi va to‘rtinchi tenglamasidan

$$\ddot{x}_2 + \dot{x}_2 = (x_2 - 1)(\dot{x}_2 + x_2)$$

ekanligini topamiz. Tenglamada $\dot{x}_2 + x_2 = p$ deb belgilash kiritamiz va hosil bo‘lgan tenglamani yechib, so‘ngra x_2 o‘zgaruvchiga qaytsak, quyidagi tenglamaga ega bo‘lamiz:

$$\dot{x}_2 + x_2 = C_1 e^{(x_2-2)^2/2},$$

bu yerda $C_1 = const$.

Tenglama ko‘paytuvchilarga ajraladigan tenglamalar sinfiga kiradi, undan

$$\int \frac{dx_2}{C_1 e^{(x_2-2)^2/2} - x_2} = t + C_2$$

tenglamani olamiz. Ko‘rinib turibdiki, hozirgi zamonaviy matematik usullar yordamida ushbu tenglikdan x_2 ni elementar funksiyalar orqali ifodalab bo‘lmaydi.

Yuqorida keltirilganlardan kelib chiqib, (1) sistemani sifatli tahlil qilamiz.

Sistema uchta qo‘zg‘almas nuqtaga ega: $M_1(0,1; 0, 1)$, $M_2(0,0; 0, 0)$ va $M_3(c_1, 0; c_1, 0)$.

(1) tenglamalar sistemasini $M_1(0,1; 0, 1)$ qo‘zg‘almas nuqta atrofida chiziqshatiramiz.

$$\begin{aligned} \left. \frac{\partial f_1}{\partial x_1} \right|_{M_1} &= -1, \quad \left. \frac{\partial f_1}{\partial x_2} \right|_{M_1} = 0, \quad \left. \frac{\partial f_1}{\partial y_1} \right|_{M_1} = 1, \quad \left. \frac{\partial f_1}{\partial y_2} \right|_{M_1} = 0, \\ \left. \frac{\partial f_2}{\partial x_1} \right|_{M_1} &= 0, \quad \left. \frac{\partial f_2}{\partial x_2} \right|_{M_1} = -1, \quad \left. \frac{\partial f_2}{\partial y_1} \right|_{M_1} = 0, \quad \left. \frac{\partial f_2}{\partial y_2} \right|_{M_1} = 1, \\ \left. \frac{\partial f_3}{\partial x_1} \right|_{M_1} &= 1, \quad \left. \frac{\partial f_3}{\partial x_2} \right|_{M_1} = 0, \quad \left. \frac{\partial f_3}{\partial y_1} \right|_{M_1} = 0, \quad \left. \frac{\partial f_3}{\partial y_2} \right|_{M_1} = 0, \\ \left. \frac{\partial f_4}{\partial x_1} \right|_{M_1} &= 0, \quad \left. \frac{\partial f_4}{\partial x_2} \right|_{M_1} = 1, \quad \left. \frac{\partial f_4}{\partial y_1} \right|_{M_1} = 0, \quad \left. \frac{\partial f_4}{\partial y_2} \right|_{M_1} = 0 \end{aligned}$$

munosabatlar o‘rinli bo‘lib,

$$A = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

matritsani hosil qilamiz. (1) sistemani $M_1(0,1; 0, 1)$ qo‘zg‘almas nuqta atrofida turg‘unligini o‘rganamiz. Yangi o‘zgaruvchilar kiritib, $M_1(0,1; 0, 1)$ nuqtani koordinatalar boshiga ko‘chiramiz va hosil bo‘lgan matritsaning xos sonlarini topamiz:

$$\det|A - \lambda E| = \lambda^2(\lambda + 1)^2 - 2\lambda(\lambda + 1) + 1 = 0.$$

Tenglamani yechib $\lambda_{1,2} = (-1 - \sqrt{5})/2 < 0$ va $\lambda_{3,4} = (-1 + \sqrt{5})/2 > 0$ - xos sonlar - ildizlarni aniqlaymiz. Lyapunovning birinchi teoremasiga ko‘ra [25, 72 bet], (1) sistema $M_1(0,1; 0, 1)$ nuqta atrofida noturg‘un bo‘ladi.

$M_2(0,0; 0, 0)$ muvozanat nuqtasida (1) sistemani o‘rganish uchun Lyapunovning ikkinchi teoremasidan [19, 44 bet] foydalanamiz. Chunki, $M_2(0,0; 0, 0)$ muvozanat nuqtada (1) sistemaning karakteristik tenglamasi bitta nol ildizga ega bo‘lganligi uchun, Lyapunovning birinchi teoremasidan foydalanib bo‘lmaydi.

$V(x_1(t), x_2(t); y_1(t), y_2(t)) = x_2(t) + y_2(t)$ Lyapunov funksiyasini tuzib olamiz. Bu funksiya $M_2(0,0; 0, 0)$ muvozanat nuqtasida Lyapunovning ikkinchi teoremasining birinchi va ikkinchi shartlarini qanoatlantiradi [19, 44 bet].

$V(x_1(t), x_2(t), y_1(t), y_2(t))$ funksiyani (1) sistemaga ko‘ra hosilasini hisoblaymiz:

$$\dot{V}(t) = y_2(t) - x_2(t) + x_2(t)y_2(t) - y_2(t) =$$

$$= -x_2(t)(1 - y_2(t)) \leq 0.$$

Demak, (1) sistema $M_2(0,0; 0, 0)$ muvozanat nuqtasida turg'un bo'ladi.

Xuddi, shuningdek, $V(x_1(t), x_2(t); y_1(t), y_2(t)) = x_2(t) + y_2(t)$ Lyapunov funksiyasi yordamida $M_3(1,0; 1, 0)$ muvozanat nuqtasida (1) sistemani turg'un ekanligi isbotlanadi.

Qaralayotgan masalada $(x_1(t), x_2(t); y_1(t), y_2(t))$ ehtimollikni ifodalashini inobatga olib, $x_1(t)$ va $x_2(t)$ hamda $y_1(t)$ va $y_2(t)$ lar bir vaqtning o'zida nolga yaqin bo'lishi nazariy jihatdan qiziqish uyg'otmaydi. Shuni inobatga olib, (1) sistemani $M_3(c_1, 0; c_1, 0)$ qo'zg'almas nuqta atrofida o'rganamiz.

(1) sistema uchun Koshi masalasini qaraymiz. $t = 0$ da

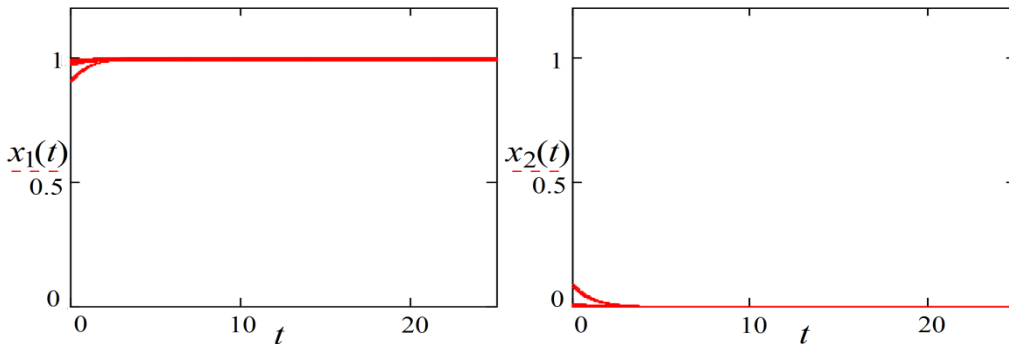
$$x_1(0) = x_1^0, \quad x_2(0) = x_2^0, \quad y_1(0) = y_1^0, \quad y_2(0) = y_2^0 \quad (2)$$

bo'lsin.

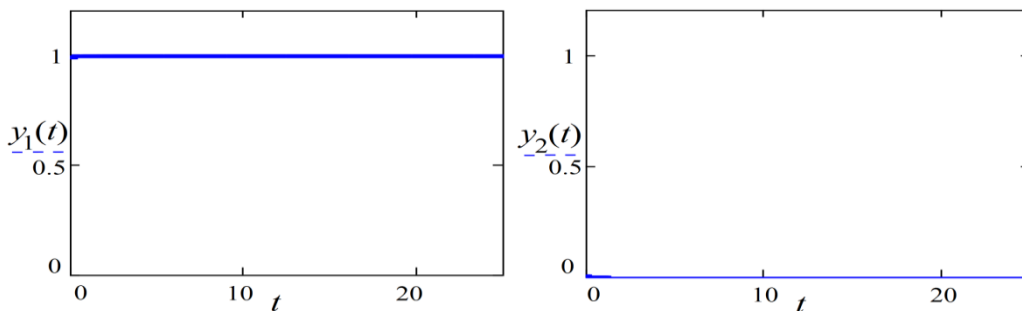
$(x_1^0, x_2^0; y_1^0, y_2^0)^T$ boshlang'ich shartlar sifatida quyidagi matritsaning mos ustunlaridagi qiymatlar olinadi:

$$\begin{pmatrix} 0.98 & 0.912 & 0.904 & 0.993 & 0.9904 & 0.9908 & 0.97 & 0.9906 & 0.985 & 0.9903 \\ 0.009 & 0.08 & 0.0096 & 0.001 & 0.0006 & 0.00091 & 0.0023 & 0.00004 & 0.0095 & 0.007 \\ 0.985 & 0.994 & 0.993 & 0.9906 & 0.9915 & 0.997 & 0.9919 & 0.9928 & 0.9907 & 0.9905 \\ 0.005 & 0.0036 & 0.0097 & 0.0084 & 0.0008 & 0.0053 & 0.0001 & 0.0000192 & 0.003 & 0.0065 \end{pmatrix}$$

MathCAD matematik paketida maxsus tuzilgan dastur orqali (1) sistemani (2) boshlang'ich shartlarni qanoatlantiruvchi sonli yechimlarini izlaymiz. (1) sistemaning $\Omega_1 \times \Omega_2$ sohada $M_3(c_1, 0; c_1, 0)$ qo'zg'almas nuqta atrofidagi sonli yechimlarining grafiklari 1,2-rasmlarda keltirilgan. Rasmlarda $x_1(t)$ va $x_2(t)$ hamda $y_1(t)$ va $y_2(t)$ lar (1) sistemaning sonli yechimlarini ifodalaydi.

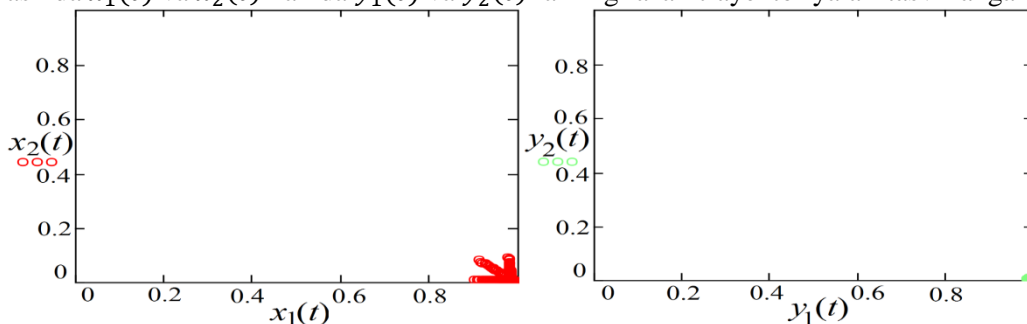


1-rasm.



2-rasm.

3-rasmda $x_1(t)$ va $x_2(t)$ hamda $y_1(t)$ va $y_2(t)$ larning fazali trayektoriyalari tasvirlangan.

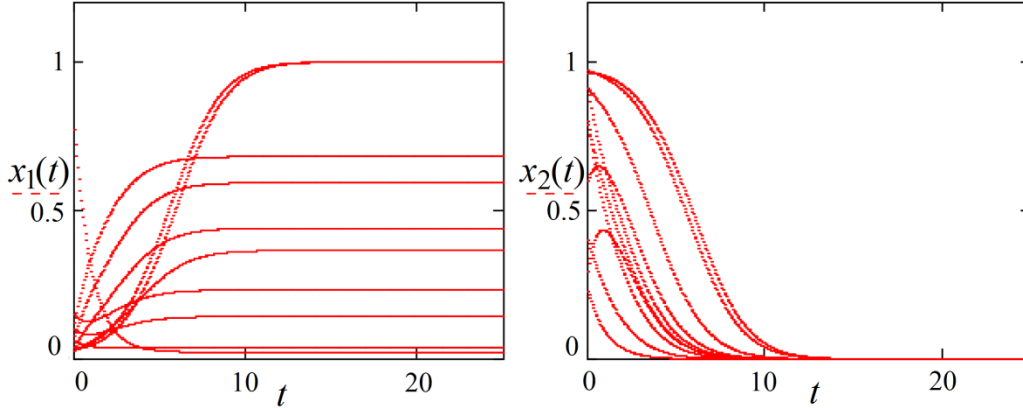


3-rasm.

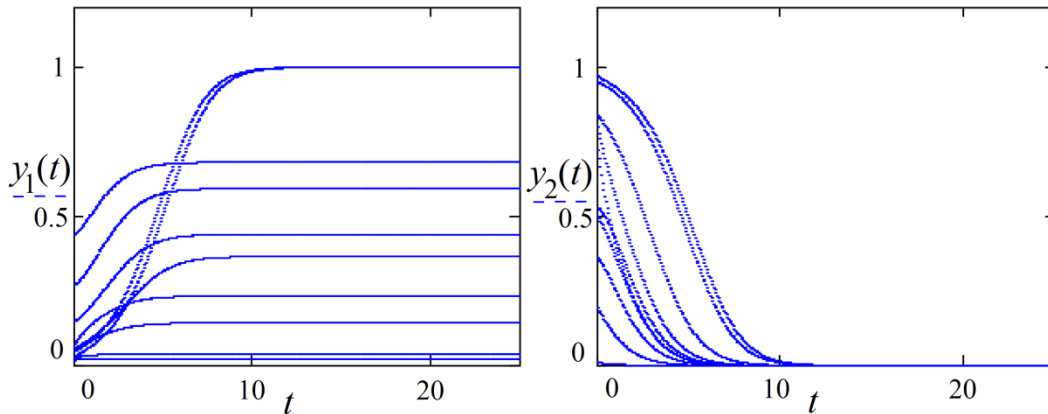
Endi (1) sistemani $\Omega_1 \times \Omega_2$ sohaning ichida (sistemaning muvozanat holatidan uzoqroqda joylashgan boshlang'ich nuqtalarda) quyidagi boshlang'ich shartlarni qanoatlantiruvchi sonli yechimlarini izlaymiz:

$$\begin{pmatrix} 0.01 & 0.12 & 0.04 & 0.03 & 0.04 & 0.08 & 0.77 & 0.06 & 0.15 & 0.03 \\ 0.79 & 0.8 & 0.96 & 0.91 & 0.6 & 0.91 & 0.23 & 0.4 & 0.295 & 0.97 \\ 0.05 & 0.44 & 0.03 & 0.06 & 0.15 & 0.27 & 0.019 & 0.028 & 0.07 & 0.05 \\ 0.5 & 0.36 & 0.97 & 0.84 & 0.8 & 0.53 & 0.01 & 0.192 & 0.723 & 0.95 \end{pmatrix}$$

Ularining grafiklari 4-5-raslarda tasvirlangan.

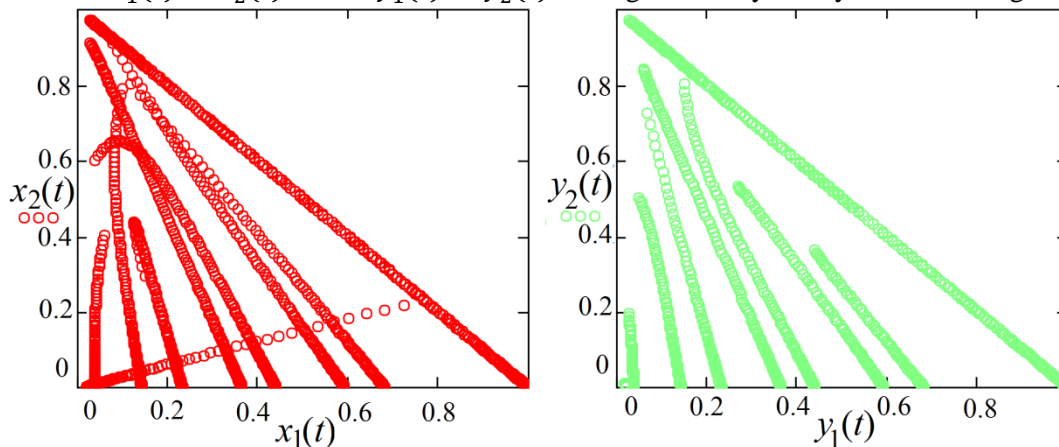


4-rasm.



5- rasm.

6-rasmda $x_1(t)$ va $x_2(t)$ hamda $y_1(t)$ va $y_2(t)$ larning fazali trayektoriyalari tasvirlangan.

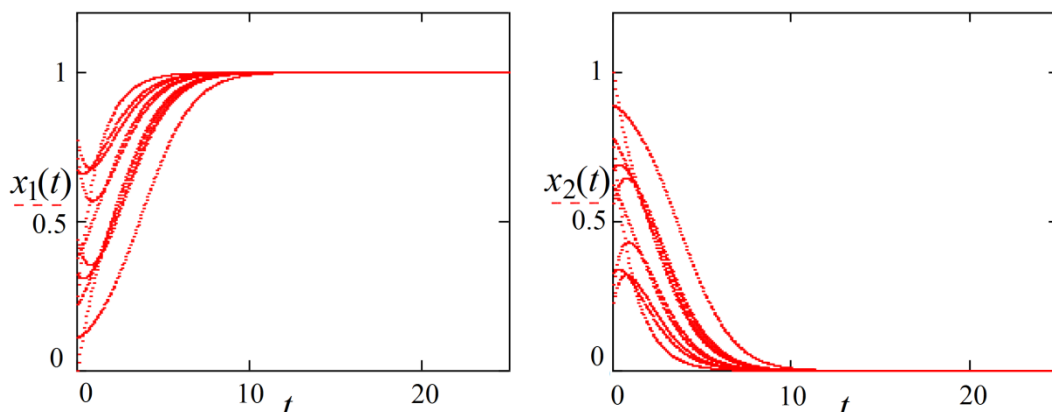


6-rasm.

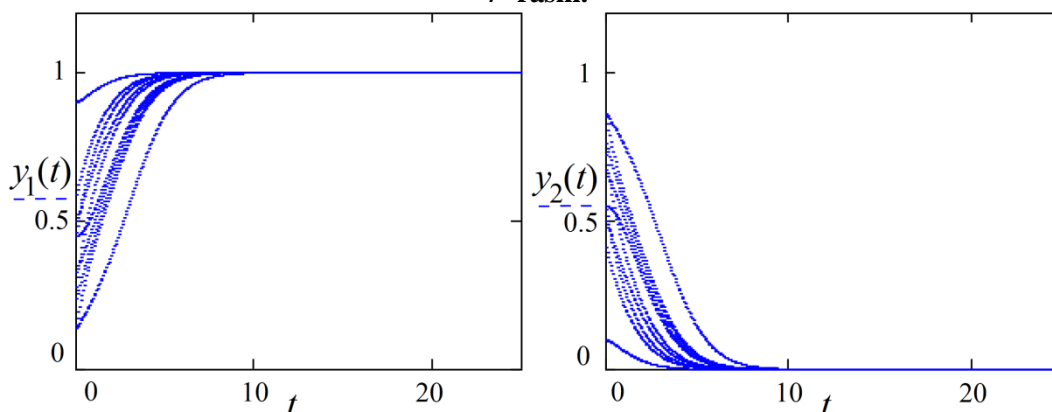
Endi (1) sistemani $x_1 + x_2 = 1$ va $y_1 + y_2 = 1$ bo'lgandagi (2) boshlang'ich shartlarni qanoatlantiruvchi sonli yechimlarini topamiz:

$$X(0) = \begin{pmatrix} 0.01 & 0.21 & 0.2 & 0.17 & 0.34 & 0.28 & 0.67 & 0.41 & 0.65 & 0.37 \\ 0.99 & 0.79 & 0.8 & 0.83 & 0.66 & 0.72 & 0.33 & 0.59 & 0.35 & 0.63 \\ 0.45 & 0.444 & 0.3 & 0.009 & 0.25 & 0.54 & 0.59 & 0.23 & 0.59 & 0.76 \\ 0.55 & 0.556 & 0.7 & 0.991 & 0.75 & 0.46 & 0.41 & 0.77 & 0.41 & 0.24 \end{pmatrix}$$

Aniqlangan sonli yechimlarning grafiklari 7-8-rasmlarda keltirilgan.

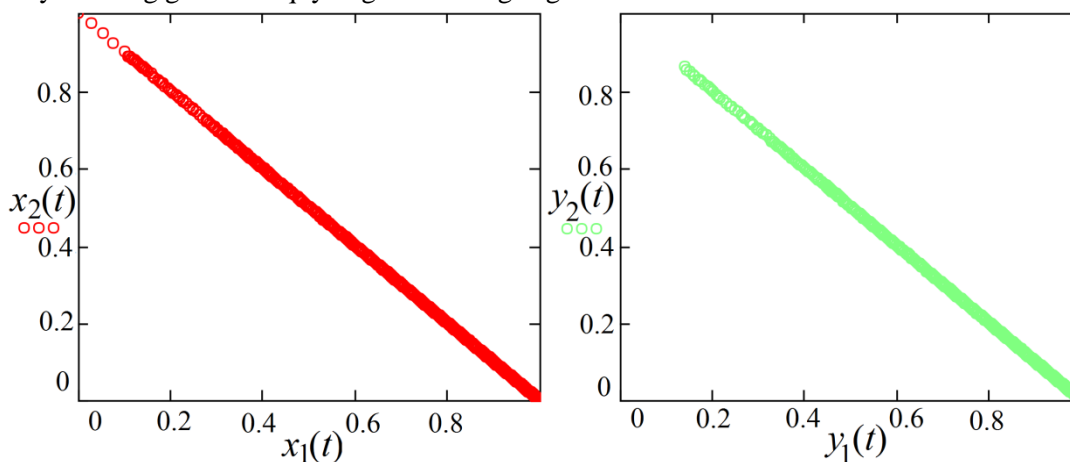


7- rasm.



8-rasm.

Shu berilgan boshlang'ich qiymatlarda $x_1(t)$ va $x_2(t)$ hamda $y_1(t)$ va $y_2(t)$ larning fazali trayektoriyalarining grafiklari quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:



9-rasm.

Shunday qilib quyidagi teorema isbotlandi.

Teorema. (1) sistema $\Omega_1 \times \Omega_2$ sohada $M_1(0,0; 0, 0)$ va $M_3(1,0; 1, 0)$ muvozanat nuqtalarida Lyapunov ma'nosida turg'un, $M_3(c_1, 0; c_1, 0)$ muvozanat nuqtasida Lyapunov ma'nosida noturg'un bo'ladi.

Xulosa. Olingan sonli yechimlar tahlil qilinganda, $M_3(1,0; 1, 0)$ qo'zg'almas nuqta atrofida yechimlar $t \leq 3$ dan keyin o'zaro bir-biriga yetarlicha yaqinlashadi. $x_1 + x_2 = 1$ va $y_1 + y_2 = 1$ bo'lgan holda sonli

yechimlar $t \leq 13$ dan so'ng $M_3(1,0; 1, 0)$ qo'zg'almas nuqtaga intiladi. $\Omega_1 \times \Omega_2$ sohaning ichida esa $t \leq 12$ dan so'ng yechimlarning o'zaro bir-biriga yetarlicha yaqinlashishi aniqlandi. Muallif maqolani tayyorlashda bergan maslahatlari uchun Matematik analiz kafedrasi dotsenti X.R.Rasulovga minnatdorchilik bildiradi.

ADABIYOTLAR:

1. Бернштейн С.Н. Решение одной математической проблемы, связанной с теорией наследования // Уч. Зап. Научно-Исслед. каф. Укр. отд. Мат., 1924, 1, с. 83 – 115.
2. Lyubich Yu.I. *Mathematical structures in population genetics. Biomathematics*, 22, 1992.
3. Ulam S.M. *A collection of mathematical problems. New York–London, Interscience Publ.*, 1960.
4. Kesten H. *Quadratic transformation: A model for population growth, II. // Advances in Applied Probability*, 2:2 (1970), pp. 179-228.
5. Ганиходжаев Н.Н, Азизова С.Р. *О неоднородных квадратичных стохастических процессах // Докл.АН Уз ССР*, 1990, №4, с.3-5.
6. Rozikov U.A. *Population dynamics, World Scientific, Singapore*, 2020.
7. Ganikhodjaev N.N., Mukhamedov F.M. *Quantum quadratic operators and processes. Springer, LNM 2133*, 2015.
8. Розиков У.А., Жамилов У.У. *F-квадратичные стохастические операторы // Математические заметки*, 83:4 (2008), с. 606-612.
9. Визгин В.П. *Развитие взаимосвязи принципов инвариантности с законами сохранения в классической физике. Москва, Наука*, 1972.
10. Lotka A.J. *Undamped oscillations derived from the law of mass action // J. Am. Chem. Soc.*, 42, (1920), pp. 1595–1599.
11. Volterra V. *Lois de fluctuation de la population de plusieurs especes coexistant dans le meme milieu // Association Franc. Lyon*, 1926, 96–98 (1927).
12. Kesten H. *Quadratic Transformations: A Model for Population Growth, I. // Advances in Applied Probability*, 2:1 (1970), pp. 1–82.
13. Pah C.H., Rosli A. *On a class of non-ergodic Lotka-Volterra operator // Lobachevskii Journal of Mathematics*, 2022, Vol. 43, No. 9, pp. 2591–2598.
14. Savadogo A., Sangare B., Ouedraogo H. *A mathematical analysis of Hopf-bifurcation in a prey-predator model with nonlinear functional response // Advances in Difference Equations*, (2021), 275.
15. Kryzhevich S. *i and et. Bistability in a one-dimensional model of a two-predators-one-prey population dynamics system // Lobachevskii Journal of Mathematics*, 2021, Vol. 42, No. 14, pp. 3486–3496.
16. Rozikov U.A., Solaeva M.N. *Behavior of trajectories of a quadratic operator // Lobachevskii Journal of Mathematics*, 2023, Vol. 44, No. 7, pp. 2910–2915.
17. Петровский И.Г. *Лекции по теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Москва, Издатель ЛипПес*, 2020, 271 с.
18. Исаев А.С., Хлебопрос Р.Г., Недорезов Л.В. *Популяционная динамика лесных насекомых. Москва, Наука*, 2001.
19. Rasulov Kh.R. *On a continuous time F - quadratic dynamical system // Uzbek mathematical journal*, 2018, №4, pp.126-130.
20. Rasulov X.R. *Qualitative analysis of strictly non-Volterra quadratic dynamical systems with continuous time // Communications in Mathematics*, 30 (2022), № 1, pp. 239-250.
21. Muzaffarova M.U. *About the dynamics of a dynamic system // Irish Interdisciplinary Journal of Science & Research*, 4:7, 2023, pp. 77-86.
22. Расулов Х.Р., Раупова М.Х. Яшиева Ф.Ю. *Икки жинсли популяция ва унинг математик модели ҳақида // Science and Education, scientific journal*, 2:10 (2021), 81-96 б.
23. Недорезов Л.В. *Моделирование массовых размножений лесных насекомых. Новосибирск, Наука*, 1986.
24. Rozikov U.A., Zhamilov U.U. *Volterra quadratic stochastic operators of a two-sex population // Ukrainian Math. J.*, 63(7) (2011), pp. 1136-1153.
25. Малкин И.Г. *Теория устойчивости движения. Москва, Наука*, 1966.

Ro‘ziyeva Nilufar Komiljon qizi,

Buxoro davlat universiteti Fizika-matematika fakulteti talabasi

ruziyevanilufar04@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada maktab o‘quvchilariga natural ko‘rsatkichli daraja tushunchasi nima ekanligi va u qanday tushuntirilishi yoritib berilgan. Natural ko‘rsatkichli daraja qanday vaziyatlarda misolni sodda usulda ishlanishiga yordam berishi aytib o‘tilgan. Shuningdek, darajani hisoblashda ko‘maklashadigan bir nechta xossalari, ularning kelib chiqishi va ularga mos misollar keltirib o‘tilgan.

Kalit so‘zlar: natural son, daraja, ko‘rsatkichli daraja, asos, ko‘paytuvchi, kasr, darajaning qiymati.

УРОВЕНЬ С ЕСТЕСТВЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЕМ

Аннотация. В данной статье школьникам разъясняется, что такое понятие натуральной степени, и как оно объясняется. Было упомянуто, в каких ситуациях уровень естественного индекса помогает упростить пример. Также упоминаются несколько свойств, помогающих при расчёте уровня, их происхождение и соответствующие примеры.

Ключевые слова: натуральное число, степень, показательная степень, основание, множитель, дробь, значение степени.

LEVEL WITH NATURAL INDICATOR

Abstract. This article explains to schoolchildren what the concept of natural exponent is and how it is explained. It was mentioned in what situations the natural index level helps to work out the example in a simple way. Also, several properties that help in calculating the level, their origin and corresponding examples are mentioned.

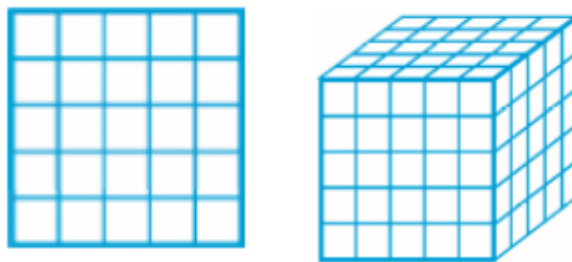
Keywords: natural number, degree, exponential degree, base, multiplier, fraction, value of the degree.

O‘quvchilarga bir nechta teng sonlarni qo‘shish amali berilgan bo‘lsin. Bu amalni ko‘paytirish amali bilan almashtirishimiz mumkin:

$$\underbrace{7 + 7 + 7 + 7}_{4\text{marta}} = 7 \cdot 4$$

$$\underbrace{a + a + a + \dots + a}_{nmarta} = a \cdot n$$

Kirish. Ko‘p hollarda bir xil sonlarning ko‘paytmasini ham ixchamroq yozuv bilan almashtirish ham bizga ancha qulayliklar olib keladi. Masalan, tomonining uzunligi 5 birlikka teng kvadratni qaraylik. U $5 \cdot 5 = 25$ ta birlik kvadratdan iborat. Tomonining uzunligi 5 birlikka teng kub esa $5 \cdot 5 \cdot 5 = 125$ ta birlik kubni o‘z ichiga oladi.



Bizga ma’lumki, $5 \cdot 5$ ko‘paytma 5^2 (beshning kvadrati), $5 \cdot 5 \cdot 5$ ko‘paytma esa 5^3 (beshning kubi) kabi belgilanadi:

$$5 \cdot 5 = 5^2 \qquad 5 \cdot 5 \cdot 5 = 5^3$$

Asosiy qism. Xuddi shu kabi, ko‘paytuvchilari bir xil sonlardan iborat ko‘paytmani yangi amal darajaga ko‘tarish amali bilan almashtirish mumkin:

$$\underbrace{6 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 6 \cdot 6}_{5\text{marta}} = 6^5, \quad \underbrace{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3}}_{4\text{marta}} = \frac{1}{3^4}, \quad (0,2 = (0,2)^1)$$

Umuman, n ta ko'paytuvchining ko'paytmasini belgilsak quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\underbrace{a \cdot a \cdot a \cdot \dots \cdot a}_{nmarta} = a^n$$

ifoda "a sonining n-ko'rsatkichli darajasi" deb o'qiladi. Ko'pincha, qisqacha qilib "a ning n - darajasi" deb aytiladi.

Demak, a sonning n natural ko'rsatkichli darajasi deb, har biri a songa teng bo'lgan n ta ko'paytuvchining ko'paytmasiga aytiladi:

$$a^n = \underbrace{a \cdot a \cdot a \cdot \dots \cdot a}_{nmarta} = a^n$$

a son (takrorlanuvchi ko'paytuvchi) darajaning asosi, n son (ko'paytuvchi necha marta takrorlanishini ko'rsatuvchi son) daraja ko'rsatkichi deyiladi.

Masalan,

$$3^4 = 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 = 81,$$

Bu yerda 3- darajaning asosi, 4- daraja ko'rsatkichi, 81 esa 3^4 – darajaning qiymati.

Xususiyl holda, sonning birinchi darajasi deb, shu sonning o'ziga aytiladi:

$$a^1 = a.$$

Masalan, $7^1 = 7$, $13^1 = 13$ $(\frac{1}{3})^1 = \frac{1}{3}$

Darajaning asosi istalgan son bo'lishi mumkin.

Masalan,

$$2^3 = 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8;$$

$$\left(\frac{2}{3}\right)^5 = \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} = \frac{32}{243};$$

$$(-5)^3 = (-5) \cdot (-5) \cdot (-5) = -125;$$

$$\left(-\frac{2}{5}\right)^4 = \left(-\frac{2}{5}\right) \cdot \left(-\frac{2}{5}\right) \cdot \left(-\frac{2}{5}\right) \cdot \left(-\frac{2}{5}\right) = \frac{16}{625};$$

$$0,3^3 = 0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,3 = 0,27;$$

$$(-1)^7 = (-1) \cdot (-1) \cdot (-1) \cdot (-1) \cdot (-1) \cdot (-1) \cdot (-1);$$

$$0^3 = 0 \cdot 0 \cdot 0 = 0;$$

Sonlarni daraja yordamida yozishdan juda ko'p hollarda, masalan, natural sonlarni xona qo'shiluvchilari yig'indisi shaklida yozish uchun foydalaniladi:

$$2895 = 2 \cdot 1000 + 8 \cdot 100 + 9 \cdot 10 + 5 = 2 \cdot 10^3 + 8 \cdot 10^2 + 9 \cdot 10 + 5.$$

10 dan katta bo'lgan har bir sonni $a \cdot 10^n$ shaklida yozish mumkin, bunda $1 \leq a \leq 10$ va n – natural son. Bunday yozuv sonning standart shakli deb aytiladi.

Masalan,

$$3969 = 3,969 \cdot 10^3, \quad 331,23 = 3,3123 \cdot 10^2$$

Natural ko'rsatkichli darajaning xossalari:

Darajaga ko'tarish quyidagi muhim xossalarga ega:

1-xossa:

$$a^m \cdot a^n = a^{n+m}$$

Bir xil asosli darajalarni ko'paytirishganda asos o'zgarimasdan qoladi, daraja ko'rsatkichlari esa qo'shiladi.

Natural ko'rsatkichli darajaning ta'rifiga ko'ra

$$a^m \cdot a^n = \underbrace{(a \cdot a \cdot a \cdot \dots \cdot a)}_{mmarta} \times \underbrace{(a \cdot a \cdot a \cdot \dots \cdot a)}_{nmarta} =$$

Ko'paytirishning guruhlash qonuniga ko'ra

$$= \underbrace{(a \cdot a \cdot a \cdot \dots \cdot a)}_{(m+n)\text{marta}} =$$

Natural ko'rsatkichli daraja ta'rifiga ko'ra

$$= a^{m+n}.$$

Misol: $3^2 \cdot 3^3 = 3^{2+3} = 3^5 = 243$

2-xossa:

$$a^m : a^n = a^{m-n}, m > n, a \neq 0.$$

Bir xil darajali asosli darajalarni bo'lganda asos o'zgarmasdan qoladi, daraja ko'rsatkichlari esa ayriladi.

Shartga ko'ra

$$m > n, a \neq 0.$$

Darajaning birinchi xossasiga ko'ra

$$a^{m-n} \cdot a^n = a^m.$$

Shuning uchun ham

$$a^{m-n} = a^m : a^n.$$

Shunday qilib

$$a^m : a^n = a^{m-n}, m > n, a \neq 0.$$

Misol: $7^5 : 7^3$ shartga ko'ra $5 > 3$

Demak, $7^5 : 7^3 = 7^{5-3} = 7^2 = 49$

3-xossa:

$$(a^m)^n = a^{mn}$$

Darajani darajaga ko'targanda asos o'zgarmasdan qoladi, daraja ko'rsatkichlar esa o'zaro ko'paytiriladi.

Natural ko'rsatkichli darajaning ta'rifiga ko'ra

$$(a^m)^n = \underbrace{a^m \cdot a^m \cdot a^m \cdot \dots \cdot a^m}_{nmarta} =$$

Darajaning birinchi xossasiga ko'ra

$$= \underbrace{a^{(m+m+m+\dots+m)}}_{nmarta} =$$

Ko'paytirishning ta'rifiga ko'ra

$$= a^{mn}.$$

Shunday qilib,

Misol: $(4^2)^3 = 4^{2 \cdot 3} = 4^6 = 4096$

4-xossa:

$$(ab)^n = a^n b^n.$$

Ko'paytmani darajaga ko'targanda har bir ko'paytuvchi shu darajaga ko'tariladi.

$$(ab)^n = \underbrace{(ab) \cdot (ab) \cdot (ab) \cdot \dots \cdot (ab)}_{nmarta} =$$

Ko'paytirishning guruhlash va o'rin almashtirish qonuniga ko'ra

$$= \underbrace{(a \cdot a \cdot a \cdot \dots \cdot a)}_{nmarta} \times \underbrace{(b \cdot b \cdot b \cdot \dots \cdot b)}_{nmarta} =$$

Natural ko'rsatkichli darajaning ta'rifiga ko'ra

$$= a^n \cdot b^n.$$

Shunday qilib,

$$(ab)^n = a^n b^n.$$

Misol: $(2 \cdot 3)^3 = (2 \cdot 3) \cdot (2 \cdot 3) \cdot (2 \cdot 3) = (2 \cdot 2 \cdot 2)(3 \cdot 3 \cdot 3) = 2^3 \cdot 3^3.$

5-xossa:

$$\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}; b \neq 0$$

Kasrni darajaga ko'targanda uning surati va maxraji xuddi shu darajaga ko'tariladi.

Natural ko'rsatkichli darajaning ta'rifiga ko'ra

$$\left(\frac{a}{b}\right)^n = \underbrace{\left(\frac{a}{b} \cdot \frac{a}{b} \cdot \frac{a}{b} \cdot \dots \cdot \frac{a}{b}\right)}_{nmarta} =$$

Kasrlarni ko‘paytirish qoidasiga ko‘ra

$$= \frac{\overbrace{a \cdot a \cdot a \cdot \dots \cdot a}^{nmarta}}{\underbrace{b \cdot b \cdot b \cdot \dots \cdot b}_{nmarta}} =$$

Natural ko‘rsatkichli darajaning ta‘rifiga ko‘ra

$$= \frac{a^n}{b^n}$$

Shunday qilib,

$$\left(\frac{a}{b}\right)^n = \frac{a^n}{b^n}; b \neq 0$$

Misol: $\left(\frac{2}{3}\right)^3 = \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{3}\right) = \frac{2 \cdot 2 \cdot 2}{3 \cdot 3 \cdot 3} = \frac{2^3}{3^3}$

Xulosa o‘rnida shuni aytish lozimki, maqolada keltirilgan mulohazalar umumta‘lim maktablari, akademik litsey, kasb- hunar kollejlari va oliy ta‘lim muassasalarida matematikadan to‘garaklar va sinfdan tashqari mashg‘ulotlarda foydalanishda muhim ahamiyat kasb etadi va bu kabi mavzularni o‘rganishda qo‘llanma sifatida foydalanish mumkin. Bundan tashqari, amaliyotda muhim tadbirlarga ega bo‘lgan bir qancha misollar namuna sifatida keltirib o‘tilganligi o‘quvchini shu mavzularni mustaqil o‘rganishiga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR:

1. Alimov Sh.A., Xolmuhamedov O.R., Mirzaaxmedov M.A. Algebra 7-sinf darslik
2. Yunusova D. Matematikani o‘qitishning zamonaviy texnologiyalari. 2020 y. 3.Uzluksiz ta‘lim. //Jurnal. 2017 y.
4. Xodjiyev S, A.Ubaydulloyev Jurayeva N.O. Funksiya grafigi yordamida uning xossalari o‘rganish bo‘yicha ayrim metodik tavsiyalar ERUS Scientific Journal №4 2022/4, -106-116 bet <http://erus.uz/index.php/er/article/view/16>.
5. Turdiyev N.Sh , Asadov Yu.M., Akbarova S.N., Temirov D.Sh. Umumiy o‘rta ta‘lim tizimida o‘quvchilarning kompetensiyalarini shakllantirishga yo‘naltirilgan ta‘lim texnologiyalari, T. Niyoziy nomidagi O‘zbekiston pedagogika fanlari ilmiy-tadqiqot instituti, T.: 2015.-160.
6. Abdurahmonov B. Matematik induksiya metodi. Toshkent, 2018 y.
7. Azlarov T., Mansurov X. Matematik analiz, 1-qism. Toshkent. O‘qituvchi. 1994
8. Beshmakov M.N. Algebra i nachala analiza. Ucheb dlya 10-11 kl. Sred. shk.2-ye.izd.- M.:Prosveshenie, 1992. -351 s

FUNKSIYALAR UCHUN TEYLOR FORMULASI HAMDA BA'ZI FUNKSIYALARNI
TEYLOR QATORIGA YOYISH VA UNING AMALIY TATBIQLARI

Solayeva Mehribon Norimonovna,
Toshkent amaliy fanlar universiteti o'qituvchisi
Ataxanova Gulmira G'ayrat qizi,
Toshkent amaliy fanlar universiteti talabasi
Mamatqulov Fayzullo Shavkat o'g'li,
Toshkent amaliy fanlar universiteti talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada funksiyalarni o'zaro yaqinlashtirish, funksiyani biror nuqta atrofida boshqa ko'phadlar bilan yaqinlashtirish va funksiyalarni biror nuqta atrofida Teylor formulasiga ko'ra Teylor qatoriga yoyish masalasi tahlil qilinadi va bir qator misollar yordamida tadbig'i ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: funksiyaning hosilasi, funksiyaning yuqori tartibli hosilalari, Teylor formulasi qoldiq hadlar, Koshi, Logranj va Peano ko'rinishidagi qoldiq hadlar.

ФОРМУЛА ТЕЙЛОРА ДЛЯ ФУНКЦИЙ И РАЗЛОЖЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ФУНКЦИЙ В
РЯД ТЕЙЛОРА И ЕГО ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация. В данной статье мы разберём вопрос взаимного приближения функций, приближения функции другими полиномами вокруг точки, разложения функций в ряд Тейлора по формуле Тейлора вокруг точки, а также рассмотрим его применение, используя ряд примеров.

Ключевые слова: производная функции, производные функции высших порядков, остаточные члены в формуле Тейлора, остаточные члены в форме Коши, Логранжа и Пеано.

TAYLOR'S FORMULA FOR FUNCTIONS EXPANSION OF SOME FUNCTIONS INTO
THE TAYLOR SERIES AND ITS PRACTICAL APPLICATIONS

Abstract. In this article, we will analyze the issue of mutual approximation of functions, approximation of a function with other polynomials around a point, and expansion of functions into a Taylor series according to Taylor's formula around a point, and we will consider its application using a number of examples.

Keywords: derivative of a function, higher-order derivatives of a function, residual terms in Taylor's formula, residual terms in the form of Cauchy, Logrange and Peano.

Kirish. Funksiyani yaqinlashtirish haqida [1]. Funksiya matematik analiz kursida o'rganiladigan asosiy tushuncha bo'lib odatda ba'zi funksiyalarning biror nuqtadagi qiymatini hisoblash masalasi har doim ham ijobiy hal bo'lavermaydi, masalan, $\ln 2, \sin 25^\circ, \sqrt{5}, \dots$ lar shular jumlasidandir. Bunday masalalarni yechimini topishda odatda irratsional ifodalarni taqribiy hisoblash, taqribiy hisoblash uchun formulalar va funksiya hosilasining tadbiquqlaridan foydalaniladi.

Asosiy qism. Bundan tashqari yuqoridagi kabi masalalarning yechimlarini topishda funksiyalarni yaqinlashtirish masalasi bir muncha qo'l keladi. Ya'ni ikkita funksiyani biror nuqtaning atrofida o'zaro yaqinlashtirish masalasi, funksiyalarni Teylor qatoriga yoyishga asos bo'lgan desak, mubolag'a bo'lmaydi. Shuning uchun quyida biz ikki funksiyaning yaqinlashishi masalasini tahlil qilamiz.

Berilgan $f(x)$ funksiyani biror $g(x)$ funksiya bilan yaqinlashtirishda quyidagi ikkita holat muhimdir :

1) $f(x)$ funksiya yaqinlashadigan $g(x)$ funksiyani tanlab olish, uning tuzilish jihatdan soddaligi va hisoblash uchun qulayligi .

2) $f(x)$ funksiyaga $g(x)$ funksiyaning yaqinlashishdagi xatolikni aniqlash va uni baholash.

Odatda yaqinlashadigan funksiya sifatida butun ratsional funksiya -ko'phad olinadi :

$$g(x) = P_n(x) = a_0 + a_1(x - x_0) + a_2(x - x_2)^2 + \dots + a_n(x - x_0)^n \quad (1)$$

bunda $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$, va x_0 lar o'zgarmas haqiqiy conlar, $n \in N$.

Ravshanki, ko'phad sodda va hisoblash uchun qulay funksiya [1,2].

2. Ko'phad uchun Teylor formulasi :

$$P_n(x) = a_0 + a_1(x - x_0) + a_2(x - x_0)^2 + \dots + a_n(x - x_0)^n \quad (1)$$

(bunda $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$, va x_0 lar o'zgarimas haqiqiy conlar, $n \in N$) ko'phadni qaraylik . Bu ko'phadni ketma-ket n marta differensiollab topamiz:

$$\begin{aligned} P'_n(x) &= a_1 + 2 \cdot a_2(x - x_0) + 3 \cdot a_3(x - x_0)^2 + \dots + n a_n(x - x_0)^{n-1}, \\ P''_n(x) &= 2 \cdot a_2 + 3 \cdot 2 \cdot a_3(x - x_0) + \dots + n(n - 1)a_n(x - x_0)^{n-2}, \\ P'''_n(x) &= 3 \cdot 2 \cdot a_3 + \dots + n(n - 1)(n - 2)a_n(x - x_0)^{n-3}, \\ &\dots \end{aligned}$$

$$P_n^{(n)}(x) = n \cdot (n - 1)(n - 2) + 2 \cdot a_n \quad (2)$$

Bu (1) va (2) tengliklarda $x = x_0$ deb olinsa, unda berilgan $P_n(x)$ va uning hosila $P_n^{(k)}$ ($k = 1, 2, 3, \dots, n$) ning x_0 nuqtadagi qiymatlari topiladi: [1,3]

$$\begin{aligned} P_n &= a_0, \\ P'_n &= 1! a_1, \\ P''_n &= 2! a_2, \\ &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ P_n^{(n)} &= n! a_n. \end{aligned}$$

Ulardan

$$\begin{aligned} a_0 &= P_n(x_0), \\ a_1 &= \frac{P'_n}{1!}, \\ a_2 &= \frac{P''_n}{2!}, \\ &\dots \\ a_n &= \frac{P_n^{(n)}}{n!}. \end{aligned} \quad (3)$$

Kelib chiqadi.

Shunday qilib, $P_n(x)$ ko'phadning koeffitsentlari ko'phad va uning hosilalarining x_0 nuqtadagi qiymatlari orqali ifodalanaadi. Koeffitsentlarning bu qiymatlarini (1) ga qo'ysak, unda

$$P_n(x) = P_n(x_0) + \frac{P'_n}{1!}(x - x_0) + \dots + \frac{P_n^{(n)}(x_0)}{n!}(x - x_0)^n \quad (4)$$

bo'ladi. Bu ko'phad (1) ko'phaddan koeffitsentlarining yozilish bilan farq qiladi. (4) formula ko'phad uchun Teylor formulasi deb ataladi [1,2].

3. *Ixtiyoriy funksiya uchun Teylor formulasi.* $f(x)$ funksiya (a, b) intervalda aniqlangan bo'lib, u $x_0 \in (a, b)$ nuqtada $f', f'', \dots, f^{(n)}$ hosilalarga ega bo'lsin.

Funksiyaning nuqtadagi hosilalaridan foydalanib, quyidagi

$$P_n(f; x) = P_n(x) = f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!}(x - x_0) + \dots + \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!}(x - x_0)^n$$

ko'phadni tuzaylik. Agar qarlayotgan $f(x)$ funksiya n -darajali ko'phad bo'lsa, unda yuqoridagi (2-banda) aytilganga ko'ra

$$F(x) \equiv P_n(f; x),$$

ya'ni $f(x) = f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!}(x - x_0) + \dots + \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!}(x - x_0)^n$ bo'ladi.

Agar $f(x)$ funksiya ko'phad bo'lmasa, ravshanki,

$$f(x) \neq P_n(f; x)$$

bo'lib, ular orsida farq yuzaga keladi. Biz uni $R_n(x)$ orqali belgilaylik:

$$R_n(x) = f(x) - P_n(f; x). \quad (5)$$

Natijada ushbu

$$\begin{aligned} f(x) &= P_n(f; x) + R_n(x), \text{ ya'ni} \\ f(x) &= f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!}(x - x_0) + \dots + \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!}(x - x_0)^n + R_n(x) \end{aligned} \quad (6)$$

formulaga kelamiz. Bu (6) formula $f(x)$ funksiya uchun Teylor formulasi deb ataladi. $R_n(x)$ esa Teylor formulasi qoldiq hadi deyiladi [1].

$f(x)$ funksiya (a, b) intervalda aniqlangan bo'lsa, u shu intervalda uzluksiz $f'(x), f''(x), \dots, f^{(n)}(x)$ hosilalarga ega bo'lgan. Undan tashqari, (a, b) intervarda bu funksiyaning $(n + 1)$ -tartibli $f^{(n+1)}(x)$ hosilasi ham mavjud bo'lsin. (a, b) intervalda x ning ixtiyoriy qiymatini tayinlab, quyidagi

$$F(t) = f(x) - f(t) - \frac{f'(t)}{1!}(x-t) - \dots - \frac{f^{(n)}(t)}{n!}(x-t)^n \quad (7)$$

Yordamchi funksiya tuzamiz va uni $[x_0, x] \subset (a, b)$ (yoki $[x, x_0] \subset (a, b)$) segmentda qaraymiz. $F(t)$ funksiyaning (7) ifodasidan uning $[x_0, x]$ segmentda uzluksiz bolishini ko'rish qiyin emas. Bu funksiya (x_0, x) intervarda hosilaga ham ega. Haqiqatan ham,

$$F'(t) = -f'(t) - \left[\frac{f''(t)}{1!}(x-t) - f'(t) \right] - \left[\frac{f'''(t)}{2!}(x-t)^2 - \frac{f''(t)}{1!}(x-t) \right] - \dots - \left[\frac{f^{(n+1)}(t)}{n!}(x-t)^n - \frac{f^{(n)}(t)}{(n-1)!}(x-t)^{n-1} \right] = -\frac{f^{(n+1)}(t)}{n!}(x-t)^n$$

Demak,

$$F'(t) = -\frac{f^{(n+1)}(t)}{n!}(x-t)^n \quad (8)$$

Endi $[x_0, x]$ segmentda uzluksiz va (x_0, x) intervalda chekli hosilaga (nolga teng bo'lmagan) ega bo'lgan biror $\Phi(t)$ funksiyani olaylik.

$F(t)$ va $\Phi(t)$ funksiyalarga $[x_0, x]$ segmentda Koshi teoremasini qo'llab topamiz [1,2,3]:

$$\frac{F(x)-F(x_0)}{\Phi(x)-\Phi(x_0)} = \frac{F'(c)}{\Phi'(c)} \quad (9)$$

bunda

$$x_0 < c < x \quad (c = x_0 + \theta(x - x_0), 0 < \theta < 1).$$

Yuqoridagi (7) funksiya uchun

$$F(x) = 0, F(x_0) = R_n(x)$$

Tengliklarga egamiz. Endi (8) tenglikni $t = c$ da

$$F'(c) = -\frac{f^{(n+1)}(c)}{n!}(x-c)^n$$

Bo'lishini e'tiborga olsak, unda (9) tenglikdan

$$R_n(x) = \frac{\Phi(x)-\Phi(x_0)}{\Phi'(c)} \cdot \frac{f^{(n+1)}(c)}{n!}(x-c)^n \quad (10)$$

$(c=x_0+\theta(x-x_0))$ formula kelib chiqadi.

Taylor formulasi qoldiq hadi uchun (10) formula topiladi. Bu holda $f(x)$ funksiyaning Taylor formulasi quyidagi

$$f(x) = f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!}(x-x_0) + \frac{f''(x_0)}{2!}(x-x_0)^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!}(x-x_0)^n + \frac{\Phi(x)-\Phi(x_0)}{\Phi'(c)} \cdot \frac{f^{(n+1)}(c)}{n!}(x-c)^n \quad (11)$$

$$(c=x_0 + \theta(x - x_0), 0 < \theta < 1)$$

Ko'rinishida yoziladi.

1° *Koshi ko'rinishidagi qoldiq hadli Teylor formulasi.* Yuqoridagi qaralgan $\Phi(t)$ funksiya sifatida $\Phi(t) = x - t$ funksiyani olaylik. Bu funksiya $[x_0, x] \subset (a, b)$ segmentda uzluksiz, (x_0, x) intervalda esa chekli $\Phi'(t) = -1$ hosilaga ega. Bu funksiya uchun $\Phi(x)=0$, $\Phi(x_0)=x-x_0$ bo'ladi. Natijada (10) formula quyidagi

$$R_n(x) = \frac{f^{(n+1)}(c)}{n!}(x-c)^n(x-x_0) = \frac{f^{(n+1)}(c)}{n!}[x-x_0-\theta(x-x_0)]^n(x-x_0) = \frac{f^{(n+1)}(c)}{n!}(x-x_0)^{n+1}(1-\theta)^n$$

$$(0 < \theta < 1)$$

Ko'rinishga ega bo'ladi. Qoldiq hadning bu ifodasini (11) ga qo'yib topamiz :

$$f = f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!}(x-x_0) + \frac{f''(x_0)}{2!}(x-x_0)^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!}(x-x_0)^n + \frac{f^{(n+1)}(c)}{n!}(x-x_0)^{n+1}(1-\theta)^n \quad (12)$$

Bu (12) formula $f(x)$ funksiyaning *Koshi ko'rinishidagi qoldiq hadli Teylor formulasi* deb ataladi [1,2].

2° *Lagranj ko 'rinishidagi qoldiq hadli Teylor formulasi.* Endi $\Phi(t) = (x - t)^{n-1}$ funksiyani olaylik. Bu funksiya ham $[x_0, x] \subset (a, b)$ segmentda uzluksiz. (x_0, x) intervalda esa $\Phi'(t) = -(n-1)(x-t)^{n-2}$ hosilaga ega. Bu funksiya uchun

$$\Phi(x) = 0 \quad \Phi(x_0) = (x - x_0)^{n-1},$$

$$\Phi'(c) = -(n-1)(x-c)^{n-2} \quad (c = (x_0 + \theta)(x - x_0); \quad 0 < \theta < 1)$$

bo'ladi. U holda yuqoridagi (10) formula ushbu

$$R_n(x) = \frac{f^{(n+1)}(x_0)}{n!} (x - x_0)^n \frac{-(x - x_0)^{n-1}}{-(n-1)(x-c)^{n-2}} = \frac{f^{(n+1)}(c)}{(n+1)!} (x - x_0)^{n+1}$$

ko'rinishida olinadi. Qoldiq hadning bu ifodasi (11) ga qo'yib topamiz:

$$f(x) = f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!} (x - x_0) + \frac{f''(x_0)}{2!} (x - x_0)^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!} (x - x_0)^n + \frac{f^{(n+1)}(c)}{(n+1)!} (x - x_0)^{n+1} \quad (13)$$

Bu formula $f(x)$ funksiyaning *Lagranj ko 'rinishidagi qoldiq hadli Teylor formulasi* deb ataladi.

3° *Peano ko 'rinishidagi qoldiq hadli Teylor formulasi.* $f(x)$ funksiya Teylor formulasining Peano ko'rinishdagi qoldiq hadni chiqarishda $f(x)$ funksiyaga nisbatan qo'yilgan shartni "yengilashtrish" mumkin.

$f(x)$ funksiya $x_0 \in (a, b)$ nuqtaning biror $U_\delta(x_0) \subset (a, b)$ atrofida $f'(x), f''(x), \dots, f^{(n)}(x)$ hosilalarga ega bo'lib, $f^{(n)}(x)$ hosila esa x_0 nuqtada uzluksiz bo'ladi. Bu funksiya uchun $x \in U_\delta(x_0)$ da ushbu

$$f(x) = f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!} (x - x_0) + \frac{f''(x_0)}{2!} (x - x_0)^2 + \dots + \frac{f^{(n-1)}(x_0)}{(n-1)!} (x - x_0)^{n-1} + \frac{f^{(n)}(c)}{n!} (x - x_0)^n \quad (14)$$

(bunda c son x_0 bilan x orasida) formula o'rinli.

$x \rightarrow x_0$ da $c \rightarrow x_0$ bo'ladi. $f^{(n)}(x)$ esa x_0 nuqtada uzluksiz. Demak,

$$\lim_{x \rightarrow x_0} f^{(n)}(c) = \lim_{c \rightarrow x_0} f^{(n)}(c) = f^{(n)}(x_0)$$

U holda

$$\frac{f^{(n)}(c)}{n!} = \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!} + \alpha(x)$$

Tengsizlik o'rinli bo'lib $\lim_{x \rightarrow x_0} \alpha(x) = 0$ bo'ladi.

Agar $x \rightarrow x_0$ da $\alpha(x) \cdot (x - x_0)^n = o((x - x_0)^n)$ bo'lishini etiborga olsak, natijada (14) formulaning qoldiq hadi uchun ushbu

$$\frac{f^{(n)}(c)}{n!} (x - x_0)^n = \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!} (x - x_0)^n + o((x - x_0)^n) \quad (15)$$

formulani topamiz. Endi (14) va (15) formulalardan

$$f(x) = f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!} (x - x_0) + \frac{f''(x_0)}{2!} (x - x_0)^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!} (x - x_0)^n + \dots + o((x - x_0)^n) \quad (16)$$

Formula kelib chiqadi. Bu formula $f(x)$ funksiyaning *Peano ko 'rinishidagi qoldiq hadli Teylor formulasi* deb ataladi [1,2].

Yuqoridagi formulalarni tadbirlarini quyida bir qator misollar yordamida tadbirlarini ko'rib chiqamiz va misollarning yechimlarini tahlil qilamiz.

Misol 1: $f(x) = \frac{1}{x}$, $x_0 = 2$ [2,4] funksiyani Teylor formulasi bo'yicha X_0 nuqtaning atrofida $o((x - x_0)^2)$ hadgacha yoyilsin

Yechish: Ushbu misolning yechimini topish uchun, quyidagi

$$f(x) = f(x_0) + \frac{f'(x_0)}{1!} (x - x_0) + \frac{f''(x_0)}{2!} (x - x_0)^2 + \dots + \frac{f^{(n)}(x_0)}{n!} (x - x_0)^n +$$

$+ o((x - x_0)^n)$ formulaga qo'yamiz. Buning uchun berilgan Teylor formulasiga ko'ra quyidagilarni hisoblaymiz.

$$f(x_0) = \frac{1}{2}$$

$$f'(x) = -\frac{1}{x^2}, f'(x_0) = -\frac{1}{4}$$

$f''(x) = \frac{2}{x^3}, f''(x_0) = \frac{2}{8} = \frac{1}{4}$ larni topamiz va yuqoridagi formulaga qo'yamiz va quyidagini keltirib chiqaramiz.

$$\begin{aligned} f(x) &= \frac{1}{2} - \frac{1}{4}(x-2) + \frac{1}{2!}(x-2)^2 + \dots + o((x-2)^n) \\ &= \frac{1}{2} - \frac{1}{4}x + \frac{1}{2} + \frac{1}{8}x^2 - \frac{1}{2}x + \frac{1}{2} + \dots + o((x-2)^n) = \frac{1}{8}x^2 - \frac{3}{4}x + \frac{3}{2} + o((x-2)^n) \end{aligned}$$

Misol 2: $f(x) = xe^{2x}$, $x_0 = -1$ [2,5] funksiyani Teylor formulasi bo'yicha x_0 nuqtaning atrofida $o((x-x_0)^2)$ hadgacha yoyilsin

Yechish: Berilgan funksiyaning ham berilgan nuqta atrofida yoyish uchun xuddi yuqoridagi kabi Teylor formulasidan foydalanamiz va quyidagilarni hisoblaymiz.

$$f(x_0) = f(-1) = -1 \cdot e^{-2} = -\frac{1}{e^2}$$

$$f'(x) = e^{2x} + 2xe^{2x}, f'(-1) = e^{-2} - 2e^{-2} = -e^{-2} = -\frac{1}{e^2}$$

$$f''(x) = 2e^{2x} + 2e^{2x} + 4xe^{2x} = 4e^{2x} + 4xe^{2x}, f''(-1) = 4e^{-2} - 4e^{-2} = 0$$

Ushbu natijalarni Teylor formulasiga qo'yib,

$$f(x) = -\frac{1}{e^2} - \frac{1}{e^2} \cdot (x+1) + \frac{0}{2!} \cdot (x+1) + o((x+1)^n) = -\frac{1}{e^2} \cdot x - \frac{2}{e^2} + o((x+1)^n) \text{ ni topamiz.}$$

Demak, yuqorida berilgan funksiyaning $x_0 = -1$ nuqta atrofidagi yoyilmasi $f(x) = -\frac{1}{e^2} \cdot x - \frac{2}{e^2} + o((x+1)^n)$ ga teng bo'lar ekan.

Misol 3: $f(x) = x^2e^{-2x}$, $x_0 = -1$ [2,6] funksiyani Teylor formulasi bo'yicha x_0 nuqtaning atrofida $o((x-x_0)^2)$ hadgacha yoyilsin.

Yechish: huddi yuqoridagi ikkita misolda bajarilgan barcha ishlarni bajarib, Teylor formulasiga qo'yiladi va ushbu

$$f(-1) = (-1)^2 \cdot e^{-2 \cdot (-1)} = e^2$$

$$f'(x) = 2x \cdot e^{-2x} - 2x^2e^{-2x}, f'(-1) = -2e^2 - 2e^2 = -4e^2$$

$$f''(x) = 2e^{-2x} - 4xe^{-2x} - 4xe^{-2x} + 4x^2e^{-2x} = 2e^{-2x} - 8xe^{-2x} + 4x^2e^{-2x},$$

$$f''(-1) = 2e^2 + 8e^2 + 4e^2 = 14e^2$$

$$\begin{aligned} f(x) &= e^2 - 4e^2(x+1) + \frac{14e^2}{2}(x+1)^2 + \dots + o((x+1)^n) = e^2 - 4e^2x - 4e^2 + 7e^2x^2 + \\ &14e^2x + 7e^2 + \dots + o((x+1)^n) = 7e^2x^2 + 10e^2x + 4e^2 + \dots + o((x+1)^n) \text{ natija hosil bo'ladi.} \end{aligned}$$

ADABIYOTLAR:

1. Azralorov T., Mansurov H. *Matematik analiz 1-qism*. – Toshkent, O'qituvchi, 1994.
2. Sadulayev A., Xudoyberganov G., Vorisov A., Mansurov H., Shoimqulov B., Tuychiyev T., Sultonov N. "Matematik analizdan misol va masalalar to'plami" 1-qism.
3. Sh.R.Xurramov *Oliy matematika. I jild. Cho'lpon nomidagi nashriyot- matbaa ijodiy uyi. Toshkent - 2018*
4. Solayeva Mehribon Norimonovna *Teaching the concept of limit with the help of pedagogical research, interdependence of disciplines and methods of pedagogical practice" European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences Vol. 8 No. 5, 2020, Part II ISSN 2056-5852*
5. Солаева М.Н., Эшқораев Қ.А., Сейтов А.Ж. Баъзи бир мисолларни ажойиб лимитлар ёрдамида ноанъанавий услублардан фойдаланиб ечиши усуллари Муаллим ҳам узлуксиз таълим 1-1 2020 йил 109-113 бетлар.
6. Solayeva M. N., Seytov A. J. *Maktab o'quvchilariga ketma- ketlik va funksiya limitini o'rgatishdagi ba'zi misollarni ishlashning innovatsion uslublari Ilmiy axborotnoma 2020-yil, 4-son ISSN 2091-5446.*

CHEGARALANMAGAN SOHADA TRIKOMI TENGLAMASI UCHUN NOLOKAL
CHEGARAVIY SHARTLI CHIZIQLI TESKARI MASALA

Turakulov Xamidullo Shamsidinovich,
Qo‘qon davlat pedagogika instituti katta o‘qituvchisi, PhD,
Qo‘qon universiteti dotsenti, PhD
hamidtsh87@gmail.com

Annotatsiya. Chegaralanmagan parallelepiped ko‘rinishdagi sohada uch o‘lchamli Trikomi tenglamasi uchun nolokal chegaraviy shartli chiziqli teskari masalani umumlashgan yechiminining yagonaligi va mavjudligi o‘rganilgan. Yagonalik va mavjudlik teoremlarini isbotlash uchun Furiye almashtirishi, " ε -regularizatsiya" va aprior baholar usullaridan foydalanilgan.

Kalit so‘zlar: uch o‘lchovli Trikomi tenglamasi, nolokal tipdagi chegaraviy masala, " ε -regularizatsiyasi", aprior baholar usullari, ketma-ket yaqinlashish, Furiye almashtirishi.

О ЛИНЕЙНОЙ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧЕ С НЕЛОКАЛЬНЫМИ КРАЕВЫМИ
УСЛОВИЯМИ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ТРИКОМИ В НЕОГРАНИЧЕННОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы корректности одной линейной обратной задачи для трёхмерного уравнения Трикоми в области неограниченного вида параллелепипеда. В этой статье задача рассматривается следующими методами: « ε — регуляризации», априорных оценок, последовательностью приближений с применением преобразования Фурье доказаны теоремы существования и единственности обобщённого решения одной линейной обратной задачи с нелокальными краевыми условиями в определённом классе интегрируемых функций.

Ключевые слова: трёхмерное уравнение Трикоми, линейная обратная задача с нелокальными краевыми условиями, корректность задачи, методы « ε — регуляризации», априорные оценки, последовательность приближения, преобразования Фурье.

A NONLOCAL BOUNDARY CONDITIONAL LINEAR INVERSE PROBLEM FOR THE
TRICOMI EQUATION IN AN UNBOUNDED FIELD

Abstract. This article discusses the correctness of one linear inverse problem for the three-dimensional Tricomi equation in a prismatic unbounded domain. For this problem, the existence and uniqueness theorems for a generalized solution to one linear inverse problem with a semi-nonlocal boundary condition in a certain class of integrals functions are proved by the methods of " ε — regularization", a priori estimates, a sequence of approximations using the Fourier transform.

Keywords: three-dimensional Tricomi equations, linear inverse problem with a semi-nonlocal boundary condition, problem correctness, methods " ε — regularization", a priori estimates, sequence of approximation, Fourier transforms.

Введение и постановка задачи. В процессе исследования нелокальных задач была выявлена тесная взаимосвязь задач с нелокальными краевыми условиями и обратными задачами. К настоящему времени достаточно хорошо изучены обратные задачи для классических уравнений таких как, параболические, эллиптические и гиперболические типы. [1,2,14,22]. Для уравнений смешанного типа, как первого, так и второго рода в ограниченных областях изучено в работах. [6-9,21].

Значительно менее изученными являются обратные задачи для уравнений смешанного типа (в частности, для уравнения Трикоми) в неограниченных областях [11,12]. Частично восполнить данный пробел мы и попытаемся в рамках этой работы. В данной работе для исследования однозначное разрешимости обратных задач для трёхмерного уравнения Трикоми в неограниченной призматической области предлагается метод, который основан на сведении обратной задачи к прямым нелокальным краевым задачам для семейства нагруженных интегро-дифференциальных уравнений Трикоми в ограниченной прямоугольной области [4,5].

Напомним, что нагруженным уравнением принято называть уравнение с частными производными, содержащее в коэффициентах или в правой части значения тех или иных функционалов от решения уравнения [17],[23].

В области

$$G = (-1,1) \times (0,T) \times R = Q \times R = \{(x,t,z); x \in (-1,1), 0 < t < T < +\infty, z \in R.\}$$

рассмотрим трёхмерное уравнение Трикоми:

$$Lu = xu_{tt} - \Delta u + a(x,t)u_t + c(x,t)u = \psi(x,t,z), \quad (1)$$

где $\Delta u = u_{xx} + u_{zz}$ - оператор Лапласа. Здесь $\psi(x,t,z) = g(x,t,z) + h(x,t) \cdot f(x,t,z)$, $g(x,t,z)$ и $f(x,t,z)$ - заданные функции, а функция $h(x,t)$ подлежит определению. В дальнейшем для решения поставленных задач нам необходимо ввести несколько определений функциональных

пространств и обозначения. Обозначим через $\hat{u}(x,t,\lambda) = (2\pi)^{-1/2} \int_{-\infty}^{+\infty} u(x,t,z) e^{-i\lambda z} dz$

преобразование Фурье по переменной z , функции $u(x,t,z)$, а через

$$u(x,t,z) = (2\pi)^{-1/2} \int_{-\infty}^{+\infty} \hat{u}(x,t,\lambda) e^{i\lambda z} d\lambda$$

обратное преобразование Фурье. Теперь с помощью преобразования Фурье определим пространство $W_2^{l,s}(G)$ с нормой

$$\|u\|_{W_2^{l,s}(G)}^2 = (2\pi)^{-1/2} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} (1 + |\lambda|^2)^s \cdot \|\hat{u}(x,t,\lambda)\|_{W_2^l(Q)}^2 d\lambda, \quad (A)$$

где s, l - любые конечные положительные целые числа.

Через $W_2^l(Q_1)$ (при $l=0, W_2^0(Q) = L_2(Q)$) определяются пространства Соболева со скалярным произведением $(u, \mathcal{G})_l$ и нормой:

$$\|\mathcal{G}\|_l^2 = \|\mathcal{G}\|_{W_2^l(Q)}^2 = \sum_{|\alpha| \leq l} \int_Q |D^\alpha \mathcal{G}|^2 dx dt.$$

Здесь

α - мультииндекс, D^α - обобщённая производная по переменным x и t .

Очевидно, что пространство $W_2^{l,s}(G)$ с нормой (A) является Гильбертовым пространством [13,15-18, 20].

Линейная обратная задача. Найти функции $(u(x,t,z), h(x,t))$, удовлетворяющие уравнению (1) в области Q , такие что, функция $u(x,t,z)$ удовлетворяет следующим нелокальным краевым условиям:

$$\gamma D_t^p u|_{t=0} = D_t^p u|_{t=T}, \quad (2)$$

$$\eta D_x^p u|_{x=-1} = D_x^p u|_{x=1}, \quad (3)$$

при $p = 0, 1$, где $D_t^p u = \frac{\partial^p u}{\partial t^p}$, $D_x^0 u = u$, γ, η - некоторые постоянные числа, отличные от

нуля, величины которых будут уточнены ниже,

Далее будем считать, что $u(x, t, z)$ и $u_z(x, t, z) \rightarrow 0$ при $|z| \rightarrow \infty$, $u(x, t, z)$ абсолютно интегрируема по z на R при любом (x, t) в \bar{Q} (4)

по дополнительному условию $u(x, t, \ell_0) = \varphi_0(x, t)$, где $\ell_0 \in R$ (5)

и с функций $h(x, t)$ принадлежит классу:

$$U = \{(u, h) \mid u \in W_2^{2,s}(G); h \in W_2^2(Q), s \geq 3\}.$$

Определение 1. Обобщённым решением задачи (1)-(5) будем называть функцию $u(x, t, z) \in U$, удовлетворяющую уравнению (1) почти всюду, с условиями (2)-(5)

Пусть все коэффициенты уравнения (1) достаточно гладкие функции в области G , и пусть выполнены следующие условия относительно коэффициентов и правой части уравнения (1), и заданной функции $\varphi_0(x, t)$:

Условие 1: периодичность: $a(x, 0) = a(x, T); c(x, 0) = c(x, T)$, для всех $x \in [-1, 1]$.

нелокальные условия: $\gamma \cdot g(x, 0, z) = g(x, T, z), \gamma \cdot f(x, 0, z) = f(x, T, z)$,

гладкость: $f(x, t, \ell_0) = f_0(x, t) \in C_{x,t}^{0,1}(Q), |f_0(x, t)| \geq \eta > 0; f \in W_2^{3,s}(G), g \in W_2^{1,s}(G)$.

Условие

2:

$$\varphi_0(x, t) \in W_2^4(Q); \gamma D_t^q \varphi_0|_{t=0} = D_t^q \varphi_0|_{t=T}, q = 0, 1, 2; \eta D_x^p \varphi_0|_{x=-1} = D_x^p \varphi_0|_{x=1}, p = 0, 1.$$

Однозначное разрешимость задачи (1)-(5) докажем с помощью преобразованием Фурье, т.е для нахождения решение задачи (1)-(5), применяем преобразование Фурье по переменной z , для задачи (1)-(5).

Для того чтобы сформулировать основной результат, необходимо выполнить некоторые формальности построения. Рассмотрим следы уравнения (1) при $z = \ell_0$:

$$\begin{aligned} Lu(x, t, \ell_0) &= xu_{tt}(x, t, \ell_0) - u_{xx}(x, t, \ell_0) - u_{zz}(x, t, \ell_0) + \\ &+ a(x, t)u_t(x, t, \ell_0) + c(x, t)u(x, t, \ell_0) = \psi(x, t, \ell_0). \end{aligned}$$

Теперь, учитывая условие (5) и то, что $f_0 \neq 0$, определим формально неизвестную функцию $h(x, t)$ в виде интеграла:

$$h(x, t) = \frac{1}{f_0(x, t)} [\Phi_0 + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \lambda^2 e^{i\lambda \ell_0} \hat{u}(x, t, \lambda) d\lambda]$$

где $\Phi_0 = L_0 \varphi_0 - g_0; L_0 \varphi_0 = x\varphi_{0tt} - \varphi_{0xx} + a(x, t)\varphi_{0t} + c(x, t)\varphi_0$, а для определения функций $\hat{u}(x, t, \lambda)$, в области $Q = (-1, 1) \times (0, T)$ получим нагруженные интегродифференциальные уравнения Трикоми:

$$\begin{aligned} L\hat{u} &= x\hat{u}_{tt} - \hat{u}_{xx} + a(x, t)\hat{u}_t + (c(x, t) + \lambda^2)\hat{u} = \hat{g}(x, t, \lambda) + \\ &+ \frac{\hat{f}(x, t, \lambda)}{f_0(x, t)} [\Phi_0 + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \xi^2 e^{i\lambda \ell_0} \hat{u}(x, t, \xi) d\xi] \equiv \hat{F}(\hat{u}), \end{aligned} \tag{6}$$

с нелокальными краевыми

$$\gamma D_t^p \hat{u}|_{t=0} = D_t^p \hat{u}|_{t=T}; p = 0, 1 \tag{7}$$

$$\eta D_x^p \hat{u}|_{x=-1} = D_x^p \hat{u}|_{x=1}; p = 0, 1, \tag{8}$$

где, $\lambda \in R = (-\infty, \infty), \hat{f}(x, t, \lambda) = (2\pi)^{-1/2} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x, t, z) e^{-i\lambda z} dz$

-преобразование Фурье по переменной z , функции $f(x, t, z)$.

Теорема 1 (Основной результат). Пусть выполнены вышеуказанные условия 1 и 2 для коэффициентов уравнения (1), кроме того, пусть $2a(x,t) + \mu x > B_1 > 0$, $\mu c(x,t) - c_t(x,t) > b_2 > 0$, для всех $x \in \bar{Q}$, где $\mu = \frac{2}{T} \ln|\gamma| > 0$, $|\gamma| > 1$, $|\eta| \geq 1$, $a(x,0) = a(x,T)$, $c(x,0) = c(x,T)$, для всех $x \in [-1,1]$, и пусть далее существуют положительные числа $\sigma, c(\sigma^{-1})$ – (коэффициенты неравенства Коши)

такие, что для $b_0 = \min\{B_1, \mu, b_2\}$ имеют место оценки $b_0 - c(\sigma^{-1}) = \delta > 0$, $c(\sigma^{-1}) = 14\mu^2\sigma^{-1} > 0$, где $M \|f\|_{W_2^{3,s}(G)}^2 < \frac{1}{2}$, где $M = \text{const}(\sigma\mu^2m\delta^{-1}\eta^{-2}\|f_0\|_{C_{x,t}^{0,1}(Q)})$

$m = 10c_1c_2c_3$, $c_1 = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{\lambda^4 d\lambda}{(1+|\lambda|^2)^s} < +\infty, s \geq 3$, $c_i (i=2,3)$ – коэффициенты теоремы вложения Соболева.

$$\text{Тогда функции } u(x,t,z) = (2\pi)^{-1/2} \int_{-\infty}^{+\infty} \hat{u}(x,t,\lambda) e^{i\lambda z} d\lambda, \tag{9}$$

$$h(x,t) = \frac{1}{f_0(x,t)} \left[\Phi_0 + \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \lambda^2 e^{i\lambda \ell_0} \hat{u}(x,t,\lambda) d\lambda \right] \tag{10}$$

являются единственным решением линейной обратной задачи (1)-(5) из указанного класса U . Доказательство теоремы 1 проведём по следующей схеме:

1. Покажем, что функция $u(x,t,y)$, определённая по формуле (9), удовлетворяет дополнительному условию (5).

2. Для доказательства однозначной разрешимости задачи (6)-(8) сначала исследуем однозначную разрешимость вспомогательной задачи, то есть исследуем разрешимость семейства нагруженных интегро-дифференциальных уравнений третьего порядка с малым параметром.

3. Затем с помощью этой вспомогательной задачи изучим однозначную разрешимость семейства нагруженных уравнений смешанного типа второго порядка (6)-(8).

4. Используя однозначную разрешимость задачи (6)-(8), покажем однозначную разрешимость линейной обратной задачи (1)-(5).

Теперь приступим к реализации этой схемы.

Доказательство. Докажем теорему 1 поэтапно. Сначала покажем, что функция $u(x,t,z)$ удовлетворяет дополнительному условию (5), т.е. $u(x,t,\ell_0) = \varphi_0(x,t)$. Положим противное.

Пусть $u(x,t,\ell_0) = (2\pi)^{-1/2} \int_{-\infty}^{+\infty} \hat{u}(x,t,\lambda) e^{i\lambda \ell_0} d\lambda = \omega(x,t) \neq \varphi_0(x,t)$, рассмотрим функции

$\mathcal{G}(x,t) = \omega(x,t) - \varphi_0(x,t)$ в области Q . Умножая задачи (6)-(8), на $\frac{e^{i\lambda \ell_0}}{\sqrt{2\pi}}$ и интегрируя по параметру λ от $-\infty$ до ∞ , учитывая условие теоремы 1, получим следующую задачу:

$$L_0 \mathcal{G} = x \mathcal{G}_{tt} - \mathcal{G}_{xx} + a(x,t) \mathcal{G}_t + c(x,t) \mathcal{G} = 0 \tag{11}$$

с полунелокальными краевыми

$$\gamma D_t^p \mathcal{G}|_{t=0} = D_t^p \mathcal{G}|_{t=T}; p = 0,1 \tag{12}$$

$$\eta D_x^p \mathcal{G}|_{x=-1} = D_x^p \mathcal{G}|_{x=1}; p = 0,1, \tag{13}$$

Единственность решения задачи (11)-(13) доказана в работах [4,5], отсюда следует $\mathcal{G}(x,t) = 0$, т.е. $\omega(x,t) = \varphi_0(x,t)$.

Теперь докажем однозначную разрешимость задачи (6)-(8). При этом семейство нагруженных интегро-дифференциальных уравнений третьего порядка (14) с условиями (15),(16) используем в качестве « ε – регуляризирующего» уравнения для уравнения (6) [3,4-12].

Пусть $\{\hat{u}_\varepsilon\} \in W(Q, R)$ при фиксированном $\varepsilon > 0$ есть единственное решение задачи (14)-(16). Тогда при $\varepsilon > 0$ справедливо неравенство IV). По теореме о слабой компактности [13,24], из ограниченной последовательности $\{\hat{u}_\varepsilon\}$ можно извлечь слабо сходящуюся под последовательность функции $\{\hat{u}_{\varepsilon_j}\}$, такую, что $\hat{u}_{\varepsilon_j} \rightarrow \hat{u}$ слабо в $W(Q, R)$. Покажем, что предельная функция $\hat{u}(x, t, \lambda)$ удовлетворяет уравнению (6) почти всюду в $W(Q, \square)$. Действительно, так как под последовательность $\{\hat{u}_{\varepsilon_j}\}$ слабо сходится в $W(Q, \square)$, а оператор L – линеен, имеем:

$$L\hat{u} - F(\hat{u}) = L\hat{u} - F(\hat{u}_{\varepsilon_j}) - [F(\hat{u}) - F(\hat{u}_{\varepsilon_j})] = \varepsilon_j \hat{u}_{\varepsilon_j, III} + L_0(\hat{u} - \hat{u}_{\varepsilon_j}) + \lambda^2(\hat{u} - \hat{u}_{\varepsilon_j}). \quad (38)$$

Переходя к пределу в (38) при $\varepsilon_j \rightarrow 0$, получим $L\hat{u} = F(\hat{u})$. Значит функция $\hat{u}(x, t, \lambda)$ будет единственным решением задачи (6)-(8) из $W(Q, R)$.

Тем самым доказана теорема 2. Теперь докажем теорему 1. Так как выполнены все условия теоремы 1, используя равенства Парсеваля – Стеклова [14,16,19,20] для решения задачи (6)-(8) получим решение задачи (1)-(5) из указанного класса U .

Заключение. Аналогично изучаются линейные обратные задачи для многомерного уравнения Трикоми и Чаплыгина с нелокальными краевыми условиями в призматической неограниченной области.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Аниканов Ю.Е. *Некоторые методы исследования многомерных обратных задач для дифференциальных уравнений.* Новосибирск. Наука, 1978. -120с
2. Бубнов. Б. А. *К вопросу о разрешимости многомерных обратных задач для параболических и гиперболических уравнений.* Новосибирск. 1987. Препринты №713,714, ВЦ.СО АН СССР. с.44
3. Врагов В.Н. *Краевые задачи для неклассических уравнений математической физики.* Новосибирск: НГУ, 1983.
4. Джамалов С.З. *Об одной нелокальной краевой задаче с постоянными коэффициентами для многомерного уравнения смешанного типа первого рода.* // Вестник Самарского государственного технического университета, Сер.физ.-мат.науки, 2017, т.21, №4, С.1-14.
5. Джамалов С.З., Ашуров Р.Р. *О гладкости одной нелокальной краевой задачи для многомерного уравнения Чаплыгина в пространстве.* // Казахский математический журнал. 2018г, Т18, №2, С.59-70.
6. Djamalov.S.Z. *Linear inverse problem for Trikomy equation in three-dimensional space.*//Bulletin KRASES. Phys. &Math.Sci.-2016.v.13.no2, pp.10-15.
7. Джамалов С.З., Ашуров Р.Р. *Об одной линейной обратной задаче для многомерного уравнения смешанного типа второго рода, второго порядка* // Дифференциальные уравнения. 2019.Т.55. № 1 ,с.34-44.
8. Джамалов С.З., Ашуров Р.Р. *Об одной линейной обратной задаче для многомерного уравнения смешанного типа первого рода, второго порядка.* // Известия вузов. Математика.2019, №6, с.1-12.
9. Джамалов С.З, Пятков С.Г. *Некоторые классы обратных задач для уравнений смешанного типа второго порядка.* // Матем, заметки СВФУ, 2018, Т.25, №4, с.3-15.
10. С.З.Джамалов, Р.Р.Ашуров, Х.Ш.Туракулов. *Об одной полунелокальной краевой задаче для трехмерного уравнения Трикоми в неограниченной призматической области* // «ВЕСТНИК КРАУНЦ» Физ.-мат. науки. 2021, Т.35 №2, с.8-16.

EXISTENCE OF A SOLUTION TO THE PROBLEM POSED FOR A SYSTEM OF FRACTIONAL DIFFUSION EQUATIONS

Turdiyev Khalim Khamroyevich,

Associate Professor of the Department of Differential Equations

Bukhara State University

h.h.turdiyev@buxdu.uz,

Bahronova Sayyora Botir qizi,

Master of the Department of Differential Equations

Bukhara State University

sayyorabaxranova3s8@gmail.com

Abstract. *In this paper, we study the solution of the Cauchy problem for a system of fractional-order wave propagation equations with initial conditions. Let us make the system of fractional-order wave propagation equations canonical. Then we set initial conditions for this system and obtain the Cauchy problem. The Cauchy problem is replaced by its equivalent integral equation. The existence and uniqueness of a solution to the correct problem is proven.*

Keywords: *Riemann-Liouville fractional derivative, initial condition, direct problem, integral equation, existence, unique.*

KASR DIFFUZIYA TENGLAMALARI SISTEMASIGA QO‘YILGAN MASALA YECHIMINING MAVJUDLIGI

Annotatsiya. *Ushbu ishda biz boshlang‘ich shartlariga ega bo‘lgan vaqtli kasr tartibli to‘lqin tebrannish tenglamalar sistemasi uchun chiziqli bo‘lmagan to‘g‘ri masalaning yechilishini o‘rganamiz. Avvalo, vaqtli kasr tartibli to‘lqin tebrannish tenglamalar sistemasi normal ko‘rinishga keltiramiz. So‘ngra ushbu sistemaga boshlang‘ich shartlar berib, Koshi masalasini olamiz. Biz boshlang‘ich shartli masalani o‘rganamiz. Masala unga ekvivalenti bo‘lgan integral tenglamaga almashtiriladi. To‘g‘ri masalaning yechimi mavjudligi va yagonaligi isbotlanadi.*

Kalit so‘zlar: *Riman-Liuvil kasr hosila, boshlang‘ich shart, to‘g‘ri masala, integral tenglama, mavjud, yagona.*

СУЩЕСТВОВАНИЕ РЕШЕНИЯ ПОСТАВЛЕННОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ДРОБНЫХ УРАВНЕНИЙ ДИФфуЗИИ

Аннотация. *В данной работе изучается решение задачи Коши для системы уравнений распространения волн дробного порядка с начальными условиями. Сделаем систему уравнений распространения волн дробного порядка канонической. Затем задаём этой системе начальные условия и получаем задачу Коши. Задача Коши заменяется эквивалентным ей интегральным уравнением. Доказаны существование и единственность решения правильной задачи.*

Ключевые слова: *дробная производная Римана-Лиувилля, начальное условие, прямая задача, интегральное уравнение, существование, единственное.*

Introduction. In recent years the field of fractional calculus has attracted interest of researchers in several areas including mathematics, physics, chemistry, engineering and even finance and social sciences. Now days, the fractional calculus is new field of mathematical study that deals with the investigation and applications of derivatives and integrals of non-integer order [1]-[5]. The forward systematic studies seem to have been made in the 19th century by Liouville, Riemann, Leibniz, Caputo etc.

The fractional derivative of the exponential function obtained by Liouville in 1832, and the fractional derivative of power function got by Riemann in 1847 [1]. In other words, there are multiple definitions for fractional derivative and all of them are mathematically correct.

The initial, initial boundary value problem for fractional order differential equations has been studied by many researchers. In the papers [6]-[10] was investigated the initial boundary value problem for fractional

order differential equations in the bounded domain. In this paper [8]-[10], authors studied initial-boundary problem for fractional differential equation using the Fourer's method.

These articles [11]-[14] considered inverse problems of determining the coefficients of fractional differential equations involving the generalized Riemann-Liouville operator. First of all, studied the initial boundary value problem, then is investigated the inverse problem by imposing additional conditions on the solution of the direct problem. In articles [15]-[18], the inverse problems of determining the coefficient and memory function from the classical equations of mathematical physics are studied.

We consider the system of fractional partial differential equations

$$\left(I \cdot D_t^\alpha + A \frac{\partial}{\partial x} + B \frac{\partial}{\partial y} \right) U(x, y, t) = f(x, y, t), \quad (1)$$

where $U = (\rho, u, v)^*$, $*$ is the transposition sign, D_t^α – Reimann-Liouville fractional derivative of the order $0 < \alpha < 1$,

$$A = \begin{pmatrix} 0 & \rho_0 c_0^2 & 0 \\ \frac{1}{\rho_0} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \rho_0 c_0^2 \\ 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{\rho_0} & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad f = \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{pmatrix} (x, y, t).$$

Definition 1. For $n - 1 < \alpha < n$, the Reimann-Liouville fractional integral and derivative of order α is defined as [5]

$$I_t^{n-\alpha} u(x, t) = \frac{1}{\Gamma(n-\alpha)} \int_0^t (t-\tau)^{n-\alpha-1} u(x, \tau) d\tau$$

and

$$D_t^\alpha u(x, t) = \left(\frac{d}{dt} \right)^n (I_t^{n-\alpha} u(x, t))(x, t), \quad \alpha \in \mathbb{C}, \quad \text{Re}(\alpha) > 0, n < [\text{Re}(\alpha)] + 1.$$

We reduce the system (1) to canonical form with respect to the variables t and x . To do this, compose the equation

$$|A - \lambda I| = 0, \quad (2)$$

where I is the identity matrix of dimension 9. The last equation with respect to λ has following solutions:

$$\lambda_1 = c_0 \quad \lambda_2 = -c_0 \quad \lambda_3 = 0.$$

Now we choose a nondegenerate matrix $T(x_3, t)$ so that the equality

$$T^{-1}AT = \Lambda \quad (3)$$

is hold, where Λ is a diagonal matrix, the diagonal of which contains the eigenvalues of the matrix A that is

$$\Lambda = \text{diag} (c_0, -c_0, 0).$$

From the formula (3) implies the equality

$$AT = T\Lambda,$$

which means that the column with the number i of the matrix T is an eigenvector of the matrix AT , corresponding to the eigenvalue λ_i . Direct calculations show that the matrix T and T^{-1} satisfying the above conditions, can be chosen as (not uniquely)

$$T = \begin{pmatrix} \rho_0 c_0 & \rho_0 c_0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

and

$$T^{-1} = \frac{1}{-2\rho_0 c_0} \begin{pmatrix} -1 & -\rho_0 c_0 & 0 \\ -1 & \rho_0 c_0 & 0 \\ 0 & 0 & -2\rho_0 c_0 \end{pmatrix}.$$

We introduce the vector function U by the equality

$$U = TV.$$

Making this change in the equation (1)

$$ITD_t^\alpha V(x, y, t) + AT \frac{\partial}{\partial x} V(x, y, t) + BT \frac{\partial}{\partial y} V(x, y, t) = f(x, y, t).$$

Multiplying it on the left by T^{-1}

$$T^{-1}ITD_t^\alpha V(x, y, t) + T^{-1}AT \frac{\partial}{\partial x} V(x, y, t) + T^{-1}BT \frac{\partial}{\partial y} V(x, y, t) = T^{-1}f(x, y, t).$$

Then we get

$$ED_t^\alpha V(x, y, t) + \Lambda \frac{\partial}{\partial x} V(x, y, t) + B_1 \frac{\partial}{\partial y} V(x, y, t) = F(x, y, t), \quad (4)$$

where

$$T^{-1}IT = E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad \Lambda = \begin{pmatrix} c_0 & 0 & 0 \\ 0 & -c_0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

$$B_1 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{2}c_0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2}c_0 \\ c_0 & c_0 & 1 \end{pmatrix}, \quad F(x, y, t) = \begin{pmatrix} \frac{1}{2\rho_0 c_0} f_1(x, y, t) + \frac{1}{2} f_2(x, y, t) \\ \frac{1}{2\rho_0 c_0} f_1(x, y, t) - \frac{1}{2} f_2(x, y, t) \\ f(x, y, t) \end{pmatrix}.$$

The purpose of this article is to study the Cauchy problems for the system (4) in domain $(x, y) \in \mathbb{R}^2, t > 0$.

The outline of this paper organized as follows. Section 1 presents the problem is reduced to solving of an equivalent closed system of integral equations and proof of the unique solvability of the problem. At the end there is a list of literatures used in the article.

Set up problems and investigation

Consider the system of equations (4) in the domain

$$D = \{(x, y, t): (x, y) \in \mathbb{R}^2, t > 0\}.$$

For this system **Cauchy problem** we pose as follows: determine the solution of the system of equations (4)

$$I^{1-\alpha} \vartheta_i(x, y, t)|_{t=0} = \varphi_i(x, y), \quad i = 1, 2, 3, \quad (5)$$

here $\varphi_i(x, y)$ is given functions. It is known that the problem (4), (5) is posed well.

Let functions $F(x, y, t)$, $\varphi(x, y)$ included in the right-hand side of (4) and the data (5) are compact support in y for each fixed x, t . From the existence for the system (4) of a compact support domain of dependence and compact support with respect to y of the right-hand side (4) and data (5) implies the compact support in x solutions to the problem (4), (5).

Let us study the property of solution to this problem. More precisely, we restrict ourselves to studying the Fourier transform in the variables y of the solution. In what follows, for convenience and introduce the notation

$$\hat{V}(\eta_1, \eta_2, t) = \int_{\mathbb{R}^2} V(x, y, t) e^{-i[\eta_1 x + \eta_2 y]} dx dy,$$

$$\hat{F}(\eta_1, \eta_2, t) = \int_{\mathbb{R}^2} F_1(x, y, t) e^{-i[\eta_1 x + \eta_2 y]} dx dy,$$

where η_1, η_2 are transformation parameters.

Applying Fourier transforms for functions $\frac{\partial V_i(x, y, t)}{\partial x}$ and $\frac{\partial V_i(x, y, t)}{\partial y}$, we get the following

$$\int_{\mathbb{R}} \frac{\partial V_i(x, y, t)}{\partial x} e^{-i[\eta_1 x + \eta_2 y]} dx = V_i(x, y, t) e^{-i[\eta_1 x + \eta_2 y]} \Big|_{\mathbb{R}} + i\eta_1 \int_{\mathbb{R}} V_i(x, y, t) e^{-i[\eta_1 x + \eta_2 y]} dx.$$

Since the function $V_i(x, y, t)$ is finite, the condition $V_i(x, y, t) e^{-i[\eta_1 x + \eta_2 y]} \Big|_{\mathbb{R}} = 0$ is satisfied. We get

from above

$$\int_{\mathbb{R}^2} \frac{\partial V_i(x, y, t)}{\partial x} e^{-i[\eta_1 x + \eta_2 y]} dx dy = i\eta_1 \hat{V}(\eta_1, \eta_2, t).$$

Similarly

$$\int_{\mathbb{R}} \frac{\partial V_i(x, y, t)}{\partial y} e^{i[\eta_1 x + \eta_2 y]} dy = V_i(x, y, t) e^{i[\eta_1 x + \eta_2 y]} \Big|_{\mathbb{R}} - i\eta_2 \int_{\mathbb{R}} V_i(x, y, t) e^{i[\eta_1 x + \eta_2 y]} dy.$$

Since the function $V_i(x, y, t)$ is finite, the condition $V_i(x, y, t) e^{i[\eta_1 x + \eta_2 y]} \Big|_{\mathbb{R}} = 0$ is satisfied. We have

from above

$$\int_{\mathbb{R}^2} \frac{\partial V_i(x, y, t)}{\partial x} e^{i[\eta_1 x + \eta_2 y]} dx dy = -i\eta_1 \hat{V}(\eta_1, \eta_2, t).$$

$$\int_{\mathbb{R}^2} \frac{\partial V_i(x, y, t)}{\partial y} e^{i[\eta_1 x + \eta_2 y]} dx dy = -i\eta_2 \hat{V}(\eta_1, \eta_2, t).$$

We fix η_1, η_2 and for convenience, we introduce the notation $\hat{V}(\eta_1, \eta_2, t) = \hat{V}(t)$ and $\hat{F}(\eta_1, \eta_2, t) = \hat{F}(t)$. In terms of the function \hat{V} we write the problem (4), (5) as

$$ED_t^\alpha \hat{V}(t) + B_2 \hat{V}(t) = \hat{F}(t), \tag{6}$$

where

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \quad B_2 = \begin{pmatrix} c_0 i \eta_1 & 0 & \frac{1}{2} c_0 i \eta_2 \\ 0 & c_0 i \eta_1 & \frac{1}{2} c_0 i \eta_2 \\ c_0 i \eta_2 & c_0 i \eta_2 & 0 \end{pmatrix}, \quad \hat{F}(t) = \begin{pmatrix} \hat{F}_1(t) \\ \hat{F}_2(t) \\ \hat{F}_3(t) \end{pmatrix}.$$

We will use a similar notations for the Fourier images of functions included in the initial condition (5):

$$I^{1-\alpha} \hat{V}_i|_{t=0} = \hat{\varphi}_i, \quad i = 1, 2, 3, \tag{7}$$

where $\hat{\varphi}_i, i = 1, 2, 3$ is the Fourier images of the corresponding functions from (5).

Theorem 1. Let functions $F(x, y, t), \varphi(x, y)$ included in the right-hand side of (4) and the data (5) are compact support in y for each fixed x, t . Besides $\varphi(x, y) \in C_b(\mathbb{R}^2), F \in C_b^{0,0,1}(D)$. Then in the space D there is a unique classical solution to the direct problem (6)-(7).

Proof. First, let's find a general solution to the system of equations (6). To do this, we expand each equation of the system of matrix equations (6):

$$\begin{cases} D_t^\alpha \hat{V}_1 + c_0 i \eta_1 \hat{V}_1 + \frac{1}{2} c_0 i \eta_2 \hat{V}_3 = \hat{F}_1(t) \\ D_t^\alpha \hat{V}_2 + c_0 i \eta_1 \hat{V}_2 + \frac{1}{2} c_0 i \eta_2 \hat{V}_3 = \hat{F}_2(t) \\ D_t^\alpha \hat{V}_3 + c_0 i \eta_2 (\hat{V}_1 + \hat{V}_2) = \hat{F}_3(t). \end{cases} \tag{8}$$

Let $L[\hat{V}(t)](s)$ be the Laplace transform of $\hat{V}(t)$ with respect to variable t . Applying to the system (6) the Laplace transform with respect to the time variable t , we obtain the following system of equation:

$$s^\alpha L[\hat{V}_1(t)](s) - I^{1-\alpha} \hat{V}_1(0) + c_0 i \eta_1 L[\hat{V}_1(t)](s) + \frac{1}{2} c_0 i \eta_2 L[\hat{V}_3(t)](s) = L[\hat{g}_1(t)](s), \tag{9}$$

$$s^\alpha L[\hat{V}_2(t)](s) - I^{1-\alpha} \hat{V}_2(0) + c_0 i \eta_1 L[\hat{V}_2(t)](s) + \frac{1}{2} c_0 i \eta_2 L[\hat{V}_3(t)](s) = L[\hat{g}_2(t)](s), \tag{10}$$

$$s^\alpha L[\hat{V}_3(t)](s) - I^{1-\alpha} \hat{V}_3(0) + c_0 i \eta_2 L[\hat{V}_1(t)](s) + c_0 i \eta_2 L[\hat{V}_2(t)](s) = L[\hat{g}_3(t)](s). \tag{11}$$

Taking into account the initial conditions from (7) and as a result of simple mathematical calculations, from (9)-(11) we get following equations:

$$\begin{aligned} L[\hat{V}_1](s) &= -\frac{c_0 i \eta_2}{2(s^\alpha + c_0 i \eta_1)} L[\hat{V}_3(t)](s) + \frac{1}{s^\alpha + c_0 i \eta_1} (L[\hat{g}_1(t)](s) + \hat{\varphi}_1), \\ L[\hat{V}_2](s) &= -\frac{c_0 i \eta_2}{2(s^\alpha + c_0 i \eta_1)} L[\hat{V}_3(t)](s) + \frac{1}{s^\alpha + c_0 i \eta_1} (L[\hat{g}_2(t)](s) + \hat{\varphi}_2), \\ L[\hat{V}_3](s) &= -\frac{c_0 i \eta_2}{s^\alpha} (L[\hat{V}_1(t)](s) + L[\hat{V}_2(t)](s)) + \frac{1}{s^\alpha} (L[\hat{g}_3(t)](s) + \hat{\varphi}_3). \end{aligned}$$

Taking into consideration the convolution property of the Laplace transform and considering the relationship between the generalized Mittag-Leffler function, the inverse Laplace transform of the functions $\hat{V}_i(t)$ from last relations can be obtained as follows:

$$\begin{aligned} \hat{V}_1(t) &= \hat{\varphi}_1 E_\alpha(-c_0 i \eta_1 t^\alpha) + \int_0^t (t-\tau)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-c_0 i \eta_1 (t-\tau)^\alpha) \hat{g}_1(\tau) d\tau - \\ &\quad - \frac{1}{2} \int_0^t (t-\tau)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-c_0 i \eta_1 (t-\tau)^\alpha) \hat{V}_3(\tau) d\tau, \end{aligned} \tag{12}$$

$$\begin{aligned} \hat{V}_2(t) &= \hat{\varphi}_2 E_\alpha(-c_0 i \eta_1 t^\alpha) + \int_0^t (t-\tau)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-c_0 i \eta_1 (t-\tau)^\alpha) \hat{g}_2(\tau) d\tau - \\ &\quad - \frac{1}{2} \int_0^t (t-\tau)^{\alpha-1} E_{\alpha,\alpha}(-c_0 i \eta_1 (t-\tau)^\alpha) \hat{V}_3(\tau) d\tau, \end{aligned} \tag{13}$$

$$\begin{aligned} \hat{V}_3(t) &= \hat{\varphi}_3 + \frac{1}{\Gamma(\alpha)} \int_0^t (t-\tau)^{\alpha-1} \hat{g}_3(\tau) d\tau - \\ &\quad - \frac{1}{2\Gamma(\alpha)} \int_0^t (t-\tau)^{\alpha-1} (\hat{V}_1(\tau) + \hat{V}_2(\tau)) d\tau, \end{aligned} \tag{14}$$

Let us write the system of equations (12)-(14) in matrix form in the following form

$$E\hat{V}(t) = B_3(t)\hat{\varphi} + \int_0^t D_{1\alpha}(\tau)\hat{F}(\tau)d\tau - \int_0^t D_{2\alpha}(\tau)\hat{V}(\tau)d\tau, \tag{15}$$

where

$$\begin{aligned} E &= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \hat{\varphi} = \begin{pmatrix} \hat{\varphi}_1 \\ \hat{\varphi}_2 \\ \hat{\varphi}_3 \end{pmatrix}, \hat{F}(t) = \begin{pmatrix} \hat{F}_1(t) \\ \hat{F}_2(t) \\ \hat{F}_3(t) \end{pmatrix}, \\ B_3(t) &= \begin{pmatrix} E_\alpha(-c_0 i \eta_1 t^\alpha) & 0 & 0 \\ 0 & E_\alpha(-c_0 i \eta_1 t^\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = (B_{3i,j})_{i,j=1}^3, \\ D_{1\alpha}(t) &= (D_{1i,j})_{i,j=1}^3 := \\ &= \begin{pmatrix} \frac{t^{\alpha-1}}{2} E_\alpha(-c_0 i \eta_1 t^\alpha) & 0 & 0 \\ 0 & -\frac{t^{\alpha-1}}{2} E_\alpha(-c_0 i \eta_1 t^\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & \frac{t^{\alpha-1}}{\Gamma(\alpha)} \end{pmatrix}, \end{aligned}$$

$$D_{2\alpha}(t) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \frac{t^{\alpha-1}}{2} E_{\alpha}(-c_0 i \eta_1 t^{\alpha}) \\ 0 & 0 & \frac{t^{\alpha-1}}{2} E_{\alpha}(-c_0 i \eta_1 t^{\alpha}) \\ \frac{t^{\alpha-1}}{2\Gamma(\alpha)} & \frac{t^{\alpha-1}}{2\Gamma(\alpha)} & 0 \end{pmatrix} = (D_{2i,j})_{i,j=1}^3.$$

Let's prove that the system of equations (15) has a unique solution. For this, we write the system of equations (15) as follows

$$\hat{V}_i(t) = \sum_{j=1}^3 B_{3i,j}(t) \hat{\phi}_j + \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{1i,j}(\tau) \hat{F}_j(\tau) d\tau - \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{2i,j}(\tau) \hat{V}_j(\tau) d\tau, \quad i = 1,2,3. \quad (16)$$

Let

$$\hat{\phi}_0 = \max_{1 \leq i \leq 3} \{|\hat{\phi}_i|\}, \quad \hat{F}_0 = \max_{\substack{1 \leq i \leq 3 \\ t \in [0, T]}} \{|\hat{F}_i(t)|\}, \quad b_0 := \max_{1 \leq j \leq n} \{\|B_{3i,j}\|_{C[0, T]}\},$$

$$d_{01} := \max_{1 \leq i, j \leq 3} \{\|D_{1i,j}\|_{C(D_T)}\}, \quad d_{02} := \max_{1 \leq i, j \leq 3} \{\|D_{2i,j}\|_{C(D_T)}\}, \quad d_0 = \max_{i=1,2} \{d_{0i}\}.$$

where the classes $C(D_T), C[0, T]$ are continuously differentiable and functions continuous in the domain D_T , respectively.

In the system of equations (16), we use the method of successive approximation.

Let us construct a method of successive approximations for equation (16) according to the following scheme:

$$\begin{aligned} \hat{V}^0_i(t) &= \sum_{j=1}^3 B_{3i,j}(t) \hat{\phi}_j + \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{1i,j}(\tau) \hat{F}_j(\tau) d\tau, \quad i = 1,2,3, \\ \hat{V}^1_i(t) &= - \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{2i,j}(\tau) \hat{V}^0_i(\tau) d\tau, \quad i = 1,2,3, \\ \hat{V}^2_i(t) &= - \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{2i,j}(\tau) \hat{V}^1_i(\tau) d\tau, \quad i = 1,2,3, \\ &\dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ \hat{V}^n_i(t) &= - \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{2i,j}(\tau) \hat{V}^{n-1}_i(\tau) d\tau, \quad i = 1,2,3. \end{aligned} \quad (17)$$

Obviously, if the conditions of Theorem 1 are met, each of the functions $\hat{V}^n_i(t)$ in the domain is continuous. In this area there are assessments

$$\begin{aligned} |\hat{V}^0_i(t)| &= \left| \sum_{j=1}^3 B_{3i,j}(t) \hat{\phi}_j + \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{1i,j}(\tau) \hat{F}_j(\tau) d\tau \right| \leq \hat{\phi}_0 b_0 + \hat{F}_0 d_0 T, \\ |\hat{V}^1_i(t)| &= \left| - \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{2i,j}(\tau) \hat{V}^0_i(\tau) d\tau \right| \leq (\hat{\phi}_0 b_0 + \hat{F}_0 d_0 T) d_0 t, \\ |\hat{V}^2_i(t)| &= \left| - \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{2i,j}(\tau) \hat{V}^1_i(\tau) d\tau \right| \leq (\hat{\phi}_0 b_0 + \hat{F}_0 d_0 T) \frac{d_0^2 t^2}{2}, \\ |\hat{V}^3_i(t)| &= \left| - \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{2i,j}(\tau) \hat{V}^2_i(\tau) d\tau \right| \leq (\hat{\phi}_0 b_0 + \hat{F}_0 d_0 T) \frac{d_0^3 t^3}{3!}, \end{aligned}$$

$$|\hat{V}^n_i(t)| = \left| - \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{2i,j}(\tau) \hat{V}^{n-1}_i(\tau) d\tau \right| \leq (\hat{\varphi}_0 b_0 + \hat{F}_0 d_0 T) \frac{d_0^n t^n}{n!},$$

Let us show that the series

$$\sum_{n=0}^{\infty} \hat{V}^n_i(t)$$

converges uniformly in the region D_T .

Its partial sum coincides with the function $\hat{V}^n_i(t)$ and therefore this series is suppressed by the series

$$\sum_{n=0}^{\infty} (\hat{\varphi}_0 b_0 + \hat{F}_0 d_0 T) \frac{d_0^n t^n}{n!}$$

which, in turn, for all $t \in [0, T]$ is dominated by a convergent number series

$$\sum_{n=0}^{\infty} (\hat{\varphi}_0 b_0 + \hat{F}_0 d_0 T) \frac{d_0^n T^n}{n!}.$$

So, the series

$$\sum_{n=0}^{\infty} (\hat{\varphi}_0 b_0 + \hat{F}_0 d_0 T) \frac{d_0^n T^n}{n!} = (\hat{\varphi}_0 b_0 + \hat{F}_0 d_0 T) \exp\{d_0 T\}$$

converges absolutely and uniformly and, therefore, its sum is a continuous function in the region D_T .

As usual, it is not difficult to prove that the sum of the series is a solution to the integral equation (16).

Now we will show the uniqueness of this solution. Let us assume that there are two different solutions to equation (16) $\hat{V}^1_i(t)$ and $\hat{V}^2_i(t)$ ($\hat{V}^1_i(t) \neq \hat{V}^2_i(t)$):

$$\begin{aligned} \hat{V}^1_i(t) &= \sum_{j=1}^3 B_{3i,j}(t) \hat{\varphi}_j + \\ &+ \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{1i,j}(\tau) \hat{F}_j(\tau) d\tau - \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{2i,j}(\tau) \hat{V}^1_j(\tau) d\tau, \quad i = 1,2,3, \\ \hat{V}^2_i(t) &= \sum_{j=1}^3 B_{3i,j}(t) \hat{\varphi}_j + \\ &+ \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{1i,j}(\tau) \hat{F}_j(\tau) d\tau - \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{2i,j}(\tau) \hat{V}^2_j(\tau) d\tau, \quad i = 1,2,3, \end{aligned}$$

Then their difference

$$W_i(t) = \hat{V}^1_i(t) - \hat{V}^2_i(t), \quad i = 1,2,3,$$

satisfies the integral equation

$$W_i(t) = - \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{2i,j}(\tau) W_j(\tau) d\tau, \quad i = 1,2,3. \tag{18}$$

Assessing (18), we obtain

$$|W_i(t)| = \left| - \int_0^t \sum_{j=1}^3 D_{2i,j}(\tau) W_j(\tau) d\tau \right| \leq d_0 \int_0^t W_i(\tau) d\tau, \quad i = 1,2,3. \tag{19}$$

Hence, according to the integral Gronwall–Bellman inequality, we have

$$|W_i(t)| \leq 0 \Rightarrow W_i(t) \equiv 0,$$

that is

$$\hat{V}^1_i(t) = \hat{V}^2_i(t), \quad i = 1,2,3.$$

Conclusion. Thus, it is shown that the direct line of problem (6)-(7) has a unique solution. Theorem 1 is proven.

REFERENCES:

1. Herrmann R. *Fractional calculus: An introduction for physicists*. 2011: World Scientific.
2. Hilfer R., *Applications of Fractional Calculus in Physics*, World Scientific: Singapore, 2000.
3. Podlubny, *Fractional differential equations*, Academic Press, New York, 1999.
4. Samko S.G., Kilbas A.A., Marichev O.I. *Fractional integrals and derivatives. Theory and applications*. Gordon and Breach Science Publishers, Yveron, 1993.
5. Kilbas A.A., Srivastava H.M., Trujillo J.J. *Theory and application of fractional differential equations*. North—Holland Mathematical Studies, Amsterdam: Elsevier, 2006.
6. Furati K.M., Kassim M. D., Tatar N. E. Existence and uniqueness for a problem involving Hilfer fractional derivative, *Comput. Math. Appl.*, 64, 1616-1626, 2012.
7. Furati K.M., Iyiola O.S., Kirane M., An inverse problem for a generalised fractional diffusion, *Appl. Math. Comput.* 249, pp. 24--31, (2014).
8. Furati K.M., Kassim M. D., Tatar N. E. \textquotedblleft Non-existence of global solutions for a differential equation involving Hilfer fractional derivative, *Electron. J. Differ. Equ.*, 235, 1-10, (2013).
9. Durdiev D.K., Shishkina E. L., Sitnik S.M. The explicit formula for solution of anomalous diffusion equation in the multi-dimensional space, *Lobachevskii Journal of Mathematics*, 42(6), pp. 1264-1273, 2021.
10. Sultanov M.A., Durdiev D.K., Rahmonov A.A., Construction of an explicit solution of a time-fractional multidimensional differential equation, *Mathematics*, 9(17), 2052 , 2021.
11. Turdiev H.H., Inverse coefficient problems for a time-fractional wave equation with the generalized Riemann-Liouville time derivative, *Russian Mathematics (Izvestiya VUZ. Matematika)*, 10, pp. 46-59, (2023).
12. Durdiev D. K., Turdiev H.H. Inverse Coefficient Problem for Fractional Wave Equation with the Generalized Riemann–Liouville Time Derivative, *Indian J Pure Appl Math*, <https://doi.org/10.1007/s13226-023-00517-9>, 2023.
13. Durdiev D.K., Turdiev H.H. Inverse coefficient problem for a time-fractional wave equation with initial-boundary and integral type overdetermination conditions, *Math. Meth. Appl. Sci.*, DOI 10.1002/mma.9867, 2023.
14. Durdiev D.K., Turdiev H.H. Determining of a space dependent coefficient of fractional diffusion equation with the generalized Riemann–Liouville time derivative, *Lobachevskii Journal of Mathematics*, 45, No. 2, pp. 80–94, 2024.
15. Durdiev D.K., Totieva Z.D. The problem of determining the one-dimensional matrix kernel of the system of visco-elasticity equation, *Math Met Appl Scie.*, 41(17), 8019–8032, (2018).
16. Durdiev D.K., Turdiev Kh.Kh. The Problem of Finding the Kernels in the System of Integro-Differential Maxwell’s Equations, *Sib. Zh. Ind. Math.*, 24(2), 38–61, (2021).
17. Durdiev D.K., Turdiev Kh.Kh. An Inverse Problem for a First Order Hyperbolic System with Memory, *Differential equation*, 56 (12), 1666–1675, (2020).
18. Durdiev D.K., Totieva Z.D. Kernel Determination Problems in Hyperbolic Integro-Differential Equations, Springer Nature Singapore Pte Ltd, Series title Science Foundation Series in Mathematical Sciences, 2023.

СЛАБАЯ СХОДИМОСТЬ m – ВЫПУКЛЫХ ФУНКЦИЙ

Исмоилов Мухиддин Бахром угли,

Национальный университет Узбекистана имени М.Улугбека
mukhiddin4449@gmail.com

Шарипов Расулбек Ахмедович,

Ургенчский государственный университет,
 Институт математики им. В.И.Романовского
 Академии наук Узбекистана,
r.sharipov@urdu.uz

Аннотация. В данной статье определены Борелевские меры $H_k(x)$ гессианов в классе m -выпуклых, ограниченных в пространстве \mathbb{R}^n функций, и исследована их слабая сходимость.

Ключевые слова: выпуклые функция, m -выпуклые функции, сильно m -субгармонические функции, Борелевские меры, Гессиан.

QAVARIQ FUNKSIYALARNING ZAIF YAQINLASHISHI

Annotatsiya. Ushbu maqolada \mathbb{R}^n fazoda chegaralangan m -qavariq funksiyalar sinfidagi $H_k(u)$ gessian borel o'lchovi aniqlangan va ularning kuchsiz yaqinlashishini o'rganilgan.

Kalit so'zlar: qavariq funksiyalar, m -qavariq funksiyalar, kuchli m -subgarmonik funksiyalar, Borel o'lchovi, Gessian.

WEAK APPROXIMATION OF CONVEX FUNCTIONS

Abstract. In this article, the Borel measures of $H_k(u)$ -Hessians is defined in the class of m -convex bounded in \mathbb{R}^n functions. Moreover, their weakly convergence is studied.

Keywords: convex function, m -convex function, Strong m -subharmonic function, Borel measures, Hessian.

Введение. m -выпуклые функции является реальным аналогом в \mathbb{R}^n сильно m -субгармонических (sh_m) функций в комплексном пространстве \mathbb{C}^n . Класс sh_m -функций, в данное время стал предметом исследования многих авторов (З. Блоцкий [8], С.Динев и С.Колодзей [9], [10], [11], С. Ли [12], Х.Ч.Лу [13],[14], Х.Ч.Лу и В.Д.Нгуен [15], А.Садуллаев и его ученики [4],[5],[6] и др.

Дважды гладкая функция $u(z) \in C^2(D)$, $D \subset \mathbb{C}^n$ называется сильно m -субгармонической, если в каждой точке области D имеет место:

$$\begin{aligned} sh_m(D) &= \left\{ u \in C^2 : (dd^c u)^k \wedge \beta^{n-k} \geq 0, k=1,2,\dots,n-m+1 \right\} = \\ &= \left\{ u \in C^2 : dd^c u \wedge \beta^{n-1} \geq 0, (dd^c u)^2 \wedge \beta^{n-2} \geq 0, \dots, (dd^c u)^{n-m+1} \wedge \beta^{m-1} \geq 0 \right\}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $\beta = dd^c \|z\|^2$ – стандартная форма объема в \mathbb{C}^n

Ясно, что $psh = sh_1 \subset sh_2 \subset \dots \subset sh_n = sh$. Операторы $(dd^c u)^k \wedge \beta^{n-k}$ тесно связаны с Гессианами. Если $dd^c u = \frac{i}{2} [\lambda_1 dz_1 \wedge d\bar{z}_1 + \dots + \lambda_n dz_n \wedge d\bar{z}_n]$, где $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ – собственные значения

эрмитовой матрицы $\left(\frac{\partial^2 u}{\partial z_j \partial \bar{z}_k} \right)$, то

$$(dd^c u)^k \wedge \beta^{n-k} = k!(n-k)! H_o^k(u) \beta^n,$$

где $H_o^k(u) = \sum_{1 \leq j_1 < \dots < j_k \leq n} \lambda_{j_1} \dots \lambda_{j_k}$ – гессиан размерности k вектора $\lambda = \lambda(u) \in \mathbb{R}^n$.

Следовательно, дважды гладкая функция $u(z) \in C^2(D), D \subset \mathbb{C}^n$ является сильно m -субгармонической, если в каждой точке $o \in D$

$$H^k(u) = H_o^k(u) \geq 0, \quad k=1, 2, \dots, n-m+1. \quad (2)$$

Сильно m -субгармонических функций можно определить и в классе интегрируемых функций.

Определение 1. Функция $u \in L_{loc}^1(D)$ называется sh_m в области $D \subset \mathbb{C}^n$ если она полунепрерывна сверху и для любых дважды гладких sh_m функций v_1, \dots, v_{n-m} вида (4) поток $dd^c u \wedge dd^c v_1 \wedge \dots \wedge dd^c v_{n-m} \wedge \beta^{m-1}$, определяемый как:

$$\begin{aligned} & \left[dd^c u \wedge dd^c v_1 \wedge \dots \wedge dd^c v_{n-m} \wedge \beta^{m-1} \right](\omega) = \\ & = \int u dd^c v_1 \wedge \dots \wedge dd^c v_{n-m} \wedge \beta^{m-1} \wedge dd^c \omega, \quad \omega \in F^{0,0} \end{aligned}$$

положителен.

1. m -выпуклые функции и ассоциированные меры. В этом пункте мы аналогично (2) определим гессианы $H^k(u), k=1, 2, \dots, n-m+1$, в классе ограниченных m -выпуклых функций как борелевские меры. Изложенный способ определения $H^k(u)$ как мера принадлежит А. Садуллаеву (в печати [24]).

Пусть $D \subset \mathbb{R}^n$ и $u(x) \in C^2(D)$. Тогда матрица $\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x_j \partial x_k} \right)$ является ортогональной,

$\frac{\partial^2 u}{\partial x_j \partial x_k} = \frac{\partial^2 u}{\partial x_k \partial x_j}$. Поэтому после подходящего ортонормального преобразования она преобразуется в диагональную форму,

$$\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x_j \partial x_k} \right) \rightarrow \begin{pmatrix} \lambda_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \lambda_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \lambda_n \end{pmatrix},$$

где $\lambda_j = \lambda_j(x) \in \mathbb{R}$ – собственные значения матрицы $\left(\frac{\partial^2 u}{\partial x_j \partial x_k} \right)$. Пусть

$H_k(u) = H_k(\lambda) = \sum_{1 \leq j_1 < \dots < j_k \leq n} \lambda_{j_1} \dots \lambda_{j_k}$ – гессиан размерности k вектора собственных значений $\lambda = (\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$.

Определение 2. Дважды гладкая функция $u \in C^2(D)$ называется m -выпуклой в $D \subset \mathbb{R}^n$ $u \in m-cv(D)$, если её вектор собственных значений $\lambda = \lambda(x) = (\lambda_1(x), \lambda_2(x), \dots, \lambda_n(x))$ удовлетворяет условиям:

$$m-cv \cap C^2(D) = \{ H_k(u) = H_k(\lambda(x)) \geq 0, \quad \forall x \in D, \quad k=1, \dots, n-m+1 \}.$$

При $m=1$ этот класс $1-cv \cap C^2(D) = \{ H_1(\lambda) \geq 0 \} = \{ \lambda_1 \geq 0, \lambda_2 \geq 0, \dots, \lambda_n \geq 0 \}$ совпадает с выпуклыми в \mathbb{R}^n функциями, а при $m=n$ класс $n-cv \cap C^2(D) = \{ \lambda_1 + \lambda_2 + \dots + \lambda_n \geq 0 \}$ – классом субгармонических функций. Кроме того $cv = 1-cv \subset 2-cv \subset \dots \subset n-cv = sh$ (см. А.Александров, И.Бакельман, А.Погорелов, А.Артикбоев [1],[2],[3],[7], Н.Трудингер, Х.Ванг, Н.Ивочкина и др. [16-22]).

Принципиальными трудностями в Теории $m-cv$ являются введение класса $m-cv \cap L_{loc}^1$, т.е. определение $m-cv(D)$ функций в классе полунепрерывных сверху, локально интегрируемых или

ограниченных функций. Так для $m=n$ (случай субгармонических функций) в классе полунепрерывных сверху, локально интегрируемых функций $u(x) \in n-cv(D)$ определяется как обобщённая функция, причём оператор Лапласа $\Delta u = dd^c u \wedge \beta^{n-1}$ является борелевской мерой.

Для определения операторов $(dd^c u)^k \wedge \beta^{n-k} \geq 0, k=1,2,\dots,n-m+1$ в классе $u(z) \in sh_m(D)$ требуется локальная ограниченность функции $u(z), u(z) \in L_{loc}^\infty(D)$. В таком случае, операторы $(dd^c u)^k \wedge \beta^{n-k} \geq 0, k=1,2,\dots,n-m+1$ являются борелевскими положительными мерами (см. Абд-Сад).

В этой работе, используя связь $m-cv$ функций с сильно m -субгармоническими (sh_m) функциями и применяя хорошо известные свойства sh_m функций, мы покажем ряд важных свойств класса $m-cv$ функций, в частности, определяем гессианы $H_k(u), k=1,2,\dots,n-m+1$, в классе ограниченных $m-cv$ функций.

И так, мы вложим \mathbb{R}_x^n в $\mathbb{C}^n, \mathbb{R}_x^n \subset \mathbb{C}_z^n = \mathbb{R}_x^n + i\mathbb{R}_y^n (z = x + iy)$, как вещественное n -мерное подпространство комплексного пространства $\mathbb{C}^n \square^n$.

Утверждение 1. Дважды гладкая функция $u(x) \in C^2(D), D \subset \mathbb{R}_x^n$, является $m-cv$ в D тогда и только тогда когда функция $u^c(z) = u^c(x + iy) = u(x)$, которая не зависит от переменных $y \in \mathbb{R}_y^n$, является sh_m в области $D \times \mathbb{R}_y^n$.

Для доказательства установим связь между гессианами $H_k(u)$ и $H^k(u^c)$. Имеем:

$$\frac{\partial u^c}{\partial z_j} = \frac{1}{2} \left[\frac{\partial u^c}{\partial x_j} - \frac{\partial u^c}{\partial y_j} \right] = \frac{1}{2} \frac{\partial u^c}{\partial x_j};$$

$$\frac{\partial^2 u^c}{\partial z_j \partial \bar{z}_k} = \frac{1}{2} \frac{\partial}{\partial \bar{z}_k} \left[\frac{\partial u^c}{\partial x_j} \right] = \frac{1}{4} \left[\frac{\partial^2 u^c}{\partial x_j \partial x_k} + \frac{\partial^2 u^c}{\partial x_j \partial y_k} \right] = \frac{1}{4} \frac{\partial^2 u^c}{\partial x_j \partial x_k}.$$

Таким образом, $\left(\frac{\partial^2 u^c}{\partial z_j \partial \bar{z}_k} \right) = \frac{1}{4} \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x_j \partial x_k} \right)$ и, следовательно, $H_k(u) = H^k(u^c)$. \triangleright

Пусть теперь, $u(x)$ – полунепрерывная сверху в области $D \subset \mathbb{R}_x^n$ функция. Тогда $u^c(z)$ тоже будет полунепрерывной сверху в области $D \times \mathbb{R}_y^n \subset \mathbb{C}_z^n$ функцией.

Определение 3. Полунепрерывная сверху в области $D \subset \mathbb{R}_x^n$ функция $u(x)$ называется m -выпуклой в D , если функция $u^c(z)$ является сильно m -субгармонической, $u^c(z) \in sh_m(D \times \mathbb{R}_y^n)$.

Пусть теперь, $u(x)$ – ограниченная, m -выпуклая в области $D \subset \mathbb{R}_x^n$ функция. Тогда $u^c(z)$ будет ограниченной, сильно m -субгармонической в области $D \times \mathbb{R}_y^n \subset \mathbb{C}_z^n$ функцией. Поэтому определены операторы:

$$(dd^c u^c)^k \wedge \beta^{n-k}, k=1,2,\dots,n-m+1$$

как борелевские меры в области $D \times \mathbb{R}_y^n \subset \mathbb{C}_z^n, \mu_k = (dd^c u^c)^k \wedge \beta^{n-k}$.

Так как для дважды гладкой функции:

$$(dd^c u^c)^k \wedge \beta^{n-k} = k!(n-k)! H^k(u^c) \beta^n,$$

то для ограниченной, сильно m -субгармонической в области $D \times \mathbb{R}_y^n \subset \mathbb{C}_z^n$ функции естественно определить её гессианы, приравнявая их к мере:

$$H^k(u^c) = \frac{\mu_k}{k!(n-k)!} = \frac{1}{k!(n-k)!} (dd^c u^c)^k \wedge \beta^{n-k}. \quad (5)$$

Теперь мы можем определить гессианы $H^k, k=1,2,\dots,n-m+1$, в классе ограниченных, m -выпуклых области $D \subset \mathbb{R}_x^n$ функций.

Определение 4. Пусть $u(x)$ – ограниченная, m – выпуклая в области $D \subset \mathbb{R}_x^n$ функция. Определим борелевские меры в области $D \times \mathbb{R}_y^n \subset \mathbb{C}_z^n$

$$\mu_k = (dd^c u^c)^k \wedge \beta^{n-k}, \quad k=1, 2, \dots, n-m+1.$$

Так как $u^c(z) \in sh_m(D \times \mathbb{R}_y^n)$ не зависит от $y \in \mathbb{R}_y^n$, для любых борелевских множеств $E_x \subset D$, $E_y \subset \mathbb{R}_y^n$ меры $\frac{1}{mes E_y} \mu_k(E_x \times E_y)$ не зависят $E_y \subset \mathbb{R}_y^n$ $\frac{1}{mes E_y} \mu_k(E_x \times E_y) = \nu_k(E_x)$. Борелевские меры

$$\nu_k : \nu_k(E_x) = \frac{1}{mes E_y} \mu_k(E_x \times E_y), \quad k=1, 2, \dots, n-m+1,$$

мы назовём гессианами H^k , $k=1, 2, \dots, n-m+1$, для ограниченной, m – выпуклой функции $u(x) \in m-cv(D)$ в области $D \subset \mathbb{R}_x^n$. Для дважды гладкой функции $u(x) \in m-cv(D) \cap C^2(D)$ гессианы являются обычными функциями, однако, для не дважды гладкой, но ограниченной полунепрерывной функции $u(x) \in m-cv(D) \cap L^\infty(D)$, гессианы H^k , $k=1, 2, \dots, n-m+1$, являются положительными борелевским мерами.

2. Слабая сходимость гессианов в классе m – выпуклых функций.

Теорема 3. Если $u(x) \in m-cv(D) \cap L_{loc}^\infty(D)$ и $u_j(x) \in m-cv(D)$ – последовательность монотонно убывающих функций, сходящаяся к $u(x)$, $u_j(x) \downarrow u(x)$, то имеет место слабая сходимость мер $H_k(u_j) \mapsto H_k(u)$, $k=1, \dots, n-m+1$.

Доказательство. Продолжим функции $u(x)$, $u_j(x)$ из $D \subset \mathbb{R}_x^n$ в $D \times \mathbb{R}_y^n$ как sh_m – функции, $u^c(z)$, $u_j^c(z) \in sh_m(D \times \mathbb{R}_y^n)$. Тогда $u^c(z) \in sh_m(D \times \mathbb{R}_y^n) \cap L_{loc}^\infty(D \times \mathbb{R}_y^n)$ и $u_j^c(z) \downarrow u^c(z)$. Согласно Теореме Садуллаева и Абдуллаева [5] для борелевских мер:

$$H^k(u_j^c) = \frac{\mu^k}{k!(n-k)!} = \frac{1}{k!(n-k)!} (dd^c u_j^c)^k \wedge \beta^{n-k}$$

имеет место слабая сходимость $H^k(u_j^c) \mapsto H^k(u^c)$, $k=1, 2, \dots, n-m+1$. Отсюда и вытекает слабая сходимость $H_k(u_j) \mapsto H_k(u)$, $k=1, 2, \dots, n-m+1$. Теорема доказана.

Как известно, если $\{u_\alpha(z)\} \subset sh_m(D)$, $D \subset \mathbb{C}^n$, семейство равномерно ограниченных сильно m – субгармонических функций, то для любого компакта $K \subset\subset D$ существует константа $C(K)$ такая, что средние

$$\int_K (dd^c u_\alpha)^k \wedge \beta^{n-k} \leq C(K), \quad k=1, 2, \dots, n-m+1. \tag{8}$$

(см. [5]). Отсюда вытекает, что гессианы

$$H^k(u_\alpha) = \frac{1}{k!(n-k)!} (dd^c u_\alpha)^k \wedge \beta^{n-k},$$

которые являются борелевскими мерами, равномерно ограничены в среднем на компактных подмножествах области D .

Здесь мы докажем аналогичный факт для Гессианов $H_k(u)$, $k=1, 2, \dots, n-m+1$, в классе $m-cv(D)$, $D \subset \mathbb{R}^n$ функций. При этом заметим, что если в классе $sh_m(D)$, $D \subset \mathbb{C}^n$ доказательство основывается на дифференциальных исчислениях и Теоремы Стокса, то для оценки $H_k(u)$, $k=1, 2, \dots, n-m+1$, в классе $m-cv(D)$, $D \subset \mathbb{R}^n$ мы не имеем эту технику.

Теорема 4. Если $\{u_\alpha(x)\} \subset m-cv(D)$, $D \subset \mathbb{C}^n$, семейство равномерно ограниченных сильно m – выпуклых функций, то семейство мер $\{H_k(u_\alpha)\}$, $k=1, 2, \dots, n-m+1$, в гессианах равномерно

ограничены в среднем на компактных подмножествах области D . Другими словами, для любого компакта $K \subset\subset D$ существует константа $C(K)$ такая, что средние

$$\int_K H_k(u_\alpha) \leq C(K), \quad k=1,2,\dots,n-m+1. \quad (9)$$

Доказательство. Воспользуемся утверждением 1 и определением 3. Вложим \mathbb{R}_x^n в $\mathbb{C}^n \mathbb{R}_x^n \subset \mathbb{C}_z^n = \mathbb{R}_x^n + i\mathbb{R}_y^n (z = x + iy)$ как вещественное n -мерное подпространство комплексного пространства \mathbb{C}^n и построим семейство равномерно ограниченных функций $\{u_\alpha^c(z)\} \subset sh_m(D \times \mathbb{R}_y^n)$. Для этого семейства борелевские меры $\{H^k(u_\alpha^c)\}$, $k=1,2,\dots,n-m+1$, равномерно ограничены в среднем на компактных подмножествах области $D \times \mathbb{R}_y^n$. Из определения мер $\{H_k(u_\alpha)\}$, в гессианах вытекает отсюда, что семейство мер $\{H_k(u_\alpha)\}$, $k=1,2,\dots,n-m+1$ равномерно ограничены в среднем на компактных подмножествах области D . Теорема доказана.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Aleksandrov A.D., *Konvexe Polyeder*. Akademie-Verlag, Berlin 1958.
2. Bakelman I. J., *Convex Analysis and Nonlinear Geometric Elliptic Equations*, Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg, 1994
3. Погорелов А. В., *Внешняя геометрия выпуклых поверхностей*, Наука, М., 1969.
4. Садуллаев А. Теория плюрипотенциала. Применения. *Palmarium Akademic Publishing*, 2012. – 316 С.
5. Садуллаев А., Абдуллаев Б. Теория потенциалов в классе m -субгармонических функций.// Труды Математического Института имени В.А. Стеклова, – Москва, 2012. – № 279, С. 166–192.
6. Абдуллаев Б. И., Имомкулов С. А., Шарипов Р. А., Структура особых множеств некоторых классов субгармонических функций.// Вестн. Удмуртск. ун-та. Матем. Мех. Компьютер. науки, 31:4, 2021, ст.519–535
7. Artykbaev A., *Recovering convex surfaces from the extrinsic curvature in Galilean space*// *Math. USSR Sb.*, 1984, 47(1), pp. 195–214.
8. Blocki Z., *Weak solutions to the complex Hessian equation*// *Ann.Inst. Fourier, Grenoble*, V.5, 2005. – 55, pp. 1735 – 1756.
9. Dinew S., Kolodziej S., *A priori estimates for the complex Hessian equation*. // *Anal. PDE*, V.7, 2014. pp. 227–244.
10. Dinew S., Kolodziej S., *Non standard properties of m -subharmonic functions*// *Dolom. Res. Not. Approx.* 11, 2018, pp. 35-50.
11. Dinew S., *m -subharmonic and m -plurisubharmonic functions - on two problems of Sadullaev*// *Annales de la facult'e des sciences de Toulouse*, XXXI (3), 2022, pp. 995-1009.
12. Li S.Y., *On the Dirichlet problems for symmetric function equations of the eigenvalues of the complex Hessian*//*Asian J.Math.*, V.8, 2004. pp. 87–106
13. Lu H.C. *Solutions to degenerate Hessian equations* // *Journal de Mathematiques Pures et Appliquees*. 2013. Vol. 100. Issue 6. P. 785–805.
14. Lu H.C. *A variational approach to complex Hessian equations in \square^n* // *Journal of Mathematical Analysis and Applications*. – 2015. – Volume 431:1. pp. 228–259.
15. Lu H.C. Nguyen V.D. *Degenerate complex Hessian equations on compact Kähler manifolds* // *Indiana University Mathematics Journal*. 2015. Vol. 64. No. 6. P. 1721–1745.
16. Trudinger N.S., *Weak solutions of Hessian equations*, *Comm. Partial Differential Equations*// 22 (1997), pp. 1251-1261
17. Trudinger N.S. and N.Chaudhuri, *An Aleksandrov type theorem for k -convex functions*// (2005), pp. 305-314.
18. Trudinger N.S. and Wang X. J., *Hessian measures I* // *Topol. Methods Non linear Anal.* 19 (1997), pp. 225-239
19. Trudinger N.S. and Wang X. J., *Hessian measures II*,// *Ann. Math.* 150 (1999), pp. 1-23.
20. Trudinger N.S. and Wang X. J., *Hessian measures III*// *Ann. Math.* 150 (2002), pp. 579-604.

MATHEMATICS

21. Ivochkina N.M., Trudinger N.S., Wang X.-J., *The Dirichlet problem for degenerate Hessian equations*// *Comm. Partial Difi. Eqns* 29 (2004), pp. 219-235.
22. Wang X.J., *The k-Hessian equation*, *Lecture Notes in Math. Vol.1977*, Springer, 2009, pp. 177-252.
23. Chern S.S., Levine H., Nirenberg L., *Intrinsic norms on a complex manifold* // *Global analysis paper in honor of Kodaira*, University of Tokyo Press, 1969, pp.119-139.
24. Sadullaev A., *Definition of Hessians for m-convex functions as Borel measures*// (Submitted to publish)
25. Sharipov R.A., Ismoilov M.B., *m-Convex (m-cv) Functions*// *Azerbaijan Journal of Mathematics*. 2023, V.13, 2, pp. 237–247.

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКИ ИНВАРИАНТНЫХ ВЕЛИЧИН ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ФИЗИКЕ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Саидханов Насир Шакирович,

профессор Физико-технического института АН РУз, д.ф.-м.н.

Аннотация. *Использованы параметрически инвариантные величины (ПИВ) для исследования процессов дифракционной диссоциации протонов. Подробно описаны свойства ПИВ, показаны их преимущества по сравнению с другими методами. Объяснена суть двумерной диаграммы по параметрически инвариантным величинам g'_1 и g'_2 для пятилучевых звёзд.*

Приведены характеристики событий, найденных в фотоэмульсиях, облучённых протонами с импульсами 20,8 и 25 ГэВ/с. Проведён анализ распределения экспериментальных событий по ПИВ. Описана модель независимого испускания частиц, с предсказаниями которой сравнивались экспериментальные результаты.

Полученные результаты сравнены с данными других авторов, выполненными другими методами. Получено хорошее согласие, что говорит о том, что применённый нами метод параметрически инвариантных величин является простым и надёжным методом для изучения процессов дифракционной диссоциации протонов и нейтронов.

Ключевые слова: *взаимодействия, нуклоны, фотоэмульсия, ядро, протон, дифракционная диссоциация, π -мезон, инвариантные величины, диаграммы, модель, события, столкновение, когерентность, наименьшие квадраты.*

PARAMETRIK O'ZGARMAS KATTALIKLARNI YUQORI ENERGIYALAR FIZIKASI TADQIQOTLARIDA QO'LLASH

Annotatsiya. *Protonlarning difraksion dissotsiatsiya jarayonlarini o'rganish uchun parametrik invariant kattaliklardan (PIK) foydalanilgan. PIKlarning xususiyatlari batafsil tavsiflangan, ularning boshqa usullarga nisbatan afzalliklari ko'rsatilgan. Beshnurli yulduzlar uchun g'_1 va g'_2 parametrik invariant kattaliklardan tuzilgan ikki o'lchamli diagrammaning mohiyati tushuntirilgan. 20,8 va 25 GeV/s impulsli protonlar bilan nurlangan fotoemulsiyalarda topilgan hodisalarning tavsiflari keltirilgan. Eksperimental hodisalarning PIK bo'yicha taqsimlanishi tahlil qilingan. Eksperimental natijalar bilan taqqoslangan mustaqil zarracha emissiyasi modeli tasvirlangan. Olingan natijalar boshqa usullar bilan olingan ifodalar bilan taqqoslangan. Natijalarning bir-biriga mosligi va yaqinligidan ishlatilgan parametrik o'zgarimas kattaliklar uslubning proton va neytronlarning difraksion dissotsiatsiya jarayonlarni o'rganishda ishonchligi va to'g'riligini bildiradi.*

Kalit so'zlar: *o'zaro ta'sirlar, nuklonlar, fotoemulsiya, yadro, proton, difraksion dissotsiatsiya, π -mезon, invariant miqdorlar, diagrammalar, model, hodisalar, to'qnashuv, kogerentlik, eng kichik kvadratlar.*

APPLICATION OF PARAMETRIC INVARIANT QUANTITIES FOR RESEARCH IN HIGH ENERGY PHYSICS

Abstract. *Parametrically invariant quantities (PIQ) are used to study the processes of diffraction dissociation of protons. The properties of PIQ are described in detail, their advantages compared to other methods are shown. The essence of the two-dimensional diagram by parametrically invariant magnitudes g'_1 and g'_2 for five-pointed stars is explained. The characteristics of events found in photographic emulsions irradiated with protons with momenta of 20.8 and 25 GeV/c are presented. An analysis of the distribution of experimental events by PIQ was carried out. A model of independent particle emission is described with which the experimental results were compared. The results are compared with the results obtained by other methods. Good agreement has been obtained, which indicates that the parametrically invariant magnitude method we have applied is a simple and reliable method for studying the processes of diffraction dissociation of protons and neutrons.*

Keywords: *interactions, nucleons, photographic emulsion, nucleus, proton, diffraction dissociation, π -meson, invariant quantities, diagrams, model, events, collision, coherence, least squares.*

Введение. Исследования взаимодействий частиц высоких энергий с нуклонами и ядрами ведутся самыми различными методами. Значительное число работ по взаимодействию частиц с нуклонами и ядрами, например, выполнено в фотоэмульсии. Этому способствует относительная лёгкость и дешевизна проведения экспериментов с эмульсиями. При появлении новой области энергии такие эксперименты традиционно являются первыми экспериментами на фиксированных ядерных мишенях. Безусловно, развитие техники эксперимента в области физики высоких энергий привело к методам регистрации частиц и измерения их характеристик, которые позволяют изучать чрезвычайно тонкие черты процессов взаимодействия элементарных частиц, идущих даже с очень маленькими сечениями. Однако создание специальной аппаратуры и установок для этих целей обходится чрезвычайно дорого.

Методология исследований. Настоящая работа выполнена с помощью фотоэмульсионных стопок, облучённых протонами с импульсами 20,8 и 25 ГэВ/с. Поиск, отбор и обработка событий при всех первичных импульсах произведены единым способом.

При облучении протонами с импульсом 20,8 ГэВ/с стопка эмульсий Илфорд К5 находилась в сильном магнитном поле напряжённостью $H = 18$ Тл. Это дало возможность идентификации вторичных частиц и отбора событий с помощью импульсных и ионизационных измерений.

Просмотр эмульсий при всех первичных импульсах p_0 проводился методом ускоренного просмотра по следу, скорость его полностью исключала какую-либо дискриминацию событий по числу сильноионизирующих частиц. Эффективность просмотра контролировалась путём многократного прослеживания части треков первичных частиц при разных скоростях и оказалась очень высокой (~100% для изучаемых взаимодействий).

В таблице приведены сводные характеристики используемых в нашей работе взаимодействий.

Таблица 1.

Сводные характеристики взаимодействий

P_0 , ГэВ/с	Уско ритель	Тип эмульсии	Просмотр, м	Число взд.	Изм. hA - взд.	Изм. hN - взд.	Лит.
20,8	ЦЕРН	Илфорд К5	3550	9570	722	694	Наст.раб.
25,0	ЦЕРН	Илфорд G5	3053	8187	1373	1184	Наст.раб.

В рассматриваемую нами группу малолучевых событий входят 558, 4- и 5- лучевых pN -взаимодействий, образованных при импульсах 20,8 и 25 ГэВ/с. Анализ событий проводился с помощью параметрически инвариантных величин с использованием данных угловых измерений.

Свойства параметрически инвариантных величин. В математической статистике [1] рассматриваются такие понятия, как моменты функции — количественные измерения, связанные с формой графика функции. Момент случайной величины — это числовая характеристика распределения данной случайной величины.

Если функция представляет собой распределение вероятностей, то:

- первый момент m_1 — это ожидаемое значение,
- второй центральный момент m_2 — это дисперсия,
- третий стандартизированный момент m_3 — это асимметрия,
- четвёртый стандартизированный момент m_4 — это эксцесс.

Если функция описывает плотность массы, то:

- нулевой момент — это полная масса,
- первый момент (нормализованный по полной массе) — это центр масс,
- второй момент — это момент инерции.

С помощью моментов можно построить величины, характеризующие степень асимметрии распределения случайной величины.

К ним можно отнести, например, величины g_1 и g_2 :

$$g_1 = m_3/(m_2^3)^{1/2}, \quad g_2 = (m_4/m_2^2) - 3, \quad m_k = \frac{1}{n} \sum (x_i - \langle x \rangle)^k, \quad (1)$$

$$\langle x \rangle = \frac{1}{n} \sum x_i.$$

Здесь n – число вторичных заряженных частиц в звезде, $x = |g|tg\Theta|$ – квазибыстрота (для струйных частиц величина x связана с быстротой - η простым преобразованием).

Рассмотрим некоторые свойства этих величин.

Подвергнем квазибыстроты линейному преобразованию:

$$x_i^* = ax_i + b_i; \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

Параметр a растягивает (сжимает) конфигурацию квазибыстрот, а параметр b смещает её. Нетрудно убедиться, что величины g_1 и g_2 , вычисленные по формулам (1) заменой x_i на x_i^* будут теми же, что и до замены. Поэтому величины g_1 и g_2 называют параметрически инвариантными величинами (ПИВ).

Параметрически инвариантные величины g_1, g_2 и др. [2] оказались удобными для исследования процессов, приводящих к некоторым характерным конфигурациям быстрот вторичных заряженных частиц. Такими процессами, например, могут быть дифракционная диссоциация и кластеризация частиц.

При дифракционной диссоциации налетающего протона в pp -столкновении продукты диссоциации имеют малые углы Θ в л.с., а протон отдачи – сравнительно большой угол.

Если происходит диссоциация мишени в pp -столкновении, то продукты диссоциации будут иметь большие углы, а протон-снаряд отклоняется на малый угол.

Предположим, что при диссоциации снаряда продукты диссоциации имеют одинаковые квазибыстроты и равны c ,

$$x_1 = x_2 = x_3 = \dots = x_{n-1} = c, \quad \text{а для протона мишени } x_n = d, \quad c < d \quad (3)$$

вычислим значение величины g^*_1 , который оказался равным:

$$g^*_1 = (n-2)/(n-1)^{1/2} \quad (4)$$

Проделав то же самое для случая диссоциации мишени

$$x_1 = e, \quad x_2 = x_3 = \dots = x_n = f, \quad (5)$$

для g^*_1 получим:

$$g^*_1 = - (n-2)/(n-1)^{1/2}. \quad (6)$$

Нетрудно убедиться, что при дифракционной диссоциации снаряда в распределении событий по величине

$$g'_1 = g_1 (n-1)^{1/2} / (n-2) \quad (7)$$

ождается пик около $g'_1 = +1$.

Если происходит диссоциация мишени в pp -столкновении $c > d$, в распределении событий по величине (7) будет ожидать пик около $g'_1 = -1$.

За счёт дифракционной диссоциации одного из сталкивающихся протонов в распределении звёзд по величине

$$g'_2 = g_2(n-1)/(n-3)^3 \quad (8)$$

ождается пик около $g'_2 = 1$. В отличие от величины g'_1 , величина g'_2 концентрирует дифракционные события как снаряда, так и мишени в одно место.

Пусть в шкале квазибыстрот две частицы четырёхлучевого события расположены посередине между квазибыстротами двух других частиц; в этом случае $g'_2 = 1,5$ [3]. Такая чёткая зависимость значения величины g'_2 от расположения квазибыстрот частиц, даёт возможность исследования кластеров, под которыми мы понимаем группы частиц, занимающих малый быстротный интервал по сравнению с размахом ливня.

Для исследования кластеризации частиц в [4] предложено использовать двумерную диаграмму по величинам g'_1 и g'_2 . Двумерное распределение по g'_1 и g'_2 и соответствующую диаграмму можно построить для любой ($n > 3$) множественности вторичных заряженных частиц в nN -взаимодействиях. На рисунке 1 приведён пример двумерной диаграммы для случая $n = 5$. На узлы и линии диаграммы попадают события только с определённой конфигурацией квазибыстрот вторичных частиц (рисунок 2). Это даёт возможность по распределению экспериментальных событий в диаграмме получить информацию о числе кластеров в событии, их расположении в ряду квазибыстрот данного события, а также о числе заряженных частиц, образующихся при распаде кластеров.

Экспериментальные распределения по ПИВ сравнивались нами с предсказаниями модели независимого испускания частиц (ИЕМ). При розыгрыше случайных звезд по этой модели предполагалось:

1) углы вылета Θ_1 -вторичных заряженных частиц независимы;

2) распределение частиц по величине $x_1 = |g|\Theta_1|$ имеет форму экспериментального (при больших

множественностях – форму Гаусса).

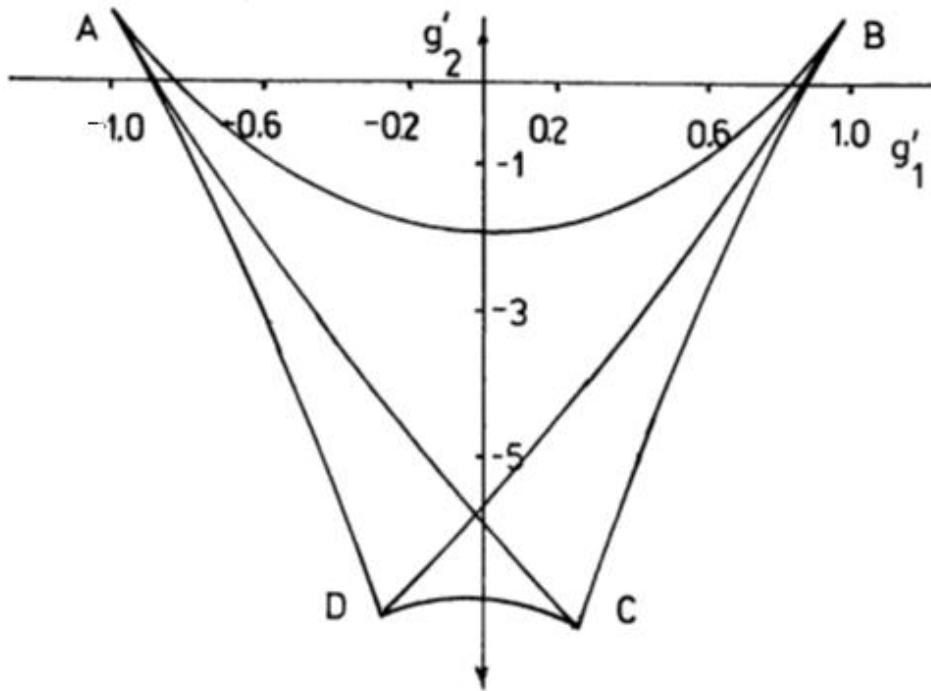


Рисунок 1. Двумерная диаграмма по ПИВ g'_1 и g'_2 для пятилучевых звёзд

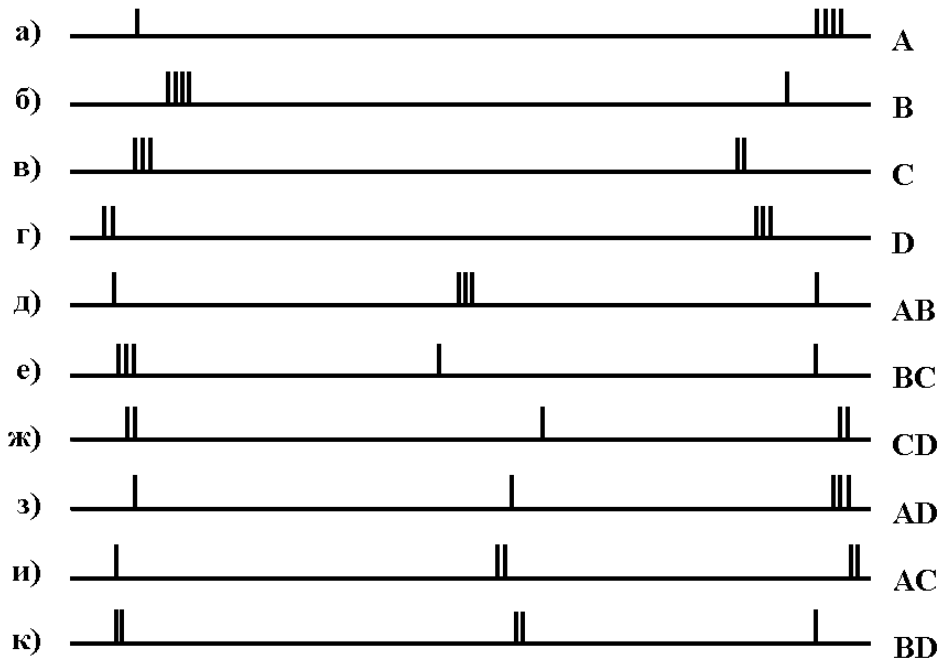


Рисунок 2. Условия расположения квазибыстрот для попадания события к тому или иному узлу или к линии диаграммы

Для анализа корректности использования такой простой модели как ИЕМ, было проведено [5] сравнение распределений случайных звезд по величинам g'_1 и g'_2 , полученных по ИЕМ и по модели цилиндрического фазового объема, где учитываются закон сохранения энергии-импульса и наличие нейтральных частиц. Хорошее согласие этих распределений показывает, что модель независимого испускания частиц может быть использована для построения фоновых распределений при оценке вклада образования звезд с данной конкретной конфигурацией частиц.

Полученные результаты и их анализ. На рисунке 3а показано распределение 434 четырёхлучевых событий, найденных в стопках, облученных протонами с импульсами 20,8 и 25 ГэВ/с, по величине g'_1 .

Независимость величины g'_1 от первичной энергии и, вообще, близость энергий позволяют нам объединить эти две группы событий. На рисунке 3б приведено распределение 124 пятилучевых событий. Кривые показывают распределения, полученные по ИЕМ. При $n = 5$ экспериментальное распределение хорошо согласуется с теоретическим: при их сравнении получено значение критерия, равное $\chi^2 = 11$ при 10 степенях свободы. При $n = 4$ эксперимент противоречит теоретическому распределению ($\chi^2 = 27,7$ при девяти степенях свободы). Однако, при нормировке в области $-0,4 < g'_1 < +0,4$ экспериментальное распределение близко к теоретическому: значение χ^2 -критерия равно 2,5 при трех степенях свободы. Систематическое превышение экспериментальных данных над фоновыми (ИЕМ) в областях $-1,0 < g'_1 < -0,4$ и $0,4 < g'_1 < 1,0$, очевидно, связано с дифракционной диссоциацией протона на протоне. При дифракционной диссоциации снаряда в pp-столкновении или когерентном взаимодействии все пять заряженных частиц имеют малые углы в л.с. Этим можно объяснить отсутствие пика около $g'_1 = 1$ в распределении пятилучевых звезд (рисунок 3б). Незначительный избыток событий над фоном около $g'_1 = -1$, по-видимому, указывает на присутствие случаев дифракционной диссоциации нейтрона-мишени среди пятилучевых звезд.

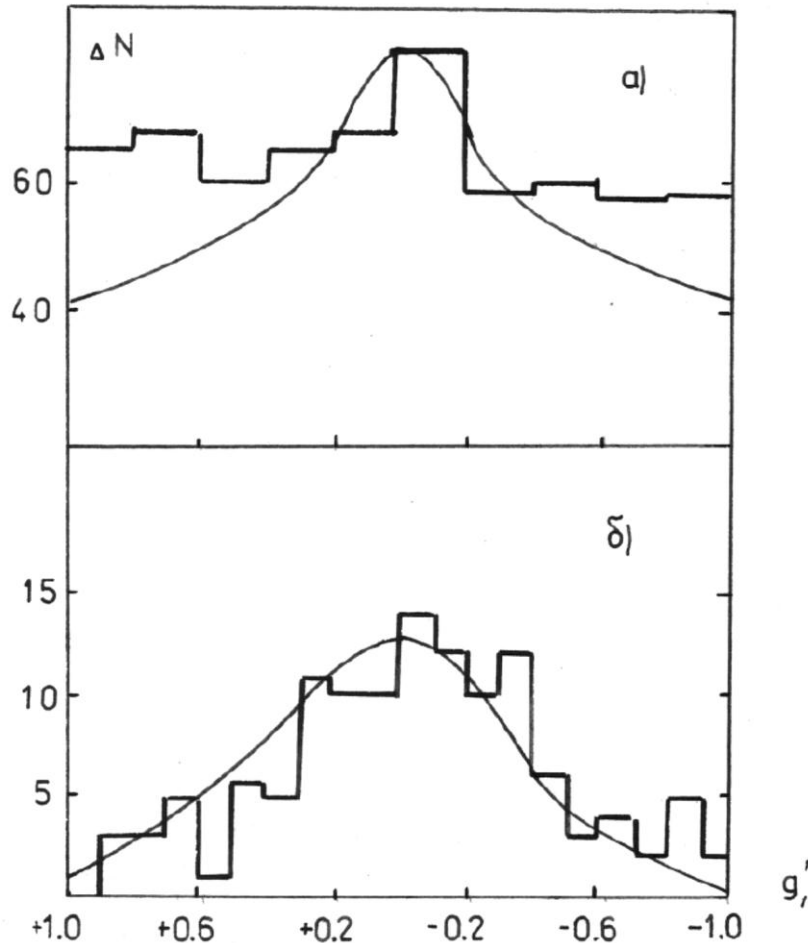


Рисунок 3. Распределение четырёхлучевых а) и пятилучевых б) событий по величине g'_1 . Кривые – ИЕМ

Если бы превышения около $g'_1 = \pm 1$ на рисунке 3а были связаны не с дифракционной диссоциацией, а с однопионным обменом, то наблюдался бы пик и в пятилучевых звездах за счёт перезарядки нейтрона-мишени в протон с испусканием виртуального χ -мезона. Отсутствие заметного пика при $n = 5$ является веским аргументом в пользу дифракционного происхождения превышения экспериментальных событий над фоном на рисунке 3а. Число событий над фоном в областях $-1,0 \div 0,4$ и $0,4 \div 1,0$ равно 79 ± 16 . Таким образом, вклад дифракционной диссоциации

снаряда, мишени и обоих протонов в четырёхлучевые pp-столкновения составил $(18,3 \pm 3,6)\%$. По топологическому сечению четырёхлучевых взаимодействий, найденному при 24 ГэВ/с [5] можно оценить сечение дифракционной диссоциации при 21–25 ГэВ/с [6]

$$\sigma = 2,29 \pm 0,45 \text{ мбн.} \quad (9)$$

Представляет интерес применение нашего метода к событиям, отобранным в ВПК. В нашем распоряжении имелись данные, полученные при 205 ГэВ/с, предоставленные профессором М. Дерриком (Аргоннская национальная лаборатория США). На рисунке 4 представлено распределение 1147 четырёхлучевых событий, полученных с ВПК, по величине g'_1 . Кривой показано распределение величины g'_1 , полученное в рамках ИЕМ. При сравнении двух распределений по всей области наблюдается противоречие: $\chi^2 = 267$ при 19 степенях свободы. Однако в области $-0,2 < g'_1 < +0,5$ они близки: $\chi^2 = 6,3$ при 6 степенях свободы. Наблюдается превышение эксперимента над фоном в областях $-1 \div -0,2$ и $+0,5 \div +1,0$. В распределении по g'_1 пик в области дифракционной диссоциации мишени, как и в [6] шире, чем в области диссоциации снаряда. Это подтверждает предположение авторов о нарушении ультрарелятивистского приближения. Если предположить, что эти превышения связаны с дифракционной диссоциацией сталкивающихся частиц, то их доля α_d среди pp-столкновений равна:

$$\alpha_d = 33,2 \pm 2,4\%. \quad (10)$$

Это соответствует сечению дифракционной диссоциации снаряда, мишени и обоих протонов в pp-столкновении при 205 ГэВ/с

$$\sigma_d = 1,96 \pm 0,14 \text{ мбн.} \quad (11)$$

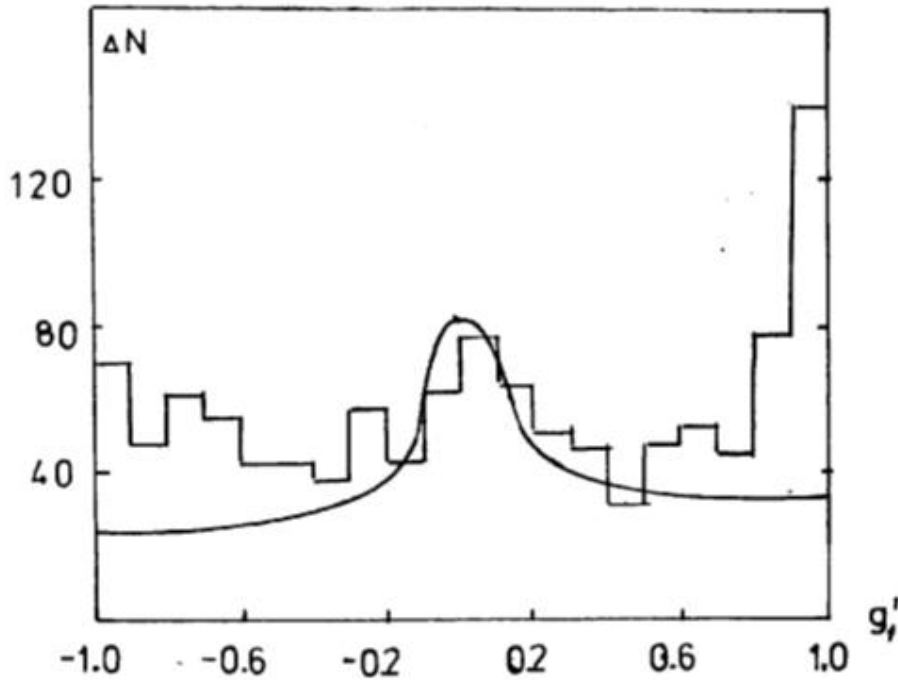


Рисунок 4. Распределение четырёхлучевых событий, полученных с ВПК по величине g'_1

Заключение. В работе [7] исследовалась одноструйная дифракционная диссоциация в четырёхлучевых pp-взаимодействиях при 24 ГэВ/с с помощью водородной пузырьковой камеры (ВПК). Авторы использовали метод разрыва быстрот и отбор по квадрату переданного четырёхимпульса. По признанию самих авторов, их метод отбора по разрыву быстрот содержит некоторую неопределённость. Сечение дифракционной диссоциации снаряда и мишени оказалось равным $2,96 \pm 0,17$ мбн.

Дифракционная диссоциация в четырёхлучевых взаимодействиях, найденных в ВПК при импульсе 205 ГэВ/с исследовалась в работе [8]. Отбор событий производился с помощью метода разрыва быстрот и распределения по квадрату эффективной массы M^2 системы $p\pi^+\pi^-$. Событиями дифракционной диссоциации протона считались события с $M^2 < 50$ (ГэВ/с²)². Доля дифракционных процессов в четырёхлучевых событиях оценена равной $43 \pm 4\%$ от топологического сечения, что

соответствует сечению $2,56 \pm 0,15$ мбн.

Метод разрыва быстрот, использованный в вышеуказанных работах, отличается от применённого нами метода.

Отметим, что сечение дифракционной диссоциации среди четырёхлучевых pp-взаимодействий при 200 ГэВ/с в фотоэмульсии авторами [9] найдено равным $2,0 \pm 0,4$ мбн.

Как видно, метод ПИВ при одинаковых энергиях даёт результаты, близкие к данным других авторов, полученных не только другими методами, но и иными экспериментальными средствами [10].

ЛИТЕРАТУРА:

1. Чернова Н. И. *Математическая статистика: Учеб. пособие. — 2-е изд. — Новосибирск: Новосиб. гос.ун-т., РИЦ НГУ, 2014. — 150 с.*
2. Азимов С.А. и др. *О множественном образовании частиц при средней энергии $\sim 10^{13}$ эв. // ЯФ. -1976. -т.23. -С. 1278-1282.*
3. Саидханов Н.Ш. *Неупругие взаимодействия протонов и ядер с нуклонами и ядрами при высоких и сверхвысоких энергиях. Изд-во «Фан» АН РУз. Ташкент, 2021г., 214 стр.*
4. Азимов С.А. и др. *Об образовании двухчастичного нейтрального кластера в центральной области в четырёхлучевых pp-взаимодействиях. // Изв. АН УзССР. -1980. -№1. -С. 58-61.*
5. *Blobel V e.a. Multiplicities, topological cross sections and single particle inclusive distributions from pp-interactions at 12 and 24 GeV/c. // Nuclear Physics. -1974. -v.B69. -P.454-492.*
6. Саидханов Н.Ш., Сулейманова М. *Исследование дифракционной диссоциации протона на протоне при импульсах 21-25 ГэВ/с. //Изв.АН УзССР. -1980. -С. 81-83.*
7. *Benecke J. e.a. Rapidity-gap separation and study of single diffraction dissociation in pp-collisions at 12 and 24 GeV/c. // Nuclear Physics. -1974. -v.B76. -P.29-47.*
8. *Barish S.e.a. Updapted charged-particle multiplicity distribution from 205 GeV/c pp-interactions. // Physical Review. -1974. — v.D9. -P.2689-2691.*
9. Азимов С.А.и др. *Изучение дифракционной диссоциации протонов с помощью параметрически инвариантных величин при 25 и 200 ГэВ/с. // Ядерная физика. -1978. -т.27. -С.1233-1239.*
10. *Абдурахимов А.У. Исследование множественного рождения частиц в адрон-адронных столкновениях при высоких энергиях. Молодой ученый. — 2017. — № 11 (145). — С. 8-10. — URL: <https://moluch.ru/archive/145/40578/>.*

НАТЯЖЕНИЕ КАТУШКИ ШВЕЙНЫХ МАШИН ПРИ РАВНОМЕРНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ВНЕШНЕГО И ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕНИЯ

Кензбоев Сироджиддин Абрай угли,
старший преподаватель Шахрисабзского филиала
Ташкентского химико-технологического института
sirojmagistrstudent@gmail.com

Аннотация. В статье разработана математическая модель для оценки температурных напряжений и деформации челнока и шпули швейных машин, для чего челнок рассматривается как полый цилиндр, теоретически изучены поперечное сечение температуры в слоях и модули упругости, коэффициенты температурного расширения, приведены требуемая формулы для вычисления осевых и тангенциальных напряжений на боковых поверхностях челночного цилиндра. Результаты и полученные математические выражение дают возможность точнее определить разрушение, распространяющееся по телу челнока, и хрупкое интеркристаллитное разрушение – по граничным торцам челнока и шпули.

Ключевые слова: швейные машины, челнок, шпулька, математическая модель, температура, напряжение, деформация, полый цилиндр, теоретически, поперечное сечение, слой, модуль упругости, коэффициенты, температурного расширения, вычисления, осевых и тангенциальных напряжения, поверхность.

THE TENSION OF THE SPOOL OF SEWING MACHINES IN THE UNIFORM DISTRIBUTION OF EXTERNAL AND INTERNAL PRESSURES

Abstract. The article develops a mathematical model for estimating the temperature stresses and deformations of the shuttle and the bobbin of sewing machines, for which the shuttle is considered as a hollow cylinder, the cross-section of temperature in layers and elastic modulus, coefficients of thermal expansion are theoretically studied, the required formulas for calculating axial and tangential stresses on the side surfaces of the shuttle cylinder are given. The mathematical expression obtained makes it possible to more accurately determine the destruction and the brittle intercrystalline destruction spreading through the body of the shuttle – along the boundary ends of the shuttle and the spool.

Keywords: sewing machines, shuttle, bobbin, mathematical model, temperature, stress, deformation, hollow cylinder, theoretically, cross section, layer, modulus of elasticity, coefficients, thermal expansion, calculations, axial and tangential stresses, surface.

TASHQI VA ICHKI BOSIMLARNING BIR TEKIS TAQSIMLANISHIDA TIKUV MASHINALAR G'ALTAGINING KUCHLANISHI

Annotatsiya. Maqolada tikuv mashinalarining moki va moki g'altaging harorat kuchlanishini va deformatsiyasini baholash uchun matematik model ishlab chiqilgan, buning uchun transport vositasi ichi bo'sh silindr sifatida qaraladi, qatlamlardagi haroratning kesimi va elastik modullar, haroratning kengayish koeffitsientlari nazariy jihatdan o'rganiladi, eksenel va tangensial kuchlanishlarni hisoblash uchun zarur formulalar keltirilgan. Olingan natijalar matematik ifoda Shuttle tanasi va mo'rt interkristallit vayronagarchilikni – Shuttle va g'altakning chegara uchlari bo'ylab yo'q qilinishini va tarqalishini aynan aniqlashga imkon beradi.

Kalit so'zlar: tikuv mashinalari, moki, bobin, matematik model, harorat, kuchlanish, ichi bo'sh silindr, kesma, qatlam, elastik modul, koeffitsientlar, haroratni kengaytirish, hisoblash, eksenel va tangensial stresslar, sirt.

Введение. Перед тупой раскрывающейся трещиной с медленным распространением и высокой энергоёмкостью возникает большая пластическая зона. Плоскость неровного, матового излома обычно расположена под определённым углом. Для определения уровня пластичности металла сопоставляются предельные значения прочности и текучести. Чем больше разница, тем выше пластичность. У хрупких металлов эти показатели прочности и текучести почти равные, поэтому

разрушение практически не связано с пластической деформацией. Пределы текучести и прочности могут совпасть из-за нагрева металлов до высоких температур.

Основная часть. Рассмотрим общее правило решения задач методом расчленения тела при простом и сложном напряжённом состояниях.

Воспользуемся этим правилом для вывода формул окружных (тангенциальных) напряжений в неоднородных цилиндрах. На рисунке 1 изображено поперечное сечение тонкостенного неоднородного цилиндра с наружным радиусом b и внутренним a . Цилиндр подвергнут давлению наружному P_b и внутреннему P_a .

Решение этой задачи известно из курса сопротивления материалов [10] Воспользуемся этим решением и выведем приближённые формулы для определения напряжений и перемещений в неоднородных цилиндрах.

Рассмотрим следующие частные случаи нагружения цилиндра:

а) Цилиндр испытывает только внутреннее давление P_a .

Согласно известному решению из курса сопротивления материалов, окружные напряжения в любой точке поперечного сечения (рис.2) равны:

$$\sigma_t = \frac{P_a a^2}{b^2 - a^2} \left[1 + \left(\frac{b}{r} \right)^2 \right], \quad (1)$$

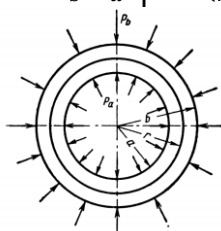


Рисунок 1. Неоднородный тонкостенный цилиндр

На внешней поверхности цилиндра (при $r = b$)

$$\sigma_t = 2 \frac{P_a a^2}{b^2 - a^2} \quad (2)$$

Теперь задача формулируется следующим образом: можно ли так подобрать длины волокон (стержней) между абсолютно жёсткими поперечными сечениями АВ и CD на рисунке 1, ([1] параграф -метод расчленения тела, чтобы распределение напряжений в этих волокнах совпадало с напряжениями, подсчитанными по формуле:

$$\sum_1^n \sigma_i F_i = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i E_i F_i = P \quad (3)$$

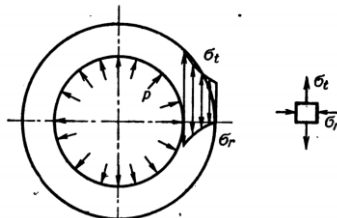


Рисунок 2. Распределение тангенциальных (σ_t) и радиальных (σ_r) напряжений в однородном тонкостенном цилиндре

Иначе говоря, необходимо определить вид функции γ , входящей в формулу напряжений:

$$\sigma_i = \varepsilon_i E_i = \left[-\delta_i + \frac{P + R\delta}{R_0} \gamma_i \right] \quad (4)$$

где при конечном числе стержней n и перемещение бруса:

$$\Delta_{(AB)} = \frac{P + R\delta}{R_0} \gamma_i l_i = \varepsilon_i l_i \quad (5)$$

которая позволила бы свести задачу по определению напряжений и перемещений при сложном (плоском) напряжённом состоянии, к простому (линейному) напряженному состоянию.

Согласно определению:

$$\gamma_i = \frac{l_1}{l_i} = \frac{(\varepsilon_i + \delta_i)}{(\varepsilon_1 + \delta_1)} = \frac{(\frac{\sigma_i}{E_i} + \delta_i)}{(\frac{\sigma_1}{E_1} + \delta_1)} \quad (6)$$

для любой точки m поперечного сечения

$$\frac{1}{\gamma_m} = \frac{l_m}{l_1} = \frac{(\frac{\sigma_1}{E_1} + \delta_1)}{(\frac{\sigma_m}{E_m} + \delta_m)}, \quad (7)$$

Здесь через l_1 -обозначена та длина волокна (стержня) между поперечными брусьями АВ и CD, которая принимается за единицу измерения длины.

Если перейти от стержневой системы к сплошному телу, то, как известно, функция $\frac{1}{\gamma_m}$ определяет вид гипотетического сечения для рассматриваемого главного напряжения и случая нагружения тела.

Так, если в рассматриваемой задаче принять длину волокна l_1 на внешней поверхности цилиндра между гипотетическими сечениями за единицу измерения, то из уравнений (1) -(7) найдём:

$$\frac{1}{\gamma} = \frac{2}{1 + \left(\frac{b}{r}\right)^2} \tag{8}$$

Значения $\frac{1}{\gamma}$ для различных отношений $\left(\frac{b}{r}\right)$ подсчитанные по равенству (7), приведены в таблице 1 и на рисунке 3 (кривая 1).

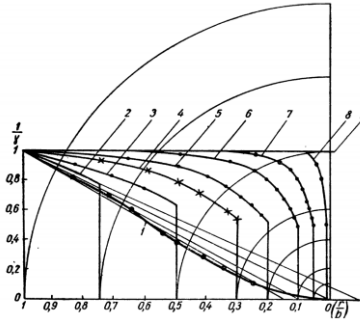


Рисунок 3 Значение функции $\frac{1}{\gamma}$ для тонкостенного цилиндра в зависимости от отношения $\left(\frac{b}{r}\right)$

Таблица 1.

Значения функций $\frac{1}{\gamma}$ и γ для тонкостенного цилиндра в зависимости от отношения $\frac{b}{r}$

$\frac{b}{r}$	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	4	5	10	∞
$\frac{1}{\gamma}$	1	0,8197	0,6757	0,5618	0,4525	0,4000	0,276	0,2000	0,1177	0,0769	0,02	0,00
γ	1	1,22	1,48	1,78	2,21	2,5	3,63	5,00	8,50	13,1	50	∞

Таким образом, задача по определению окружных напряжений в цилиндре (рисунок 2) может быть заменена задачей по определению напряжений в стержневой системе, приведенной на рисунке 4.

На этой фигуре через N обозначено окружное усилие, равное из условия равновесия произведению $P_a * aH$, где H - высота цилиндра.

В правильности рассуждений легко убедиться, если определить напряжения в стержневой системе (рисунок 4) с помощью формулы (8):

$$\sigma_t = \frac{N\gamma}{H \int_a^b \gamma dr} = \frac{P_a a \left[1 + \left(\frac{b}{r}\right)^2\right]}{\int_a^b \left[1 + \left(\frac{b}{r}\right)^2\right] dr} = \frac{P_a a^2}{b^2 - a^2} \left[1 + \left(\frac{b}{r}\right)^2\right],$$

что полностью совпадает с решением (1)

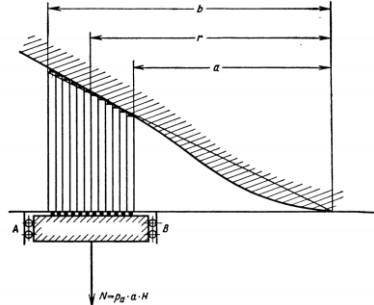


Рисунок 4. Статически неопределённая стержневая система

б) Цилиндр испытывает только внешнее давление В любой точке поперечного сечения, согласно точному решению [10],

Выводы. Таким образом, величина наибольшего растягивающего напряжения на конце цилиндра на 25% больше, чем для соответствующего напряжения в точках, удаленных от торцов на расстоянии, приведены графики изменения осевых и тангенциальных напряжений на поверхностях цилиндра в зависимости от величины удаления сечения от торца цилиндра. Графики затухания температурных осевых и тангенциальных напряжений на концах цилиндра справедливы для любой точки сечения, отстоящего на расстоянии равном или большем от торцов цилиндра.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Писаренко Г.С. *Опір матеріалів / Г.С. Писаренко, О.Л. Квітка, Е.С. Уманський.* – Київ : Вища школа, 2004. – 655 с.
2. Корн Г. *Справочник по математике / Г. Корн, Т. Корн.* – М. : Наука, 1978. – 832 с.
3. Башкатов А.В. *Напряжения и деформации при сварке.* Воронеж. Изд. ВГТУ. 1999.
4. Hosford, William F. 2005. "Residual Stresses." In *Mechanical Behavior of Materials*, 308–321. Cambridge University Press.
5. Cary, Howard B. and Scott C. Helzer (2005). *Modern Welding Technology.* Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education.
6. Shajer, Gary S. 2013. *Practical Residual Stress Measurement Methods.* Wiley.
7. Самуль В.И. *Основы теории упругости и пластичности / В.И. Самуль.* – М. : Высшая школа, 1982. – 264 с.
8. Устиненко В.Л. *Основы проектирования деталей машин / В.Л. Устиненко, Н.Ф. Куркач, Р.А. Баласанян.* – Харьков: Вища школа, изд-во при Харьк. ун-те, 1983. – 184 с.
9. Постольник Ю.С., Тимошпольский В.И., Трусова И.А., Дубина О. В. *Тепловые процессы при затвердевании крупных стальных слитков // Литье и металлургия.* 2000. № 1. С. 53-55.
10. Постольник Ю.С., *О г у р ц о в А. П. Нелінійна прикладна термомеханіка.* Киев: НМЦ ВО МОНУ, 2000.
11. Тимошпольский В.И., Постольник Ю.С., Андрианов Д.Н. *Теоретические основы теплофизики и термомеханики в металлургии.* Мн.: Беларуская навука, 2005.
12. *Закономерности образования трещин в сортовых заготовках при нагреве в печах с шагающими балками / В.И. Тимошпольский [и др.] // Сталь.* 2004. № 7. С. 49-52.
13. Safarov Nazirjon, Abrorov Akbar, and Abdullaev Laziz AAPM-2023 "Dynamik analiysis of physical and mechanical forces of acting on the needle of a shoe sewing mashine in the process of sewing leather" *Journal of Physics: Conference Series.* 2573 012036 View the article online for updates and enhancements 244th ECS Meeting Gothenburg, Sweden. Oct.8-12.2023 Register and join us in advancing science 2573(2023) 012036.

USE OF INNOVATIVE METHODS IN FRUIT DRYING

Kakhkhorov Siddiq Kakhkhorovich,
Bukhara State University, professor
siddikkahhorov@gmail.com

Ilhomov Khurshid Ilhomovich,
Bukhara State Pedagogical Institute ,
basic doctoral student (PhD)
KhurshidIlhomov.@gmail.com

Abstract. The article discusses the main aspects of drying fruits and vegetables as an effective, long-term proven method of reproducing all the nutritional and medicinal properties of fruits and vegetables under appropriate conditions and storing them for a long time. Although the use of renewable energy devices requires considerable investment, they are economically viable. Sulfur, nitrogen, and carbon oxides released into the air due to traditional fuel-based energy are spread over long distances. In addition, they mix with rainwater, turn into acid compounds, and fall to the ground in rain, having a negative effect on plants and soil. All over the world, it is recommended to eat an average of 40-50 grams of dried fruits per day in winter and spring. These products make up 10-15% of the total consumption of fruits and vegetables.

Keywords: renewable, energy, biosphere, solar energy, bioenergy, convection, drying, air drying, infrared drying, vacuum sublimation.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ПРИ СУШКЕ ФРУКТОВ

Аннотация. В статье рассмотрены основные аспекты сушки фруктов и овощей как эффективного, давно проверенного способа воспроизведения всех пищевых и лечебных свойств фруктов и овощей в соответствующих условиях и их длительного хранения. Хотя использование устройств возобновляемой энергии требует значительных инвестиций, они экономически жизнеспособны. Оксиды серы, азота и углерода, выбрасываемые в воздух из-за традиционной энергетики, основанной на топливе, распространяются на большие расстояния. Кроме того, они смешиваются с дождевой водой, превращаются в кислотные соединения и с дождем выпадают на землю, оказывая негативное воздействие на растения и почву. Во всем мире зимой и весной рекомендуется съесть в среднем 40-50 граммов сухофруктов в день. Эти продукты составляют 10-15% от общего потребления фруктов и овощей.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, энергетика, биосфера, солнечная энергия, биоэнергетика, конвекция, сушка, воздушная сушка, инфракрасная сушка, вакуумная сублимация.

МЕВАЛАРНИ ҚУРИТИШДА ИННОВАЦИОН УСУЛЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШ

Аннотация. Мақолада мева ва сабзавотларни қуритишининг асосий жиҳатлари мева ва сабзавотларнинг барча озукавий ва доривор хусусиятларини тегишли шароитларда қайта ишлаб ва узоқ муддатли сақлашининг самарали, узоқ йиллар давомида тасдиқланган усуллари сифатида муҳокама қилинади. Қайта тикланувчи энергия манбалари қурилмаларидан фойдаланишига бир қадар салмоқли маблағ сарфланса-да, улар иқтисодий жиҳатдан ўзини оқлайди. Анъанвий ёқилги билан ишлайдиган энергетика тўфайли ҳавога чиқаётган олтингугурт, азот, углерод оксидлари узоқ масофага тарқалади. Бундан ташқари, улар ёмғир сувлари билан қўшилиб, кислота бирикмаларига айланади ҳамда ёмғир таркибида ерга тушиб, ўсимликларга, тупроққа салбий таъсир кўрсатади. Дунёда барча инсонларга қиши ва баҳор мавсумида қурилган меваларни қунига ўртача 40-50 грамм истеъмол қилишни тавсия қилади. Ушбу маҳсулотларнинг мева ва сабзавотлар умумий истеъмолининг 10-15 фоизини ташкил қилади.

Калит сўзлар: қайта тикланадиган энергия, биосфера, қуёш энергияси, биоэнергия, конвекция, қуритиши, ҳаво қуритиши, инфракизил қуритиши, вакуумли сублимация.

Introduction. Drying is a thermophysical process aimed at reducing moisture from the product. At the same time, this process is also a technological process, during which it is necessary not only to remove

excess moisture, but also to preserve the useful substances, vitamins, aromatic and taste qualities of the product.

Today, there are many high-temperature automated devices for drying fruits. However, their use will be associated with large capital investment and high energy costs. Processing small amounts of fresh fruits in peasant and farm conditions is less efficient. Disadvantages of existing drying devices are: from an ecological point of view, pollution of fruits and the environment with toxic substances from fuel combustion; uneven heating of the fruit mass and high drying speed, which leads to excessive drying, deformation and cracking of the material, as well as high energy costs.

A natural and forced convective method of drying agricultural products is used in fruit processing, which is related to heat transfer methods, material properties, types of moisture binding to the material, and energy consumption.

Renewable energy is continuously renewable in the Earth's atmosphere and globally inexhaustible. They are solar energy, wind, bioenergy, ocean, sea and river water, underground geothermal water. The main advantage of renewable energy is its inexhaustibility and ecological purity. In the world, energy types are divided into two (Figure.1).

In Uzbekistan, the use of renewable alternative energy sources has great prospects, effective work has been carried out in this regard and scientific experiences have been collected [1,3].

The use of natural fruit drying in the open air under natural light conditions requires high labor costs, is not environmentally friendly, and has low productivity.

Therefore, renewable energy that ensures compliance with the requirements of saving energy and resources and maintaining environmental cleanliness the need to develop devices and technical means for drying fruits on the basis of sources determines the relevance of the work topic.

Natural drying is the simplest and most common method of drying fruit raw materials in the open field on farms. During natural drying of the moisture of the raw material takes place in the open air under natural light conditions, without influence on the intensifying processes (temperature of the product and drying agent - air, humidity, etc.).

In the summer season, wet fruits (apples, apricots, grapes, tomatoes, cherries, mulberries, melons and other citrus fruits) are dried in the open air under the influence of light.

In the natural drying areas in the open air, the temporary storage of the product should be clearly marked, in special places, and the parts should be laid out on a clean floor and placed on trays (2-Figure).

The drying time varies slightly depending on the type of product and the drying method. For example, halved apricots are ready in 5-10 days, whole apricots in 10-15 days, halved peaches in 8-12 days, grapes in 20-25 days (untreated), and those treated with alkali in 6-10 days [1,2,].

Disadvantages of natural drying compared to artificial drying:

- the long duration of the process depending on the geographical location, weather conditions, time, time of year and external environment. Materials and fruits are dried to equilibrium moisture with natural convective drying;

- as well as the availability of enough nutrients and vitamins in dried products, if there is little pollution;

- despite its simplicity and cheapness, natural drying is limited to a small amount of raw fruit processing.

If there is an artificial forced chamber method of drying fruit raw materials, it is necessary to choose the right drying method and the optimal option of the drying device (apparatus) according to the technical conditions of the process.

In the artificial drying of fruits, the following drying methods are used depending on the method of supplying heat energy to the product: convective, conductive, thermoradiative, drying by heating with the help of high-frequency current (microwave oven), sublimation, combined.

The artificial method of drying plants or construction materials is carried out in special devices (drying plants or chambers), according to their structure: chamber, belt, conveyor, shaft, tray, roller, shelf, corridor, contact-roller (using high-frequency current) types.



Figure 1. Natural drying of fruits

According to the convective drying method, heat is transferred from the heat source used for drying to the drying surface using a heat carrier. Air, water vapor, and flue gases are used as heat carriers. This method is the most common, and the work of most of the chamber and shaft drying plants is based on the construction (Table 1).

Technical description of the drying line

Table 1.

1	Productivity, kg/h	225;
2	Weight of loading products at one time, kg	200;
3	Duration of drying, hours	5,5-6,0 ÷ 8
4	Camera temperature, 0C	
5	In the center	70
6	In the periphery	66
7	Overall dimensions, m,	6x3,3x6

However, this drying method also has a number of disadvantages:

- high energy costs (1.6 to 2.5 kWh of electricity is required to reduce moisture from one kilogram of raw fruit and turn it into steam);
- it will be difficult to manage the drying process in gas and harmful substance-liquefied layer, because it is impossible to take samples and check during the drying process;
- a sudden increase in temperature leads to caramelization (chemical change of the composition) of sugar in raw fruit.

The device consists of a heat generator (1), a drying chamber with two autonomous sections (2) and communication (3) for the release or circulation of steam-gas mixtures. The heat generator is equipped with a gas burner (4) for burning natural gas. The movement system of the working agent is equipped with two ventilators: air transfer (5) and gas-air mixture return (6) or loss through the device (8) through the pipe (7), smoke exhaust devices (11). Cleaning of gas-air mixtures in the heat generator was also taken into account (Figure 2).

The working sections of the drying chamber (2) are equipped with bars (9) for serving the working persons. The sections are hermetically bounded to each other and covered with an insulated shell. Each chamber has rollers and hermetically closing doors. Sections of working chambers are divided into columns (bases) (10). Each section is equipped with shelves in the form of shelves. Under the soles are meshes made of stainless material [2].

A wood-fired special cabinet dryer has a number of advantages in drying various products. Their structure is special channels in the lower part of the cabinet, which are used for heating. They are made of brick or iron pipes, and the diameters of the pipes and the chimney of the oven are denser. and it is located under both cabinets.

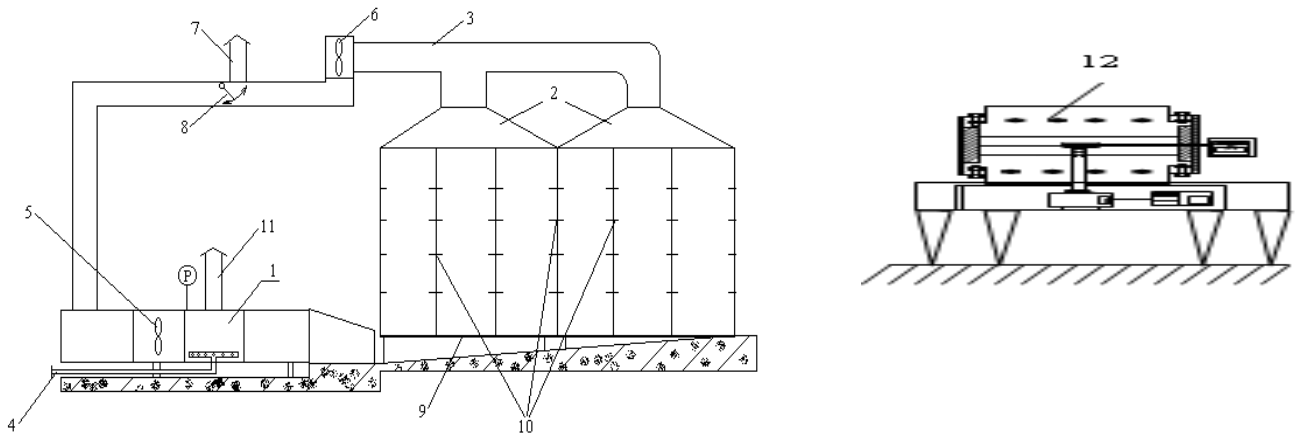


Figure 2. Technological line of IR-convective drying of agricultural products. 1-heat generator; 2-drying chamber; 3-circulatory communication; 4-gas burner; 5 - fan for air transfer; 6-fan for air return; 7-pipe for removing gas-air mixtures; 8-device; 9-fence; 10-columns; 11-fumigation device; 12-drying device for primary treatment of raw materials.

The walls are brick, and they serve as the base for the drying cabinets. The exhaust pipe has slits for temperature control. Controlled doors or slits are left in the wall of the base of the section to allow cold air to enter (Figure 3).

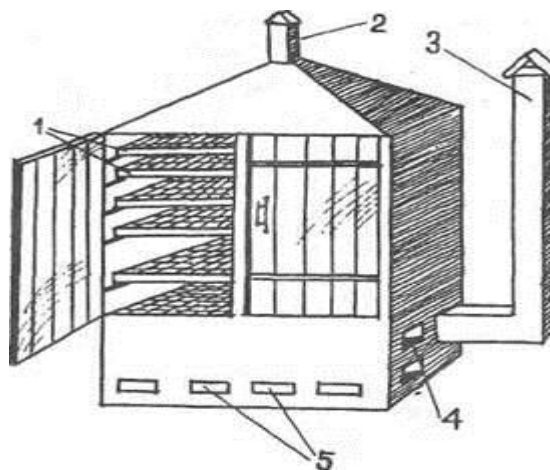


Figure 3. Drawing of a wood-heated special cabinet dryer: 1-pallets; 2-suction pipe; 3-exhaust pipe; 4-fire place; 5-slot for cold air intake.

Drying cabinet (1 or 2 depending on the corners of the dryer) can be made of boards, bricks or other materials. If two cabinets are placed, a barrier is placed between them. The bottom of the cabinet is an iron sheet, and it is placed 20-30 cm below the back wall, the reason for this is that there is an iron cap and a slot on the top of the cabinet to control the ventilation so that hot air can reach the drying cabinet from the compartment. The function of the front wall of the closet is performed by a tightly closed wall. In the special lines of the cabinet, at an angle, the sieve is installed on the back wall in a step-like manner [3,4].

Due to uneven moisture in the product, high quality of the final product cannot be achieved, the product in contact with the heated surface dries out, which leads to deformation and cracking of the product. Roller and tray drying plants based on this product-intensive drying method have high energy costs (1.5 to 1.7 kWh of energy is used for 1.5 kg of reduced, removed moisture).

Despite a number of advantages of this method (low number of conveyors, drying facilities and equipment, flexibility of process control, etc.), drying with infrared rays in its pure form is characterized by uneven heating of the product, low efficiency of infrared radiation generators. The freeze drying method is one of the most effective methods in the fruit drying process. It can be divided into two stages: in the first one, the moisture freezes and rises to the surface with the help of a deep vacuum, and in the second one, due to intensive heat supply, the moisture evaporates (ice bypasses the liquid state and turns into steam). This

technology has not been widely used due to the complexity of designing tunnel drying plants, low productivity, high capital cost, production costs and electricity consumption (from 3.9 to 1 kWh per 3 kg of moisture removed) [8,9,10].

Dielectric drying method based on the dielectric properties of water and dry substances (a wet product is more prone to heating than a dry one). During the drying process, wetter material heats up more than drier. Heating is based on the phenomenon of polarization (location in a certain direction) of fruit molecules. During drying, the fruits are placed between the electrodes of the heating condenser, and these electrodes have opposite charges. Controlled heating of the material occurs under the influence of a high-intensity electric field. Evaporation of moisture occurs throughout the volume of the product, and a pressure gradient occurs inside the particle, which accelerates the transfer of moisture. To remove evaporated moisture, it is necessary to continuously blow air through the layer of raw fruit [9,10].

Dried raw materials are cooled in refrigerators. Compared to convective and contact drying, the advantages of high-frequency flow drying are the ability to regulate and maintain a certain temperature, and are characterized by a significant increase in the drying process. All this requires a large amount of electricity (from 5 to 1 kWh for 2.5 kg of moisture removed). Disadvantages of microwave drying plants are the complexity of the equipment, metal consumption, and environmental risk as a result of the harmful effects of microwave radiation on people. These devices require specialized personnel to maintain and constantly monitor the background of microwave radiation, as well as the use of high voltage, which is dangerous for maintenance personnel [10].

Therefore, the introduction of new methods and advanced technologies to the process of drying fruits is the most important task to increase the efficiency of drying plants. Strict requirements are imposed on it:

- the quality of dried fruits (maintenance of product components, nutrients, vitamins, aromatic and taste qualities);
- the possibility of drying fruit raw materials with different moisture ranges; use of drying equipment to dry various fruit raw materials;
- high technical, economic and technical and technological parameters in comparison with analogues;
- minimum weight, overall dimensions and high power of mobile dryers;
- simplicity, high reliability and safety of the drying equipment; the possibility of automated control of the drying process;
- reduce energy consumption. These features are an important requirement for improving or developing a new design of drying equipment.

Therefore, the development of energy- and material-saving dryers for farmers and small farms that use cheap alternative sources of heat energy, such as the sun, while maintaining product quality, remains relevant. With the method of drying fruits using heat from renewable energy sources, the fruits receive heat from the infrared rays of heat. Infrared drying, along with strong heating of the surface of the product, creates a significant temperature gradient that prevents moisture from moving from the inside of the fruit to the surface. Here, the necessary intermittent irradiation is necessary, during which the surface of the material quickly heats up and dehydrates during the irradiation, and the moisture from the inner layers of the product slowly moves to the outer layers during curing.

The analysis of existing means and methods of fruit drying showed that chamber dryers with a convective heat supply method are the most common among private farmers and farms. Based on the analysis, it was found that dryers do not provide adequate energy consumption, they are characterized by low thermal efficiency and increased specific cost consumption. Therefore, it is desirable to dry small fruits in dryers based on solar energy (solar dryers), which provide uniform heating of fruits and an energy-saving drying mode that does not cause deformation and cracking of the material. The use of solar dryers is especially useful for individual farmers and farm conditions, where small quantities of fruit need to be dried.

The choice of solar dryers is determined by the scale of production, the climatic characteristics of the area, the type of product to be dried and the cost of additional energy.

Under the drying unit there is an air channel, through which air is supplied through an inlet mesh window (air pressure or suction mode). In clear sunny weather, the heat-dissipating top of the glass window should transmit sunlight well.

The structure of the combined Solar mini fruit-vegetable dryer-greenhouse device: The device consists of a "hot box" with a length of 1500 mm, a width of 720 mm, a front part of 600 mm, and a height of the rear wall of 900 mm. The unit has glass-framed doors on both sides and mesh windows that provide natural ventilation [4], (Figure 4).

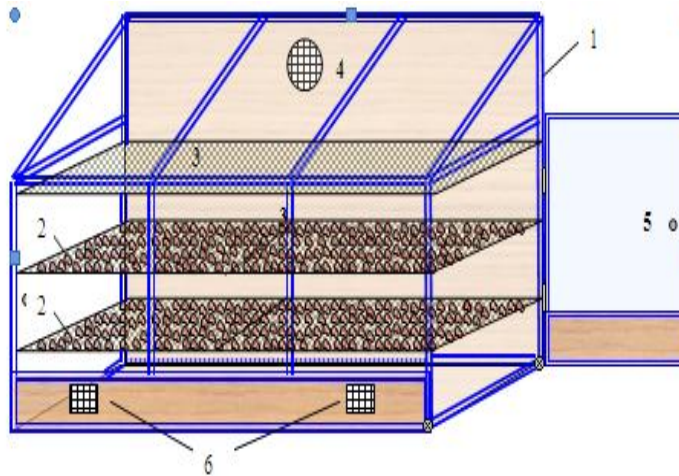


Figure 4. Solar mini fruit and vegetable dryer. 1-glass frame window; 2-set rack; 3-heat-dissolving top glass; 4-exhaust fan; 5-door with glass frame; 6-air intake mesh window

Three rows of sliding mesh racks are installed in the device chamber. The surface of each row of racks is 1 m² (two 0.5 sq. m.), the product to be dried is placed under the two rows. The upper rack serves as an umbrella that protects the product from direct sunlight, and in some cases it can also be used to dry fruits and vegetables.

Depending on the ripening and season of the product, according to each square meter of the device, in turn - 25-30 kg of apricots, 10-15 kg of cherries, 25-30 kg of tomatoes, 25-30 kg of raisins, 5-10 kg of melons, etc. can be prepared [4,6].

Based on the research conducted on drying with the help of solar devices working with solar energy, it can be said that natural drying lasts a long time, if the weather is unfavorable, the product will perish. For artificial drying, 0.5 kg of fuel is used for each kg of raisins. Solar devices do not require energy. But it requires more space than artificial drying.

Disadvantages of the radiation dryer are the direct impact of sunlight on the dried material, uneven heating of the fruit mass. High drying speed leads to excessive drying, deformation and cracking of the material [11,12,13].

The following table shows the relevant indicators of different dryers (2-Table).

Table 2.

Dryers	It's open in the air	Radiation dryer	Chamber dryer	Combined
Product per m ²	15-20	15-20	15-20	20-25
Build time (day)	17-20	7	9	6-8
Productivity kg/m ²	0,25	0,65	0,5	0,9

In order to ensure uniform drying in all main installations, the air temperature is regulated by changing the width of the space due to the horizontal movement of the shelves.

Conclusion. Therefore, in the conclusion, the considered options for the constructive solutions of solar dryers from renewable energy sources are to control the temperature change of drying during the day, to create means of controlling the variable flow of solar radiation-energy entering it. Accordingly, the solar dryer should consist of a variable capacity air flow, a rotating device or a flat glass window to improve the morning and evening solar flows, and special drafts to remove excess heating power in the afternoon. Thus, technical solutions on this topic use only certain characteristics of solar energy, not taking into account the numerous spatial and temporal relationships between its parameters. Therefore, it is an urgent issue to create and develop the optimal option of solar fruit dryer for use by private farmers and farms. This problem should be solved taking into account the theoretical rules of solar energy, the latest achievements of specialists and engineering.

REFERENCES:

1. Гришин М.А. Установки для сушки пищевых продуктов: справочник. – М.: Агропромиздат, 1989. – 215 с.
2. Лебедев П.Д. Расчёт и проектирование сушильных установок. – М.: Энергия, 1963. – 320 с.
3. Қаҳҳоров С.Қ., Жўраев Ҳ.О. Физика таълимида гелиотехнология. Т.: Фан, 2009. -191 б.
4. Жўраев Т.Д. Қуёш иссиқлик қурилмалари. Ўқув қўлланма. Бухоро: Дизайн-пресс. 2012. -107 б.
5. Шодиметов К. Муқобил энергия турлари – ҳаётга! –Т.: ШАРҚ НМАК, 2011.
6. Қаҳҳоров С.Қ., Самиев К.А., Жўраев Ҳ.О. Қуёш қурилмаларидаги жараёнлари моделлаштириши. Монография. –Тошкент. ИТА ПРЕСС, 2014. – 208 б.
7. Умаров Ф., Усмонов М. Қуёш энергиясидан халқ хўжалигида фойдаланиши. –Т.: Фан, 1984. – 40 б.
8. Материалы 6-го заседания азиатского форума солнечной энергии. Тенденции и перспективы технологий солнечной энергетики. – Т.: Узбекистан, 2013. – 95 с.
9. Ляшков В.И., Кузьмин С.Н. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2003. -96 с.
10. Красников В.В. Кондуктивная сушка / – М.: Энергия, 1972. – 288 с.
11. Назаров М.Р. Тоиров Э. Разработка и исследование низкопотенциальных солнечных установок. Гелиотехника. 1997 й. № 2.
12. Қаҳҳоров С.Қ., Жўраев Ҳ.О. Рециркуляционная солнечная сушильная установка Гелиотехника. №2. Ташкент. 2016.
13. Қаҳҳоров С.Қ., Juraev Kh.O. A Model for Improving Students' Technical Creative Competences Based on Robotic Elements. Published/ publié in Res Militaris (resmilitaris.net), vol.13, №1, Winter-Spring 2023.
14. <http://www.ayenergy.ru>
15. <http://www.altenergy.narod.ru>
16. <http://www.intersolar.ru>

THE PROCESS OF NATURAL OCCURRENCE OF SHOCK WAVES ON THE SURFACE OF THE EARTH**Mukhtorova Shohida Negmat qizi,***Tashkent Institute of Chemistry and Technology**Teacher of Shahrisabz branch**muxtorovashohida1998@gmail.com*

Abstract. Everyone is familiar with shock waves, although not everyone is aware of it. In the minds of most people, they are associated, first of all, with an atomic explosion. However, shock waves also occur in much less dramatic situations: during a thunderclap, a pistol shot, or the movement of a supersonic aircraft [1]. This article discusses the initial concepts and examples of shock waves.

Keywords: shock wave, thunderclap, lightning flash, atomic explosion, pistol shot, supersonic aircraft movement, earthquake, volcanic eruption, meteorite fall.

ПРОЦЕСС ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗНИКНОВЕНИЯ УДАРНЫХ ВОЛН НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Аннотация. С ударными волнами знакомы все, хотя и не все подозревают об этом. В сознании большинства людей они ассоциируются, в первую очередь, с атомным взрывом. Однако, ударные волны возникают и в гораздо менее драматических ситуациях: при ударе грома, пистолетном выстреле, движении сверхзвукового самолета [1]. В данной статье рассматриваются начальные понятия и примеры ударных волн.

Ключевые слова: ударная волна, удар грома, вспышка молнии, атомный взрыв, пистолетный выстрел, движение сверхзвукового самолёта, землетрясение, извержение вулканов, падение метеоритов.

ZARBLI TO'LQINLARNI YER YUZIDA TABIIY RO'Y BERISH JARAYONI

Annotatsiya. Zarbli to'lqinlar barchaga tanish, ammo hamma ham buni anglay olmaydi. Ko'pchilik odamlar zarbli to'lqin deganda, birinchi navbatda atom portlashini tushunishadi. Zarbli to'lqinlar boshqa dramatik holatlarda: chaqmoq chaqishida, pistoletdan otishda, tovushdan tez uchar samolyot harakatida ham yuzaga keladi [1]. Ushbu maqolada zarbli to'lqinlar haqida boshlang'ich ma'lumotlar va ularga misollar berilgan.

Kalit so'zlar: zarbli to'lqin, momaqaldiraq, chaqmoq chaqishi, atom portlashi, pistoletdan otish, tovushdan tez uchar samoliyot harakati, yer qimirlashi, vulqon otilishi, meteorit qulashi.

Introduction. Shock waves are familiar to everyone, but not everyone understands them. When most people think of a shock wave, they first understand an atomic explosion. Shock waves can also occur in other situations: lightning, pistol shooting, and the movement of a supersonic aircraft [1]. We often monitor the resulting shock wave. According to the book [2], sixteen million thunderstorms occur on Earth every year, and more than a hundred lightning flashes occur in the atmosphere every second. The temperature in the current channel can reach ten thousand degrees, and the current can reach one hundred thousand amperes. Such a current instantly heats, compresses and ionizes the air. In [2], a lightning experiment is described, in which the process is modeled in the laboratory. As a result of the explosion, the conductor is ignited, forming a beam of ionized channel current. The ionized copper bonds expanded and created a shock wave around it. It turned into a sound wave reminiscent of thunder and gradually faded away. According to the author in [2], this channel can be considered as a long channel current analog of lightning during a thunderstorm.

Main part. Another common natural phenomenon that produces a shock wave is an earthquake (see, for example, [3]). Several hundred thousand earthquakes occur on Earth every year. However, most of them are weak, and only a few have catastrophic consequences. According to modern expressions (see, for example, [4]), the interior of the Earth is structured as follows. The radius of the Earth's core is half the radius of the globe. A little more (about 3500 km) and it is composed of a mixture of nickel and iron. The inner small part of the nucleus with a radius of about 1200 km is solid and has a temperature of . The outer part of the core is apparently liquid. Of course, strictly speaking, a substance at such a high temperature and

pressure cannot be called a liquid. In any case, the substance in the core behaves like a liquid. Almost all the rest of the Earth (thickness) consists of a solid mantle with temperature. Finally, the outermost layer is called the shell. Its thickness ranges from 5-8 km (thickness under the ocean) to 60-80 km (thickness under the highest mountain ranges of the Povir and Himalayas). Under the influence of high pressure, mechanical stress accumulates under the Earth for a long time. For example, a 5-point earthquake on the Richter scale an earthquake is equivalent to a 1 kt TNT flash, 7 points - 1 Mt, 9 points - 1000 Mt. The release of such a large amount of energy creates shock waves that generate different types of seismic waves: transverse, horizontal (longitudinal and transverse) volume waves, and surface waves propagating through the shell. These waves cause surface shocks and crustal explosions, causing earthquakes and human deaths.

The center of the earthquake (hypocenter) can be from 30 km to 70 km deep. According to modern science, earthquakes originate in the mantle (previously thought to originate in the earth's crust). Understandably, a very deep earthquake causes a small amount of damage. However, there is no absolute certainty that every earthquake generates a shock wave, because the released energy is spread over a large area.

As a result of underwater earthquakes, huge waves - tsunamis - are formed, causing terrible destruction on the coasts. But tsunamis are not shock waves, they are examples of other nonlinear waves - solitons that occur in media as a result of dispersion.

In volcanic eruptions, compressed and hot liquids and gases under the Earth are under great pressure and are released instantly into the atmosphere, creating a shock wave. For example, in 1883, a volcanic eruption on the uninhabited island of Krakatau (Indonesia) threw 4.6 volumes of volcanic ash and other explosive products into the atmosphere.

The energy of the explosion was equivalent to about 5,000 Mt of TNT, and the island itself was destroyed. The explosion was heard 4,800 km away from the volcano, and the shock wave traveled around the globe three times.

A shock wave occurs when a meteorite falls, that is, when rocky or iron objects from interplanetary space invade the earth's atmosphere. Obviously, the speed of movement of meteorites is higher than the second cosmic speed (11.2), and their mass is large enough and can be more than several tens of tons.

As an example, consider the dynamics of a shock wave of chemical or nuclear energy in a spherical explosion in milliseconds or microseconds, that is, essentially suddenly released into a solid, liquid, or gaseous medium.

In this case, a spherical volume of compressed gas is formed under high pressure, and it expands and creates a shock wave in the environment. It moves at the speed of sound and almost instantly increases the pressure, density and temperature of the environment, as well as the substance that follows it. creates a flow.

Due to the increase in expansion, the increase in pressure (and with it the increase in speed, density and temperature) in the direction (front) of the wave decreases. The shock wave fades and gradually turns into a sound pulse. A visual representation of the processes described above is given in Fig. 1, which shows the 3 consecutive (in time) states of the shock wave in a spherical explosion in gas.

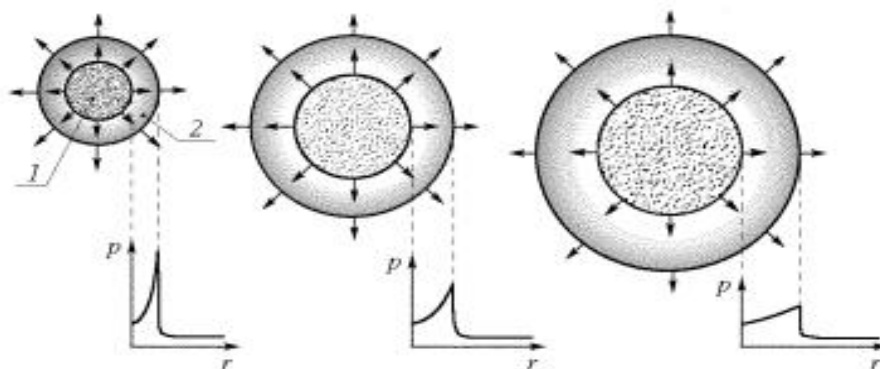


Figure 1. Propagation of a shock wave in a spherical explosion
1-expanding gaseous explosion products
The state of the 2nd shock wave front (front side)

In this picture, the pressure distribution between the wave front and the surface connected to it (the surface that is the boundary of the area with the gas explosion reaction) is depicted. not shown in the picture. The expansion of the heated substance continues in a state that exceeds the pressure of the surrounding bodies. However, even when equalized with the pressure, the sphere continues to expand due to inertia, "missing" the equilibrium state for a while. It is less than the pressure. finally, now expansion alternates with

contraction, the pressure begins to rise. As a result, the sphere containing the gaseous explosive substance begins to change around the equilibrium state and is determined by the external pressure. The heated gas is divided into bubbles in the liquid, and holes and cracks appear in the solid body.

As soon as we find a qualitative expression of the propagation process of a shock wave, we create a number of laws. We consider the issue of a point explosion, that is, we consider the issue of the explosion of a charge with a small size and mass, but with a large energy. A simple and smooth solution to this problem is based on the method of measurements by L. I. Sedov and, independently, Dj. Von Heyman and Dj. Found by Taylors [3,4,5].

Let a very large amount of energy be released in the atmosphere in a short period of time. Let's look at the wave propagation in such a way that the pressure at its front is many (times) greater than the atmospheric pressure, and its speed is much greater than the speed of sound. We find the law of shock wave action, that is, the relationship, where the distance from the wave front to the center of the explosion is time. We look for , as a function of , the energy of the explosion, and the density of the environment. Let the law of motion be as follows

$$r = CE^\alpha \rho^\beta t^\gamma \tag{1}$$

Here, C -the dimensionless invariant, α, β and γ the degree indicators to be found, we require that the measurements on the left and right sides of the relation (6.1) coincide. Then we create the following equation:

$$\begin{cases} 2\alpha - 3\beta = 1 \\ \alpha + \beta = 0 \\ \gamma - 2\alpha = 0 \end{cases}$$

We find α, β, γ the derivatives of the equation.

$$\begin{cases} 2\alpha - 3\beta = 1 \\ \alpha + \beta = 0 \\ \gamma - 2\alpha = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2\alpha - 3\beta = 1 \\ 2\alpha + 2\beta = 0 \end{cases} \text{ from this system is equal to } \beta = -\frac{1}{5} \text{ If we put this } \beta \text{ into the}$$

equation, it turns out that $\alpha = \frac{1}{5}$ and $\gamma = \frac{2}{5}$. Thus, the law of shock wave motion is as follows

$$r = C \left(\frac{E}{\rho} \right)^{1/5} t^{2/5} \tag{2}$$

this is how the speed of shock wave movement can be found

$$v \square \frac{r}{t} = C \left(\frac{E}{\rho} \right)^{1/5} t^{-3/5} \tag{3}$$

if we write relatively precisely

$$v = \frac{dr}{dt} = \frac{2}{5} C \left(\frac{E}{\rho} \right)^{1/5} t^{-3/5}$$

The resulting approach was very effective and saved the effort and expense of experimenting. In fact, it is possible to determine the dimensionless C coefficient by making a single flash at certain times E and ρ measuring how long the r wave travels. In this case, of course, the explosions must be of the same type (invariantly C the same in all explosions). The degree indicators in the formulas (2) and (3) may seem incomprehensible, to eliminate this ambiguity, ρv^2 see r^3 in constant precision. (obviously, the generated quantity should be within the accuracy of the energy measurement). Thus, we get the expected result

$$\rho v^2 r^3 \square E .$$

Using the obtained formula, the shock wave pressure can be estimated. If the law of motion is given by the formula (2), then the energy density in t time can be estimated as E / r^3 well. This amount is equal to the pressure measurement. Therefore, it can be assumed that the pressure on the shock wave front is one of its characteristics. And so,

$$p \square \frac{E}{r^3} \square E^{2/5} \rho^{3/5} t^{-6/5} \tag{4}$$

It is very difficult to calculate the shock wave pressure, because the energy is not evenly distributed along the spherical front. But it is interesting that the found combination includes the exact formulas of E, ρ and t .

Relations (2)–(4) show that the slowing down and extinction of the pulse wave in the qualitative expression presented at the beginning of the topic does not obey any law. We note that this expression is appropriate only when the pressure p is much greater than the external pressure p_0 , and the speed v is greater than the speed of sound.

Pulse waves created artificially on the ground.

Man learned how to generate strong shock waves after the invention of gunpowder and modern chemical explosives, and later when he invented nuclear weapons. Therefore, we will look at a few weak shock waves that are often encountered

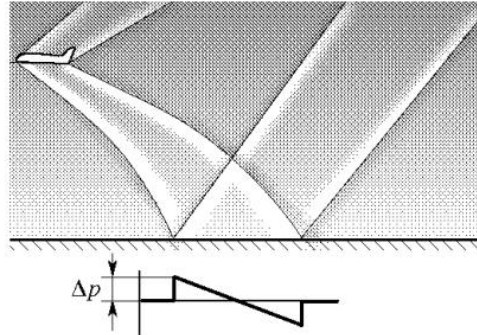


Figure 2. Shock waves created by supersonic aircraft

The simplest example is the sharp blow of a shepherd's whip.

$$v = \sqrt{\frac{T}{\rho S(x)}},$$

(5)

in which T – tension (tension) strength, ρ – density, S – cross-sectional area of the thread may depend on x this cross-coordinate. It can be seen from the formula (5) that it increases when the speed of vibration S decreases. When striking, the vibration of the whip passes to the compressed end, it accelerates to the speed of sound, forms a shock wave that quickly fades and turns into a sound pulse.

Another well-known example of a shock wave is the sound shock generated by the movement of a supersonic aircraft. If the plane flies at a speed below the speed of sound, then the pressure wave spreads in all directions in a concentric circle, that is, it is similar to a wave spreading in a concentric circle from the place where a stone is thrown in still water. In supersonic flight, the wave lags behind the plane, and is concentrated in the conical surface behind it. On this surface, called the Mach cone, weak pressure fluctuations (disruptions) are added, leading to the formation of two conical shock waves, which are head and tail shock waves. Both waves fall on the surface of the earth and are reflected back into the atmosphere (Fig. 6.2). The space in front of the main wave is not disturbed, so it is calm. A supersonic aircraft can be seen, but no sound can be heard until the shock wave reaches the ground. This situation is reminiscent of a surface wave behind an object moving in water. Angle between cone maker and trajectory (Mach angle)

$$\sin \alpha = \frac{c_s}{v}$$

is determined by the relation, where c_s – the speed of sound, v – the speed of the aircraft. v/c_s the ratio is called the Mach number

$$M = \frac{v}{c_s}$$

Conclusion. The head wave is a compression wave, and the tail wave is a rarefaction wave. Thus, it resembles N a Latin letter. In reality, the pressure distribution at a distance not far from the plane is very complicated: it is characterized by several jumps caused by the influence of different parts of the plane [2]. adjusted in the account of influence and appears N – as a result. The pressure drop on the Earth's surface, which creates a modern supersonic aircraft, does not exceed $100 \Pi a$.

It is known that the occurrence of shock waves depends on the properties of the solutions of the nonlinear differential equations that generate it [1]. I want to talk about this in my next articles. Since shock waves are often encountered in our lives, it is important for students of all ages to have information and understanding about them.

REFERENCES:

1. Рыскин Н.М., Трубецков Д.И. *Нелинейные волны* 2010. 296 с.
2. Гласс И. И. *Ударные волны человек*. М. - Мир, 1977.
3. Уизем Дж. *Линейные и нелинейные волны*. М.: Мир, 1977.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. *Теоретическая физика. Т. VI. Гидродинамика*. М.: Наука, 1988.
5. Седов Л.И. *Методы подобия и размерности в механике*. М.: Наука, 1977.
6. Ферхутен Дж., Тернер Ф., Вейс Л., Вархафтинг К., Файф У. *Земля. Введение в общую геологию*. Т. 1,2. М.: Мир, 1974.
7. Muxtorova Sh.N. *Yer yuzida tabiiy ro'y beradigan zarbli to'lqinlar nochiziqli tenglamalar*. Ilmiy anjuman. Namangan, O'zbekiston 13-14-may, 2022-yil.

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И СРОКА СЛУЖБЫ ЩЁТОК
ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ ЧХ**

Саидов Бехзод Юсуп угли,
Шахрисабзский филиал Ташкентского химико-технологического института
saidovbehzod594@gmail.com
Сафаров Назиржон Мухаммаджонович,
Наманганский инженерно-технологический институт
nazirjonsafarov63@mail.ru

Аннотация. Целью данной работы является увеличение срока службы щёток при взаимодействии съёмных щёток и барабана при очистке хлопка от крупного мусора в процессе удаления хлопка; проведение экспериментального исследования для определения фактического значения количества ударов (касаний) съёмных щёток по поверхности пыльного барабана; определение угла поворота зубчатого барабана вокруг своей оси за период воздействия на него съёмных щёток; определение среднего количества ударов (касаний) съёмных щёток по пыльному барабану.

Ключевые слова: пыльный барабан, сырьё, щётка, щёточный барабан, хлопкоочистительная машина, линтер, джин, пыльная гарнитура, колосниковая решётка.

**CHX PAXTA TOZALASH CHO'TKALARINI ISHLAB CHIQRISH VA ULARNING
XIZMAT MUDDATINI UZAYTIRISH**

Annotatsiya. Ushbu ishning maqsadi paxtani tozalash jarayonida paxtani yirik iflosliklardan tozalashda cho'tkalar va barabanning o'zaro ta'siri vaqtida cho'tkalarining ishlash muddatini oshirish; arra barabanining yuzasi bo'ylab olinadigan cho'tkalarining zarbalari (teginishlari) sonining haqiqiy qiymatini aniqlash uchun eksperimental tadqiqotlar o'tkazish; cho'tkalarga ta'sir qilish davrida tishli barabanning o'z o'qi atrofida aylanish burchagini aniqlash; olinadigan yechiladigan cho'tkalarining arra barabaniga o'rtacha teginishlari sonini aniqlashdan iborat.

Kalit so'zlar: arrali baraban, xom-ashyo, cho'tka, cho'tkali baraban, paxta tozalash mashinasi, linter, jin, arrali garniture, kolosnikli panjara.

**INCREASING THE PERFORMANCE AND SERVICE LIFE OF THE BRUSHES OF THE
CHX COTTON GINER**

Abstract. The purpose of this work is to increase the service life of brushes during the interaction of removable brushes and the drum when cleaning cotton from large debris during cotton removal; conducting an experimental study to determine the actual value of the number of strokes (touches) of removable brushes on the surface of the saw drum; determining the angle of rotation of the toothed drum around its axis during the period of exposure to removable brushes; determination of the average number of strokes (touches) of removable brushes on the saw drum.

Keywords: saw blade drum, raw materials, brush, brush drum, cotton gin, linter, gin, saw blade headset, grate.

Введение. Прогнозирование надёжности и долговечности работы механических систем и создание методов расчёта на износ различных сопряжений возможны только на основе оценки изменения параметров узла трения в результате изнашивания рабочих поверхностей в конкретных условиях эксплуатации машины. Многочисленные исследования показывают, что до 70–80 % отказов машин происходит из-за износа узлов трения. В нашей стране на ремонт машин и оборудования, ежегодно расходуются много денег, выпускаются огромное количество запасных частей, на ремонт работает большой парк станочного оборудования, в сферу ремонта и обслуживания машин втягивается всё больше людей.

Эксплуатация техники в климатических условиях республик Средней Азии, характеризующихся обилием света и тепла, сильными ветрами и пыльными бурями, низкой влажностью воздуха с

высокой плюсовой температурой, приводит к резкому – 1,5–2 раза по сравнению с зоной умеренного климата – снижению работоспособности машин и механизмов. В зоне жаркого климата машины работают при высоких температурах, интенсивной солнечной радиации, пыльных буранах, низкой относительной влажности воздуха и большой его запылённости. В запылённом воздухе размер частиц пыли колеблется в широких пределах – от <0,005 до 0,6 мм и более, пыль содержит до 80–95 % кварца и окисей алюминия, кальция, железа. Срок службы машин в таких условиях резко сокращается, интенсивность изнашивания деталей увеличивается в 2–10 раз, причём ~80 % их выбывает из строя вследствие абразивного износа.

Высокая износостойкость быстро изнашивающихся деталей — залог обеспечения надёжности и долговечности машин. Один из (способов повышения износостойкости деталей — подбор материалов, из которых они изготавливаются. Однако, применяя данный метод, можно лишь снизить скорость изнашивания, но не управлять самим процессом и, что особенно важно, теми изменениями состояния и работоспособности деталей, которые он вызывает. Кроме того, метод не всегда экономически оправдан из-за дефицитности материалов, сложности перестройки технологического процесса, а также из-за необходимости проводить многочисленные дорогостоящие эксперименты.

Основная часть. При применении в конструкции щёточных съёмных барабанов в очистителях хлопка-сырца значительным недостатком является большая изнашиваемость щетины барабанных щёток. По техническим условиям срок службы щёток составляет 2500-2600 ч. Следовательно, два раза в год щётки на машине полностью заменяют. Необходимо принимать меры по повышению их долговечности (рисунок 1).

Известно, что в условиях ударно-изгибающих нагрузок долговечность щёток зависит от следующих основных факторов:

- физико-механических свойств материала волокон;
- длины свободного вылета и диаметра щетины;
- формы и размеров кромки в места перегиба щетины;
- угол встречи щетины с пильчатой гарнитурой.

Из выше перечисленных факторов наиболее важным считаем угол встречи щетины с пильчатой гарнитурой, которая является основным показателем при изнашивании щетины щёточных барабанов, потому что угол встречи щетины с пильчатой гарнитурой приводит к изменению силы трения между ними.

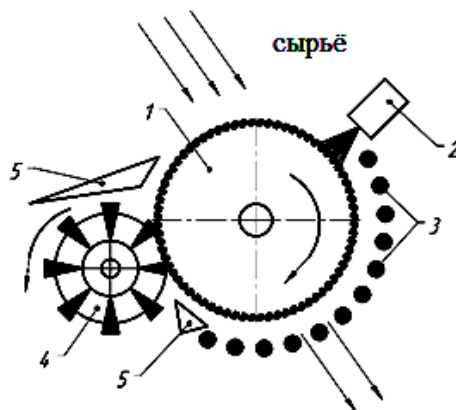


Рисунок 1. Существующая схема взаимодействия щёточного барабана с пильчатой гарнитурой

- 1-пильчатая гарнитура; 2-притирочная щётка;
3-колосниковая решётка; 4-щёточный барабан; 5-направляющие заслонки.

Используемая серийная щётка представляет собой деревянную планку с пучками щетины диаметром - 0,24 см; длина свободного вылета щетины -25 мм; кромка в месте перегиба щетины прямоугольная.

Щёточный съём волокнистого материала с зубьев пильчатого органов технологических машин имеет ряд преимуществ по сравнению с воздушным. Особенно это заметно при использовании этого съёма на джинах, линтерах, непрямоточных волокноотделителях, регенераторах и т.д., однако из-за неотработанности конструкций щёточных барабанов и дефицитности щетины щёточный съём применяют в основном в очистителях хлопка от крупного сора. Учитывая, что в последние годы разработан механизм не деформирующихся во время конструкции щёточных барабанов с

использованием недефицитной искусственной щетины из капрона, область применения щёточного съёма можно заметно расширить.

В связи с этим возникла задача исследовать некоторые стороны этого вида съёма. Сведения о щёточном съёме в литературных источниках не позволяют оптимальным образом решить конструкторские задачи при создании новых машин. Существуют и ошибочные представления о работе щёточных барабанов. Так, до сих пор господствует мнение о том, что щёточный барабан применительно к джинно-линьерным машинам работает как вентилятор, и волокнистая масса снимается развиваемым барабаном потоком воздуха. Поскольку воздушный поток выполняет транспортную функцию, желательнее, чтобы он отличался повышенными значениями давления и скорости, которые во многом зависят от диаметра съёмного барабана, частоты его вращения и особенно от шага расположения щёточных планок [О съёмных барабанах хлопкоочистительных машин Р. Рахимова, П.Н. Тютин].

Качество съёма хлопка с пильчатого барабана очистителя хлопка от крупного сора (ЧХ) во многом зависит от правильности соотношений скоростных режимов пильчатого барабана и щёточного съёмника, интенсивности воздействия щёточных съёмников на пильчатый барабан, а также стабильности частоты вращения пильчатого барабана во время воздействия на него щётки съёмника.

Целью настоящей работы является увеличение срока службы щёток при взаимодействии щёток съёмника и барабана при очистке хлопка от крупного сора в процессе съёма хлопка; проведение экспериментального исследования для определения действительного значения количества ударов (касаний) щёток съёмника на поверхность пильчатого барабана; определение угла поворота пильчатого барабана вокруг своей оси в период воздействия на него щётки съёмника; определение среднего количества ударов (касаний) щёток съёмника с пильчатого барабана.

Приводим некоторые теоретические положения, выясняющие особенности взаимодействия шпинделя и щёточных съёмников.

Расчёт диапазон касания щёток съёмника с пильчатого барабана.

По условиям нормального протекания процесса съёма хлопка с пильчатого барабана в самом приближённом его состоянии со съёмником щетины последнего должны углубляться в зубья пильчатого барабана на 2-2,5 мм (рисунок 1). Следовательно, взаимодействие съёмника с пильчатым барабаном происходит в небольшом участке, ограниченном точками O_h и O_k .

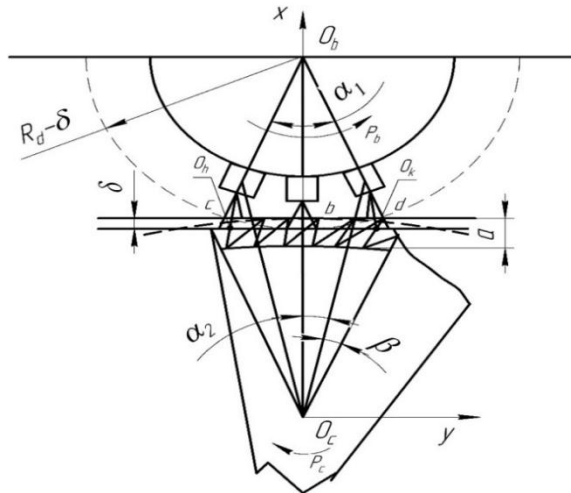


Рисунок 2. Схема взаимодействия щёток съёмника с пильчатым барабаном очистителя хлопка

Согласно рисунку 2 определяем длину дуги $\cup O_h O_k$, по формуле:

$$\cup O_h O_k = R_d \beta \text{ (рад)} \tag{1}$$

Зная значения $\cup O_h O_k$ определяем:

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{R_d - \delta}{R_d} \tag{2}$$

где R_d - радиус пильчатого барабана (R_b); δ - величина углубления щёток съёмника в зубья пильчатого барабана (2-2,5 мм).

Решением уравнения (2) относительно β и расчётами при $\delta = 1$ мм и $R_b = 250$ мм (существующая конструкция P_6) определяем $\beta = 0.32$ рад. Если учитывать значения β , то получим $\cup O_h O_k = R_d \beta = 80$ мм.

Расчёт угла поворота пильчатого барабана. Радиус существующей конструкции пильчатого барабана $r_k = 250 \text{ mm}$. Поэтому для полного оборота пильчатого барабана вокруг своей оси его центр должен пройти дугу длиной:

$$l_{dr} = 2\pi r_k = 2 \cdot 3.14 \cdot 250 = 1570 \text{ mm.}$$

Теоретически угол поворота пильчатого барабана вокруг своей оси во время взаимодействия со съёмником можно определить, сравнивая длины дуг $\cup O_h O_k$ и $\cup l_{dr}$.

$$\varphi_{dr} = \frac{\cup O_h O_k}{\cup l_{dr}} \cdot 180^\circ = \frac{80}{1570} \cdot 180^\circ = 9.17^\circ$$

Расчёт продолжительности времени воздействия щёток съёмника на поверхность пильчатого барабана. Зная $P_b = 280$ об/мин или 6,3 об/сек обороты щёточного барабана существующей конструкции, определяем путь прохождения центра пильчатого барабана за одну секунду:

$$L = 2\pi R_d \cdot n_d = 2 \cdot 3.14 \cdot 250 \cdot 280 = 4396 \text{ mm.}$$

$$t_{air} = \frac{\cup O_h O_k}{L}, \text{сек} = \frac{80}{4396} = 0.01$$

Расчёт угла поворота съёмника во время взаимодействия с пильчатым барабаном. Угол поворота барабанного съёмника можно рассчитать согласно известным данным по следующей формуле:

$$\theta = 2\pi \cdot P_c \cdot t_{air} / \text{сек} \quad (3)$$

где P_c - число оборотов съёмника $P_c = 950$ об/мин = 1.8 об/сек;

$$\theta = 2 \cdot 3.14 \cdot 300 \cdot 0.01 = 188^\circ.$$

Если считать, что количество щёточных планок на съёмнике 12 штук, то в пределах угла 188° имеются 3-4 планки и, соответственно, количество ударов также будет в этих пределах.

Поворот пильчатого барабана на угол μ_j можно определить:

$$\mu_j \cdot \frac{2\pi/z}{h^*}, \text{ (рад/мм)} \quad (4)$$

И согласно формуле определяем длину дуги окружности пильчатого барабана, обрабатываемой одной щёткой съёмника.

$$S^* = \mu_j A C^* r_{dr}, \quad (5)$$

Очевидно, для обеспечения съёма окружная скорость вращения съёмного барабана V_2 должна быть выше, чем пильчатого барабана V_1 . Съёмные планки с волокном взаимодействуют на участке пилы. При повороте пильчатого барабана на угол 2α съёмный барабан может повернуться не менее, чем $2\alpha_2 + \beta$. Выражая время поворота пильчатого и съёмного барабанов соответственно на эти углы через τ_1 и τ_2 , условие съёма можно представить в виде:

$$\tau_1 > \tau_2,$$

Для упрощения расчётов примем:

$$\tau_1 = \tau_2, \quad (6)$$

$$\text{но } \tau_1 = \frac{2\alpha_1}{\omega_1}; \quad \tau_2 = \frac{2\alpha_2 + \beta}{\omega_2},$$

где ω_1, ω_2 - угловая скорость соответственно пильчатого и съёмного барабанов, рад/с; α_1, α_2 и β - углы, рад.

После подстановки значений τ_1, τ_2 в выражение (6) расчётная формула примет вид:

$$n_2 = n_1 \frac{K(2\alpha_2 + \beta)}{\alpha_1} \text{ об/мин,} \quad (7)$$

где K - коэффициент запаса ($K = 1.15 - 1.25$);

α - центральный угол между двумя съёмными планками.

Из рисунка 1 следует, что

$$\alpha_1 = \arctg \frac{x_1}{(r_1 + r_2) - y_x} \text{ рад,} \quad (8)$$

$$\alpha_2 = \arctg \frac{x_2}{(r_1 + r_2) - y_d} \text{ рад,} \quad (9)$$

Координаты точки D определяем из пересечения окружностей I и II

$$y_1 = \frac{r_2^2 + (r_1 - r_2)^2}{2(r_1 + r_2^2)}, \quad (10)$$

$$x_1 = \sqrt{r_2^2 - r_d^2}, \quad (11)$$

Из-за наличия за пильной доски по этому варианту участок взаимодействия съёмного и пильчатого барабанов сокращён вдвое. Уравнение в этом случае примет вид:

$$n_2 = n_1 \frac{K(\alpha_1 + \beta)}{\alpha_1}; \quad (12)$$

углы α_1 и α_2 определяем по формулам (3) и (4), а координаты точки С - по те же формулам, что и для точки Д (10) и (11).

Выводы. Проведённые исследования показали, что в зоне непосредственного съёма воздушный поток препятствуют съёму хлопка, т.е. операция съёма протекает механически, роль же воздушного потока ограничивается транспортной функцией.

Полученные результаты дают возможность объективно оценить эффективность взаимодействия пыльчатого барабана щёточных съёмников (ЧХ) в процессе работы и оптимизировать параметры зоны съёма хлопка с пыльчатого барабана.

Приведённые формулы позволяют определить угловую скорость вращения съёмного барабана для машин различного назначения. Например, при диаметрах 320 и 380 мм шаге расположения планок по дуге-50 мм ($\alpha = 15^\circ$) находится искомая скорость для хлопкоочистителя. Предложенная нами методика может быть применена в практике конструирования съёмных барабанов широкого класса машин.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Икрамов У., Левитин М. А. Основы трибоники. Ташкент: Ўқитувчи. – 1984.
2. Мамасолиева, М. И. Методы повышения износостойкости деталей / М. И. Мамасолиева. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 3 (137). — С. 121-122.
3. Раутов Ш.Т. Обоснование основных параметров зоны съёма хлопка со шпинделей хлопкоуборочного аппарата с эллиптическими барабанами: дисс. ... канд. тех. наук, Ташкент. - 1990.
4. Программирование на языке С для АУЯ и ПС микроконтроллеров / Сост. Ю.А. Шпак - К.: «МК-Пресс», 2006. - 400 с.
5. Белов А.В., Создаем устройства на микроконтроллерах. - СПб.: Наука и техника, 2007. - 304 с.
6. Safarov N.M., (PhD) Majidov A.T., Mirsultanov I.M. Calculation of change of stock moisture content of the drying agent in the process of drying raw cotton in solar drying equipment. Participated in the III International Scientific Conference on Metrological Support of innovative Tehnologies (ICMSIT-III-2022) on March 3-6, / St. Petersburg-Krasnoyarsk. Russia.
7. Abrorov Akbar, Safarov Nazirjon, Kurbonov Fazliddin, Matluba Kuvoncheva, Khasan Saidov Mathematical model of hardening the disk-shaped saw teeth with laser beams. Participated in the II International Scientific Conference on “ASEDU-II 2021: Advances in Science, Enjineering Digital Education” on Oktober 28. 2022 / Krasnoyarsk. Russia.
8. Safarov Nazirjon, Mukhammadjanova Iroda, Kabulov Mukhammadali Mathematical model of the process of vertical drying of raw cotton in the hot airflow. Participated in the II International Scientific Conference on “ASEDU-II 2021: Advances in Science, Enjineering Digital Education” Krasnoyarsk. Russia.
9. Safarov Nazirjon, Abrorov Akbar, and Abdullaev Laziz AAPM-2023 “Dynamik analiysis of physical and mechanical forces of acting on the needle of a shoe sewing mashine in the process of sewing leather” Journal of Physics: Conference Series. 2573 012036.
10. Saidov Bekhzod, Safarov Nazirjon, Kabulov Mukhammadali and Saidov Alisher, APITECH-V-2023 “Increasing the performance and service life of the brushes of the cotton gin under conditions of shock-bending loads” Journal of Physics: Conference Series 2697 (2024) 012012.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАРАДЕЕВСКОГО ВРАЩЕНИЯ В КРИСТАЛЛАХ ГОЛЬМИЙ- И ТЕРБИЙ-СОДЕРЖАЩИХ ГРАНАТОВ

Рустамов Умид Рахматович,

*доцент Ташкентского экономического и педагогического института, к.ф.-м.н.
rustamov2110@mail.ru*

Аннотация. Разработан и создан спектроскопический прибор для измерения магнитооптических и оптических свойств *f*-электронных материалов с использованием метода поляризационной модуляции на основе фотоупругого модулятора с оптической обратной связью. Магнитооптическая система способна обеспечить чувствительность 0,004 угл. град на длине волны 380 нм. Многостороннее применение спектрометра подтверждено измерением угла фарадеевского вращения в кристаллах гольмий- и тербий-содержащих гранатов.

Ключевые слова: оптика, магнитооптика, фарадеевские вращения, редкоземельные ионы, поляризация, модуляция, образец, магнитное поле.

ГОЛМИЙ ВА ТЕРБИЙ БЎЛГАН ГРАНАТ КРИСТАЛЛАРИДА ФАРАДЕЙ АЙЛАНИШИНИ ЎРГАНИШ

Аннотация. Оптик тескари алоқага эга фотоэластик модулятор асосида, поляризация модуляцияси усули воситасида *f*-электронли материалларнинг оптик ва магнитооптик хусусиятларини ўлчаши учун спектроскопик қурилма ишлаб чиқилган ва яратилган. Ушбу магнитооптик система тўлқин узунлиги 380 нм тенг бўлганда 0,004⁰ бурчак тартибида сезгирликни таъминлашга қодирдир. Спектрометрнинг кўп томонлама қўлланилиши таркибида гольмий ва тербий бўлган гранат кристалларида Фарадей бурилиши бурчагини ўлчаши орқали тасдиқланади.

Калим сўзлар: оптика, магнитооптика, Фарадей бурилиши, нодир ер ионлари, қутбланиши, модуляция, намуна, магнит майдон.

STUDY OF FARADAY ROTATION IN CRYSTALS OF HOLMIUM- AND TERBIUM-CONTAINING GARNETS

Abstract. A spectroscopic device has been developed and created for measuring the magneto-optical and optical properties of *f*-electronic materials using the polarization modulation method based on a photoelastic modulator with optical feedback. The magneto-optical system is capable of providing a sensitivity of 0.004 arc. hail at a wavelength of 380 nm. The versatile application of the spectrometer is confirmed by measuring the Faraday rotation angle in crystals of holmium- and terbium-containing garnets.

Keywords: optics, magnet optics, Faraday rotations, rare earth ions, polarization, modulation, sample, magnetic field.

Введение. Хорошо известно, что механические продольные колебания кварцевого бруска приводят к периодической модуляции его показателя преломления по наибольшему измерению за счёт фотоупругого эффекта [1,2]. Если световая волна распространяется в кварцевом бруске перпендикулярно механическим колебаниям, то фазовый сдвиг, возникающий между ортогональными компонентами электрического вектора световой волны, вызванный наведённым двулучепреломлением, можно записать как:

$$\varphi = \frac{2\pi\Delta n}{\lambda} \sin \Omega t \cdot l \quad (1)$$

где Δn – максимальная разность показателей преломления двух ортогональных компонентов света, проходящих через активный элемент модулятора, Δn – функция максимальной деформации в кварцевом стержне, которая зависит от напряжения питания активного элемента модулятора, λ – длина волны света в вакууме, l – толщина кварцевого стержня по ходу распространения света, Ω – рабочая частота. Если падающий световой поток линейно поляризованного света на модулятор имеет ненулевые составляющие вдоль ортогональных осей и если одна из них параллельна направлению деформации активного элемента модулятора, то состояние поляризации света, проходящего через полосу, становится модулированной.

Обзор литературы. Для реализации специализированных магнитооптических измерений необходимо использовать методы поляризационной модуляции, среди них обычно применяется метод эллиптической поляризационной модуляции [3,4]. Этот метод работает на основе различных модуляторов поляризации, таких как ротаторы Фарадея, ячейки Погкельса и фотоупругие модуляторы. На практике фотоупругая модуляция показала особые преимущества и часто используется. Принципы модуляции поляризации с помощью фотоупругих модуляторов изложены в работах [1,2]. Модуляция эллиптичности света, вызванная колебаниями в стержне изотропного материала, применяется в оптической спектроскопии и эллипсометрии [1,2]. Основным преимуществом является его способность измерять сигналы со 100% глубиной модуляции, что очень важно в случае сильного поглощения и слабого отражения или излучения. Кроме того, для таких модуляторов можно использовать широкоапертурные пучки [1].

Методология исследования. Для исследования фарадеевского вращения в кристаллах используется модифицированный метод измерения угла поворота плоскости поляризации света [1]. В этом методе (рисунок 1) используются две двулучепреломляющие пластины L_1 и L_2 и один выходной поляризатор (анализатор A). Первая пластина L_1 представляет собой фотоупругий модулятор, а Ω -частота модуляции фазового сдвига $\varphi = \varphi_M \sin \Omega t$, индуцированного модулятором. Вторая пластина L_2 представляет собой «четвертьволновую» пластину $\lambda/4$. Интенсивность светового потока, выходящего из анализатора A и поступающего в фотодетектор:

$$\Phi = \frac{\Phi_0}{2} [1 - 2 \cos 2\theta \cos 2\Psi \{2J_1(\varphi_M) \sin \Omega t + \dots\} + 2 \sin 2\Psi \{2J_0(\varphi_M) + \dots\}] \quad (2)$$

Измеряя основной член $I(\Omega)$, можно переписать отношение $I(\Omega)/I(0)$ (4) как:

$$\frac{I(\Omega)}{I(0)} = \frac{2 \cos 2\theta \cos 2\Psi J_1(\varphi_M)}{1 + \sin 2\Psi J_0(\varphi_M)} \sin \Omega t \quad (3)$$

Учитывая малое значение эллиптичности Ψ , (3) упрощается, особенно при выборе угла H , $\theta = 45 \pm \alpha$:

$$\frac{I(\Omega)}{I(0)} = 2 \cos 2\theta \cdot J_1(\varphi_M) \sin \Omega t = 2 \sin 2\alpha \cdot J_1(\varphi_M) \sin \Omega t \quad (4)$$

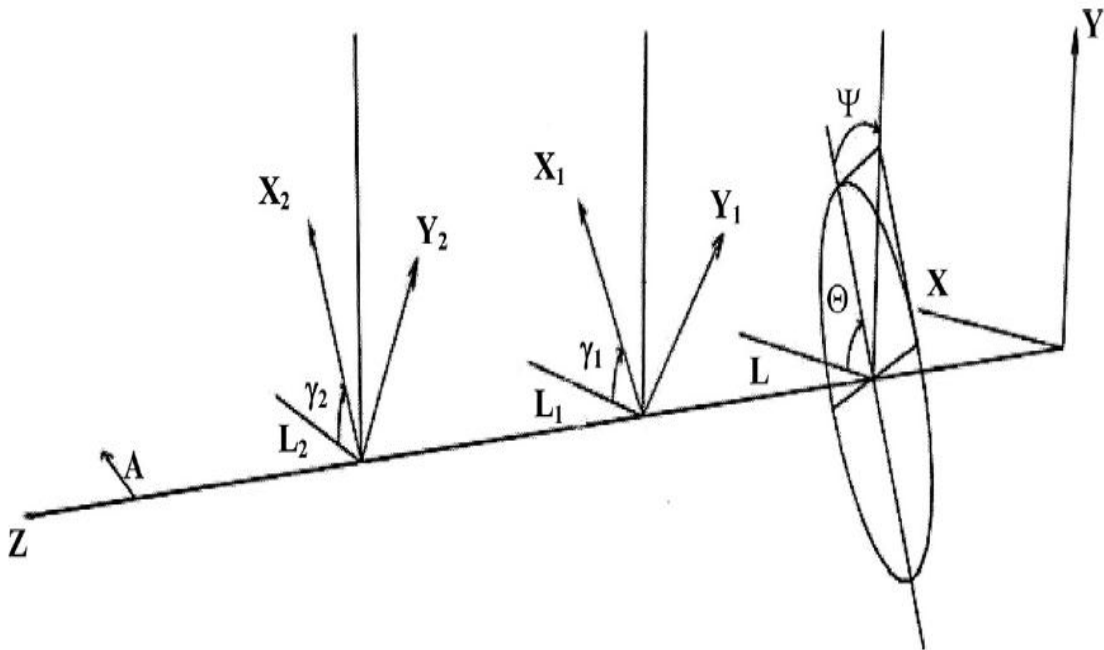


Рисунок 1. Измерение угла фарадеевского вращения. $L(\Theta, \Psi)$ – анализируемый свет; L_1 ($\gamma_2 = \pi/4$, $\varphi = \varphi_M \cdot \sin \Omega t$) – модулятор; L_2 ($\gamma_1 = \pi/4$, $\pi/2$) – «четвертьволновая» пластинка; A – выходной поляризатор (анализатор); Θ – азимут большой оси; Ψ – угол эллиптичности

Видно, что угол поворота α можно определить соотношением переменной $\Phi(\Omega)$ и постоянной $\Phi(0)$ составляющих интенсивности светового потока. Для облегчения измерений значение $J_1(\varphi_M)$ следует выбирать максимальное, равное 0,582 на каждой длине волны, этот максимум достигается при $\varphi_m = 105$ град.

Следует отметить, что в данном методе измерения угла поворота возможна реализация «нулевого метода», а именно, сигнал $\Phi(\Omega)$, индуцируемый намагниченным образцом, может быть компенсирован вращением входного поляризатора, помещённого перед образцом. Угол вращения поляризатора равен измеряемому углу вращения Фарадея. Начальный азимут плоскости поляризации входного поляризатора установлен равным $\pi/4$ относительно плоскости поляризации анализатора (смотрите также рисунок 2). Точность измерения угла поворота в этом методе составляет - 0,01 град. Экспериментально «нулевой метод» имеет преимущество по сравнению с методом $\Phi(\Omega)/\Phi(0)$, где значение $J_1(\varphi_M)$ всегда необходимо выбирать не более 0,582 на каждой длине волны в исследуемом спектральном диапазоне.

В экспериментальной установке для измерения спектров фарадеевского вращения в видимой области в качестве источника света использовалась галогенная лампа мощностью 100 Вт. Входным поляризатором служила стандартная поляризационная плёнка. Комбинация «четвертьволновой» пластинки L_2 и анализатора А была заменена круговым поляризатором (ЦПЛ-52). Модуляция поляризации света частотой 36 кГц была получена с помощью упомянутого выше фотоупругого модулятора с оптической обратной связью. Исследуемые образцы помещались в модифицированный оптический криостат CCS-100/204, помещённый в воздушный зазор 10 мм самодельного электромагнита с максимальным полем 0,7 Тл. Величина магнитного поля контролировалась с помощью InSb датчика Холла InSb (рабочая область 0,45x0,15 мм, чувствительность 114 мкВ/мТл). Ток фотомножителя регистрировался и усиливался синхронным усилителем (SR510, Stanford Research Systems), который измерял соотношение $I(\Omega)/I(0)$.

Для создания магнитного поля использовался секционный сердечник Е-образной формы. Магнит был разработан как для продольной, так и для поперечной геометрии (магнитное поле параллельно или перпендикулярно распространению света), а также для геометрии пропускания и отражения. Магнит обеспечивает поле до 1,2 Тл обеих полярностей в воздушном зазоре 5 мм. Прорезь была спроектирована с возможностью расширения для установки низкотемпературного криостата.

Анализ материала и результаты исследования. Фарадеевское вращение редкоземельных парамагнитных гранатов можно описать как [5–7]:

$$\alpha_F = VB = -\frac{\omega^2}{\omega_0^2 - \omega^2} \left[\frac{A}{h} \cdot \frac{2\omega_0}{\omega_0^2 - \omega^2} + B + C\chi \right] B + V_{gm}B \quad (5)$$

где V – константа Верде, ω – частота падающего света, ω_0 – «эффективная» частота разрешённых (по спину и чётности) переходов $4f \rightarrow 5d$ (или $5g$). Первый член, так называемый «диамагнитный» A -вклад, указывает на вырождение уровней либо основного состояния, либо уровней возбуждённого состояния. Второе слагаемое B описывает вклад «перемешивания» (внешним магнитным полем) волновых функций основного и возбуждённого состояний, причём этот вклад становится существенным, если отсутствуют вырожденные уровни кристаллического поля, т. е. при отсутствии A - и C - члены фарадеевского вращения [5–7]. Третий член $C\chi$, где χ - магнитная восприимчивость, представляет собой так называемый «парамагнитный» C -вклад. Четвёртый член $V_{gm}B$ представляет собой "гиромагнитный" вклад в константу Верде [6]. Когда частота равна $\omega \ll \omega_0$, мы можем заменить частотный коэффициент $\frac{\omega^2}{\omega_0^2 - \omega^2}$ на $1/\lambda^2$, где λ соответствует длине волны ω .

Было обнаружено, что в галлиевых или алюминиевых гранатах, содержащих Tb^{3+} , «диамагнитный» вклад практически равен нулю, тогда как вклад B -терма составляет 5-10% [5,6]. Поэтому для сравнения с экспериментальными данными полезно переписать (12) в стандартных обозначениях (см. также [12–14]) в виде:

$$\alpha_F = VB = \left[(C\chi + B) \frac{\omega^2}{\omega_0^2 - \omega^2} \right] B = [(C'\chi + D)]B \quad (6)$$

где D -сумма «смешивающего» B -члена и возможного вклада «диамагнитного», не зависящего от температуры A -члена; $C\chi$ описывает значение зависящего от температуры «парамагнитного» члена эффекта Фарадея, где $C' = C \frac{\omega^2}{\omega_0^2 - \omega^2}$. Спектральные зависимости константы Верде V монокристалла тербий-скандиевого алюмограната (ТСАГ) состава $Tb_{2.784}Y_{0.019}Sc_{1.301}Al_{3.896}O_{12}$ (ТСАГ), измеренные при различных температурах во внешнем поле H , ориентированном в произвольном. Кристаллографическое направление показано на рисунке 2. Видно, что значение угла фарадеевского вращения увеличивается как минимум на порядок в исследуемом диапазоне температур. В то же время видно, что константа Верде кристалла ТСАГ резко возрастает с уменьшением длины волны вплоть до 400 нм, особенно при $T=25$ К.

По сравнению с экспериментальными данными магнитооптических исследований РЗЭ-гранатов [7–9], учитывая, что магнитная восприимчивость гранатов обратно пропорциональна температуре $\chi \propto 1/T$, можно видеть, что зависимости константы Верде по обратной температуре, полученные для разных длин волн, имеют линейную характеристику, что убедительно подтверждает вывод о линейной зависимости между константой Верде V и магнитной восприимчивостью χ .

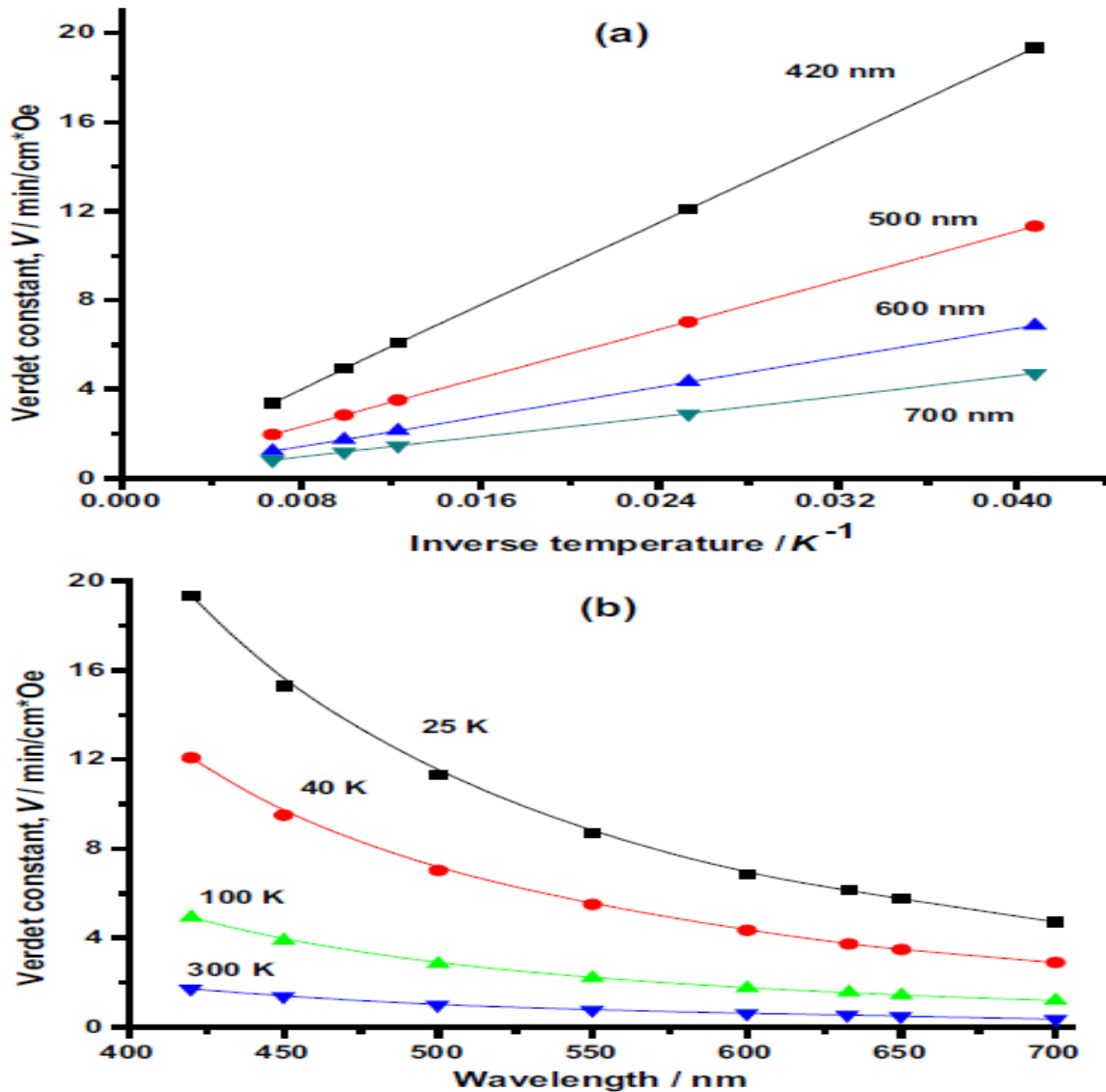


Рисунок 2. Постоянная Верде как функция обратных температур для разных длин волн (а). Спектральные зависимости константы Верде ТСАГ, измеренные при различных температурах (б).

Используя линейность зависимости V и $1/T$, можно также найти значения коэффициентов наклона C_0 для каждой исследуемой длины волны, а затем построить график зависимости $1/C'$ от λ^2 , поскольку обратное значение так называемый «парамагнитный» частотный коэффициент $\frac{\omega^2}{\omega_0^2 - \omega^2}$ в (13) эквивалентен коэффициенту $\frac{\lambda^2 - \lambda_0^2}{\lambda_0^2}$. В результате экспериментально найденная линейная зависимость между значениями $1/C'$ и λ^2 (рисунок 3) может быть использована для определения «эффективной» частоты $\omega_0 = (6.9 \pm 0.63) \cdot 10^{15} \text{s}^{-1}$ разрешённых переходов $4f \rightarrow 5d$ в ионах Tb^{3+} , встроенных в структуру ТСАГ. В этом контексте интересно отметить, что аналогичная величина, найденная ранее для тербий-галлиевого граната ТГГ в работе [9] равна $(8.02 \pm 0.68) \cdot 10^{15} \text{s}^{-1}$ $\lambda_0 = (235 \pm 2 \text{ nm})$.

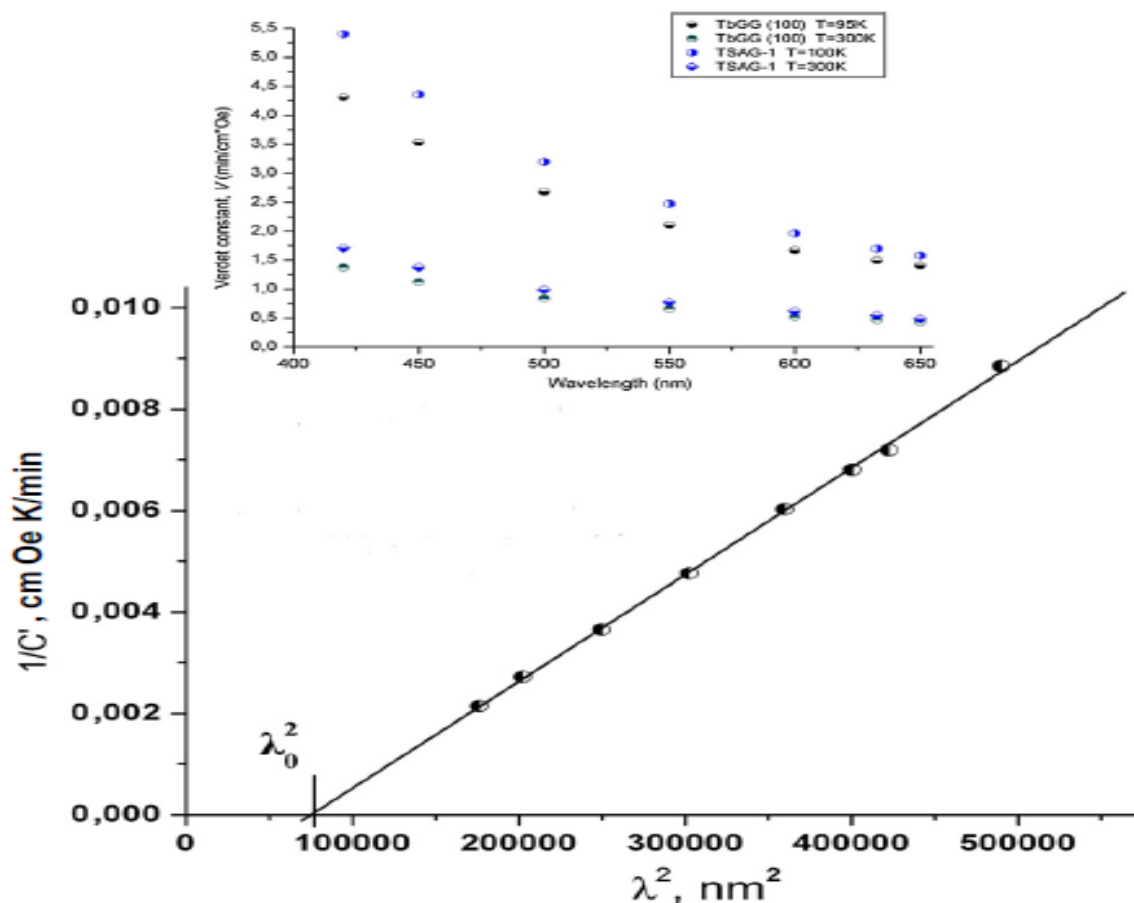


Рисунок 3. Зависимость коэффициента $1/C'$ от λ^2 для TSAГ. Вставка: Сравнение констант Верде для TSAГ и TGG, измеренных при разных температурах.

Кроме того, были проведены сравнительные измерения фарадеевского вращения в гранатах TGG и TSAГ в том же спектральном диапазоне при 90 и 300 К (вставка на рисунке 3), которые показывают, что в исследованных диапазонах длин волн и температур значения константы Верде TSAГ примерно на 20–25% выше, чем у TGG. Возможная причина увеличения константы Верде TSAГ по сравнению с TGG связана с увеличением «парамагнитного» частотного фактора, вызванным смещением резонансной частоты первого разрешенного $4f \rightarrow 5d$ перехода в более низкую частоту по мере было обнаружено в ходе наших измерений.

Выводы. В настоящей работе разработан и создан магнитооптический спектрометр, основанный на модуляции поляризации света, создаваемой фотоупругим модулятором оригинальной конструкции. Кроме того, электромагнит с секционным сердечником E-образной формы был разработан как для продольной, так и для поперечной геометрии, а также для геометрии передачи и отражения. Магнит обеспечивает поле до 1,2 Тл при комнатной температуре и 0,7 Тл при использовании криостата (в диапазоне температур 20–300 К). Разработанный спектрометр апробирован для исследования в монокристалле TSAГ, для измерения спектральных зависимостей вращения Фарадея (константы Верде). Измерения подтверждают вывод о линейной связи постоянной Верде и магнитной восприимчивости χ монокристалла TSAГ. «Эффективная» частота $\omega_0 = (6.9 \pm 0.63) \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$ $\lambda_0 = (273 \pm 2.5 \text{ nm})$. Найдены разрешенные переходы $4f \rightarrow 5d$ в ионах Tb^{3+} , встроенные в структуру TSAГ, ответственные за фарадеевское вращение в этом диапазоне длин волн. Сравнительные измерения фарадеевского вращения в гранатах TGG и TSAГ показывают, что значение константы Верде TSAГ примерно на 20–25% выше, чем у TGG, обсуждается возможная причина такого результата.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Badoz J., Billardon M., Canit J.C., Russel M.F. // *J. Optics*, 1977, V8, p. 373.
2. Jasperson S.N., Schnatterly S.E. // *Rev. Sci. Instrum.*, 40 (1969) p.761.
3. Sutherland J.C., Vickery L.E., Klein M.P. // *Rev. Sci. Instrum.* 45(1974), p. 1089.
4. Ishibashi T., Kuang Zh., Yufune Sh. // *J. Appl. Phys.* 100 (2006), p. 903.
5. Pelenovich V.O., Valiev U.V., Zhou L., Ivanov I. A., Pelenovich O.V., Rustamov U.R., Fu. D. Magneto-optical spectrometer based on photoelastic modulator with optical feedback and its application in study of f-electron materials // *Optical Materials*, 2016, 55, pp. 115–120
6. Валиев У.В., Рустамов У.Р., Соколов Б.Ю.. Управляемая магнитным полем поляризованная люминесценция гранатов $Y_3Al_5O_{12}-Tb$ и $Y_3Al_5O_{12}-Ho$. // *Физика твердого тела*, 2002, Т.44, с. 269-271.
7. Yoshikawa A., Kagamitani Y., Pawlak D.A. // *Mater. Res. Bull.* 37(2002), p.271.
8. Zvezdin A.K., Matveev V.M., Mukhin A.A., Popov A.I. *Rare-Earth Ions in Magnetically Ordered Crystals* // Mir, Moscow, 1985.
9. Mukimov K.M., Sokolov B.Y., Valiev U.V. // *Phys. Stat. Sol.* 119 (1990), p. 307

КОИНОТНИНГ КЕЛИБ ЧИҚИШИ ҲАҚИДАГИ ЗАМОНАВИЙ КОСМОЛОГИК ВА АСТРОФИЗИК ТУШУНЧАЛАР

Узоқов Ориф Ҳамроевич,

Бухоро давлат университети Физика-математика факультети
Гелиофизика, қайта тикланувчи энергия
манбалари ва электроника кафедраси доценти
a.x.uzakov@buxdu.uz

Аннотация. Мазкур илмий оммабоп мақола 14 миллиард йил давомида коинотнинг пайдо бўлиши ва ривожланиши ҳақида бўлиб, вақтнинг космик кўламида инсоният тарихи кўз очиб юмгудек қисқа даврни ўз ичига олади, бу эса бизнинг нақадар ёшлигимиз ва Коинотнинг қанчалик улканлигини кўрсатади. Катта портлашдан бошлаб то ҳомосапиеенснинг пайдо бўлгунча, бу замонавий илмий тушунчаларга қатъий риоя қилган ҳолда сониясига 22 миллион йил тезликда ривожланишни кузатишга уринишдир.

Калит сўзлар: нисбийлик назарияси, космология, Коинот, стационар, "Қизил силжиш" эффекти, спектр, Коинотнинг кенгайиш эффекти, Хаббл қонуни, заррачалар, антизаррачалар, Хаббл доимийси, чексиз, кварклар, протоюлдузлар, "Катта портлаш" концепцияси, "Қора туйнук", протогалактика, ўта юқори ҳароратлар, моддалар зичлиги, радиация.

СОВРЕМЕННЫЕ КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ И АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ВСЕЛЕННОЙ

Аннотация. Данная научно-популярная статья посвящена происхождению и развитию Вселенной на протяжении 14 миллиардов лет, а в космическом пространстве времени включает короткий период истории человечества, который показывает, насколько мы молоды и насколько велика Вселенная. От Большого взрыва до появления Homo Sapiens — это попытка проследить за быстрым развитием со скоростью 22 миллиона лет в секунду, строго придерживаясь современных научных концепций.

Ключевые слова: теория относительности, космология, Вселенная, стационарность, эффект «Красного смещения», спектр, эффект расширения Вселенной, законы Хаббла, частицы, античастицы, константы Хаббла, бесконечность, кварки, протозвёзды, концепция «Большого взрыва», «Чёрные дыры», протогалактика, очень высокие температуры, плотность вещества, радиация.

MODERN COSMOLOGICAL AND ASTROPHYSICAL CONCEPTS OF THE ORIGIN OF THE UNIVERSE

Abstract. This popular science article is about the creation and development of the universe over 14 billion years, a blink of human history on the cosmic scale of time, which shows how young we are and how vast the universe is. From the Big Bang to the emergence of homosapiens, this is an attempt to track development at a rate of 22 million years per second, strictly according to modern scientific concepts.

Keywords: Relativity, cosmology, Universe, stationary, "Redshift" effect, spectrum, Universe expansion effect, Hubble's law, particles, antiparticles, Hubble constant, infinite, quarks, protostars, "Big Bang" concept, "Black hole", protogalaxy, extreme temperatures, matter density, radiation

Кириш. Умумий нисбийлик назариясининг тубдан янги инкилобий космологик оқибатларини рус математиги ва назарийтчи физиги А.А.Фридман (1888-1925) очиб берди. Эйнштейннинг умумий нисбийлик назариясидан "дунё тенгламалари"ни ечиш унга математик моделини куриш имконини берди. Лекин Коинотнинг биринчи моделини А.Энштейннинг ўзи таклиф қилган ва у Коинот стационар, яъни ривожланмайдиган ва тўрт ўлчамли цилиндр шаклига эга бўлиши керак, деган нотўғри хулосага келган. Фридман Коинот фазосининг буралиши стационар бўлмаслигини исботлади. 1922-1924-йилларда А.Фридман Энштейн ғояларини танқид қилди ва унинг Коинотнинг вақт бўйича стационар ва ўзгармас деган дастлабки постулатларининг нотўғрилигини кўрсатди. Вақт ўтиши билан Коинот фазоси эгрилик радиусининг ўзгариши ҳақидаги постулатга асосланиб,

Фридман Эйнштейннинг дунё тенгламаларига янги ечимларни топди. Бу ечимлар асосида у коинотнинг учта математик моделини курди. Улардан иккитасида фазонинг эгрилик радиуси ошади ва Коинот кенгайди. Учинчи модел эгрилик радиуси даврий равишда ўзгариб турадиган пульсацияланувчи Коинотнинг тасвирини чизади. Фридманнинг биринчи иккита модели тез орада узоқ галактикалар ҳаракатини бевосита кузатишда - галактикалар спектрларининг "қизил силжиш" эффектида ўзининг аниқ тасдиғини топди. "Қизил силжиш" эффекти бир-биридан етарлича узоқда жойлашган барча галактикалар ва галактика тўдаларининг бир-биридан узоқлашувларини кўрсатди.

Спектр - маълум бир моддага хос бўлган нурланишлар тўлқин узунликлари тўплами (айни вақтда гап водород ҳақида боради, чунки у коинотда энг кенг тарқалган). Узоқ галактикалардан келадиган узун тўлқин узунлиги уларнинг биздан узоқлашаётганлигини кўрсатади ва спектрал таҳлилда спектрнинг қизил ранг томон силжишини кузатиш мумкин. Шундай қилиб, биз коинотнинг биз кузатаётган қисмининг кенгайиши фактини тасдиқлаймиз. Аксарият космологлар яхлит Коинот доимий кенгайишда деб тасдиқлашади.

Америкалик астроном Эдвин Хабблнинг (1889-1953) номи билан универсал космологик қонун - Коинотнинг кенгайиш эффекти боғланади. Ўзининг бу кашфиёти билан у космологиянинг асосий саволига, яъни Коинотнинг чекли ёки чексизлиги деган саволга жавоб берди.

Хаббл Ерга энг яқин Дева юлдуз туркумидаги 18 та галактиканинг тезлигини ўлчади ва галактикалар ҳаракатига оид умумий қонуниятни изоҳлади: галактикалар спектрларидаги "қизил силжишлар" кузатувчидан ёки галактика марказидан пропорционал масофаларга ошиб боради. 1929 йилда Хаббл томонидан ўрнатилган ушбу қонун астрономияда **Хаббл қонуни** деб юритилади. ($v = H \cdot r$), бу ерда v - галактикаларнинг чекиниш тезлиги, H – пропорционаллик коэффиценти ёки Хаббл доимийси, r - кузатилган галактикагача бўлган масофа.

Хаббл доимийси $H \approx 560$ км/с•Мпс га тенг. (Мпс - миллион парсек ёки ёруғликнинг 3,3 миллион Ер йилида босиб ўтадиган масофаси). Бу масофа 1 Мпс га ошиши билан галактиканинг кенгайиш тезлиги 560 км/сек га ошганини англатади. "Хаббл доимийси" космологиядаги асосий параметрлардан биридир. Бу катталикнинг фанда аниқ қиймати бор ва у ҳозирда 50-100 км/сек.га тенг. Коинотнинг Ерга яқин ҳудудлари учун Хаббл қонуни статистик характерга эга, яъни у бир ёки иккита галактикалар учун эмас, балки кўп сонли галактикаларда намоён бўлади. Галактикалар тарқалиб кетган вақтни англатувчи Хаббл доимийсига тескари миқдор ($1/H$) галактикалар тарқалишининг бошланиши ва эҳтимол, Коинот яратилишининг бошланишини кўрсатади.

Хаббл қонунининг бундай талқини Фридман томонидан кашф этилган стационар бўлмаган олам назариясини аниқ тасдиқлайди. Дунёнинг астрономик харитасида стационар бўлмаган ривожланаётган коинотнинг назарияси ўрнатилди. Агар оламдаги модданинг ўртача зичлиги критикдан қийматдан ($5 \cdot 10^{-30}$ г/см³) кичик бўлса, у ҳолда Коинот чексиз кенгайди, яъни Коинот чексиз бўлади. Акс ҳолда, Коинот торайиб, охир-оқибат йўқола бошлаши керак. Коинот кенгайган сари фазонинг эгрилиги нолга тенг ёки нолдан кичик бўлганда унинг зичлиги камаёди, лекин фазонинг эгрилиги нолдан катта бўлганда коинот кенгайганига қарамай, фазонинг зичлиги ошади, яъни Коинот худди буралаётгандай бўлади.

Коинотнинг релятивистик моделида эволюцион ғоя ҳукм суради; бу ғоя бутун коинотга таалукли. Бироқ, коинотнинг чекланган бир қисмида кузатилган ҳодисаларни бутун Коинотга қўллаш учун ҳеч қандай асос йўқ. Космоснинг чексиз кенгликларида ўзига хос физикавий ҳодисалар ва ҳатто ўз қонунлар ўз кучига эга бўлиши мумкин. Айнан шу йўналишда Коинотнинг замонавий астрономик эволюцион харитаси ривожланмоқда.

Катта портлаш назарияси. XX аснинг 30-йилларида бир қатор олимлар, жумладан, Ж. Лемаитре, Э. Милне, А. Фридманлар Коинотнинг ўта зич материянинг кучли портлаши натижасида вужудга келгани ҳақидаги гипотезани илгари сурдилар. Коинотнинг кенгайиш жараёнида юлдузлар, галактикалар ва бошқа сайёралар пайдо бўлган. Катта портлашнинг илмий эволюцион-космологик назариясининг шаклланиши америкалик физик Ж. Гамов (1904-1968) номи билан боғлиқ.

Катта портлаш назариясига кўра, коинотнинг пайдо бўлиши ақл бовар қилмайдиган даражада сиқилган ўта зич ҳолатда бўлган материянинг ҳалокатли портлаши натижасидир, ҳозирги кунга қадар замонавий физика доирасида тушуниш ва тавсифлаш мумкин бўлмаган ягона ҳолатдир. Ушбу портлаш билан бошланган материянинг кенгайиши дастлаб радиация ва моддаларнинг яхлит аралашмасига олиб келди.

Коинотнинг кузатилиши мумкин бўлган қисмида водороднинг катта миқдори унинг кенгайишининг дастлабки босқичида у, асосан, юқори ҳароратли нурланиш билан тўлдирилганлигини кўрсатади, шу билан бирга, унда бир қатор зарралар ва антизарралар ҳам мавжуд

эди. Зарралар орасида оғир (нейтронлар, протонлар, гравитонлар) ва енгил (электронлар, нейтринолар) ни ажратиш мумкин.

Ж. Гамов ва унинг шогирдлари 1948 йилда бугунги Коинотдаги бирламчи нурланиш 5^0 K ($0^0 \text{ K} = -273,15^0 \text{ C}$) ҳароратга мос келадиган нурланиш сифатида кузатилиши мумкинлигини башорат қилишди. Юлдузлар, галактикалар ва юлдузлараро муҳитнинг умумий нурланишидан бундай заиф сигнални ажратиш олиш радиофизиклар учун имконсиз бўлиб қолганди. Бироқ 1956 йилда худди шундай нурланиш Пулково расадхонасида кучли антенна ёрдамида аниқланган. (унинг ҳарорати $3,9-4,2^0 \text{ K}$ оралиғида эканлиги аниқланган).

Ж. Гамов башоратининг якуний тасдиғи америкалик радиотехниклар А. Пензиас ва Р. Уилсон 1964 йилда Америка сунъий йўлдошини кузатиш учун кучли антеннани синовдан ўтказганларида исботланган. Барча йўналишларда интенсивлиги бир хил бўлган бирламчи қолдиқ радио нурланишни И. С. Шкловский реликтли нурланиш деб атаган. Бу кашфиёт Катта портлаш назариясини тасдиқлади ва бизнинг коинотимизнинг ёш тарихга эга эканлигини ва у ҳақиқатан ҳам босқичма-босқич ривожланганлигини кўрсатди.

Катта портлаш натижасида коинотнинг пайдо бўлишининг бир қанча сценарийлари мавжуд. Улардан бири П. Девис томонидан таклиф қилинган.

Коинотнинг кенгайиши, унинг ҳозирги кенгайиш тезлигига қараб, 15-20 миллиард йил олдин бошланган. Илк кенгайиш 10^{43} сония давом этган. Бу эранинг охирига келиб, температура 10^{32} K ни ташкил этган ва моддалар зичлиги 10^{97} кг/м^3 га етган. Худди шу даврда коинотнинг элементар курилиш блоклари, яъни кварклар мавжуд бўлган.

Ҳароратнинг пасайиши билан кварклардан адронлар ҳосил бўлган ва улар ҳароратнинг янада пасайиши натижасида парчаланиб кетган. Коинот кенгайиши бошланганидан 1 микросекунд, яъни 10^{-3} сек дан кейин моддалар протонлар, нейтронлар, электронлар, муонлар, пионлар, нейтринолар ва гравитонлардан ва уларнинг антизарраларидан иборат бўлган. Тахминан 1 сониядан сўнг, аннигиляция натижасида фақат нейтронлар, протонлар, электронлар, нейтринолар ва гравитонлар қолди.

Ҳароратнинг янада пасайиши билан, энергия мураккаб ядроларнинг боғланиш энергиясидан пасайганда, протонлар нейтронлар билан бирлашиб, атом ядроларини ҳосил қилади. Ушбу бирламчи синтезда 25% гелий ҳосил бўлади, модданинг қолган қисми деярли бутунлай эркин протонлардан иборат бўлган. Ҳарорат пасайишда давом этган ва бу ҳарорат ядровий синтез учун етарли бўлмаган. Бу вақт ичида гелий ядроларидан оғирроқ бўлган жуда оз сонли ядролар ҳосил бўлишга муваффақ бўлди. Совиш янада давом этди, лекин унинг тезлиги секинлашди, шунинг учун ҳарорат 10^4 K га етиши учун 10^{15} сония керак бўлди. Бу босқичда эркин протонлар ва электронлар водород атомини ҳосил қилди. Модда нурланиш учун шаффоф бўлиб қолди ва шу вақтдан бошлаб модда ва нурланиш бир-биридан ажралди. Ҳосил бўлган ва совутилган газлар булутларни ҳосил қилди, улардан протогалактикалар пайдо бўлди.

Протогалактикаларнинг юқори зичликдаги қисмлари қўшимча моддаларни ўзига тортди ва уларнинг тортишиш кучи ошди. Протогалактикаларнинг секин сиқилиши ўз оғирлик кучи таъсирида содир бўлди. Газ булутларида юлдузлар ҳосил бўлиш жараёни бошлангунча бундай кетма-кет даврлар бирин-кетин ўта бошлади. Протоюлдузлар сиқилиши боис уларнинг ҳарорати ошиб борди ва бу ҳароратнинг ошиши термоядро реакциялари бошлангунча давом этган. Натижада протоюлдузлар сиқилишдан тўхтади, чунки унинг марказидаги ҳарорат ва босим кучайиб, тортишиш кучини мувозанатлаштиради. Протоюлдуз мувозанатланади ва юлдузга айланади.

Тулио реджи бўйича коинот эволюциясининг сценарийси. Коинот материяси ниҳоятда сиқилган ҳолатда эди, унинг зичлиги 1 трлн. ^0C температурада сув зичлигидан миллиардлар марта катта бўлган. Бу манзарани велосипед шинасида ҳавонинг жуда тез кенгайиши билан киёслаш мумкин. Бу дақиқаларда коинот нима билан тўлдирилган бўлиши мумкин? Агар заррачалар 1 триллион ^0C гача қиздирилса, улар бир-бири билан шундай куч билан тўқнашадики, атомлар ядро ва электронларга парчаланadi. Бундан ташқари, ядро ва электронларнинг энергияси шунчалик катта бўладики, улар А. Эйнштейн формуласи ($E=mc^2$) бўйича антизарраларнинг пайдо бўлишига олиб келиши мумкин.

Коинот кенгайиб борар экан, у ўз радиусига тескари пропорционал тезликда совий бошлайди. Вақт 1-4 сек.га ошганда радиус 2 баробар ортади, ҳарорат эса 2 марта камаяди ва 1 миллион йилдан кейин ҳарорат 4000^0C га тушади ва эркин электронлар ядролар билан бирлашиб атомларни ҳосил қилади. Ҳозирги кунда Коинотдаги модданинг ўртача зичлиги 10^{-30} г/см^3 ни ташкил этади, бу критик зичликдан ($5 \cdot 10^{-30} \text{ г/см}^3$) камроқдир. Замонавий космологиянинг энг долзарб муаммоларидан бири

“яширин масса” муаммосидир”, айнан Коинот материясининг ўртача зичлигини баҳолаш шунга боғлиқ. “Яширин масса”нинг кўринишларидан бири бу “қора туйнуклар”дир.

Олимлар коинот массасининг 9/10 қисми “қора туйнуклар”да тўпланган деб тахмин қилишади. “Қора туйнук” - нисбатан кичик ҳажмдаги улкан массадир; ўз тортишиш кучи таъсирида бу масса назоратсиз равишда қисқара бошлайди ва тортишиш инкйрози содир бўлади. Шунинг учун “қора туйнук” ҳеч нарсани ташқарига чиқармайди, акс эттирмайди ва шунинг учун уни аниқлаб бўлмайди. У ерда бўшлиқ кучли бурилган ва вақт секинлашади. Унинг сиртдаги тортишиш кучи шунчалик кучлики, уни енгилш учун ёруғлик тезлигидан катта тезлик керак. Олимларнинг таъкидлашича, “қора туйнуклар” галактикалар ядроларида жойлашган.

Лекин оламнинг кенгайиш (яъни, “Катта портлаш”) концепциясига ҳам қаршилар бор. Шундай қилиб, 1988 йилда Ю.Учаев айланувчи Коинот ҳақидаги гипотезани таклиф қилди. Бу фаразга кўра, барча космик жисмлар айланади. Уларнинг массага эга эканлиги қандай табиий ҳол бўлса, айланиши ҳам худди шундай ҳолдир. Ушбу гипотезада галактикаларнинг “қизил силжиши” Допплер эффектнинг бўйлама эмас, балки кўндаланг характердалиги билан тушунтирилади. Бундай эффект учун “қизил силжиш” қиймати энди чизиқли эмас, балки сигнални қабул қилувчи объект атрофида айлана бўйлаб ҳаракатланадиган галактикагача бўлган масофага квадратик боғлиқликка эга.

Бундан келиб чиқадики, қайд этилган “қизил силжиш” нинг маълум бир қиймати учун айланувчи Коинот гипотезаси доирасида аниқланган узоқ объектлардан масофалар кенгайиб бораётган коинот концепцияси асосида аниқланган бир хил объектларга бўлган масофалардан анча кичик бўлади. Табиийки, айланувчи Коинотгача бўлган масофаларнинг қисқариши унинг ҳажмининг камайишига ва модда ўртача зичлигининг ошишига олиб келади. Бундан ташқари, бу ўсиш кенгайиб бораётган коинотдаги материя зичлигига нисбатан 3-5 даражага ошди, бу эса критик ўртача зичликдан 1-3 даражага ошиб кетишига олиб келди. Бундан келиб чиқадики, бизнинг коинотимизнинг чексиз кенгайиши ҳам, кейинчалик унинг кичик ҳажмга сиқилиши, ҳарорат ва материя зичлигининг ҳаддан ташқари ошиши мумкин эмас.

Асосан материянинг маълум бир кенгайиши ёки сиқилиши имкониятини таъминлаган ҳолда, айланувчи олам модели коинотни чексиз кичик ҳажмдан кенгайтиришни ёки кейинчалик бундай ҳажмга сиқилишни талаб қилмайди. Бу моделнинг “барқарорлиги” ёки ҳақиқатга яқинлиги галактикаларнинг ўзаро тортилиши айлана бўйлаб ҳаракати пайтида юзага келадиган марказдан қочма кучлар билан компенсацияланади. Бу ҳолда, кузатилган “қизил силжиш” ни Допплер эффекти ёрдамида тушунтириш мумкин. Айланадиган коинот гипотезаси муаллифининг таъкидлашича, олимлар бир муаммони ҳал қилиш орқали бошқа муаммони келтириб чиқарадилар. Масалан, нима учун Коинотнинг бурчак тезлиги доимий? Яна бир муаммо: айланувчи Коинотда “қизил силжиш” тақсимотининг анизотропияси (яъни йўналишлар бўйича хоссаланинг ҳар хиллиги) коинотнинг айланиш ўқи ва тегишли галактика орасидаги бурчакка қараб кузатилиши керак. Бундай анизотропия ҳозиргача кашф этилмаган.

Стандарт Фридман модели замонавий коинотнинг таназули учун иккита вариантни башорат қилади – биринчиси, доимий кенгайиш натижасида “термик ўлим” ёки иккинчиси кейинги сиқилиш (Big Grush – Катта портлаш). Назарияга кўра, биринчи сценарий 10^{-29} г/см³ дан кам бўлган ўртача материя зичлигига тўғри келади; иккинчиси - бу қийматдан кўпроқ.

Аммо юлдузлар ва галактикалар ҳаракатидаги аномалияларни кузатиш астрономларни коинотда кўринадиган материядан ташқари, тўғридан-тўғри кузатувлар олиб бўлмайдиган, массаси материя микдоридан анча юқори бўлган коронғу материя бўлиши керак деган хулосага олиб келди. Ушбу масаланинг моҳияти ҳақидаги савол ноаниқ. Эҳтимол, бу юлдузлараро совуқ газ, оқ карлик, митти юлдузлар, нейтринолар ёки бошқа ғалати зарралардир. Коинот келажагига стандарт прогнозлардан бошқача қарашни ночизикли фан ғоялари ёрдамида олиш мумкин. Коинотнинг бўшлиқдан пайдо бўлганлиги уни “ёпиқ система” деб ҳисоблаш мумкин эмаслигини англатади ва шунинг учун унинг эволюцияси ўз-ўзини тартибга солувчи тизимлар назарияси қонунларига бўйсунди. Ва шунинг учун физиклар орзу қилган ҳамма нарса назарияси динамик беқарорликни ўз ичига олиши керак ва бу шуни англатадики, И.Р. Пригожин фикрига кўра, коинотнинг ривожланиши шундай шароитлар туғиладики, унда янги қонуниятлар яратилади.

Ушбу ностандарт шароитлардан бири Коинот ичида янги коинотларнинг пайдо бўлиш мумкинлигидир. Ушбу гипотезанинг бошланғич постулати Планк масштабларида квант флукутацияларининг мавжудлигидир. нинг мавжудлигини галактик ядролар ёки квазарлар томонидан чиқариладиган 10^{16} ГэВ энергияга эга кучли гамма нурларининг унга реакциясини кузатиш орқали экспериментал текшириш мумкин. Агар бундай флукутациялар мавжуд бўлса, у ҳолда ҳақиқатдан ҳам

она Коинотдан ташқари бошқа янги коинотлар ўз-ўзидан пайдо бўлиши мумкин бўлади. Уларни келадиган кучли нурланиш чақнашлари орқали билан кузатиш мумкин.

Антропик космологик принцип. Антропик тамойил бугунги замонавий дунёкарашнинг энг кескин ва мунозарали муаммоларидан биридир. Унинг ўрганиш объекти – Коинотдаги Ердан ташқари бошқа ақлли мавжудотларнинг борлиги, ҳаётнинг роли ва ўрнидир. Бу саволга жавоб берадиган учта тарихий парадигма мавжуд:

1. Коинот антропоморфли, у яхлит, бутун организм бўлиб, инсон олий космик кучлар томонидан бошқарилади (Аристотель, Птолемей).

2. Коинот Оллоҳ томонидан яратилган механизмдир. У инсонни ўзига хос суратда яратган. (Декарт, Ньютон).

3. Стандарт космологик модель, яъни ақлли ҳаёт тасодиф қонунлар асосида пайдо бўлган.

Ушбу муаммоларни таҳлил қилиш космологик фалсафада Коперник ғоясига қарши инқилобга олиб келди. Маълум бўлишича, Коинотда фундаментал физик константаларнинг жуда аниқ қийматлари мавжуд ва ҳатто стандарт қийматлардан кичик оғишлар ҳам коинотда шундай ўзгаришларга олиб келадик, унда тирик мавжудотларнинг, шу жумладан инсоннинг пайдо бўлиши имконсиз бўлиб қолади. Бу муаммони Г.М. Идельс, А.М. Зельманов, Б. Картер, Ф. Хоя, Н.Л. Розенталь, Ж. Уилер, Ф. Типлер, С. Хокинг ва бошқа олимлар тадқиқ қилдилар.

Коинотнинг унда инсон ва тирик мавжудотларнинг яшай олишига ажойиб бу мослашуви антропик принцип (АП) деб аталади. Коинотни кузатиш ва унинг эволюцияси тарихини ўрганиш натижасида кўплаб олимлар Коинотни маълум бир оптимал тарзда ташкил этадиган маълум бир принцип мавжуд деган хулосага келишди. Мисол учун, коинотнинг кенгайиш энергияси унинг тортишиш энергияси билан жуда яхши мувофиқлашуви коинотнинг максимал узоқ умр кўришини таъминлади. Баъзи физиклар реал оламнинг қурилиши шу оламда яшовчи тирик мавжудотлар билан чамбарчас боғлиқ деган фикрга эга.

Физикларнинг таъкидлашича, коинотдаги барча ҳодиса ва жараёнларни ниҳоятда нозик тартибга солишни амалга оширадиган принцип мавжуд, аммо бу физик принцип эмас, балки оламнинг ажралмас қисми сифатида инсон билан боғлиқ бўлган антропик принципдир. Антропик принцип биринчи бўлиб инглиз астрофизики Бенжамин Картер томонидан 1973 йилда Н. Коперник принципининг кенг қўлланилишига қарши мувозанат сифатида илгари сурилган. Коперник таълимотига кўра инсоннинг Коинотда ҳал қилувчи роли йўқ. Албатта бу сўнгги принцип замонавий илм-фан нуқтаи назаридан нотўғри, чунки инсоннинг мавжудли мураккаб физиканий кимёвий онгли мавжудот сифатида фақат Коинотнинг аниқ, маълум жойларида ва Коинот тарихининг маълум босқичларида юзага келиши муайян шартларни талаб қилади. Бизнинг ақлли мавжудотлар сифатида мавжудлигимиз кўп жиҳатдан жисмоний дунёнинг тузилишига боғлиқ. Шундай қилиб, агар бирон бир ўта нозик тартибга солинган шартлар бузилганда, унда ҳаёт имконсиз бўлар эди.

Оламнинг кўпгина асосий хусусиятлари, моҳиятига кўра, асосий физик константаларнинг қийматлари билан белгиланади. тортишиш доимийси, электроннинг заряди, протон массаси, Планк доимийси, вакуумдаги ёруғлик тезлиги ва бошқалар. Агар санаб ўтилган константалар реал қийматларидан бироз фарқ келадиган бўлса, коинотнинг хусусиятлари бутунлай бошқача бўлар эди. Юқоридагиларнинг барчаси бизни ҳақли савол беришга ундайди: нега асосий константаларнинг барча мавжуд бўлиши мумкин бўлган қийматларининг чексиз диапазонидан айнан шу жуда аниқ ва ўзига хос қийматлар тўплами мавжуд?

Бу ва шунга ўхшаш саволларга 4 турдаги антропик тамойил жавоб беришга ҳаракат қилади.

Заиф Антропик принцип. Биз кутаётган кузатишлар бизнинг кузатувчи сифатида мавжудлигимиз шартлари билан чегараланиши керак. Шундай қилиб, астрономлар томонидан олиб борилган ҳар қандай космологик кузатишлар ҳамма нарсани қамраб олувчи танлов эффектига асосланади, яъни бу бизнинг мавжудлигимиздир. Биз, масалан, бизнинг мавжудлигимизга зид бўлган ходисаларни (ўта юқори ҳароратлар, моддалар зичлиги, радиация ва бошқалар) кузата олмаймиз.

Кучли Антропик принцип. Коинот ўз тарихининг қайсидир босқичида унинг ичида ҳаёт ривожланишига имкон берадиган хусусиятларга эга бўлиши керак. Ёки коинот шу учун шундайки, чунки биз унда мавжудмиз. Бу тамойил биз яшаётган оламнинг ўзига хос хусусиятларига ишора қилади. Маълум бўлишича, атомлар, юлдузлар ва галактикаларнинг барқарор мавжудлиги учун асосий физик константаларнинг қийматларини жуда нозик "созлаш" керак. Ушбу қийматлардан бир озгина кичик оғиш ҳам, ҳеч бўлмаганда улардан биттасида барқарорликнинг кескин йўқолишига ёки эволюциядаги маълум бир алоқанинг йўқолишига олиб келади. Демак, бизнинг коинотимиз кимдир

томонидан энг яхши тарзда жуда катта аниқликда "дастурлаштирилган". Бу Яратувчи ёки бошқа Олий ақлли куч бўлиши мумкин. Теологизм айбловларидан холи бўлиш учун олимлар (Гут, Стейнхардт, Линде ва бошқалар) коинотларнинг кўплиги ҳақидаги гипотезани таклиф қилдилар. Унга кўра, бизнинг коинотимиз мавжуд бўлган кўплаб оламлардан фақат биттаси ва биз омадлимизки, тасодиф натижасида унда бизнинг мавжудлигимиз учун мақбул шароитлар яратилган.

Иштирок этувчи Антропик принцип. Коинот мавжудлиги учун кузатувчилар керак /Уиллер/. Квант механикасини (Копенгаген мактаби) талқин қилиш нуктаи назаридан бу тамойил физик мазмунга эга.

Якуний антропик принцип. Коинотда ақлли ахборот жараёни пайдо бўлиши керак ва у пайдо бўлгандан кейин ҳеч қачон ўлмайди / Ф. Типлер /. Агар онгнинг шаклланиши умумий тартибда шарт ва зарур деб ҳисобланса, унда бир қатор космологияларда муқаррар бўлиб кўринадиган унинг келажакда йўқ бўлиб кетади деган фикр билан мураса қилиш қийин бўлади. Табиат онгнинг тақдирига бефарқ эмас ва унинг абадий мавжуд бўлиши учун барча шарт-шароитларни инсон шаклида бўлмаса ҳам бошқа кўринишларда, албатта, таъминлайди, деб тахмин қилиш янада оқилона ва тўғрироқ бўлади. Якуний антропик принцип физикавий характерга эга бўлса ҳам, у маънавий ва ахлоқий кадрятлар билан боғлиқ ҳамда такомиллаштирилган коинотни назарда тутади.

АДАБИЁТЛАР:

1. *История и философия науки: учебное пособие для вузов / Н. В. Бряник, О. Н. Томюк, Е. П. Стародубцева, Л. Д. Ламберов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 290 с.*
2. *Ивин, А. А. Философия науки в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / А. А. Ивин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. 287 с.*
3. *Ивин, А. А. Философия науки в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / А. А. Ивин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. 244 с.*
4. *История и философия науки : учебник для вузов / А. С. Мамзин [и др.] ; под общей редакцией А. С. Мамзина, Е. Ю. Сиверцева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 360 с.*
5. *Uzakov O. Kh, Muhidova O.N. (2021). Factor determining the efficiency of innovative activities of a teacher. International journal of discourse on innovation, integration and education. Vol. 2 No. 1, pp. 81-84.*
6. *Мирзаев Ш.М, Узакоев О.Х. (2001). Испытания адсорбционного гелиохолодильника бытового назначения Вестн. Междунар. Академии холода, № 1 С. 38-40.*
7. *Uzakov. O.X. (2021). Innovative technologies and methods training in education. ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal Vol. 11, Issue 1, January pp.1304– 1308.*
8. *Uzakov. O.X. (2020). Chaos as the basis of order. Entropy as measures of chaos. International Journal of Advanced Academic Studies, 2(2): 16149-16154.*
9. *Uzakov. O.X. (2020). The emergence of chaos. International Journal of Advanced Academic Studies. 2 (2): 221-223.*
10. *Узаков О.Х. (2021). Сушность некоторых физических научных концепций и приложений // Общество и инновации. № (8), С. 287-295.*
11. *Узаков О.Х., Мухидова О.Н. (2021). Научные исследования: основы методологии // Science and Education 2 (12), с. 376-386*
12. *Mirzaev Sh M, Uzakov O Kh (2000). Solar absorption refrigerating unit № (2), С. 68-71.*

**ТЕОРИЯ РАЗМЕРНОГО КВАНТОВАНИЯ В МОНОАТОМНЫХ СЛОЯХ
ДИХАЛЬКОГЕНИДОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

*Расулов Вохоб Рустамович,
доцент кафедры «Физика»*

Ферганского государственного университета, PhD

*Расулов Рустам Явкачович,
профессор кафедры «Физика»*

Ферганского государственного университета, д.ф.-м.н.

*Насиров Мардон Холдорбекович,
докторант кафедры «Физика»*

Ферганского государственного университета

*Уринова Камала Комилджонова,
преподаватель кафедры «Физика»*

*Кокандского государственного педагогического института
r_rasulov51@mail.ru.*

***Аннотация.** Построена теория размерного квантования как в одномерной, так и нольмерной наноструктуре, выращенной на основе моноатомного слоя дихалькогенидов переходных металлов.*

Получены выражения для энергетических спектров носителей тока как для чётных, так и для нечётных (относительно инверсии координат) состояний в размерно-квантованной линии и точке моноатомного слоя дихалькогенидов переходных металлов в зависимости от их геометрических размеров.

Проведён численный анализ размерно-квантованных энергетических состояний электронов в наноструктурах моноатомного слоя дихалькогенидов переходных металлов.

***Ключевые слова:** размерное квантование, одно- и нольмерная наноструктура, моноатомный слой дихалькогенидов переходных металлов. электрон, гамильтониан.*

**THEORY OF SIZE QUANTIZATION IN MONOATOMIC LAYERS OF TRANSITION
METAL DICHALCOGENIDES**

***Abstract.** A theory of size quantization has been constructed in both one-dimensional and zero-dimensional nanostructures grown on the basis of a monoatomic layer of transition metal dichalcogenides.*

Expressions are obtained for the energy spectra of current carriers for both even and odd (with respect to coordinate inversion) states in a dimensionally quantized line and point of a monoatomic layer of transition metal dichalcogenides, depending on their geometric dimensions.

A numerical analysis of the size-quantized energy states of electrons in the nanostructures of a monoatomic layer of transition metal dichalcogenides has been carried out.

***Keywords:** size quantization, one- and zero-dimensional nanostructure, monoatomic layer of transition metal dichalcogenides, electron, Hamiltonian.*

**O‘TISH METALLAR DIXALKOGENIDLARINING MONOATOMLI QATLAMLARIDA
O‘LCHAMLI KVANTLASHISH NAZARIYASI**

***Annotatsiya.** O‘tish metallari dixalkogenidlari monoatomli qatlamlarining nol-va bir o‘lchamli nanostrukturalarida o‘lchamli kvantlashish nazaryasi qurilgan. O‘tish metallari dixalkogenidlari monoatomli qatlamlaridagi o‘lchamli kvantlashgan ip va nuyaqtalardagi koordinata inversiyasiga nisbatan toq va juft bo‘lgan holatlardagi tok tashuvchilar energetik spektrlari uchun ifodalar aniqlangan.*

O‘tish metallari dixalkogenidlari monoatomli qatlamlari nanostrukturalaridagi elektronlarning o‘lchamli kvantlashgan energetik spektrlar miqdoriy tahlil qilingan.

***Kalit so‘zlar:** o‘lchamli kvantlashish, bir va nol o‘lchamli nanostrukturalar, o‘tish metallari dixalkogenidlari monoatomli qatlamlari, elektron, gamiltonian.*

***Введение.** Важной составляющей современной как в экспериментальном, так и в теоретическом аспекте физики твёрдого тела является сравнительно активно развивающееся*

направление – физика низкоразмерных систем носителей тока. В частности, к таким низкоразмерным системам относятся разнообразные наноразмерные структуры: сверхрешётки, структуры с размерно-квантованными ямами, нитями и точками [1-3], практическая разработка которых постоянно растёт с развитием современных технологий их получения [4]. Наряду с тем, что эти низкоразмерные структуры являются элементной базой современной наноэлектроники и являются объектами перспективных исследований по созданию принципиально новых устройств спинтроники, опто-и наноэлектроники с уникальными физическими свойствами [5-9]. Основные свойства этих размерно-квантованных структур определяются тем, что пространственное ограничение движения носителей тока в одном или нескольких направлениях приводит к перестройке зонной структуры образца, т.е. энергетической дисперсии носителей и других квазичастиц, например, фононов, экситонов и поляритонов [10-12].

Уникальные свойства размерно-квантованных структур, отличающие их от объёмных образцов, которые выращены на их основе, позволяют добиваться решения следующих задач: а) в таких структурах зачастую возникают новые эффекты, связанные с размерным квантованием и исследование которых представляет несомненный интерес с физической точки зрения анализа фундаментальных свойств низкоразмерных объектов. Во-вторых, наноструктуры могут быть использованы для создания твёрдотельных устройств нового поколения [13].

Отметим, что хотя исследованию размерного квантования в кристаллах тетраэдрической симметрии и в их многослойных структурах посвящено много работ [14-17], но вопрос о квантовании энергетической дисперсии носителей тока в моноатомных слоях дихалькогенидов переходных металлов (ДПМ) остаётся открытым, чему и посвящена данная работа.

Энергетический спектр в квантовой нити, выращенной из моноатомного слоя дихалькогенидов переходных металлов

Эффективный гамильтониан электронов в объёмных дихалькогенидах переходных металлов представляем в виде [18]:

$$H = \begin{pmatrix} (E_g / 2) & \gamma k_- \\ \gamma k_+ & (-E_g / 2) \end{pmatrix}, \tag{1}$$

где $k_{\pm} = k_x \pm ik_y$, $\vec{k}_{\perp} = k_{\perp}(\sin \varphi, \cos \varphi)$ – двумерный волновой вектор, направленный по интерфейсу, $\gamma = \hbar(\tilde{E}_g / m^*)^{1/2}$, E_g - ширина запрещённой зоны, m^* - эффективная масса носителей тока. Ради простоты, в дальнейшем: в расчётах волновых функций и энергетических спектров носителей тока в размерно-квантованных структурах, выращенных на основе ДПМ, считаем, что эффективная масса носители тока не зависит номера размерного квантования.

Сначала рассмотрим размерное квантование в потенциальной яме, изготовленной из моноатомных слоев ДПМ, где считаем, что в направлении оси Ox имеется потенциальное поле вида

$$U(x, y) = \begin{cases} U_0 & \text{при } 0 \leq x \leq a, \\ 0 & \text{при } x < 0, x > a, \end{cases} \tag{2}$$

где U_0 , a - энергетическая высота и ширина ямы. Тогда уравнение Шредингера с гамильтонианом (1) запишется как:

$$(H - E)\psi = \begin{bmatrix} (E_g / 2) + U_0 - E & \gamma(k_x - ik_y) \\ \gamma(k_x + ik_y) & (-E_g / 2) + U_0 - E \end{bmatrix} \psi = 0, \tag{3}$$

решением которого является матрица-столбец размерностью 1×2 .

Тогда из равенства $\det(H - E) = 0$ нетрудно получить уравнение Шредингера, с помощью которого можно определить волновую функцию и энергетического спектра носителей тока:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \aleph_y^2 \psi = 0, \tag{4}$$

где $\aleph_y^2 = \frac{1}{\gamma^2} [(U_0 - E)^2 - E_y^2]$, $E_y^2 = (E_g / 2)^2 + \gamma^2 k_y^2$ и считали, что $k_x = -i \frac{\partial}{\partial x}$, -волновой вектор носителей тока, направленный по оси Oy . Далее представляя решение (4) в виде суперпозиции

экспоненциальных функций, описывающих де-Бройловские волны с волновым вектором \mathfrak{N}_y и распространяющиеся как по, так и против оси Ox и, учитывая непрерывность и однозначность волновой функции, нетрудно получить, что:

а) энергетический спектр размерного квантования в чётных (относительно инверсии координат) определяется из условия $e^{i2\mathfrak{N}_y a} = 1$ ($e^{i\mathfrak{N}_y a} = \pm 1$). Тогда условие $\cos(\mathfrak{N}_y a) = +1$ даёт выражение для размерно-квантованного энергетического спектра в виде:

$$E_a^{(+)} = U_0 - \left[\left(E_g / 2 \right)^2 + \gamma^2 k_y^2 + \gamma^2 \frac{\pi^2}{a^2} n^2 \right]^{1/2}, \quad (5)$$

а из условия $\cos(\mathfrak{N}_y a) = -1$ получим:

$$E_b^{(+)} = U_0 - \left[\left(E_g / 2 \right)^2 + \gamma^2 k_y^2 + \gamma^2 \frac{\pi^2}{4a^2} (2n+1)^2 \right]^{1/2}, \quad (6)$$

где n - номера размерно-квантованных состояний;

б) размерно-квантованный энергетический спектр в нечётных (относительно инверсии координат) определяется из условия $\sin(\mathfrak{N}_y a) = 0$, откуда получим выражение, определяемое соотношением (5):

$$E_b^{(+)} = U_0 - \left[\left(E_g / 2 \right)^2 + \gamma^2 k_y^2 + \gamma^2 \frac{\pi^2}{4a^2} (2n+1)^2 \right]^{1/2}. \quad (7)$$

На рисунке 1 приведены графики размерно-квантованного энергетического спектра носителей тока в одномерной квантовой структуре в моноатомном слое ДПМ для ширины запрещённой зоны $E_g = 1eV$ (рисунок а и б) и $E_g = 1,5eV$ (рисунок с и д): а) и с) энергетический спектр чётных состояний; б) и д) энергетический спектр нечётных состояний, где толщина ямы в единицах $10^{-9} m$, волновой вектор носителей тока в единицах $10^9 m^{-1}$. Расчёты произведены по формулам (5) и (6) для $U_0 = 0,5eV$ и $m = 0,5m_0eV$. Из рисунка 1 видно, что энергетические расстояние между размерно-квантованными состояниями тем больше, чем меньше геометрический размер структуры. Это связано с тем, что размерно-квантованный энергетический спектр обратно пропорционален толщине структуры.

Энергетический спектр в квантовой точке, выращенной из моноатомного слоя дихалькогенидов переходных металлов

Для расчёта энергетического спектр в квантовой точки, выращенной из моноатомного слоя ДПМ выберем оператор потенциальной энергии в виде:

$$U(x, y) = \begin{cases} U_0 & \text{при } 0 \leq x \leq a, 0 \leq y \leq b; \\ 0 & \text{при } x, y < 0, x < a, y > b; \end{cases} \quad (8)$$

где $a(b)$ - толщина потенциальной ямы по оси $Ox(Oy)$.

Тогда уравнение Шредингера принимает вид:

$$\begin{bmatrix} (E_g / 2) + U_0 - E & \gamma(k_x - ik_y) \\ \gamma(k_x + ik_y) & (-E_g / 2) + U_0 - E \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \psi_1 \\ \psi_2 \end{bmatrix} = 0, \quad (9)$$

где $k_x = \frac{1}{i} \frac{\partial}{\partial x}$, $k_y = \frac{1}{i} \frac{\partial}{\partial y}$. Учитывая операторов волновых векторов, нетрудно получить, что

$$\begin{cases} [(E_g / 2) + U_0 - E] \psi_1 + \gamma \left(\frac{1}{i} \frac{\partial \psi_2}{\partial x} - i \frac{1}{i} \frac{\partial \psi_2}{\partial y} \right) = 0, \\ \gamma \left(\frac{1}{i} \frac{\partial \psi_1}{\partial x} + i \frac{1}{i} \frac{\partial \psi_1}{\partial y} \right) + [(-E_g / 2) + U_0 - E] \psi_2 = 0, \end{cases} \quad (10)$$

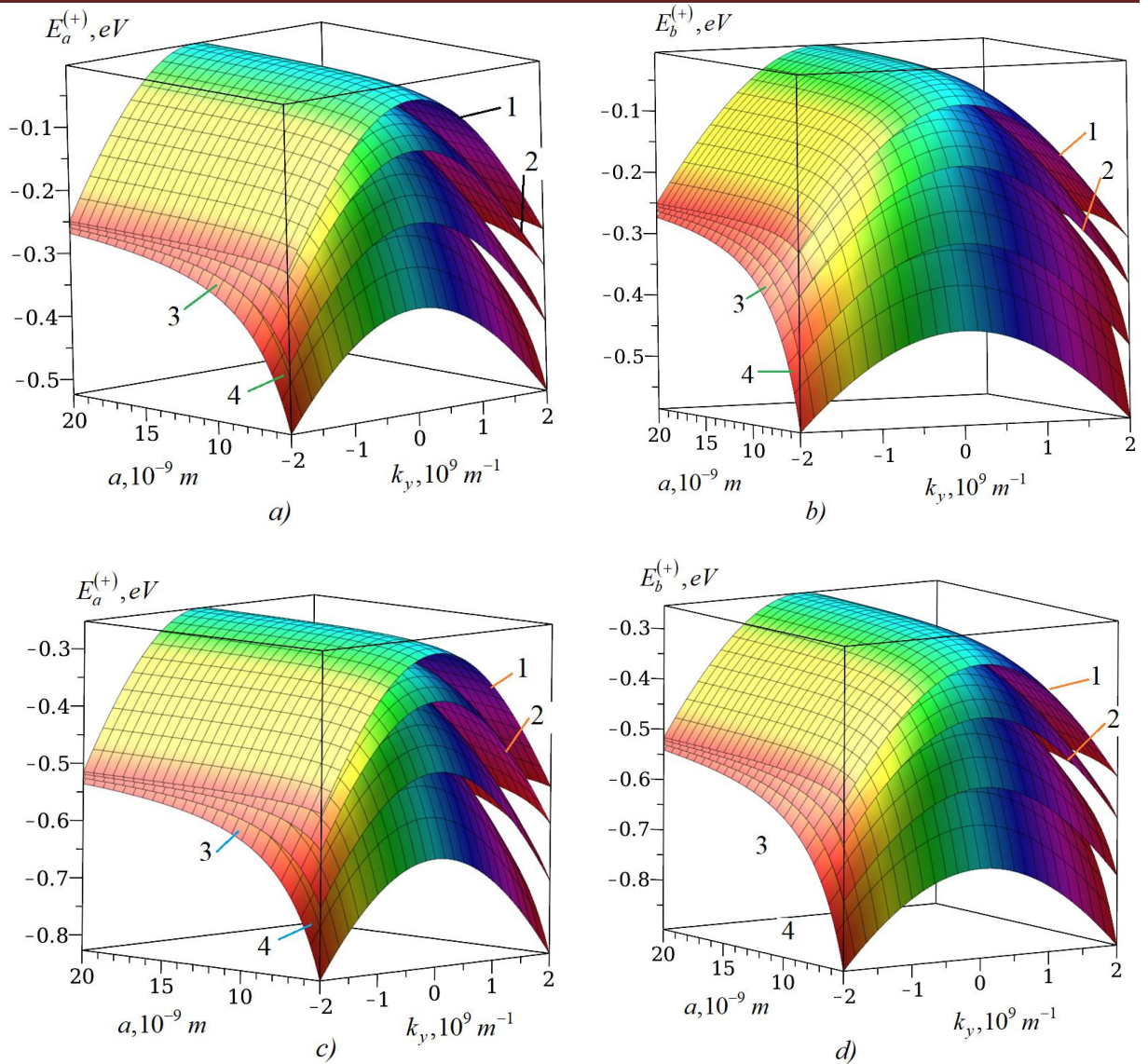


Рисунок 1. Графики размерно-квантованного энергетического спектра носителей тока в одномерной квантовой яме в моноатомном слое ДПМ для ширины запрещённой зоны $E_g = 1\text{eV}$ (рисунок *a* и *b*) и $E_g = 1,5\text{eV}$ (рисунок *c* и *d*): *a*) и *c*) энергетический спектр чётных состояний; *b*) и *d*) энергетический спектр нечётных состояний

откуда волновые функции ψ_1 и ψ_2 взаимосвязаны соотношением:

$$\psi_1 = -\frac{\gamma}{(E_g/2) + U_0 - E} \left(\frac{1}{i} \frac{\partial \psi_2}{\partial x} - \frac{\partial \psi_2}{\partial y} \right), \quad \psi_2 = -\frac{\gamma}{(-E_g/2) + U_0 - E} \left(\frac{1}{i} \frac{\partial \psi_1}{\partial x} + \frac{\partial \psi_1}{\partial y} \right).$$

Тогда нетрудно получить уравнение Шредингера для ψ_1

$$\frac{\partial^2 \psi_1}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi_1}{\partial y^2} + \frac{(U_0 - E)^2 - (E_g/2)^2}{\gamma^2} \psi_1 = 0. \quad (10)$$

Считая, что $\psi_1(x, y) = X(x) \times Y(y)$ получим уравнения для функции $X(x)$ и $Y(y)$

$$\frac{\partial^2 X(x)}{\partial x^2} + \kappa^2 X(x) = 0, \quad \frac{\partial^2 Y(y)}{\partial y^2} + \chi^2 Y(y) = 0, \quad (11)$$

где

$$\kappa^2 = \frac{(U_0 - E)^2 - (E_g / 2)^2}{\gamma^2} - \kappa^2, \quad (12)$$

κ^2 - неизвестная величина, которая определяется в зависимости от граничных условий задачи. Решения последних уравнений ищем в виде:

$$X(x) = C_+ e^{i\kappa x} + C_- e^{-i\kappa x}, \quad Y(y) = D_+ e^{i\chi y} + D_- e^{-i\chi y}. \quad (13)$$

Из условия непрерывности волновых функций для чётных к инверсии координат состояний получим следующие соотношения:

$$X_+(x) = (2\kappa)^{1/2} e^{-i\kappa a} \frac{\cos(\kappa(x-a))}{[\cos(\kappa a) \cdot \sin(\kappa a) + \kappa a]^{1/2}}, \quad (14)$$

$$Y_+(y) = (2\chi)^{1/2} e^{-i\chi b} \frac{\cos(\chi(y-b))}{[\cos(\chi b) \cdot \sin(\chi b) + \chi \cdot b]^{1/2}}, \quad (15)$$

а для нечётных состояний:

$$X_-(x) = (2\kappa)^{1/2} e^{-i\kappa a} \frac{\sin(\kappa(x-a))}{[-\cos(\kappa a) \cdot \sin(\kappa a) + \kappa a]^{1/2}}, \quad (16)$$

$$Y_-(y) = (2\chi)^{1/2} e^{-i\chi b} \frac{\sin(\chi(y-b))}{[-\cos(\chi b) \cdot \sin(\chi b) + \chi b]^{1/2}}, \quad (17)$$

Из условия однозначности волновых функций $X(x)$ и $Y(y)$ получим выражения для неизвестной величины κ^2 как: а) для чётных состояний $\kappa = \frac{\pi}{2a}(2n_x + 1)$, а для чётных состояний:

$\kappa^2 = \frac{\pi^2}{a^2} n_x^2$; б) для величины χ имеем следующие соотношения: для чётных состояний

$\chi = \frac{\pi}{2a}(2n_y + 1)^2$, а для чётных состояний $\chi = \frac{\pi}{b} n_y$, где n_x, n_y - целые числа, которые номеруют размерно-квантованных состояний носителей тока, движущихся по направлениям Ox, Oy .

Учитывая последние результаты, получим выражения размерного квантованного энергетического спектра носителей тока в квантовой точке, выраженной из моноатомного слоя ДПМ в виде:

а) для чётных состояний

$$E^{(+)} = U_0 \pm \left\{ (E_g / 2)^2 + \gamma^2 \left[\frac{\pi^2}{4a^2} (2n_x + 1)^2 + \frac{\pi^2}{4a^2} (2n_y + 1)^2 \right] \right\}^{1/2}; \quad (18)$$

б) для чётных состояний

$$E^{(-)} = U_0 \pm \left\{ (E_g / 2)^2 + \gamma^2 \left[\frac{\pi^2}{a^2} n_x^2 + \frac{\pi^2}{b^2} n_y^2 \right] \right\}^{1/2}. \quad (19)$$

На рисунке 2 представлены графики размерно-квантованного энергетического спектра носителей тока в нулмерной наноструктуре, т.е. в квантовой точке, выраженной из моноатомного слоя ДПМ для ширины запрещённой зоны $E_g = 1eV$ (рисунок а и б) и $E_g = 1,5eV$ (рисунок с и д): а) и с) энергетический спектр чётных состояний; б) и д) энергетический спектр нечётных состояний, где толщина ямы в единицах $10^{-9} m$, волновой вектор носителей тока в единицах $10^9 m^{-1}$. Расчёты произведены по формулам (18) и (19) для $U_0 = 0,5eV$ и $m = 0,5m_0eV$. Номера размерного квантования как (n_x, n_y) . Из последних соотношений видно, что поведение размерно-квантованных энергетических спектров электронов в нулмерной наноструктуре моноатомного слоя ДПМ сильно зависит от отношения геометрических размеров структуры.

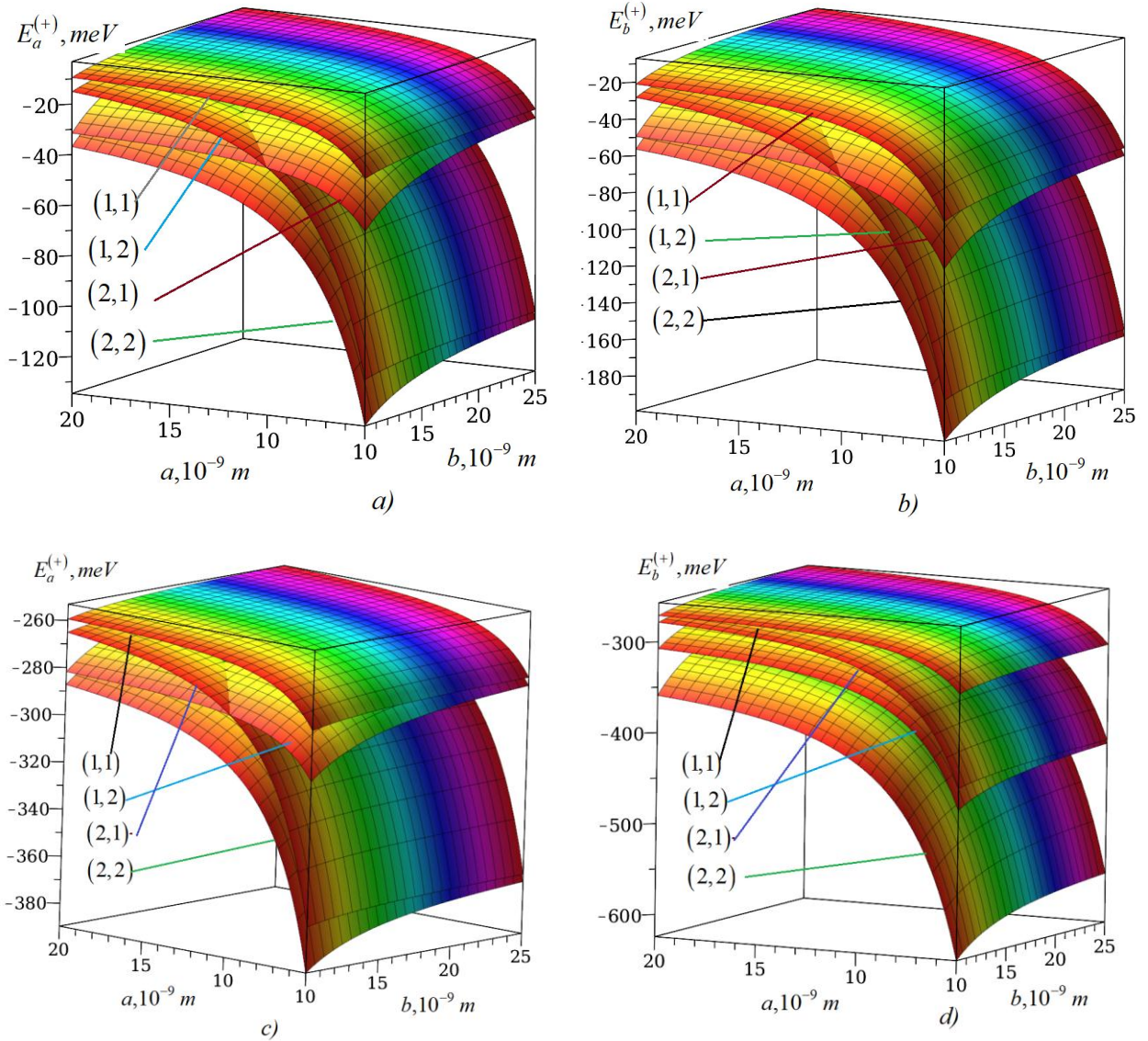


Рисунок 2. Графики размерно-квантованного энергетического спектра носителей тока в двумерной квантовой точке в моноатомном слое ДПМ для ширины запрещённой зоны $E_g = 1eV$ (рисунок *a* и *b*) и $E_g = 1,5eV$ (рисунок *c* и *d*): *a*) и *c*) энергетический спектр чётных состояний; *b*) и *d*) энергетический спектр нечётных состояний. Номера размерно-квантованных подзон выбраны как (n_x, n_y) .

Заключение. Построена теория размерного квантования энергетического спектра носителей тока в ноль и одномерных наноструктурах моноатомных слоёв ДПМ. Получены выражения для энергетических спектров носителей тока в одно- и нульмерных структурах, выращенных на основе моноатомного слоя ДПМ и показано, что энергетический спектр носителя тока состоит из размерно-квантованных подзон, энергетическое расстояние между которыми увеличивается с уменьшением геометрических размеров структуры.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Mitin V.V., Kochelap V. A., Stroscio M.A. *Introduction to Nanoelectronics Science, Nanotechnology, Engineering, and Applications*. Cambridge, New York. 2008. -347 p.
2. Mitin V.V., Kochelap V. A., Stroscio M.A. *Stroscio. Introduction to Optical and Optoelectronic Properties of Nanostructures*. Cambridge University Press. -2019. -414 p.
3. Гасумянц В.Э., Лыков С.Н., Д. А. Пиенай-Северин, С. А. Рыков, Д. А. Фирсов. *Размерное квантование. Часть 1. Энергетический спектр наноструктур*. Спб: Изд-во Политехнического Университета. -2008.-264 с.

4. Борисенко В.Е., Воробьев А.И., Данилюк А.Л., Уткина Е.А. *Нанозлектроника: теория и практика*. -3-е изд. Мю: БИНОМ. Лаборатория знаний. -2013. -366 с.
5. Борисенко В.Е., Данилюк А.Л., Мигас Д.Б. *Спинтроника: учебное пособие*. - 2-е. - М.: «Лаборатория знаний», 2021. 232 с. - ISBN 978-5-93208-558-5.
6. Фетисов Ю. К., Сигов А. С. *Спинтроника: физические основы и устройства*. РЭИНСИТ (Спинтроника). -2018. № 9. -Вып. 1. -С. 343-355.
7. Wolf S.A., Awschalom D.D., Buhrman R.A. *Spintronics: A spin-based electronics vision for the future*. *Science*, 2001, 294(5546):1488-1495.
8. Bader S.D., Parkin S.P. *Spintronics*. In: *Annual Review of condensed matter physics*, 2010, 1:71-88.
9. Ohno H. *A window on the future of spintronics*. *Nature Materials*, 2010, 9(12):952-954. Han W., Kawakami R.K., Gmitra M. *Graphene spintronics*. *Nature Nanotechnology*, 2014, 9(10):794-807.
10. Гасумянц В.Э., Лыков С.Н., Д. А. Пшенай-Северин, Д. А. Фирсов. *Размерное квантование. Часть 2. Оптические и кинетические свойства полупроводниковых наноструктур*. СПб: Изд-во Политехнического Университета. -2010.-242 с.
11. Rasulov V.R., Rasulov R.Ya., Akhmedov B. B., Muminov I. A. and Urinova K. K. *Dimensional quantization in InSb and GaAs in three-zone model // Journal of Physics: Conference Series*. -London. -2024. -V.2697. – 012005-1-6. Doi:10.1088/1742-6596/2697/1/012005.
12. Rasulov V.R., Rasulov R.Ya., Eshboltayev I. M., Kuchkarov M. and Urinova K. K. *To the theory of dimensional quantization in crystals in the Kane approximation // Journal of Physics: Conference Series*. - London. -2024. -V.2697. – 012003-1-7. Doi:10.1088/1742-6596/2697/1/012003.
13. Knoch, Joachim. *Nanoelectronics: From Device Physics and Fabrication Technology to Advanced Transistor Concepts*. De Gruyter. 2nd edition. 2024. -273 p.
14. Голуб Л.Е., Ивченко Е.Л., Расулов Р.Я. *Межподзонное поглощение света в квантовой яме полупроводника со сложной зонной структурой*. ФТП. -1995. -Т. 29. -Вып. 6. -С. 1093-1100.
15. Rasulov V. R., Rasulov P. Я., Eshboltaev I. M., & Sulstonov R. R. *Size Quantization in n-GaP // Semiconductors*. - 2020. - V. 54. - No.4. - Pp. 429-432.
16. Rasulov V. R. *To the theory of electron passage in a semiconductor structure consisting of alternating asymmetric rectangular potential wells and barriers*. *Russian Physics Journal*, -2017. -Vol. 59. - No. 10. – P. 1699-1702. DOI 10.1007/s11182-017-0963-4.
17. Rasulov R. Ya., Rasulov V. R., Mamadaliyeva N. Z., and Sultanov R. R. *Subbarrier and overbarrier electron transfer through multilayer semiconductor structures*. *Russian Physics Journal*. -2020. -Vol. 63. - No. 4. –537-546 pp. DOI 10.1007/s11182-020-02067-7
18. Глазов М. М., Ивченко Е. Л. *Долинная ориентация электронов и экситонов в атомарно-тонких дихалькогенидах переходных металлов (Миниобзор)// Письма в ЖЭТФ*. -2021. -Т. 113. -Вып. 1. - С. 10 – 20.

MATHEMATICAL MODEL FOR CALCULATING THE TEMPERATURE OF THE COMMUNICATION ZONE BETWEEN THE SEWING MACHINE SHUTTLE AND HOUSING**Kengboyev Sirojiddin Abray ug'li,***Toshkent kimyo-texnologiya instituti Shahrisabz filiali
Muhandislik texnologiyalari kafedrasida katta o'qituvchisi**sirojmagistrstudent@gmail.com*

Abstract. The article covers the issues of increasing the level of hardness and wear resistance, reducing the level of friction resulting from sliding, or some shuttle components may have an external coating simply for the purpose of protecting against rust. The use of one or another type of coating depends on the choice of the shuttle manufacturer; in particular, hard chrome plating has been used for many years on all shuttle devices, not just on the shuttles of high-speed sewing machines.

Keywords: temperature, slip, chrome plating, high-speed sewing machine, contract parts, durability, semi-finished products, heat treatment.

TIKUV MASHINASI MOKI VA UYASI O'RTASIDAGI ALOQA ZONASI HARORATINI HISOBLASHNING MATEMATIK MODELI

Annotatsiya. Maqolada qattqlik va ishqalanish qarshilik darajasini oshirish, sirpanishdan kelib chiqadigan ishqalanish darajasini pasaytirish va transport vositasining ba'zi tarkibiy qismlari zangdan himoya qilish uchun tashqi qoplamaga ega bo'lishi mumkin. Kontakt qismlari yuzasida antifriz qoplamalarini qo'llash samaradorligini aniqlaydigan hisob-kitoblar amalga oshirildi, xususan, transport rozetkasining bobin bilan tribologik birikmalari batafsil o'rganildi.

Kalit so'zlar: harorat, sirpanish, xrom qoplama, yuqori tezlikda tikuv mashinasi, shartnoma qismlari, kuch, yarim tayyor mahsulotlar, issiqlik bilan ishlov berish.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЁТА ТЕМПЕРАТУРЫ ЗОНЫ СВЯЗИ МЕЖДУ ЧЕЛНОКОМ ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ И ГНЕЗДОМ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения уровня твёрдости и износостойкости, снижения уровня трения, возникающего в результате скольжения, или некоторые компоненты челнока могут иметь внешнее покрытие просто с целью защиты от ржавчины. Использование того или иного типа покрытия зависит от выбора производителя челнока; в частности, твёрдое хромирование уже много лет используется на всех челночных устройствах, а не только на челноках высокоскоростных швейных машин.

Ключевые слова: температура, скольжение, хромирование, высокоскоростная швейная машина, контрактные детали, прочность, полуфабрикаты, термообработка.

Introduction. Higher quality products, resulting from the use of more refined raw materials, the processing of which produces steel with a more homogeneous structure and the absence of stress, are much more expensive, but are considered more reliable and wear-resistant. In order to guarantee the maximum quality of the raw materials used, only the best European steel foundries source steel, always accompanied by certification of casting, chemical and metallographic analysis, surface and internal analysis using ultrasound and induced flows has been used.

After processing the steel by removing chips through turning, milling, through-hole cutting, internal threading, polishing and grinding, the semi-finished shuttles are heat treated to achieve the required level of hardness and final structure of the product. For the life of the shuttle, a huge role is played by both the hardness and structure of the surface (guarantee of wear resistance), the depth of carburization (i.e., the thickness of the top layer: the harder it is, the longer the shuttle will last), and the hardness of the core (which, in order to avoid fragility of the shuttle, must be less than surface hardness). This type of processing is very delicate, so to ensure the best final results and a high level of repeatability requires extensive experience and expensive equipment, leaving nothing to chance, therefore cooperation for many years is set with the best suppliers in the field of heat treatment - those

who process machine components from the aerospace industry and Formula 1, where Italy has no equal.

In order to increase the level of hardness and wear resistance, reduce the level of friction resulting from sliding, or simply to protect against rust, some shuttle components may have an external coating. The use of one or another type of coating depends on the choice of the shuttle manufacturer; in particular, hard chrome plating has been used for many years on all shuttle devices, and not just on the shuttles of high-speed sewing machines.

Theoretical Basis. The development of measures to increase the durability of tribological couplings is a very urgent task. Therefore, much attention is paid to the engineering of the surfaces of elements of tribological couplings, in particular when using antifriction coatings [1].

An analysis of the results of studies carried out for frictional contact [2] shows that the value of the flash point significantly depends on the thermophysical characteristics of the materials of the contacting surfaces, the relative sliding speed and the actual pressure at the contact area. In addition, the value of the flash point also depends on the elastic physical constants of the material, which significantly determine the amount of deformation in the zone of the actual contact area.

In engineering practice, the formulas of H. Blok and A.V. Chichinadze are often used to calculate the flash point [3,4]. However, these formulas do not consider the presence of antifriction coatings on the surfaces of tribological interfaces.

A model for calculating the flash point on surfaces in contact with coatings is given in the article. Since the contact zone is quite small, the following hypotheses are accepted:

- the amount of heat generated in the contact zone due to friction is transferred to the contacting bodies with almost no losses;
- the contacting bodies are semi-infinite solids, i.e., the dimensions of the actual contact area are small compared to the radii of curvature of the contacting elements;
- for a moving source, the heat flow at the contact area is considered as one-dimensional, propagating normal to the contacting surfaces;
- thermophysical quantities for materials of contacting bodies are constant in the temperature range under study.

The calculation model is shown in Fig. 1, where 1 is the coating layer; 2 is the main material. Here l_h is the thickness of the coating layer; x, y is coordinate system; λ_1, λ_2 are the thermal conductivity coefficients of the coating material and the base material, respectively; k_1, k_2 are the thermal diffusivity coefficients in the coating layer and the base material. Since the coating is thin, the layer of base material is considered quite thick. For the region under consideration, the solution to the heat equation [5] after using operational calculus methods is written in the form:

$$d\theta = \frac{dq * k_1}{2\lambda_1 \sqrt{\pi k_1 t}} - \frac{dq * k_1}{2\lambda_1 \sqrt{\pi k_1 t}} \sum_{n=1}^{\infty} a^n \exp\left\{-\frac{(nl_h)^2}{k_1 t}\right\} + \frac{3dq * k_1 a}{2\lambda_1 \sqrt{\pi k_1 t}} \sum_{n=1}^{\infty} a^n \exp\left\{-\frac{(n+1l_h)^2 l_h^2}{k_1 t}\right\}, \quad (1)$$

where $d\theta$ is the increment in flash point on the surface; $a = \frac{1-\omega}{1+\omega}$, $\omega = \frac{\lambda_2 \sqrt{k_1}}{\lambda_1 \sqrt{k_2}}$ are dimensionless parameters; dq is the increment in the intensity of the heat flow moving along the surface of the layer $x = o$ (Fig. 1); t is time.

In [6] it is shown that since the heat caused by friction is proportional to the magnitude of the contact load and the friction coefficient, the heat flow distribution region is elliptical and can be represented as two parabolas. In this case, the heat flow intensity can be described by the following expression:

$$q = q_o \left[1 - \frac{(\varepsilon V - l_o)}{l_o^2}\right], \quad (2)$$

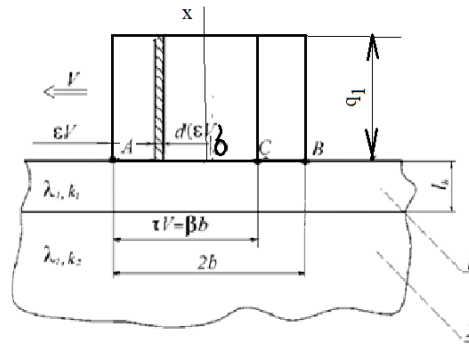


Figure1. Model for calculating the flash point value

where q_o is the maximum value of heat flow; l_o is half the width of the contact pad; V is the speed of relative sliding of the heat source in the contact zone; $t = \tau - \varepsilon$ is the time of passage of the contact zone; ε is the time of passage of part of the contact area; $\beta = \frac{\tau V}{l_o}$ is a dimensionless parameter.

Using expression (2) and performing integration in equation (1), we obtain the following expression for determining the surface flash temperature Θ at an arbitrary point of the contact pad C.

$$\Theta = \frac{k_1 q_1}{2\lambda_1 \sqrt{\pi k_1}} \left\{ \int_0^\tau \left[1 - \frac{(\varepsilon V - l_o)}{l_o^2} \right] * \frac{d\varepsilon}{\sqrt{\tau - \varepsilon}} + \sum_{n=0}^\infty a^n \int_0^\tau \left[1 - \frac{(\varepsilon V - l_o)}{l_o^2} \right] * \frac{1}{\sqrt{\tau - \varepsilon}} * \exp \left[-\frac{(nlk)^2}{k_1(\tau - \varepsilon)} \right] d\varepsilon + 3a \sum_{n=0}^\infty a^n \int_0^\tau \left[1 - \frac{(\varepsilon V - l_o)}{l_o^2} \right] * \frac{1}{\sqrt{\tau - \varepsilon}} * \exp \left[-\frac{(n+1)^2 l_h^2}{k_1(\tau - \varepsilon)} \right] d\varepsilon \right\} \quad (3)$$

In order to generalize the calculation results, we introduce a dimensionless expression for the flash temperature T :

$$T = \frac{\pi \lambda_1 V}{2k_1 q_o} * \Theta \quad (4)$$

Carrying out integration in (3) taking into account (4), we obtain the following equation for determining the dimensionless characteristic of the flash point:

$$T = \sqrt{\frac{1}{2}} \pi L \beta \left[\frac{4}{15} \beta (5 - 2\beta) 4\beta \left(\frac{1}{3} - \frac{2}{15} \beta \right) \sum_{n=0}^\infty a^n \exp \left(-2n^2 h^2 \frac{L}{\beta} \right) + 4 \left(\frac{2}{3} - \frac{3}{5} \beta \right) L h^2 \sum_{n=0}^\infty a^2 n^2 \exp \left(-2n^2 h^2 \frac{L}{\beta} \right) - \frac{16}{15} L^2 h^4 \sum_{n=0}^\infty a^n \exp \left(-2n^2 h^2 \frac{L}{\beta} \right) - \frac{\sqrt{\pi}}{2} \sum_{n=0}^\infty a^n \operatorname{erfc} \left(nh \sqrt{\frac{2L}{\beta}} \right) \left\{ nh \sqrt{\frac{2L}{\beta}} 2\beta (2 - \beta) + \frac{8}{3} n^3 h^3 (2L)^{\frac{3}{2}} * \frac{1}{\sqrt{\beta}} (1 - \beta) - \frac{8}{15} n^5 h^5 (2L)^{\frac{5}{2}} * \frac{1}{\sqrt{\beta}} \right\} 12\beta \left(\frac{1}{3} - \frac{2}{15} \beta \right) \sum_{n=0}^\infty a^{n+1} \exp \left(-2(n+1)^2 h^2 \frac{L}{\beta} \right) 12 \left(\frac{2}{3} \beta \right) L h^2 \sum_{n=0}^\infty a^{n+1} (n+1)^2 \exp \left(-2(n+1)^2 h^2 - \frac{1}{\sqrt{\beta}} \right) \frac{16}{5} L^2 h^4 \sum_{n=0}^\infty a^{n+1} (n+1)^4 \exp \left(-2(n+1)^2 h^2 \frac{L}{\beta} \right) - \frac{3}{2} \sqrt{\pi} \sum_{n=0}^\infty a^{n+1} \operatorname{erfc} \left((n+1) h \sqrt{\frac{2L}{\beta}} \right) \left\{ 2(n+1) h \sqrt{\frac{2L}{\beta}} \beta (2 - \beta) + \frac{8}{3} (n+1)^3 h^3 (2L)^{\frac{3}{2}} \frac{1}{\sqrt{\beta}} (1 - \beta) - \frac{8}{15} (n+1)^5 h^5 (2L)^{\frac{5}{2}} \frac{1}{\sqrt{\beta}} \right\} \right] \quad (5)$$

where $\operatorname{erfc}(x) = 1 - \operatorname{erf}(x)$, $a \operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x \exp(-\xi^2) d\xi$ is the error function of the parameter x .

The following dimensionless parameters are introduced in (5):

$L = \frac{V l_o}{2k_1}$ is a dimensionless sliding speed in the contact zone of bodies;

$\beta = \frac{\tau V}{l_o}$ is a dimensionless coordinate that determines the position of an arbitrary point C on the contact area and a dimensionless coordinate that determines the position of an arbitrary point C on the contact area (see Fig. 1). Point A corresponds to $\beta = 0$, point O corresponds to $\beta = 1$, $\beta = 2$, $h = \frac{l_h}{l_o}$; $h = l_h / l_o$ is relative thickness of the surface layer.

Results and Discussion. The scheme of contact of a gear transmission with coatings of thickness l_{hj} is considered as an example of tribological coupling. In the most general case, we

consider that the surface layers and the main material of the contacting bodies have different thermophysical characteristics λ_{kj} and k_{kj} , where $kj = 1, 2$ are indices corresponding to the designation of the layer number and the number of the contacting bodies, respectively.

Using relations (4; 5), we obtain the following expression for the flash temperature on the surface of the j^{th} body:

$$\Theta_j = \frac{2k_{1j} * q_o}{\pi \lambda_{1j} V_j} * T_j \quad (6)$$

Using relations (4; 5), we obtain the following expression for the flash temperature on the surface of the j^{th} body:

where T_j is determined from equation (5) by substituting $\lambda_1 = \lambda_{1j}$; $k_1 = k_{1j}$; and $\lambda_2 = \lambda_2$; $k_2 = k_{2j}$.

If we assume that the temperature of the surfaces of the contacting bodies is the same, and the amount of heat released at the contact area is determined by the heat transfer coefficients (ψ to the first body and $1 - \psi$ to the second body), then we obtain the following expression for the flash temperature at the contact area:

$$\Theta = \psi \frac{2k_{11} * q_o}{\pi \lambda_{11} V_1} * T_1 \quad (7)$$

The heat transfer coefficient is determined by the expression:

$$\psi = \frac{k_{12} \lambda_{11} T_2 V_1}{k_{12} \lambda_{12} T_1 V_2 + k_{12} \lambda_{11} T_2 V_1} \quad (8)$$

The heat transfer coefficient is determined by the expression:

The maximum value of the intensity of the heat flux released at the contact area is calculated by the formula:

$$q_o = \frac{3}{4l_o} \delta f P_L (V_1 - V_2) , \quad (9)$$

The heat transfer coefficient is determined by the expression:

where f is the friction coefficient, P_L is the running load, δ is the coefficient of the considered load, the value of which depends on the geometry of the contacting surfaces and the operating features of the structure in the contact zone.

The dependences of the flash point on the main parameters of tribological coupling are nonlinear. From the analysis of relation (5) it follows that at $\omega = 1$ the maximum flash point is achieved at $\beta = 1,5$. The main interest is in cases where $\omega < 1$, i.e., surface layers of contacting bodies have improved thermal properties. In this case, the maximum value of the flash temperature T_{max} corresponds to the condition $1,5 < \beta < 2$ the value T_{max} itself shifts towards the rear boundary of the heat source as the parameter ω decreases. This corresponds to the fact that with an increase in thermal conductivity in the surface layers λ_1 , the maximum value of the flash temperature T_{max} is achieved at points C of the contact pad (Fig. 1), which are shifted to the rear zone of the heat flow front, which is a consequence of the thermal “inertia” of the system.

The results of calculating the flash point in the contact zone in the presence of coatings made of various materials are shown in Fig. 2, where the concept of coating efficiency coefficient is introduced, which is defined as:

$$K_c = \frac{max\Theta}{max\Theta_o} , \quad (10)$$

Here $max\Theta$, $max\Theta_o$ are the maximum flash point values for contacting surfaces with and without coating, respectively. This coefficient characterizes the decrease in flash point ($K_c < 1$) or its increase ($K_c > 1$) in the contact zone (in calculations: $K_c = 1$ for shuttle steel) in the presence of a coating.

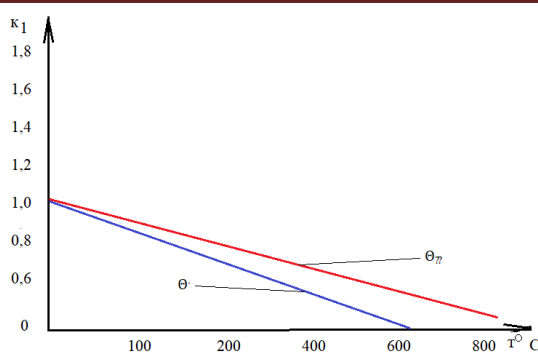


Figure 2. Dependence of the flash point on the efficiency coefficient of coating the shuttle socket with the bobbin of a sewing machine. $\max\theta$

is flash point of a needle with coating; $\max\theta_0$ is flash point of a needle without coating

Conclusion. The results obtained show that the use of copper coating is effective from the point of view of reducing the flash point in the contact zone. The consequence of a decrease in the flash point is a decrease in volume and surface temperatures, which has a positive effect on lubrication conditions and, as a consequence, on increasing the wear resistance of the shuttle mechanism of sewing machines. The calculations carried out confirm the high efficiency of introducing antifriction coatings on the surfaces of contacting parts of tribological interfaces to reduce the flash point. This leads to an improvement in the operating temperature in the contact zone and, as a consequence, to a decrease in wear on the surfaces of contacting parts and an increase in the durability of the shuttle with a bobbin during tribological coupling.

REFERENCES:

1. *Engineering of surfaces of machine parts. Appendix No. 3 to the engineering journal "Reference book" // Under the general edition by A.G. Suslov -M.: Mashinostroenie, 2007, No. 3, p. 24.*
2. *Drozдов Yu.N., Pavlov V.G., Puchkov V.N. Friction and wear under extreme conditions. - M.: Mashinostroenie, 1986, -224 p.*
3. *Blok, H., Theoretical Study of Temperature Rise at Surfaces of Actual Contact Under Oiliness Lubricating Conditions // Proc. of Gen. Discussion Lubrication and Lubricants, Instn. Mech. Engrs., Vol. 2, 1937. – pp. 222-235.*
4. *Fundamentals of tribology / Under the general edition by A.V. Chichinadze. -M.: Mashinostroenie, 2001. –664 p.*
5. *Terauchi Y., Nadano H. Studies on Scoring of Spur Gears. Bullen of the JSME, v. 22, N 164, February, 1979, pp. 226-233.*
6. *Terauchi Y., Nadano H., Kokno M. Scoring Resistance of Corper-Gear. Bulletin of the JSME, v. 27, n. 232, October, 1984, pp. 2287-2294.*
7. *Safarov N.M., (PhD) Majidov A.T., Mirsultanov I.M. Calculation of change of stock moisture content of the drying agent in the process of drying raw cotton in solar drying equipment. Participated in the III International scientific conference on metrological support of innovative technologies (ICMSIT-III-2022) on March 3-6, / St. Petersburg-Krasnoyarsk. Russia.*
8. *Abrorov Akbar, Safarov Nazirjon, Mathematical model of hardening the disk-shaped saw teeth with laser beams. Participated in the II International scientific conference on "ASEDU-II 2021: Advances in Science, Engineering Digital Education" on October 28, 2022 / Krasnoyarsk. Russia.*

YASMIQ QAYNATILGANDA KALORIYA TARKIBI VA PARHEZ XUSUSIYATLARI**Ibragimov Anvar Kuchkorovich,***Toshkent kimyo-texnologiya instituti Shahrisabz filiali assistenti
anvaribragimov432@gmail.com***Pardayev Zafar Temirovich,***Toshkent kimyo-texnologiya instituti Shahrisabz filiali assistenti
zafar-pardayev@mail.ru*

Annotatsiya. Yasmiq foliy kislotasi va temirga boy. 200 gramm mahsulot tanani ushbu moddalarning kunlik normasi bilan ta'minlaydi. Ko'p miqdorda protein yasmiq go'sht va sut mahsulotlari bilan raqobatlashishga imkon beradi. Yasmiq metabolik kasalliklar, oshqozon yarasi, o'n ikki barmoqli ichak yarasi, kolit, genitouriya tizimi bilan bog'liq muammolar, diabetes mellitus va asab tizimining kasalliklari uchun ishlatilishi kerak. Yasmiq immunitetni oshiradi va ko'p miqdorda tolani o'z ichiga olganligi sababli, u ovqat hazm qilish tizimini normallashtirishga foydali ta'sir ko'rsatishi mumkin. Yasmiq tarkibida mavjud bo'lgan izoflavonlar ko'krakdagi saraton hujayralarining shakllanishiga to'sqinlik qilishi mumkin. Ushbu moddalar termal ta'sirga duchor bo'lganda yo'q qilinmaydi. Yasmiqning shifobaxsh xususiyatlari uni turli surunkali kasalliklarda va ularning oldini olishda qo'llash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: yasmiq, yasmiq pyuresi, vitaminlar, dukkakkilar, kaloriyali, ozuqaviy qiymati, komponentlar, immunitet, protein, uglevodlar.

КАЛОРИЙНОСТЬ И ДИЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВАРЁНОЙ ЧЕЧЕВИЦЫ

Аннотация. Чечевица богата фолиевой кислотой и железом. 200 грамм продукта обеспечивают организм суточной нормой этих веществ. Большое количество белка позволяет чечевице конкурировать с мясными и молочными продуктами. Чечевицу следует употреблять при заболеваниях обмена веществ, язве желудка, двенадцатиперстной кишки, колите, проблемах с мочеполовой системой, сахарном диабете и заболеваниях нервной системы. Поскольку чечевица повышает иммунитет и содержит большое количество клетчатки, она способна благотворно влиять на нормализацию работы пищеварительной системы. Изофлавоны, присутствующие в чечевице, могут предотвратить образование раковых клеток молочной железы. Эти вещества не разрушаются при термическом воздействии. Целебные свойства чечевицы позволяют использовать её при различных хронических заболеваниях и их профилактике.

Ключевые слова: чечевица, чечевичное пюре, витамины, бобовые, калорийность, пищевая ценность, компоненты, иммунитет, белок, углеводы.

CALORIE CONTENT AND DIET PROPERTIES OF BOILED LENTILS

Abstract. Lentils are rich in folic acid and iron. 200 grams of the product provides the body with the daily norm of these substances. A large amount of protein allows lentils to compete with meat and dairy products. Lentils should be used for metabolic diseases, stomach ulcers, duodenal ulcers, colitis, problems with the genitourinary system, diabetes mellitus and diseases of the nervous system. Since lentils increase immunity and contain a large amount of fiber, it can have a beneficial effect on the normalization of the digestive system. Isoflavones present in lentils can prevent the formation of breast cancer cells. These substances are not destroyed when exposed to thermal effects. The healing properties of lentils allow it to be used in various chronic diseases and their prevention.

Keywords: lentils, lentil puree, vitamins, legumes, caloric, nutritional value, components, immunity, protein, carbohydrates.

Kirish. Qaynatilgan yasmiq. Yasmiq pyuresi metabolizmni yaxshilashni rag'batlantiradi, immunitetni mustahkamlaydi va genitouriya tizimining samaradorligini normallantiradi. Yasmiq oson va tez qaynatiladi. To'liq tayyor bo'lish uchun uni 40-70 daqiqa davomida pishirish kifoya qiladi. Qaynatilgan yasmiqning nozik va yoqimli ta'mi hech kimni befarq qoldirmaydi. Yasmiqlar tayyor holatga keltirilgach, ular barcha vitaminlar va minerallarning yarmidan ko'pini saqlab qoladilar. Qaynatilgan yasmiqning kaloriya tarkibi 100

g mahsulot uchun taxminan 111 kkal. Umuman olganda, tayyor shakldagi yasmiqning kaloriya tarkibi nafaqat tayyorlash usuliga, balki yasmiqning xilma-xilligiga ham bog'liq.

Qizil yasmiq. Qizil yasmiq bir qator xususiyatlarga ega. Bu nav qolganlarga qaraganda ancha tezroq, taxminan 15 daqiqada qaynatiladi va qobig'i yo'q. Aynan shu xilma-xillikdan taniqli bibliyadagi gūveç tayyorlangan. Ba'zi mamlakatlarda bu qizil yasmiq farovonlik ramzi hisoblanadi. Qizil yasmiqning kaloriya tarkibi 100 g mahsulot uchun taxminan 313 kkal.

Mahsulotning kaloriya tarkibi. Parhezshunoslar yasmiqni asosiy parhez taom sifatida ishlatishni maslahat berishadi, chunki dukkakkililar deyarli yog'ni o'z ichiga olmaydi, shu bilan birga tanani to'ydiradi va uni barcha kerakli moddalar bilan ta'minlaydi. Mahsulotning yangi kaloriya tarkibi 100 gramm uchun atigi 106 kkal.

- o'simlik oqsili 25 g;
- suv 14 g;
- uglevodlar 54 g;
- yog '1 g

Oziqlanish qiymati yasmiq qanday tayyorlanganiga qarab farq qilishi mumkin. Qaynatilgan idishda 111 kkal, qovurilgan idishda esa 101 kkal mavjud. Ovqatning retseptidan ozuqaviy qiymat haqida ko'proq bilib olishingiz mumkin.

Yasmiqli idishlar kundalik iste'mol qilish uchun, parhez paytida, ro'za kunlarida mos keladi.

Turlari

Hammasi bo'lib, yasmiqning besh turi ajralib turadi:

- qizil;
- sariq;
- yashil;
- jigarrang;
- qora.

Qizil mahsulot tarkibida temirning eng katta miqdori mavjud. Ushbu turdagi dukkakkililarni muntazam iste'mol qilish miya va asab tizimining faoliyatini yaxshilashga olib keladi. Qizil yasmiq juda tez pishiriladi, chunki ularning qobig'i yo'q.

1-jadval.

Donalarning kaloriya tarkibi va ozuqaviy qiymati nav va pishirish texnologiyasiga bog'liq

Energiya qiymati, 100 gr.	Yashil va jigarrang yasmiq xom	Yashil va jigarrang yasmiq qaynatiladi	Xom qizil yasmiq	Qaynatilgan qizil yasmiq
Sincaplar	24.3	8,8 g	23.8	7,6 g
Yog'lar	1,9 g	0,7 g	1,3 g	0,4 g.
Uglevodlar	48,8 g	16.9	56.3	16,5 g
Kaloriya	297 kkal	105 kkal	318 kkal	100 kkal

Ko'p miqdorda don tarkibida quyidagi elementlari mavjud:

- kaliy;
- fosfor;
- magniy;
- triptofan aminokislotalar;
- yengil o'simlik oqsili;
- yog' kislotalari Omega-3 va -6;
- vitaminlar gr. B (ayniqsa, B1 ning yuqori miqdori), PP.

Yasmiq tarkibidagi vitaminlar va foydali elementlar

Aminokislotalarni to'g'ri assimilyatsiya qilish va DNK va RNK molekulalarini sintez qilish, shuningdek, saraton rivojlanishining oldini olish uchun zarur bo'lgan madaniyat donalarida 90% gacha foliy kislotasi topilgan.

Element	Tarkib	%Kundalik qiymat
-	360 mkg	90
-	0,5 mg	33,4

Yasmiq dukkaklilar oilasidagi eng past kaloriyalik o'simlik hisoblanadi. Odamlar bu foydali madaniyatni eng qadimgi davrlardan, bizning eramizning boshlanishidan ancha oldin o'stira boshlagan. Yasmiq idishlari haqida eslatmalarni, hatto, Bibliyada ham topish mumkin. Endi bu donalar asosida ko'plab parhezlar ishlab chiqilgan va donlar ham muvozanatli dietaga rioya qiladigan odamlar orasida mashhur mahsulotdir.

Mahsulotning energiya qiymati. Yasmiqning kaloriya tarkibi o'simlik turiga qarab farq qilishi mumkin. 100 gramm yashil don tarkibida 323 birlik, bir xil hajmdagi qizil yasmiq 314 kkal, ko'proq tarqalgan jigarrang donalarning 100 grammida 116 birlik mavjud. Sariq yasmiqning eng kam kaloriyalik versiyasi 105 kkal.

Bu ko'rsatkichlar quruq yasmiqlarga, ya'ni tayyorlanmagan shakldagi yormalarga to'liq mos keladi. Shuning uchun, parhez uchun kaloriyalarni hisoblashda, biz quyida e'lon qiladigan butunlay boshqa ko'rsatkichlardan boshlash kerak. Unib chiqqan yasmiqning kaloriya tarkibi ham o'zgaradi. Bunday mahsulot 100 gramm uchun taxminan 106 kkal energiya qiymatiga ega. Ko'rib turganingizdek, bu ko'rsatkich eng kam kaloriyalik sariq yasmiqlarga yaqin, shuning uchun unib chiqqan donalar vazn yo'qotish uchun juda mashhur.

Turli xil preparatlar bilan yasmiqning kaloriya tarkibi.

Tayyor yasmiqlar qayta ishlash usuliga qarab turli xil ozuqaviy qiymatlarga ega bo'lishi mumkin. Eng kam kaloriya qaynatilgan donlar, ularning 100 grammida faqat 111 kilokaloriya mavjud. Niholning ko'rsatkichi yuqori (119 kkal), ammo xom dukkaklilarga nisbatan aminokislotalar, suvda eriydigan antioksidantlar, tola va ba'zi vitaminlarning ko'payishi bilan tavsiflanadi.

1-rasm.



Sabzavotli (piyoz, qalampir va pomidor) yasmiq sho'rvasi 52 birlikni (100 g) o'z ichiga oladi, bu dukkakli tovuq sho'rvasi retseptiga qarab 300 gramm uchun 1 ta porsiyada 122-162 kkal bo'lishi mumkin. Har xil ingredientlar (qo'ziqorin, sabzi, sarimsoq, piyoz bilan) qo'shilgan suvdagi bo'tqaning ozuqaviy qiymati qo'shilgan komponentlar hajmiga qarab 131-216 birlik bilan tavsiflanadi.

Kaloriya bilan boshqa pishirish usullariga misollar:

- qaynatilgan yasmiq kartoshka pyuresi asosiga aylanishi mumkin, uning energiya qiymati atigi 90 kkal (100 g);
- pyure sho'rva bir oz ko'proq energiya beradi - 108 dona;

- qovurilgan yasmiq oz ozuqaviy qiymatga ega (95,4 kkal - 100 g), agar asos sifatida quruq don (250 g), suv (500 ml), kungaboqar yog'i (1 osh qoshiq) va 120 gramm sabzavot (sabzi, piyoz) olinsa;
- tuxum va yashil salat bilan bu dukkakli kotletlar past energiya qiymatiga ega: 100 gramm uchun 196 kkal.

Xulosa. Ta'm sifatlari, shuningdek, tana uchun foydalari dukkaklilar orasida yasmiqni yetakchi mavqega olib keladi. Yasmiq oziq-ovqatda qadimgi Yunoniston, Misr va Rimdan beri ishlatilgan. Undan qaynatilgan yoki qovurilgan shaklda ishlatiladigan kartoshka pyuresi, sho'rvalar, salatlar, yonma-ovqatlar, sabzavotli idishlar kabi ko'plab taomlar tayyorlanadi. Yasmiq oqsillar, uglevodlar va tolaga boy. Uning tarkibida A, B, E vitaminlari, shuningdek, makroelementlar (kaltsiy, kaliy, natriy, xlor, fosfor) va mikroelementlar (temir, bor, kobalt, yod, marganets, kremniy, molibden, mis, fluor, nikel) mavjud. Yasmiqning o'rtacha kaloriya tarkibi 100 g mahsulot uchun 310 kkal. Suvdagi yasmiqning kaloriya tarkibi ushbu mahsulotning xom shakldagi kaloriyasidan kamroq bo'ladi.

ADABIYOTLAR:

1. Satya S, Kaushik G, Naik SN (2010) *Processing of food legumes: a boon to human nutrition. Mediterr J Nutr Metab* 3:183–195
2. Hernandez-Salazar M, Osorio-Diaz P, Loarca-Pina G, Reynoso-Camacho R, Tovar J, Bello-Pe'rez LA (2010) *In vitro fermentability and antioxidant capacity of the indigestible fraction of cooked black beans (Phaseolus vulgaris L.), lentils (Lens culinaris L.) and chickpeas (Cicer arietinum L.). J Sci Food Agric* 90:1417–1422
3. Pellegrini N, Serafini M, Salvatore S, Rio DD, Bianchi M, Brighenti F (2006) *Total antioxidant capacity of spices, dried fruits, nuts, pulses, cereals and sweets consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. Mol Nutr Food Res* 50:1030–1038
4. Shomaf MS, Takruri HR, Faris MAIE (2012) *Lentils (Lens culinaris L.) inhibit azoxymethane-induced colonic lesions and neoplasms in male Fischer 344 rats. Jordan Med J* 45:231–239
5. Faris MAIE, Takruri HR, Shomaf MS, Bustanji YK (2009) *Chemopreventive effect of raw and cooked lentils (Lens culinaris L) and soybeans (Glycine max) against azoxymethane-induced aberrant crypt foci. Nutr Res* 29:355–362
6. Arthur JR, McKenzie RC, Beckett GJ (2003) *Selenium in the immune system. J Nutr* 133:1457S–1459S

**SHIRIN QALAMPIR O‘SIMLIGINING ORGANLARDA OG‘IR METALLARDAN NIKELNI
AKKUMULYATSIYASI**

Karimov Xusniddin Nagimovich,

*Akademik M.Mirzayev nomidagi Bog‘dorchilik,
uzumchilik va vinochilik Ilmiy tadqiqot instituti katta ilmiy xodimi, q.x.f.d.*

Jumayeva Shaxlo Arziyevna,

*Toshkent kimyo texnologiya instituti Shahrisabz filiali
Muhandislik texnologiyalari kafedrası assistent o‘qituvchisi*

Annotatsiya. *Nikel allergik kontakt dermatitning keng tarqalganligi sababli, aholining 10% dan 20% gacha ta’sir qiladi. Ushbu guruhning bir qismi nikelga yetarlicha sezgir bo‘lib, ularning terisiga oziq-ovqat tarkibidagi nikel ta’sir qiladi. Ba’zida oshqozon-ichak va nafas olish, bosh og‘rig‘i, bosh aylanishi, isitma, sistit, va Fibro miya falaji va surunkali charchoq sindromi kabi alomatlari kuzatiladi. Nikel og‘ir metallarning ifloslanish xarakteri ekologik, geologik va biologik muommolar tizimini keltirib chiqaradi. Chunki ular turli shaklda barcha sferalarda (suvda, havoda, tuproqda, o‘simliklarda, hayvonlarda, sanoatda) uchraydi.*

Kalit so‘zlar: *nikel, og‘ir metallar, tuproq, shirin qalampir o‘simligi, gerbisidlar, pestisidlar, ekologik holat.*

**НАКОПЛЕНИЕ НИКЕЛЯ ИЗ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ РАСТЕНИЯ
СЛАДКОГО ПЕРЦА**

Аннотация. *Никель является частой причиной аллергического контактного дерматита, которым страдают от 10% до 20% населения. Некоторые из этой группы достаточно чувствительны к никелю, чтобы их кожа подвергалась воздействию никеля, содержащегося в пище. Иногда наблюдаются желудочно-кишечные и респираторные симптомы, такие как головная боль, головокружение, лихорадка, цистит, фиброзный церебральный паралич и синдром хронической усталости. Характер загрязнения тяжёлым металлом никелем порождает систему экологических, геологических и биологических проблем, потому что они встречаются в разных формах во всех сферах (в воде, воздухе, почве, растениях, животных, промышленности).*

Ключевые слова: *никель, тяжёлые металлы, почва, растение сладкого перца, гербициды, пестициды, экологический статус.*

**ACCUMULATION OF NICKEL FROM HEAVY METALS IN THE ORGANS OF THE
SWEET PEPPER PLANT**

Abstract. *Nickel is a common cause of allergic contact dermatitis, which affects from 10% to 20% of the population. Some of this group are sensitive enough to nickel that their skin is exposed to nickel contained in food. Gastrointestinal and respiratory symptoms such as headache, dizziness, fever, cystitis, fibrous cerebral palsy and chronic fatigue syndrome are sometimes observed. The nature of nickel heavy metal pollution generates a system of environmental, geological and biological problems. Because they occur in different forms in all spheres (in water, air, soil, plants, animals, industry).*

Keywords: *nickel, heavy metals, soil, sweet pepper plant, herbicides, pesticides, environmental status.*

Kirish. Hozirgi kunda qishloq xo‘jalik mahsulotlarini fermer xo‘jaliklardan tashqari, ko‘p tarmoqli ekin turini yetishtiruvchi klasterlar tomonidan ichki va tashqi bozorlarda yetkazib berishda o‘zlarining bir qancha ishlarini olib borishmoqda. Shuning uchun aholi tomorqa yerlarida, ya’ni tuproq tarkibida oziqa moddalarining yetarli ekanligi, gumus miqdori, sho‘rlanish darajasi, toksik ta’sir etuvchi elementlarning ruxsat etilgan me’yor (REM)lardan kam yoki ko‘pligini aniqlash ishlarining olib borilmayotganligi, inson uchun kerakli bo‘lgan mahsulotlarning ekologik jihatidan sof va toza bo‘lishi borasidagi ishlar yaxshi tashkil etilmagan. Fan va texnika rivojlangan sharoitda tabiat resurslardan keng miqyosda foydalanish, aholi sonining oshishi, urbanizatsiyaning jadallashishi, atrof-muhitning ifloslanishiga hamda ekologik toza mahsulotlarni kamayishiga olib kelmoqda. Shuni alohida ta’kidlab o‘tish kerakki, ushbu bitiruv ishi davomida Shahrisabz tumanining aholi tomorqalarida tarqalgan tuproqlar tarkibida og‘ir metallarning

miqdori hamda tuproq tarkibidan mikro-makro elementlarni shirin qalampiri o‘simliklarida akkumulyatsiyasi bo‘yicha ma’lumotga ega bo‘lishiga olib keladi.

Ilmiy yangiligi. Mazkur bitiruv ishida olib borilayotgan tadqiqot aholi tomorqasida birinchi bor olib borilishi hamda shirin qalampirining makro va mikro elementlarning akkumulyatsiyasidan kelib chiqib ifloslangan tuproqlarda shirin qalampirini joylashtirish bo‘yicha tavsiya ishlab chiqiladi.

Adabiyotlar sharhi. Shirin qalampiri (*Capsicum annuum* L), chuchuk garmdori — tomatdoshlarga mansub bir yillik sabzavot ekini. Vatani — Amerika. Barcha mamlakatlarda yetishtiriladi. Markaziy Osiyoda, ayniqsa, O‘zbekistonda ko‘p ekiladi. Tupi o‘rtacha, tik, kam barg, yashil. Ko‘karib chiqqandan keyin mevasi 130—138 kunda yetiladi. Bargi yirik (bo‘yi 10—11 sm, eni 5—6 sm), tuxumsimon, yashil. Gultoj barglari oq, gulkosasi yalpoq. Mevasi o‘rtacha, bo‘yi 8—8,5 sm, eni 4,5—5 sm, og‘irligi 60—115 g, yashil, ayrim navlari pishganda qizil rangga kiradi. Pusti dag‘alroq, eti 2–3 mm, tarkibida 10— 11% quruq modda, 2—6% qand, kraxmal, 1,5% oqsil, yog‘, kletchatka, vitamin S (100 g da 800 mg), oz miqdorda vitamin V, va V2, karotin bor. Urug‘i fevral boshida parnik yoki issiqxonaga sepiladi. 8—12 kunda maysalari ko‘rinib qoladi. Birinchi chinbarg chiqarganda ko‘chirib, 5—8 sm oralikda o‘tqaziladi. Ko‘chatlari parnikda 5—10 kun oralatib, ikki marta (10 l suvga 7—8 g selitra, 25 g superfosfat va 15 g kaliy tuzi) oziklantiriladi. Ko‘chatlar dalaga aprelning birinchi yarmida 70x30 sm oraliq bilan ekiladi [13; 23-30 -b.].

Shirin qalampiri o‘simliklari tomonidan og‘ir metallarning ikkinchi o‘rinda kam o‘zlashtirilishi sabablari, asosan, og‘ir metallarning mavjudligi uchun qulay bo‘lmagan tuproqning kimyoviy xossalari bilan bog‘liq. Cr va Ni ning ildizlarda to‘planishi mevalarga qaraganda ancha yuqori. Pomidor mevalarida og‘ir metallarning kam to‘planishi turli xil o‘simliklarni himoya qilish mexanizmlarining sinergiyasi natijasidir, bu og‘ir metallarning ildizdan mevalarga o‘tishini cheklaydi yoki kamaytiradi [26; P. 251-261.].

Bulg‘or qalampiri o‘simliklari tomonidan og‘ir metallarning ikkinchi o‘rinda kam o‘zlashtirilishi sabablari, asosan, og‘ir metallarning mavjudligi uchun qulay bo‘lmagan tuproqning kimyoviy xossalari bilan bog‘liq. Cr va Ni ning ildizlarda to‘planishi mevalarga qaraganda ancha yuqori. Pomidor mevalarida og‘ir metallarning kam to‘planishi turli xil o‘simliklarni himoya qilish mexanizmlarining sinergiyasi natijasidir, bu og‘ir metallarning ildizdan mevalarga o‘tishini cheklaydi yoki kamaytiradi [26; P. 251-261.].

Ildiz sistemasida nikel ko‘p miqdorda akkumulyatsiya qilinishini tajribalarda ko‘rib o‘tildi. Chunki barcha variant tuproqlarida nikel element ioni qo‘rg‘oshingga qaraganda ko‘p miqdorda to‘plangan. Bizning olib chiqayotgan ilmiy yangiligimiz ham aynan shunga bog‘liq bo‘lib, qo‘rg‘oshin bilan maydonlarda Shirin qalampirini ekish bo‘yicha tavsiyalar bera olishimiz mumkin degan xulosaga kelishimiz mumkin.

1-jadval.

Tuproq tarkibida qoldiq Ni ionlari miqdori

Variantlar	Haqiqiy qiyimat, mg/kg hisobida	O‘rtachasi	O‘rtacha xatolik ±	REM 4 mg/kg
Shirin qalampir nazorat	4,040	4,339	0,423	1,085
Shirin qalampir nazorat	4,638			
Shirin qalampir mineral o‘g‘it	3,888	4,097	0,295	1,024
Shirin qalampir mineral o‘g‘it	4,305			
Shirin qalampir + NiSO ₄ *7H ₂ O, (3 REM)	3,745	7,663	5,540	1,916
Shirin qalampir + NiSO ₄ *7H ₂ O, (3 REM)	11,580			
Shirin qalampir NiSO ₄ *7H ₂ O, (5 REM)	17,492	17,639	0,207	4,410
Shirin qalampir NiSO ₄ *7H ₂ O, (5	17,785			

CHEMISTRY

REM)				
Shirin qalampir + Kompleks 3 REM	13,044	13,087	0,061	3,272
Shirin qalampir + Kompleks 3 REM	13,130			
Shirin qalampir + Kompleks 5 REM	15,076	16,315	1,753	4,079
Shirin qalampiri+ Kompleks 5 REM	17,554			

Tuproq qatlamlarida nikelning 1,88-6,45 mg/kg gacha aniqlanganligini ko'rish mumkin. 30-50 sm qatlamda REMdan 1,20 marta, pastki qatlamlar tomon 1,34 martadan 1,61 martagacha ortib borishi aniqlangan

2-jadval.

Sug'oriladigan tuproqlar qatlamlarida toksik elementlar miqdori hamda ruxsat etilgan miqdorlari (REM)

Kesma	Chuqurlik, sm	Cr	6 mg/kg	Mo	10 mg/kg	Ni	4 mg/kg	Pb	6 mg/kg
1	0-30	4,15		2,63		3,20		<0,5	
	30-50	0,94		<0,1		4,78	1,20	<0,5	
	50-80	2,18		8,68		1,88		<0,5	
	80-100	1,66		<0,1		6,45	1,61	<0,5	
	100-150	1,44		<0,1		2,73		7,85	1,31
	150-200	4,05		3,00		5,38	1,34	<0,5	

3-jadval.

Shirin qalampir ildiz sistemasida nikel ionining to'planishi, mg/kg

Variantlar	Ni	0,5
Mineral o'g'it	0,75	1,50
Ni 3 REM	4,00	8,00
Shirin qalampir 1-qaytariq Ni 3 REM		
Shirin qalampir 1-qaytariq NiSO ₄ *7H ₂ O 5 REM	16,31	32,62
Kompleks (Cr, Ni, Mn, Co, Pb, Cd, Zn,Fe) 3 REM	2,92	5,84
Kompleks (Cr, Ni, Mn, Co, Pb, Cd, Zn,Fe) 5 REM	10,55	21,10

Sun'iy ifloslantirilgan variantlarda o'simlikning bargida faqat nikel element ionini ko'p miqdorda, REMdan 2,34-5,13 barobargacha ortiq to'plangan bo'lsa, bargda REMlardan ko'p bo'lgan holatlar kam ekanligi aniqlangan. Nikel ionini REMdan 5 barobar ifloslantirilgan variantda 3,32-5,13 martagacha ortiq to'plangan (4-5-jadvallar).

Shirin qalampiri barg plastinkasi tarkibida nikel ionining REMdan (0,5 mg/kg) 3 va 5 barobar kompleks ifloslantirilganda 2,565 va 5,13 martaga ortiq to'plangan.

4-jadval.

Shirin qalampir barg plastinkasida nikel ionining to'planishi, mg/kg

Variantlar	Ni	0,5
Shirin qalampir nazorat	0,32	0,64

CHEMISTRY

Mineral o'g'it	0,225	0,45
Ni 3 REM	1,51	3,02
Ni 5 REM	2,565	5,13
Kompleks (Cr, Ni, Mn, Co, Pb, Cd, Zn,Fe) 3 REM	1,17	2,34
Kompleks (Cr, Ni, Mn, Co, Pb, Cd, Zn,Fe) 5 REM	1,66	3,32

Shirin qalampir poyasi tarkibida nikel ionining REMdan (0,5 mg/kg) 3 va 5 barobar kompleks ifloslantirilganda 2,25 va 4,51 martaga ortiq to'plangan.

5-jadval.

Shirin qalampir poyasida nikel ionining to'planishi, mg/kg

Variantlar	Ni	0,5
Nazorat	0,17	0,34
Mineral o'g'it (FON)	0,13	0,25
Ni 3 REM	1,38	2,76
Ni 5 REM	2,25	4,51
Kompleks (Cr, Ni, Mn, Co, Pb, Cd, Zn,Fe) 3 REM	1,34	2,68
Kompleks (Cr, Ni, Mn, Co, Pb, Cd, Zn,Fe) 5 REM	1,18	2,36

Meva tarkibida nikel ionining REMdan (0,5 mg/kg) 3 va 5 barobar kompleks ifloslantirilganda 3,10 va 3,22 martaga ortiq to'plangan

6-jadval.

Shirin qalampir mevasida nikel element ionining to'planishi, mg/kg

Variantlar	Ni	0,5
Shirin qalampiri nazorat mevasi	0,402±0,15	0,81
Mineral o'g'it mevasi	0,859±0,76	1,72
Ni 3 REM mevasi	0,360±0,13	0,72
Ni 5 REM mevasi	1,380±0,18	2,76
Kompleks (Cr, Ni, Mn, Co, Pb, Cd, Zn, Fe) 3 REM	1,540±0,29	3,10
Kompleks (Cr, Ni, Mn, Co, Pb, Cd, Zn, Fe) 5 REM	1,76 ±0,72	3,320

Tuproq qatlamlarida nikelning 1,88-6,45 mg/kg gacha aniqlanganligini ko'rish mumkin. 30-50 sm qatlamda REMdan 1,20 marta, pastki qatlamlar tomon 1,34 martadan 1,61 martagacha ortib borishi aniqlangan (4-jadval).

Ftor bilan ifloslanish gumus miqdoriga 1,018%, nikelning 3 barobar ifloslantirilgan variantida gumus 1,175% ga kamayishi kuzatilgan.

Xulosa qilib, gumus miqdori barcha toksikantlar ta'sirida stress jarayoni kuzatilib, gumusning kamayishi kuzatilgan. Shirin qalampirning organlarida toksik ta'sir etuvchi elementlar akkumulyatsiyasi bo'yicha tahlillarda meva, poya, barg va ildiz sistemasida toksikantlar ionlari turlicha to'planishi kuzatildi. Elementlardan $Co \leftrightarrow Cu \leftrightarrow Pb$ meva tarkibida akkumulyatsiyasi kuzatilmadi, $Ni \rightarrow Zn \rightarrow Cd \rightarrow Cr$ elementlarini esa barcha elementlarga nisbatan kam bo'lsa-da akkumulyatsiyasi kuzatilgan. Tuproq ifloslanishiga qarab o'simlik turini tanlab ekish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR:

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. - Л.: Агропромиздат. Ленингр. отделение, 1987. - 142 с.
2. Каримов Х.Н., Низамов С., Узаков З.З., Хушмуродов Ж.П., Нурметов Н. Саноат корхоналари атрофида тарқалган сугориладиган тупроқларнинг агрохимёвий ва экологик ҳолати // «Тупроқшуносликнинг долзарб муаммолари. инновацион технологиялар - тупроқ ресурсларини барқарор бошқаришнинг асоси» Республика онлайн илмий-амалий семинар тўплами. Тошкент, 2020 йил 3-4 декабрь. Б.116-124.
3. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: учеб. пособие. - 2-е изд. - СПб.: СПбГУ, 2016. - 299 с.
4. Черников В.А., Р.М.Алексахин, А.В.Голубев и др. Агроэкология /Под ред. В.А.Черникова, А.И.Чекереса. - М.: Колос, 2000,-536 с.
5. http://novofert.ge/ru_zinc/
6. <http://ogorodsadovod.com/entry/2834-khimicheskii-sostav-pishchevaya>.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАДИКАЛЬНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ 6-БРОМ
БОММА

Мустафоев Хусен Маматкулович,

доцент Бухарского государственного педагогического института, к.х.н.

husenmustafojev20@gmail.com

Мавлонов Бобохон Арашович,

доцент Бухарского инженерно-технологического института, к.х.н.

Фозилов Садрiddин Файзуллоевич,

профессор Бухарского инженерно-технологического института, д.т.н.

Аннотация. В данной статье исследованы закономерности процесса радикальной полимеризации мономеров с O-, N-, S-, галогенсодержащими гетероциклическими группами. Изучены кинетики радикальной полимеризации 6-бром-БОМА. Обсуждается значимость исследований в области высокомолекулярных соединений для улучшения их свойств и долговечности в различных сферах применения. Рассмотрен процесс полимеризации 6-бром-БОМА свободно радикальным механизмом в органических растворителях с радикальными инициаторами. Основной акцент делается на определении кинетических параметров реакции по начальным участкам кривых, что позволяет более полно понять процессы, происходящие во время полимеризации. Анализ этих параметров позволяет сделать выводы о потенциальных свойствах полимеров и их пригодности для конкретных целей в различных отраслях промышленности. Такой подход является важным шагом к созданию материалов с заданными характеристиками и повышению их эффективности в различных областях народного хозяйства.

Ключевые слова: мономер, полимер, растворитель.

RESEARCH OF THE PROCESS OF RADICAL POLYMERIZATION OF 6-BROMINE
BOMME

Abstract. This article examines the principles of the process of radical polymerization of monomers with O-, N-, S-, halogen-containing heterocyclic groups. The kinetics of radical polymerization of 6-bromo-BOMA was studied. The kinetics of radical polymerization of 6-bromine-BOMM have been studied. The importance of research in the field of high molecular weight compounds for improving their properties and durability in various fields of application is discussed. The polymerization process of 6-bromine-BOMM by a free radical mechanism in organic solvents with radical initiators is considered. The main focus is on determining the kinetic parameters of the reaction from the initial sections of the curves, which allows for a more complete understanding of the processes occurring during polymerization. The analysis of these parameters allows us to draw conclusions about the potential properties of polymers and their suitability for specific purposes in various industries. This approach is an important step towards creating materials with specified characteristics and increasing their effectiveness in various areas of the national economy.

Keywords: monomer, polymer, solvent.

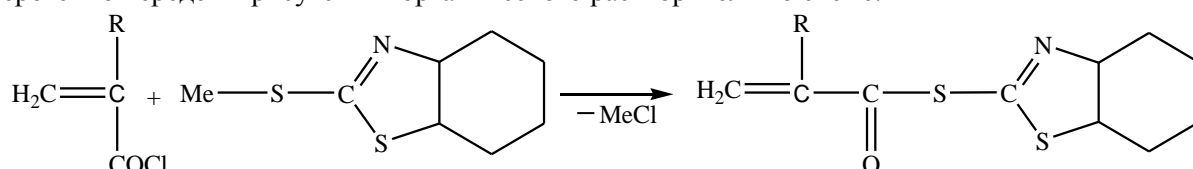
6-BROM BOMMNING RADIKAL POLIMERIZATSIYA JARAYONINI TADQIQ QILISH

Annotatsiya. Ushbu maqolada O-, N-, S-, galogenli geterotsiklik guruhlar bilan monomerlarning radikal polimerlanish jarayonining tamoyillari ko'rib chiqiladi. 6-bromo-BOMM ning radikal polimerlanish kinetikasi o'rganib chiqildi. Yuqori molekulyar birikmalar sohasida ularning xossalari va chidamliligini yaxshilash uchun turli sohalarida qo'llash sohasidagi tadqiqotlarning ahamiyati muhokama qilinadi. Radikal inisiatorlar bilan organik erituvchilarda 6-bromo-BOMM ning erkin radikal mexanizmi bilan polimerlanish jarayoni ko'rib chiqiladi. Asosiy masala sifatida grafiklarning boshlang'ich holatlarida reaksiyaning kinetik parametrlarini aniqlashga qaratilgan bo'lib, bu polimerlanish jarayonida sodir bo'ladigan jarayonlarni to'liqroq tushunish imkonini beradi. Ushbu parametrlarni tahlil qilish polimerlarning potentsial xossalari va ularning sanoatning turli sohalarida aniq maqsadlarga muvofiqligi haqida xulosa chiqarish imkonini beradi. Ushbu yondashuv ma'lum xususiyatlarga ega materiallarni yaratish va xalq xo'jaligining turli sohalarida ularning samaradorligini oshirish yo'lidagi muhim qadamdir.

Kalit so'zlar: monomer, polimer, erituvchi.

Введение. Основной задачей в исследовании области высокомолекулярных соединений, является улучшение физико-химических, механических и биофизиологических свойств полимеров, а также прогнозирование их долговечности при использовании в различных отраслях народного хозяйства. Решение этой задачи сложно из-за разнообразия строения и свойств макромолекул и условий эксплуатации полимерных материалов.

В обзорных работах показано, что синтез и исследование процесса полимеризации мономеров винилового и акрилового ряда путём введения в боковую или основную цепь макромолекул функционально активных групп приводит к улучшению физико-химических свойств полимеров. Исходя из вышеизложенного, авторы [1] синтезировали мономер 2-тиобензтиазол (мет)акрилат взаимодействием щелочнометаллической соли 2-меркаптобензтиазола с (мет)акрилилхлоридом в гетерогенной среде в присутствии органического растворителя по схеме:



где, R – H, CH₃ Me – Na, K.

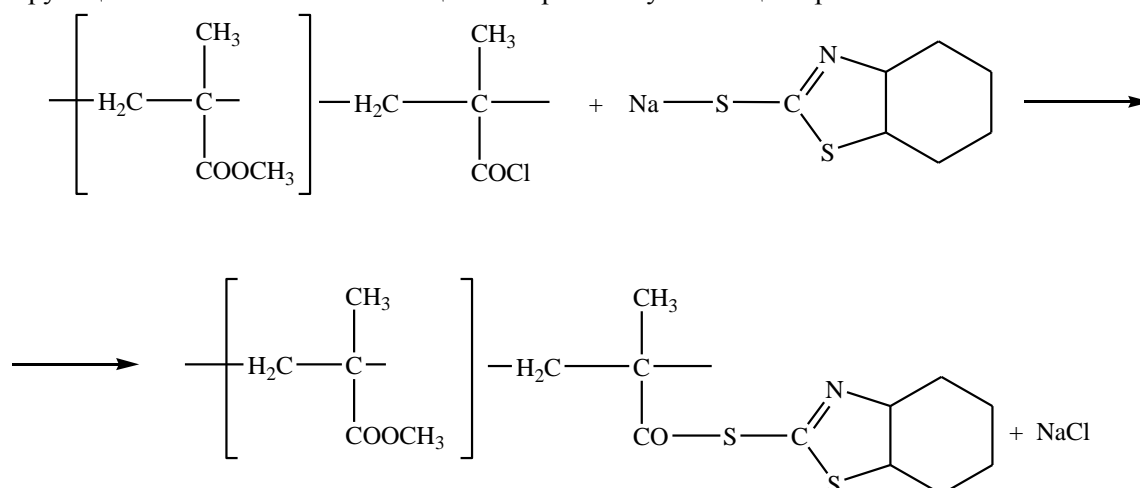
Далее этими же авторами исследован процесс полимеризации 2-тиобензтиазол-метакрилата. Установлено, что мономер хорошо полимеризуется в присутствии радикальных инициаторов в среде органических растворителей, а общая скорость полимеризации описывается уравнением:

$$W = K * [I]^{0.56} * [M]^{1.1+0.05}$$

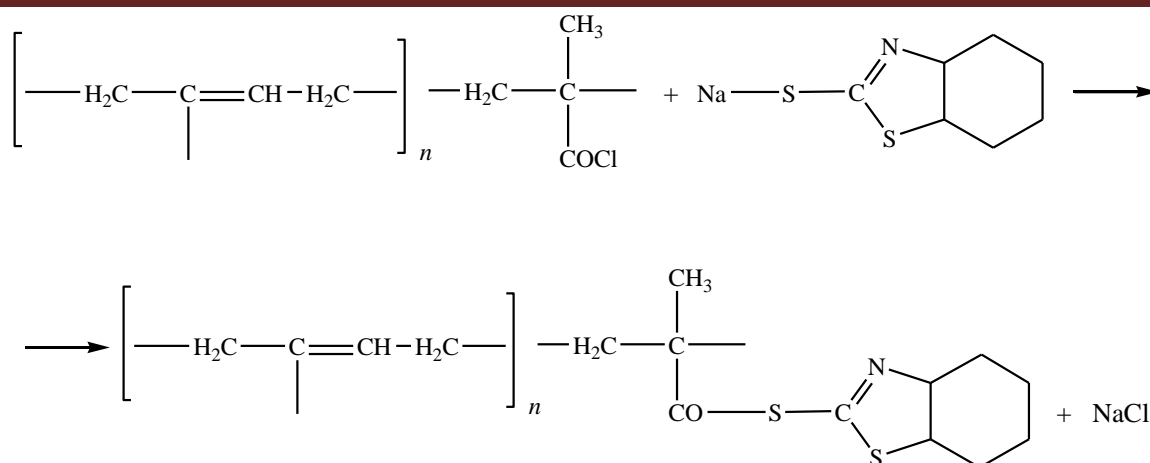
Относительно небольшое отклонение порядка реакции по мономеру, инициатору, объясняется участием молекул 2-тиобензтиазолметакрилата в актах передачи цепи за счёт бензтиазольных групп. Найденное значение суммарной энергии активации процесса составляет 67,87 кДж/моль.

Установлено, что с увеличением содержания метакрилилхлорида в исходной смеси сомономеров в случае сополимеризации его метилметакрилатом наблюдается заметное уменьшение скорости в интервале концентрации метакрилилхлорида от 0,1 до 2,0 мол%, далее наблюдается равномерное снижение. Определения константы относительной активности сомономеров в системе МАХ: ММА r₁=0,20; r₂=0,45, а системе МАХ: ХП r₁= 0,10; r₂= 0,31. Очевидно, это обусловлено участием подвижного атома хлорангидридной группы в актах передачи цепи.

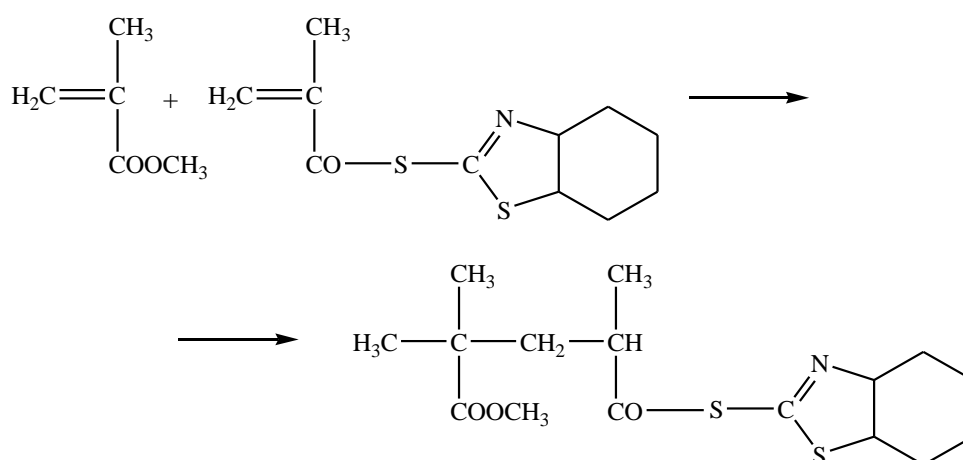
Для улучшения термостабильности авторы [2] синтезировали сополимеры с небольшим содержанием (до 0.2 моль %) метакрилилхлоридных звеньев при их последующем взаимодействии с натриевой солью 2-меркаптобензтиазола синтезировали и исследовали сополимеры со стабилизирующими звеньями в основной цепи макромолекул. Реакция протекает по схеме:



в случае сополимера хлоропрена и метакриллхлорида реакция проводится в бензольном растворе:



Синтезированы сополимеры метилметакрилата с 2-тиобензтиазолметилметакрилатом по схеме:



Методика исследования. Для синтеза и исследования полимеров использовались свежеперегранные мономеры, очищенные предварительной обработкой от примесей. Чистоту мономеров и растворителей контролировали по показателям преломления, значениям температур кипения и плавления, методами тонкослойной, газожидкостной и препаративно-жидкостной хроматографии[3].

В качестве растворителей и осадителей использовали: ацетон, бензол, диоксан, диметилформамид, диметилсульфоксид, тетрагидрофуран, хлороформ, метил, этил и изопропиловые спирты, гексан. Чистоту растворителей контролировали по температурам кипения, показателям преломления и газожидкостной хроматографии. Значения констант растворителей практически соответствовали литературным данным.

Бензоксазолинон технический - твёрдое порошкообразное вещество грязно-белого цвета очищали путём кипячения в водном растворе в присутствии активированного угля. Температура плавления 414-415 К.

6 - бромбензоксазолинон синтезировали по следующей методике: к раствору 5 г (0,037 моль) безоксазолинона 50 мл хлороформа добавляют 6 г (0,0375 моль) брома в 20 мл хлороформа при T = 20°C и перемешивают, осадок отделяют, промывают хлороформом и высушивают. Получают 7,5 г (94,67%) 6 - бромбензоксазолинона-2. Выход количественный.

6 -бром- гидроксиметилбензоксазолинон - мелкокристаллическое вещество практически нерастворимое в воде и хорошо растворимое в этаноле и диоксане.

Синтезированный мономер 6-бром-БОМА представляет собой бесцветное вещество с желтоватым оттенком. Хорошо растворим в диоксане, диметилформамиде (ДМФ), диметилсульфоксиде (ДМСО) и хлороформе. Плохо растворим в спиртах и практически не растворим в воде. Состав и строение мономера подтверждены результатами элементного анализа (таблица1).

Таблица 1.
Состав и температура плавления синтезированного мономера 6-бром-БОМА

Содинение	Брутто формула	Температура плавления К	Содержание, %			
			C	H	N	B _r
6-бром БОМА	C ₁₂ H ₁₀ O ₄ NBr	366-367	45,89	5,30	4,55	247
			46,15	3,21	4,49	264

ПРИМЕЧАНИЕ: В числителе приведены найденные значения, а в знаменателе - вычисленные значения

Кинетику радикальной полимеризации 6-бром-БОММА исследовали гравиметрическим и дилатометрическими методами. Дилатометрический метод основан на изменении объёма реакционной смеси[6]. Образование полимера обусловлено увеличением плотности, а, следовательно, уменьшением объёма реакционной смеси, что происходит по мере превращения мономера в полимер.

Для очистки от загрязнений и нейтрализации щёлочности стекла ампулы и дилатометры перед применением обрабатывали в течение 24 часов свежеприготовленной хромовой смесью, затем многократно промывали водой и сушили в термостате при 383 393 К. После этого определённый объём реакционной смеси загружали в дилатометр, присоединяли к вакуумной установке, замораживали в жидком азоте откачивали.

Кинетика полимеризации изучалась гравиметрическим методом. Для полимеризации очищенные мономеры с инициатором помещали в стеклянные ампулы, присоединяли их к вакуумной установке, где дозировали путём многократного замораживания и размораживания, при остаточном давлении. Далее запаянные ампулы помещали в термостат, где поддерживалась температура с точностью 273 ± 02 К. Через определённые промежутки времени ампулы вскрывали, полученные полимеры переосаждали из диоксановых растворов изопропиловым спиртом, сушили до постоянной массы в вакуумно-сушильном шкафу при комнатной температуре. Состав полимеров вычисляли по данным элементного анализа на азот и на бром.

Характеристическая вязкость растворов полимеров измеряли в капиллярных вискозиметрах типа Уббелодде по известной методике, допускающий последовательное разбавление исследуемого раствора в самом вискозиметре.

ИК- спектроскопические исследования проводились на спектрофотометре "Specord 75 IR" в интервале длины волн 500-4000 н.м. для чего порошкообразное исследуемое вещество таблетировали с бромистым калием.

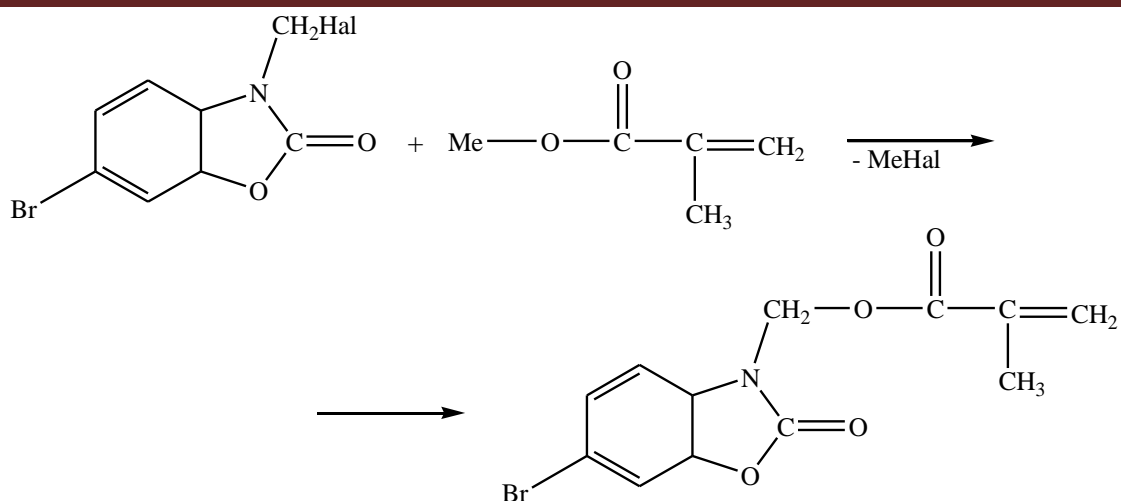
Электронные спектры поглощения снимались на спектрофотометре СФ-466 с использованием кварцевых кювет толщиной 0,1 см. Растворы мономера и их смеси готовились диметилформамиде, диоксане. В диапазоне 200-350 н.м. спектры записывались на самописце, а в диапазоне 350-450 н.м. регистрировались по шкале спектрофотометра.

Термическую деструкцию полимерных образцов проводили методом дифференциально-термогравиметрического анализа на дериватографе.

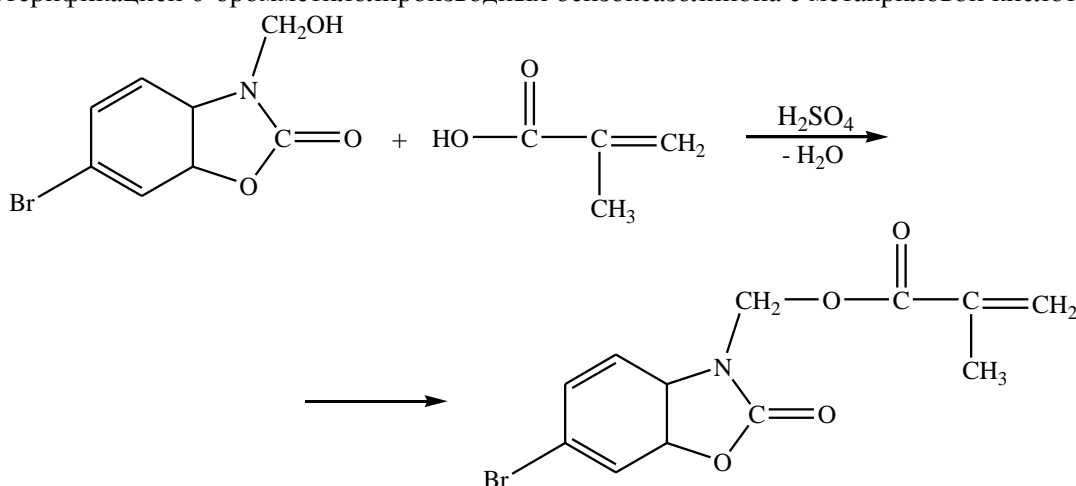
Анализ собранных литературных данных [7-9] указывает на то, что мономеры и полимеры на основе гетероциклических соединений с конденсированными ароматическими ядрами, содержащие атомы галогена, серы, азота, кислорода обладают повышенной термо-, свето-, стабильностью и улучшенными физико-механическими эксплуатационными[10], а также биологически активными свойствами.

В связи с этим синтез и исследование процесса радикальной полимеризации 6-бром-2-оксо-3-бензоксазолметакрилата представляет несомненный теоретический и практический интерес.

Мономер 6-бром-БОМА получен взаимодействием N-галогенметилпроизводных бензоксазолонина с солями щелочных металлов метакриловой кислоты в среде сухого ацетона по схеме:



где Me – Na, K Hal – Cl, Br
или этерификацией 6-бромметилолпроизводных бензоксазолинона с метакриловой кислотой.



Однако, процесс этерификации из-за высокой активности мономера сопровождается частичной полимеризацией, что снижает выход целевого продукта. Реакцию этерификации проводили в присутствии катализатора серной кислоты с последующим добавлением последнего. Из такой сложной системы выделить мономер очень трудно. Поэтому независимо от многостадийности первый путь синтеза является более практически приемлемым в связи с отсутствием выше указанных недостатков и простотой аппаратного оформления синтеза.

Мономер идентифицирован УФ-, ИК-, ПМР-спектроскопическими и и Масс-спектрометрическим методом.

УФ-спектры бензоксазолинона, и алкил-2- алкилоксибензоксазолинона практически неразличимы, и характеризуется максимумом поглощения.

В УФ спектре 6-бром-БОМА отмечается максимум полосы поглощения при $\lambda_{\max}=289\ 291$ н.м., который при замещении водорода в шестом положении ароматического кольца бромом смещается в более длинноволговую область. (рисунок 1).

В ИК - спектре обнаружены полосы поглощения, которые интерпретировать следующим образом: 1725 - 1800 см Относится к карбонильной группе конденсированных бензоксазолиноновых и метакрилоильных радикалов, 1640 см⁻¹ относящийся к характеристической частоте поглощения C = C связи, 3100, 1400, 915 см относя к валентным колебаниям связи непредельной группы (CH₂=CH), 1200 1100 см относится к валентным колебаниям --C- связи, 850 - 1000 см характеризующий скелетное колебание 1,2,4- трёх замещённого конденсированного кольца бензоаксазолинона.

ПМР - спектр 6-бром-БОМА содержит сигналы при (8) 7,2-7,5 М.Д., Соответствующие протонам ароматические ядра; 5,7-6,10 м.д. метиленовой группы двойной связи CH₂ и протонам - CH₂-0- группы; 1,83 м.д. относящиеся к протонам CH₃ группы метакрилового радикала (рис.2).

Масс-спектр подтверждает структуру 6-бром-2-оксо-3-бензоксазолил- метилметакрилата: (M+ 312). Структура и пути образования наиболее характеристических фрагментов приведены на рисунке 3 (а и б).

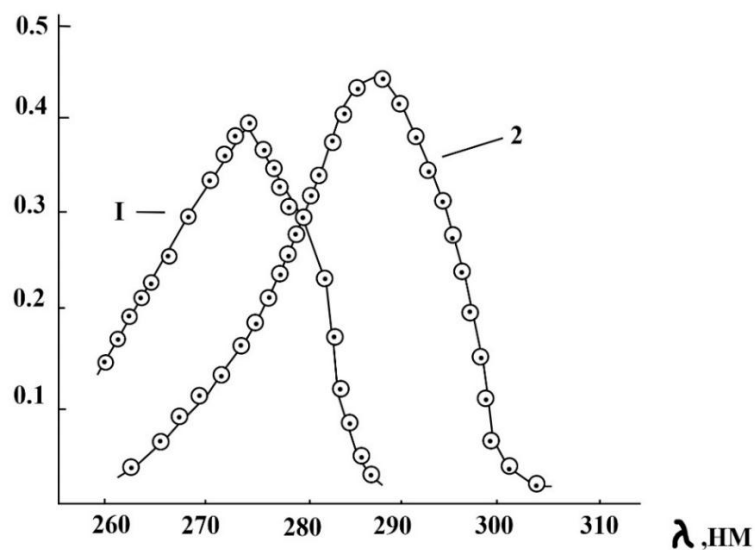


Рисунок 1. УФ-спектры 2-оксо-бензоксазолилметакрилата (I) и 6-бром-2-оксо-3-бензоксазолилметакрилата (2).

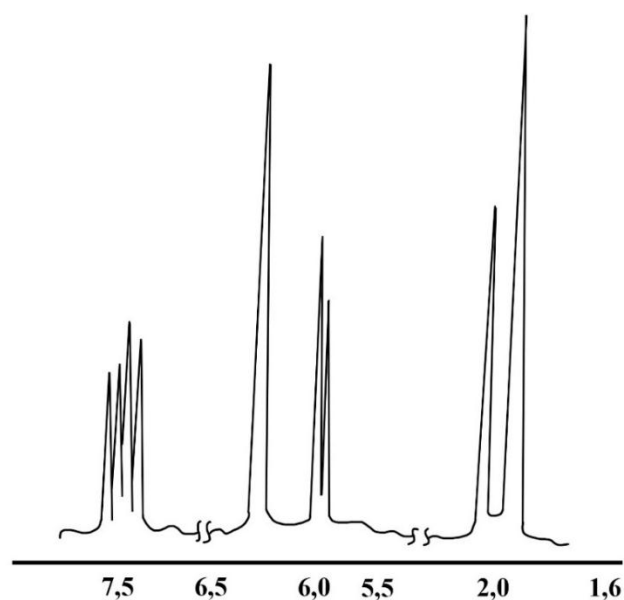
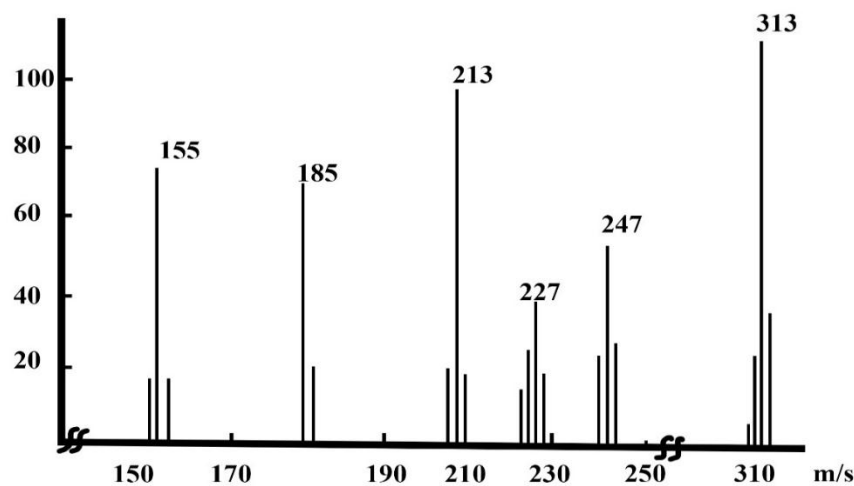


Рисунок 2. ПМР - спектры 6-бром-2-оксо-3-бензоксазолилметакрилата



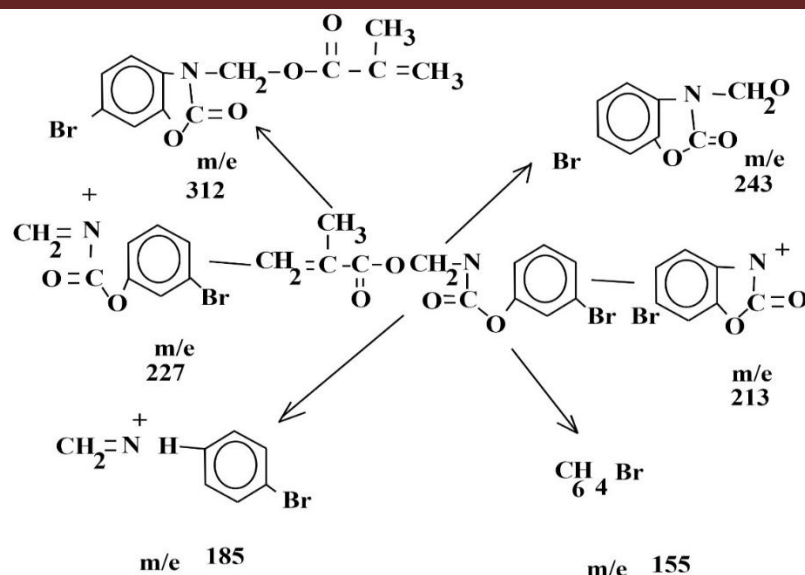


Рисунок 3. Масс-спектр 6-бром-2-оксо-3-бензоксазолилметакрилата

Полученные результаты и их обсуждение. Полимеризацию 6-бром-БОМА осуществляли по свободно радикальному механизму в среде органических растворителей в присутствии радикальных инициаторов. Кинетические параметры реакции определяли по начальным участкам кривых (до 12% конверсии).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Яриев О.М., Алимова М.Г., Джалилов А.Т., Аскарлов М.А. Исследование сополимеризации хлоропрена с хлорангидридом метакриловой кислоты// Узб.хим.журн. Деп.ВНИИТИ. № 2151-75.
- 2.Яриев О.М., Джалилов А.Т., Едгоров Н.Н. Исследование сополимеризации хлорангидрида метакриловой кислоты с метилметакрилатом// Узб.хим.журн.1976. № 5. С.29-31.
3. Яриев О.М.,Мустафоев Х.М., Мавланов Б.А. Особенности радикальной полимеризации N, α-бензоксазолтионметилметакрилата. Деп.Рук. УзНИИТИ Ташкент. №1662, Уз.-1992.
4. Яриев О.М.,Мустафоев Х.М.,Бешимов Б.М., Мавланов Б.А. Внутримолекулярная стабилизация полиметилметакрилата и полистирола N, α-метакриловыми производными 2-меркаптобензоксазолтионом. Деп.Рук. УзНИИТИ Ташкент. №1663, Уз.-1992.
5. Мустафоев Х.М., Яриев О.М.,Кодиров Т.Дж., Мавланов Б.А. Исследование процесса сополимеризации 6-бром,2-оксо-3-бензоксазолилметилметакрилата с акриламидом N-винилпирролидоном. Ред.колл.узб.хим.жур. Ташкент,Деп. В УзНИИТИ №1950. Уз.93.
6. Мустафоев Х.М.,Яриев О.М.,Кодиров Т.Дж., Мавланов Б.А. Радикальная сополимеризация 6-бром, 2-оксо-3-бензоксазолилметилметакрилата с N-винилпирролидоном./ Ред.колл.узб.хим.жур. Ташкент,Деп. В УзНИИТИ №1950. Уз.93.
7. Мустафоев Х.М., Яриев О.М., Мавланов Б.А. Синтез и исследование радикальной полимеризации 6-бромбензоксазолилметилметакрилата./ Узбекский химический журнал. - 1994.№2.-с.61-63.
8. Худойназарова Г.А.,Ёриев О.М., Мавланов Б.А.,Мусаев С. Синтез и исследование сополимеров 6-Br-бензоксазолтионилметилакрилата со стиролом./ Пластические массы. -2000. -№ 10. –с.16-17.
9. Худойназарова Г.А.,Ёриев О.М., Мавланов Б.А. Copolymerization of styrene with benzoxazolthionylmethacrylates and benzoxazolthion-metylacrylates./ Ist international chemistry conference of chemistry University of Peshawar-Pakistan, 10-14 April. -2001.-p.184.
10. Мавланов Б.А. Исследование радикальной полимеризации гетероциклических эфиров метакриловых кислот./ Научный вестник Бухарского государственного университета. -2002, №2.-с.67-71.

TARKIBIDA ALKALOIDLAR BO‘LGAN KOFEIN SAQLOVCHI DORIVOR O‘SIMLIKLAR

*Boymurodov Eson Suyunovich,
Samarqand davlat tibbiyot universiteti assistenti*

Annotatsiya. Uzoq muddatli evolyusion rivojlanish natijasida nafaqat inson va atrof-muhit, birinchi navbatda, o‘zib borayotgan dunyo o‘rtasida eng yaqin hayotiy munosabatlar o‘rnatildi. Fitopreparatlar va dorivor o‘simliklar xazinasini boyitish maqsadida tarkibida alkaloid saqlovchi o‘simliklardan yangi, samarali fitopreparatlar yaratish maqsadida xalq orasida va an’anaviy tabobatda ishlatiladigan dorivor o‘simliklarni hamda tibbiyotda ishlatiladigan dorivor o‘simliklarning boshqa turlarini o‘rganib tibbiyotda qo‘llash mumkinligini yanada kengaytirish maqsadida o‘simliklarni qo‘llashning samaradorligini o‘rganamiz.

Kalit so‘zlar: purin alkaloidlari, kofein, vitaminlar, *Thea sinensis L, Coffea arabica L, Coffea liberica, Hex paraguariensis, Theobroma cacao L., Sterculia platanifolia L.*

**СОДЕРЖАЩИЕ АЛКАЛОИДЫ ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ,
СОХРАНЯЮЩИЕ КОФЕИН**

Аннотация. В результате длительного эволюционного развития установились теснейшие жизненные связи не только между человеком и окружающей средой, но прежде всего между растущим миром. В целях пополнения базы фитопрепаратов и лекарственных растений, создания новых эффективных фитопрепаратов из растений, содержащих алкалоиды, возможно изучение лекарственных растений, применяемых в народной и традиционной медицине, и других видов лекарственных растений, применяемых в медицине. В статье будет изучена эффективность использования растений с целью дальнейшего расширения.

Ключевые слова: пуриновые алкалоиды, кофеин, витамины, *Thea sinensis L, Coffea Arabica L, Coffea liberica, Hex paraguariensis, Theobroma cacao L., Sterculia platanifolia L.*

CAFEINE-CONTAINING MEDICINAL PLANTS CONTAINING ALKALOIDS

Abstract. As a result of Long-Term Evolution, the closest life relationship was established not only between man and the environment, primarily the growing world. Fresh from alkaline retaining plants in the composition in order to enrich the treasure of phytopreparations and medicinal plants, in order to create effective phytopreparations, we will study the effectiveness of the application of plants in order to further expand their application in medicine by studying the medicinal plants used among the people and in traditional medicine, as well as other types of medicinal plants used in medicine.

Keywords: purine alkaloids, caffeine, vitamins, *Thea sinensis L, Coffea arabica L, Coffea liberica, Hex paraguariensis, Theobroma cacao L., Sterculia platanifolia L.*

Kirish. Tibbiyot tabiatga taqlid qilish san'atidir. Asrlar davomida mevalar- sabzavot ekinlari va boshqa dorivor o‘simliklar turli mamlakatlarda amaliy tibbiyotda qo‘llanilgan. Insonning o‘zi tabiatning bir qismidir. Uning hayoti evolyusion va tarixan atrof-muhit bilan chambarchas bog‘liq. Oila a‘zolaridan birida birinchi kasallik belgilari (bosh og‘rig‘i, yo‘tal, yuqori isitma holsizlik) kuzatilganda ularga, birinchi navbatda, yordam berishga harakat qilishadi. Hozirda keng tarqalgan mevalar, o‘simliklarda ko‘plam vitaminlar alkaloidlar mavjud. Uy sharoida ushbu o‘simlik va mevalardan foydalanish mumkun. Arterial qon bosimi tushgan, yoki ko‘tarilganda, jismoniy holsizlik bo‘lgan vaqtda, nafas qisishi hamda tana xarorati tushipketgan holatlarda, tarkibida kofein, teofillin saqlovchi o‘simliklardan tayorlanadigan vositalarni qo‘llaymiz.

Asosiy qism. Purin alkaloidlariga dioksimurin-ksantinning trimetilli va dimetilli unurlari: kofein, teobromin, teofillin va boshqa alkaloidlar kiradi. Kofein alkaloidini birinchi marta turli o‘simliklardan ajratib olib, uni choyda - tein, guaranada - guaranin va kofeda - kofein deb atalgan. E.Fisher XIX asr oxirida kofeinning kimyoviy tuzilishini aniqlagandan so‘ng 3 xiI nom bilan yuritiladigan tein, guaranin hamda kofein bitta alkaloid ekanligi ma‘lum bo‘ldi. Keyinchalik bu birikma bir nom bilan kofein deb ataldi. Tibbiyotda bu guruhga kiradigan alkaloidlardan, asosan, kofein qisman teobromin va teofillin ishlatiladi.

Kofein markaziy nerv sistemasini qo'zg'atish, teobromin va teofillin esa siydik haydash ta'siriga ega. Kofein qizdirilganda - uchuvchan modda. Mahsulotda kofein bor-yo'qligini mikrovozgonka (mikrosublimate) usuli bilan aniqlash mumkin. Agar mahsulotda kofein bo'lsa, mikrovozgonka natijasida nina shaklidagi ingichka, oq kristallar hosil bo'ladi. Bu kristallar mikroskop ostida ko'riladi. Kofein turli oilalarga kiruvchi o'simliklardan bo'lsa-da, bu o'simliklarning hammasi ham alkaloid olish uchun mahsulot bo'la olmaydi. Kofein va teobromin alkaloidlari quyidagi o'simliklarda bo'ladi: Paullina cupana, Thea sinensis L., Cola vera K., Cola acuminata, Coffea arabica L., Coffea liberica, Hex paraguariensis, Hex cassine Mich., Theobroma cacao L., Sterculia platanifolia L. Qadim zamonlardan beri tarkibida kofein bo'lgan o'simliklar mahalliy xalq tomonidan organizmning umumiy tonusini ko'tarish uchun (markaziy nerv sistemasini qo'zg'atishda) ishlatib kelinadi. CHOY BARGI - FOLIA THEAE -Choy bargining tarkibida 2-5 foiz kofein, teofillin, teobromin alkaloidlari hamda ksantin, adenin, izatin va boshqa organik asoslar bo'ladi. Choy bargida alkaloidlardan tashqari, 20-28 foizgacha pirokatexin guruhiga kiradigan oshlovchi moddalar, flavonoidlar (kempferol, kversetin, miritsetin, kversimeritrin, giperin va boshqalar), fosforli organik birikmalar, temir va marganetsli nukleoproteidlari, nikotin va pantoten kislotalar, 0,01 foiz efir moyi bor. Urug'i tarkibida 9-10 foiz steroid saponinlar va 22-35 foiz yog' bo'ladi. Choy bargining oshlovchi moddalari «choy tanini», asosan, (75-78 foiz) katexinlar va ulaming gallat efirlaridan hamda oz miqdorda boshqa tanidlardan tashkil topgan. Ishlatilishi: Kofein markaziy nerv sistemasini qo'zg'atuvchi xususiyatga ega. Kofein narkotiklar bilan zaharlanganda, yuqumli kasalliklar natijasida yurak faoliyatining pasayishida hamda nafas markazi susayishida, qon aylanishining chuqur buzilishida (qon tomirlari kasallanganida), nerv sistemasini charchaganda va bosh og'riganda organizmning umumiy tonusini ko'taruvchi dori sifatida ishlatiladi. Teobromin alkaloidi esa ko'krak qisishi, ateroskleroz, gipertoniya kasalliklarini davolashda va siydik haydovchi dori sifatida ishlatiladi. Teofillin alkaloidi qon tomirini kengaytiruvchi (ayniqsa, yurak qon tomiri kasalligida) va yurak hamda buyrak kasalliklarida siydik haydovchi vosita sifatida ishlatiladi. Choy katexinlarining yig'indisi (ayniqsa, epikatexin) vitamin P ta'siriga ega bo'lib, gemorrogik diatezda (qon ketishi bilan xarakterlanuvchi kasallik), organizm shishgan vaqtida, ko'zga qon quyilganda va boshqa kasalliklarda ishlatiladi. Bargning oshlovchi moddalari preparati ich ketishi va boshqa me'da-ichak kasalliklarida foyda beradi. Dorivor preparatlari. Kofein (kukun (poroshok), tabletka holida chiqariladi), kofein natriy benzoat va kofein natriy salisilat (kukun (poroshok), tabletka va eritma holida chiqariladi), metilkofein (kukun (poroshok) va tabletka holida chiqariladi), teofillin (tabletka, eritma holida chiqariladi) va shamcha tarkibiga qo'shiladi. Bulardan tashqari kofein va teofillin alkaloidlari turli murakkab preparatlar tarkibiga kiradi.

Coffea arabica L.-Yangi kofe urug'larida kofein (0,65-2,7%), yog' (taxminan 12%), oqsil (13%) va shakar (8%) mavjud. Issiqlik bilan ishlov berishdan so'ng shakar miqdori 2-3% gacha kamayadi; kofelangan tanin kislotasi - 4-5% gacha; yog' miqdori 15% gacha, azotli moddalar 14% gacha, kofein 1,3% gacha ko'tariladi. Bundan tashqari, qovurilgan urug'larda PP va piridin vitaminlari mavjud; fenolik birikmalar, sirka kislotasi saqlaydi. HERBA ACONITI SOONGARICI RECENS; PARPI TUGANAGI - TUBER ACONITI- Ildiz tunganak tarkibida 2,35 foizgacha, alkaloidlar Gumladan, 0,6 foiz akonitin, 0,24 foiz zangorin va 0,1 foiz monoatsetil zangorin) bo'ladi. O'simlikning yer ustki qismi ham zahar bo'lib, tarkibida 0,5 foizgacha alkaloidlar saqlaydi. Mahsulot alkaloidlarini ikki guruhga bo'lish mumkin: 1. Ko'p atomli aminospirtlarning o'simlik kislotalari bilan hosil qilgan murakkab efirlari - akonitinlar. Bu birikmalar nihoyatda zaharli. 2. Sof holdagi aminospirtlar - atizinlar. Asosiy alkaloidi bo'lgan akonitinning gidrolizlanishi natijasida kam zaharli akonin, benzoat va sirka kislotalar hosil bo'ladi. Jung'or parpisi tunganagidan akonitindan tashqari yana zangorin, atsetilzangorin, norzangorin va boshqa alkaloidlar ajratib olingan. Ildiz tunganakda alkaloidlardan tashqari kraxmal va organik kislotalar bo'ladi. Ishlatilishi. Parpi o'simligining preparati og'riq qoldiruvchi vosita sifatida bod, nevrologiya, tish og'rig'i, migren va boshqa kasalliklarda ishlatiladi (teriga surtiladi). Bu o'simlik preparati nihoyatda zaharli bo'lganidan keyingi vaqtlarda deyarli ishlatilmaydi. Dorivor preparati. Quritilmagan yer ustki qismi va tunganaklarining nastoykalari. Tunganak nastoykasi radikulit, nevril, lumbago va boshqa kasalliklarda ishlatiladigan akofit preparati, o'simlikning yer ustki qismi hamda tunganak nastoykalari anginani davolashda ishlatiladigan anginol (exinor) preparati tarkibiga kiradi. Bu preparatlar ilgari ishlatilgan. Parpining yana bir turining yer ustki qismidan dorivor preparat olinadi va tibbiyot amaliyotida ishlatiladi. Kakao yoki shokolad daraxti, yoki kakao haqiqiy (lat. Theobroma cacao) - Teobroma (Theobroma) jinsidagi doimo yashil daraxtlar turi. Ilgari bu jins Sterculiaceae oilasiga kiritilgan bo'lsa, endi u Malvaceae (Malvaceae) oilasining Byttnerioideae katta oilasiga kiradi. O'simlik Janubiy Amerikaning subekvatorial mintaqalaridan kelib chiqqan bo'lib, qandolat sanoatida (asosan, shokoladning asosiy tarkibiy qismi sifatida) va tibbiyotda ishlatiladigan urug'larni olish uchun butun dunyo bo'ylab ikkala yarim sharning tropiklarida etishtiriladi. "Kakao" so'zi kakao daraxtining urug'lari va ulardan olingan kukun deb ham ataladi; ichimlikning o'zi ham xuddi shunday nomga ega.

Theobroma bicolor va *Theobroma subincanum* *Theobroma* jinsining boshqa turlari ham "kakao" ichimligini ishlab chiqarish uchun yetishtiriladi. Issiq ichimlik va shokolad kabi to'yimli makaron olish uchun Janubiy Amerikada teobromaning yana bir turi — kupuas (Theobroma grandiflorum) etishtiriladi. Bu o'simliklarning mevalarida teobromin tonik moddasi mavjud. Firmiana oddiy (lat. Firmiana simplex) o'simlik; Malvalar oilasining Firmiana jinsidagi tur. Ilgari bu tur Sterculiaceae (Sterculiaceae) oilasiga kirgan; APG II tasniflash tizimida Malvaceae (Malvaceae) oilasining Sterculioideae (Sterculioideae) kichik oilasiga tegishli. Oddiy firmiana barglarida quyidagilar mavjud: efir moyi (0,07 %), qatronli moddalar (4-5 %), organik kislotalar (2,5% gacha), taninlar (4% gacha), polisakkaridlar (9-10 %), askorbin kislotasi (0,9—1,2 %), alkaloidlarning izlari mavjud. O'simlik urug'larida kofein, teobromin, boshqa alkaloidlarning izlari, organik kislotalar (6,4%), yog'li moy (26%), ko'p miqdorda xolin va betain mavjud. Firmiana yovvoyi o'sadigan mamlakatlarda uning yog'ochlari eng yaxshi qog'oz navlarini olish uchun xom ashyo, qobig'i esa arqon tayyorlash uchun material bo'lib xizmat qiladi. Xitoyda kofein o'z ichiga olgan urug'lar kofe o'rmini bosuvchi sifatida iste'mol qilinadi. Umuman olganda, kimyoviy va fiziologik jarayonlar inson va o'simlik organlari, bir xil birlashtirilgan hayot fabrikasi paydo bo'ladi. Tabiat reseptlariga ko'ra, minglab o'simliklar, mevalar ular biz uchun ishlaydi. Ular o'nlab biologik faol yoki shifobaxsh moddalardan (vitaminlar, organik kislotalar, fermentlar, makro va mikroelementlar va bir qator boshqalar), inson tanasining o'sishi va rivojlanishi uchun zarur omillardir. Gippokrat aytganidek "Sizning ovqatingiz dori bo'lishi kerak va sizning dori-darmoningiz oziq-ovqat bo'lishi kerak". Qadimgi shifokorlar meva, rezavorlar, mevalarning dorivor xususiyatlaridan keng foydalanishgan, o'simliklar dori sifatida, ular tabiiy shaklda ishlatilgan. Kofein-bu inson tanasining ishlashi aktiv bo'lishi uchun zarur bo'lmagan moddadir. Kofein bizga oziq-ovqat energiyasini bermaydi. Aslida, kofein faqat mavjud energiya zaxiralaridan yanada samarali foydalanishga yordam beradi, buning o'rniga tanani yuklaydi. Kofein ko'plab oziq-ovqat va ichimliklarda, birinchi navbatda, qahva, choy va energetik ichimliklarda, kola va shokoladda mavjud. Shuningdek, sotuvda kofein o'z ichiga olgan shirinliklar, saqichlar, planshetlar va boshqalar mavjud. Kofein loviya, barglar va mevalarda yuzdan ortiq o'simliklarda uchraydi. Kofeinning eng yuqori konsentratsiyasi qahva o'simlikining loviya va barglari, choy, Yerba Mate, Guarana rezavorlari, kolada va kakaoda uchraydi. Pishirilgan qahva yoki filtrlı qahva 100 g yoki 100 ml uchun kofein miqdori taxminan 50-70 mg. kofe ichimliklarida kofein miqdori 100 g yoki 100 ml 20-30 mg. Energetik ichimliklarda kofein miqdori 100 g yoki 100 ml 20-55 mg, Kolada kofein miqdori 100 g yoki 100 ml da 10-13 mg ni tashkil qiladi, Qora choy kofein miqdori 100 g yoki 100 ml da 15-47 mg, yashil choyda 10-17 mg, sutli shokoladda 20-25 mg, qora shokoladda 65-75 mg kofein mavjud. Markaziy va periferik A1 va A2 adenzin retseptorlarini raqobatbardosh tarzda bloklaydi. Medulla oblongata markazlarini (nafas olish va vazomotor), shuningdek, markazni rag'batlantiradi n. vagus, miya yarim korteksiga bevosita qo'zg'atuvchi ta'sir ko'rsatadi. Yuqori dozalarda orqa miya reflekslarini kuchaytirish orqali orqa miyada neyronlararo o'tkazuvchanlikni osonlashtiradi. Aqliy va jismoniy ko'rsatkichlarni oshiradi, aqliy faoliyatni, jismoniy faollikni rag'batlantiradi, reaksiyalar vaqtini qisqartiradi, charchoq va uyquchanlikni vaqtincha kamaytiradi. Nafas olishni tezlashtiradi va chuqurlashtiradi. Oshqozonning sekretor faolligini oshiradi. Proksimal va distal buyrak tubulalarida natriy va suv ionlarining reabsorbsiyasining pasayishi, shuningdek, buyrak tomirlarining kengayishi va buyrak glomerularida filtrlashning ko'payishi tufayli o'rtacha diuretik ta'sirga ega. Kofein tananing Markaziy asab tizimiga eng ko'p ta'sir qiladi. Kofein tezda so'riladi va uning ogohlantiruvchi ta'siri iste'mol qilinganidan 15-30 minut o'tgach boshlanishi va bir necha soat davom etishi mumkin. Iste'mol qilingan kofein 30-120 daqiqada qonga to'liq so'riladi va qon oqimi orqali miyaga etkaziladi. Kattalarda kofeinning 50 foizini tanadan olib tashlash uchun taxminan to'rt soat vaqt ketadi. Bu vaqt juda katta farq qiladi va yoshga, odamning tana vazniga, qabul qilingan dori-darmonlarga va boshqalarga bog'liq. Rag'batlantiruvchi ta'sir tufayli kofeinni ko'p miqdorda iste'mol qilish asabiylashish, bosh og'rig'i, bosh aylanishi, qo'zg'aluvchanlik va uyqusizlik, uyqu buzilishiga olib kelishi mumkin. Trombotsitlar agregatsiyasini va gistaminning chiqarilishini kamaytiradi. Asosiy metabolizmni oshiradi: glikogenolizni oshiradi, lipolizni oshiradi. Kuniga 400 mg gacha kofeinni muntazam iste'mol qilish kattalardagi yurak-qon tomir kasalliklari xavfini oshirmasligi ma'lum. Shu bilan birga, har kuni kofein iste'mol qilmaydigan odamlarda kofein ta'sirida qon bosimining o'rtacha ko'tarilishi (sistolik va diastolik) va kofein miqdoriga qarab yurak urish tezligiga ta'siri kuzatilgan. Bradikardiya (yurak urish tezligi daqiqada 60 martadan past) yoki taxikardiya (daqiqada 100 martadan yuqori). Kofein yuqori dozalari bosh aylanishi, qon aylanishining buzilishi, aritmiya va qon bosimining pasayishi bilan namoyon bo'lishi mumkin. Qahvani yaxshi ko'radiganlar, filtrlanmagan usulda tayyorlangan kofe ichimliklarida, masalan, fransuz matbuotida juda ko'p kafestol borligini yodda tutishlari kerak. Kafe stoli qon zardobidagi xolesterin miqdorining oshishi bilan bog'liq. Kofein asab va yurak-qon tomir tizimidan tashqari boshqa organlarga ham ta'sir qiladi: kofein nafas olish tezligini oshiradi, kofein buyraklar orqali natriy va suvning chiqarilishini oshiradi, kofein oshqozonda xlorid kislota ishlab chiqarishni rag'batlantiradi,

kofeinni iste'mol qilgandan so'ng, siydikda kaltsiyning ko'payishi ham kuzatildi. Kofeinni ko'p iste'mol qilish ovqat hazm qilish tizimida ko'ngil aynishi, qusish, qorin og'rig'i yoki diareyaga olib keladigan buzilishlarni keltirib chiqarishi mumkin. Kofeinni haddan tashqari iste'mol qilish bolalar, homilador ayollar, emizikli ayollar, oshqozon yarasi bo'lgan bemorlar yoki yuqori qon bosimi, yurak etishmovchiligi va aritmiya kabi yurak-qon tomir kasalliklari bo'lgan odamlar uchun sog'liq uchun jiddiy xavf tug'diradi. Homiladorlik paytida kofeinni iste'mol qilish chaqaloqning tug'ilish vaznining past bo'lishiga olib kelishi mumkun. Uzoq vaqt davomida o'rtacha kofe ichish (kuniga taxminan 3 stakan) sog'liqqa ijobiy ta'sir ko'rsatishi qayd etildi. Qahva yurak-qon tomir kasalliklari xavfini kamaytirish bilan bog'liqligi aniqlandi. Shuningdek, kofe ichish 2-toifa diabet rivojlanish xavfini kamaytirishi mumkinligi aniqlandi. Qahva tarkibidagi antioksidantlar yallig'lanishni kamaytirishda muhim rol o'ynashi mumkin. Bundan tashqari, qahvaning saraton o'smalari, Parkinson va Altsgeymer kasalliklarining ayrim turlarini oldini olishga ijobiy ta'siri bo'yicha tadqiqotlar mavjud. Filtrlanmagan qahva va shirin kofeinli ichimliklarni iste'mol qilishni cheklash kerak. Salbiy ta'sirlar filtrlanmagan qahva, shirin kofe ichimliklar va boshqa kofeinli ichimliklarni (masalan, energetik ichimliklar) kofeindan tashqari shakar iste'mol qilish natijasida yuzaga keladi. Filtrlanmagan qahva ichimliklari, masalan, frantsuz matbuotida pishirilgan qahva, ko'p miqdorda kafestolni o'z ichiga oladi, bu qon zardobidagi xolesterin miqdorining oshishi bilan bog'liq. Turli xil choylarda (o'simlik choylaridan tashqari) kofeinning xilma-xilligi va tayyorlash usuliga qarab sezilarli miqdorda kofein bo'lishi mumkinligi sababli, kechqurun choy ichishni cheklash yoki kofeinsiz choyi tanlash maqsadga muvofiqdir. Kofein suvning chiqarilishini va yurak urish tezligini oshirganligi sababli, jismoniy faollik paytida energetik ichimliklar kabi kofeinli ichimliklardan saqlanish kerak. Kofeinning terlash va siyishni kuchaytiruvchi xususiyatlarining kombinatsiyasi kuchli suvsizlanishga olib kelishi mumkin, bu esa o'z navbatida yurak urishi va tana haroratining oshishiga olib keladi. Agar siz kofeinni kamaytirmoqchi bo'lsangiz, birinchi qadam yuqori kofeinli ichimliklardan past kofeinli yoki kofeinsiz ichimliklarga o'tish bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, iste'mol miqdori va yoki chastotasini kamaytirish kerak. Kofeinni muntazam iste'mol qilish unga nisbatanqaramlikni oshirishi mumkin. Shuning uchun kofeindan voz kechish, o'z navbatida, yoqimsiz hislar bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Kattalarda kofeinni olib tashlashning turli belgilari tasvirlangan: bosh og'rig'i, uyquchanlik, depressiya, tashvish, charchoq, asabiylashish va konsentratsiyaning buzilishi. Olib tashlash alomatlari foydalanishni to'xtatgandan keyin 1-2 kundan hatto bir haftagacha davom etishi mumkin. Qahvani istemol qilgandan so'ng ko'p miqdorda suyuqlik istemol qilish kerak. Zamonaviy ma'lumotlarga ko'ra, kofeinning ta'sir qilish mexanizmidagi uning fosfodiesteraza fermentiga depressant ta'siri muhim rol o'ynaydi, bu siklik adenozin monofosfat (SAMF) ning hujayra ichidagi to'planishiga olib keladi. Siklik adenozin monofosfat mediator moddasi (ikkilamchi mediator) sifatida qaraladi, uning yordamida turli xil biogen dorivor moddalarning fiziologik ta'siri amalga oshiriladi. Siklik amf ta'siri ostida glikogenoliz, lipoliz jarayonlari kuchayadi, turli organlar va to'qimalarda, shu jumladan, mushak to'qimalarida va Markaziy asab tizimida metabolik jarayonlar rag'batlantiriladi. Oshqozon sekretsiasini kofein bilan stimulyatsiya qilish, shuningdek, oshqozon shilliq qavatida siklik amf tarkibining ko'payishi bilan bog'liq deb ishoniladi (shuningdek, qarang: teofillin, simetidin).

Xulosa. Kofeinning ogohlantiruvchi ta'sirining neyrokimyoviy mexanizmidagi uning o'ziga xos "purin" yoki miyaning adenozin retseptorlari bilan bog'lanish qobiliyati muhim rol o'ynaydi, buning uchun purin nukleozid — adenozin endogen agonist hisoblanadi. Kofein molekulasini va adenozinning strukturaviy o'xshashligi bunga yordam beradi. Adenozin miyadagi qo'zg'alish jarayonlarini kamaytiradigan omil sifatida ko'rilganligi sababli, uni kofein bilan almashtirish ogohlantiruvchi ta'sirga olib keladi. Kofeinni uzoq muddat qo'llash bilan miya hujayralarida yangi adenozin retseptorlari paydo bo'lishi mumkin va kofeinning ta'siri asta-sekin kamayadi. Shu bilan birga, kofeinni to'satdan to'xtatish bilan adenozin barcha mavjud retseptorlarni egallaydi, bu charchoq, uyquchanlik, depressiya va boshqalar bilan inhibitsioning kuchayishiga olib kelishi mumkin.

ADABIYOTLAR:

1. Xolmatov, H. X. (1995). *Ahmedov O'. A. Farmakognoziya. – Toshkent.*
2. Xolmatov, H. X., & Habibov, Z. H. (1967). *Farmakognoziya [Darslik].*
3. Ibragimov, A. A., & Odilova, N. (2023). *Dastarbosh–tanacetum vulgare l. o'simligining botanik tavsifi, tarqalishi, kimyoviy tarkibi, turli xil kasalliklarni davolashda dastarboshdan foydalanish. Hayka u технология в современном мире, 2(14), 69-70.*
4. Xolmatov, H. X., Habibov, Z. X., & Olimxo'jaeva, N. Z. (1991). *O'zbekistonning shifobaxsh o'simliklari. Toshkent, "Ibn Sino" NMB.*
5. Murdaxayev Y.M. *O'zbekistonda dorivor o'simliklar. – Toshkent, 1990.*

БУХОРО ВОҲАСИДАГИ СУҒОРИЛАДИГАН ТУПРОҚЛАР ТАҲЛИЛИ*Назарова Севара Мустакимовна,**Бухоро давлат университети доценти. қ-х.ф.ф.д. (PhD)**s.m.nazarova@buxdu.uz*

Аннотация. Мақолада Бухоро воҳасида тарқалган асосий суғориладиган тупроқларнинг таснифи, жумладан, эскидан суғориладиган ботқоқ-ўтлоқи, ўтлоқи тақир, тақирсимон, тақир, тақир-ўтлоқи, қумли-чўл, бўз-жигарранг, бўз-жигарранг ўтлоқи тупроқ типлари атрофлича баён қилинган.

Калим сўзлар: ўтлоқи чўл ва ўтлоқи тақир тупроқлар, ўрта ва енгил қумоқли, агрофизика, сизот сувлар, бўз жигарранг, гидроморф.

АНАЛИЗ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ БУХАРСКОГО ОАЗИСА

Аннотация. В статье подробно описана классификация основных орошаемых почв, распространённых в Бухарском оазисе, в том числе староорошаемые болотно-луговые, бесплодные, бесплодно-луговые, песчано-пустынные, серо-бурые, серо-бурые луговые типы почв.

Ключевые слова: травянистые пустынные и травянистые пустынные почвы, средние и лёгкие пески, агрофизика, фильтрационные воды, серо-коричневые, гидроморфные.

ANALYSIS OF IRRIGATED SOILS OF BUKHARA OASIS

Abstract. The article describes in detail the classification of the main irrigated soils distributed in the Bukhara oasis, including old irrigated swamp-meadow, barren, barren-meadow, sandy-desert, gray-brown, gray-brown meadow soil types.

Keywords: grassy desert and grassy barren soils, medium and light sand, agrophysics, seepage waters, gray-brown, hydromorphic.

Кириш. Бухоро вилояти Зарафшон дарёсининг куйи оқимида жойлашган бўлиб. Бутун воҳа бўйича кенг ва қиска дарё ётқизикларида ҳосил бўлган майдонлардан иборат. Дарёнинг кенг қисмида Бухоро куйи қисмида эса Қорақўл воҳалари жойлашган.

Бухоро воҳаси Навойи – Конимех Хазаранинг туртиб чиққан Автобача ва Қизилтепа плотасининг учламчи ётқизикларига кириб боради.

Бу воҳанинг узунлиги 80 км, максимал кенглиги 50 кмни ташкил этади. Шарқда Хазаранинг туртиб чиққан, жанубий ғарбда Жангара бўйини, шимолда Қизилқум ва Автобача плотаси жанубда ва жанубий ғарбда Куюкмозор, Қизилтепа ва Девхона плотаси билан чегараланади.

Қорақўл воҳаси катталиги жиҳатидан бирмунча кичик ва ёши жиҳатидан ёш Зарафшон дарёсининг қуйида Жангара бўйинини Қорақўл плотасига кириб бориш жойида ривожланган. Воҳа шимолий – шарқдан Қорақўл плотаси, Жангара бўйини билан шимолдан Қизилқум қумлари ва Қорақўл платоси, жанубий - ғарбдан Зарафшон воҳасини Амударёнинг ўрта оқимидан ажратиб турувчи Сундукли қумлари билан чегараланади.

Асосий қисм. Бухоро вилояти қишлоқ хўжалигини табиий районлаштирилиши бўйича Ўрта Осиё чўл провинцияси жанубий Қизилқум ва шимолий Қизилқум округларининг субтропик чўл худудига киради.

Жанубий Қизилқум округида суғориладиган текис худуд жойлашган бўлиб Зарафшон дарёсининг ҳавза ва ҳавза олди ҳамда Бухоро ва Қорақўл дарёларининг қадимги чиқиш ирмоғи текислигини ўз ичига олади.

Объект сифатида худуднинг қолган қисмини Қизилқум чўли ишғол қилади. Чўл минтақаси Бухоро ва Қорақўл ирмоқларида асосан эскидан суғориладиган аллювиал ўтлоқи, ўтлоқи чўл ва ўтлоқи тақир тупроқлар тарқалган. Вилоятда кенг тарқалган ўрта ва енгил қумоқли механик таркибли ва суғориш билан банд бўлган эскидан суғориладиган ўтлоқи тупроқлар қишлоқ хўжалиги асосий экинлари учун мақбул агрофизик тартиботларни (сув, озика ва ҳаво алмашилиши ва ҳақозо) вужудга келтирса, Бухоро вилоятида кенг тарқалган тақирсимон, тақирсимон ўтлоқи ва сур тусли кунғир тупроқларда аксинча қийин мелиоратив ҳолатларни вужудга келтиради. Чунки бу тупроқлар учун хос

бўлган хусусиятларнинг у ёки бу даражада шўрланганлиги ва гипслашганлигидир. Маълумки, шўр ювиш жараёни оғир механик таркибли, айниқса, гипслашган тупроқларда жуда секин кетади.

Бухоро вилоятида учрайдиган агрофизик ва мелиоратив хоссалари ва тартиботлари жиҳатидан ёмон бўлган турли даражада ва қалинликдаги гипслашган тупроқлар жами майдони 2519 гектарни ташкил қилиб, шундан 1388 гектари кучсиз, 202 гектари ўртача ва 929 гектари кучли гипслашган тоифаларга киради.

Бухоро вилоятининг суғориладиган ҳудуди суптропик чўл минтақасига мансуб бўлиб, Зарафшон округининг Марказий Осиё провинциясига киради.

Бухоро вилояти чегарасида чўл минтақасининг гидроморф, автоморф ва оралик тупроқларни учратиш мумкин, улар турли ёшдаги ва генезисли ётқизикларда ҳосил бўлган. Энг кўп тарқалган суғориладиган ўтлоқи (эскидан янгидан суғориладиган ва янгидан ўзлаштрилган) тупроқлар. Улар қарийб ҳамма геоморфологик айирмаларда учрайди. Сизот сувлари 1-2 м (3) м чуқур яъни замин қатлами интенсив нам шароитда ҳосил бўлади.

Ирригация тармоқларида сув бўлган вегетация даврида суғориш ва шўр ювишда сизот сувлари чуқурлигини юқори жойлашганлигини гувоҳи бўламиз. Доимий ёки даврий сизот сувларнинг тепага қараб капилляр намланишдан пастга қараб капилляр намланишга нисбатан устунлик қилган шароитда ўтлоқи тупроқларни шўрланиши содир бўлади. Шу сабабли ўтлоқи тупроқлар фойдаланилганда яхши ишловчи коллектр – зовурлар билан таъминланган бўлиши зарур. Бу шароитни ҳамма геоморфологик айирмаларда амал қилиниши керак.

Суғориладиган ўтлоқи тупроқлар шўрланиш даражаси бўйича турлича; шўрланмаган ва кучсиз шўрлангандан кучли шўрлангунгача. Буларнинг ҳаммаси аниқ мелиоратив шароитни яъни сизот сувлари оқими сув ўтказувчанлик ва ўтказмайдиган қатламларни мавжудлиги ва уларнинг жойлашиш чуқурлиги ҳамда коллектр-зовур тизимлари билан таъминланганлиги билан ифодаланади.

Бухоро воҳасининг юқори қисми Зарафшон дарёси ирмоғининг ўрта ва айниқса, қўйи қисмига нисбатан мелиоратив шароити яхши. Худди шундай фикрни Қорақўл воҳаси тўғрисида ҳам айтиш мумкин.

Суғориладиган ўтлоқи, айниқса, аллювиал тупроқлар бутун кенглик бўйича механик таркибини турли – туманлиги билан, шу билан бирга вертикал кесма бўйича ҳам ажралиб туради.

Суғориш манбаларига яқин жойлашган ерларнинг механик таркиби бирмунча енгил, улардан узоқлашган сари оғирлашиб боради. Эскидан суғориладиган ўтлоқи тупроқларнинг юзаси агроирригация ётқизиклари билан қопланган, шу сабабли уларнинг таркиби бир хил. Агроирригация ётқизикларнинг қалинлиги 1-3 м гача. Механик таркибига кўра улар одатда ўрта – ва оғир кумоклидир.

Чўл худудининг бошқа тупроқларига нисбатан эскидан суғориладиган ва янгидан суғориладиган ўтлоқи тупроқларда гумус (1,1-1,4 %) ва азот (0,08-0,12 %) миқдори бирмунча юқори. Агроирригация ётқизикларда ҳосил бўлган тупроқларда аста – секин ва чуқур гумуснинг кириб бориши унинг заҳирасини тупроқ кесмасида оширади. Буларнинг ҳаммаси кўп йиллик деҳқончилик маҳсулидир. Кам маданийлашган ва енгил механик таркибли тупроқларда органик модда миқдори кам. Айниқса, суғориладиган қадимги аллювиал ва диллювиал – пролювиал ётқизикларнинг юза қатламларида ҳосил бўлган ўтлоқи тупроқлада унинг миқдори кам. Бу ерда ўтлоқи тупроқлар табиий унимдорлиги жуда паст бўлган суғориладиган кумли, бўз жигарранг ёки тақир тупроқларнинг эволюция ўзгариши натижасида ҳосил бўлган.

Суғориладиган ўтлоқи тупроқларнинг таркибида фосфатлар миқдори кам (3 дан 90 мг/кг гача) ва калий билан кам ва ўртача таъминланган. Тупроқларда гипс миқдори жуда кам (0,12 -0,25 %), шу сабабли шўртобланиш жараёнини ривожланишига қаршилик қила олмайди. Шунга кўра илдиз озикланиш қаватидан пастда айрим ҳолларда шўртобланиш жараёни намоён бўлади, натрий ва магний ионини сингдириш мажмуасига кириши кўзатилади. Шўртобланиш тупроқ сув ўтказувчанлигини камайтириб, суғоришдан кейин тупроқни парчаланишига ва бошқа ноҳуш ҳолатларни вужудга келтиради.

Тупроқларда карбонатлик ҳолати кесма бўйича бир хилда 8,8 -9,3 %. Умуман олганда, суғориладиган ўтлоқи тупроқлар юқори ишлаб чиқариш қобилиятига эга бўлган Бухоро вилоятининг қимматли ер фондини ташкил қилади.

Зарафшон дарёсининг қадимги ва ҳозирги давр ирмоқларида ҳамда унинг соҳил ва биринчи соҳил олди террасаларида тарқалган ўтлоқи тупроқлар ичида кичкина массивлар тарихида ботқоқ-ўтлоқи тупроқлар учрайди, уларнинг қатта қисми суғорилади. Бу тупроқлар пасткам ерларда сизот сувлари чуқурлиги 0,5-1 м, кучли шўрланиш жараёни шароитида ҳосил бўлади. Шу сабабли бу тупроқлар нафақат ботқоқланишга, шўрланишга ҳам мойил.

Эскидан суғориладиган ботқоқ - ўтлоқи тупроқлар биринчи соҳил олди террасасида учраб кам миқдорда шўрланган, қолган суғориладиган ботқоқ - ўтлоқи тупроқлар ўрта ва кучли даражада шўрланган.

Бу тупроқлар механик таркибига кўра оғир ва ўрта кумоклидир, аммо қадимги Зарафшон ирмоғи атрофида энгил кумокли - кумлоқлилар ҳам учрайди. Ботқоқ - ўтлоқи тупроқларнинг юқори қатламларида гумус миқдори 3 % атрофида ялпи фосфор ҳамда калий захиралари бўйича камбағал.

Шундай қилиб, суғориладиган ўтлоқи тупроқлар ичида ботқоқ-ўтлоқлар учрагандай воҳанинг чека қисимларида куруқ ташландиқ айрим ерларда кучли шўрхоклашган тупроқлар учрайди. Улар рельефнинг пастқам жойларини эгаллаган ва шу сабабли қийин мелиоратив шароитда жойлашган. Ташландиқ ҳолатда улар бирмунча шўрсизланган, аммо кейинчалик қайтадан суғорилиб фойдаланиш натижасида интенсив шўрланиш содир бўлади. Асосан, тузлар кесманинг юқори қатламида тўпланади. Бу тупроқлар гумусга камбағал (0,5 – 0,7 %). Механик таркибига кўра улар турлича: оғир кумоқдан кумлоқгача.

Ўтлоқи тақир тупроқлар Бухоро вилоятининг Зарафшон ирмоғининг фақат юқори қисмида тарқалган. Улар ўтлоқи тупроқларнинг бирмунча юқори рельефи қисмида ҳосил бўлган бўлиб, нисбатан сизот суви таъсирида кам намланади, унинг чуқурлиги 3 -4 (5) м. Максимал сув бериш даврида ва сувдан фойдаланишда сизот сувлари вақтинча 1 – 2 м гача кўтарилиши мумкин. Бухоро воҳасининг ўтлоқи тақир тупроқларининг ҳаммаси эскидан суғориладиган. Бу тупроқлар кесмасининг юқори қисми 1 -2 м гача агроирригация ётқизиқлари билан қопланган бўлиб, улар ўрта ва оғир кумоклидир. Юқорида жойлашагн майдонларда нисбатан сизот сувини оқими яхши бўлиб, ўтлоқи тупроқларга нисбатан ўтлоқи-тақир тупроқларда шўртобланиш жараёни кучсиз кечади. Шу сабабли улар кам шўрланган ва ювилган. Ўртача ва кучли шўрланган тупроқлар кам майдонларни эгаллаган. Шўрланиш типи сульфатли, кам ҳолатларда хлорид – сульфатли. Эскидан суғориладиган ўтлоқи тақир тупроқларни ҳайдалма қатламида 0,5 – 1,1 % гумус ва 0,04 – 0,12 % азот миқдори бўлиши мумкин. Кесма бўйича пастга қараб уларнинг миқдори камайиб боради. Ҳаракатчан фосфор ва алмашинувчи калий миқдори билан кам ва ўртача таъминланган. Бу тупроқларда гипс миқдори жуда кам (0,08 – 0,42 %). Карбонатлар миқдори 7,4 дан 9,2 % гача тебранади.

Қадимги аллювиал ва пролювиал текислигининг суғориладиган худуди чегарасида тақирсимон тупроқлар учрайди. Уларнинг сизот суви чуқурлиги 5 м дан чуқур жойлашганда ҳосил бўлади. Табиий шароитда тупроқ кесмаси юзасида кучли қатқалоқ ҳосил бўлади, қатқалоқ ости ва зичлашган иллювий қатлами ажралади. Ундан пастда тупроқ ҳосил бўлишида кам ўзгарган ётқизиқ қатлами жойлашган.

Тақирсимон тупроқлар гидроморф тупроқларни эволюция занжири ривожланишини охирида уларнинг қурпиши ва саҳроланиши маҳсули ҳисобланади. Тақирсимон тупроқларининг яқин ўтмишдаги ўтлоқи тақирсимонлар ҳисобланади. Тақирсимон тупроқлар кесмасида кўкиш ва занг доғлари учраши уларни аввалги ҳолатида гидроморф шароитида бўлганидан далолат беради. Суғориладиган тақирсимон тупроқларга қишлоқ хўжалиги экинларини кўп вақт таъсир қилмаганлиги асосан янгидан ўзлаштирилган ва суғорилганлиги сабабли бўз тупроқлардан кесманинг юқори қавати билан фарқ қилади, яъни ҳайдов қаватини мавжудлиги бошқа суғориладиган билан бўз тупроқлар ўртасида кўзга ташланадиган фарқ йўқ.

Механик таркибига кўра тақирсимон тупроқлар асосан ўрта ва оғиркумоклидир. Пастга қараб қаватли қатлам жойлашган бўлиб, бирмунча энгил таркибли. Тақирсимон тупроқларнинг юқори қатламида гумус миқдори 0,6 - 0,8 % ни ташкил этади. У гидроморф ривожланиш поғонасидан ўтганлигини кўрсатади. Азот миқдори 0,05 – 0,07 % ни ташкил қилади. Карбонатлар миқдори унинг механик таркибига қараб ўзгаради ва 8 дан 13% гача тебранади. Бу тупроқларда гипс миқдори кам (0,136 -2,286 %).

Суғориладиган тақир тупроқлар, асосан, ўртача бўз-кўриқлари кучли даражада шўрланган, шўрланиш типии сульфат ва хлорид-сульфатли. Кўп давр суғорилиши натижасида сизот сувлари чуқурлигини 3 – 5 м гача кўтарилишига олиб келади. Бу цитологик – геоморфологик шароитларига боғлиқ ҳолда ёки ўзлаштирилиш даврининг охирида (янгитдан ўзлаштирилган тупроқлар тоифаси) ёки маданийлаштириш даврида (янгитдан суғориладиган тупроқлар тоифаси) содир бўлади.

Суғориш ва тупроқ-заминнинг капилляр намланиши таъсирида тупроқда гидротемик тартиботни тубдан ўзгаришига сабаб бўлади. Шу сабабли микробиологик фаоллик ривожланади ва органик моддани тезда ишланишига замин яратилади. Суғориладиган тақирсимон тупроқларда тесқари жараён бошланади – ўтлоқланишга қайтиш. Бу даврда тупроқларда тақирсимон ва ўтлоқи белгилари намаён бўлади. Тупроқлар ўткинчи – тақирсимон – ўтлоқига айланади.

Тақирсимон – ўтлоқи тупроқлар ривожланиш даврининг бошланишида тақирсимонлардан кам фаркланади. Тупроқга органик моддани миқдорини тушишини кўпайишига ва микробиологик фаолиятини кучайишига қарамасдан улар кам гумуслигича (0,7 – 0,8 %) қолади. Улардаги азот миқдори 0,06 – 0,07 %ни ташкил қилади. Механик таркибига кўра изоҳланаётган суғориладиган тақирсимон – ўтлоқи тупроқлар енгил кумоқли кўрик-бўз ташландиклари эса ўрта – оғир кумоқли ва шағалли 0,4- 1 м дан тошчалар учрайди, карбонатлар миқдори 8 – 10 %. Уларнинг миқдори қатламларнинг механик таркибини ўзгариши билан боғлиқ. Тақирсимон – ўтлоқи тупроқларнинг шўрланиш даражаси кучсиз ва ўртача. Тузларнинг таркибида сульфатлар устунлик қилади.

Қумли – чўл тупроқлари қум устида ўсимлик билан қопланганда ҳосил бўлади, эфимер ўтлар ўзининг илдизлари билан чириндили қатлам ҳосил қилади. Уларнинг қалинлиги чиринди остки қавати билан бирга 12-15 смни ташкил қилади. Чириндили рангланиш айрим ҳолларда 25-30 смгача бўлади. Тупроқнинг бу қатламида, асосан, ҳамма чиринди тўпланган, унинг миқдори 0,5 % гача, азот эса 0,04-0,05% , фосфор - 140-0,145% ни ташкил қилади.

Пастга томон ўткинчи қатлам карбонат яралмалари билан бирга, ундан кейин юмшоқ қум қатлам бошланиб улар тупроқ ҳосил қилувчи она жинс вазифасини ўтайди. Улар кўпинча шамол таъсирида парчаланган аллювий, пролювий ёки илдиз қумлари ҳисобланади. Сизот сувлари чуқурлиги 5 м дан чуқур. Қумли-чўл тупроқлар шўрланмаган ёки кучсиз шўрланган.

Кейинги даврларда қумли-чўл тупроқларини суғорма деҳқончиликда ўзлаштирилмоқда. Ерларни текислашда тупроқ юзасидаги чириндили қатлам йўқолади, қумли-чўл тупроқлар хусусиятларини юқотади. Амалда қумларни ўзлаштириш содир бўлиб, жуда кам миқдордаги органик мода йўқолади. Шамол эрозиясини олдини олиш ва уларни маҳсулдорлигини ошириш учун бу тупроқларга мажмуали махсус тадбирлар ўтказиш зарур, уларни лойқа сувлар билан суғориш, сидират экинлар экиш, оғир механик таркибли бентонит, глуконит ва шунга ухшаш ўғитлар қуллаш зарур. Бу тупроқларни ўзлаштириш коллектор-зовурлар тизими ўтказилган ҳолда амалга ошириш керак, акс ҳолда бу тупроқларни ўзлаштириш сувнинг сизилиши юқорилиги сабабли сизот сувларининг тез кўтарилишига олиб келади.

Суғориладиган қумли-чўл тупроқлар ўрта ва кучсиз даражада шўрланган. Доимий суғориш ва сизот сувларининг 3-4 м гача кўтарилиши қумли-чўл тупроқларининг гидротермик тартиботини ўзгартириб ва уларда чўл-ўтлоқи тупроқ ҳосил бўлиш жараёни содир бўлади. Гумус ва ўсимлик озик моддаларининг захирасига камбағал бўлган чўл-ўтлоқи тупроқларда шўрланиш жараёнини кучайиши бошланади. Уларнинг ичида ўрта ва кучли шўрланган айирмалари устунлик қилади. Зарафшоннинг Бухоро ва Қорақўл воҳалари чеккаларида айрим массивлар ҳолида воҳа чўл –ўтлоқи тупроқлари тарқалган.

Суғориш ҳудудининг чеккаларида бўз-жигарранг тупроқлар тарқалган. Улар сизот сувларининг чуқур жойлаши шароитида (10м дан чуқур) делювий-пролювий кенг тўлқинсимон текисликларда ва элювий учламчи плато ётқизикларида ҳосил бўлган. Бўз-жигарранг тупроқлар қадимги аллювиал текисликларида ҳам учрайди. Улар бу ерда қадимги аллювиал текисликлари ёшидан бир мунча катта текислик юзасида ҳосил бўлган. Ҳамма ҳолатда ҳам тупроқ ҳосил қилувчи жинслар турли механик таркибга ва дағал скелетли шағал тошли жинслардан иборат. Жойларда майда заррачалар тагида 1 метргача қалинликдаги майда тошчалар ётади. Тупроқ кесмасининг айрим жойлари куйи қатламларида гипсли қатламлар учрайди.

Бўз-жигарранг тупроқлар кесмаси қисқалиги билан фаркланади аммо кесма тўлиик ифодаланган, генетик қатламларга аниқ ажраган. Механик таркибига кўра бўз-жигарранг тупроқлар турли-тумандир: қумлоқи-қумдан оғир кумоқгача. Чиринди миқдори бу тупроқларда кам. Механик таркибига қараб унинг юқори қатламларида 0,2 дан 0,6% гача тебранади. Пастки қатламларда унинг миқдори 0,2-0,3%. Карбонатлар кесма бўйича 3дан 6% гача. Табиий ҳолатда бу тупроқлар юзасидан шўрланган эмас, аммо шўртобланишган. Тузлар миқдори 0,3-0,6 м чуқурликда 1-2% гача.

Янгитдан суғориладиган ўтлоқи бўз-жигарранг тупроқлар суғориш натижасида 25 йилдан ошиқ, янгитдан суғориладиган бўз-жигарранг тупроқларни таснифли белгилари куйидагилардан иборат: ҳайдов қатламининг юзаси куруқ, қумлоқли ёки енгил кумоқли скелет аралашмалар миқдори 20 дан 40% гача. Майда заррачалар миқдори камайиб қум пайдо бўлади. 1 метр пастдан тошчали ётқизик ҳосил бўлади. Кесма бўйича кам миқдорда гипс кристаллари ва занг доғлар учрайди. қатламларнинг бирдан иккинчисига ўтиши аниқ эмас, кесма қумлоқ, қум ва шағаллар билан аралаш ҳосил бўлган. Сизот сувлар чуқурлиги 3-4 м. Янгитдан суғориладиган бўз-жигарранг тупроқларнинг ҳайдов қатламида 0,35 дан 0,78 % гача, азот миқдори 0,036 дан 0,087% гача. Пастга қараб гумус миқдори кўпинча сақланади. Ҳаракатчан фосфор ва алмашинувчи калий билан кам таъминланган. Кесма бўйича карбонатлар миқдори 5-6 %. Гипс миқдори 0,23 дан 0,74% гача. Механик таркиби

бўйича янгитдан суғориладиган бўз-жигарранг тупроқлар, асосан, қумлоқли ва енгил қумоқли. Бу тупроқлар ил заррачаларининг камлиги ва кўп миқдорда майда қум заррачаларидан иборат. Бу тупроқлар юзасидан бошланадиган кучли тошлоқлиги ва скелетлиги билан (20-40% гача) ажралиб туради. Тупроқ сув ўтказувчанлиги юқори янгитдан суғориладиган ўтлоқи бўз жигарранг тупроқлар кам шўрланган, жойларда ювилган. Кесма тузларнинг тақсимланиши бир хил. Тупроқ шўрланиш типи хлорид-сульфатли.

Хулоса ўрнида шуни айтиш мумкинки, Бухоро воҳасида суғориладиган ер майдонларининг асосий қисмини ўтлоқи тупроқлар ташкил қилиб, ундан ташқари эскидан суғориладиган ботқоқ-ўтлоқи, ўтлоқи тақир, тақирсимон, тақир, тақир-ўтлоқи, қумли-чўл, бўз-жигарранг, бўз-жигарранг ўтлоқи тупроқ типлари тарқалган бўлиб, улар турли механик таркибли ва турли даражада шўрлангандир.

АДАБИЁТЛАР:

1. *Атлас почвенного покрова Республики Узбекистан. – Ташкент, 2010.*
2. *Қурвантаев Р., Мусурмонов А. Тупроқ физикаси. – Гулистон, 120 б.*
3. *Почвы Узбекистана. – Ташкент: Фан. 1975. – 222 с.*
4. *Кузиев Р.К., Сектеменко В.Е. Почвы Узбекистана. – Ташкент: 2009. – 351 с.*

МЕВА ВА САБЗАВОТЛАРНИ ҚАЙТА ИШЛАШ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

Зарипов Гулмурот Тоҳирович,
Бухоро давлат университети профессори
g.t.zaripov@buxdu.uz
Назарова Севара Мустақимовна,
Бухоро давлат университети доценти
s.m.nazarova@buxdu.uz
Жамолитдинова Юлдуз Шавкатовна,
Бухоро давлат университети магистри

Аннотация. Ушбу мақолада қизил сабзидан экстракт олишда ферментатив жараён билан органик кислоталарни экстракциялаш жараёнининг умумлаштирилган ҳолати ҳақида маълумот берилди. Шунингдек, фермент билан ишлов берилган шарбатни филтрланиши тезлиги аниқланади. Таъкидлаш лозимки, олинган натижалар асосида табиий хом ашёлардан экстракт ва композит тайёрланаётганда гидролитик ферментлардан фойдаланиши технологик жараёнларга ижобий таъсир этиб сифатли маҳсулот ишлаб чиқарилган. Таҳлилларга кўра, турли кислота ёрдамида ҳар хил экстракция давомийлигида олинган экстрактларнинг қуруқ моддалари аниқланган, сабзининг етилиши билан унинг таркибидаги полисахарид ва моносахаридлар, триглицерид ва протейн ҳамда минерал моддалар миқдори ошиши ва витаминлар ҳамда кислоталикнинг оз бўлса-да етилган сабзида камайиши таҳлил қилинган.

Калит сўзлар: мева-сабзавотчилик соҳаси, озиқ-овқат хавфсизлиги, экстракция жараёни, технологик схема, алкоғолсиз ичимликлар, витаминлар, кислоталик.

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ

Аннотация. В данной статье процесс извлечения органических кислот ферментативным способом проведён в обобщённом состоянии. Определена скорость фильтрации ферментативно обработанного сока. На основании полученных результатов использование гидролитических ферментов при приготовлении экстрактов и композитов из природного сырья положительно повлияло на технологические процессы, и получен качественный продукт.

По данным анализа определено сухое вещество экстрактов, полученных при разной продолжительности экстракции с помощью разных кислот, увеличено количество полисахаридов и моносахаридов, триглицеридов, белковых и минеральных веществ в моркови, увеличено количество витаминов, и кислотность снизилась у моркови с небольшой кислотностью.

Ключевые слова: плодоовощная промышленность, безопасность пищевых продуктов, процесс экстракции, технологическая схема, безалкогольные напитки, витамины, кислотность.

TECHNOLOGIES OF FRUIT AND VEGETABLE PROCESSING

Abstract. In this article, the process of extracting organic acids with an enzymatic process was carried out in a generalized state. The rate of filtration of enzyme-treated juice was determined. Based on the obtained results, the use of hydrolytic enzymes during the preparation of extracts and composites from natural raw materials had a positive effect on the technological processes, and a quality product was produced. According to the analysis, the dry matter of the extracts obtained at different extraction durations with the help of different acids was determined, the amount of polysaccharides and monosaccharides, triglycerides, protein and mineral substances in the carrot was increased, and the amount of vitamins and acidity decreased in the carrot with a small amount of acidity.

Keywords: Fruit and vegetable industry, food safety, extraction process, technological scheme, soft drinks, vitamins, acidity.

Қириш. Мамлакатимизда олиб борилаётган кенг кўламли ислохотлар доирасида мева ва сабзавотларни қайта ишлаш саноатининг ишлаб чиқариш потенциалидан самарали фойдаланиш масалалари ҳам долзарб масалалар сифатида илгари сурилмоқда. Буларни инобатга олиб, жорий

этилган композитлар ва экстрактлар асосида озик-овқат саноатида янги турдаги маҳсулотларни ишлаб чиқариш технологиясини яратиш мақсадга мувофиқ.

Бугунги кунда қишлоқ хўжалиги маҳсулотларини сақлаш ва қайта ишлашни тўғри ташкил этиш, фан-техника ва илғор технологияларни тадбиқ этиш, хориж тажриба ютуқларини ўрганиб ишлаб чиқаришга кенг жорий этиш, улардан озик-овқат маҳсулотлари жумладан, алкоғолсиз ичимликлар ишлаб чиқариш масалалари ҳам атрофлича ёритилган.

Бугунги кунда мамлакатимизда мева ва сабзавот етиштириш ва уни қайта ишлаш соҳасида кенг кўламли ишлар амалга оширилмоқда. Айниқса, мамлакатимизда пахта ва ғалла ер майдонларининг ҳамда ўзлаштирилмаган ерларнинг мева ва сабзавотчиликка ихтисослаштирилиши маҳсулотларни қайта ишлаш соҳасининг ривожланишида муҳим омил бўлиб хизмат қилмоқда.

Мева ва сабзавотларни етиштириш уларни сақлаш ва ўз вақтида қайта ишлаш мақсадида бир қатор қонунлар ва фармойишлар қабул қилинмоқда.

Асосий қисм. Республикаимизда бу соҳани жадал ривожлантириш мақсадида бир қанча қарор ва норматив ҳужжатлар ишлаб чиқилган бўлиб, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2018 йил 20 ноябрдаги “Республикада 2019-2020- йилларда мева ва сабзавот маҳсулотларини қуритиш қорхоналарини ташкил этишнинг манзилли дастури ишлаб чиқилган”(3).

Бундан ташқари, мева-сабзавотчилик соҳасида маҳсулот ишлаб чиқариш, қайта ишлаш, сақлаш, хизмат кўрсатиш ва сотиш (экспорт қилиш) жараёнларини ўзаро интеграция қилиш, кластерлар (кооперация) фаолиятини ривожлантириш, озик-овқат хавфсизлигини таъминлаш ва экспорт ҳажмини ошириш бўйича Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2021 йил 15 декабрдаги ПҚ-52-сон “Мева-сабзавотчилик соҳасини давлат томонидан қўллаб-қувватлаш, тармоқда кластер ва кооперация тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари” тўғрисида Қарорида ҳам етарлича эътибор қаратилган.

Ўлкаимизда мавжуд маҳаллий мева ва сабзавот шарбатларидан биологик фаол моддаларга бой бўлган ноанъанавий композицияларни қўшиб, турли хил алкоғолсиз ичимликлар ишлаб чиқариш технологияларини жорий этиш бугунги куннинг долзарб масалаларидан бири ҳисобланади.

Мева ва сабзавотлардан алкоғолсиз ичимликлар учун композитлар тайёрлашда ҳам ашёни сифати ва экологик хавфсизлиги муҳим аҳамиятга эгадир. Маҳсулотни сифати ҳам ашё сифатига, кимёвий таркибига ва танланган технологик схемага боғлиқ. Танланган технологик схема шундай бўлиши керакки, у асосан ҳам ашё таркибидан инсон организми учун керак бўлган биологик фаол моддаларни ва микроэлементларни экстракцияга ўтишига имкон бериши керак.

Экстракция жараёнини жадаллаштиришнинг бир неча усуллари мавжуд. Биз ўзимизнинг тадқиқот ишларимизда композит тайёрлашда экстракция жараёнини жадаллаштиришнинг икки (органик кислоталар ва гидролитик ферментлар ёрдамида экстракциялаш) усулини ўрганиб чиқдик. Олинган натижалар қуйидагича таҳлил қилиб чиқилди.

Қизил сабзи мевасининг паренхим хужайраси бошқа мевалардан фарқи ўлароқ мустаҳкам пектин-целлюлозали хужайра қобиғи билан қопланган бўлиб, хужайра шарбатини ажратиш бир мунча ноқулайликларни келтириб чиқаради. Шарбатни тўлиқ ажратиш олиш учун хужайра қобиғини ва протоплазмани бузиш ва суюқликни хужайра ташқарисига эркин чиқишига имкон яратиш керак. Механик куч таъсирида сабзини юқори даражада янчиб амалга ошириш мураккаб бўлиб, кўп энергия талаб қилиш билан бирга шарбатнинг кимёвий таркибини кескин ўзгартиради. Жараёни нормал шароитда олиб бориш учун пектин-целлюлозали қобиғни бузишни нормал шароитда физик-кимёвий ёки ферментатив усуллар билан амалга ошириш мақсадга мувофиқдир.

Сабзини электр майдалагичда янчиб олинган шарбатни механик ва кимёвий таркибини аниқланди. Қизил сабзини механик таркиби 1- жадвалда келтирилган.

1-жадвал.

Қизил сабзининг механик таркиби

Таркибий қисми	Ўлчов бирлиги	Миқдори
Умумий вазни	г/кг	1000
Пўстлоғи	г/кг	85-120
Эти	г/кг	880-915
Шарбати	мл/кг	560
Турпи («выжимка»)	г/кг	315
Шарбатдаги қуруқ моддалар миқдори	% (гр)	8 (44,8)
Турпи (выжимкаси) таркибида қолган, сувда эрийдиган	г/кг	8,1

қурук моддалар миқдори

Олинган натижалар шуни кўрсатдики, оддий механик усулда майдалаш, сабзи меваси таркибидаги шарбатнинг тўлиқ ажратиш олишга имкон бермайди. Шунинг учун олинаётган шарбатни миқдори 56 % ни, уни таркибидаги қурук моддалар миқдори 44,8 г ташкил этди. Бунга сабаб қўлланилаётган майдалаш усули хужайра қобиғини тўлиқ бузишга имкон бермайди. Сабзи турпи (выжимкаси) қайтадан ҳарорати 70 С сув билан 20-30 минут давомида инкубация қилиниб, сувга ўтган қурук моддалар миқдори аниқланганда, сабзи турпида экстракция бўладиган 8,1 г қурук моддалар қолиб кетганлиги аниқланди.

Сабзи шарбати таркибидаги кимёвий моддаларнинг миқдори эса уни етилиш ва йиғиб олиш даврига боғлиқ.

Турли даврларда етиштирилган тоза сабзининг истеъмол қилинадиган қисмининг кимёвий таркибини 2- жадвалда келтирилган.

2-жадвал.

Турли даврларда етиштирилган сабзининг кимёвий таркиби

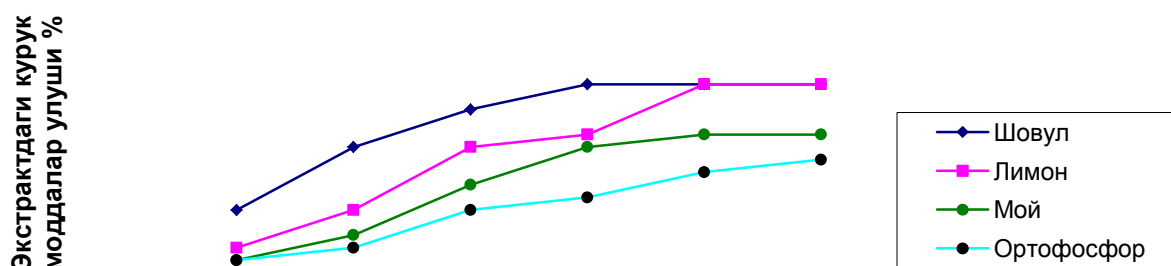
Кўрсаткичлар	Ўлчов бирлиги	Сабзи йиғиб олинган ой			
		Апрель	Май	Июнь	[136] маълумоти бўйича
Намлиги	%	94,6	93,4	88,86	
Полисахаридлар	г/кг	11,2	13,3	16,7	17,0
Шу жумладан: целлюлоза	г/кг	8,8	12	15	
Пектин моддалари	г/кг	2,4	1,3	1,7	
Моносахаридлар (Бертран бўйича)	г/кг	34,0	56,6	64,0	67,0
Узум кислотасига ҳисобланган органик кислоталар	г/кг	3,4	2,7	1,6	1,9
Триглицеридлар	%	0,08	0,10	0,15	
Протеин	г/кг	8,72	10,6	12,7	
Минерал моддалар	мг/кг	3269,1	3336,9	3518,8	2897,0
Шу жумладан: фосфор	мг/кг	481,5	495	520	
Кальций	мг/кг	455,7	459,2	490	510
Натрий	мг/кг	183,2	187,1	197	
Магний	мг/кг	376,6	384,7	392	380
Калий	мг/кг	1767	1805	1900	2000
Темир	мг/кг	5,1	6,0	6,8	7,0
Витаминлар	мг/кг	70,0	71,6	73,6	75,3
Шу жумладан: «С»	мг/кг	53,0	52,0	50,0	51,0
«В» гуруҳи	мг/кг	1,14	1,24	1,20	1,10
«РР»	мг/кг	4,10	6,02	8,90	10,0
β- каротин	мг/кг	11,66	12,8	13,5	13,2

Жадвалдан кўриниб турибдики, сабзи тўла пишган даврида унинг намлиги дастлаб етилган сабзига нисбатан камроқ, унинг таркибидаги қурук моддалар миқдори кўпроқ.

Қизил сабздан алкоғолсиз ичимлик учун композит тайёрлаш мақсадида сабзини майдалагичдан ўтказдик. Майдаланган сабзи таркибидаги экстрактив моддаларни экстракция қилиб ажратиш олиш учун дастлаб экстрагентнинг табиати, унинг экстракцияга тайёрланган маҳсулотга нисбатан мутаносиблиги, экстракция ҳарорати ва давомийлиги каби технологик омилларнинг оптимал катталикларини аниқлаш лозим.

Экстрактив моддалардан ранг ва ҳид берувчи моддалар хужайралараро бўшлиқда жойлашган бўлиб, бошқа биологик фаол моддалар ферментлар, протеин, гликоген, бевосита паренхим хужайра ичида жойлашган. Хужайралараро бўшлиқдан ва хужайра ичидан экстрактив моддаларни максимал экстракция қилиш учун протоплазматик мембранани емиртириш лозим.

Х.Т.Саломовнинг олиб борган илмий ва амалий изланишлари натижасида ўсимлик хужайрасининг протоплазматик мембранаси пектин моддаларининг ер-ишқорий металллар (калций, магний) билан ҳосил қилган протопектинлар тузилганлиги аниқланган. Ер-ишқорий металллар учун танловчи анион бўлиб оксалат ион хизмат қилади. Оксалат ионнинг миқдори озик-овқат маҳсулотлари таркибида чегараланганлиги сабабли экстрактив моддаларни экстрактга максимал ўтказиш учун бошқа органик ва озик-овқат маҳсулотларига рухсат этилган минерал кислоталардан фойдаланишни мақсад қилиб қўйдик. Шундай қилиб, экстракцияни органик кислоталардан лимон ва мой кислоталарини, минерал кислоталардан ортофосфат кислотасини ҳамда солиштириш мақсадида шовул кислотасини изланиш учун қабул қилиб олдик. Пектин моддаларини ўсимлик маҳсулотларидан экстракция қилиш учун экстрагент сифатида энг яхши самара органик ва минерал кислоталарининг $C=0,5\%$ ли эритмаси берганини назарда тутиб биз ҳам айнан $0,5\%$ -ли эритмалардан фойдаландик. Экстракция ҳароратини $t=70^{\circ}C$, давомийлигини эса $t=5$ дақиқадан $t=30$ дақиқача ҳар $t=5$ дақиқали интервалда қабул қилдик. $t=70^{\circ}C$ -ли ҳарорат озик-овқат маҳсулотларида ферментлар, витаминлар ва бошқа биологик фаол моддаларнинг емирилишига олиб келмайди. Майдаланган сабзи ва экстрагент эритмасининг мутаносиблиги (гидромодул)ни $\Gamma=1:5$ қабул қилдик [130]. Турли кислота ёрдамида ҳар хил экстракция давомийлигида олинган экстрактларнинг қуруқ моддаларини аниқладик. Тадқиқотлар натижалари 1- расмда график шаклида келтирилган.



Экстракция давомийлиги (дақиқа)

1-расм. Турли кислота таъсирида вақт (τ) давомийлигида экстракция қилинганда қуруқ моддаларнинг экстрактга чиқиш (%) ўзгариши

Ўзгариш чизиқларидан кўриниб турибдики, энг яхши экстрагент шовул кислотасининг $0,5\%$ эритмаси бўлиб, у 20 дақиқа ичида экстрактга $2,1\%$ қуруқ моддалар ҳосил қилади. Бошқача қилиб айтганда, сабзининг истеъмол қиладиган қисмидаги қуруқ моддаларнинг $71,8\%$ -ни экстрактга ўтказди:

$$K_m = \Gamma \times \varepsilon / (100 - W) \quad (1)$$

$$K_m = \Gamma \times \varepsilon / (100 - W) = 5 \times 1,6 \times 100 / (100 - 88,86) = 71,8\%$$

Бу ерда: K_m - қуруқ моддаларнинг экстрактга чиқиш даражаси, %

Γ - гидромодул

ε - экстрактдаги қуруқ моддалар, %

W - сабзи истеъмол қилинадиган қисмининг намлиги, %

Қуруқ моддаларни экстрактга ўтказиш хусусияти бўйича иккинчи ўринда лимон кислотаси туради. Лекин бу кислота шовул кислотаси каби қуруқ моддаларни экстракция қилиши учун жараён 5 дақиқача узаяди. Мой ва ортофосфор кислотаси қутилган натижани бермайди.

Шунинг учун изланишларимизга экстрагент сифатида лимон кислотасининг эритмасидан фойдаланилди.

Сабзидаги қуруқ моддаларни экстракция қилишнинг оптимал давомийлигини аниқлаш учун t , C , $\Gamma = \text{Сонст}$ бўлган ҳолда экстракция жараёнини $70^{\circ}C$ да, $1:5$ гидромодулда алоҳида-алоҳида $10, 15, 20, 25, 30$ дақиқа давомида олиб борилди. Экстракция жараёни тугагач, аралашма совутилиб, муҳитдан экстракт ажратиб олинди ва ундаги қуруқ моддалар миқдори рефрактометриқ усулда аниқланди.

Ўзгариш чизиғидан кўриниб турибдики, экстракция жараёни $70^{\circ}C$ да, $1:5$ гидромодулда, $0,5\%$ -ли лимон кислотаси эритмаси билан 25 дақиқа давомида олиб борилганда, сабзининг истеъмол қилинадиган қисмидаги экстрактив моддаларни экстрактга етарли даражада ўтказиши кузатилди.

Шундай қилиб, сабзининг истеъмол қилинадиган қисмидан куруқ моддаларни экстракция қилиб олиш учун экстрагент сифатида лимон кислотасининг 0,5%-ли эритмасидан фойдаланиб, жараёни 25 дақиқа давомида, 1:4 гидромодулда, 70°C ҳароратда олиб бориш мақсадга мувофиқ.

Қизил сабзининг истеъмол қилинадиган қисмидан тайёрланган экстрактнинг кимёвий таркиби ўрганилди. Ўрганиш натижалари 3-жадвалда келтирилган.

3-жадвал.

Қизил сабздан ичимлик тайёрлаш учун ажратиб олинган экстрактнинг кимёвий таркиби

Кўрсаткичлар	Ўлчов бирлиги	Миқдори
Куруқ моддалар	%	1,99
Моносахаридлар	%	2,0
Полисахаридлар	%	0,08
Шу жумладан: целлюлоза	%	0,07
Пектин моддалари	%	0,01
Протеин	г/дм ³	2,9
Триглитсеридлар	г/дм ³	0,3
Органик кислоталар	г/дм ³	5,10
Минерал моддалар	мг/дм ³	680
Шу жумладан: фосфор	мг/дм ³	101,2
Калсий	мг/дм ³	88,4
Натрий	мг/дм ³	34,0
Магний	мг/дм ³	82,4
Калий	мг/дм ³	353,6
Темир	мг/дм ³	20,4
Витаминлар	мг/дм ³	15,2
Шу жумладан: «С»	мг/дм ³	11,0
«В» гуруҳи	мг/дм ³	0,3
«РР»	мг/дм ³	0,9
В- каротин	мг/дм ³	3,0

Жадвалдан кўриниб турибдики, қизил сабздаги биологик фаол моддаларнинг асосий қисми экстрактга ўтган. Органик кислоталарнинг улуши экстрактдаги лимон кислотаси ҳисобига ошган. Моносахаридлар полисахаридлар гидролизи натижасида кўпайган. Триглитсеридларнинг кислотали муҳитда ёмон эриши натижасида уларнинг улуши камайган. Сабздан тайёрланган композитсиянинг аминокислоталар таркиби аниқланди. Олинган натижалар 4-жадвалда келтирилган.

4-жадвал.

Қизил сабзи композитсиядаги аминокислоталар таркиби ва миқдори

Аминокислоталар номи	Ўлчов бирлиги	Миқдори
Лизин	мг/дм ³	37
Треонин	мг/дм ³	26
Систин	мг/дм ³	29
Валин	мг/дм ³	33
Изолейсин	мг/дм ³	35
Лесин	мг/дм ³	15
Тирозин	мг/дм ³	-
Фенилаланин	мг/дм ³	-
Метионин	мг/дм ³	22
Гистидин	мг/дм ³	18
Аргинин	мг/дм ³	-
Аспарагин кислотаси	мг/дм ³	41
Глутамин кислотаси	мг/дм ³	45
Пролин	мг/дм ³	19
Аланин	мг/дм ³	-

Шундай қилиб, қизил сабзидан тайёрланган композицияда 11 та аминокислота аниқланиб, ундан олтитаси алмашмайдиган аминокислоталар тоифасига киради.

Бундан ташқари сабзининг етилиши билан унинг таркибидаги полисахарид ва моносахаридлар, триглицерид ва протеин ҳамда минерал моддалар миқдори ошади. Витаминлар ва кислоталилик оз бўлса-да етилган сабзида камаяди. Тўла етилган сабзининг ҳосилдорлигини ошишини назарда тутган ҳолда витамин ва кислоталиликнинг унчалик кўп бўлмаган массивий улушида камайишини эътиборга олмаса ҳам бўлади. Шунинг учун илмий изланишимизда тўла даражада етилган сабзидан фойдаланишни мақсадга мувофиқ деб топдик.

Хулоса қилиб айтганда, қишлоқ хўжалик маҳсулотларидан турли хилдаги композитлар ва экстрактларни тайёрлаб озиқ-овқат саноатида қўллаш, композитлар ва экстрактларнинг физик-кимёвий таркиби, хусусиятлари ва чиқимлари технологик шароитларда, жумладан, ҳарорат, давомийлик, фаоллик, мутаносиблик ва экстракциялаш жараёнига боғлиқ.

АДАБИЁТЛАР:

1. Zaripov G. T., Nazarova S. M. *The USE of local vegetables raw materials in the production of the soft drinks* //The American journal of applied sciences. АКШ. – 2020. – Т. 2. – №. 10.

2. Zaripov G. T., Beshimov Y. S., Normurodov B. R. *Effect of concentration of alkaline solutions in production of paper semi-finished products from local raw materials* //Scientific reports of Bukhara State University. – 2020. – Т. 3. – №. 2. – С. 45-49.

3. Қобилова Н.Х. *Мева ва сабзавотларни қайта ишлаш саноатининг ишлаб чиқариш потенциалидан самарали фойдаланиш истиқболари*. “Экономика ва социум” журнали. 2 сон. www.iuup.ru2022.

4. Пакровский А.А. *Химический состав пищевых продуктов*. –М.: Пещевая промышленность, 1976 -227 с

5. Зарипов Г.Т. *О биологически ценных компонентах тыквы и моркови* //Узбекский биологический журнал. –Ташкент, 2000 -№3 –с.56-58

6. Зарипов Г.Т. *Технология приготовления безалкогольного напитка на основе местного растительного сырья* // Проблемы интенсификации интеграции науки и производства: Сб.трудовМеждун. науч.-практ. конф. – Бухара, 2006. - С. 301-302.

7.Эгамбердиев Н.Б., Саломов Х.Т., Зарипов Г.Т. *Стабилизация безалкогольных напитков с использованием хлопкового пектина* // Тезисы Республиканской научно-технической конференции «Научно-практические аспекты комплексной переработки хлопчатника».-Ташкент, 1989.

8. Zaripov G. T., Beshimov Y. S., Normurodov B. R. *Effect of concentration of alkaline solutions in production of paper semi-finished products from local raw materials* //Scientific reports of Bukhara State University. – 2020. – Т. 3. – №. 2. – С. 45-49.

9. Зарипов Г. Т., Саломов Х. Т., Мажидов К. Х. *Безалкогольный напиток, богатый биологически активными веществами* //Пиво и напитки. – 2005. – №. 3.

10. Зарипов Г. Т., Саломов Х. Т., Мажидов К. Х. *Безалкогольный напиток, богатый биологически активными веществами* //Пиво и напитки. – 2005. – №. 3.

11. Зарипов Г. Т. и др. *Изменение качества риса-зерна при послеуборочном дозревании* //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – №. 11. – С. 68-69.

12. Зарипов Г. Т. и др. *Кулинарные достоинства некоторых сортов риса, выращиваемых в Республике Узбекистан* //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – №. 10. – С. 64-65.

BOG‘DORCHILIKDA MAQBUL SUG‘ORISH TEXNIKASI ELEMENTLARINI QO‘LLASH

Sarimsaqov Maqsudxon Mo‘sinovich,
“TIQXMMI” MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti,
q.x.f.d., prof.v.b., kafedra mudiri,
Xoliqov Sharifbek Dilmurod o‘g‘li,
“TIQXMMI” MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti magistranti
Rasulberdiyev Jahongir Xasan o‘g‘li,
“TIQXMMI” MTU Buxoro tabiiy resurslarni boshqarish instituti magistranti
ingenering67@gmail.com

Annotatsiya. *Usbu maqolada, intensiv bog‘dorchilikda suv va yer resurslaridan samarali foydalanishda tomchilatib sug‘orish usuli va sug‘orish texnikasi elementlarini qo‘llashning afzalliklari, sug‘orish texnikasi elementlarining suv iqtisodi hamda olma hosildorligiga ta‘siri to‘g‘risida so‘z yuritiladi.*

Kalit so‘zlar: *intensiv bog‘, tomchilatib sug‘orish, tuproqning namlanish chuqurligi, suv sarfi, sug‘orish me‘yori, suv iqtisodi, oziq-ovqat, meva, olma hosildorligi.*

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИЕМЛЕМОГО ОРОШЕНИЯ В САДОВОДСТВЕ

Аннотация. *В этой статье рассматриваются преимущества использования капельного орошения и элементов техники полива при эффективном использовании водных и земельных ресурсов в интенсивном садоводстве, а также влияние элементов техники полива на экономию воды и урожайность яблок.*

Ключевые слова: *интенсивный сад, капельное орошения, глубина увлажнения почвы, расход воды, норма полива, экономия воды, продовольствия, фрукта, урожайность яблок.*

APPLICATION OF ELEMENTS OF ACCEPTABLE IRRIGATION TECHNIQUES IN GARDENING

Annotation. *This article discusses the advantages of using drip irrigation and irrigation technology elements in the effective use of water and land resources in intensive gardening, as well as the impact of irrigation technology elements on water saving and apple yields.*

Keywords: *intensive garden, drip irrigation, soil moisture depth, water consumption, irrigation rate, saving water, food, fruit, apple yield.*

Kirish. Bugungi kunda respublika miqyosida mevali bog‘ maydonlarini kengaytirish, tez hosilga kiruvchi intensiv bog‘dorchilikni rivojlantirish, qishloq xo‘jaligi ekinlarini sug‘orishda suv tejamkor texnologiyalarni keng joriy etish, yer va suv resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish, yerlarning meliorativ holati va unumdorligini yaxshilash kabi masalalarga alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Dunyo bo‘yicha yiliga 83,5 mln. tonnadan ziyod olma yetishtirilmoqda. «Bu sohada Xitoy, AQSh, Turkiya davlatlari yetakchilik qilmoqdalar. Shuningdek, olmani yetishtirish va eksport qilishda ham yetakchilik qilayotgan davlatlarda umumiy olma bog‘larining 90-95 foizini past bo‘lyi payvandtaglar, ya‘ni intensiv olma bog‘lari tashkil etadi». Mazkur bog‘larni sug‘orishda asosan tomchilatib sug‘orish tizimlaridan foydalaniladi. Bugungi kunda dunyo miqyosida 6,769 mln. gektardan ziyod ekin maydonlarida tomchilatib sug‘orish usulidan foydalanilmoqda. Shunday ekan, intensiv bog‘larni tomchilatib sug‘orishda maqbul sug‘orish usuli va texnikasi elementlarini ilmiy asoslash, tomchilatib sug‘orish me‘yor va muddatlarini belgilash hamda intensiv olma bog‘larining mavsumiy suv iste‘molini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi.

2026-yilga qadar respublika bo‘yicha suv tejamkor texnologiyalar qo‘llanilgan maydonlar ko‘lamini 34,8 foizga yetkazish rejalashtirilgan. Suv resurslari taqchilligi davrida sug‘orishni tejamkor texnika va texnologiyalar bilan modernizatsiyalashga qaratilgan ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borish muhim vazifalardan hisoblanadi. «O‘zbekiston Respublikasi suv xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030-yillarga mo‘ljallangan konsepsiyasi»da «...suv xo‘jaligi obyektlarini modernizatsiya qilish, ishonchli ishlashi va xavfsizligini ta‘minlash, yirik suv xo‘jaligi obyektlarini raqamli texnologiyalar asosida boshqarilishini tashkil etish, resurs

tejaydigan zamonaviy texnologiyalarni keng joriy qilish, suvni tejaydigan sug'orish texnologiyalarini tuproq-iqlim sharoiti va ekin turiga qarab takomillashtirish, samaradorligini oshirish va yangilarini yaratish bo'yicha ilmiy-tadqiqot hamda loyiha-konstruktorlik ishlarini kengaytirish, yangi ishlanmalarni amaliyotga joriy qilish ishlarini rag'batlantirish...» bo'yicha qator dolzarb masalalar belgilab berilgan.

Mavjud muammo. So'nggi yillarda yer yuzida global iqlim o'zgarishi, havo haroratining keskin ko'tarilishi, sug'orma dehqonchilik mintaqalari uchun qator muammolarni keltirib chiqarmoqda. Birinchi navbatda, sug'orma dehqonchilik hududda suv resurslarining mavjudligi, ularning mintaqa bo'yicha taqsimlanish hamda suv bilan ta'minlanishiga bevosita bog'liqdir.

Markaziy Osiyo, jumladan, O'zbekiston berk mintaqa hududida joylashgan bo'lib, asosiy suv manbasi transchegaraviy Amudaryo va Sirdaryo daryolari hisoblanadi. Mamlakatimiz dehqonchiligi uchun mazkur daryolardan yiliga 51 km³ suv olinib, 4300 ming gektardan ziyod maydonlarda dehqonchilik yuritilib kelinmoqda. Ushbu yerlarning 44,7 foiz qismi esa turli darajada sho'rlangan tuproqlardan iborat. Bu holat mazkur maydonlarda qishloq xo'jaligi ekinlaridan ko'zlangan hosilni yetishtirish imkoniyatini chegaralaydi. Umumiy sug'oriladigan yerlarning o'rtacha mahsuldorligini ta'minlash uchun esa 55,3 foiz unumdor yerlardan yuqori va sifatli qishloq xo'jaligi mahsulotlari yetishtirishni ta'minlash va buning uchun qishloq xo'jaligida eng ilg'or texnologiyalarni qo'llash ko'lamini kengaytirish talab etiladi.

Sug'oriladigan yerlardan samarali foydalanishda, yuqori daromadli ekin turlarini joylashtirish, barqaror hosil olishni ta'minlaydigan agrotexnologiyalarini amaliyotga joriy etish, ekinlarni sug'orishda suv tejamlorligini ta'minlovchi texnika va texnologiyalarni tatbiq etish, shu yo'l bilan xo'jalikning iqtisodiy barqarorligini ta'minlash, bugungi kunning eng dolzarb masalalaridan hisoblanadi.

Muammoni o'rganilganlik darajasi. Mevali bog' va tokzorlarni parvarishlash, o'g'itlash, sug'orish va boshqa agrotexnik tadbirlarni o'tkazish, ko'chatlarni ekish sxemasi, ularning me'yor va muddatlarini aniqlash borasida mamlakatimizning bir qator olimlari: M.M.Sattorov, Sh.T.Yusupov, N.V.Artamonov, S.Gavrilov, B.D.Mirzoxidov, Sh.Ya.Eshpo'latov, A.Qalandarov, A.A.Maxmudov, D.Mamadaliyev, U.Saydaliev, V.V.Kuznesov, B.Mirzoxidov, A.U.Aripov, R.M.Karimov, O.K.Afanasev, K.I.Baymetov, B.Sh.O'lmasboev, T.E.Ostanaqulov, S.X.Narzieva, A.X.Xamroxodjaev, D.M.Musaev, E.T.Toshmatov, B.X.G'ulomov, X.B.Shaumarov, J.N.Fayziyevlar ilmiy izlanishlar olib borganlar.

Shuningdek, Mustaqil davlatlar hamdo'stligi mamlakatlarining qator olimlari: V.I.Rubgov, M.G.Agayev, V.N.Sukachev, T.A.Robotnov, Yu.L.Kudasov, K.G.Karichev, V.I.Budogovskiy, V.K.Smikov, G.U.Alekseyevlar hamda xorij olimlaridan G.S.Boosie, C.Rop, Trotr, S.Vertheist, P.Shutocher, K.Maurer, M.C.Parru, Man Oosten, Engerton, D.V.Ficher, L.C.Luckvill, D.J.Avru, P.J. Camer, E.V.Verpeij, D.J.Avery, H.V.Barlov, C.A.Priestrey, S.Veinbant, A.C.Dickson, R.C.Hatton, D.N.Madds, A.P.Preston, L.Vitterlinder, R.L.Norton, M.N.Vestwood, T.Forrest, H.Ferensio, R.Harald, D.K.Kindsaidlar turli davrlarda ilmiy izlanishlar olib borganlar.

O'zbekiston sharoitida tez hosilga kiruvchi intensiv bog'dorchilik sohasini rivojlantirish, yuqorida sanab o'tilgan qator muammolarning yechimini topishga qaratilgan muhim hisoblanadi.

BMTning Oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi tashkilotining (FAO) oziq-ovqat narxlari indeksiga ko'ra, hozirda jahon miqyosida, ayniqsa, Sharqiy Yevropa va Markaziy Osiyo mintaqalarida, oziq-ovqat narxlari rekord darajada qimmat. EastFruit axborot-tahliliy platformasida e'lon qilingan FAO eksperti Andrey Yarmakning tahlillariga ko'ra, 2022-yilda oziq-ovqat mahsulotlari, jumladan, sabzavot va mevalar narxi yanada keskin oshishi va tarixiy rekordlarni yangilashi ehtimollari juda yuqori ekanligi ta'kidlangan.

Statistika agentligining keltirgan ma'lumotlariga ko'ra, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 5-apreldagi "2023-yilda qishloq xo'jaligi mahsulotlari ishlab chiqarish, qayta ishlashni kengaytirish va qo'llab-quvvatlashning qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-113-son qarorida belgilab berilgan vazifalarni ijrosini ta'minlash yuzasidan 2023-yil mamlakatimiz dehqon va fermer xo'jaliklari dalalaridan 3 mln 145 ming 117 tonna meva va rezavorlar yetishtirish prognoz qilingan bo'lib, 3 mln 121 ming 700 tonna, yoki 2022-yilga nisbatan 4,1% yuqori hosil yetishtirilgan. Bu sohada Andijon (696,8 ming t), Farg'ona (403,8 ming t), Samarqand (373,4 ming t) va Buxoro (366,7 ming t) viloyatlari bog'bonlari yuqori natijalarga erishganlar. 2024-yilning yanvar-fevral oylarida esa 150,1 mln dollar qiymatida (251 ming 200 t) meva va rezavor eksport qilingan.

Ilmiy tadqiqot uslublari. 2018-2019-yillar mobaynida Andijon viloyatlarining irrigatsiya eroziyasiga moyil, sug'oriladigan och tusli bo'z tuproqlari sharoitida, intensiv olma bog'larni tomchilatib sug'orish usulida sug'orish texnikasi elementlari, sug'orish me'yori va muddatlarini belgilash, bog'larning mavsumiy suv iste'molini aniqlash hamda minimal suv sarfini ta'minlovchi sug'orish texnikasi elementlarini ishlab chiqish borasida tadqiqotlar o'tkazildi.

Ilmiy tadqiqot natijalari. Andijon viloyati Asaka tumani joylashgan hududi bo'yicha, Farg'ona vodiysining shimolda Tyanshan, janubda Xisor-Oloy tog' tizmalari bilan o'ralgan botiq bo'lib, shimoliy-g'arbdan Qurama va Chotqol tizmalari, shimoliy-sharqdan Farg'ona tizmasi bilan chegaralanadi.

Vodiyning yer yuzasi to'rtlamchi davrning allyuvial va prolyuvial - allyuvial cho'kindilardan iborat bo'lib, tuprog'i xilma-xil, och tusli bo'z tuproqlar dengiz sathidan 400-800 metr balandlikdagi maydonlarda uchraydi. Vodiyning 40,2 foiz maydoni bo'z tuproqlardan iborat.

Chor atrofi tog' tizimlari bilan o'ralgan Farg'ona vodiysining iqlimi ham keskin beqaror. Uning shakllanishida g'arbdan esadigan shamollar muhim o'rin tutadi. Bu shamollar asosan tez-tez esib, goho nam havo keltirsa, goho quruq havo keltiradi. Iyul oyidagi havoning eng yuqori harorati 42 °S, yanvardagi o'rtacha harorat -3 °S, eng past harorat -23-26 °S atrofida bo'ladi. Atmosfera yog'inlari miqdori vodiyning g'arbida 80-100 mm, sharqida 150-200 mm, shimolida 200-300 mm, tog' oldi tumanlarida 400-500 mm gacha yetadi.

Viloyatning ushbu hududlari bog'dorchilik, ayniqsa olma yetishtirish uchun juda qulay tuproq iqlim sharoitiga ega. Shuningdek, hudud yerlari asosan katta nishabliklarga ega, Asaka adir massivida joylashgan bo'lib, qishloq xo'jaligi ekinlari asosan nasoslar yordamida suv bilan ta'minlanadi.

Asaka tumanidagi intensiv olma bog' maydonlari joylashgan hudud katta nishablikka ega, eroziyaga chalinuvchan donador, qum va shag'al yotqiziqli och tusli bo'z va o'tloqi-bo'z tuproqlardan iborat bo'lib, tez namlanish hamda yuvilish xususiyatiga ega, suv o'tkazuvchanligi yaxshi. Mazkur tuproq sharoitida tomchilatib sug'orish usulining xo'jalikda qo'llanilayotgan sug'orish tartibi nazorat qilib qabul qilindi. Ushbu hududlarda tuproqning maqbul hisobiy qatlamini namlik bilan ta'minlash uchun 16-18 soat vaqt yetarli hisoblanadi. Shuni hisobga olgan holda suv resurslaridan samarali foydalanish hamda intensiv mevali bog'larni doimiy maqbul namlik bilan ta'minlab turish maqsadida tuproqning namlanish qatlami chuqurligini 0,8 m qilib belgilandi.

"Avtosanoat Agro" agrofirmasining intensiv olma bog'larida olib borilgan izlanishlar natijasida tuproqning 0,8 m qatlamini ChDNS ga nisbatan 75-80-70% tartibda belgilash, vegetatsiya davomida 1,0 m tuproq qatlamini namlik bilan ta'minlab sug'orilgan (nazorat) variantga nisbatan 16,4% sug'orish suvini iqtisod qilishni hamda olma hosildorligini 11,0 foiz yuqori bo'lishini ta'minladi.

"Kamalak rangli jilolar" MChJ ga qarashli intensiv olma bog'larida olib borilgan tajribalarda ham yuqoridagi tartib qo'llanilganda mavsumiy suv sarfi 6,4 foizga iqtisod qilinib, olma hosildorligini 12,5 foizga ko'tarishga erishildi.

1-jadval.

Sug'orish texnikasi elementlarining sug'orish me'yori va olma hosildorligiga ta'siri (TST ni qo'llash, 2 yilda o'rtacha)

Tar. №	Sug'orish oldi tuproq namligi, ChDNS ga nisbatan % hisobida	Tuproqning namlanish chuqurligi, m	Mavsumiy suv me'yori, m ³ /ga	Iqtisod qilingan suv miqdori, %	Olma hosildorligi, t/ga	Qo'shimcha hosil, ±
"Avtosanoat Agro" Agrofirmasi (6 yillik bog')						
1	70-70-65	1,0	2870	-	23,4	-
2	75-80-70	0,8	2400	16,4	26,3	+2,9
"Kamalak rangli jilolar" MChJ (3 yillik bog')						
1	70-70-65	1,0	2940	-	6,4	-
2	75-80-70	0,8	2530	13,9	7,2	0,8

Xulosa va tavsiyalar. Andijon viloyatining och tusli bo'z tuproqlari sharoitida intensiv olma bog'larni ChDNS ga nisbatan 75-80-70% tartibda, tuproqning 0,8 m hisobiy qatlamini namlik bilan ta'minlab tomchilatib sug'orish tavsiya etiladi, ushbu usulda mavsumiy sug'orish me'yorini o'rtacha 16,6 foizga iqtisod qilish hamda olma hosildorligini 12,45 foizga yuqori bo'lishini ta'minlaydi.

ADABIYOTLAR:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 27-noyabrdagi PQ-3405-sonli "2018-2019-yillarda irrigatsiyani rivojlantirish va sug'oriladigan yerlarning meliorativ holatini yaxshilash davlat dasturi to'g'risida"gi Qarori.

2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018-yil 1-avgustdagi PQ-3893-sonli "2018-yilda respublikada ekin maydonlari tarkibini optimallashtirish, meva-sabzavot va boshqa qishloq xo'jaligi mahsulotlari yetishtirish hamda ularni eksportga yetkazib berish hajmlarini ko'paytirishga oid qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi Qarori.
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 9-oktabrdagi PQ-4486-sonli "Suv resurslarini boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarori.
4. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 10-iyuldagi PF-6024-son «O'zbekiston Respublikasi suv xo'jaligini rivojlantirishning 2020-2030-yillarga mo'ljallangan konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida»gi Farmoni.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Москва: Агрпромиздат, 1985. 122-131 с.
6. Духовный В.А., Хорст М.Г. Переход к ИУВР в низовьях рек Амударьи и Сырдарьи. Узбекистан. – Ташкент, 2011. – 11 с.
7. Духовный В.А. Капельное орошение – перспективы и препятствия». Сб. научных трудов по капельному орошению НПО «САНИИРИ». – Ташкент, 1995. – 32 с.
8. Ikromov T. tahriri ostida. Bog'dorchilik va uzumchilikni rivojlantirish: pakana va yarim pakana (intensiv) mevali bog'larni tashkil etish, ichki va tashqi bozorlarda yuqori talabga ega bo'lgan, yuqori hosildor uzum navlarini yaratish. – Toshkent: "Tafakkur", 2016. – 103 b.
9. Mamatov S.A. Mevali daraxtlarni tomchilatib sug'orish rejimi bo'yicha tavsiyalar. – Toshkent, 2015. 24 b.
10. Nurmatov Sh.N., Mirzajonov Q.M., Avlyaqulov A.E., Bezborodov G.A., Axmedov J.A., Tashaev Sh.J., Niyozaliev B.I., Xoliqov B.M., va b. Shamsiev A.S. tahriri ostida. Dala tajribalarini o'tkazish uslublari. – Toshkent. O'zPITI, 2007. 147 b.
11. Pakana bo'yli olma yetishtirish. 100 kitob to'plami, 49-kitob. "Agrobank" ATB. "Nashriyot" uyi "Tasvir" Colorpack MChJ. 2021.
12. Isaev, S., Sarimsakov, M., Sarimsakova, M., Turdaliev, A., Abdukhakimova, K., & Mirzaeva, M. (2023). Application of water-saving irrigation technologies of intensive apple orchards in the irrigated regions of Uzbekistan. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 389, p. 03052). EDP Sciences.
13. Musinovich, S. M. (2023, June). Drip irrigation intensive apple orchards and seasonal water consumption. In *Proceedings of Scientific Conference on Multidisciplinary Studies* (Vol. 2, No. 6, pp. 8-14).
14. Musinovich, S. M., Khaitmuratovich, K. I., & Tulkunovna, U. Z. (2021). Application Of Water-Saving Technologies In Gardening Uzbekistan. *The American Journal of Agricultural and Biomedical Engineering*, 3(08), 1-8.
15. Hou, Y., Wang, Z., Ding, H., Li, W., Wen, Y., Zhang, J., & Dou, Y. (2019). Evaluation of suitable amount of water and fertilizer for mature grapes in drip irrigation in extreme arid regions. *Sustainability*, 11(7), 2063.
16. Khamidov, F. R., Imomov, S. J., Abdisamatov, O. S., Sarimsaqov, M. M., Ibragimova, G. K., & Kurbonova, K. I. (2020). Optimization of agricultural lands in land equipment projects. *Journal of Critical Reviews*, 7(11), 1021-1023.
17. Musinovich, S. M., Khaitmuratovich, K. I., & Raximovna, K. K. (2021). Innovative Irrigation Technology. *Middle European Scientific Bulletin*, 18, 514-520.
18. Sarimsakov, M. M., Abdisamatov, O. S., & Umarova, Z. T. (2020). Influence of elements of irrigation equipment on irrigation erosion. *Irrigation and Melioration*, 2020(2), 7-10.
19. Sarimsaqov, M.M. O'zbekistonning sug'oriladigan mintaqasida intensiv olma bog'larni sug'orishning suv tejamkor texnologiyalarini ilmiy-amaliy asoslari (sug'oriladigan tipik bo'z va o'tloqi allyuvial, o'tloqi bo'z va och tusli bo'z tuproqlari sharoitida)./ Qishloq xo'jaligi fanlari doktori (Dsc) ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiyasi Avtoreferati. Toshkent, 2023. 60 b.
20. Shoxo'jayev Z.S. Suv tejamkor texnologiyalardan foydalanishda xorijiy tajribalar va uni mamlakatimiz qishloq xo'jaligiga tatqiq etish natijalari. *Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. Scientific Journal. Volume 2/issue 2. 2022. P 803-805.*

MUSIQIY WEB-SAYTNING TUZILISHI VA UNING XUSUSIYATLARI

*Qurbonova Dilnora Nuriddin qizi,
Buxoro davlat universiteti talabasi
dilnoraqurbonova3@gmail.com*

Annotatsiya. Bu maqolada musiqiy saytning qanday ko‘rinishi va ishlashi haqida, saytlarni foydalanuvchilar uchun yaxshi va osonroq qilishga yordam berishi haqida ma’lumot berilgan. Biz bu saytga ko‘proq insonlarni jalb qilishni muhokama qilganmiz. Qiziqqan har qanday kishi saytimizning kodini GitHub sahifamizdagi sayt bo‘limidan yuklab olishi mumkin. Kodimizni foydalanishini osonroq qilish uchun, barcha fayllar alohida papkalarga ajratilgan. Asosiy sayt kodi "index.html" nomli faylda joylashgan, unga saytning kodlari tushunishga oson bo‘lishi uchun sharhlar qoldirganmiz.

Kalit so‘zlar: CSS, musiqa, JavaScript, HTML, CMS tizimi, Multimediya, Google Analytics, SoundCloud, YouTube.

СТРУКТУРА МУЗЫКАЛЬНОГО САЙТА И ЕЁ ОСОБЕННОСТИ

Аннотация. В этой статье рассказывается о том, как выглядит и работает музыкальный сайт, а также о том, как он помогает сделать сайты лучше и проще для пользователей. Мы уже обсуждали привлечение большего количества людей на этот сайт. Любой желающий может скачать код нашего сайта на нашей странице GitHub в разделе сайта. Чтобы наш код был проще в использовании, все файлы разделены на отдельные папки. Основной код сайта- "index.html", в котором мы оставили всплывающие подсказки для кодов сайта, чтобы их было легко понять.

Ключевые слова: CSS, музыка, JavaScript, HTML, система CMS, мультимедиа, Google Analytics, SoundCloud, YouTube.

MUSIC WEBSITE STRUCTURE AND ITS FEATURES

Abstract. This paper explores how a music website looks and works, aiming to help make webpages better and easier for users. We also share tips on getting more people to visit our website. Anyone interested can get the website's code from our GitHub page mentioned in the website section. To make our code easier to use, we've sorted all the files into folders. The main website code is in a file named "index.html," with simple comments added to help understand it better.

Keywords: CSS, music, JavaScript, HTML, CMS system, Multimedia, Google Analytics, SoundCloud, YouTube.

Kirish. Web-sayt atamasi har kuni bir necha marta qulog‘imizga chalinadi. Ushbu so‘z internet manzil ekanligini bilamizku, ammo web-sayt tushunchasi, uning asl mohiyati, nima uchun kerakligi, nega bu qadar ommalashib borayotganligi va balki o‘zimiz ham saytimizga ega bo‘lishimiz kerakligi haqida o‘ylab ko‘rmaymiz. Sayt yoki web-sayt inglizcha website: web – «o‘rgimchak to‘ri, tarmoq» va site – «joy, segment, tarmoqning bir qismi» degan ma‘nolarni anglatadi. Sayt – bu bitta domain nomidan foydalanadigan, bir-biriga bog‘langan web-sahifalar to‘plami. Web-saytlar shaxs, guruh, korxonaga yoki tashkilot tomonidan turli maqsadlarda yaratilishi mumkin. Barcha ommaviy web-saytlar butun dunyodagi internet to‘rini tashkil qiladi.

Oddiy qilib aytganda, sayt – bu Internetda joylashgan, ba‘zi ma’lumotlarni (matn, video, fotosuratlar, hujjatlar, musiqa va hk) o‘z ichiga olgan manzil. Internet esa ushbu manzillar to‘plamidir.

Metodika. CERN (Yadro tadqiqotlari bo‘yicha Yevropa kengashi) uchun Tim Berners-Li tomonidan ishlab chiqilgan internetdagi birinchi veb-sayt 25 yoshga to‘ldi. 20-dekabrda dastlab ommaviy bo‘lmagan, biroq internet-kommunikatsiya va global tarmoqlarning keyingi rivoji uchun asos bo‘lgan birinchi veb-sahifa ishga tushgan edi [7]. Uni ishlab chiqarish g‘oyasi endilikda global tarmoqning “otasi” hisoblanuvchi Tim Berners-Liga tegishli bo‘lib, u veb-sahifa uchun HTML tilini ham ishlab chiqargan. U, shuningdek, hozirgi kunga qadar istalgan veb-brauzer ma‘lum bir internet manzilga o‘tish uchun foydalanuvchi URL identifikatori va HTTP protokolini ham yaratgan. Berners-Li o‘z faoliyatini davom ettirib, WorldWideWeb nomli birinchi veb-brauzerini, shuningdek, server uchun dasturiy ta‘minotni ishlab chiqdi. Bularni yaratishda u Stiv Jobsning kompaniyasi tomonidan chiqarilgan NeXT kompyuterida ishlagan. Berners-Lining birinchi

veb-saytdagi sahifasi “info.cern.ch” manzili bo'yicha joylashgan (u hamon amal qilmoqda). Ayni paytda turli xil web-saytlar mavjud: ta'lim, yangiliklar, forumlar, ijtimoiy tarmoqlar, elektron tijorat saytlari (onlayn-do'konlar), bloglar, lendinglar va h.k.[8]

Hozirda mijozlarga xizmat ko'rsatuvchi va o'z mahsulotlarini taklif etuvchi shaxslar, kompaniya va tashkilotlar o'z web-saytlariga egalar. Xo'sh, internetdagi sayt ular uchun nega kerak? Sayt mijozlaringizni xizmat yoki mahsulotlaringiz haqida yil bo'yi, kecha-yu kunduz xabardor qiladi.

Siz o'z saytingizga havolaning takliflari, suhbat davomida, reklama materiallari va kataloglarda, qidiruv tizimlarida va shu kabi turli ma'lumotnomalarda taqdim etishingiz mumkin [1].

Qolaversa saytdagi ma'lumotlarni o'zgartirish va yangilash ham juda oson.

1. Bu avvalgi reklama bukletni modellashtirish, chop etish va mijozlarga yuborish kabi sarf-xarajatlarning oldini oladi.

2. Mijozlarni jalb qilish – web-sayt – xizmatlaringiz va mahsulotlaringizga buyurtma berish jarayonini soddalashtirish va mijozlarni jalb qilishda yordam beradi.

Potensial mijozlar kataloglar va internet orqali qidiruvda kalit so'zlarni kiritib sizning saytingizni topadilar, xizmat, mahsulotlar va shartlar bilan tanishadilar.

3. Mijozlarga xizmat ko'rsatish – web-sayt mavjud mijozlar bilan ishlash vositasidir. Uning yordamida internet orqali mijozlarga turli xil ma'lumotlarni taqdim etishingiz mumkin.

4. Axborot almashish – web-sayt kompaniya xodimlari va rahbarlarining o'zaro axborot almashinuv vositasi sifatida ham xizmat qiladi.

Agar siz hujjatlar, topshiriqlar, hisobotlar va boshqa ma'lumotlarni saytga joylashtirsangiz, kompaniya rahbariyati va boshqa xodimlari kerakli ma'lumotlarni dunyoning istalgan nuqtasidan internet orqali olishlari mumkin bo'ladi.

5. Kompaniya imiji – sayt mavjudligi kompaniyaning taraqqiyoti va uning zamon talablariga muvofiqligidan dalolat beradi.

Domain ma'nosi – manzil, masalan: web-oqila.uz, bu yerda uz – domen zonasidir.

Server (xosting) – internetga ulangan, web-resurs fayllari joylashgan kompyuterlar/serverlar.

Hozirgi kunda sayt ochish sirlari degan tushuncha eskirgan. Endilikda turli internet xizmatlari va CMS tizimidan foydalangan holda hatto 3-sinf o'quvchisi ham o'zi mustaqil ravishda sayt yaratishi mumkin. Buning uchun hech qanday maxsus bilimlar talab etilmaydi, qolaversa saytni yaratish bepul.

Ammo shuni ham unutmaslik kerakki mustaqil ravishda yaratiladigan saytlarning barchasi odatiy shablon saytlar, ya'ni lending, tashrif sahifalari, bloglar, ijtimoiy tarmoqlar, internet-do'konlar faqat eng asosiy funksional imkoniyatlarga ega bo'ladi, xolos. Agar sizga nostandart echimlarga ega eksklyuziv va mukammal web-sayt kerak bo'lsa, u holda mutaxassislariga murojaat qilishingiz zarur [2].

Musiqiy guruh web sayti yaratish uchun sayt quyidagi tuzilishga ega bo'lishi kerak. Saytning bosh sahifasida, musiqiy guruh haqida umumiy ma'lumot, so'nggi yangiliklar, konsertlar va yangi albomlar bilan ta'riflangan yangi xabarlar mavjud bo'lishi kerak. Web saytingizda guruhingizning musiqasi bilan tanishtirishga imkon beradigan sahifa bo'lishi mumkin. Bu sahifa yordamida odamlar musiqa yuklab olishlari mumkin, yangi taronalarni tinglashlari mumkin. Guruhingizning konsert jadvali va joylashuvi haqida ma'lumotlarni taqdim etadigan sahifa juda muhim. Bu joyda foydalanuvchilar konsertlar va shov biznes yangiliklari bo'yicha ma'lumot olishlari mumkin.

Web saytingizda guruh haqida yangi xabarlarini taqdim etadigan sahifa kerak bo'ladi. Yangi albomlar, musiqalar, konsertlar yoki xit musiqa yangiliklari bilan ta'riflangan yangi xabarlar foydalanuvchilarga qiziqarli bo'ladi. Bu sahifa yordamida foydalanuvchilar guruhingizning rasmiy videolari, fotosuratlarini va albomlarini yuklab olishlari mumkin [3].

Web-saytingizda guruhingiz a'zolari haqida ma'lumotlar bilan tanishtiradigan sahifa juda muhimdir. Bu sahifa yordamida guruhning a'zolari va ularning biografiyasi, ta'limoti haqida ma'lumotlar foydalanuvchilarga qiziqarli bo'ladi.

Foydalanuvchilar siz bilan aloqaga chiqishlari, savollarini yuborishlari yoki yangi takliflarni taqdim etishlari uchun web saytingizda aloqa sahifasi bo'lishi juda muhim. Bu elementlar musiqiy guruh web saytingizning asosiy qismlari bo'lib, eng muhim shuni tushunish kerakki, qiziqishni oshiradigan, mavzuni to'liq ifodalaydigan va qulay navigatsiyaga ega bo'lishi kerak. Musiqa guruhlarining web saytlari har bir guruh a'zosi uchun ko'plab imkoniyatlar va ma'lumotlar taqdim etadi. Bu loyihalarga obuna bo'lish, guruh haqida yangiliklarni olish va yangi mahsulotlarga ega bo'lish mumkin [4].

Musiqiy guruh web saytini yaratishda qo'llanilgan texnologiyalar. Musiqa guruh web saytini yaratishda tajribiy muhandislar va web dizaynerlar tomonidan musiqa guruhlari uchun maxsus texnologiyalarni qo'llash orqali tuzildi:

1. HTML/CSS/JavaScript: Bu temel texnologiyalar web saytining asosi bo'ladi. HTML ma'lumotlarni tuzish, CSS shakllarni tuzish, JavaScript esa saytga interaktiv funksiyalarni qo'shishga imkon beradi.

2. CMS sistemalar: CMS (Mazkur Kontent Tizimi) mazkur saytlarni oson tuzish, ushbu saytlarga ma'lumotlarni tezkor qo'shish va boshqarish imkoniyatini beradi. Bu CMS ga Wordpress, Drupal, Joomla va boshqa CMS lar misollar bo'ladi.

3. Responsive Dizayn: G'oyaviy guruh saytlari ko'p qurilmalar va qurilmalardagi turli ekranga moslashtiriladi. Bunday muhim bo'lib, ularga moslaydigan yoki kutilmagan dizayn yaratish imkonini beradi.

4. Multimediya Integratsiyasi: Musiqa va videolarni qo'shish uchun uyali integratsiya texnologiyalari, masalan, SoundCloud, YouTube va boshqa platformalar bilan integratsiya qo'llashimiz mumkin.

5. Sotsial Tarmoq Integratsiyasi: Bu guruh a'zolari bilan aloqa qilish va saytni sotsial tarmoqlarda bo'lish imkonini beradi.

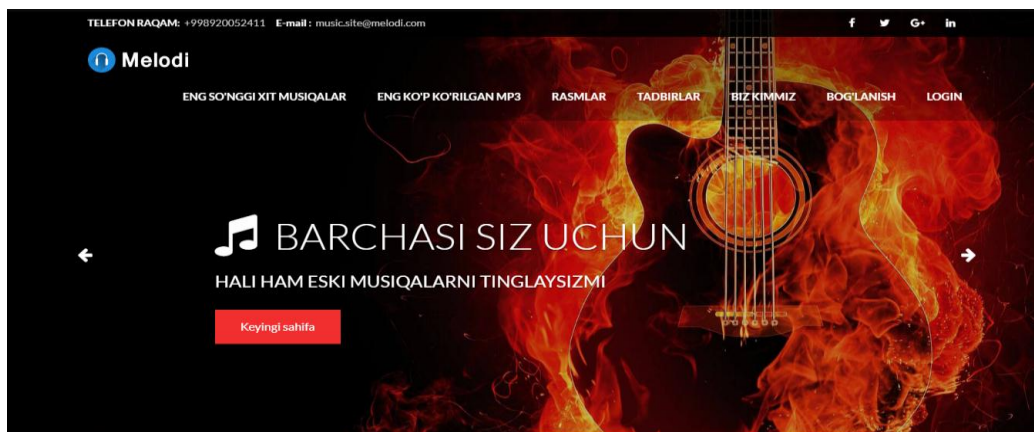
6. Analitika va Statistika: Sayt foydalanishini nazorat qilish va boshqa analitik ma'lumotlarni to'plash uchun Google Analytics va boshqa vositalar qo'llanilishi.

7. Bu texnologiyalar yordamida musiqa guruhlarining rasmiy web saytlari tuziladi va ularga foydali funksiyalar qo'shiladi [5].

Musiqiy guruh web saytining afzalliklari va qulayliklari.

Musiqiy guruh web sahifalari katta imkoniyatni taklif etamiz, ular orqali guruh a'zolari har xil imkoniyatlardan foydalanishlari mumkin. Bu quydagi bo'limlardan iborat:

- **Bosh sahifa:** Musiqa guruh web sahifalari o'zgaruvchan va imkoniyatli bo'lishi kerak. Aytmoqchi, siz musiqa guruh web sahifasining ularni xursand qilishga qaratilgan tushunchalarini olovliroq ko'rsatish uchun uning foydali asosiy xususiyatlarini keltirib olishimiz kerak.

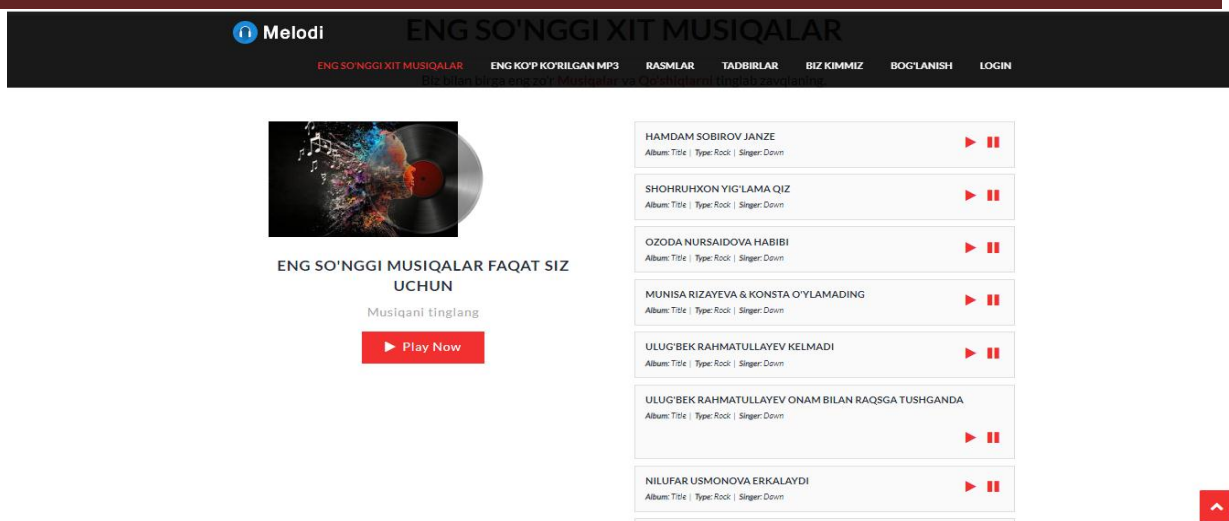


1-rasm. Bosh sahifa

Bu oynada saytda qanday bo'limlar borligini ko'rishingiz mumkin va obunachilarni qiziqtirish maqsadida so'zlar yozilgan.

Musiqiy guruh web saytimizning asosiy sahifasi orqali eng so'nggi musiqalarni tinglashingiz mumkin.

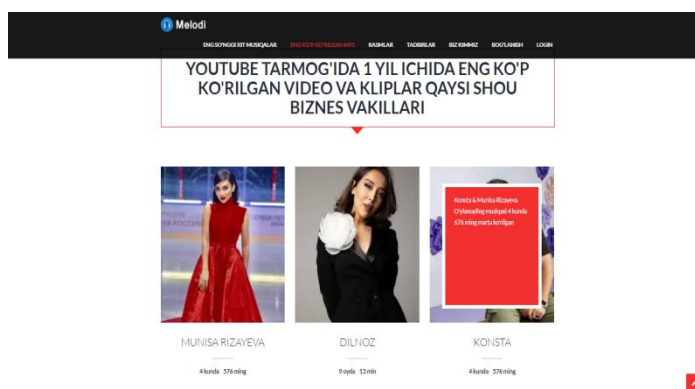
- **Eng so'nggi xit musiqalar:** Musiqiy guruh web saytni yaratish, ma'lumotlar bazasini yaratish, qidiruvni osonlashtirish, interfeysni tuzish va boshqarishni osonlashtirish jarayonlari orqali foydalanuvchilarga tez va qulay kirish imkoniyatini beradi. Bu esa musiqa tinglash uchun tezlik va samarali boshqarish imkoniyatlarini oshiradi [10].



2-rasm. 1-bo'lim Eng so'nggi xit musiqalar

Bu bo'limda 2023-2024-yillardagi eng ko'p ko'rilgan va like yig'gan musiqalarni tinglashingiz mumkin.

- **Eng ko'p eshitilgan musiqalar to'plami:** Bu bo'limda albomlar, san'atkorlar haqida ma'lumot yoki boshqalar tomonidan kuchli tavsiya qilinganlarga ega bo'lgan musiqalar to'plamidir. Foydalanuvchilar bu musiqalarni eshitib eshitish, qiziqarli va o'zgarimas hislar ega bo'lishi mumkin.



3-rasm. YouTube tarmog'idagi eng ko'p ko'rilgan musiqalar va ijrochilarining rasmlari keltirilgan

- **Shou biznes vakillari:** Bu bo'limda shou biznes vakillari haqida ma'lumot olishingiz mumkin va ularning rasmlarini ko'rishingiz mumkin.



4-rasm. Shou biznes olamidagi qaynoq yangiliklar

INFORMATICS

● **Biz kimmiz bo'limi:** Bu bo'limda daturchilar haqida ma'lumot olish mumkin. Va bu saytning qulayliklar shu bilan birga sayt qayerga joylashganligi haqida ma'lumot olish mumkin. Bundan tashqari sayt haqida izohlar va xabar ham yuborish mumkin.

BIZ KIMMIZ?

Biz nima qilamiz?
BIZ SIZGA MP3 MUSIQA'LARNING ENG YAXSHILARINI TAKLIF QILAMIZ

Nega bizni tanlaysiz?
SIZ YOQIRGAN SHOU BIZNES VAKILLARINING SANATDAGI YANGILIKLARINI TAQDIM QILAMIZ

Biz qayerdamiz?
DUNYONING ISTALGAN MAMLAKATLARIDAN TURIB BIZNI TINGLASHINGIZ MUMKIN

TAKLIF VA E'TIROZLAR UCHUN

ISM FAMILIYA
Ism Familiyaningizni yozing

Electron pochta
Electron pochtagizni kiriting

Telefon raqam
Telefon raqamizni kiriting

YOZIB QOLDIRING
Xatingizni kiriting

Xabarni yuborish

5-rasm. Bog'lanish bo'limi

Bu bo'limda qanday taklif va e'tirozlaringiz bo'lsa yozib qoldirsangiz bo'ladi.

● **Ro'yxatdan o'tish oynasi:** Agar foydalanuvchilar ro'yxatdan avval o'tgan bo'lsa, username va parollari orqali tizimga kirishlari mumkin. Agar ro'yxatdan o'tmagan bo'lsalar Sign up yozuvi ustiga bosib ro'yxatdan o'tishlari kerak bo'ladi. Foydalanuvchi parolni yoki loginni xato kiritsalar "login yoki parol xato" degan yozuv chiqadi.

Registratsiya Oynasi

Username

Password

Login

Forget password? Or Sign up

6-rasm. Ro'yxatdan o'tish oynasi

Xulosa. Ushbu maqolada musiqiy sayt yaratishda yordam beradigan dizaynga ega bo'lgan elementlar asosida sayt yaratilgan. Foydalanuvchilar musiqa dasturlarini ketma-ketlikda musiqiy guruhlariga bo'lingan holda yaratilgan saytlar orqali raqamli texnologiyalar asosida erkin va qulay foydalanishlari mumkin.

ADABIYOTLAR:

1. Харрис Э. PHP/MySQL для начинающих. Пер с англ. –М.:КУДИЦ-ОБРАЗ, 2005. -364с.
2. Харрис Э. PHP/MySQL для начинающих. Пер с англ. –М.:КУДИЦ-ОБРАЗ, 2005. -384с.
3. Похоренок Н.А. HTML, JavaScript, PHP и MySQL. Дженгльменский набор Web-мастера. 3-е изд., перераб. и доп. –СПб.: БХВ-Петербург, 2010. -912 с.
4. Aripov., S. Dottoyev., M. Fayziyeva. Web texnologiyalari. Toshkent 2013yil. -280 bet.
5. Maxarov T.A., Maxarov Q.T., Rahimova M.A. Web dasturlash bo'yicha uslubiy qo'llanma. O'zMU, 2017y. -160b.
6. Robin Nixon. Learning PHP, MySQL&JavaScript with jQuery, CSS & HTML5, 4th Edition. O'Reilly Media. United States of America. 2015.
7. [7.https://www.w3schools.com](https://www.w3schools.com)
8. [8.https://www.free-css.com/free-css-templates?start=72](https://www.free-css.com/free-css-templates?start=72)
9. [9.https://wordpress.com/](https://wordpress.com/)
10. [10.https://github.com/Dilnora05/melodi](https://github.com/Dilnora05/melodi)

BIRJA NARXLARNING O‘ZGARISHLARINI BASHORATLOVCHI SUN‘IY INTELLEKT ALGORITMLARINING TATBIG‘I

*Mirzoyev Rajab Qahramon o‘g‘li,
Buxoro davlat universiteti magistranti
r.q.mirzoyev@buxdu.uz*

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy dasturlash tillaridan foydalangan holda aksiyalar narxidagi o‘zgarishlarni bashorat qilish uchun sun‘iy intellekt algoritmlaridan foydalanish muhokama qilinadi. Qimmatli qog‘ozlar narxlarining o‘zgarishini bashoratlashni amalga oshirishning asosiy bosqichlari ham misol sifatida python tilidan foydalangan holda tasvirlangan.

Birja narxlari bashorati uchun sun‘iy intellekt algoritmlarining foydalanilishi, bashoratlash sohasidagi muhim muammolarni yechish va sifatli prognozlash uchun kritik muhimdir. Bu algoritmlar tahlil, bashoratlash jarayonlarini optimallashtiradi va muvaffaqiyatli ishlash uchun katta imkoniyatlar yaratadi.

Birja narxlari o‘zgarishlarini bashorat qilish uchun sun‘iy intellekt algoritmlaridan foydalanishning muhimligi va ularning amaliyotda qanday ishlayotganligi ko‘rib chiqilgan. Dasturda TensorFlow va NeuralProphet kutubxonalaridan foydalanilganligi, ularning aksiyalar narxlari tahliliy bashoratini aniqlash haqida ma‘lumotlar taqdim etadi.

Kalit so‘zlar: AI algoritmlari, birja narxlari, bashoratlash, ko‘rsatkichlar, ma‘lumotlar, tahlil qilish, NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-learn, Yfinance, Keras, streamlit, NeuralProphet.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ БИРЖЕВЫХ ЦЕН

Аннотация. В этой статье обсуждается использование алгоритмов искусственного интеллекта для прогнозирования изменений цен на акции с использованием современных языков программирования. Основные этапы реализации алгоритмов прогнозирования изменения цен на акции описаны с использованием языка Python.

Использование алгоритмов искусственного интеллекта для прогнозирования цен на акции имеет решающее значение для решения важных проблем в области качественного прогнозирования. Эти алгоритмы оптимизируют процессы анализа, прогнозирования и создают большие возможности для успешной работы.

Рассмотрена важность использования алгоритмов искусственного интеллекта для прогнозирования изменений цен на акции и того, как они работают на практике. Программа предоставляет информацию об использовании библиотек TensorFlow и Neuralprophet для определения их аналитических прогнозов цен на акции.

Ключевые слова: алгоритмы ИИ, цены на акции, прогнозы, индикаторы, данные, анализ, NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-learn, Yfinance, Keras, Streamlit, NeuralProphet.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS FOR PREDICTING CHANGES IN STOCK PRICES

Abstract. This article discusses the use of artificial intelligence algorithms to predict changes in share prices using modern programming languages. The main stages in the implementation of securities price change prediction algorithms have also been described using the python language as an example.

The use of artificial intelligence algorithms to predict stock prices is critical to solving important problems in the field of forecasting and qualitative forecasting. These algorithms optimize the processes of analysis, forecasting and create greater opportunities for successful work.

The importance of using artificial intelligence algorithms to predict changes in stock prices and how they work in practice is discussed. The program provides information on using the TensorFlow and neuralprophet libraries to determine their analytical stock price forecasts.

Keywords: AI algorithms, stock prices, forecasts, indicators, data, analysis, NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-learn, Yfinance, Keras, Streamlit, NeuralProphet.

Kirish. Moliya bozori iqtisodiyotning eng dinamik va murakkab tarmoqlaridan biri bo'lib, u yerda birja narxlari bir necha soniya ichida o'zgarishi mumkin. Bunday noaniqlik sharoitida aksiyalarning narxini bashorat qilish o'z investitsiyalaridan maksimal foyda olishga intilayotgan investorlar va treyderlar uchun juda muhim vazifadir.

So'nggi yillarda sun'iy intellekt texnologiyasining rivojlanishi bilan ko'plab kompaniyalar aksiya bahosi o'zgarishini bashorat qilish uchun mashinani o'rganish algoritmlaridan foydalanishni boshladilar. Bu ularga katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish asosida aniqroq va ishonchli bashoratlar olish imkonini beradi.

Mashinani o'rganish algoritmlari yordamida aksiyalar narxi o'zgarishini bashorat qilish uchun turli usullar qo'llaniladi. Ulardan ba'zilari foyda, daromad, dividendlar va boshqalar kabi kompaniyalarning fundamental ko'rsatkichlarini tahlil qilishga asoslangan. Boshqa usullarda texnik tahlildan foydalaniladi, u aksiya bahosi jadvallarini va boshqa texnik ko'rsatkichlarni tahlil qilishga asoslanadi.

Mashinani o'rganish algoritmlarini qo'llash uchun bashoratlash amalga oshiriladigan ma'lumotlar to'plamiga ega bo'lish kerak. Ushbu ma'lumotlar to'plami qimmatli qog'ozlar narxlari bo'yicha tarixiy ma'lumotlar, shuningdek, makroiqtisodiy ko'rsatkichlar kabi narx o'zgarishiga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan boshqa omillar bo'lishi mumkin.

Asosiy qism. Moliyaviy ma'lumotlar bilan bog'liq ilovalarni ishlab chiqish uchun turli kutubxonalar qo'llaniladi. Eng mashhur kutubxonalardan biri NeuralProphet kutubxonasidir. U Python dasturlash tilida mashinani o'rganish modellarini yaratish imkoniyatini beradi. Scikit-learn, NumPy, TensorFlow va Keras kabi boshqa kutubxonalar ham mavjud.[1]

Hozirgi kunda qimmatli qog'ozlar narxini bashorat qilish uchun quyidagi usullardan keng foydalanib kelinmoqda:

1. Qimmatli qog'ozlar narxlari va narx o'zgarishiga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan boshqa omillar bo'yicha tarixiy ma'lumotlarni to'plash.
2. Ma'lumotni tayyorlash: chegaralarni olib tashlash, etishmayotgan qiymatlarni to'ldirish, ma'lumotlarni masshtablash.
3. Ma'lumotlarni o'quv va test to'plamlariga bo'lish.
4. Mashinani o'rganish modelini tanlash: regressiya, neyron tarmoq yoki qaror daraxti.
5. Modelni o'quv majmuasida o'rgatish.
6. Sinov namunasi bo'yicha model sifatini baholash.
7. Aksiya bahosidagi o'zgarishlarni bashorat qilish uchun modelni qo'llash.

Sun'iy intellektga asoslangan mashinani o'rganish texnikasi aksiyalar narxi o'zgarishini bashorat qilishning aniqligini sezilarli darajada oshirishi mumkin. Shunday tadqiqotlardan birida mualliflar [2] tarixiy ma'lumotlarga asoslangan aksiyalar narxi o'zgarishini bashorat qilish uchun chuqur o'rganish algoritmlaridan foydalanganlar. Natijalar tavsiya etilgan algoritm yuqori bashorat aniqligiga erishish mumkinligini ko'rsatdi.

Yana bir tadqiqot ishida mualliflar [3] daromadlar, bozor kapitallashuvi va dividendlar kabi fundamental omillarga asoslangan aksiyalar narxining o'zgarishini bashorat qilish uchun mashinani o'rganish algoritmlaridan foydalanganlar. Natijalar tavsiya etilgan algoritm yuqori bashorat aniqligiga erishish mumkinligini ko'rsatdi.

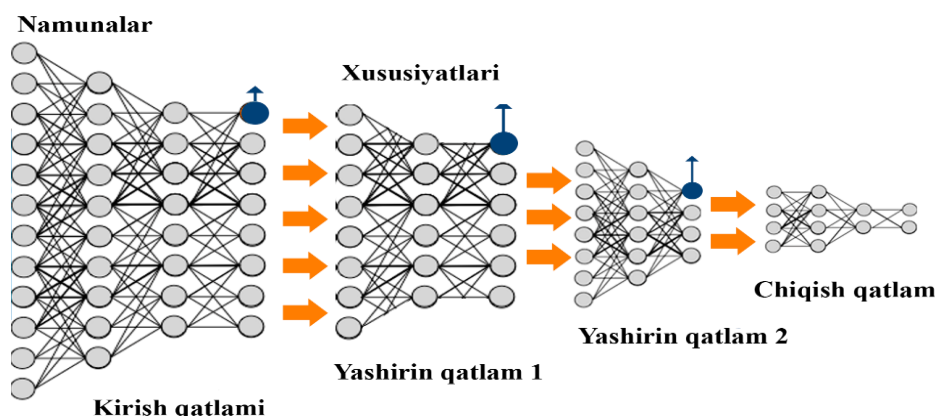
Bir guruh mualliflarning tadqiqot ishlarida yangiliklar [4] maqolalari asosida aksiyalar narxining o'zgarishini bashorat qilish uchun konvolyutsion neyron tarmoqlari va takroriy neyron tarmoqlari kabi chuqur o'rganish usullaridan foydalanish asoslari keltirilgan. Tadqiqotchilar tomonidan olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, konvolyutsion neyron tarmoqlari va takroriy neyron tarmoqlaridan foydalanish aksiyalar narxini bashorat qilishning aniqligini sezilarli darajada oshirishi mumkin ekanligi qayd qilingan.

Shuningdek, aksiya bahosini bashorat qilish uchun turli xil mashinani o'rganish usullarini taqqoslagan tadqiqotlar ham mavjud. Misol uchun, mualliflar [5] aksiya bahosini bashorat qilish uchun chiziqli regressiya, tasodifiy o'rmon va gradient kuchayish samaradorligini taqqosladilar. Natijalar shuni ko'rsatdiki, gradientni kuchaytirish eng yaxshi bashorat aniqligiga ega.

Umuman olganda, tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, sun'iy intellektga asoslangan mashinani o'rganish texnikasi aksiyalar narxi o'zgarishini bashorat qilishning aniqligini sezilarli darajada oshirishi mumkin. Bundan tashqari, turli xil mashinani o'rganish usullari o'zlarining afzalliklari va kamchiliklariga ega va usulni tanlash aniq bashorat qilish vazifasiga bog'liq.

Bu tadqiqotning maqsadi birja narxlarining o'zgarishlarini bashoratlovchi sun'iy intellekt algoritmlarini o'rganish va ularning amaliyotda qo'llanilishi haqida ma'lum qilishdir. Maqola, birja narxlari bashoratlash sohasidagi muhim muammolarni tahlil qiladi va ularni hal qilishda sun'iy intellekt algoritmlarining qanday yordam berishi mumkinligini o'rganishga qaratilgan. Ushbu tadqiqotning asosiy

sabablari, birja narxlarini prognostikasi sohasidagi muammolarning e'tirozlarini yechish va sifatli prognozlash uchun sun'iy intellekt algoritmlarining potentsialini tahlil qilishdir.



1-rasm. TensorFlow kutubxonasining ishlash algoritmining ko'rinishi

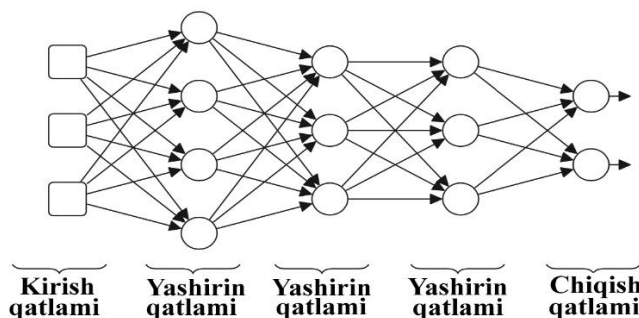
TensorFlow va NeuralProphet kutubxolaridan foydalanish yordamida birja narxlarini bashoratlash bo'yicha tadqiqotlar olib borish mumkin.

TensorFlow, Google tomonidan ishlab chiqilgan, kuchli ma'lumotlar tahlilini va masofaviy o'qitish uchun maxsus yadro kutubxona. Bu platforma, katta miqdordagi axborotlar bilan ishlash, sinov o'tkazish va dasturlarni yaratishga imkon beradi. TensorFlow, katta miqdordagi matematik hisoblash operatsiyalarini bajarish uchun juda mashhurdir va katta kompaniyalar va sohalarda keng qo'llaniladi. [6]

Birja narxlarini prognostikasi uchun TensorFlow kutubxonasidan foydalanilganda, odatda neyron tarmoqlar (neural networks), qo'shma ma'lumotlar tahlili (deep learning), va bayesiy tuzumlar (Bayesian methods) kabi turli turdagi modellarni yaratish mumkin.

TensorFlow kutubxonasi yordamida birja narxlarini prognostikasi uchun moslashtirilgan neyron tarmoqlarini yaratish, ularga axborotlar to'plash, tahlil qilish va natijalarni olishda ishlatish mumkin.

NeuralProphet kutubxonasi zamon model (time-series model) o'rgatish va prognostikasi uchun yaratilgan Python kutubxonasi. NeuralProphet kutubxonasi Prophet modelining asosiy imkoniyatlariga qo'shimcha ko'p-yordamchi bir qatlamli neyron tarmoqni (multi-layer neural network) qo'shadi. [7]



2-rasm. NeuralProphet kutubxonasining ishlash algoritmining ko'rinishi

NeuralProphet kutubxonasidan foydalanish orqali, birja narxlarini prognostikasi uchun o'z vaqtli variantli modellarni yaratish mumkin. NeuralProphet kutubxonasidan Prophet modelining ustida ishlovchi, lekin ko'p qatlamlilikni qo'shib, prognostikatsiyada yuqori darajada aniqlik ta'minlaydi.

NeuralProphet kutubxonasini qo'llab-quvvatlash orqali, birja narxlarini tarixiy ma'lumotlariga asoslangan, eng so'nggi boshlang'ich ma'lumotlar orqali natijalarni olish mumkin. Bu zamonli model va neyron tarmoqlarning kombinatsiyasidan foydalanib, birja narxlarini prognostikasi uchun eng yaxshi natijalarni olishni ta'minlaydi.

Shunga ko'ra, TensorFlow va NeuralProphet kutubxolari, birja narxlarini prognostikasi uchun moslashtirilgan turli modellarni yaratish va amaliyotda ularni o'rganishda yaxshi vosita bo'lib, ko'p to'lovli natijalarni olish mumkin.

Natijalar. Loyiha doirasida, birja narxlarini o'zgarishlarini bashorat qilish uchun TensorFlow va NeuralProphet kutubxolaridan foydalanib, sun'iy intellekt algoritmlarini ishlab chiqildi. Tadqiqot jarayonida quyidagi dastlabki natijalar qo'lga kiritildi:

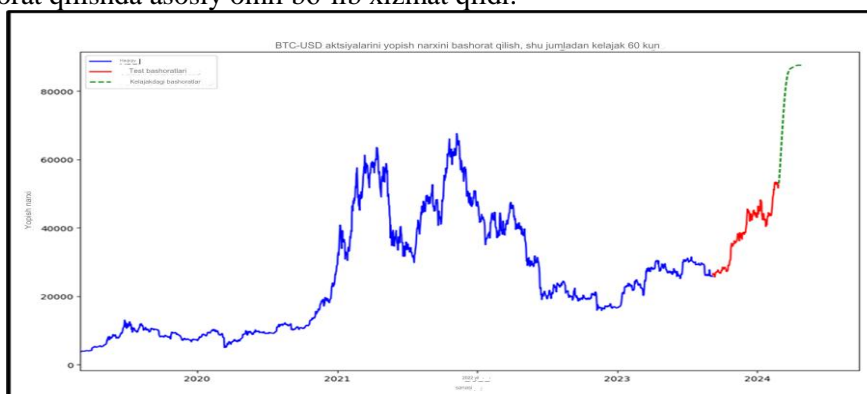


3-rasm. Bitcoin kriptovalyutasining usd valyutasiga nisbati. Haqiqiy qiymati

• TensorFlow yordamida LSTM modeli: Uzun qisqa muddatli xotira (LSTM) modeli yordamida o'tmishdagi ma'lumotlardan foydalanib, kelajakdagi narxlarni aniq bashorat qilishda muvaffaqiyatga erishildi (4-rasm). Modelning o'rtacha kvadratik xatoligi (MSE) va ildiz o'rtacha kvadratik xatoligi (RMSE) kutilgan darajadan past bo'ldi, bu modelning yuqori aniqlikdagi bashoratlarni taqdim etish qobiliyatini ko'rsatadi.

NeuralProphet kutubxonasi orqali bashorat: NeuralProphet kutubxonasi yordamida amalga oshirilgan tahlillar ham o'zgaruvchan bozor sharoitlariga moslashuvchanligi va yaxshi bashorat qilish qobiliyati bilan ajralib turdi (5-rasm). Bu kutubxona vaqt seriyalarini tahlil qilishda yangi yondashuvlarni taqdim etdi va bashorat aniqligini yaxshilashda muhim rol o'ynadi. 6-rasmda neuralprophet kutubxonasining 2023-yilning mart oyining oxirigacha bo'lgan bashorati

• Ma'lumotlar to'plamining tahlili: Birja narxlarini ma'lumotlar to'plami ustida olib borgan tahlillarimiz, muayyan naqshlarni va trendlarni aniqlashga yordam berdi. Bu naqshlar va trendlar kelajakdagi narx o'zgarishlarini bashorat qilishda asosiy omil bo'lib xizmat qildi.



4-rasm. Tensorflow kutubxonasi orqali aniqlangan bashorat



5-rasm. Neuralprophet kutubxonasi orqali aniqlangan bashorat



6-rasm. Bitcoin kriptovalyutasining usd valyutasiga nisbati 2023-yilgacha

Dastlabki natijalar asosida quyidagi qarorlarga kelindi:

- Modelni optimallashtirish: LSTM modelining aniqligini yanada oshirish uchun parametrlarini va arxitekturasini optimallashtirish rejalashtirilmogda. Shuningdek, NeuralProphet modelini yanada sozlash orqali bashoratlar sifatini yaxshilash koʻzda tutilgan.

- Yangi maʼlumotlar toʻplamlarini qoʻshish: Koʻproq maʼlumotlar toʻplamini tahlil qilish orqali modelning umumiy bashorat qilish qobiliyatini yaxshilash rejalashtirilmogda. Bu, turli bozor sharoitlari va iqtisodiy oʻzgarishlarga modelning moslashuvchanligini oshiradi.

Bu qarorlar kelgusi bosqichlarda loyihani yanada rivojlantirish va takomillashtirish maqsadida qabul qilindi.

Xulosa. Vaqt seriyalarini tahlil qilish algoritmlari yordamida aksiyalar narxini bashorat qilishga urinishlar boʻlgan, ammo ulardan real bozorda pul tikish uchun hali ham foydalanish mumkin emas. Bu shunchaki oʻquv maqolasi boʻlib, u hech qanday tarzda odamlarni aksiyalarni sotib olishga yoʻnaltirishni maqsad qilmaydi. [8]

Birja narxlari nafaqat vaqt seriyalari bilan, balki jahon yangiliklari, siyosiy oʻzgarishlar va bozor yangiliklari kabi tashqi omillarga ham sezgir. Bu shuni anglatadiki, birja narxlari koʻplab omillar taʼsirida oʻzgaruvchan boʻlib, ularni oldindan aytib boʻlmaydi yoki faqat vaqtga bogʻliq holda prognoz qilish mumkin emas. Mening dasturimda esa, bu kabi tashqi omillarni hisobga olmaydi, bu esa dastur samaradorligini cheklashi mumkin. Bu, birja bozorlarida muvaffaqiyatli ishlash uchun dasturlar yoki tahlil vositalarining atrof-muhitdagi oʻzgarishlarga moslashuvchan va koʻp oʻlchovli yondashuvlarni qoʻllashi zarurligini taʼkidlaydi.

ADABIYOTLAR:

1. Mirzoyev Rajab Qahramon oʻgʻli. SamDUKF. "Taʼlimda sunʼiy intellektning roli" mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi." // Birja narxlarning oʻzgarishlarini bashoratlovchi sunʼiy intellekt algoritmlarining tadbir'i. Samarqand, 2023. P. 437–439.
2. Shaker H. et al. Stock price prediction using machine learning algorithms // Expert Syst. Appl. 2018.
3. Piter J., Shimid Y. Lazy Prices // J. Finance. 2019.
4. Manzurul I., Muhammad A. M. M.S.A. Predicting stock prices using deep learning-based model // IEEE Access. 2019.
5. Pantelous A., Giannopoulos E.I., Drosos G. Comparative Analysis of Machine Learning Methods for Predicting Stock Prices // J. Bus. Res. 2020.
6. TensorFlow [Electronic resource] // Google company. P. predict_colab. URL: https://www.tensorflow.org/decision_forests/tutorials/predict_colab.
7. NeuralProphet [Electronic resource]. 2024. P. tutorials/tutorial01.html. URL: <https://neuralprophet.com/tutorials/tutorial01.html>.
8. Loukas S. NeuralProphet For Time-Series Forecasting: Predicting Stock Prices Using Facebook's New Model [Electronic resource]. 2021. URL: <https://medium.com/mllearning-ai/neuralprophet-for-time-series-forecasting-predicting-stock-prices-using-facebooks-new-model-a88ca146261c>.

MOODLE TIZIMIDA VIDEOKONFERENSIYA PLAGINLARI TAHLILI

*Saidov Umedjon Yusuf o'g'li,
Buxoro davlat universiteti o'qituvchisi
u.y.saidov@buxdu.uz*

Annotatsiya. Maqolada ta'lim tizimida masofaviy ta'lim dasturlarining ahamiyati, BigBlueButton va Zoom Meeting plaginlarining imkoniyatlari, amaliy afzalliklari haqida so'z yuritiladi. Dasturlarning maqsadi o'quv materialining katta qismini talaba bilan ta'minlash va o'qituvchi bilan o'zaro munosabatlarning asosiy qismi zamonaviy axborot texnologiyalari orqali baholashdan iborat. Bundan tashqari, dasturlarning kamchiliklari, yutuqlari haqida ham ma'lumotlar, diagrammalar keltirilib, uning kelajakdagi imkoniyatlari xususida takliflar kiritiladi.

Kalit so'zlar: masofaviy ta'lim, dasturlar, plugin, moodle, BigBlueButton, Zoom Meeting, videomuloqot.

АНАЛИЗ ПЛАГИНОВ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦСВЯЗИ В СИСТЕМЕ MOODLE

Аннотация. В статье рассматривается важность программ дистанционного обучения в системе образования, практические преимущества возможностей плагинов BigBlueButton и Zoom meeting. Целью программ является предоставление учащемуся большей части учебного материала, а основная часть взаимодействия с преподавателем - оценка с помощью современных информационных технологий. Кроме того, приводится информация о недостатках, достижениях программ, приводятся схемы и вносятся предложения в отношении их будущих возможностей.

Ключевые слова: дистанционное обучение, приложения, плагин, Moodle, BigBlueButton, Zoom meeting, видео-чат.

ANALYSIS OF VIDEO CONFERENCING PLUGINS IN THE MOODLE SYSTEM

Abstract. The article will talk about the importance of distance learning programs in the educational system, the practical advantages of the capabilities of the bigbluebutton and Zoom Meeting plugins. The purpose of the programs is to provide a large part of the educational material to the student, and the main part of the interaction with the teacher is to evaluate through modern information technology. In addition, information about the shortcomings, achievements of programs are also presented, diagrams are presented and suggestions are made about its future capabilities.

Keywords: distance learning, applications, plug-in, moodle, BigBlueButton, Zoom meeting, video-chat.

Kirish. Hozirgi zamonda ta'lim olishning istiqbolli usullaridan biri bu zamonaviy telekommunikatsiya texnologiyalari, xususan, Internet tarmog'i imkoniyatlaridan foydalangan holda masofaviy ta'lim olishdir. Zamonaviy o'quv jarayoni ta'limning barcha bosqichlarida sifat, mazmun va texnologiyaning yuqori standartlariga yo'naltirilgan. Foydalanish mumkin bo'lgan ishonchli va moslashuvchan ta'limni boshqarish tizimlaridan foydalanishga alohida ehtiyoj bor.

Masofaviy ta'lim - bu o'quv materialining katta qismini talaba bilan ta'minlash va o'qituvchi bilan o'zaro munosabatlarning asosiy qismi zamonaviy axborot texnologiyalari: Internet, kompyuter telekommunikatsiyalari, multimedia, ta'lim tizimlaridir. Masofaviy ta'limning o'ziga xos xususiyati tinglovchilarga zamonaviy axborot texnologiyalari tomonidan taqdim etilgan ishlab chiqilgan axborot resurslaridan foydalangan holda kerakli bilimlarni o'zlariga egallash imkoniyatini berishdir. Axborot resurslarima'lumotlar bazalari va bilimlar, kompyuter, jumladan, multimedia, o'quv va monitoring tizimlari, video va audio yozuvlar, elektron kutubxonalar an'anaviy darsliklar va o'quv qo'llanmalari bilan birgalikda keng auditoriya uchun ochiq bo'lgan yangicha o'quv muhitini yaratadi. Chat va forumlar, video va televideniya konferensiyalarini o'tkazish, kompyuter aloqalari orqali o'qituvchilar bilan tez-tez, har kuni maslahatlashish imkoniyati talabalarining o'qituvchilar bilan o'zaro munosabatlarni an'anaviy ta'lim shakliga qaraganda ancha qizg'in bo'ladi. Masofaviy ta'lim yangi axborot texnologiyalari va multimedia tizimlariga asoslangan kunduzgi, sirtqi ta'lim elementlarini o'zida mujassam etgan maxsus, mukammal shakldir.

Asosiy qism. Masofaviy ta'limga har qanday yondashuv ta'lim subyektlari o'rtasidagi interaktiv o'zaro ta'sirni va ta'lim jarayonining samaradorligini ta'minlaydigan axborot va pedagogik texnologiyalarning integratsiyasini o'z ichiga oladi. Bunda esa, ma'lumot almashish va uzatish talabalarning samarali ta'lim faoliyatini tashkil etish uchun asosiy vosita rolini o'ynaydi[1]. Masofaviy ta'limning asosiy xususiyatlari bu uning ma'lum masofadagi o'quvchining ijodiy o'zini namoyon qilishidir. Ta'lim real vaqtda sinxron tarzda (chat, videomuloqot, masofaviy talabalar va o'qituvchi uchun umumiy grafikli ko'rinish va boshqalar), shuningdek asinxron amalga oshiriladi[2]. Internet ta'limi va masofaviy ta'lim bevosita chambarchas bog'liq, ammo bir xil emas, ya'ni global resurslardan foydalangan holda o'qitishning texnik va texnologik xususiyatlari qat'iy tartibi farqlanadi.

Moodle butun dunyo bo'ylab 68 milliondan ortiq foydalanuvchilardan iborat turli va o'sib borayotgan hamjamiyat tomonidan foydalaniladigan ko'p qirrali va keng qamrovli ta'limni boshqarish tizimi (LMS) bo'lib xizmat qiluvchi raqamli ta'lim landshaftida muhim platforma sifatida mustahkam o'rin egalladi[3]. Kuchli, moslashuvchan platformani taklif qiluvchi, ta'lim muassasalari moslashtirilgan ta'lim tajribasini taqdim etish imkonini beradi. Biroq Moodle-ning haqiqiy kuchi uning plaginlar orqali kengaytirilishidir. Avtomobildagi dvigatel singari, Moodle plaginlari ishlash va foydalanuvchi tajribasini sezilarli darajada yaxshilaydi. Moodle plaginlari asosiy Moodle sozlamalarini kuchaytirib, uni yanada ko'p qirrali va kuchli ta'limni boshqarish tizimiga aylantiradi. Masofaviy ta'lim bugungi kunda o'zining nafaqat ijobiy, balki salbiy tomonlariga ega. Bu esa o'quv jarayonining texnologik samaradorligi axborot va telekommunikatsiya texnologiyalarining eng so'nggi yutuqlari va kashfiyotlaridan foydalanishga bog'liq hisoblanadi. Masofaviy ta'lim nafaqat talabalar uchun, balki o'qituvchilar uchun ham qo'llaniladi va nafaqat malaka oshirish maqsadida, balki masofaviy pedagogik konferentsiyalar va tanlovlar uchun muhim rol o'ynaydi. Videokonferentsaloqa platformalari aniq sabablarga ko'ra so'nggi uch yil ichida ommaviy ravishda ommalashib ketdi. Hozirgi vaqtga kelib videokonferentsaloqa platformalaridan foydalanish odamlar hayoti va umuman elektron ta'limning muhim qismi bo'lib qoldi. Talaba va o'qituvchini dars jarayonini Zoom Meeting va Bigbluebutton yuqori saviyada tashkil qilishda xizmat qiladi. ZOOM va BigBlueButton platformasining yutuqlaridan biri bu o'qituvchilarining rolini oshiradi, chunki telekommunikatsiyalar yordamida ularning ta'sir zonasi odatdagi o'quv jarayoniga nisbatan bir necha barobar ortadi[4]. Bu ikki plaginlarni xususiyatlarini kengroq qarab chiqadigan bo'lsak (1-jadval):

1-jadval.

Zoom va BigBluebutton xususiyatlarining qiyosiy tahlili

Xususiyatlar	Zoom	BigBlueButton
Ekran almashish	Mavjud	Mavjud
Oq doska	Mavjud	Mavjud
Ovoz berish	Mavjud	Mavjud
Video opsiyalari	HD Video	Past, O'rta, Yuqori Aniqlik
Chat	Mavjud	Mavjud
Hujjatni yuklash	Mavjud emas	Mavjud
Ko'p foydalanuvchili doska	Mavjud emas	Mavjud
Qaydlarni ulashish	Mavjud emas	Mavjud
Qo'lni ko'tarish	Mavjud	Mavjud
Emojilar	Mavjud	Mavjud
Maxsus fonlar	Mavjud	Mavjud emas
Learning Analytics boshqaruv paneli	Mavjud emas	Mavjud
Har bir uchrashuv uchun telefon raqamlari	Mavjud	Mavjud
Ta'limni boshqarish tizimlari bilan integratsiyalashgan	Mavjud	<u>Mavjud – chuqur integratsiya</u>

Xususiyatlar jadvalini tahlil qiladigan bo'lsak hujjat yuklash, ko'p foydalanuvchili doska, ta'lim olish tahlili va qaydlarni ulashishda Bigbluebutton mavjud, lekin zoom plaginida bunday xususiyatlar mavjud emas. Video xususiyatida Bigbluebutton plagini 3 xil video turlarini taklif qilsa, zoom plagini bu tur faqat 1 ta topiladi. Shundan ko'rinib turibdiki, Bigbluebutton plagin Moodle platformasi uchun ko'p xususiyatli plagin bo'lib chiqdi. Har bir plaginni o'rganib chiqish natijasida quyidagicha natijalar olindi.

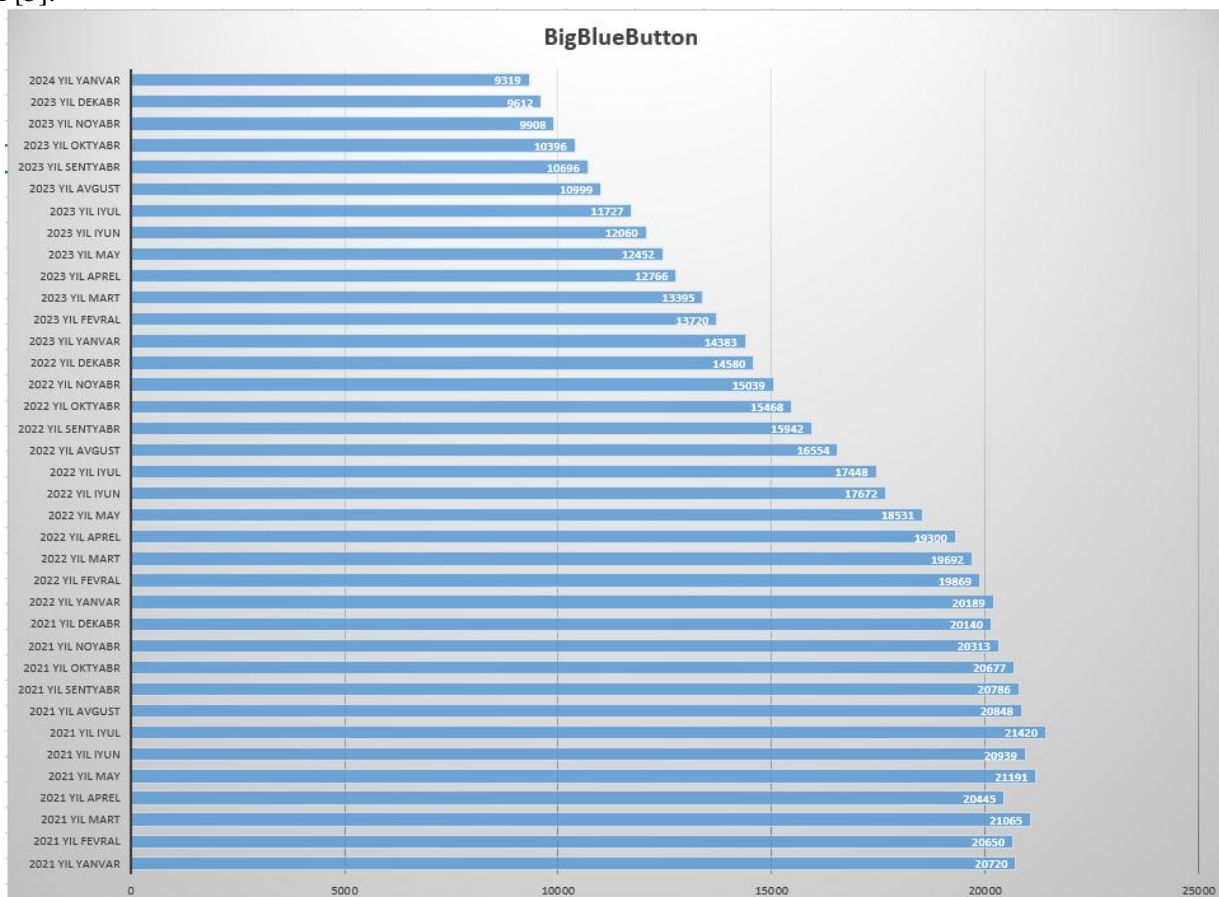
1. BigBlueButtonBN: Video konferentsiya va real vaqtda almashish xizmati. BigBlueButtonBN Moodle bilan uzluksiz integratsiyani taklif etadi, bu esa jonli video konferentsiyalarni o'tkazish imkonini beradi. Slaydlarni real vaqt rejimida almashish, chat va hatto virtual doska kabi funksiyalarga ega.

BigBlueButton masofaviy o‘rganishni yangi bosqichga olib chiqqan moodle tizimda chuqur integratsiya bo‘lgan plagin hisoblanadi.

Haqiqiy vaqtda ishtirok etish, jonli video va chat funksiyalari orqali faol ishtirokni rag‘batlantiradi.

Doskaning xususiyatlari esa real vaqt rejimida izohlash imkonini beradi, bu murakkab mavzularni tushuntirishni osonlashtiradi.

Moodle platformasida BigBlueButton plaginidan oxirgi 3 yilda foydalanish ko‘rsatkichlarini tahlil qilindi [5].

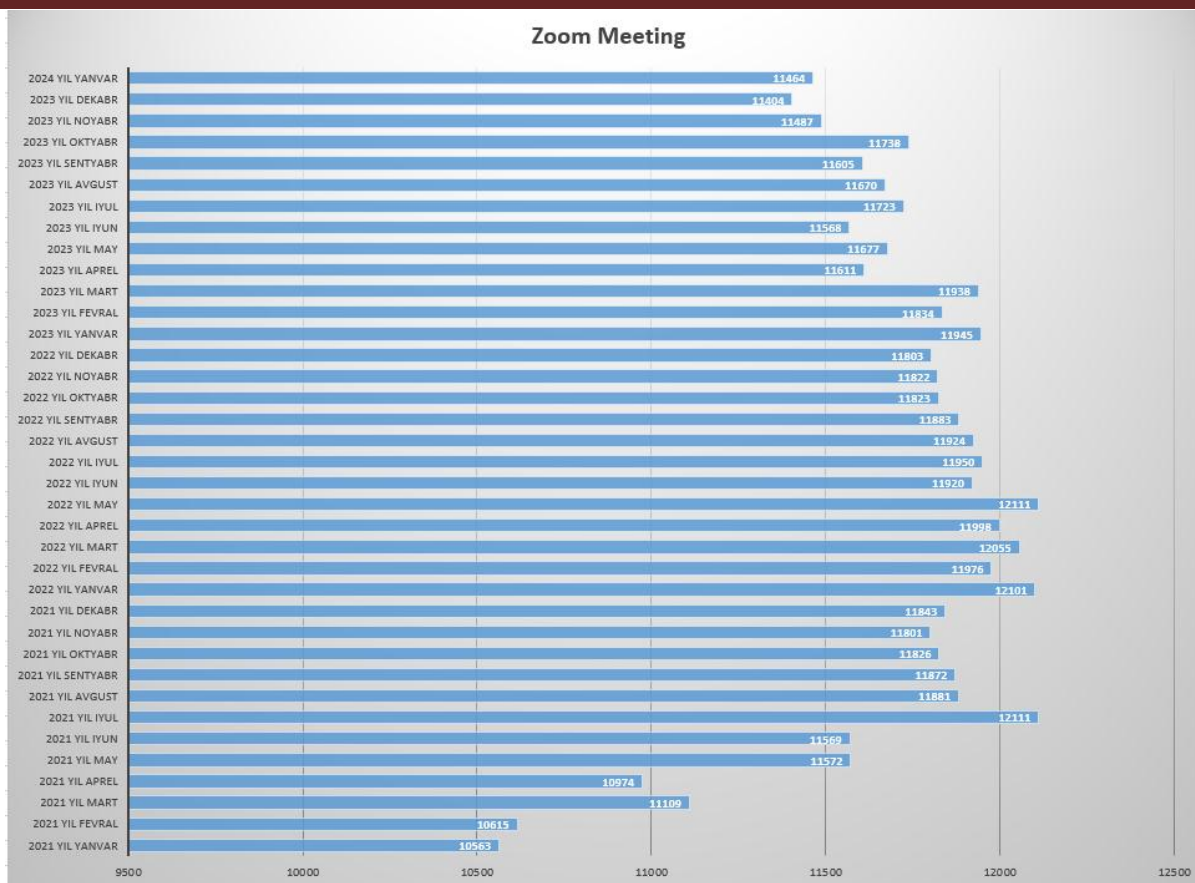


1-rasm. BigBlueButtondan foydalanish statistikasi [5] 2021-2024

BigBlueButton plaginidan foydalanish statistikasidan ko‘rinib turibdiki(1-rasm):

1. 2021-yil may, iyul oylarida yuqori o‘shish kuzatilgan
2. 2023-yil yanvar oyidan hozirgi 2024-yil yanvar oyigacha pasayish kuzatilgan.

2. **Zoom** - Moodle uchun eng tejamkor va funksiyalarga boy plaginlardan biridir. Bu ajoyib interfeys bilan tez va oson foydalanish imkonini beradi. Zoom yordamida siz bir vaqtning o‘zida ikki xil konfrensiyada bo‘lishingiz mumkin. Bu video konferentsiya orqali ko‘p odamlar bilan muhokama qilishdan oldin kichikroq guruhlarda muhokamalarni osonlashtiradi. Zoom Meeting plaginidan oxirgi 3 yilda foydalanish statistikasi[6]:

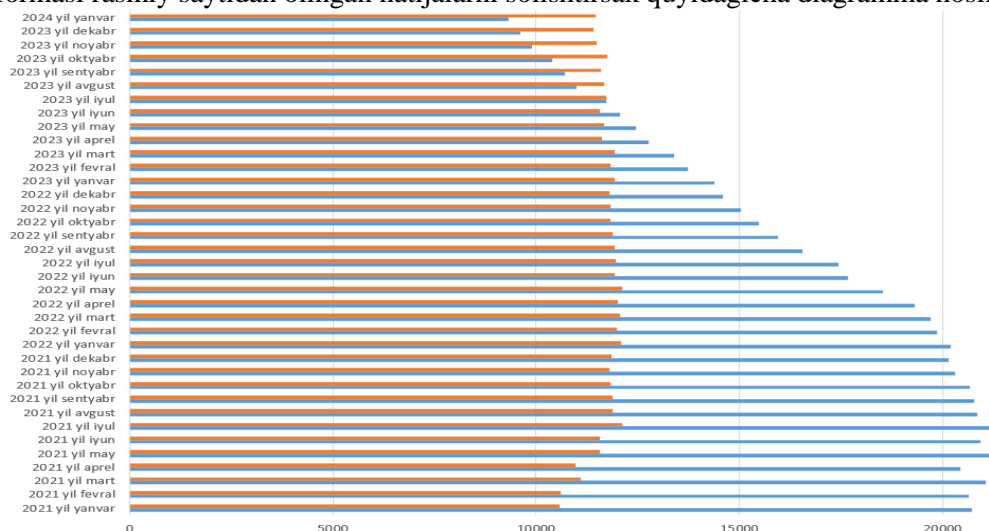


2-rasm. Zoom Meeting foydalanish statistikasi 2021-2024

Zoom plaginidan foydalanish statistikasidan[6] o'rganish natijasida(2-rasm):

1. 2021-yil iyul va 2022-yil may oylarida foydalanishda yuqori o'sish kuzatilgan.
2. 2021-yil yanvar oyida eng kam foydalanish ko'rsatkichi qayd etilgan.
3. 2023-yil oktabr oyidan 2024-yil yanvar oyigacha pasayish kuzatilgan.

Moodle platformasi rasmiy saytidan olingan natijalarni solishtirsak quyidagicha diagramma hosil bo'ladi.



3-rasm. Plagindan foydalanish qiyosiy statistikasi(Zoom va Bigbluebutton)

Qiyosiy statistikadan o'rganib chiqadigan bo'lsak, 2021-yildan 2023-yil iyul oyigacha Bigbluebutton plagini Zoom plaginidan ko'ra ko'proq foydalanilgan. 2023-yil iyul oyidan 2024-yil yanvar oyigacha zoom plagini yuqori foydalanish ko'rsatkichiga ega. Zoom va Bigbluebutton plaginlari tahlil qilishda moodle platformasi rasmiy saytidan foydalanildi.[7] Natijalar shuni ko'rsatadiki, zoom plagini moodle tizimi foydalanuvchilari o'rtasida mashhur va eng ko'p foydalanuvchiga ega. Bundan tashqari plaginni yuklab olish ko'rsatkichi Bigbluebuttondan ko'ra ko'proq hisoblanadi. Lekin shuni aytish kerakki, xususiyatlari va

integratsiya bo'lishi jihatidan Bigbluebutton foydaliroq bo'lib chiqdi. Zoom foydalanuvchilarga qulay interfeys va katta va kichik konfrensiyalar, Bigblubutton esa online ta'lim va virtual talim uchun xususiyatlar taklif qiladi. Bu plaginlarni o'rnatish esa moodle.org sayti orqali amalga oshiriladi[7]. Kerakli plagin yuklab olinadi va moodle tizimiga admin tomonidan plaginlar o'rnatish qismiga yuklanadi.

Xulosa. Zoom ham, BigBlueButton ham kuchli videokonferens aloqa platformalaridir, lekin ular turli ehtiyojlar va foydalanish holatlariga javob beradi. Zoom turli ssenariylar uchun mos keladigan turli xususiyatlarni taklif etadi, kichik jamoaviy uchrashuvlardan tortib keng ko'lamli konferentsiyalargacha xizmat qiladi. U mahsuldorlik vositalari bilan yaxshi integratsiyalashgan va foydalanuvchilarga qulay interfeysni ta'minlaydi. Boshqa tomondan, BigBlueButton onlayn ta'limga e'tibor qaratadi va virtual sinflar uchun maxsus mo'ljallangan xususiyatlarni taqdim etadi. U mashhur ta'limni boshqarish tizimlari bilan integratsiyalashgan va o'qituvchilar va o'quvchilarning ehtiyojlarini birinchi o'ringa qo'yadi. Zoom va BigBlueButton o'rtasida qaror qabul qilishda o'ziga xos talablaringizni, byudjetingizni, texnik tajribangizni va foydalanish holatlaringizning xususiyatini hisobga olishingiz kerak.

ADABIYOTLAR:

1 Parpiyev A., Maraximov A., Xamdamov R., Begimqulov U., Bekmuradov M., Toyloqov N. *Elektron universitet. Masofaviy ta'lim texnologiyalari O'zME davlat ilmiy nashriyoti.* –T.:2008,196b.

2. *Теория и практика дистанционного обучения: Учеб. пособие для студ. высш. пед. учебн. заведений / Е. С. Полат, М. Ю. Бухаркина, М. В. Моисеева; Под ред. Е. С. Полат // М.: Издательский центр "Академия", 2004. - 416 с.- стр. 17*

3. *The pedagogy of the Massive Open Online Course: the UK view. Siân Bayne and Jen Ross, the University of Edinburgh. The Higher Education Academy, 2013.*

4. *Буриев, К. С. Роль дистанционного обучения в современном образовании / К. С. Буриев. Текст: непосредственный // Образование и воспитание. —2016*

5. https://moodle.org/plugins/mod_bigbluebuttonbn

6. https://moodle.org/plugins/mod_zoom

7. <https://moodle.org/>



**"SCIENTIFIC REPORTS
OF BUKHARA STATE
UNIVERSITY"**

The journal was composed
in the Editorial and
Publishing Department of
Bukhara State University.

Editorial address:

Bukhara, 200117
Bukhara State University, main
building, 2nd floor, room 219.
Editorial and Publishing
Department.
[https://buxdu.uz/32-buxoro-
davlat-universiteti-ilmiy-
axboroti/131/131-buxoro-davlat-
universiteti-ilmiy-axboroti/](https://buxdu.uz/32-buxoro-davlat-universiteti-ilmiy-axboroti/131/131-buxoro-davlat-universiteti-ilmiy-axboroti/)
e-mail:
nashriyot_buxdu@buxdu.uz

Printing was permitted
29.04.2024 y. Paper format
60x84,1/8. Printed in express
printing method. Conditional
printing plate – 35,30.
Circulation 70. Order № 30.
Price is negotiable.
Published in the printing house
"BUKHARAHAMD PRINT" LLC
Address: Bukhara,
K.Murtazayev street, 344