

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI
YOSH OLIMLAR KENGASHI

YOSH OLIMLAR
AXBOROTNOMASI

1(4)2026
ILMIY JURNAL



S.S.Gulyamov

Yosh olimlar Axborotnomasining
bosh muharriri, yuridik fanlari doktori, professor

H.X.Matniyazova

Yosh olimlar Axborotnomasi bosh muharrir o'rinbosari,
biologiya fanlari doktori, professor
O'zR FA Yosh olimlar kengashi raisi

G.H.Tillayeva

Yosh olimlar Axborotnomasining
mas'ul kotibi, falsafa fanlari nomzodi, dotsent

Tahrir hay'ati:

Sh.A.Ayupov – fizika-matematika fanlari doktori, akademik; **S.Z.Mirzayev** – fizika-matematika fanlari doktori, professor; **O'.A.Roziqov** – fizika-matematika fanlari doktori, akademik; **Sh.Sh.Sagdullayev** – texnika fanlari doktori, akademik; **B.T.Ibragimov** – kimyo fanlari doktori, akademik; **A.S.To'rayev** – kimyo fanlari doktori, akademik; **S.Sh.Rashidova** – kimyo fanlari doktori, akademik; **K.Sh.Tojiboyev** – biologiya fanlari doktori, akademik; **Sh.U.Turdikulova** – biologiya fanlari doktori, professor; **H.X.Matniyazova** – biologiya fanlari doktori, professor; **S.S.Gulyamov** – iqtisod fanlari doktori, akademik; **Q.X.Abduraxmonov** – iqtisod fanlari doktori, akademik; **A.Sh.Bekmurodov** – iqtisod fanlari doktori, professor; **G'.A.Baxadirov** – texnika fanlari doktori, professor; **I.I.Sadikov** – texnika fanlari doktori, professor; **A.A.Rizaev** – texnika fanlari doktori, professor; **I.R.Rustambekov** – yuridik fanlar doktori, professor; **A.N.Yakubov** – yuridik fanlari doktori; **S.S.Bozarov** – yuridik fanlari doktori; **B.A.Abduxalimov** – tarix fanlari doktori, professor; **M.R.Raximov** – tarix fanlari doktori, professor; **O.Ostonov** – tarix fanlari doktori, professor; **M.M.Qaxxarova** – falsafa fanlari doktori, professor; **N.H.Hakimov** – falsafa fanlari doktori, professor; **B.O.Turayev** – falsafa fanlari doktori, professor.

MUASSIS:

O'zbekiston Respublikasi Fanlar
akademiyasi.
Jurnal O'zbekiston Matbuot va axborot
Agentligi tomonidan
24.02.2011 yilda ro'yxatga olingan va
26.03.2018 yilda qayta ro'yxatdan o'tkazilgan.
Guvohnoma raqami № 0598

Tahririyat manzili:

100047, Toshkent,
Yahyo G'ulomov ko'chasi, 70.
Tel.: (8-371) 233-50-33
Mob.: (99893) 594-14-02

Elektron pochta manzillari:

smu_us@mail.ru,
Telegramm: <https://t.me/+5rSoY8gMfBNIDRI>
We6: <http://www.yok.academy.uz>
<http://www.facebook.com/smu.an.ru/uzbekistan>

Yosh olimlar Axborotnomasi O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining 2023-yil 31-oktabrdagi №345/10-sonli, 2023-yil 30-noyabrdagi №346/5-sonli va 2024-yil 2-avgustdagi №359/5-sonli rayosat qarorlariga ko'ra fizika-matematika, kimyo, biologiya, yuridik, san'atshunoslik, tarix, siyosiy va falsafa fanlari bo'yicha dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatida mavjud.

Mualliflik huquqi O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Yosh olimlar kengashiga tegishli. Barcha huquqlar himoyalangan. Axborotnoma materiallaridan foydalanish, tarqatish va ko'paytirish O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Yosh olimlar kengashi ruxsati bilan amalga oshiriladi.

© O'zR FA Yosh olimlar Axborotnomasi tahririyati,
© 2026 yil. №1.

ISSN 2181-5186

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI FANLAR AKADEMIYASI YOSH OLIMLAR KENGASHI «Yosh olimlar axborotnomasi» «Вестник молодых ученых» «The bulletin of young scientists»	*Ustozlar maktabi * Школа наставников * School of mentors*		
	1.	G.H.Tillayeva. O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan fan arbobi, Beruniy nomidagi davlat mukofoti sovrindori, falsafa fanlari doktori, professor Omonulla Fayzullayevning 105 yilligiga: Omonulla Fayzullayev professionalizmi	3-6
HAMKORLIK: O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Birlashgan kasaba uyushma qo'mitasi 100047, Toshkent, Yahyo G'ulomov ko'chasi, 70. Tel.: (8-371) 233-67-93 (8-371) 233-42-24 Elektron pochta manzillari: kasaba@academy.uz «Gulyamov, Sadikov and Partners» advokatlik firmasi 100072. O'zbekiston Respublikasi. Toshkent sh., Bobur ko'ch., 54. Tel.: (+99871) 254-88-48, Faks: (+99871) 254-88-48. http://www.legality.uz Maqolalar o'zbek, rus, ingliz tillarida chop etiladi. Muharrir: S.S.Gulyamov Tarjimon: L.Sh.Caidova Elektron sahifalash operatori: N.Tilovov Bichimi 60x84 ¹ / ₁₆ G' ₁₆ . Rizograf bosma usuli. Times garnituras. Shartli bosma tabog'i: 10.Adadi: 300. Buyurtma: 16. O'zR FA Axborot texnologiyalarini rivojlantirish markazi (DUK) bosmaxonasida chop etilgan. Jurnalga 2011 yilda asos solingan Har uch oyda bir marta nashr etiladi 1(4)2026	*Fizika-matematika va texnika fanlari * Физико-математические и технические науки *Physical, mathematical and technical sciences*		
	2.	X.A.Axmedov, L.R.Dalibekov. Linter mashinasi ishchi kamerasidagi xomashyo valigini nazorat qiluvchi qurilma yuzasida xomashyo harakatining nazariy tadqiqi	8-14
	3.	A.B.Жиянов. Методы районирования бортов карьеров по взрываемости пород	15-18
	4.	X.A.Исламов, Б.Г.Алимов, Э.Ш.Юлдашев. Экспериментальное исследование затухания и динамического отклика грунта в ближней зоне взрывов, выполненных в шурфах	19-26
	5.	M.N.Saloxiddinova. Tola yo'qolishini kamaytirish maqsadida separator konstruksiyasini takomillashtirish	27-34
	6.	L.O.Najiev, I.I.Sadikov, A.M.Abdukayumov, A.Z.Rihsiev. «[^{99m} Tc]-makroagregat albumin» radiofarmatsevtik preparatidagi albuminni miqdoriy aniqlash uslubini ishlab chiqish va validatsiya qilish	35-42
	7.	Ж.З.Шерматов, М.А.Каримов, О.Т.Ражамаев, В.В.Окунев, М.А.Лазарев, К.В.Хрулев. Разработка катализаторов на основе оксидов кобальта и железа для генерации водорода полученных на солнечной печи в Паркенте	43-51
	8.	С.Л.Шовдирова, Б.И.Курбанов. Элементный анализ по короткоживущим изомерам метастабильных ядер, возбужденных под воздействием тормозного излучения	52-56
	9.	Ф.Х.Эргашев, С.В.Артемов, О.Р.Тожибоев, И.Я.Сон, С.Б.Ибрамов. Моделирование эксперимента по измерению реакции ¹⁹ F(¹⁰ B, ⁹ Be) ²⁰ Ne на циклотроне тяжёлых ионов C200-P	57-66
	10.	E.Yadigorov, A.Rahmatov, J.Bozorov, M.Qodirov, A.Qodirboyev. “Grunt-inshoot” tizimining seysmik tebranish xususiyatlarini tahlil qilish (qoziq poydevorli binolarda)	67-72
	*Tabiiy fanlar * Естественные науки * Natural sciences*		
	11.	M.H.Karimova, T.B.Jo'rayev. Dsaek jarrohligida endotelial graft kiritish usullarining shox parda morfofunktsional holatiga ta'siri	74-78
	12.	Sh.K.Samandarov, R.R.Maxkamov. Karboksimetilkraexmal va sfm asosida olingan tizimlarning burg'ulovchi reagent sifatidagi samaradorligini o'rganish	79-84
	13.	J.A.Xabibullayev. Oksidlangan selluloza va kollagen asosidagi kompozitsiyalarning morfologik xususiyatlari	85-89
	14.	D.K.Xodjaxanova, S.A.Djamalova. Reaktiv artritda ko'zning old segmenti zararlanishlari: klinik kuzatuv tadqiqoti	90-93
	15.	А.Ф.Юсупов, К.Г.Базарбаева. Клиническая эффективность ультрафиолетового кроссликинга при пеллюцидной маргинальной дистрофии роговицы	94-98
	*Ijtimoiy-gumanitar fanlar * Социально-гуманитарные науки* *Social and humanitarian sciences*		
	16.	O.M.Жумаев. Социальная защита в Узбекистане: философский анализ и решения	100-107
	17.	Б.К.Маликов. Формирование политики занятости молодёжи: теоретические подходы и опыт Узбекистана	108-114
	18.	A.A.Muhammadjonov. Prokuratura institutini vujudga kelish tarixi va uning huquqiy tabiati	115-120
	19.	F.R.Norboyeva. Sun'iy intellekt texnologiyalari asosida kattalar ta'limida individual o'quv trajektoriyalarini loyihalash	121-125
	20.	O.A.Ostonov. Amir Temur davrida qishloq xo'jaligi va agrar munosabatlarning O'rta asr va zamonaviy manbalarda o'rganilishi	126-135
	21.	Г.Х.Тиллаева. Внедрение акметехнологии в образовании как один из способов успешной работы с гармонично-развитой молодежью	136-140

**O'ZBEKISTONDA XIZMAT KO'RSATGAN FAN ARBOBI, BERUNIY NOMIDAGI
DAVLAT MUKOFOTI SOVRINDORI, FALSAFA FANLARI DOKTORI, PROFESSOR
OMONULLA FAYZULLAYEVNING 105 YILLIGIGA**

OMONULLA FAYZULLAYEV PROFESSIONALIZMI

Insoniyat olami o'zining yechilmagan jumboq va mo'jizalari bilan tabiatning ajoyib gultoiji sifatida boshqa jonli mavjudotlardan o'z tafakkuri va aqli bilan ajralib turadi. Shu bois ham, insoniyat taraqqiyotining bosqichma-bosqich rivojlanishiga nazar tashlasak, har bir bosqichda o'ziga xos yangi-yangi cho'qqilar, muvaffaqiyatlar va komillik sari intilishini kuzatishimiz mumkin.

Inson shaxsining yetuk, mukammal, malakali mutaxassis sifatida shakllanishi, uning «akme» cho'qqilarga erishishi barobarida ijtimoiy muhit hamda irsiy sabablar ta'sirida tubanlikka yo'l tutishi ham mumkinligi haqidagi g'oyalar Sharq ma'naviy merosi va Markaziy Osiyo mutafakkirlarining asarlarida tahlil etilgan. Ularning axloqiy kamolot va mukammallik haqidagi g'oyalari Arab xalifaligi davrida ilm-fan, madaniyat, san'at, adabiyot, falsafiy, diniy fikrlar taraqqiyoti insoniyat tafakkur xazinasiga qo'shilgan katta hissa bo'lib, asrlar mobaynida avlodlarimiz o'zining sermazmunligi, insonparvarligi bilan hayratga solib, dunyo tan olgan, ilmning mukammal cho'qqisini egallagan. al-Xorazmiy, Imom al-Buxoriy, Ahmad al-Farg'oniy, Abu Rayhon Beruniy, Abu Ali ibn Sino, Amir Temur, Alisher Navoiy kabi allomalarni yetishtirib berdi.

Shunisi diqqatga sazovorki, tarixda yashab o'tgan ajdodlarimiz bir vaqtning o'zida bir necha fan, falsafa, matematika, arxitektura, falakiyot, kimyo, tibbiyot, geografiya, geodeziya kabi ko'plab sohalarida mukammallikka erishganlar. Ayniqsa, ilm-fan ahli o'rtasida ulug' insonlar – darg'alar yetishib chiqdi. Yevropada Avitsenna nomini olgan, ta-

bobat ilmining donishmandi - Abu Ali ibn Sino, falak mulkining sultoni – Abu Rayhon Beruriy, mullimi soniy – Abu Nasr Farobiy, she'riyat mulkining sultoni – Alisher Navoiy kabi ko'plab allomalarning asarlaridan dunyo ilm ahli hanuzgacha bahramand bo'lib kelmoqda.

Bugungi kunga kelib, fan va texnologiyalar rivojlanish cho'qqisiga chiqqan bir vaqtda «barkamol avlod», «darg'a», «ak-



Omonulla Fayzullayev
*Falsafa fanlari doktori, professor, O'zbekistonda
xizmat ko'rsatgan fan arbobi, Beruniy nomidagi
O'zbekiston davlat mukofoti sovrindori*

meshaxs» kabi yangi-yangi tushunchalar ilmiy muomalaga kirib kelmoqda. Buning asosiy sababi – insonning intellektual qobiliyati zamon va makon bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, fan va texnologiyalar rivojiga qarab mukammallashib boradi, va nihoyat o‘z «akme»siga erishadi. Bugungi keskin o‘zgarishlar va raqobatli davrning ham o‘z allomalari, professional shaxslarining mavjudligi fikrimizning isbotidir.

Ana shunday o‘z «akme»siga erishgan insonlardan biri – Omonulla Fayzullayevdir. Albatta, ilmlarning yuzaga kelishi va ular asosida dunyo tan olgan allomalarning yetishib chiqishi – davr ijtimoiy muhiti va ta’lim tarbiya jarayoni bilan bog‘liqdir. Zamonlar o‘tishi bilan muhit va ijtimoiy munosabatlarda ham o‘zgarishlar sodir bo‘lishi mumkin. Ammo ilmiy bilish hodisasi, ilmga chanqoqlik barcha davrlarda birdek o‘z qadrini yo‘qotmaydi.

Falsafa fanlari doktori, professor, O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan fan arbobi, Beruniy nomidagi O‘zbekiston davlat mukofoti sovrindori Omonulla Fayzullayevich Fayzullayev falsafa olamida o‘zining munosib o‘rniga ega bo‘lgan ko‘p qirrali olim. U 1921 yil 5 aprelda Toshkentda tug‘ildi. 1937 yil sentabrdan 1942 y. fevraligacha O‘rta Osiyo davlat universitetining (hozir Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston milliy universiteti) fizika-matematika fakulteti talabasi, so‘ng armiyaga xizmatga safarbar qilingan. 1942 yil fevralidan to 1945 yil sentabrigacha Ikkinchi jahon urushi ishtirokchisi bo‘lgan va ushbu urush nogironidir. Urush sababli vaqtincha to‘xtatilgan o‘qishini 1949 yilda tugatdi. U hayoti davomida 500 dan ortiq monografiya, ilmiy maqolalar va ilmiy-badiiy asarlar nashr etdi.

O.F.Fayzullayevning «**Aylanayotgan Yerda qo‘sh tebrangich harakatining differensial tenglamalari**» mavzuidagi diplom ishi o‘z tarkibiga analitik dinamika, osmon mexanikasi, geliotsentrizm, kosmogoniya va tabiat falsafasining bir qator asosiy masalalarini qamrab

jarilgan. Bu ilmiy ish 55 yildan keyin O‘zRFA «**Mexanika muammolari**» jurnalining 2004 yil 2-sonida chop etildi.

1963 yil O.F.Fayzullayev akademik I.M.Mo‘minov ilmiy rahbarligida «**Materiyaning o‘z-o‘zidan harakatidagi eng oddiy ko‘rinishlari haqida**» ("O‘ prosteyshix proyavleniyax samodvijeniya materii") mavzuida nomzodlik dissertatsiyasini himoya qildi, 1973 yili esa doktorlik dissertatsiyasini "**O‘rta Osiyo fani tarixida dialektik ziddiyat muammosiga doir**" ("K probleme dialekticheskogo protivorechiya v istorii nauki Sredney Azii") mavzuida himoya qildi. U 1964 y. dotsent, 1977 yil professor ilmiy unvonlariga sazovor bo‘ldi.

Sinergetik akmeologiya nuqtai nazaridan u quyidagi jihatlar bilan ajralib turadi:

- Yuksak intellektual rivojlanish falsafa fanlari doktori professor sifatida ilmiy maktab yaratgan
- Ilmiy va ijtimoiy faollik falsafa sohasida katta hissa qo‘shgan yosh kadrlarni tayyorlashga xizmat qilgan
- O‘z-o‘zini tashkil etish qobiliyati ilmiy faoliyatni tizimli tashkil etgan shaxsiy va kasbiy o‘shishni uyg‘unlashtirgan
- Inqirozlar orqali rivojlanish hayotdagi qiyinchiliklarni yengib o‘tib yangi bosqichlarga ko‘tarilgan
- Jamiyatga ta’sir ilmiy merosi orqali jamiyat taraqqiyotiga ta’sir ko‘rsatgan.

U yoshlarda, ayniqsa maktab yoshidan ilmiy dunyoqarashni shakllantirishga aloxida e’tibor qaratadilar. U 1939-1941 yillari Toshkentning Ko‘kcha mahallasida fan asoslari bo‘yicha to‘garak tashkil qilgan. Bu to‘garakning bir qator ishtirokchilari keyin taniqli olim va yozuvchilar bo‘lib yetishdi (misol uchun, professorlar - V.Majidov, J.Fayzullayev, N.Ahmedov, yozuvchilar - Najibulla Habibullayev, Rustam Komilov, Malik Ibrohimov va boshqalar). Xuddi shunday

O.Fayzullayev shogirdlariga Abu Lays Samarqandiyning "**Besh tangalik xizmatkor**" degan hikoyasini bayon qilib, ularni hushyorlik va ziyraklikka chaqirgan. Mazkur hikoyada ko‘p yillar faqat "iirochilik" bilan halol xizmat qilgan xizmatkorga vangi kelgan. vazifasiga iiodiv

olgan edi. Ushbu ish taniqli matematik-mexanik, akademik I.Sarjanix rahbarligida ba-

to‘garakni u 1960-1970 yillari ham astronomiya sohasida tuzgan: fizika-matematika fanlari

doktori M.Zokirov, fizika-matematika fanlari nomzodi A.Umarov va boshqalar ushbu fanga bo'lgan birinchi qiziqishini shu mahalla ilmiy to'garagida shakllantirganlar.

Omonulla Fayzullayev shogirdlarga masalaga farosat bilan yondashish talab qilinar va «**5 tangalik xizmatkor**» holatiga tushib qolmaslikni uqtirilib, har qanday masalaga bir yoqlama emas, har tomonlama, kompleks yondashishga undalardi. Olim yangiliklardan doimo xabardor bo'lishi, o'z sohasining eng so'nggi yangiliklarini tahlil eta bilishi, siyosatbozlik va xushomadgo'ylikdan saqlanishi lozim deb hisoblanardi. O.Fayzullayev barcha falsafa fani bo'yicha tadqiqot olib boruvchi shogirdlariga jahondagi falsafaga oid eng nufuzli jurnallarning so'nggi 10 yil ichida chiqqan sonlaridagi o'zi o'rganayotgan ilmiy muammoga oid maqolalarni konspekt qilib chiqishni talab qilgan. Bu talab olimning voyaga



**Omonulla Fayzullayev
shogirdlari va kasbdoshlari bilan**

yetishida muhim omil bo'lib xizmat qilar edi.

O.F.Fayzullayev yosh ilmiy kadrlar tayyorlash va tarbiyalashga katta z'tibor qaratadi. Uning rahbarligida 11 doktorlik va 12 nomzodlik dissertatsiyasi ximoya qilingan. *U O'rta Osiyo fani tarixi materiallari asosida hozirgi zamon tabiatshunosligining taraqqiyot muammolarini tadqiq qilayotgan tabiatshunoslik falsafasi ilmiy maktabini yaratdi.* Uning nazariy mexanika bo'yicha ma'ruzalar kursini (B.S.Yo'ldoshev, Q.G'.G'ulomov, A.D.Glushenko va boshqalar) hamda falsafa bo'yicha kurslarini (T.Shirinkulov, T.Bo'riyev, N.To'rayev,

Sh.Farmonov, S.Iskandarov va boshqalar) tinglagan talaba va aspirantlarning ko'plari keyinchalik taniqli olimlar, jamoat arboblari va fan tashkilotchilari bo'lib yetishdi.

Omonulla Fayzullayev o'z shogirdlariga olimning nafsdan, maqtanishdan, tadqiqotga yuzaki yondashishdan, ilmni xor qilishdan saqlanishlari lozimligini o'rgatib kelganlar. U halollikni, pokizalikni, to'g'ri so'zlikni, samimiylilikni, jur'atlilikni qat'iy himoya qiluvchi olim bo'lgan. O.Fayzullayev shogirdlarining yozgan maqolalarini sinchiklab tekshirar, ba'zi ilmiy muammolarni yechish bo'yicha qayta-qayta topshiriqlar berar, maqola to meyoriga yetmagunicha kamchiliklarini tuzatib chiqishni qayta-qayta talab qilar edilar.

Omonulla Fayzullayev ilmiy muhitda axloqiy pokizalikni, o'zaro hamjihatlikni, olimlarning bir-biriga samimiyligini saqlashga intilar, shogirdlaridan turli xil g'iybat va mojarolarga aralashmaslikni talab qilardi. Faylasuf shogirdlariga ilmiy haqiqatlarni himoya qilishda, asoslab berishda sobitqadamlikka, mantiqiy izchillikka rioya qilishga da'vat etardi. U ilmiy muhitdagi «mahalliychilik» illatidan jirkanardi, olimlarni qaysi joydan kelganligiga emas, ilmiy salohiyatiga qarab qadrlardi. Ustozlarning hurmatini yuksakka ko'tarar va barcha ustozlari haqida samimiy hurmat bilan maqolalar yozgan.

Omonulla Fayzullayevning yana bir prinsipi kitobga hurmat. Olimning asosiy axborot manbasi kitoblar ekan, ularni qadrlay olish, kitobni yirtmaslik, kitobga chizmaslik, olingan kitobni egasiga o'z vaqtida qaytarib berish. Fayzullayev O'zbekistondagi va jahondagi ko'plab kutubxonalarda bo'lgan va bu kutubxonalardan qimmatli ma'lumotlarni to'plab, qiziqarli maqolalar yozgan.

Omonulla Fayzullayevning ibratli axloqiy talablaridan yana biri bu ilmiy tadqiqotlarga chuqur professionalizm nuqtai nazaridan turib, mas'uliyat bilan yondashish. Bunday yondashuvda boshqa olimlarning fikrlariga va maqolani o'quvchilarga hurmat bilan yondashish. O.Fayzullayev bo'lar-bo'lmas, yengil-yelpi, sayoz mazmunli maqolalar bilan o'quvchining vaqtini olmaslik lozim, deb hisoblardi. B.R.Karimov va

B.O.To‘rayevlar tomonidan yozilgan “Oqilona qadriyat mo‘ljallari” nomli ijtimoiy masalaga qaratilgan broshyurani yozishimizda, bu kitobdagi xulosalarni qayta-qayta sinchiklab tekshirib chiqinglar, toki o‘quvchilar sizning fikringizni chala tushunib norozi bo‘lmasin, degan edilar.

O.Fayzullayevning shogirdlaridan M.N.Abdullayeva, E.I.Ahmedov, R.M.Imomaliyeva, I.S.Xoshimova, Sh.Jo‘rayev, D.K.Nabiyeva, G.X.Rasuleva, M.Ismailov, B.O.Turayev, B.R.Karimov, S.Karimov, F.Musayev va boshqalar axloqiy muammolarga oid izlanishlar ham olib borishgan, lekin o‘zlarini bunday sohaning professionallari deb hisoblashmaganligi uchun ham ularning qiziqarli maqolalari e‘tibordan chetda qolgan. Masalan, I.Xoshimova va M.Ismoilovlar ekologik ahloq tushunchasini fanga kiritishga urinishgan. M.Abdullayeva milliy g‘oyaning ahloqiy mohiyati haqida, O.Fayzullayev falsafiy

madaniyat haqida, B.Karimov millatlar aro munosabatlarning axloqiy jihatlari, B.Turayev milliy nigilizmning axloqiy degradatsiyaga olib borishi haqidagi g‘oyalarni ilgari surishgan.

Xulosa shuki, falsafa fanlari doktori, professor, O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan fan arbobi, Beruniy nomidagi O‘zbekiston davlat mukofoti sovrindori O.F.Fayzullayev butun umrining asosiy qismini O‘zRFA I.M.Mo‘minov nomidagi ilmiy-tekshirish institutida ilm va bilimning xilma-xil yo‘nalishlarini o‘rganish va tadqiq qilishga bag‘ishlab, fan va xalq xo‘jaligining turli sohalari bo‘yicha ko‘pdan-ko‘p iqtidorli kadrlarni tarbiyaladi. Ular hozirgi kunda fan olamida taniqli olimlar bo‘lib yetishdi.

Tom ma’noda yetuk faylasuf olim, «akme»shaxs Omonulla Fayzullayev yosh tadqiqotchilar va ularning izdoshlari yodidan aslo o‘chmaydi.



Gulsanam Tillayeva
falsafa fanlari nomzodi,
Toshkent davlat agrar universiteti
«Ijtimoiy-gumanitar fanlar»
kafedrasi dotsenti.



FIZIKA-MATEMATIKA VA TEXNIKA FANLARI

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

PHYSICAL, MATHEMATICAL AND TECHNICAL SCIENCES

UDK 621.01

LINTER MASHINASI ISHCHI KAMERASIDAGI XOMASHYO VALIGINI NAZORAT QILUVCHI QURILMA YUZASIDA XOMASHYO HARAKATINING NAZARIY TADQIQI

X.A.Axmedov, L.R.Dalibekov *

hamidullaakhmedov@gmail.com, orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0491-6644>

Annotatsiya. Maqolada linter mashinasi ishchi kamerasida xomashyo valigini nazorat qiluvchi maxsus qurilma yuzasida xomashyo harakatining nazariy tadqiqi keltirilgan. Tadqiqot davomida nazorat qurilmasining geometrik parametrlari va xomashyo harakati orasidagi bog'liqlik matematik modellashtirish yordamida tahlil qilingan. Qurilma ishchi kamera fartugiga o'rnatilgan bo'lib, uning yuzasida xomashyoning nisbiy harakati va massaning taqsimlanishi o'rganilgan. Nazariy hisoblashlar asosida optimal konstruktiv parametrlar va ish rejimlari aniqlangan. Olingan natijalar linter mashinalarining samaradorligini oshirish va xomashyo yo'qotishlarini kamaytirish uchun amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga asos bo'ldi. Tadqiqot natijalaridan linter mashinalarini modernizatsiya qilish va yangi avlod uskunalarini loyihalashda foydalanish mumkin.

Kalit so'zlar: linter mashinasi, ishchi kamera, xomashyo valigi, nazorat qurilmasi, xomashyo harakati, matematik model, ishchi fartuk, konstruktiv parametrlar, optimallashtirish, to'qimachilik sanoati.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ СЫРЬЯ ПОВЕРХНОСТИ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ВАЛИКА СЫРЬЯ В РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ ЛИНТЕРНОЙ МАШИНЫ

Аннотация. В статье представлено теоретическое исследование движения сырья на поверхности специального устройства, контролирующего сырьевой валик в рабочей камере лентерной машины. В ходе исследования с помощью математического моделирования была проанализирована взаимосвязь между геометрическими параметрами контрольного устройства и движением сырья. Установка установлена на фартуке рабочей камеры, на поверхности которой изучено относительное движение сырья и распределение массы. На основе теоретических расчетов определены оптимальные конструктивные параметры и режимы работы. Полученные результаты послужили основой для разработки практических рекомендаций по повышению эффективности лентерных машин и снижению потерь сырья. Результаты исследования могут быть использованы при модернизации лентерных машин и проектировании оборудования нового поколения.

Ключевые слова: лентерная машина, рабочая камера, сырьевой валик, контрольное устройство, движение сырья, математическая модель, рабочий фартук, конструктивные параметры, оптимизация, качество.

* Axmedov Xamidulla Abduxoshimovich – O'zR FA M.T.O'rozboev nomidagi Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti yetakchi ilmiy xodimi, Dalibekov Lochinbek Rustambekovich – Farg'ona davlat texnika universiteti, "Telekommunikatsiya muhandisligi" kafedrasi, katta o'qituvchisi.

THEORETICAL STUDY OF THE MOVEMENT OF RAW MATERIALS ON THE SURFACE OF THE DEVICE CONTROLLING RAW MATERIAL WALLOW IN THE WORKING CELL OF THE LINTER MACHINE

Annotation: The article presents a theoretical study of the movement of raw materials on the surface of a special device that controls the raw material roll in the working chamber of a linter machine. During the study, the relationship between the geometric parameters of the control device and the movement of raw materials was analyzed using mathematical modeling. The device is mounted on the apron of the working chamber, on the surface of which the relative movement of raw materials and the distribution of mass are studied. Based on theoretical calculations, optimal design parameters and operating modes were determined. The obtained results served as the basis for the development of practical recommendations for increasing the efficiency of linter machines and reducing raw material losses. The research results can be used in the modernization of linter machines and the design of new generation equipment.

Keywords: linter machine, working chamber, raw material roller, control device, raw material movement, mathematical model, working apron, design parameters, optimization, weave.

Kirish. Zamonaviy to'qimachilik sanoatida xomashyo tayyorlash jarayonlarining sifati va samaradorligi yakuniy mahsulot sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Linter mashinasi paxta chigitidan qisqa tolalarni (linterni) ajratib olishda muhim rol o'ynaydi. Ushbu jarayonda xomashyo valigini to'g'ri nazorat qilish va taqsimlash ishlab chiqarish samaradorligini oshirish hamda xomashyo yo'qotishlarini kamaytirish uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega hisoblanadi.

Linter mashinasi ishchi kamerasidagi xomashyo valigini nazorat qilish muammosi ko'p yillar davomida tadqiqotchilar va ishlab chiqaruvchilar e'tiborida bo'lib kelgan. Klassik konstruksiyalarda xomashyo valigining notekis taqsimlanishi, mahalliy to'planishlar va ishchi kameradan chiqib ketish holatlari kuzatiladi. Bu esa mashina samaradorligining pasayishi, energiya sarfining ortishi va xomashyo yo'qotishlarining ko'payishiga olib keladi.

Linter mashinalarining rivojlanishi va takomillashtirilishi bo'yicha ko'plab tadqiqotlar amalga oshirilgan. A.N. Solovyev va hamkasblari [1] linter ishlab chiqarish jarayonining asosiy texnologik parametrlarini o'rganib, ishchi kameraning geometrik parametrlari va xomashyo harakati orasidagi bog'liqlikni tahlil qilganlar. Ularning tadqiqotlari linter mashinalarining samaradorligini

oshirishda ishchi kameraning to'g'ri loyihalash muhimligini ko'rsatdi.

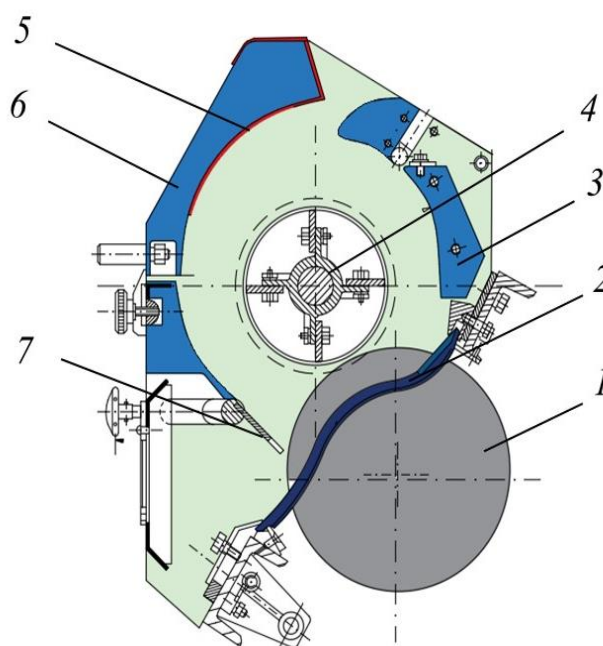
V.P. Sevastyanov va I.A. Kostyukov [2] paxta tolasi ishlov berish mashinalarida xomashyo harakatining mexanikasini keng ko'lamda o'rganishgan. Ular tomonidan ishlab chiqilgan matematik modellar havo oqimi ta'sirida xomashyo zarrachalarining harakatini tavsiflash imkonini beradi. Tadqiqotlar natijasida ishchi kameraning optimal shakli va o'lchamlari to'g'risida tavsiyalar berilgan.

M.Kh. Matismailov va boshqalar [3] linter mashinasi ishchi kamerasida xomashyo valigini tekis taqsimlash muammosiga bag'ishlangan tadqiqotlar olib borgan. Ular ishchi fartukka qo'shimcha konstruktiv elementlar o'rnatish orqali xomashyo oqimini boshqarish mumkinligini ko'rsatdilar. Biroq, bu tadqiqotlar asosan eksperimental yo'nalishda bo'lib, nazariy asoslash to'liq amalga oshirilmagan.

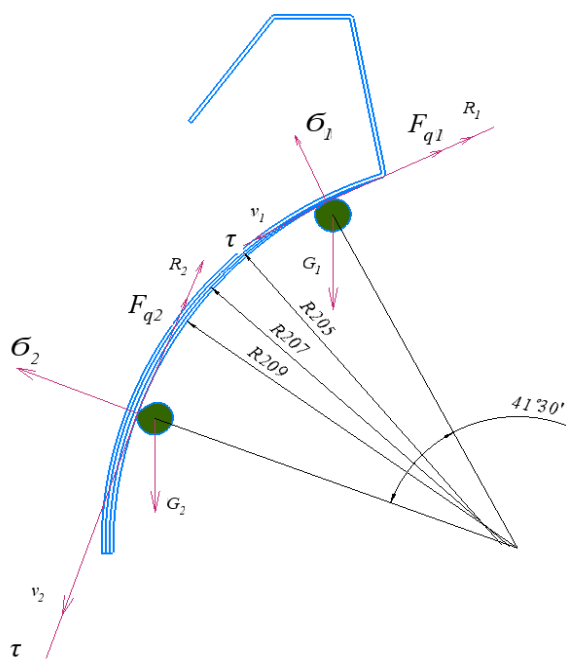
Xorijiy tadqiqotchilar, jumladan J.D. Bargerov va K.R. Ramey [4, 5] paxta gin mashinalarida tolaning harakati va ajratilishi jarayonlarini chuqur o'rganganlar. Ularning ishlari xomashyo va ishchi organlar o'rtasidagi o'zaro ta'sirni modellashtirish metodologiyasini rivojlantirishga katta hissa qo'shgan. Shuningdek, kompyuter simulatsiyasidan foydalanib, turli konstruktiv variantlarning samaradorligini baholash imkoniyati yaratilgan.

G.F. Krasnov va N.A. Karpov [6, 7] paxta tozalash va linter ishlab chiqarishi uskunalarining aerodinamik xususiyatlarini tadqiq qilishgan. Ularning nazariy va eksperimental tadqiqotlari ishchi kameradagi havo oqimining tezligi va yo'nalishi xomashyo valigining taqsimlanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini isbotladi.

So'nggi yillarda raqamli texnologiyalar va kompyuter modellashtirish usullaridan foydalanish keng tarqaldi. S.V. Belov va hammuallif [8] CFD (Computational Fluid Dynamics) modellashtirish usulini qo'llab, linter mashinasi ishchi kamerasida havoxomashyo oqimining harakatini simulyatsiya qilishgan. Bu yondashuv konstruktiv parametrlarni optimallashtirish va yangi texnik yechimlarni ishlab chiqishda samarali vosita ekanligini ko'rsatdi.



1-rasm. Linter mashinasi ishchi kamerasi



2-rasm. Qurilma devoridagi chigitni harakatini hisobiy sxemasi

Mahalliy tadqiqotchilar, shu jumladan O.A. Abrorov va B.S. Tursunov [9, 10] O'zbekiston sharoitida linter mashinalarining ishlashini takomillashtirish bo'yicha bir qator ishlar olib bordilar. Ular mahalliy xomashyo xususiyatlarini hisobga olgan holda mashina parametrlarini moslashtirishning ahamiyatini ta'kidladilar.

Adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, linter mashinalarining ishchi kamerasida xomashyo valigini nazorat qilish muammosi to'liq hal etilmagan va qo'shimcha nazariy va eksperimental tadqiqotlarni talab qiladi. Maxsus nazorat qurilmalarining yuzasida xomashyo harakatini matematik modellashtirish va optimal parametrlarni aniqlash yo'nalishida chuqurroq tadqiqotlar zarur.

Material va metodlar: Muammoni hal qilish uchun turli konstruktiv yechimlar va texnologik usullar taklif etilgan. Jumladan, ishchi kamera fartugiga maxsus nazorat qurilmalarini o'rnatish, xomashyo oqimini boshqaruvchi elementlardan foydalanish va jarayonni avtomatlashtirishga qaratilgan yondashuvlar ishlab chiqilgan [5, 6]. Biroq, mavjud yechimlar ko'pincha empirik tajribaga asoslangan bo'lib, ularda nazariy asoslangan optimallashtirish yetarli darajada amalga oshirilmagan.

Shu munosabat bilan, linter mashinasi ishchi kamerasi xomashyo valigini nazorat qiluvchi qurilmaning ishlash mexanizmini nazariy jihatdan tadqiq etish, xomashyo harakatining matematik modelini yaratish va optimal konstruktiv parametrlarni aniqlash dolzarb ilmiy-texnik vazifa hisoblanadi. Tadqiqot maqsadi: linter mashinasi ishchi kamerasi far-

tugiga o'rnatilgan nazorat qurilmasi yuzasida xomashyo harakatini nazariy tadqiq etish, matematik modelini ishlab chiqish va optimal konstruktiv-texnologik parametrlarni aniqlash.

1-rasmda linter mashinasini ishchi kamerasini sxemasi keltirilgan bo'lib, taklif etilayotgan avtomatik nazorat qiluvchi uskuna (5 qizil rang) old fartukni (6) ta'minlagichdan chigitlarni kirish joyiga o'rnatiladi va signal-larni asosiy blokka uzatadi. Ishchi kameradi chigitlarga to'zitqich (4) qo'shimcha harakat berib turadi. Natijada momiqlar arrali silindr (1) tishlariga to'liq ilashib kolosniklar (2) orasidan o'tadi. Chigitlar kolosnik yuzasi bo'ylab pastga tushib ketadi.

(1) Bu yerda $I = mR^2$ – inersiya momenti (massa nuqtasi uchun), $\ddot{\theta}(t)$ – burchak tezlanish (rad/s^2), $\sum M$ – baraban markaziga nisbatan yig'indi moment u quyidagiga teng.

$$\sum M = M_{og'} + M_{qarsh} + M_{ishq} \quad (2)$$

Kuchlar momentlarini hisoblash. Og'irlik kuchi paxta bo'lagiga doim pastga qarab $G = mg$ kuch bilan ta'sir qiladi. Bu kuchning trayektoriya bo'ylab ta'sir qiluvchi momenti quyidagicha:

$$M_g = -mgR \sin \theta \quad (3)$$

Bu yerda θ – baraban sirtida burchak holati. **Minus ishorasi** kuch momenti baraban aylanishiga qarama-qarshi yo'nalganligini bildiradi.

Paxta baraban sirtida harakat qilayotganda, ishqalanish kuchi harakatga teskari yo'nalishda ta'sir qiladi. Ishqalanish kuchining momenti quyidagicha yoziladi:

$$M_{ish} = -F_{ishq} R \sin \theta \quad (4)$$

Chigit sirpanishidan hosil bo'ladigan qarshilik kuchi quyidagicha.

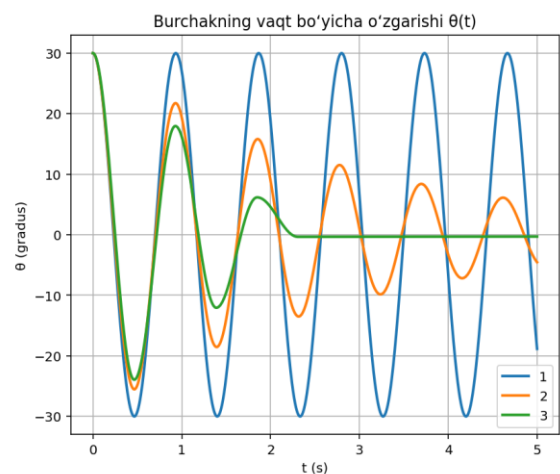
$$M_{qar} = -c\dot{\theta}R^2 \quad (6)$$

Bu qurilmani barqaror ishlashini ta'minlash uchun uni devorlari yuzasidagi xomashyo harakatini tadqiq qilish va tegishli xulosalar olish zarur. Quyidagi sxemada qurilma devoir bo'ylab harakat qilayotgan xomashyoga ta'sir qilayotkan kuchlarni hisobiy sxemasi keltirilgan (2-rasm).

Harakat tenglamasini chiqarish – Nyutonning ikkinchi qonuni burchak koordinatada. Baraban yuzasida harakatlanayotgan paxta bo'lagining burchak koordinatadagi tebranishi quyidagi asosiy harakat tenglamasiga asoslanadi

$$I \cdot \ddot{\theta}(t) = \sum M$$

Bu yerda $\dot{\theta}$ – burchakli tezlik, μ – baraban sirtidagi ishqalanish koeffitsienti. Ishqalanish kuchi esa $F_{ishq} = \mu N$, $N = N_{grav} + N_{ayl}$ teng. Gravitatsiya tufayli sodir bo'ladigan reaksiya kuchi quyidagicha topiladi $N_{grav} = mg \cos \theta$.



3-rasm. Burchakning vaqt bo'yicha o'zgarishi

Markazdan qochma kuch talab qiladigan normal reaksiya kuchi esa $N_{ayl} = mR\dot{\theta}^2$ teng. Umumiy holda

$$F_{ishq} = \mu(mg \cos \theta + mR\dot{\theta}^2) \quad (5)$$

c – qarshilik koeffisienti, $c = 2\xi I \omega_n = 2\xi m R^2 \omega_n$, ξ – soʻnish koeffisienti u 0.05 ga teng. ω_n – tebranish chastotasi $\omega_n = \sqrt{\frac{g}{R}}$

Umumiy moment va harakat tenglamasi quyidagicha;

$$\sum M = M_g + M_f = -mgR \sin \theta - \mu m R (g \cos \theta + R \dot{\theta}^2) \text{sign} \dot{\theta} - c R^2 \dot{\theta} \quad (7)$$

Inersiya momenti bilan Nyutonning ikkinchi qonunini qoʻllaymiz:

$$m R^2 \cdot \ddot{\theta} = -mgR \sin \theta - \mu m R (g \cos \theta + R \dot{\theta}^2) \text{sign} \dot{\theta} - c R^2 \dot{\theta} \quad (8)$$

Ushbu tenglikni soddalashtirib quyidagi tenglamani hosil qilamiz.

$$\ddot{\theta} + \frac{g}{R} (\sin \theta + \mu \cos \theta \text{sign} \dot{\theta}) + \frac{c}{m} \dot{\theta} + \mu \dot{\theta}^2 \text{sign} \dot{\theta} = 0 \quad (9)$$

$$\begin{cases} \frac{d\theta_1}{dt} = \theta_2, \\ \frac{d\theta_2}{dt} = -\theta_2^2 \text{sign} \theta_2 - \frac{g}{R} (\sin \theta + \mu \cos \theta \text{sign} \theta_2) - \frac{c}{m} \theta_2 \end{cases} \quad (10)$$

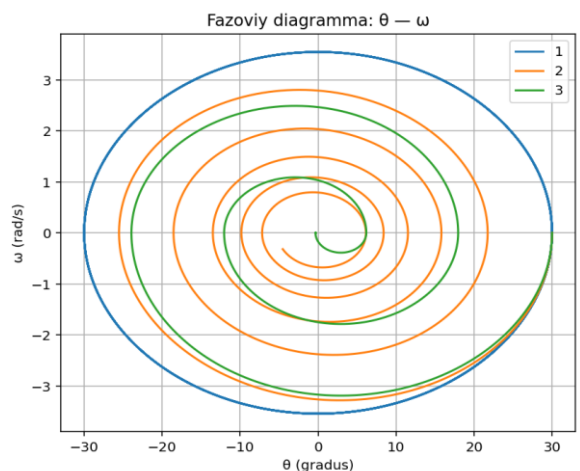
Olingan tenglama paxta boʻlagining baraban yuzasida tebranishiga ogʻirlik kuchi, ishqalanish va radiusning qanday taʼsir koʻrsatishini aniqlashga imkon beradi. Bu tenglama analitik yechimga ega emas. Shuning uchun sonli yechim usullari qoʻllanadi. (10) tenglamalar sistemasi Runge – Kuetta usuli yordamida sonli yechildi [].

$$\begin{aligned} \ddot{\theta}_n &= -\mu \dot{\theta}_n^2 \text{sign} \dot{\theta}_n - \frac{g}{R} (\sin \theta_n + \mu \cos \theta_n \text{sign} \dot{\theta}_n) - \frac{c}{m} \dot{\theta}_n \\ \dot{\theta}_{n+1} &= \dot{\theta}_n + \ddot{\theta}_n \cdot \Delta t, \\ \theta_{n+1} &= \theta_n + \dot{\theta}_n \cdot \Delta t. \end{aligned} \quad (11)$$

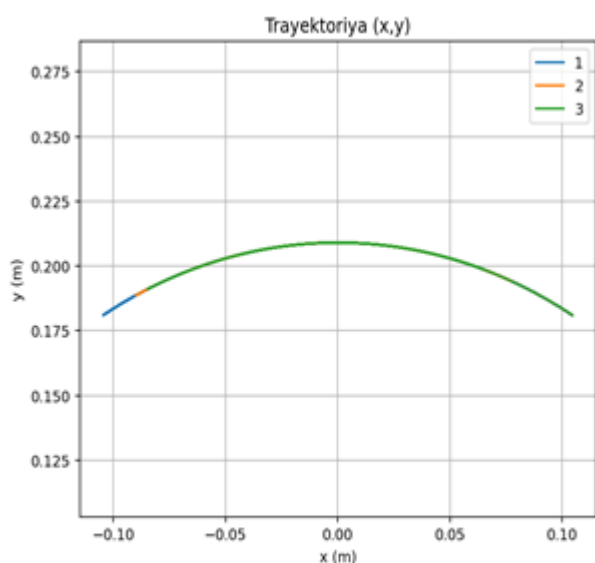
Bu formulalar orqali har bir bosqichda paxta boʻlagining burchak holati, tezligi va tezlanishi hisoblab boriladi.

Ushbu paragrafda paxta chigitining baraban ichidagi harakati uch xil model asosida (ogʻirlik kuchini, qarshilik kuchini va ishqalanish kuchini inobatga olgan holda) tahlil qilindi. Har bir modelning natijalari 4 ta asosiy grafik orqali koʻrsatildi.

Olingan natijalar tahlili va muhokamasi: 3 – rasmda burchakning vaqt boʻyicha oʻzgarishi keltirilgan. Chigitning burchagi vaqt boʻyicha sinusoidal shaklda tebranadi. Faqat ogʻirlik kuchini inobatga olgan



4-rasm. Fazoviy diagramma holdagi modelda tebranish amplitudasi



5-rasm. Chigitning harakat trayektoriyasi

doimiy bo‘ladi, qarshilik kuchini inobatga olgan holdagi modelda esa asta-sekin kamayadi va amplituda pasayadi. Ishqalanish kuchini inobatga olgan modelda esa burchak tezligini tez pasaytiradi, bu quruq ishqalanish effektining sezilarli ta‘sirini ko‘rsatadi. Natijalar chigitning energiya yo‘qotish mexanizmlarini tahlil qilish imkonini beradi.

4 – rasmda fazoviy diagrammasi keltirilgan. Fazoviy diagramma chigitning tezlik va burchak holatini birgalikda ko‘rsatadi. Faqat og‘irlik kuchini inobatga olgan holdagi model doimiy ellips ko‘rinishida bo‘lsa, qarshilik kuchini inobatga olgan holdagi modelda asta-sekin markazga yaqinlashadi, bu energiya yo‘qotishni aks ettiradi. Ishqalanish kuchini inobatga olgan holdagi diagrammasi esa to‘liq markazga yaqinlashadi, quruq ishqalanish tufayli chigit tezlikni tez yo‘qotadi. Bu chigitning dinamik xatti-harakatini vizual tarzda tahlil qilish imkonini beradi.

5-rasmda chigitning harakat trayektoriyasi keltirilgan. Faqat og‘irlik kuchini inobatga olgan holdagi modelda chiziqlar silliq va simmetrik bo‘lsa, qarshilik kuchini inobatga olgan holdagi esa model uchun trayektoriya asta-sekin markazga yaqinlashadi. Ishqalanish kuchini inobatga olgan modelda esa trayektoriyani tez to‘xtatadi va harakat radiusini qisqartiradi. Ushbu natija chigitning markazdan qochma harakati va energiya yo‘qotish effektlarini ko‘rsatadi.

Xulosa: Olib borilgan nazariy tadqiqotlar linter mashinasi ishchi kamerasidagi xomashyo valigini nazorat qiluvchi qurilma yuzasida xomashyo harakatining fundamental qonuniyatlarini aniqlash imkonini berdi. Ishlab chiqilgan matematik modellar, taklif etilgan texnologik yechimlar va konstruktiv takomillashtirish takliflari tekstil sanoatida texnologik jarayonlarni optimallashtirish va mahsulot sifatini oshirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalari ilmiy-nazariy ahamiyatga ega bo‘lishi bilan birga, amaliy qo‘llanish uchun ham tayyor bo‘lib, ishlab chiqarishda samarali joriy etilishi mumkin. Bu esa O‘zbekiston tekstil sanoatining raqobatbardoshligini oshirish va innovatsion rivojlanishiga muhim hissa qo‘shadi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, chigitning radial va burchak harakati boshlang‘ich burchak va baraban parametrlari bilan sezilarli darajada bog‘liq. Burchak fazasi oshishi radial tebranish, tezlik va markazdan qochma kuchni o‘zgartiradi. Ushbu tahlil chigit trayektoriyasini optimallashtirish, baraban dizaynini takomillashtirish va energiya samaradorligini baholashda muhim ilmiy asos hisoblanadi.

Adabiyotlar ro‘yxati:

1. Solovyev A.N., Gerasin S.N. Texnologiya linter-volokna. – Moskva: Legkaya industriya, 1985. – 216 s.
2. Sevostyanov V.P., Kostyukov I.A. Mexanika texnologicheskix protsessov v mashinax legkoy promyshlennosti. – Moskva: Legprombytizdat, 1991. – 304 s.

3. Matismailov M.X., Yusupov A.K., Payziyev Sh.T. Xlopkoochistitelnoye oborudovaniye: konstruksiya i raschet. – Toshkent: Fan, 2003. – 256 s.
4. Barger J.D., Ramey K.R. Fiber separation in cotton ginning // Textile Research Journal. – 1988. – Vol. 58, No. 5. – P. 267-274.
5. Ramey K.R., Baker R.V., Brashears A.D. Aerodynamic analysis of cotton gin stands // Transactions of the ASAE. – 1994. – Vol. 37, No. 2. – P. 621-628.
6. Krasnov G.F., Karpov N.A. Aerodinamika mashin pervichnoy obrabotki xlopka. – Moskva: Mashinostroyeniye, 1978. – 184 s.
7. Karpov N.A., Ivanov V.S. Intensifikatsiya protsessov ochildki xlopka-syrtsa. – Moskva: Legkaya i pishhevaya promyshlennost, 1982. – 168 s.
8. Belov S.V., Korabelnikov R.V., Kutepov A.M. Kompyuternoye modelirovaniye aerodinamicheskix protsessov v tekstilnyx mashinax // Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstilnoy promyshlennosti. – 2015. – № 4(358). – S. 103-108.
9. Abrorov O'.A., Muxamedov A.A. Paxta tozalash va linter ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish. – Toshkent: TTYI, 2010. – 142 b.
10. Tursunov B.S., Rasulov A.X. Linter mashinalarining ishlash samaradorligini oshirish yo'llari // O'zbekiston to'qimachilik jurnali. – 2018. – № 3. – B. 45-51.
11. Zubarev A.I., Goryachev V.I. Sovershenstvovaniye konstruksii delinterov // Tekhnologiya tekstilnoy promyshlennosti. – 2012. – № 6(341). – S. 117-121.
12. Anthony W.S., Mayfield W.D. Cotton ginner's handbook. – Washington: USDA Agricultural Handbook, 1994. – 260 p.
13. Qodirov N.M., Toshpulatov I.T. Paxta tolasini ishlov berish jarayonlarini optimallashtirish. – Toshkent: Fan, 2016. – 198 b.

УДК 622.271.326

МЕТОДЫ РАЙОНИРОВАНИЯ БОРТОВ КАРЬЕРОВ ПО ВЗРЫВАЕМОСТИ ПОРОД

А.Б.Жиянов*

abdunor_jiyanov@mail.ru, orcid: 0009-0008-9766-0836

TOG‘ JINSLARINING PORTLOVCHANLIGI BO‘YICHA KARYER BORTLARINI HUDUD- LASHTIRISH USULLARI

Annotatsiya. Tog‘ jinslarining portlovchanligi bo‘yicha karyer maydonini hududlashtirishga oid ilmiy tadqiqotlar natijasida burg‘ilash-portlatish ishlarini optimallashtirish, foydali qazilmalarni qazib olishda xavfsizlik va samaradorlikni oshirishda muhim ahamiyatga ega. Maqolada geostatistik tahlil, geofizik tadqiqotlar va sonli modellashirishni o‘z ichiga olgan zamonaviy hududlashtirish usullari ko‘rib chiqilgan. Portlovchanlik zonalarini tasniflash va ularning burg‘ilash-portlatish ishlari parametrlariga ta‘siriga alohida e‘tibor qaratilgan. Turli usullarning amaliyotda qo‘llanilishiga oid misollar keltirilgan.

Kalit so‘zlar: karyer maydoni, tog‘ jinslarining portlovchanligi, burg‘ilash-portlatish ishlarini optimallashtirish, geologik xaritalash, geostatistik tahlil, geofizik tadqiqotlar va sonli modellashirish, portlovchanlik zonalarini tasniflash.

МЕТОДЫ РАЙОНИРОВАНИЯ БОРТОВ КАРЬЕРОВ ПО ВЗРЫВАЕМОСТИ ПОРОД

Аннотация. Научные исследования по районированию карьерного поля по взрываемости пород играют ключевую роль в оптимизации буровзрывных работ, повышении безопасности и эффективности добычи полезных ископаемых. В статье рассмотрены современные методы районирования, включая геостатистический анализ, геофизические исследования и численное моделирование. Особое внимание уделено классификации зон взрываемости и их влиянию на параметры буровзрывных работ. Приведены примеры применения различных методов на практике.

Ключевые слова: карьерное поле, взрываемость горных пород, оптимизация буровзрывных работ, геологическое картирование, геостатистический анализ, геофизические исследования и численное моделирование, классификация зон взрываемости.

METHODS FOR ZONING OPEN-PIT MINE SLOPES ACCORDING TO ROCK BLASTABILITY

Abstract. Scientific research on the zoning of quarry fields according to rock blast ability plays a key role in optimizing drilling and blasting operations, as well as in improving the safety and efficiency of mineral extraction. This article examines modern zoning methods, including geostatistical analysis, geophysical investigations, and numerical modeling. Special attention is paid to the classification of blast ability zones and their influence on the parameters of drilling and blasting operations. Examples of the practical application of various methods are presented.

*Жиянов Абдуноор Бобокулович – доцент кафедры «Добыча и переработка руд редких и радиоактивных металлов» Навоийского государственного горно-технологического университета, PhD.

Keywords: quarry field, rock blast ability, optimization of drilling and blasting operations, geological mapping, geostatistical analysis, geophysical investigations and numerical modeling, classification of blast ability zones.

Введение. В мировой практике при разработке полезных ископаемых открытым способом характерно вовлечение месторождений со сложными горно-геологическими условиями. Анализ исследований мировой практики районирования прибортовых массивов карьерного поля по устойчивости откосов и геомеханическое обоснование параметров бортов карьеров при районировании и критерий районирования карьерного поля по устойчивости откосов на данные время изучены, недостаточно. В связи с этим необходимо уделять особое внимание районированию по разделению карьерного поля на участки с одиноковыми условиями устойчивости откосов, буримости, взрываемости, экскавируемости пород, определяющими единого подхода к проектированию и организации горных работ.

На сегодняшний день в мире ведутся научные исследования по районированию карьерного поля по взрываемости пород и может быть выполнено на основе геолого-структурного картирования с привлечением материалов детальной разведки месторождений [1]. В связи с этим уделяется особое внимание прочности пород определяется их принадлежность к тому или иному инженерно-геологическому литотипу, а в пределах одного литотипа она учитывается в градации пород по их блочности. Важнейшим вопросом при районировании является выбор критерии районирования – одной или нескольких величин для разделения объекта на участки, внутри которых условия относительно одинаковы. Таким образом, в качестве граничной величины при разделении борта карьера на устойчивые и неустойчивые участки должен приниматься коэффициент устойчивости, равный единице, при котором удерживающие и сдвигающие силы на откосе равны, менее единицы –

откос не устойчив [2]. Разработка методов горно-геометрического районирования карьерных полей, теоритическое обоснование физико-механических параметров массива пород, установление предельных параметров угла откоса бортов и технология ведения взрывных работ прибортовой зоне карьера по техническим условиям разработки для повышения эффективности и безопасности ведения горных работ является актуальной научно-технической задачей горного производства.

Взрываемость горных пород определяется их физико-механическими свойствами и структурно-текстурными характеристиками. Различная степень взрываемости влияет на эффективность разрушения массива горных пород при буровзрывных работах. Научные исследования в области районирования карьерного поля позволяют оптимизировать параметры зарядов, схемы взрыва и технологию ведения работ, что способствует снижению затрат и повышению безопасности производства [3].

Методика. В научно-исследовательских работах автора [4] на эксплуатируемом золоторудном месторождении Ауминза-Амантайтау показали, что их районирование по взрываемости пород может быть выполнено на основе геолого-структурного картирования действующих карьеров с привлечением материалов детальной разведки месторождений. При этом прочность пород определяется их принадлежностью к тому или иному инженерно-геологическому литотипу, а в пределах одного литотипа она учитывается в градации пород по их блочности.

В сложноскладчатых массивах метаморфических пород блочность создана главным образом трещинами трех взаимно ортогональных систем M – по слоистости пород, N – поперечной их простиранию, K

– субпараллельной простирацию пород и субперпендикулярной их слоистости.

С учетом сказанного выше при натурных исследованиях трещиноватости необходимо и достаточно измерить ориентировку трещин различных систем и расстояние между трещинами в каждой системе, которая позволяет избежать ошибок в интерпретации полученных результатов.

Определяющие сопротивление взрывному разрушению метаморфических пород (блочность и прочность) обусловлены одними и теми же факторами и согласованно изменяются под их влиянием, обнаруживая прямую корреляцию между собой.

Применение такой системы позволит уточнять построенную по результатам натурных исследований блочности массива схему районирования карьерного поля по взрываемости пород по мере накопления и обработки данных об удельной энергоемкости шарошечного бурения.

Районирование карьерного поля по

Геостатистические методы – пространственный анализ данных о взрываемости пород для выделения однородных зон.

Геофизические методы – использование сейсмоакустических, электрических и радиоволновых исследований для оценки плотности и трещиноватости массива.

Численное моделирование – расчет распределения напряжений в массиве и прогноз поведения пород при взрывном воздействии.

На основании проведенных исследований зоны взрываемости классифицируются следующим образом:

Слабовзрываемые зоны – требуют увеличенной плотности сетки бурения и использования усиленных зарядов.

Средневзрываемые зоны – позволяют применять стандартные схемы буровзрывных работ.

Сильновзрываемые зоны – характеризуются высокой эффективностью

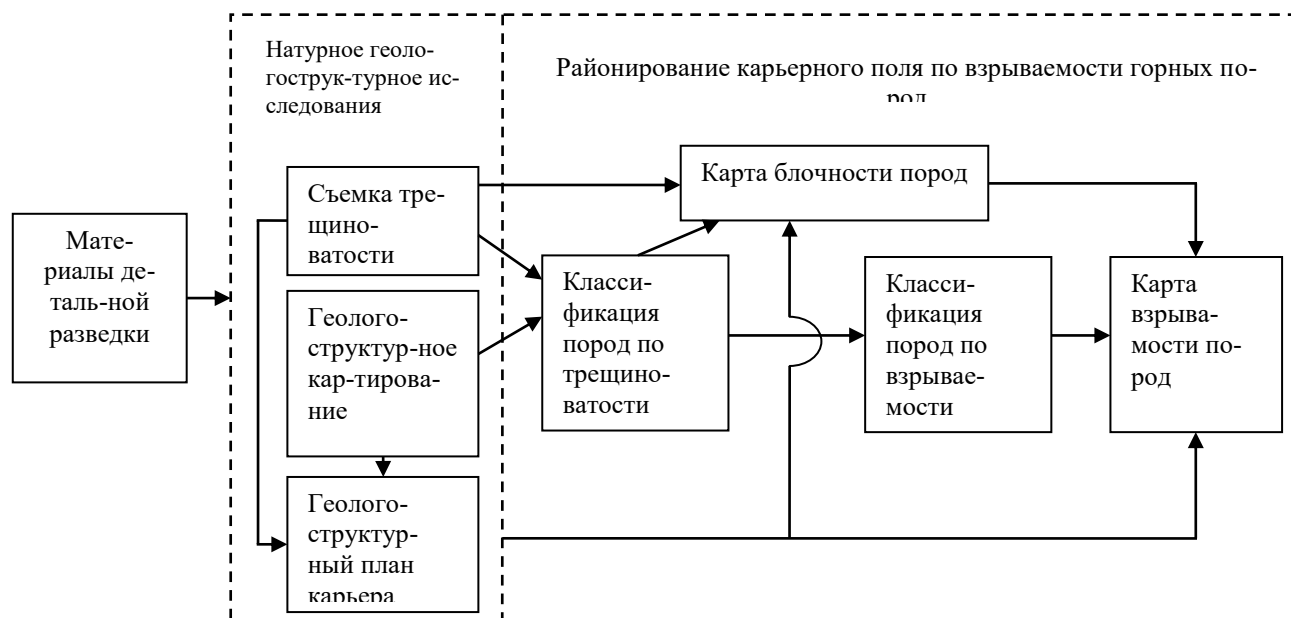


Рис. 1. Схема районирования карьерного поля по блочности и взрываемости горных пород

взрываемости пород осуществляется с применением следующих методов:

Геологическое картирование – анализ литологического состава пород, их текстуры и структуры.

разрушения массива при минимальных энергозатратах.

Общая методическая схема районирования карьерного поля по взрываемости

сти пород выглядит следующим образом рис. 1.

В основу классификации пород по взрываемости положены два критерия: принадлежность к определенному инженерно-геологическому литотипу и категория блочности [4-5].

Результаты. Результаты научных исследований по районированию карьерного поля по взрываемости пород позволяют:

- оптимизировать параметры буровзрывных работ;
- снизить расход взрывчатых материалов;
- повысить безопасность горных работ;

- минимизировать потери полезного ископаемого;
- улучшить экологические показатели производства.

Выводы. Районирование карьерного поля по взрываемости является важным этапом планирования буровзрывных работ. Применение современных методов оценки взрываемости позволяет повысить эффективность добычи и минимизировать негативные последствия взрывного воздействия. Дальнейшие исследования в данной области направлены на разработку новых технологий оценки взрываемости и совершенствование методов мониторинга горных работ.



Список литературы:

1. Баклашов И.В. Деформирование и разрушение породных массивов. – М.: Недра, 1988. – С 98-102.
2. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механические процессы в породных массивах. – М.: Недра, 1986. С 102-108.
3. Баклашов И.В., Картозия Б.А. Механика подземных сооружений и конструкции крепей. – М.: Недра, 1992. – С 104-110.
4. Nazarov Z.S., Jiyanov A.B., Sharipov L.O., Nazarov A.Z. Calculation of the pit wall mass by finite element method in the Midas GTS NX software // Science and Education in Karakalpakstan. Karakalpakstan, 2023. – No. 1/2(31), pp. 29-34.
5. Nazarov Z.S., Jiyanov A.B., Sharipov L.O., Sunnatulloev Sh. Application of professor D. Lobshire's geomechanical classification for in-depth zoning of the board of the Amantaytau mine // E3S Web of Conferences. GEOTECH-2023. 417, 01001 (2023). doi.org/10.1051/e3sconf/202341701001

УДК 550.34.016:622.235

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТУХАНИЯ И ДИНАМИЧЕСКОГО ОТКЛИКА ГРУНТА В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ ВЗРЫВОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ В ШУРФАХ

Х.А.Исламов, Б.Г.Алимов, Э.Ш.Юлдашев*

kh.islamov@gmail.com orcid: 0009-0003-8111-6979

bahadirka84@gmail.com, orcid: 0009-0005-9384-9592

eyuldashev2212@gmail.com, orcid: 0009-0005-7076-9813

SHURFLARDA AMALGA OSHIRILGAN PORTLASHLARNING YAQIN ZONASIDA SO'NISH VA GRUNTNING DINAMIK JAVOBINI EKSPERIMENTAL TADQIQ ETISH

Mazkur ishda shaxtalarda amalga oshirilgan portlashlarning yaqin zonasi sharoitida seysmik tezlanishlarning so'nishi va gruntning dinamik javobi parametrlarini eksperimental tadqiq etish natijalari keltirilgan. Tadqiqotning maqsadi yaqin zonada seysmik maydon shakllanish xususiyatlarini baholash, qayd etilgan tezlanishlarning komponent tarkibini tahlil qilish hamda lokal grunt sharoitlarining amplituda ko'rsatkichlariga ta'sirini aniqlashdan iborat.

Dala sharoitida zaryadi chuqurlikka joylashtirilgan boshqariladigan portlashlar amalga oshirildi. Tebranishlar vaqt bo'yicha sinxronlashtirilgan uch komponentli raqamli akselerometrlar yordamida qayd etildi, bu esa turli kuzatuv nuqtalarida olingan yozuvlarni ishonchli taqqoslash imkonini berdi. Tezlanishlarning vaqt bo'yicha shakllari tahlil qilindi, har bir komponent bo'yicha maksimal qiymatlar aniqlandi, natijaviy gorizontaal tezlanishlar baholandi hamda vertikal va gorizontaal komponentlar nisbatlari o'rganildi.

Manbaga yaqin masofalarda olingan yozuvlarni solishtirish natijasida tezlanishlarning fazoviy so'nish qonuniyatlari aniqlanib, grunt sharoitlarining dinamik javobga ta'siri baholandi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, kuzatuv geometriyasi o'xshash bo'lganda ham, lokal grunt xususiyatlaridagi farqlar qayd etilgan tebranishlarning amplituda parametrlariga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Olingan natijalar chuqurlikka joylashtirilgan texnogen manbalardan tarqaluvchi seysmik to'lqinlarning yaqin zonadagi shakllanish mexanizmlarini chuqurroq tushunishga xizmat qiladi hamda o'lchov asboblarini kalibrlash, lokal so'nish modellari ishlab chiqish va portlatish ishlarining vibratsion ta'sirini baholashda qo'llanishi mumkin.

Kalit so'zlar: yaqin zona, shaxta portlashlari, chuqurlashtirilgan manba, gruntning dinamik javobi, seysmik so'nish, maksimal yer tezlanishi (PGA), komponent tahlili, maydon effekti, akselerometrik qayd, texnogen seysmik ta'sir.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТУХАНИЯ И ДИНАМИЧЕСКОГО ОТКЛИКА ГРУНТА В БЛИЖНЕЙ ЗОНЕ ВЗРЫВОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ В ШУРФАХ

В работе представлены результаты экспериментального исследования затухания сейсмических ускорений и параметров динамического отклика грунта в ближней зоне взрывов, выполненных в шурфах. Целью исследования являлась оценка особенностей формирова-

*Исламов Хасан Акмалович – базовый докторант (PhD) Института сейсмологии АН РУз, Алимов Баходир Гайратович – базовый докторант (PhD) Института сейсмологии АН РУз, Юлдашев Эркин Шавкатович – м.н.с. Института сейсмологии АН РУз.

ния ближнезонального сейсмического поля, анализ компонентного состава ускорений и выявление влияния локальных грунтовых условий на амплитудные характеристики колебаний.

В ходе эксперимента проведены контролируемые взрывы с заглублённой закладкой заряда. Регистрация колебаний осуществлялась цифровыми трёхкомпонентными акселерометрами с синхронизацией по времени, что обеспечило корректное сопоставление записей на разных пунктах наблюдений. Выполнен анализ временных форм сигналов, определены пиковые значения ускорений по компонентам, рассчитаны результирующие горизонтальные ускорения и исследованы соотношения вертикальной и горизонтальных составляющих.

На основе сопоставления данных, полученных на близких расстояниях от источника, выявлены закономерности пространственного затухания ускорений и установлено влияние площадочных факторов на параметры динамического отклика. Показано, что даже при сходной геометрии наблюдений различия в локальных грунтовых условиях могут существенно изменять амплитудные характеристики регистрируемых колебаний.

Полученные результаты расширяют представления о формировании сейсмического поля заглублённых техногенных источников в ближней зоне и могут быть использованы при калибровке измерительной аппаратуры, разработке локальных моделей затухания и оценке вибрационного воздействия взрывных работ.

Ключевые слова: ближняя зона, шурфовые взрывы, заглублённый источник, динамический отклик грунта, затухание сейсмических ускорений, пиковое ускорение грунта (PGA), компонентный анализ, площадочный эффект, акселерометрическая регистрация, техногенное сейсмическое воздействие.

EXPERIMENTAL STUDY OF ATTENUATION AND DYNAMIC GROUND RESPONSE IN THE NEAR FIELD OF EXPLOSIONS CONDUCTED IN SHURFS

This paper presents the results of an experimental study on the attenuation of seismic accelerations and the dynamic ground response in the near field of explosions conducted in shafts. The aim of the study was to evaluate the characteristics of near-field seismic wave formation, analyze the component structure of recorded accelerations, and determine the influence of local soil conditions on the amplitude characteristics of ground motion.

Controlled explosions with buried charges were carried out under field conditions. Ground motion was recorded using three-component digital accelerometers synchronized in time, ensuring reliable comparison of signals at different observation points. Time histories of acceleration were analyzed, peak values for each component were identified, resultant horizontal accelerations were evaluated, and the ratio between vertical and horizontal components was examined.

A comparative analysis of recordings obtained at similar distances from the source allowed the identification of spatial attenuation patterns and the assessment of site effects influencing the dynamic response. The results demonstrate that even under comparable geometric conditions, variations in local soil properties can significantly affect the amplitude characteristics of recorded ground motions.

The findings contribute to a better understanding of near-field seismic wave propagation from buried technogenic sources and may be applied to instrument calibration, development of local attenuation models, and assessment of vibration impact from blasting operations.

Keywords: near-field zone, shaft explosions, buried source, dynamic ground response, seismic attenuation, peak ground acceleration (PGA), component analysis, site effects, accelerometric recording, technogenic seismic impact.

Введение. Изучение динамического отклика грунта при взрывных воздействиях является важной задачей инженерной

сейсмологии и геотехнической инженерии. Контролируемые взрывы, выполненные в шурфах, представляют собой удобную мо-

дель техногенного импульсного источника, позволяющую исследовать особенности формирования сейсмического поля в ближней зоне при известной геометрии и параметрах закладки заряда. В отличие от тектонических землетрясений, такие источники характеризуются высокой повторяемостью условий проведения эксперимента и возможностью варьирования параметров, что делает их эффективным инструментом для калибровочных и методических исследований [6.–с.82].

Ближняя зона распространения волн (на расстояниях первых десятков метров от источника) отличается сложной структурой волнового поля. В этой области значительную роль играют процессы геометрического расхождения, интерференции прямых и отражённых волн, а также влияние поверхностных границ и локальной неоднородности грунтового разреза. Амплитудные параметры ускорений в ближней зоне могут существенно отличаться от значений, прогнозируемых для дальнего поля, что требует отдельного экспериментального изучения.

Особый интерес представляет закономерность затухания пиковых ускорений грунта с расстоянием от источника. Для техногенных взрывов она определяется сочетанием геометрического расхождения волн, внутреннего поглощения энергии и трансформации объёмных волн в поверхностные. Получение локальных эмпирических зависимостей затухания необходимо для корректной оценки вибрационного воздействия на сооружения, а также для разработки региональных моделей распространения сейсмических волн [3.–с.94].

Не менее важным аспектом является влияние площадочных условий на параметры динамического отклика. Известно, что различия в физико-механических свойствах грунта, мощности рыхлого слоя и скорости распространения поперечных волн могут приводить к существенной амплитудной модификации регистрируемых колебаний. В ближней зоне этот эффект

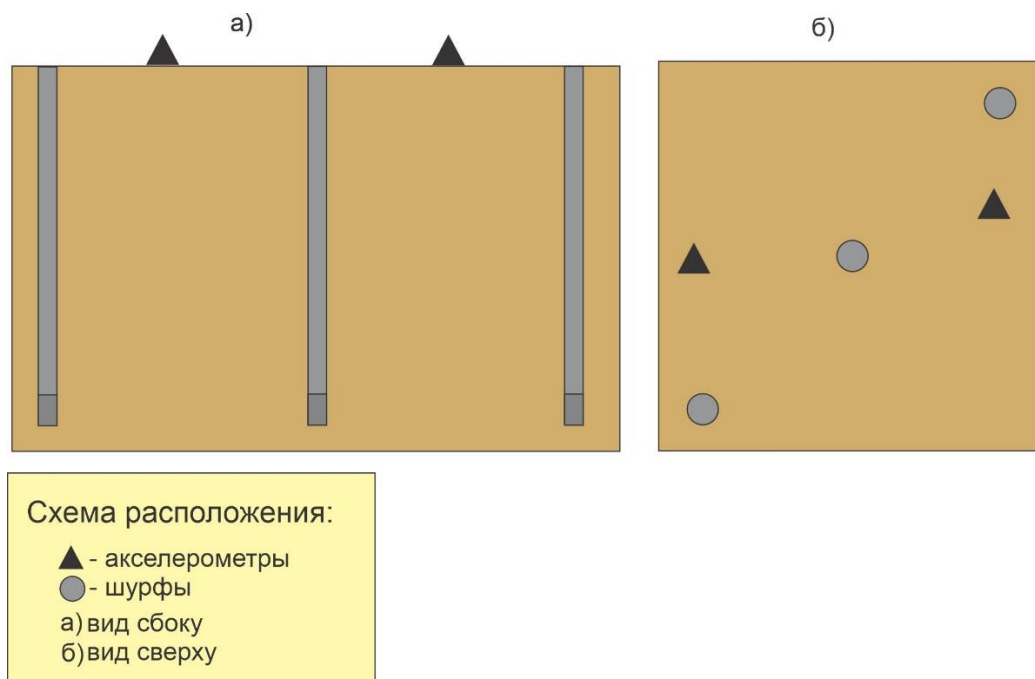
проявляется особенно отчётливо вследствие высокой частотности сигнала и короткой длительности импульса [9.–с.157].

В настоящей работе представлены результаты экспериментального исследования затухания и динамического отклика грунта в ближней зоне взрывов, выполненных в шурфах. Основными задачами исследования являлись: регистрация трёхкомпонентных ускорений грунта, анализ временных форм сигналов, оценка пиковых значений ускорений и их компонентного соотношения, а также выявление закономерностей пространственного затухания и влияния локальных грунтовых условий на амплитудные характеристики сейсмического поля [5.–с.8].

Полученные результаты направлены на уточнение представлений о формировании ближнезонного поля техногенных источников и могут быть использованы при калибровке измерительной аппаратуры, разработке моделей затухания и оценке инженерно-сейсмических воздействий при проведении взрывных работ [10.–с.214].

Материалы и методы. Экспериментальные исследования выполнены в полевых условиях с использованием контролируемых взрывов, проведённых в шурфах. Применение шурфовой закладки заряда обеспечивает локализацию источника и позволяет моделировать заглублённый импульсный техногенный источник с относительно компактной зоной разрушения [6.–с.82].

Взрывы осуществлялись при фиксированной глубине заложения заряда, что обеспечивало воспроизводимость условий возбуждения упругих волн. Расстояния от источника до пунктов регистрации соответствовали ближней зоне распространения волн (первые десятки метров), где формируется сложная структура волнового поля [1.–с.2]. Далее представлена схема размещения датчиков-акселерометров на площадке, где проводились исследования (Изображение-1).



Изображение-1. Схема расположения акселерометров на экспериментальной площадке

Регистрация колебаний грунта осуществлялась цифровыми трёхкомпонентными акселерометрами ETNA-2. Приборы обеспечивают запись ускорений по трём ортогональным компонентам (две горизонтальные и одна вертикальная), что позволяет проводить компонентный анализ динамического отклика.

- Основные параметры регистрации:
- частота дискретизации - 200 Гц;
 - синхронизация времени - по GPS;
 - формат записи - цифровой.

Выбор акселерометрической регистрации обусловлен необходимостью точного определения пиковых ускорений грунта (PGA), являющихся основным параметром при оценке вибрационного воздействия [7.–с.18].

Обработка экспериментальных данных включала следующие этапы:

- Проверка корректности синхронизации записей;
- Выделение временного интервала основного импульса;
- Определение пиковых значений ускорений по каждой компоненте;

- Расчёт результирующего горизонтального ускорения:

$$PGA_H = \sqrt{a_E^2 + a_N^2}$$

Где a_E и a_N — максимальные значения ускорений по горизонтальным компонентам.

Использование результирующего горизонтального ускорения соответствует общепринятой практике оценки сейсмического воздействия.

Для анализа пространственного затухания ускорений использовалась степенная аппроксимация зависимости:

$$PGA(R) = kR^{-n}$$

где R — расстояние до источника, n — показатель затухания.

Применение степенной модели соответствует результатам исследований затухания колебаний при промышленных взрывах [4.–с.54].

Оценка коэффициента затухания проводилась по данным регистрации на нескольких расстояниях в пределах ближней зоны.

Для оценки влияния локальных грунтовых условий анализировались:

- соотношение вертикальной и горизонтальных компонент ускорения;
- различия амплитуд при близких расстояниях от источника;
- устойчивость амплитудных различий при повторных взрывах.

Подобный подход применяется при мониторинге сейсмического воздействия промышленных взрывов и оценке амплитудной модификации сигнала в зависимости от свойств грунта [8.–с.63].

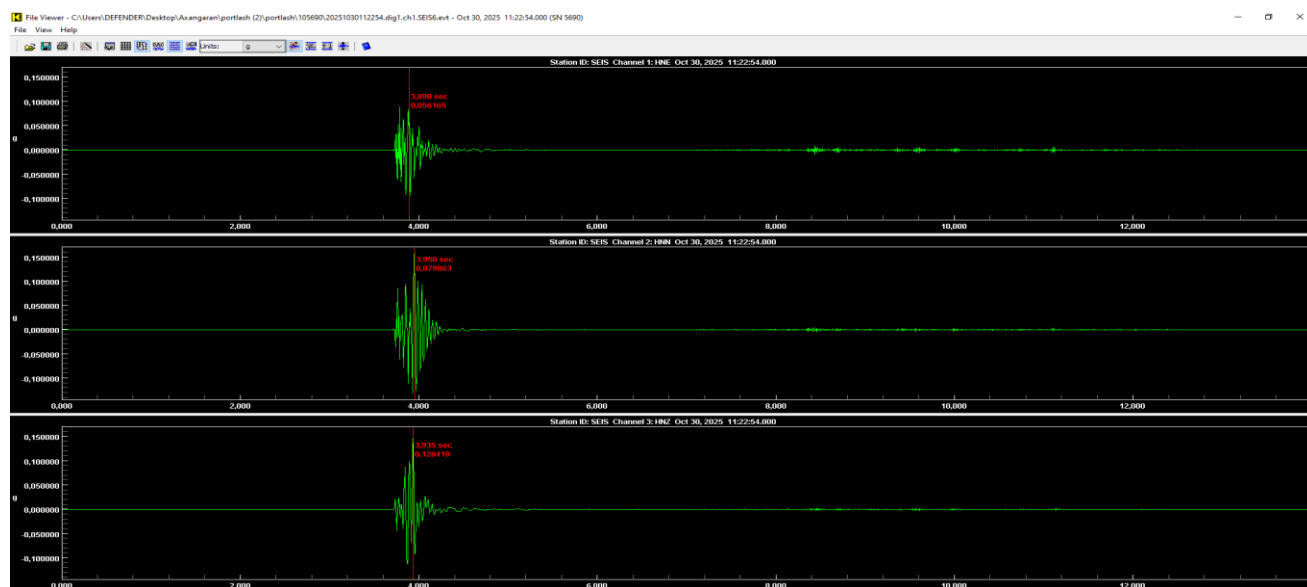
Результаты экспериментальных исследований показали, что в ближней зоне шурфовых взрывов формируется импульсное волновое поле с выраженными пиковыми значениями ускорений по всем трём компонентам. Характер временных записей соответствует типичной структуре сигнала от заглублённого сосредоточенного источника, описанной в работах по физике взрыва. Наблюдается короткий основной импульс с быстрым затуханием последующих колебаний, что указывает на высокочастотный характер возбуждения и ограниченный объём разрушенной зоны [10.–с.176].

Результаты регистрации показали, что в ближней зоне шурфовых взрывов

формируется импульсное сейсмическое поле с короткой продолжительностью основного сигнала и выраженными пиковыми значениями ускорений. Для обоих событий характерна компактная форма импульса длительностью порядка 0.2–0.6 с с последующим быстрым затуханием. Такая структура записи соответствует типичной модели заглублённого сосредоточенного источника, для которого преобладают продольные и преобразованные волны с высокой частотностью [2.–с.113].

Стабильность временной формы сигнала при двух последовательных взрывах указывает на воспроизводимость условий возбуждения и корректность работы измерительной аппаратуры.

1) Событие, 11:23 по UTC0. Анализ данных акселерометра ETNA-2 №105690. Отображён тот же фрагмент записи, но шкала оси Y - см/с², что удобно для расчётов и сопоставления с эмпирическими шкалами интенсивности. Максимумы на графиках совпадают по времени (≈ 3.9 с). Видно, что максимальные ускорения достигают 0.126 g (≈ 144 см/с²) на вертикальной компоненте, а результирующее горизонтальное - 0.172 g (≈ 169 см/с²) [3.–с.95] (Изображение-2).



Изображение-2. Запись ускорений по трём компонентам акселерометра №105690 (в единицах g) для события 11:23

Пиковые ускорения (1-таблица):

$$HNE = 72.96 \text{ см/с}^2$$

$$HNN = 152.85 \text{ см/с}^2$$

$$HNZ = 144.16 \text{ см/с}^2$$

Результирующее горизонтальное ускорение (PGA_H):

$$PGA_H = \sqrt{a_E^2 + a_N^2} = \sqrt{72.96^2 + 152.85^2} = 169.0 \text{ см/с}^2 \approx 0.172g$$

$$\frac{a_Z}{a_H} = \frac{144.16}{169.0} = 0.85, \quad \frac{a_E}{a_N} = \frac{72.96}{152.85} = 0.48$$

1-таблица. Пиковые ускорения

Компонента	Время пика (с)	Пиковое ускорение (см/с ²)	Пиковое ускорение (g)
HNE	3.875	72.96	0.066
HNN	3.945	152.85	0.080
HNZ	3.930	144.16	0.126

2) Событие, 11:23 по UTC0. Анализ данных акселерометра ETNA-2 №105691. Те же записи в инженерных единицах см/с². Максимальные амплитуды достига-

ют 82 см/с² на вертикальной компоненте и 57 см/с² на восточной. Интенсивность воздействия составляет около V баллов по шкале MSK-64 (Изображение-3).



Изображение-3. Временные формы ускорений по трём компонентам акселерометра №105691 (в единицах g) во время взрыва 11:23. Показан чёткий импульс длительностью ~0.6 с с максимумами 0.07 g на горизонтальных компонентах.

Пиковые ускорения (2-таблица):

$$HNE = 57.63 \text{ см/с}^2$$

$$HNN = 40.80 \text{ см/с}^2$$

$$HNZ = 82.19 \text{ см/с}^2$$

Результирующее горизонтальное ускорение:

$$PGA_H = \sqrt{57.63^2 + 40.80^2} = 70.5 \text{ см/с}^2 \approx 0.072g$$

Отношения компонент:

$$\frac{a_Z}{a_H} = \frac{82.19}{70.5} = 1.17, \quad \frac{a_E}{a_N} = \frac{57.63}{40.80} = 1.41$$

Интенсивность по MSK-64:

$$I = 3.66 \log_{10}(70.5) - 1.66 = 5.3 \rightarrow V \text{ баллов}$$

2-таблица. Показатели пиковых ускорений

№ прибора	Компонента	Пиковое ускорение, см/с ²	Пиковое ускорение, g
105690	HNE	72.96	0.074
	HNN	152.85	0.156
	HNZ	144.16	0.147
105691	HNE	57.63	0.058
	HNN	40.80	0.042
	HNZ	82.20	0.084

Анализ и обсуждение полученных результатов. Проведены две серии контролируемых взрывов с зарядом 20 кг аммиачной селитры (ANFO), заложенных в шурфы глубиной 3 м. Регистрация выполнялась двумя акселерометрами ETNA-2 №105690 и №105691 ($F_s = 200$ Гц), синхронизированными по GPS. Расстояние между приборами не превышало 20 м, что позволило напрямую сравнить результаты и оценить влияние локальных площадоч-

ных эффектов. При втором взрыве амплитуды снизились примерно в 1.5-2 раза. Вероятные причины — неполная детонация заряда или уменьшение плотности контакта ВВ с грунтом при повторной закладке. Форма импульса осталась аналогичной: одиночный пик длительностью ~0.6 с. Различие амплитуд между станциями также сохраняется, что подтверждает стабильность площадочного эффекта.

3-таблица. Параметры сейсмического воздействия

Параметр	11:07 (105690)	11:07 (105691)	11:23 (105690)	11:23 (105691)
Расстояние, м	45.9	35.1	55.9	45.4
PGA_h , см/с ²	228.6	35.5	169.0	70.5
a_Z/a_H	0.61	3.7	0.85	1.17
I (MSK-64)	VI–VII	IV–V	VI	V

Различие амплитуд сохраняется при обоих событиях, что подтверждает доминирующее влияние грунтовых условий, а не геометрии. Для жёсткого основания (105690) характерны большие амплитуды и преобладание горизонтали. Для мягкого слоя (105691) — меньшие амплитуды и усиление вертикали [9.–с.159].

По данным четырёх точек аппроксимация зависимости пиковых ускорений от расстояния даёт выражение:

$$PGA(R) = 1170 \cdot R^{-0.73}$$

Показатель затухания -0.73 согласуется с типичными значениями для ближней зоны (-0.6...-1.0).

Это подтверждает корректность измерений и отсутствие систематических ошибок в регистрации.

Амплитуды ускорений 0.03-0.23 g соответствуют диапазону IV–VII баллов по MSK-64. Такой уровень вибраций сопоставим с действием слабых локальных землетрясений магнитудой 1.5-2.0 в ближней зоне [9.–с.159].

Оба прибора ETNA-2 зарегистрировали стабильные, короткие импульсные сигналы, характерные для подповерхностных взрывов.

Выводы. В результате проведенного экспериментального исследования получены новые данные о закономерностях затухания сейсмических ускорений и особенностях динамического отклика грунта в ближней зоне взрывов, выполненных в шурфах. Регистрация трёхкомпонентных ускорений позволила установить характер импульсного волнового поля, сформированного заглублённым техногенным источником, и определить основные амплитудные параметры сейсмического воздействия [6.–с.120].

Разброс амплитуд между станциями при схожих расстояниях достигает в 5–6 раз, что указывает на выраженные площадочные эффекты. Расчётная интенсивность составляет V–VII баллов MSK-64, при этом влияние грунта может изменять оценку на ± 1 балл. Характер затухания энергии описывается степенной зависимостью $R^{-0.73}$, что подтверждает типичное поведение сейсмических волн в ближней зоне. Полученные зависимости PGA(R) и оценки интенсивности могут использоваться для локальной калибровки сейсмометров и оценки вибрационного воздействия взрывных работ [7.–с.88].



Список литературы:

1. Кишкина С.Б. Сейсмический эффект короткозамедленных промышленных взрывов. горный информационно-аналитический бюллетень. № 3 март 2001. С.1-4.
2. Кишкина С.Б., Спивак А.А. Локальный сейсмический эффект карьерных взрывов// Физические процессы в геосферах: их проявление и взаимодействие (Геофизика сильных возмущений). Сборник научных трудов М.: ИДГ РАН, 1999, с.111-116
3. Ибрагимов А.Х. Особенности затухания колебаний при промышленных взрывах. Проблемы сейсмологии. №1, т4. 2022. С.94-96.
4. Zhou J., Li C.h., Koopalipoor M., Armaghani D.J., Pham B.T. Development of a new methodology for estimating the amount of PPV in surface mines based on prediction and probabilistic models (GEP-MC) // Int. J. Min. Reclam. Environ. -2021. -35. – P. 48-68.
5. Еманов А.Ф., Еманов А.А., Фатеев А.В., Шевкунова Е.В., Ворона У.Ю., Серёжников Н.А. Сейсмический эффект промышленных взрывов в западной Сибири и наведенная сейсмичность // Вопросы инженерной сейсмологии. 2018. Т. 45. № 4. С. 5-24. DOI: 10.21455/VIS2017.4-1.
6. Кузьменко А.А., Воробьев В.Д., Денисюк И.И., Дауетас А.А. Сейсмическое действие взрыва в горных породах. М.: Недра, 1990. 173 с.
7. Штейнберг В.В и др. Методы оценки сейсмических воздействий // Вопросы инженерной сейсмологии. Вып. 34. М., 1993. С. 5-94.
8. Верхоланцев А.В., Дягилев Р.А., Шулаков Д.Ю. и др. Мониторинг сейсмического воздействия взрывов на карьере «Шахтау» // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2019. – № 2. – С. 59–69.
9. Надёжка Л.И., Пивоваров С.П., Сафронич И.Н. и др. Некоторые особенности сейсмического эффекта, создаваемого промышленными взрывами // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. – 2009. – № 2. – С. 155–160.
10. Садовский М.А. Геофизика и физика взрыва. Избранные труды. М: Наука, 1999. 335 с.

UO'K 677.21.021.152

TOLA YO'QOLISHINI KAMAYTIRISH MAQSADIDA SEPARATOR KON- STRUKSIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

M.N.Saloxiddinova*

ORCID: 0000-0002-6309-1136, salohiddinovamaxliyo1993@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot paxta tozalash sanoatida pnevmatik transport tizimlari orqali xomashyoni tashishda yuzaga keladigan tola isrofi muammosini hal etishga qaratilgan bo'lib, separatorlarning ishchi organlari konstruksiyasini takomillashtirish masalasi maqolaning asosiy predmeti hisoblanadi. Tadqiqotning dolzarbligi separator kamerasida havo-paxta oqimining to'rtli yuzaga perpendikulyar urilishi natijasida erkin tolalar hosil bo'lishi va mahsulot sifatining pasayishini bartaraf etish zarurati bilan belgilanadi. Ishning maqsadi ishchi kamera ichiga trapetsiya shaklidagi yo'naltirgichlarni o'rnatish orqali aerodinamik jarayonlarni optimallashtirish va mexanik zarbalarni yumshatishdan iborat. Tadqiqot metodologiyasi ikki fazali muhitlar harakati nazariyasi asosida aerodinamik modellashtirish hamda SS-15A markali separatorda o'tkazilgan eksperimental sinovlarni o'z ichiga oladi, bunda tola sifat ko'rsatkichlari HVI xalqaro tizimi yordamida ASTM D4605 standarti bo'yicha tahlil qilingan. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, taklif etilgan konstruktiv yechim paxta oqimini tangensial yo'nalishga o'tkazib, yuqori navli paxtada tola yo'qotilishini oltmish foizga, past navli paxtada esa o'ttiz olti foizga kamaytirish imkonini beradi. Mazkur natijalar paxta tozalash korxonalarining pnevmatik transport tizimlarida xomashyo isrofini kamaytirish va iqtisodiy samaradorlikni oshirishda amaliy qo'llaniladi. Tadqiqot yakunida separator ichida oqim trayektoriyasini boshqarish tola shikastlanishini o'ttiz to'rt foizga qisqartirishi va bir mavsumda bitta qurilma hisobiga salmoqli iqtisodiy foyda keltirishi ilmiy jihatdan asoslangan.

Kalit so'zlar: Separator, paxta tolasi, yo'qotish, trapetsiya, yo'naltirgich, konstruksiya, samaradorlik, mexanik shikastlanish, iqtisodiy foyda.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СЕПАРАТОРА С ЦЕЛЬЮ СНИ- ЖЕНИЯ ПОТЕРЬ ВОЛОКНА

Аннотация. Данное исследование направлено на решение проблемы потери волокна, возникающей при транспортировке сырья в системах пневмотранспорта хлопкоочистительной промышленности, где основным предметом статьи является совершенствование конструкции рабочих органов сепараторов. Актуальность исследования определяется необходимостью устранения образования свободного волокна и снижения качества продукции в результате перпендикулярного удара потока хлопка-воздуха о сетчатую поверхность в камере сепаратора. Целью работы является оптимизация аэродинамических процессов и смягчение механических ударов путем установки трапецевидных направителей внутри рабочей камеры. Методология исследования включает аэродинамическое моделирование на основе теории движения двухфазных сред и экспериментальные испытания, проведенные на сепараторе марки СС-15А, при этом показатели качества волокна анализировались по международному стандарту ASTM D4605 с помощью системы HVI. Полученные результа-

* Maxliyo Nurmuxammad qizi Saloxiddinova – texnika fanlari doktori (DSc), dotsent, Namangan davlat texnika universiteti, “Metrologiya va standartlashtirish” kafedrasi dotsenti.

ты показывают, что предлагаемое конструктивное решение переводит поток хлопка в тангенциальное направление, позволяя снизить потери волокна на шестьдесят процентов для хлопка высших сортов и на тридцать шесть процентов для низших сортов. Данные результаты имеют практическое применение в системах пневмотранспорта хлопкозаводов для сокращения отходов сырья и повышения экономической эффективности. В завершение исследования научно обосновано, что управление траекторией потока внутри сепаратора снижает поврежденность волокна на тридцать четыре процента и приносит значительную экономическую выгоду в расчете на одну установку за сезон.

Ключевые слова: Сепаратор, хлопковое волокно, потери, трапеция, направляющие, конструкция, эффективность, механическое повреждение, экономическая выгода.

STRUCTURAL IMPROVEMENT OF THE SEPARATOR TO REDUCE FIBER LOSS

Abstract. This research focuses on addressing the issue of fiber loss occurring during raw material transportation in pneumatic conveying systems of the cotton ginning industry, with the primary subject being the structural improvement of separator working components. The relevance of the study is driven by the necessity to eliminate free fiber formation and prevent quality degradation resulting from the perpendicular impact of the air-cotton flow against the mesh surface within the separator chamber. The objective of the work is to optimize aerodynamic processes and mitigate mechanical impacts by installing trapezoidal guides inside the working chamber. The research methodology encompasses aerodynamic modeling based on the theory of two-phase medium motion and experimental tests conducted on the SS-15A model separator, where fiber quality parameters were analyzed according to the ASTM D4605 standard using the HVI system. The results demonstrate that the proposed structural solution shifts the cotton flow into a tangential direction, allowing for a sixty percent reduction in fiber loss for high-grade cotton and a thirty-six percent reduction for lower grades. These findings have practical applications in the pneumatic transport systems of cotton ginneries to reduce raw material waste and enhance economic efficiency. The study concludes with scientific evidence that controlling the flow trajectory within the separator reduces fiber damage by thirty-four percent and yields substantial economic benefits per unit per season.

Keywords: Separator, cotton fiber, loss, trapezoid, guide vane, design, efficiency, mechanical damage, economic benefit.

Kirish. Jahon iqtisodiyotida paxta to-lasi strategik xomashyo hisoblanib, uning si-fat ko'rsatkichlarini saqlab qolgan holda qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish to'qimachilik sanoatining raqobatbardoshligi-ni belgilovchi asosiy omildir. Global mi-qyosda har yili o'rtacha 25-26 million tonna paxta to-lasi ishlab chiqariladi va ushbu mahsulotning sifati bevosita paxta tozalash zavodlaridagi texnologik jarayonlarga bog'liq. Ayniqsa, paxtani pnevmatik transport tizimlari orqali tashish va uni havo oqimidan ajratish (separatsiya) bosqichida tolaning fizik-mexanik xususiyatlarini saqlab qolish bugungi kunning eng dolzarb muammolaridan biri bo'lib qolmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentin-ing 2024-yil 26-avgustdagi PF-124-son Far-

monida belgilanganidek, milliy sanoatni mod-ernizatsiya qilish, ishlab chiqarishga ilm-fan yutuqlari va innovatsion texnologiyalarni joriy etish orqali mahsulot tannarxini tushirish hamda eksport salohiyatini oshirish ustuvor vazifa qilib belgilangan. Ushbu vazifalar doirasida, paxta tozalash sanoatida xomashyo isrofini kamaytirish va tolaning shtapel uzun-ligini saqlab qolishga xizmat qiluvchi yangi konstruktiv yechimlarni ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

Paxta tozalash zavodlarida pnevmatik transport tizimi xomashyoni sexlararo tash-ishda asosiy vosita hisoblanadi. Biroq, mavjud SS-15A markali separatorlarda paxta bo'laklari havo oqimi ta'sirida 20-25 m/s tezlik bilan harakatlanadi. Bunday yuqori tezlikda paxtaning separatorning ishchi kamer-

asidagi to'rtli yuzalarga perpendikulyar yo'nalishda urilishi (impact damage) bir qator salbiy oqibatlariga olib keladi:

1. Tola uzilishi va kalta tolalar miqdorining ortishi: Zarba ta'sirida tola va chigit orasidagi bog'lanish kuchsizlanadi, natijada tola tarkibida "erkin tolalar" (free fibers) paydo bo'ladi.
2. Xomashyo isrofi: Ajralgan erkin tolalar to'rtli yuza teshiklari orqali so'ruvchi havo oqimi bilan birga tashqi muhitga yoki chang kameralariga chiqib ketadi.
3. Chigitning mexanik shikastlanishi: Zarba natijasida chigit po'stlog'ining darz ketishi keyinchalik tolaning chigit po'stlog'i bilan ifloslanishiga sabab bo'ladi.

Paxtani pnevmatik tashish va separatsiyalash jarayonlari bo'yicha xalqaro miqyosda keng qamrovli tadqiqotlar o'tkazilgan. AQSHlik olimlar Gillum [5], Baker [2] va Columbus [4] o'z ishlarida separatorlardagi havo tezligini boshqarish orqali tola sifatini 15-20% ga yaxshilash mumkinligini isbotlaganlar. Wanjura [10] va boshqalar o'tkazgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, mexanik urilishlar natijasida tolaning "bir xillik indeksi" (Uniformity Index) sezilarli darajada pasayadi.

Mahalliy olimlardan R. Muradov [13] paxtani tashish tizimlarining samaradorligini oshirish bo'yicha nazariy asoslarni ishlab chiqqan bo'lsa, B. Mardonov separatorning vakuum-klapan qismidagi harakat dinamikasini tadqiq etgan. Shuningdek, akademik X.A. Raxmatulin [19] tomonidan ishlab chiqilgan ikki fazali muhitlar harakati nazariyasi separator ichidagi aerodinamik jarayonlarni modellashtirishda fundamental asos bo'lib xizmat qiladi. Biroq, ushbu tadqiqotlarning aksariyatida paxtaning urilish burchagini yo'naltirgichlar yordamida o'zgartirish va bu orqali erkin tola ajralishini kamaytirish masalasi yetarli darajada o'rganilmagan.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi separatorning ishchi kamerasiga trapetsiya shaklidagi yo'naltirgichlarni o'rnatish orqali paxta oqimining to'rtli yuzaga urilish burchagini o'zgartirish va bu orqali tola yo'qotilishini kamaytirishdan iborat. Ushbu

maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilab olindi:

- Separator ichidagi havo oqimi va paxta zarrachasining harakat trayektoriyasini matematik modellashtirish;
- Takomillashtirilgan konstruksiyaning tola sifat ko'rsatkichlariga (HVI tizimi bo'yicha) ta'sirini eksperimental baholash;
- Yangi texnologiyaning iqtisodiy samaradorligini hisoblash.

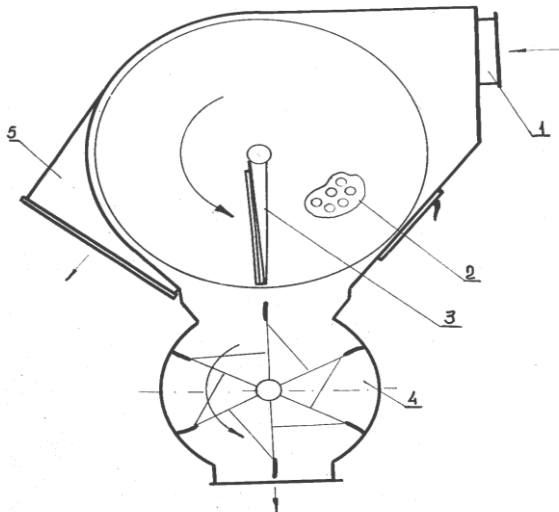
Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki, unda ilk bor trapetsiya shaklidagi yo'naltirgichlarning aerodinamik oqimni yumshatish va "erkin tola" ajralishini tormozlashdagi samaradorligi nazariy va amaliy jihatdan isbotlangan.

Paxta tolasini qayta ishlash sanoati O'zbekiston iqtisodiyotining muhim tarmoqlaridan biri bo'lib, ishlab chiqarish samaradorligi bevosita paxta xomashyosining sifat ko'rsatkichlarini saqlab qolishga bog'liqdir. Paxta tozalash zavodlarida xomashyoga birlamchi ishlov berish jarayonida, ayniqsa, paxtani tashish va havodan ajratish bosqichlarida tolaning mexanik shikastlanishi va yo'qolishi jiddiy muammo hisoblanadi [11]. Bu yo'qotishlar nafaqat tolaning miqdoriy kamayishiga, balki uning sifat parametrlarining pasayishiga ham olib keladi [1], bu esa pirovardida milliy iqtisodiyotga sezilarli zarar yetkazadi [12].

Paxta sanoatida qo'llaniladigan an'anaviy havodan ajratuvchi separatorlar yuqori tezlikda ishlashi tufayli paxta tolasiga kuchli mexanik ta'sir ko'rsatadi. Paxtaning ishchi kameradagi to'rtli yuzaga harakatlanishi va urilishi tolaning qisman ajralishiga, ezilishiga va natijada yo'qolishiga olib keladi. Mavjud texnologik jarayonlarni tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, separatorlar orqali paxtaga ishlov berishda tola yo'qotish koeffitsiyentlari navlarga qarab sezilarli farqlanadi va 0,7 kg/soatdan 3,78 kg/soatgacha yetadi. Ayniqsa, III, IV va V nav paxta xomashyosini qayta ishlashda bu yo'qotishlar eng yuqori darajada kuzatiladi.

Zamonaviy paxta tozalash sanoati oldida turgan asosiy vazifalardan biri texnologik uskunalar konstruksiyasini

takomillashtirish orqali tola yo‘qotishini minimallashtirishdir. Ilmiy tadqiqotlar paxtaning mexanik harakatini optimallashtirish, ishchi yuzalar bilan aloqa qilish vaqtini qisqartirish orqali ushbu muammoni hal etish mumkinligini ko‘rsatmoqda.



1-rasm. SS-15A separatori. 1-kirish quvuri, 2-to‘rli yuza, 3-sidirg‘ich, 4-vakuum klapan, 5-so‘ruvchi qisqa quvur.

Ushbu tadqiqotning maqsadi paxtani havodan ajratuvchi separatorning ishchi kamerasiga yangi, trapetsiya shaklidagi yo‘naltirgichlar o‘rnatish orqali tola yo‘qotishini oldini olishning ilmiy va amaliy asoslarini ishlab chiqish hamda uning iqtisodiy samaradorligini baholashdan iborat. Tadqiqotda takomillashtirilgan konstruksiyaning amaldagi separatorga nisbatan tola yo‘qotish ko‘rsatkichlariga ta‘siri batafsil qiyosiy tahlil qilinadi [14].

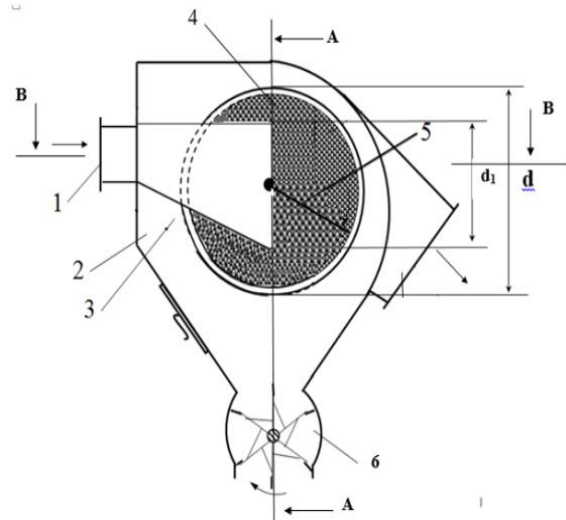
Metodologiya. Tadqiqotda SS-15A separatorining kirish qismiga trapetsiya shaklidagi maxsus yo‘naltirgichlar o‘rnatildi. Ushbu muhandislik yechimi havo-paxta aralashmasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri to‘rli yuzaga urilishidan himoya qiladi va uni tangensial yo‘nalishda yo‘naltiradi.

Paxta bo‘lakchasining separator ichidagi harakati Raxmatulin [19] tomonidan ishlab chiqilgan ikki fazali muhitlar harakati nazariyasi va xalqaro gidrodinamika tamoyillari asosida modellashtirildi. Zarrachaning

pnevmatik tashish tizimidagi harakat dinamikasi Leung [8] modellari asosida tahlil qilindi. Bunda paxtaning to‘rli yuzaga urilish burchagini o‘zgartirish orqali mexanik yuklanishni kamaytirish nazarda tutilgan. Shuningdek, zamonaviy mikroelektron texnologiyalarni jarayonlarni boshqarishda qo‘llash imkoniyatlari Gordon va boshqalar [6] tomonidan ta‘kidlanganidek, pnevmatik tizimlarni avtomatlashtirishda muhimdir.

Tadqiqotning asosiy obyektini paxtani havodan ajratuvchi separatorning takomillashtirilgan konstruksiyasi tashkil etadi. Loyihaning yangiligi separatorning kirish quvuri yon devoriga, ishchi kamera ichiga maxsus geometriyaga ega bo‘lgan elementlarning kiritilganligi bilan belgilanadi [15].

Separatorning ishchi kamerasiga havo oqimi yo‘nalishi bo‘ylab trapetsiya shaklidagi yo‘naltirgichlar o‘rnatildi. Bu yo‘naltirgichlarning maqsadi paxta xomashyosining ishlov berish jarayonida kamraning to‘rli yuzaga qarab harakatlanishini va buning natijasida yuzaga keladigan mexanik urilishlarni kamaytirishdir.



2-rasm. Yo‘naltirgichli separator sxemasi (patent №FAP 01879). 1-kirish quvuri, 2-ishchi kamera, 3-trapesiya shaklda yo‘naltirgich, 4- to‘rli sirt, 5-sidirg‘ich, 6- havoni so‘rish quvuri, 7- vakuum klapan.

Yo‘naltirgichlarning trapetsiya shakli kirish oqimini yumshoq qabul qilib, paxtani ilib olish samaradorligini oshiradi, kengroq asosi esa paxtani to‘rli yuzadan uzoqlashtirib,

vakuum-klapan tomon to'g'ri yo'naltirishga xizmat qiladi. Bu mexanizm orqali tolaning to'rtli yuzalar bilan aloqa qilish maydoni an'anaviy konstruksiyaga nisbatan 40% gacha kamaytiriladi.

Tajribalar davomida paxtaning namlik va ifloslik darajalariga qarab tola yo'qotilishi o'rganildi. To'qimachilik xomashyosining gigroskopik xususiyatlari va ularning harorat bilan bog'liqligi Atkins va Thompson [1] ishlarida keltirilgan bo'lib, bu bizga nam paxtaning separator devorlariga yopishish koefitsiyentini aniqlashda yordam berdi. Paxta tolasi o'tkazuvchanligining havo oqimi bilan bog'liqligi esa Ueda va Havenith [9] tadqiqot-

lariga tayangan holda o'rganildi.

Paxtaning ishchi kameradagi harakati Nyutonning ikkinchi qonuni va gidrodinamik qarshilik kuchlari asosida modellashirildi. Bu nazariy hisob-kitoblar paxta oqimi zichligi va havo tezligi kabi muhim omillarning tola yo'qotishiga ta'sirini oldindan aniqlashga yordam berdi. Nazariy modellashirish natijalari trapetsiya burchagi α ning ma'lum diapazonda eng kam yo'qotish kuzatilishini taxmin qildi.

Sanoat sharoitida o'tkazilgan eksperimentlarda separatorning ikki xil holati taqqoslandi: (1) nazorat guruhi (yo'naltirgichsiz standart separator) va (2) tajriba guruhi (taklif qilingan yo'naltirgichli separator). Tajribalar paxtaning uch xil namligi va har xil ifloslanish darajasida o'tkazilib, har bir tajriba uchun ishlov berishdan keyin maxsus to'plovchilardagi tolaning yo'qolgan massasi (g) aniqlandi [14-17].

Tola yo'qotishini hisoblash usullari.

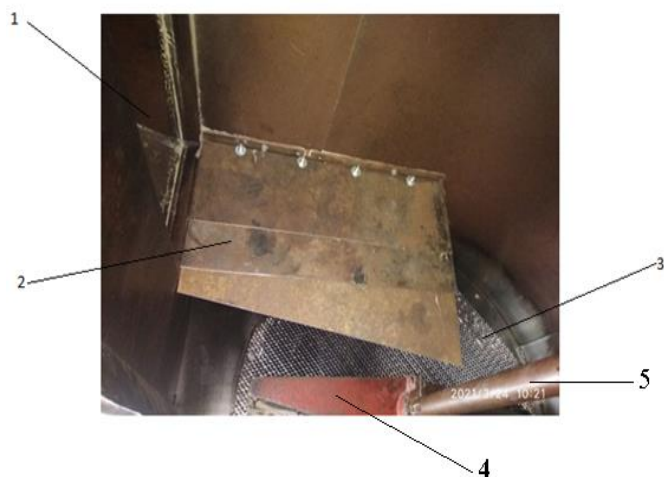
Yo'qotilishdagi farqni aniqlash uchun korxonaning yillik ish vaqti va paxta taqsimoti hisobga olindi. Separatorning jami yillik ish vaqti 5882 soat deb olindi.

–I va II nav paxtalar uchun ish vaqti (T):

– $T = (48,4\% + 14,4\%)/100\% \cdot 5882 = 3693$ soat.

–III, IV, V nav paxtalar uchun ish vaqti (T_1):

– $T_1 = (17,0\% + 19,81\%)/100\% \cdot 5882 = 2165$ soat.



3-rasm. Trapetsiya shaklidagi yo'naltirgich qotirilgan ishchi kamera

1-jadval. Paxta navlarining sifat va miqdoriy taqsimoti (Yillik rejaga ko'ra)

Paxta navi	Umumiy taqsimot (%)	Yillik ish vaqti (soat)	O'rtacha ifloslanish darajasi (%)
I va II navlar	62,8	3693	2,0 – 3,5
III, IV, V navlar	36,81	2165	4,0 – 7,0

Tadqiqotlar davomida erkin tolalarni ajratib olish va ularni saqlab qolish bo'yicha Yuldashev va boshqalar [18] tomonidan taklif etilgan uslublar qo'llanildi. Bu esa yuqori navli paxtaning sifat ko'rsatkichlarini saqlab qolishga xizmat qildi.

Natijalar. O'tkazilgan tadqiqotlar natijalari takomillashtirilgan konstruksiyaning amaldagi separatorga nisbatan tola yo'qotilishidagi samaradorligini quyidagicha ko'rsatdi:

2-jadval. Separator konstruksiyasining tola yo'qotilishiga ta'siri (yillik hisobda)

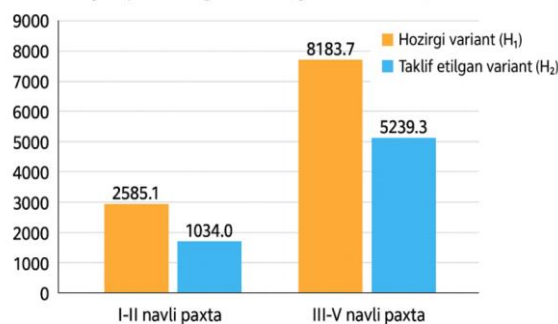
Navlar guruhi	Ko'rsatkich	Hozirgi variant (h_s)	Taklif qilingan variant (h_n)	Yo'qotilishdagi farq (kg)
I va II navlar	Yo'qotish koefitsiyenti (kg/soat)	0,70	0,28	-

	Yillik yo'qotilish (H_{s1} , H_{n1}), kg	$H_{s1} = 2585,1$	$H_{n1} = 1034,0$	1551,1
III, IV, V navlar	Yo'qotish koeffitsiyenti (kg/soat)	3,78	2,42	-
	Yillik yo'qotilish (H_{s2} , H_{n2}), kg	$H_{s2} = 8183,7$	$H_{n2} = 5239,3$	2944,4
Jami	Umumiy yo'qotilish, kg	10768,8	6273,3	4495,5

1. I va II nav paxta bo'yicha samaradorlik: Yo'qotish koeffitsiyenti 0,70 kg/soatdan 0,28 kg/soatga tushirildi, bu yiliga 1551,1 kg yuqori sifatli tola saqlab qolingani bildiradi.
2. III, IV va V nav paxta bo'yicha samaradorlik: Yo'qotish koeffitsiyenti 3,78 kg/soatdan 2,42 kg/soatga tushirilib, yiliga eng katta miqdor — 2944,4 kg tola saqlab qolingan.
3. Umumiy natija: Takomillashtirilgan konstruktsiya yiliga jami 4495,5 kg (taxminan 4,5 tonna) paxta tolasini saqlab qolish imkonini beradi.

Yo'naltirgichlarning o'rnatilishi paxta oqimini tartibga solib, paxtaning to'rtli yuzalarga mexanik urilishini keskin kamaytiradi. Past navli paxtalarda (III, IV, V) yuqori samaradorlikning kuzatilishi (2944,4 kg saqlab qolingani) shuni ko'rsatadiki, bu navlarning tarkibidagi yuqori axlatlar oqimi ham yo'naltirgichlar tomonidan tezda chiqish

Separator konstruksiyasining tolalar yo'qotilishiga ta'siri (yillik asosda)



4-rasm. Separator konstruksiyasining tola yo'qotilishiga ta'siri grafigi

tomon yo'naltiriladi, bu esa axlatlar tufayli yuzaga keladigan ikkilamchi tola yo'qotilishini oldini oladi.

Saqlab qolingani tolaning miqdorini pul ko'rinishida ifodalash orqali konstruktsiyaning iqtisodiy samarasi aniqlandi. Dissertatsiya ma'lumotlaridagi o'rtacha narxlar (I va II nav uchun $\approx 18,153$ so'm/kg, III-V navlar uchun $\approx 15,301$ so'm/kg) asos qilib olindi.

3-jadval. Tola yo'qotilishidan saqlab qolingani iqtisodiy foyda

Navlar guruhi	Saqlab qolingani tola (kg)	O'rtacha narx (so'm/kg)	Iqtisodiy foyda (so'm)
I va II navlar	1551,1	$\approx 18,153$	28 157,476
III, IV, V navlar	2944,4	$\approx 15,301$	45 051,720
Jami	4495,5	-	73 209,196

Separatorga trapetsiya shaklidagi yo'naltirgichlarni o'rnatish uchun ketgan investitsiya xarajatlari past bo'lgan holda, yiliga erishilgan 73 million so'mdan ortiq sof iqtisodiy foyda ushbu investitsiyani juda qisqa muddatda (taxminan 3-4 oyda) qoplash imkoniyatini yaratadi. Bu esa taklif etilgan yechimning yuqori rentabelligini ta'minlaydi.

Xulosa. O'tkazilgan kompleks ilmiy tadqiqotlar paxtani havodan ajratuvchi separatorning ishchi kamerasiga trapetsiya shaklidagi maxsus yo'naltirgichlarni joriy etish nafaqat nazariy, balki yuqori amaliy samaradorlikka ega ekanligini to'liq tasdiqladi. Mazkur muhandislik yechimi pnevmatik transport tizimlarida paxta xo-

mashyosini tashish paytida yuzaga keladigan eng og'riqli muammolardan biri - tolaning havo bilan chiqib ketishi va mexanik isrofini kamaytirishga qaratilgan.

Tadqiqotning texnologik mohiyati shundaki, yangi o'rnatilgan yo'naltirgichlar paxta oqimining ishchi kamera ichidagi aerodinamik harakatini tartibga soladi. Bu esa paxta bo'laklarining separatorning to'rtli yuzasiga yuqori tezlikda urilishini samarali ravishda kamaytirdi va tolaning to'rtli yuzalar bilan aloqa qilish maydonini taxminan 40% gacha qisqartirish imkonini berdi. Natijada, paxta tolalarining mexanik shikastlanishini oldini olish va ularning tabiiy xususiyatlarini saqlab qolish uchun mustahkam ilmiy asos yaratildi.

Eksperimental natijalarning tahlili shuni ko'rsatdiki, takomillashtirilgan konstruksiya barcha navdagi paxta xomashyosi uchun yuqori natija berdi. Xususan, yuqori sifatli (I-II) navlarda yo'qotish koeffitsiyenti soatiga 0,70 kg dan 0,28 kg gacha, quyi navlarda (III-V) esa 3,78 kg dan 2,42 kg gacha pasaydi. Bu ko'rsatkichlar korxona miqyosida bir yil davomida jami 4495,5 kg (taxminan 4,5 tonna) sof paxta tolasini isrofdan saqlab qolish imkonini beradi.

Iqtisodiy nuqtai nazardan, ushbu yangilikning joriy etilishi paxta tozalash za-

vodiga yiliga 73 209,196 so'm miqdorida sof iqtisodiy foyda keltiradi. Shuni alohida ta'kidlash joizki, taklif etilgan konstruksiya murakkab texnik o'zgarishlarni talab qilmaydi va investitsiya xarajatlarining kamligi tufayli juda qisqa muddatda (3-4 oy) o'zini to'liq oqlaydi.

Xulosa qilib aytganda, takomillashtirilgan separator konstruksiyasi paxta tozalash sanoatining texnik bazasini modernizatsiya qilish, mahsulot tannarxini tushirish va ishlab chiqarish rentabelligini oshirishda yuqori samarali yechim bo'lib xizmat qiladi



Adabiyotlar ro'yxati:

1. Atkins, K., & Thompson, M. (2011). Effect of textile hygroscopicity on stratum corneum hydration during exercise. *Discipline of Exercise and Sport Science*, 9(2), 100-108.
2. Baker, R. V. (1994). Seed cotton cleaning and extracting. *Cotton Ginners Handbook*, USDA Agricultural Handbook No. 503.
3. Chen, Q., et al. (2011). An alternative criterion in heat transfer optimization. *Proceedings of the Royal Society a Mathematical Physical and Engineering Sciences*, 467(2128), 1012-1028. doi:10.1098/rspa.2010.0293
4. Columbus, E. P. (1990). *Pneumatic and Mechanical Handling Systems in Cotton Gins*. USDA Agricultural Research Service.
5. Gillum, M. N., et al. (1982). Linear programming model for a cotton ginning system. *Transactions of the ASAE*, 25(5), 1422-1426.
6. Gordon, M. A., et al. (2019). Application of Modern Microelectronic Technology in Marshaling Process. *Proc. 2019 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS)*, 1–6. doi:10.1109/EWDTS.2019.8884384
7. Hughs, S. E., & Baker, R. V. (2010). Ginning for Quality. *Journal of Cotton Science*, 14(2), 115-122.
8. Leung, L. S. (1980). *Pneumatic Conveying of Bulk Solids*. Elsevier Science.
9. Ueda, H., & Havenith, G. (2005). The effect of fabric air permeability on clothing ventilation. *Elsevier Ergonomics Book Series*, Vol. 3.
10. Wanjura, J. D., et al. (2014). Impact of harvesting and ginning practices on cotton fiber quality. *Textile Research Journal*, 84(16), 1730-1745.
11. Jabbarov, G., Omonov, G., & Hamidov, A. (1987). Chigitli paxtani dastlabki ishlash texnologiyasi. O'qituvchi.
12. Kadyrkhodjaev, S. K. (1986). *Razrabotka separatora dlya khlopka-syrtsa s tselyu sokhraneniya ego kachestvennykh pokazateley*. [Candidate dissertation, Tashkent].
13. Muradov, R. (2004). *Paxtani dastlabki ishlash texnologiyasidagi tashish jarayonining samaradorligini oshirish asoslari*. [Doctoral dissertation, Tashkent].
14. Muradov, R., Yuldashev, Kh., & Salokhiddinova, M. (2022). Paxtadagi erkin tolalarni aniqlash va uni yo'qolishini kamaytirish yo'llari (Monografiya). Namangan nashriyoti.
15. Muradov, R. M., et al. (2022). Yo'naltirgichli separator. Patent № FAP01879. O'zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligi.

16. Salokhiddinova, M., & Muradov, R. (2022). Methods for Increasing the Efficiency of Cleaning the Transfer Device. *Engineering*, 14, 54-61.
17. Salokhiddinova, M., & Muradov, R. (2022b). Research to Reduce Seed and Fiber Strain in Cotton Separator. *AIP Conference Proceedings*, 2650, 030018. doi:10.1063/5.0105476
18. Yuldashev, Kh. Kh., Salokhiddinova, M. N., et al. (2022). Improving the retention of free fibers in raw cotton. *Texas Journal of Multidisciplinary Studies*, 7, 34–38.
19. Raxmatulin, Kh. A. (1950). *Osnovy gazodinamiki vzaimopronikayushikh dvizheniy*. PMM, 14(2).

UDK 539.1:544.58: 543.48

**« ^{99m}Tc]-МАКРОАГРЕГАТ АЛБУМИН» РАДИОФАРМАТСЕВТИК
ПРЕПАРАТИДАГИ АЛБУМИННИ МИҚДОРИЙ АНИҚЛАШ УСЛУБИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ
ВА ВАЛИДАТСИЯ ҚИЛИШ**

L.O.Hajiev, I.I.Sadikov, A.M.Abdukayumov, A.Z.Rihsiev*
hajiyev.lazizbek@mail.ru

Аннотатсия. *Har qanday radiofarmatsevtik preparatning (RFP) sifatini belgilovchi eng muhim ko'rsatkichlardan biri bu faol moddaning miqdori. Ushbu tadqiqotning maqsadi spektrofotometriya yordamida ^{99m}Tc -albumin makroagregat" preparatidagi albuminni miqdoriy aniqlash uslubini ishlab chiqish va validatsiya qilish. Ishlab chiqilgan uslub quyidagi mezonlarga muvofiq tasdiqlandi: o'ziga xoslik, chiziqlilik, to'g'rilik, aniqlik (takrorlanish va laboratoriya ichidagi aniqlik). O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Yadro fizikasi institutining "Radiopreparat" davlat muassasida ishlab chiqilgan ^{99m}Tc -albumin makroagregat" preparati tadqiqot obyekti sifatida tanlandi. Albumining Biuret reaktivi bilan hosil qilgan kompleksi 540 nm to'lqin uzunligida maksimal yutilish beradi. Kalibrovka tenglamasi $y = 2,8401x - 0,0191$, $r^2 = 0,9992$ bo'lib, usulning chiziqliligini tasdiqlaydi. To'g'rilik va laboratoriya ichidagi aniqlikni baholashda o'rtacha natijaning nisbiy xatosi mos ravishda 1,6 % va 0,42 % dan oshmadi, qabul qilinadigan nisbiy xato eng ko'pi bilan 2%.*

Калит so'zlar: *Radiofarmatsevtik preparat, radionuklid, Shimadzu UV-1900i, albumin, validatsiya, texnetsiy-99m, mis sulfat, natriy kaliy tartarat, natriy karbonat.*

РАЗРАБОТКА И ВАЛИДАЦИЯ МЕТОДИКИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЛЬБУМИНА В РАДИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ ПРЕПАРАТЕ « ^{99m}Tc]-МАКРОАГРЕГАТ АЛЬБУМИНА»

Аннотация. *Одним из важнейших показателей, определяющих качество любого радиофармацевтического препарата (РФП) является содержание действующий вещества. Целью данного исследования являлась разработка и валидация методики количественного определения альбумина в препарате « ^{99m}Tc -макроагрегат альбумина», методом спектрофотометрия. Разработанный методики был валидированные по следующим критериям: специфичность, линейность, правильность, Прецизионность (воспроизводимость и Внутривнутрилабораторная Прецизионность). Объектом исследования методики был выбран препарат « ^{99m}Tc -макроагрегат альбумин», разработанный в Государственном учреждении «Радио-препарат» Института ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан. Комплекс альбумина с Биуретовым реактивом дает максимум поглощения на длине волны 540 нм. Уравнение калибровки: $y = 2,8401x - 0,0191$, $r^2 = 0,9992$, что подтверждает линейность методики. Относительная ошибка среднего результата при оценке правильности и внутривнутрилабораторной прецизионности не превышала 1,6 % и 0,42 %, соответственно при допустимой*

*L.O.Hajiev- falsafa doktori, O'zR FA Yadro fizikasi instituti "Radiopreparat" davlat muassasasi yetakchi muhandisi; I.I.Sadikov – texnika fanlari doktori, professor, akademik, O'zR FA Yadro fizikasi instituti direktori; A.M.Abdukayumov -texnika fanlari doktori, O'zR FA Yadro fizikasi instituti "Radiopreparat" davlat muassasai direktori; A.Z.Rihsiev -texnika fanlari doktori, O'zR FA Yadro fizikasi instituti "Radiopreparat" davlat muassasai bosh texnolog.

относительной погрешности не более 2 %.

Ключевые слова: радиофармацевтический препарат, радионуклид, Shimadzu UV-1900i, альбумин, валидация, технеций-99m, медный купорос, натрий-калий виннокислый, натрия карбонат.

DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A METHOD FOR THE QUANTITATIVE DETERMINATION OF ALBUMIN IN THE RADIOPHARMACEUTICAL PREPARATION “ ^{99m}Tc]-ALBUMIN MACROAGGREGATE”

Abstract. One of the most important indicators determining the quality of any radiopharmaceutical drug (RPD) is the active ingredient content. The purpose of this study was to develop and validate a technique for the quantitative determination of albumin in the preparation “ ^{99m}Tc -albumin macroaggregate” by spectrophotometric method. The developed method was validated according to the following criteria: specificity, linearity, correctness, precision (convergence and intra-laboratory precision). The drug “ ^{99m}Tc -albumin macroaggregate”, produced by the State Institution “Radiopreparat” of the Institute of Nuclear Physics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, was chosen as the object of research of the method. The albumin complex with Biuret reagent gives maximum absorption at a wavelength of 540 nm. Calibration equation: $y = 2.8401x - 0.0191$, $r^2 = 0.9992$, which confirms the linearity of the method. The relative error of the average result in assessing the correctness and intra-laboratory precision did not exceed 1.6 % and 0.42 %, respectively, with an acceptable relative error of no more than 2%.

Keywords: radiopharmaceutical, radionuclide, Shimadzu UV-1900i, albumin, validation, technetium-99m, copper sulfate, sodium potassium tartrate, sodium carbonate.

Kirish. Yadro tibbiyotda biologik parchalanadigan « ^{99m}Tc -makroagregat albumin» (MAA) radiofarmatsevtik preparati bilan o'pka perfuziyasini tasvirlash, o'pka kasalliklari (amfizem, surunkali obstruktiv o'pka kasalligi, o'pka gipertenziyasi, fibroz) bilan og'rigan bemorlarda kuzatiladigan perfuziya nuqsonlarini tashxislash uchun muhim diagnostika vositasi. Bundan tashqari, venoz qon oqimini tekshirish orqali venoz trombozni baholash uchun ^{99m}Tc -MAA ishlatilgan.

^{99m}Tc -MAA (makroagregat albumin) vena ichiga yuborilgandan keyin o'pka kapillyarlarida saqlanib qoladi va bu vaqtinchalik emboliyaga olib keladi. Arteriya ichiga yuborilganda, MAA arteriya bilan ta'minlangan organ kapillyarlarida saqlanib qoladi. Qolaversa to'mtoq ko'krak qafasi travmasida arterial mikrosirkulyatsiya buzilishlarini aniqlash uchun ishlatiladi [1, 2].

Ushbu ^{99m}Tc -MAA preparati o'pka emboliyasi (OE), kasalxonadan tashqari pnevmoniya, surunkali o'pka kasalliklari (SO'K), o'tkir intoksikatsiya va boshqa ba'zi o'pka shikastlanishlarini tashxislashda o'zini isbotladi [2,3].

Radiofarmatsevtik dori vositalarini ishlab chiqishda tadqiqotlar bosqichlaridan biri, tayyor dori vositasidagi faol modda miqdorini miqdoriy aniqlash uslubini ishlab chiqish. Tadqiqotning dastlabki bosqichlarida preparatning sifati va xususiyatlaridagi og'ishlarni tez va ishonchli aniqlash imkonini beruvchi analitik uslublar katta ahamiyatga ega. Ko'rinadigan spektrofotometriya va ultrabinafsha (UB) spektral mintaqalarida pereparat sifatini nazorat qilish oddiy va ishonchli usuli sifatida tan olingan [4-9]. Bu uslub yuqori ishonchlilik, takrorlanuvchanlik va aniqlik bilan tavsiflanadi, bu esa miqdoriy tahlil uslubini sezilarli darajada soddalashtiradi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi spektrofotometriya yordamida ^{99m}Tc -MAA radiofarmatsevtik preparatida albuminni miqdoriy aniqlash uslubini ishlab chiqish va validatsiya qilish. Ishlab chiqilgan uslub quyidagi mezonlar yordamida tasdiqlandi: o'ziga xoslik, chiziqlilik, aniqlik va aniqlik (takrorlanish va laboratoriya ichidagi aniqlik).

Materiallar va metodlar. Asboblari va uskunalari. Spektrofotometr Shimadzu UV-

1900i; analitik tarozi AND 200G; Accumax 100-1000 μL hajmgacha o'lchash mumkin bo'lgan pipetka; Accumax 500-5000 μL hajmgacha o'lchash mumkin bo'lgan pipetka.

Eritmalarni tayyorlash.

Albumin ishchi eritmasini tayyorlash: Albominning massasi (2,0 mg) bo'lgan liofilizat shaklidagi MAA-Sn(II) moddasi 1,0 ml 0,9% natriy xlorid (NaCl) eritmasida eritildi. Eritma sintrifuga naychasiga quyildi va 10 daqiqa davomida 1200 1/min tezlikda sintrifuga qilindi. Oqsil suyuqlikdan ajratildi. Qoldiq $2,0 \pm 0,012$ ml 0,9% izotonik natriy xlorid eritmasida qayta eritildi. Hosil bo'lgan eritma 10 daqiqa davomida 2500 1/min tezlikda santrifuga qilindi. Albumin ajratildi va $2,0 \pm 0,012$ ml 2% natriy karbonat eritmasida eritildi. Albomin eriguncha suv hammomida 80°C - 90°C haroratda qizdirildi. Aralashma xona haroratiga qadar sovutildi, $4,0 \pm 0,03$ ml Biuret reaktiv eritmasi qo'shildi va aralashtirildi. 30 daqiqadan so'ng, hosil bo'lgan eritmaning optik zichligi spektrofotometr yordamida o'lchandi.

Platsebo eritmasini tayyorlash:

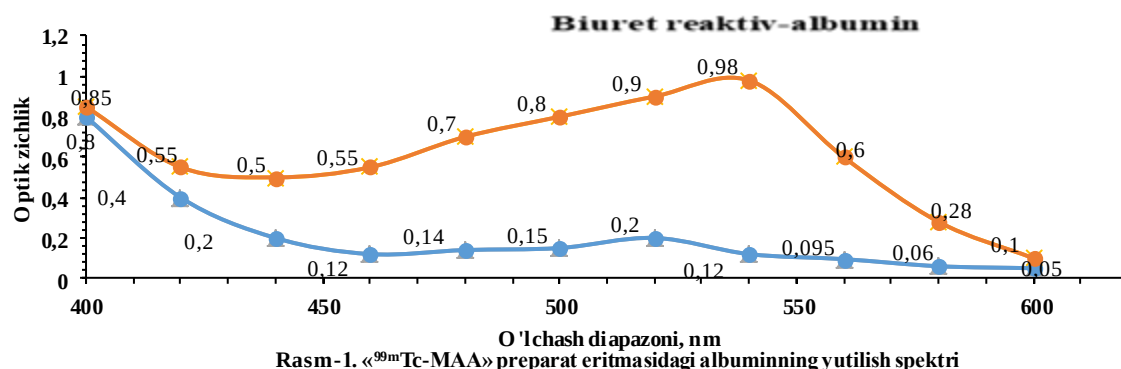
Platsebo eritmasini tayyorlash uchun quyidagi reagentlar 10 ml o'lchov kolbasiga qo'shildi: $2,0 \pm 0,012$ ml 0,9% izotonik natriy xlorid eritmasi; $4,0 \pm 0,03$ ml Biuret reaktiv eritmasi. Tayyorlangan eritma MAA-Sn(II) moddasidagi albuminni miqdoriy aniqlash

usuli yordamida tahlil qilindi.

Ishchi eritmalarni tayyorlash: usulning qo'llanilish diapazoniga muvofiq yettita model eritma [5] nominalning 70%, 80%, 90%, 100%, 110%, 120%, 130% konsentratsiyalarida tayyorlandi. Nominal eritma mos keladigan 2,0 mg albumin massasiga ega MAA-Sn(II) pereparatining liyofilizatini 6 ml natriy pertexnetat eritmasida ($\text{Na}^{99\text{m}}\text{TcO}_4$) eritish yo'li bilan tayyorlandi.

Natijalar va muhakamalar.

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA tarkibidagi albumin miqdorini miqdoriy aniqlash uchun ishlab chiqilgan usulni validatsiyalash belgilangan talablarga muvofiq laboratoriya sharoitida olingan preparat va ishchi eritmalarining namunalardan foydalangan holda amalga oshirildi. Quyidagi validatsiyalash xususiyatlari o'rganildi: o'ziga xoslik, chiziqlilik, to'g'rilik va aniqlik (takrorlanish va laboratoriya ichidagi aniqlik). Usulning o'ziga xosligining asosiy sharti - namunada mavjud bo'lishi mumkin bo'lgan boshqa komponentlar, masalan, yordamchi moddalar ishtirokida analitni ishonchli aniqlash qobiliyati. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA tarkibidagi faol moddaning miqdorini miqdoriy aniqlash uchun spektrofotometriya qo'llanildi. $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA eritmasining yutilish spektri 400 dan 600 nm gacha bo'lgan to'lqin uzunligi diapazonida aniqlandi. Tadqiqot natijalari 1-rasmda keltirilgan.



1-rasmdagi $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA preparat eritmasi va platsebo eritmasining optik zichlik o'lchovlariga asoslanib, albuminni miqdoriy aniqlash uchun tayyorlangan eritmaning maksimal yutilish spektri 540 nm to'lqin uz-

unligiga (400 dan 600 nm gacha) ega ekanligini, platsebo eritmasi uchun esa bu to'lqin uzunligida maksimalga ega emasligini ko'rish mumkin. Shunday qilib, olingan natijalar ishlab chiqilgan usulni, albuminni miqdoriy

aniqlash uchun o'ziga xos ekanligini tasdiqlaydi.

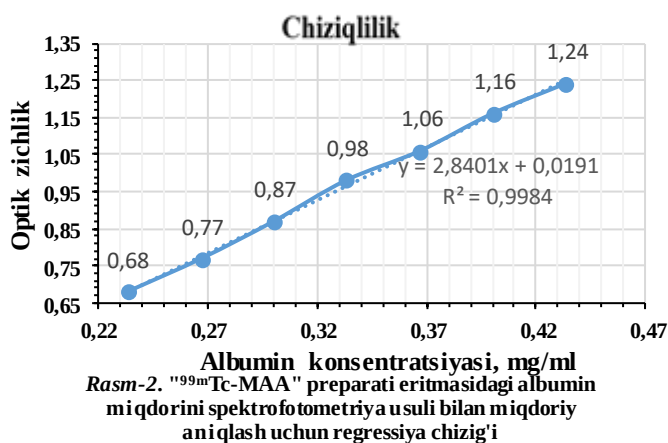
Validatsiya parametri — «chiziqlilik» — metodikaning analitik diapazoni doirasida («^{99m}Tc-MAA» preparat eritmasidagi albuminning nominal miqdorining 70 % dan 130 % gacha) albumin miqdori turlicha bo'lgan namunalarda analitik signal (AS) ni eksperimental o'lchash yo'li bilan baholandi. Olingan ma'lumotlarning regressiya tahlili eng

kichik kvadratlar usuli yordamida $y = bx + a$ chiziqli modeli bilan amalga oshirildi (bu yerda x - aniqlanayotgan modda miqdori, y - analitik javob (signal) kattaligi, b - burchak koeffitsienti va a - erkin had). Korrelyatsiya koeffitsienti r^2 berilgan argument qiymatlari uchun y o'zgaruvchisining eksperimental ravishda o'lchangan qiymatlari asosida hisoblab chiqildi. Olingan ma'lumotlar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Ishchi eritmalarda albumin miqdorini miqdoriy aniqlashda chiziqli bog'liqlik parametrlarini baholash natijalari

Albuminning nominal miqdori, %	Namunadagi albumin miqdori, mg/ml	Optik zichlik, D	Chiziqli bog'liqlik parametri $y = bx + a$
70	0,233	0,68	Chiziqli bog'liqlikning burchak koeffitsienti $b = 2,8401$ Chiziqli bog'liqlikning erkin hadi $a = 0,0191$ Korrelyatsiya koeffitsienti $r^2 = 0,9992$; $y = 2,8401x - 0,0191$
80	0,267	0,77	
90	0,300	0,87	
100	0,333	0,98	
110	0,367	1,06	
120	0,400	1,16	
130	0,433	1,24	

Ishchi eritmalarda albumin miqdorini miqdoriy aniqlashda chiziqli bog'liqlik parametrlarini baholash natijalari shuni ko'rsatdiki, korrelyatsiya koeffitsienti $r^2 = 0,9992$ bo'lib, u talab qilinadigan $|r| \geq 0,99$ shartiga to'liq javob beradi.



Ishlab chiqilgan metodika asosida «^{99m}Tc-MAA» preparati eritmasida albumin

miqdorini miqdoriy aniqlash natijalari $y = 2,8401x - 0,0191$ chiziqli tenglama bilan tavsiflanadi. Tadqiq etilayotgan kattaliklar o'rtasidagi mazkur chiziqli bog'liqlik regressiya to'g'ri chizig'ining grafik tasviri (2-rasm) bilan ham tasdiqlanadi.

Metodikaning to'g'riligi «^{99m}Tc-MAA» preparati eritmasidagi albuminning nominal miqdoriga nisbatan 70, 80, 90, 100, 110, 120 va 130 % darajalarda tayyorlangan ishchi aralashmalarni tahlil qilish orqali tasdiqlandi. Har bir darajada 3 martadan aniqlash o'tkazildi. Ma'lumki, spektrofotometrik metodika uchun to'g'rilikning maqbul mezonlari sifatida o'rtacha natijaning nisbiy xatoligi 2,0 % dan oshmasligi hamda sezilarli sistematik xatolikning mavjud emasligi qabul qilinadi. Tahlil natijalari olingan qiymatlarni sitandart qiymat (ishchi aralashmadagi albumin miqdori, mg/ml) bilan taqqoslash orqali baholandi. Olingan ma'lumotlar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval. ^{99m}Tc -MAA " preparat eritmasidagi albumin miqdorini spektrofotometrik aniqlash usulining to'g'riligini baholash natijalari.

Albuminning nominal miqdori, %	№ Namunalar	Namunadagi albumin miqdori, mg/ml, X_{ref}	Optik zichlik, D	Topilgan albumin mg/ml	$X_{o'r.}$ (o'rtacha qiymat)	$(X_{ref} - X_{o'r.})^2$	Qayta tiklash R, %
70	1	0,233	0,66	0,226	0,231	0,002	99,14
	2		0,67	0,230			
	3		0,69	0,236			
80	4	0,267	0,75	0,260	0,268	0,001	100,4
	5		0,79	0,274			
	6		0,78	0,270			
90	7	0,3	0,87	0,30	0,301	0,001	100,3
	8		0,86	0,296			
	9		0,89	0,307			
100	10	0,333	0,94	0,319	0,328	0,005	98,5
	11		0,99	0,336			
	12		0,97	0,330			
110	13	0,367	1,07	0,370	0,3645	0,0025	99,32
	14		1,05	0,3635			
	15		1,04	0,360			
120	16	0,400	1,12	0,386	0,398	0,002	99,5
	17		1,18	0,407			
	18		1,16	0,400			
130	19	0,433	1,23	0,4295	0,434	0,001	100,2
	20		1,29	0,450			
	21		1,21	0,422			
$X_{o'r.}$ birlik.		0,3333			0,3321	0,0012	99,64
Standart og'ish (CKO, S) : 0,00684							
Siljish ($b = X_{o'r.} - X_{ref}$), b mg/ml					0,0012		
Nisbiy siljish ($b = \frac{X_{cp} - X_{ref}}{X_{ref}} * 100, \%$), b %					0,36		
Qayta tiklash R, %					99,64		
t (p, f) tab.					2,086		
t (p, f) hisoblangan.					0,476		
Tahlilning o'rtacha natijasining ishonch oralig'i ($\pm \Delta x$), mg/ml					0,3321 $\pm$ 0,0054		
O'rtacha natijaning nisbiy xatosi ε , %					1,6		

2-jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, o'rtacha natijaning nisbiy xatoligi $\varepsilon = 1,6 \%$ bo'lib, u 2,0 % dan oshmadi. Natijalar tahlilning o'rtacha qiymati uchun ishonch oralig'i ($\pm \Delta x$) doirasida joylashgan bo'lib, u $0,3321 \pm 0,0054$ ni tashkil etdi va haqiqiy qiymatga yaqinlashadi. Tahlil natijalari asosida hisoblangan normallashtirilgan og'ishlar koeffitsienti t (Student koeffitsienti) ning son qiymati **0,476** ga teng bo'ldi. Erkinlik darajasi $f = 20$ va 95 % ishonch ehtimolligida Student koeffitsientining

jadval qiymati **2,086** ga teng, ya'ni $t_{\text{hisob}} < t_{\text{jadval}}$ (95 %, 20). Ushbu ma'lumotlarning barchasi tavsiflangan metod bilan olingan natijalar to'g'ri ekanligini va tizimli xato bilan yuklanmaganligini tasdiqlaydi.

Aniqlik, takrorlanish va laboratoriya ichidagi (oraliq) aniqlik bir hil namunalar yordamida o'rganildi. Usulning takrorlanish qobiliyati namunalarni tahlil qilish natijalari asosida baholandi. Tahlil bir xil tadqiqotchi tomonidan, bir xil sharoitlarda, bir xil spektrofotometrda foydalangan holda va qisqa

vaqt oralig'ida amalga oshirildi. Turli ishlab chiqarish sanalariga ega uchta partiya uchun 10 ta parallel aniqlash amalga oshirildi va

olingan natijalarga statistik ishlov berildi. Natijalar 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval. $^{99m}\text{Tc-MAA}$ preparati eritmasida albumin miqdorini spektrofotometrik aniqlash uchun analitik usulning takrorlanishini aniqlash natijalari

№	Optik zichlik, D	Albumin miqdori, mg/ml	Optik zichlik, D	Albumin miqdori, mg/ml	Optik zichlik, D	Albumin miqdori, mg/ml
1	0,6946	0,238	0,995	0,338	1,254	0,438
2	0,689	0,236	0,983	0,334	1,243	0,434
3	0,6654	0,228	0,983	0,334	1,2486	0,436
4	0,683	0,234	0,98	0,333	1,24	0,433
5	0,6917	0,237	0,986	0,335	1,246	0,435
6	0,6975	0,239	0,992	0,337	1,251	0,437
7	0,6771	0,232	0,965	0,328	1,226	0,428
8	0,6684	0,229	0,968	0,329	1,228	0,429
9	0,683	0,234	0,989	0,336	1,2486	0,436
10	0,6975	0,239	0,998	0,339	1,2572	0,439
Хср.		0,2346		0,3343		0,4345
СКО повторяемости, Sr, мг/мл		0,00395		0,0036		0,00363
СКО повторяемости, Sr^2 , мг/мл		0,0000156		0,0000129		0,0000132
Сумма СКО повторяемости, Sr^2 , мг/мл				0,0000417		
Макс СКО повторяемости, Sr^2 , мг/мл				0,0000156		
Критерий Кохрена, расчетное значение, G				0,311		
Критерий Кохрена, табличное значение (PMГ61), G					0,638	
СКО повторяемости методики, мг/мл				0,00373		
Общее среднее, Хср. Ср., мг/мл				0,3345		
t (p, f) табл.				2,045		
t (p, f) выч.				0,75		
Доверительного интервала среднего результата анализа ($\pm \Delta x$), мг/мл					0,3345 $\pm$ 0,0014	
Относительная ошибка среднего результата ϵ , %					0,42	

Takrorlanishni aniqlash natijalarida o'rtacha natijaning nisbiy xatosi 0,42 % ni tashkil etganini ko'rsatdi. Tahlilning o'rtacha natijasining ishonch oralig'i ($\pm \Delta x$) $P=0,95$ da $0,3345 \pm 0,0014$ mg/ml ni tashkil etdi. 2 ta namunani tahlil qilish natijalari asosida hisoblangan Student koeffitsienti $t(p, f)$ ning sonli qiymati 0,75 ni tashkil etdi. 95% ishonch ehtimoli va $f = 29$ erkinlik dara-

jasidagi Student koeffitsientining jadval qiymati 2,045 ga teng, ya'ni $t_{hisob} < t_{tabl.}$ (95%, 29). Umuman olganda, tahlil natijalari to'g'ri va amaliy qo'llash uchun yaroqli deb hisoblanadi.

Laboratoriya ichidagi (oraliq) aniqlikdagi tadqiqot uchun tahlillar ikki kishi tomonidan turli kunlarda o'tkazildi. Natijalar 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval. « $^{99m}\text{Tc-MAA}$ » eritmasida albumin miqdorini spektrofotometrik aniqlash usulning "Laboratoriya ichidagi aniqlik" ni aniqlash natijalari

No	Sana	Analitiklar	x_1	x_2	$X_{cp} = (x_1 + x_2)/2$	$(X_{cp})^2$	$(x_1 - x_2)$	$(x_1 - x_2)^2$
1	10.02.2026	Analitik-1	2	1,98	1,99000	3,960100	0,02000	0,0004
2	10.02.2026	Analitik-1	1,99	1,96	1,97500	3,900625	0,03000	0,0009
3	11.02.2026	Analitik-2	1,95	1,93	1,94000	3,763600	0,02000	0,0004

No	Sana	Analitiklar	x ₁	x ₂	X _{cp} = (x ₁ +x ₂)/2	(X _{cp}) ²	(x ₁ -x ₂)	(x ₁ - x ₂) ²
4	11.02.2026	Analitik-2	1,9	1,85	1,87500	3,515625	0,05000	0,0025
5	12.02.2026	Analitik-1	1,92	1,9	1,91000	3,648100	0,02000	0,0004
6	12.02.2026	Analitik-1	1,84	1,89	1,86500	3,478225	-0,05000	0,0025
7	13.02.2026	Analitik2	1,91	1,88	1,89500	3,591025	0,03000	0,0009
8	13.02.2026	Analitik-2	1,84	1,86	1,85000	3,422500	-0,02000	0,0004
p=		8						
T ₁ =Σxx					15,3			
T ₂ =ΣX _{cp} ²						29,28		
T ₃ =Σ(x ₁ -x ₂) ²							0,0084	
СКО повторяемости, S _r , %							0,0229	
Передел повторяемости, r, %							0,0648	
СКО промежуточной прецизионности, S _{Rp} , %							0,0542	
Передел промежуточной прецизионности, R ₁ %							0,1534	
Критерий Кохрена, расчетное значение, G							0,297	
Критерий Кохрена, табличное значение (РМГ61), G							0,68	
t (p, f) табл.							2,1	
t (p, f) выч.							1,5	
Доверительного интервала среднего результата анализа (± Δx), mg/ml							1,9125±0,0182	
Относительная ошибка среднего результата ε, %							0,95	

Ikki tahlilchi tomonidan olingan natijalarni taqqoslaganda, birinchi va ikkinchi xodimlarning natijalarining o'rtacha qiymatlari orasidagi farqlar ahamiyatsiz ekanligi ayon bo'ladi. Ikki tadqiqotchi uchun o'rtacha natijaning nisbiy xatosi 0,95 % ni tashkil etdi va o'rtacha analitik natijaning ishonch oralig'i ($\pm \Delta x$), mg mos ravishda 1,9125 $\pm$ 0,0182 mg ni tashkil etdi. Ikki tahlilchi tomonidan o'tkazilgan tahlillar natijalari asosida hisoblangan Student koeffitsienti $t(p, f)$ ning sonli qiymati mos ravishda 1,5 ni tashkil etdi. Student koeffitsientining 95% ishonch darajasida va $f = 7$ erkinlik darajasida jadval qiymati 2,1 ga teng, ya'ni $t_{hisob} < t_{tabl.}$ (95%, 7).

Xulosa. Tajriba natijalariga asoslanib, spektrofotometrik usul bilan $^{99m}\text{Tc-MAA}$ radiofarmatsevtik preparatidagi asosiy faol modda albuminning miqdoriy tarkibini aniqlash uchun ishlab chiqilgan validatsiya usuli o'ziga xos ekanligi va ishchi konsentratsiya diapazonida ham, o'rganilayotgan diapazonning ekstremal chegaralarida ham maqbul aniqlik, to'g'rilik va chiziqlilik bilan tavsiflanganligi aniqlandi. Xulosa qilib aytganda, ishlab chiqilgan usul albuminning nominal miqdori 70 % dan 130 % gacha bo'lgan diapazonda chiziqli bo'lib, radiofarmatsevtik preparat tarkibidagi faol moddaning miqdorini tezkor va sezgir aniqlash imkonini beradi.

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Радионуклидная диагностика для практических врачей / под. ред. Ю.Б. Лишманова, В.И. Чернова. - Томск: STT, 2004. - С.138-157.

2. Рубин М.П. Радионуклидная перфузионная сцинтиграфия легких: методика исследования и интерпретации результатов / М.П. Рубин, О.Д. Кулешова, Р.Е. Чечурин // Радиология - Практика. 2002. - №4. - С.16-21.
3. Рубин М.П. Радионуклидные методы диагностики функциональных нарушений легких в амбулаторных условиях // Терапевтический архив, 2008. - №1. - С.10-16.
4. ГОСТ Р 52249-2004. Правила производства и контроля лекарственных средств.
5. МУ 64-04-001-2002. Производство лекарственных средств. Валидация. Основные положения.
6. ГОСТ Р ИСО 5725-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений.
7. Пригодность аналитических методов для конкретного применения. Руководство для лабораторий по валидации методов и смежным вопросам. Б. Магнуссон, У. Эрнемарк. Киев 2016. Второе издание ООО «Юрка Любченко» ОФС.1.1.0012.15. Валидация аналитических методик.
8. Рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 61— 2010.

УДК 544.47:546.72+546.73:544.344

РАЗРАБОТКА КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ КОБАЛЬТА И ЖЕЛЕЗА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ВОДОРОДА ПОЛУЧЕННЫХ НА СОЛНЕЧНОЙ ПЕЧИ В ПАРКЕНТЕ

Ж.З.Шерматов, М.А.Каримов, О.Т.Ражаматов,
В.В.Окунев, М.А.Лазарев, К.В.Хрулев*

ORCID: 0000-0002-0152-2957, j.shermatov@imssolar.uz

ORCID: 0009-0005-5142-2611, kmustafo@bk.ru

ORCID: 0000 0003 4838 1079, 1985128@bk.ru

v.okunev@imssolar.uz, mikhail.lazarev26@gmail.com, klim.khrulev@mail.ru

PARKENTDAGI QUYOSH PECHI ORQALI VODOROD ISHLAB CHIQARISH UCHUN KOBALT VA TEMIR OKSIDLARI ASOSIDA KATALIZATORLARNI ISHLAB CHIQISH

Annotatsiya. Ushbu ishda quyoshning mujassamlangan nurlanishi maydonida oksidlarning eritmalari bo'lgan kobalt ferritlaridan vodorod hosil qilish mexanizmlari tadqiq qilindi. Kobalt ferriti katalizatorini ularning oksidlari eritmalaridan katta Quyosh Pechida (KQP) optimal disperslilik va tarkib bilan sintez qilish texnologiyasi ishlab chiqildi, bu esa natriy borogidrididan toza vodorodni samarali hosil qilish uchun mo'ljallangan.

Kalit so'zlar: vodorod, katalizator, kobalt(II) oksidi, temir(III) oksidi, kobalt ferriti, suspenziya, oqim zichligi, sintez, quritish, sovutish, zarrachalar, vodorod hosil qilish, Katta Quyosh Pechi.

РАЗРАБОТКА КАТАЛИЗАТОРОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ КОБАЛЬТА И ЖЕЛЕЗА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ВОДОРОДА ПОЛУЧЕННЫХ НА СОЛНЕЧНОЙ ПЕЧИ В ПАРКЕНТЕ

Аннотация. В данной работе проводилось исследование механизмов генерации водорода ферритов кобальта из расплавов их оксидов в поле концентрированного солнечного излучения. Разработана технология синтеза катализатора феррита кобальта из расплавов их оксидов на Большой Солнечной Печи (БСП) с оптимальной дисперсностью и составом для эффективного генерирования чистого водорода из борогидрида натрия.

Ключевые слова: водород, катализатор, оксид кобальта (II), оксид железа (III), феррит кобальта, суспензия, плотность потока, синтез, сушка, охлаждение, частицы, генерация водорода, Большая Солнечная печь.

* Жавохир Зафарович Шерматов – старший научный сотрудник, д.т.н. (PhD), Институт материаловедения АН РУз; Мустафо Аминбаевич Каримов – доцент Янгйерского филиала Ташкентского химико-технологического института; Отабек Тулаббоевич Ражаматов – младший научный сотрудник, базовый докторант (PhD) института материаловедения АН РУз; Окунев Владимир Владимирович – младший научный сотрудник института материаловедения АН РУз; М.А.Лазарев – Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение (ГБОУ) Школа №57, Москва, Россия; К.В.Хрулев – Школа «Летово», Москва, Россия.

DEVELOPMENT OF CATALYSTS BASED ON COBALT AND IRON OXIDES FOR HYDROGEN PRODUCTION OBTAINED IN A SOLAR FURNACE IN PARKENT

Abstract. This study investigated the mechanisms of hydrogen generation by cobalt ferrites from melts of their oxides in a concentrated solar radiation field. A technology was developed for synthesizing a cobalt ferrite catalyst from melts of their oxides on a Large Solar Furnace (LSF) with optimal dispersity and composition for the efficient generation of pure hydrogen from sodium borohydride.

Keywords: hydrogen, catalyst, cobalt (II) oxide, iron (III) oxide, cobalt ferrite, suspension, flow density, synthesis, drying, cooling, particles, hydrogen generation, Large Solar Furnace.

Введение. В настоящее время наиболее эффективные катализаторы, используемые в производстве водорода, в основном основаны на металлах платиновой группы (платина, рутений, иридий, родий), обладающие высокой каталитической активностью и электрохимической стабильностью. Однако дефицит и высокая цена этих металлов ограничивают их масштабное применение. Кроме того, сложность технологий получения таких катализаторов, огромный энергетический и ресурсоёмкий процесс производства увеличивает их стоимость [1. -с.18, 2. -с.174-188, 3. -с.14].

Ферритовые материалы с активными свойствами в настоящее время широко используются в качестве катализаторов образования водорода. Использование таких катализаторов может существенно снизить стоимость энергетической системы [4. -с.15433-15437, 5. -с.557-566, 6. -с.110552, 7. -с.15977-16009, 8. -с.3038-3051].

Для катализаторов на основе ферритов возможно в широких пределах управлять структурными характеристиками, изменяя их состав. При этом для приложений важно, чтобы кристаллические катализаторы были не агломерированы и обладали узким распределением по размерам частиц. В то же время, в литературе отсутствует информация по определению влияния дисперсности катализаторов на их эффективность. Поэтому необходимо учитывать, что эффективность процесса генерирования водорода определяется не только активностью катализаторов, но и их дисперсностью, развитостью поверхности

и процессами тепломассопереноса, влияющими на транспорт реагентов к его активным центрам. Особенностью данной научной работы является разработка технологии синтеза ферритов кобальта из расплава на солнечной печи [9. -с.390394, 10. -с.102-107, 11. -с.17-29, 23. -с.2779-2788, 24. -с.9227-9233, 25. -с.21772-21781].

Исходя из вышеуказанных обстоятельств, важны разработка новых, эффективных и экологически чистых методов получения катализаторов для производства водорода, создание катализаторов на основе дешёвого сырья, а также изучение их физико-химических и электрохимических свойств. Научные исследования в этом направлении имеют важную научную и практическую ценность в области энергетической безопасности, развития водородной энергетики и охраны окружающей среды [12. -с.111, 13. -с.11-25, 14. -с.278, 15. -с.202, 16. -с.103, 17. -с.496, 18. -с.29-34].

Метод. Полученные результаты экспериментов показывает, оптимальным составом катализаторов на основе CoFe_2O_4 для генерации водорода включает стехиометрическое соотношение оксидов ($\text{Fe}_2\text{O}_3:\text{CoO} = 2:1$). CoFe_2O_4 демонстрирует более низкую активность в реакции выделения водорода по сравнению с NiFe_2O_4 катализатором. Стехиометрия 2:1 обеспечивает образование стабильной шпинельной структуру [19. -с.26-36, 20. -с.47].

Приготовленные образцы феррита кобальта синтезировали в Большой Солнечной Печи (БСП) плотностью потока 200-250 Вт/см² с выдержкой в состоянии плавки в течение 15 минут. Охлаждение расплава в зависимости от характера зада-

чи может быть осуществлено с различной скоростью. Так, например, охлаждение в струе воды или газовым потоком (распылительный метод) позволяет достигать скорости охлаждения расплава вплоть до 10^5 - 10^6 град/с, охлаждение расплава сливом в воду 10^3 - 10^4 град/с, а охлаждение на воздухе - 10^2 град/с. В нашем случае, расплавы охлаждали на воздухе (10^2 град/с) делая медленное охлаждения с целью получения шпинельной фазы, а также медленное охлаждение обеспечивает термостабильность, и делали быструю закалку в проточной воде (10^3 град/с) с целью формирования наноструктурированного феррита с высокой дефектностью и повышения каталитической активности [21. -с41-46, 22. -с710-716].

После взвесив на весах (CY224C) (200гр) полученные слитки расплавленного феррита кобальта измельчали в шаровой мельнице мокрым способом в соотношении: слиток образца, корундовые шары (размером 3-5мм) и вода 1:1:1,3. Процесс измельчения и смешивания проводился в течение 6 часов, это обеспечивает гомогенизацию - которая гарантирует отсутствие локальных перегревов одного из компонентов плавленных в фокусе (БСП). Затем его обезвоживали в гипсе и сушили в сушильном шкафу при 200°C в течение 2 часов. 200 г материала просеивали через вибро-сито (45-500 мкм) в течении 2-х часов. Затем каждый остаток на сите начали взвешивать. Результаты взвешивания показали на сите с отверстием 56 мкм остаток 30 гр, а на сите 45 мкм остаток 60гр. Взяли этот остаток (60гр) и прошедший через сито с отверстием 45 мкм 100 г материала ещё раз измельчали в шаровой мельнице в течение 3 часов. Затем его обезвоживали в гипсе и сушили в сушильном шкафу при 200°C в течение 2 часов. 160 г материала просеивали через вибро-сито (45-500 мкм) в течении 2-х часов. После на сите с отверстием 45 мкм не осталось остатка и

все 160 гр материала прошли через это сито [27. -с.55-60].

Размер частицы образца был определен с помощью лазерного анализатора размера частиц марка BXT5100-H производитель NKT (Китай).

Этапы подготовки образца для определения размера частиц:

- В качестве суспензии использовался дистиллированная вода. Прибор предназначен для измерения частицы в суспензии.*
- В 200 мл. дистиллированную воду добавлен 5 гр. порошка CoFe_2O_4 (соотношение 2:1)*
- В течение 2 минут суспензия была замешена в миксере с ультразвуковым вибратором*

Процедуры измерения:

- Прогрели прибор в течение 15–20 минут*
- Дважды промыли мешалку дистиллированной водой*
- Налили суспензию в прибор*
- Включили насос и соникатор*
- Проверили уровень затемнения (должен быть в пределе 20–50 %)*
- После того как концентрация станет стабильной начинать измерение*
- Сбор и обработка данных*

Результаты. По данным анализа можно сказать (рисунок1, таблица 1)

- Самый маленький размер частица является $0,172\text{ }\mu\text{m}$, самый крупный размер частица является $39,58\text{ }\mu\text{m}$.*
- Средней размер порошка $6.402\text{ }\mu\text{m}$.*
- D10: $1.896\text{ }\mu\text{m}$ – это означает 10 % порошки имеет размеры до $1.896\text{ }\mu\text{m}$*
- D50: $5.292\text{ }\mu\text{m}$ – это означает 50 % порошки имеет размеры до $5.292\text{ }\mu\text{m}$*
- D90: $12.300\text{ }\mu\text{m}$ – это означает 90 % порошки имеет размеры до $12.300\text{ }\mu\text{m}$*
- D95: $15.348\text{ }\mu\text{m}$ – это означает 95 % порошки имеет размеры до $15.348\text{ }\mu\text{m}$*
- D97: $17.553\text{ }\mu\text{m}$ – это означает 97 % порошки имеет размеры до $17.553\text{ }\mu\text{m}$*
- Внизу предоставлена диаграмма размеров частицы.*

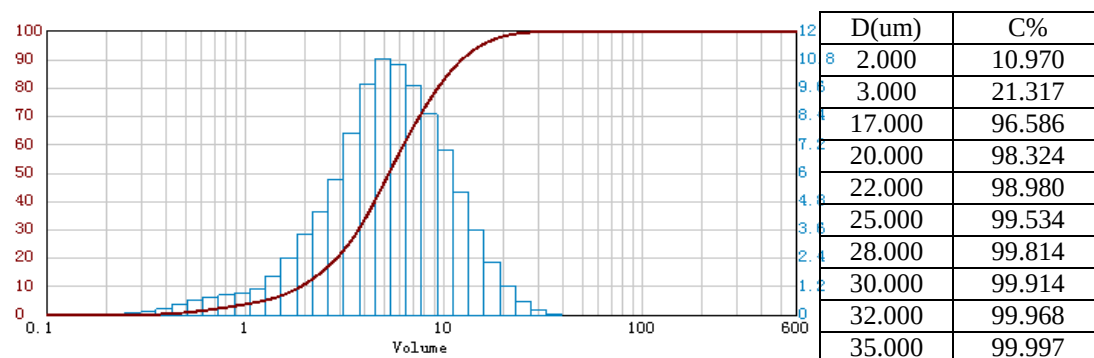


Рисунок 1- Диаграмма распределения размеров частицы катализатора феррита кобальта.

Таблица 1. Распределение размеров частиц катализатора феррита кобальта.

D(um)	P%	C%
0.100 - 0.120	0.000	0.000
0.120 - 0.144	0.000	0.000
0.144 - 0.172	0.000	0.000
0.172 - 0.206	0.020	0.020
0.206 - 0.247	0.020	0.040
0.247 - 0.297	0.070	0.110
0.297 - 0.356	0.140	0.250
0.356 - 0.426	0.270	0.520
0.426 - 0.511	0.440	0.960
0.511 - 0.613	0.620	1.580
0.613 - 0.734	0.750	2.330
0.734 - 0.880	0.850	3.180
0.880 - 1.055	0.920	4.100
1.055 - 1.265	1.120	5.220
1.265 - 1.516	1.630	6.850
1.516 - 1.817	2.440	9.290
1.817 - 2.178	3.410	12.700
2.178 - 2.611	4.390	17.090
2.611 - 3.130	5.720	22.810
3.130 - 3.752	7.720	30.530
3.752 - 4.497	9.750	40.280
4.497 - 5.391	10.830	51.110
5.391 - 6.462	10.590	61.700
6.462 - 7.746	9.700	71.400
7.746 - 9.285	8.510	79.910
9.285 - 11.130	6.980	86.890
11.130 - 13.342	5.230	92.120
13.342 - 15.993	3.570	95.690
15.993 - 19.170	2.260	97.950
19.170 - 22.980	1.250	99.200
22.980 - 27.546	0.580	99.780
27.546 - 33.019	0.200	99.980
33.019 - 39.580	0.020	100.000
39.580 - 47.445	0.000	100.000
47.445 - 56.872	0.000	100.000
56.872 - 68.173	0.000	100.000
68.173 - 81.719	0.000	100.000
81.719 - 97.957	0.000	100.000
97.957 - 117.4	0.000	100.000

D(um)	P%	C%
117.4 - 140.8	0.000	100.000
140.8 - 168.7	0.000	100.000
168.7 - 202.2	0.000	100.000
202.2 - 242.4	0.000	100.000
242.4 - 290.6	0.000	100.000
290.6 - 348.4	0.000	100.000
348.4 - 417.6	0.000	100.000
417.6 - 500.5	0.000	100.000
500.5 - 600.0	0.000	100.000

Катализатор феррит кобальта был проанализирован в Thermo Scientific Talos F200i (S) TEM - это трансмиссионный электронный микроскоп (рисунок 2) с эмиссией (сканированием) поля 20-200 кВ,



Рисунок 2- Thermo Scientific Talos F200i (S) TEM - трансмиссионный электронный микроскоп.

который по своим характеристикам и производительности является необходимым оборудованием для многих образцов и ма-

териаловедческих приложений. Для максимальной применимости X-Twin стандартный полярный интервал в сочетании с дублирующей электронной колонкой открывает дверь для высокоточных 2D и 3D характеристик, динамических наблюдений in situ и дифракционных приложений. Анализ ЭДС позволяет получить изображения состава образца, а также атомарных и элементарных карт [26. -с.1-5, 28. -с.5629-5635, 29. -с.280-284].

На предоставленном изображении (рисунок 3) видно два различных объекта, снятых с помощью просвечивающего электронного микроскопа (ТЕМ). У каждого объекта указаны размеры. Вот подробное описание:

Большая частица: ширина составляет 1,76 мкм. Малая частица: размеры 493 нм и 783 нм. Масштаб изображения: 1 мкм. Увеличение: 11 000 раз. Это изображение предоставляет информацию о морфологии и размерах частиц.

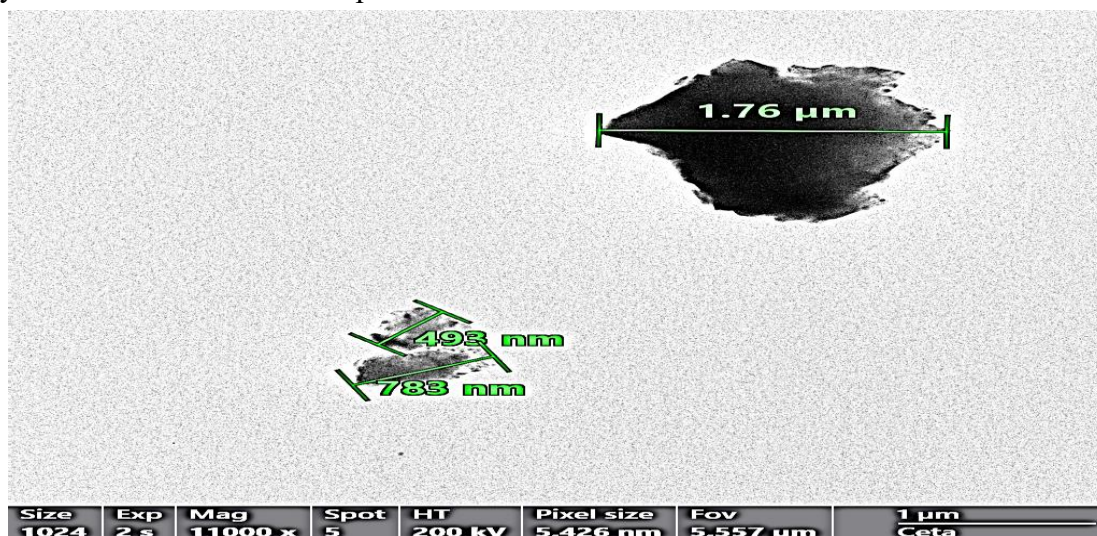


Рисунок 3- Средний размер частиц ферритовых катализаторов, полученных на трансмиссионном электронном микроскопе.

Таблица 2. Результаты ферритовых катализаторов, полученных на трансмиссионном электронном микроскопе

2025-03-10T14:27:30+0100 Analysis of spectrum							
Z	Element	Family	Atomik Fraction(%)	Atomik Error(%)	Mass Fraction(%)	Mass Error(%)	Fit Error(%)
8	O	K	30.35	1.86	11.25	0.91	0.58
9	F	K	0.20	0.11	0.09	0.05	49.90
13	Al	K	1.60	0.33	1.00	0.21	0.38
14	Si	K	3.46	0.68	2.25	0.46	0.95
26	Fe	K	34.62	3.32	44.78	4.09	0.02
27	Co	K	29.77	3.11	40.64	4.02	0.07

Результаты (таблицы 2) анализа показывают:

- Кислород (O): 30,35% (атомная доля) и 11,25% (массовая доля), с небольшой погрешностью в подгонке данных (0,58%).

- Железо (Fe): занимает наиболее значительное содержание — 34,62% (атомная доля) и 44,78% (массовая доля)

при минимальной ошибке подгонки (0,02%).

- Кобальт (Co): составляет 29,77% (атомная доля) и 40,64% (массовая доля), также с низким показателем ошибки (0,07%).

Эта таблица демонстрирует, что элементы Fe и Co преобладают в составе, а кислород играет важную роль в общей атомной доле.

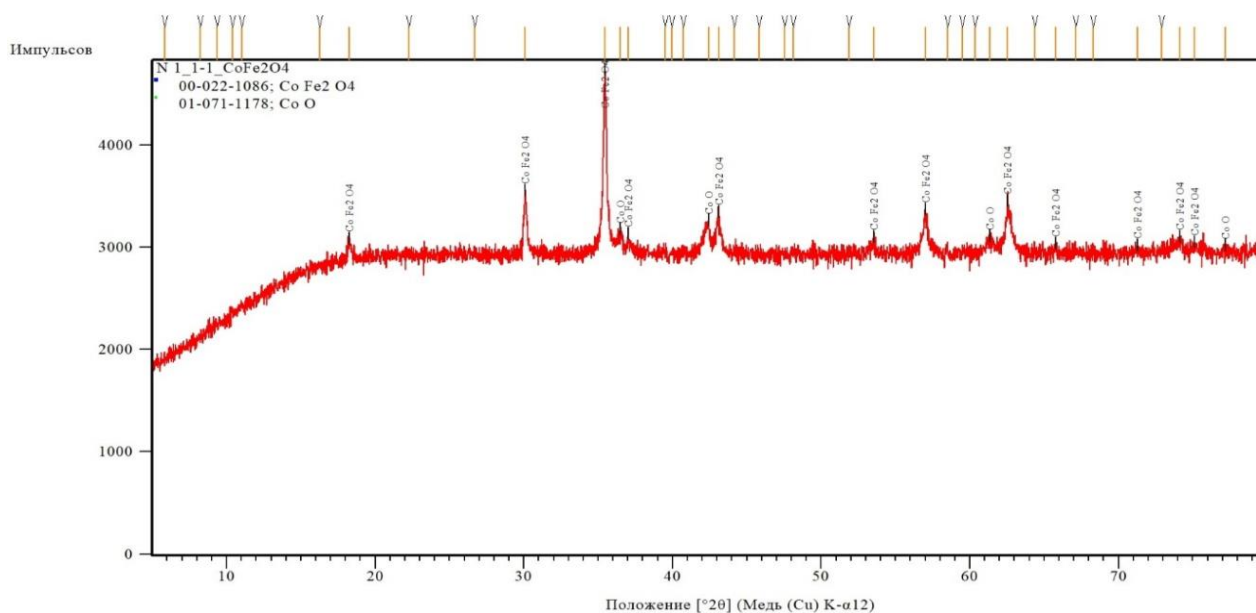


Рисунок 4- Анализ рентгеновской дифракции (XRD) ферритовых катализаторов.

- Пики на графике (рисунок 4) обозначают наличие CoFe_2O_4 и CoO фаз в материале. Чем выше интенсивность пика, тем больше этого компонента в образце. CoFe_2O_4 (спинельный кобальтферрит) с референсным кодом 00-022-1086. CoO (оксид кобальта) с референсным кодом 01-071-1178.

- Угол дифракции (2θ) дает информацию о расстоянии между атомными слоями в кристаллической решётке, которые связаны с межплоскостными расстояниями кристаллической структуры материала.

- Образец состоит из двух основных фаз: CoFe_2O_4 и CoO , что предполагает сложный состав и многофазную структуру.

Заключение. Большая Солнечная Печь - эффективный инструмент для экологичного и энергоёмкого синтеза ферритов. Оптимизация плотности потока, температуры и скорости закалки позволяет управлять структурой и свойствами катализаторов. Исследование подтвердило эффективность солнечных технологий (с использованием метода солнечного материаловедения) в получении катализаторов для производства водорода. Элементный анализ всех образцов показал отсутствие чужеродных примесей.

Процесс закалки - быстрая или медленная, имеет важную роль в зависимости от желаемой структуры. В нашем случае, расплавы охлаждали на воздухе (10^2 град/с) делая медленное охлаждения с целью получения шпинельной фазы, а также медленное охлаждение обеспечивает термостабильность, и делали быструю закалку в

проточной воде (10^3 град/с) с целью формирования наноструктурированного феррита с высокой дефектностью и повышения каталитической активности.

Метастабильные структурные состояния, образующиеся в материале в состоянии расплавленного в печи, оказались обладающими высокоэффективными свойствами катализатора для образования водорода. Соблюдение данных условий позволяет получить катализаторы с удельной поверхностью на 20-30% выше, чем при стандартном твердофазном синтезе, и увеличенным выходом целевых продуктов в реакциях газификации.

Именно стехиометрические составы, полученные из расплава на солнечной печи, меньше всего подвержены спеканию при многократных циклах нагрева (до 100 циклов без потери 90% активности).



Список литературы:

1. М. Драган Накопление водорода в сложных металлических гидридах NaBH_4 : реакция гидролиза и экспериментальные стратегии // Catalyst. 2022. Т. 12 (4). 356. 18 стр.
2. Брак и др. Гетерогенные и однородные катализаторы для образования водорода путём гидролиза водных растворов борогидрида натрия (NaBH_4). Обзор // Энергетическая наука и инженерия. 2015. Том 3 (3). 174–188р.
3. Дж.-Л. Лай и др. Влияние скорости образования водорода при разной подготовке кобализованного катализатора с борогидридом натрия // Катализатор. 2021. Т. 11 (5). 528. 14 стр.
4. С.М. Лесик и др. Композитный катализатор NiFe_2O_4 для гидролиза борогидрида натрия // ECS Transactionsю 2022. 107 (1). 15433-15437р.
5. Н.Джафарзаде и др. Производство водорода с помощью гидролиза борогидрида натрия, катализируемого кобальт-ферритом, солегированным с азотом и серой, гибридным нанокатализатором графена: искусственный подход к моделированию нейронных сетей // Chemical Engineering Research and Design. 2022. Т. 183. 557-566р.
6. М. Карам и др. Наночастицы кобальт-феррита, закреплённые на нанолентах из редуцированного оксида графена ($0\text{D}/1\text{D CoFe}_2\text{O}_4/\text{rGONRs}$), как эффективный катализатор для генерации водорода с помощью гидролиза NaBH_4 // Inorganic Chemistry Communications. 2023. Т. 150. 110552р.
7. А.Г. Колхаткар и др. Настройка магнитных свойств наночастиц // Int. J. of Molecular Sciences. 2013. Т. 14 (8). 15977–16009р.
8. М. Танг и др. Подготовка магнитно перерабатываемого $\text{CuFe}_2\text{O}_4/\text{RGO}$ для каталитического гидролиза борогидрида натрия Int. J. энергии водорода. 2016. Т. 41 (4). 3038-3051р.

9. Zh.Z. Shermatov, M.S. Paizullakhanov, O.T. Rajamatov, B.T. Sabirov, M.M. Kulak, N.N. Poddubnaya // Nickel ferrite synthesized in a solar furnace: Материалы LXVIII международной научной конференции, Беларусь, Минск «ИВЦ Минфина», Витебск, 27-31 мая 2024г., -С. 390-394.
10. М. С. Пайзуллаханов, Н. Х. Каршиева, Ф. Н. Эрназаров, С. М. Абдураимов, С. С.Сабиров. Исследование возможности применения кобальтита бария-стронция в водородной энергетике//*Теплоэнергетика, Россия, 2024, № 3, -С. 102–107.*
11. М.С. Пайзуллаханов, Ж.З. Шерматов, Э.З. Нодирматов, Ф.Н. Эрназаров, М.Т. Сулайманов, Ш. Нурматов и Н.Н. Черенда // Синтез материалов с помощью концентрированного солнечного излучения // *High Temperature Material Processes* 25(2): ppp.17–29 (2021).
12. С.С. Горелик, Э.А. Бабич, Л.М. Летюк // Формирование микроструктуры и свойств ферритов в процессе рекристаллизации. М.: Металлургия, 1984. –С. 111.
13. Р.Х. Рахимов, В.П. Ермаков // Перспективы солнечной энергетики: роль современных гелиотехнологий в производстве водорода // *Computational Nanotechnology*. 2023. Т. 10. № 3. С. 11–25. DOI: 10.33693/2313-223X-2023-10-3-11-25. EDN: NQBORL.
14. Рахимов Р.Х. // Применение керамических материалов., Монография, Том 1, с.278, Lambert, 2023.
15. Р.Х. Рахимов // Применение керамических материалов., Монография, Том 2, с.202, Lambert, 2023.
16. А.И. Рабухин, В.Г. Савельев // Лабораторный практикум по «Основам технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов», Москва, 1998г., -103 С.
17. И.Я. Гузман // Химическая технология керамики: учеб. пособие для вузов. – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. – 496 С.
18. Ю.Н. Крючков // Особенности спекания керамических материалов // *Стекло и керамика*. 2013. №11. – С. 29-34.
19. М. С. Пайзуллаханов, О.Р. Парпиев, Ж. З. Шерматов// Особенности феррита никеля, синтезированного на солнечной печи: научный журнал “Альтернативная энергетика” #1 [12] 2024, Ташкент., -С. 26-36.
20. Дж.З.Шерматов, М.С.Пайзуллаханов, О.Т.Ражаматов, В.Г.Минкина// Характеристики катализатора на основе CoFe_2O_4 , 4-я Международная конференция «Энергетика-Земля-Окружающая среда-инженерия», 12 декабря 2024 года, Узбекско-японский инновационный центр молодежи, Ташкент, Узбекистан, -р. 47.
21. М.С. Пайзуллаханов, О.Р. Парпиев, Ж.З. Шерматов, О. Рузимурадов, Николай Черенда. Водородные поглотители на основе пористой керамики, синтезированной в солнечной печи//Процессы высокотемпературного материала: международный кварталный журнал высокотехнологичных плазменных процессов. DOI: 10.1615/HighTempMatProc. 2024053882, -р. 41–46 (2024).
22. М.С.Пайзуллаханов, О.Р.Парпиев, Ж.З.Шерматов, Э.З.Нодирматов, О.Т.Ражаматов, Ф.Эрназаров, М.Сулайманов, Н.Каршиева, А.Холматов, Л.Сувонова.// Хранение водорода в пористых абсорберах. Сборник материалов Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы энергетического комплекса: производство, передача и экология», 25–26 апреля 2024 года, том 1, Карши. С. -710-716.
23. Т.Чолак, С. Altaf, V. Minkina и др. // Эффективная генерация водорода с помощью $\text{Co}_3\text{O}_4@\text{TiO}_2\text{-g-C}_3\text{N}_4$ композитного катализатора посредством каталитического гидролиза NaBH_4 // *Catalysis Letters*. 2022. Т. 152. Выпуск 9. Стр. 2779-2788.
24. В. Минкина, С. Шабуня, В. Калинин и др. // Генерация водорода из растворов борогидрида натрия для стационарных приложений // *Int. J. of Hydrogen Energy*. 2016. Том 41. Выпуск 22. Стр. 9227–9233.

25. В. Минкина, С. Шабуня, В. Калинин и др. // Образование водорода из гидролиза концентрированных растворов NaBH_4 в адиабатических условиях *Int. J. of Hydrogen Energy*. 2022. Т. 47. Выпуск 13. Стр. 21772-21781.
26. М.С.Пайзуллаханов, О.Р.Парпиев, Ж.З.Шерматов, Э.З.Нодирматов и О.Т.Раджаматов// Накопление водорода на пористых поглотителях с цеолитовым составом. ISSN 0003-701X, Прикладная солнечная энергия, 2024. © Allerton Press, Inc., 2024, -стр. 1-5.
27. М. С. Пайзуллаханов, О. Р. Парпиев, Ф. Н. Эрназаров, Н. Х. Каршиева, О. Н. Рузымурадов и О. А. Шилова. Особенности бариево-стронциевого кобальтита как катализатора для физики и химии стекла с генерацией водорода, 2024, том 50, No 1, стр. 55–60.
28. В. Минкина, С. Шабуня, В. Калинин и др. // Долгосрочная стабильность борогидридов натрия для генерации водорода // *Int. J. энергии водорода*. 2008. Том 33. Выпуск 20. Стр. 5629–5635.
29. М. С. Пайзуллаханов, Н. Х. Каршиева, Ф. Н. Ерназаров, С. М. Абдураимов и С. С. Сабилов. Изучение возможности применения бариево-стронциевого кобальтита в водородной энергетике//*Thermal Engineering*, 2024, том 71, No 3, стр. 280–284.

УДК:639.107

**ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ПО КОРОТКОЖИВУЩИМ ИЗОМЕРАМ
МЕТАСТАБИЛЬНЫХ ЯДЕР, ВОЗБУЖДЕННЫХ ПОД
ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

С.Л.Шовдирова*, Б.И.Курбанов*

shovdirovasaodat@gmail.com, orcid: 0009-0004-9272-9612

kurbanov_1960@bk.ru, orcid: 0009-0001-0944-9766

***TORMOZLANISH NURLANISHIDAN QO'ZG'ATILGAN METASTABIL
YADROLARNING QISQA YASHOVCHI IZOMERLARI BO'YICHA ELEMENTLAR TAHLILI***

Ushbu ishda tezlashtirilgan elektronlarning gamma-nurlanishi ta'sirida atom yadrolarining qisqa yashovchi izomer (metastabil) holatlarini qo'zg'atishga asoslangan elementlar tahlili usuli ko'rib chiqiladi. Fotoyadroviy noelastik sochilish reaksiyasi (γ, γ') aniq chegaraviy xarakterga ega ekanligi ko'rsatilgan va bu nurlanish energiyasini tanlash orqali tahlilning yuqori selektivligini ta'minlash va xalaqit beruvchi yadroviy jarayonlar hissasini minimallashtirish imkonini beradi. Izomer holatlarning paydo bo'lishining asosiy fizik mexanizmlari va qo'zg'alish ehtimolligining yadro-fizik parametrlarga bog'liqligi tahlil qilinadi. Reaksiya kesmalarini, qayd qilingan gamma-kvantlar sonini va tadqiq etilayotgan namunalardagi elementlarning konsentratsiyasini aniqlash uchun hisoblash formulalari berilgan.

Kalit so'zlar: fotoyadro reaksiyalari, izomer holatlar, metastabil yadrolar, tormozlanish nurlanishi, elementlar tahlili, qisqa yashovchi izomerlar.

**ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ПО КОРОТКОЖИВУЩИМ ИЗОМЕРАМ МЕТАСТА-
БИЛЬНЫХ ЯДЕР, ВОЗБУЖДЕННЫХ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТОРМОЗНОГО ИЗЛУ-
ЧЕНИЯ**

В работе рассмотрен метод элементного анализа, основанный на возбуждении короткоживущих изомерных (метастабильных) состояний атомных ядер под воздействием тормозного гамма-излучения ускоренных электронов. Показано, что фотоядерная реакция неупругого рассеяния (γ, γ') обладает выраженным пороговым характером, что позволяет за счёт выбора энергии излучения обеспечить высокую селективность анализа и минимизировать вклад мешающих ядерных процессов. Проанализированы основные физические механизмы образования изомерных состояний, их распадные характеристики и зависимость вероятности возбуждения от ядерно-физических параметров. Приведены расчетные соотношения для определения сечений реакций, числа зарегистрированных гамма-квантов и концентраций элементов в исследуемых пробах.

Ключевые слова фотоядерные реакции, изомерные состояния, метастабильные ядра, тормозное излучение, элементный анализ, короткоживущие изомеры.

*Саодат Латифовна Шовдирова – заведующий кафедры «Ядерная физика и теплофизика», Ташкентского филиала НИЯУ МИФИ.

*Бахтияр Ибрагимович Курбанов – профессор, доктор технических наук, заведующий лабораторией Института ядерной физики АН РУз.

ELEMENTAL ANALYSIS OF SHORT-LIVED ISOMERS OF METASTABLE NUCLEI EXCITED BY BREMSSTRAHLUNG

This paper examines a method of elemental analysis based on the excitation of short-lived isomeric (metastable) states of atomic nuclei under the influence of bremsstrahlung gamma radiation from accelerated electrons. It is shown that the photonuclear reaction of inelastic scattering (γ, γ') has a pronounced threshold character, which allows, by choosing the radiation energy, to ensure high selectivity of the analysis and minimize the contribution of interfering nuclear processes. The main physical mechanisms of the formation of isomeric states, their decay characteristics and the dependence of the excitation probability on nuclear-physical parameters are analyzed. Calculation relationships are given for determining reaction cross-sections, the number of registered gamma quanta and the concentrations of elements in the studied samples.

Key words: photonuclear reactions, isomeric states, metastable nuclei, bremsstrahlung, elemental analysis, short-lived isomers.

Введение. При взаимодействии высокоэнергетического гамма-излучения с веществом происходит ряд фотоядерных реакций: (γ, γ'); (γ, n); (γ, p); (γ, f); ($\gamma, 2n$); (γ, pn); (γ, α); ($\gamma, 2np$); ($\gamma, 2p$); (γ, t). Необходимым условием протекания, какой-либо из этих фотоядерных реакции, является наличие энергии взаимодействующего гамма-излучения, превышающего пороговую энергию конкретного вида реакции. Все виды фотоядерных реакций, происходящие под воздействием гамма-излучения, имеют пороговый характер энергии, что позволяет селективно осуществлять необходимый вид ядерной реакции. Исследование фотоядерных реакций, позволяющие использовать их для аналитических задач в различных отраслях, в частности в рудо-сортировке руд, содержащих редких, драгоценных, полудрагоценных и цветных металлов, является весьма актуальным научным направлением прикладной ядерной физики. Актуальным является исследование ядерно-физических параметров фотоядерных реакций серебра(Ag), золота(Au), вольфрама(W), ванадия(V), иттрия(Y), рения(Re), марганца(Mn), иридия(Ir), кобальта(Co) и др.

Методики, основанные на использовании гамма-излучения неупругого рассеяния: $X^A(\gamma, \gamma')X^{Am}$, т.е. фото возбуждение изомерных (метастабильных) состояний атомных ядер, используют как высокоселективные методики для определения ряда элементов в сложных объектах [1. – с.928].

Явление изомерии атомных ядер – т.е. существование у некоторых атомных ядер метастабильных состояний с относительно большими временами жизни детально исследуется с 60-х годов прошлого столетия. Изомерные атомные ядра имеют одинаковые массовые числа, протонов и нейтронов, но отличается энергией возбуждения. Возбужденные состояния, обладающие измеримыми временами жизни, называются метастабильными [2.-с.296]. Распад изомеров обычно сопровождается испусканием конверсионных электронов или гамма-квантов. В результате образуется то же ядро, но в состоянии с меньшей энергией.

Изомерия атомных ядер обусловлена особенностями структуры ядер. Изомерные состояния образуются в тех случаях, когда переход ядра в состоянии с меньшей энергией путём испускания гамма-кванта затруднён. Изомеры особенно часто встречаются в определенных областях значений A (острова изомерии) $A = 50; 82; 126$ [3.-с.200].

В зависимости от основных фундаментальных свойств атомных ядер: заряд ядра и его массы определяется для них значение пороговой энергии реакции (γ, γ'). Важное значение имеет выход гамма - квантов при этой реакции и интенсивность гамма-излучения.

Цель и задачи исследования. Целью данного исследования является изучение возможности расширения аналитического

применения короткоживущих изомеров при фото-ядерной реакции под воздействием тормозного излучения.

Задачи исследования: -изучения аналитических параметров короткоживущих изомеров, которые образуются при фото-ядерной реакции под воздействием тормозного излучения с энергией до 9 МэВ;

-изучения физико-технических основ методики экспрессного анализа некоторых редких и редкоземельных элементов.

Метод и материалы. В данной работе используется метод спектрометрии гамма-излучения короткоживущих изомеров метастабильных ядер. Пороговый характер фото-ядерной реакции, приводящий к образованию короткоживущих изомеров метастабильных ядер позволяет путём вариации энергии гамма-излучения, падающего на образец, исключить возможность протекания реакции на атомных ядрах исследуемого образца, имеющих более высокий порог реакции, чем у атомного ядра анализируемого элемента [4, 5-с.1-7]. Это позволяет обеспечивать высокую селективность анализа, исключая некоторые мешающие реакции.

С уменьшением атомного номера увеличивается значения пороговой энергии данной реакции, что также способствует селективному определению содержания конкретного элемента. Для практического применения реакции (γ , γ') для элементного анализа, целесообразно использовать гамма-излучения с энергией меньше 20 МэВ. Как показывают результаты анализа литературы, посвященные методу фото-ядерного анализа, при энергии выше 12 МэВ увеличиваются разновидности протекающих фотоядерных реакций, т.е. происходит кроме реакции (γ , γ'), такие реакции как (γ , n); (γ , p); (γ , f) [6,7-с.390-395, с.126–133].

Атомное ядро является сложной квантовой системой, состоящей из достаточно большого числа частиц и характеризующейся целым рядом различных степеней свободы. Поэтому для описания неко-

торых его свойств используется статистический подход. К таким свойствам относятся в первую очередь возбужденные состояния ядер. Одной из их характеристик является плотность этих состояний, определяющие ее зависимость от нуклонного состава, энергии возбуждения и углового момента ядра. Изучение этих зависимостей от различных ядерно-физических характеристик (нуклонный состав, деформация, энергия возбуждения) является одним из направлений исследований свойств возбужденных ядер, который позволяет получать важную информацию о структуре возбужденных ядер [8-с.411-416].

Одним из способов изучения зависимости плотности уровней от углового момента ядра является измерение отношений вероятностей возбуждения ядерных уровней с существенно разными значениями спинов. Вероятность заселения каждого из этих уровней определяется спектром возбужденных состояний, связанных радиационными переходами конечных уровней (их числом, энергиями, спинами и четностями). Такой способ является наиболее эффективным, если одно из состояний изомерное, т.е. имеет достаточно большое время жизни [9-с.1655-1658]. Это позволяет разделить во времени процессы возбуждения уровней при облучении мишеней потоками бомбардирующих частиц и измерения спектров радиоактивного излучения, испускаемого при их разрядке. Такое разделение существенно повышает чувствительность измерений и открывает возможности изучения уровней, возбуждаемых с очень низкой вероятностью.

В фотоядерном методе анализа регистрируют радиоактивные продукты, образованные в результате взаимодействия.

Результаты. Для образовавшихся, в результате взаимодействия налетающих частиц с мишенью радиоактивных продуктов справедливо следующее равенство [10-с.1378–1385]:

$$dN/dt = N_{\gamma} N_{\text{яд}} \sigma - \lambda N \quad (1)$$

где, $\lambda = 0,693/T_{1/2}$ – константа радиоактивного распада;

σ – сечение образования данного радиоактивного изотопа, в см^2 ;

N_γ – число бомбардирующих частиц ($1/\text{см}^2\text{сек}$);

$N_{\text{яд}}$ – число ядер мишени ($1/\text{см}^2$).

Из формулы (1) получим формулу (2):

$$N_{\text{яд}} = PN_A / SA \quad (2)$$

где, P – вес, S – площадь, A – массовое число мишени, N_A – число

Авогадро, N – число ядер образованного радиоактивного изотопа.

Если N_γ не зависит от времени в течение всего периода облучения, то решением уравнения (1) является:

$$N(t_1) = N_\gamma N_{\text{яд}} \sigma (1 - e^{-\lambda t_1}) \lambda \quad (3)$$

где t_1 – время облучения мишени.

Сечение образования рассматриваемого радиоактивного изотопа можно посчитать по формуле:

$$\sigma = \Delta N \lambda / k \eta \varepsilon N_\gamma N_{\text{яд}} (1 - e^{-\lambda t_1}) e^{-\lambda t_2} (1 - e^{-\lambda t_3}) \quad (4)$$

где ε – эффективность детектора;

ε – относительная интенсивность γ перехода в исследуемом ядре;

k – коэффициент поглощения γ -лучей в материале мишени, крышке детектора и в воздушном слое между источником и детектором.

Величина N в формуле (4) представляет собой площадь под фото пиком за время набора спектра с вычетом соответствующего естественного фона.

Число зарегистрированных гамма-квантов от искомого элемента можно определить соотношением:

$$X = \eta \times m \times C \quad (5)$$

где, C – массовая доля искомого элемента в пробе, г/т (ppm).

m – масса пробы, г.

η – эталонировочный коэффициент, который учитывает колебания параметров режима анализа (временные режимы, эффективность регистрации гамма-квантов, выход гамма-активационных реакций и т.д.), рассчитывается при анализе эталона. Число

зарегистрированных гамма-квантов X_j излучения от j -го элемента, составляющего вещество пробы, связано с числом зарегистрированных гамма-квантов N_j в j -ом аналитическом окне, формулой, которая в матричной форме имеет вид:

$$A \times X = N \quad (6)$$

При анализе проб и эталонов измеряется количество гамма-квантов N заре-

гистрированных в аналитических окнах. Для нахождения количества гамма-квантов X_j , которое пропорционально количеству j -го элемента в пробе, используется выражение:

$$X = (A)^{-1} N \quad (7)$$

Площадь фотопика искомого элемента вычисляют по формуле:

$$N^j = N_{\text{общ}} - N_{\text{фон}} \quad (8)$$

где, N^j – число импульсов от искомого элемента в окошке спектра;

$N_{\text{общ}}$ – общее число импульсов в окошке спектра;

$N_{\text{фон}}$ – число импульсов от фона в окошке спектра.

Чувствительность вычисляют по формуле:

$$\eta = (N^j)^{\text{эт}} / (P^{\text{эт}} C^{\text{эт}} K^{\text{эт}}) \quad (9)$$

где, $(N^j)^{\text{эт}}$ – площадь фотопика искомого элемента в эталонном образце;

$P^{\text{эт}}$ – масса эталонного образца, г;

$C^{\text{эт}}$ – содержание искомого элемента в эталонном образце, г/т;

$K^{\text{эт}}$ – коэффициент для учета различия упаковки стандартного образца и анализируемой пробы, определяется экспериментально ($K^{\text{эт}} = 1,025$);

η – чувствительность определения искомого элемента, имп/(г/т).

Содержание искомого элемента в пробах вычисляют по упрощенной с практической точки зрения эмпирической формуле, связывающую концентрации эле-

мента, массы пробы и стандарта, площади аналитического пика эталонного и исследуемого образцов:

$$C_x = C_{\text{эт}} (N_x^j / N_{\text{эт}}^j) / (P_{\text{эт}} / P_x) \quad (10)$$

где, N_x^j – площадь фотопика искомого элемента от измеряемой пробы, имп.;

$N_{\text{эт}}^j$ – площадь фотопика искомого элемента от эталонного образца, имп.;

$P_{\text{эт}}$ – масса эталона, г;

P_x – масса анализируемой пробы, г.;

Содержание искомого элемента определяется соотношением:

$$X = \eta \times m \times C \quad (11)$$

где, C – массовая доля искомого элемента в пробе, г/т (ppm).

m – масса пробы, г.

η – эталонировочный коэффициент, который учитывает колебания параметров режима анализа (временные режимы, эффективность регистрации гамма-

квантов, выход гамма-активационных реакций и т.д.), рассчитывается при анализе эталона.

Выводы. По проведенным исследованиям, посвященным аналитическим параметрам короткоживущих изомеров метастабильных ядер, возбужденных под воздействием тормозного излучения ускоренных электронов, можно сделать вывод, что данный метод является селективным и высокочувствительным для определения элементов, благодаря возможности выбора порога энергии фотоядерных реакций и выхода гамма-излучения и периода полураспада метастабильного нуклида. Использование спектрометрии короткоживущих изомеров метастабильных ядер позволяют разработать экспрессных методик контроля элементного состава (Ag, Au, W, Re, Mn, V, Y, Co, Ir) в рудах и геологических образцах.

Список литературы:

1. Физический энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1983. – с. 928.
2. Прикладная ядерная спектроскопия. – М.: Атомиздат, 1972. – с. 296.
3. Бурмистенко Ю.Н. Фотоядерный анализ состава вещества. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – с. 200.
4. Александрян В.Э., Аракелян А.А., Данагулян А.С., Исследования изомерных отношений выходов фотоядерных реакций на ядрах олова. // Ядерная физика, т. 56, вып. 6, с. 1-7 (1993).
5. Данагулян А.С., Оганесян Г.О., Балабекян А.Р. и др., Исследование изомерных отношений в реакциях при высоких энергиях. // Ядерная физика, 76, 381 (2013).
6. Демехина Н.А., Данагулян А.С., Карапетян Г.С., Анализ изомерных отношений в (γ, n) и (γ, p) реакция в области энергии гигантского резонанса. // Ядерная физика, 65, 390-395 (2002).
7. Tran Duc Thiep, Truong Thi An, Nguyen Tuan Khai, et al., The isomeric ratios in some photo-nuclear reactions (γ, n) , (γ, p) , $(\gamma, 2n)$ and (γ, np) induced by bremsstrahlungs with end-point energies in the Giant Dipole Resonance region, Phys. Part. Nucl. Lett., vol.6, Issue 2, pp 126–133 (2009).
8. Мазур В.М., Биган З.М., Симочко Д.М., Полторжицька Т.В. Сечения возбуждения изомерных состояний ядер ^{119}Te , ^{121}Te в реакциях (γ, n) в области энергий 9-20 МэВ. Письма в ЭЧАЯ 9, 411-416 (2012).
9. Вишневский И.Н., Желтоножский В.А., Каденко И.Н. Изомерные отношения в $^{117\text{m,g}}\text{In}$ в реакциях (gamma, p) и (g, α) . // Известия РАН, Сер. Физ. 72, 1655-1658 (2008).
10. Данагулян А.С., Оганесян Г.О., Бахшиян Т.М. и др., Фотоядерные реакции на мишенях $^{112,118,124}\text{Sn}$, ^{170}Yb , ^{176}Yb . // Ядерная физика, том 77, №11, -С. 1378–1385 (2014).

УДК 539.17

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИЗМЕРЕНИЮ РЕАКЦИИ $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ НА ЦИКЛОТРОНЕ ТЯЖЁЛЫХ ИОНОВ C200-P

Ф.Х.Эргашев, С.В.Артемов, О.Р.Тожибоев, И.Я.Сон, С.Б.Игамов*
ergashev@inp.uz, <https://orcid.org/0000-0002-8124-8395>,
artemov@inp.uz, <https://orcid.org/0000-0001-8181-9672>,
olimjon@inp.uz, <https://orcid.org/0000-0001-9957-8360>,
tvist1378@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5601-0528>,
igamov@inp.uz, <https://orcid.org/0000-0001-7926-2828>

C200-P OG'IR IONLAR SIKLOTRONIDA $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ REAKSIYASINI O'LCHASH BO'YICHA EKSPERIMENTNI MODELLASHTIRISH

Ushbu ishda C200-P og'ir ionlar siklotronida amalga oshirilishi rejalashtirilgan $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ proton uzatilish reaksiyasini o'rganish bo'yicha eksperimentni modellashtirish amalga oshirildi. ICARE reaksiya kamerasida nishonga tushgan ionlar va reaksiya mahsullarining nishonda, ICARE qayd qilish tizimining elementlarida energiya yo'qotishlarini hisoblash amalga oshirildi va qayd qilingan zarrachalarni zaryad va massa bo'yicha ajratish hamda teleskoplarning $\Delta E-E$ energiya bo'yicha aniqligi baholandi. Buzilgan to'lqinlar usuli yordamida ^{20}Ne yadrosining asosiy holati uchun differentsial kesimlarning burchak taqsimotlari hisoblab chiqildi. Olingan kesimlarga asoslanib, C200-P siklotronining standart ish rejimlarida o'lchovlarni o'tkazishning asosiy imkoniyatini ko'rsatuvchi tajriba davomiyligi baholandi.

Kalit so'zlar: yadroviy uzatilish reaksiyalari; differentsial kesimlar; optik model potentsiali; eksperimental modellashtirish; ^{20}Ne yadrosi.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИЗМЕРЕНИЮ РЕАКЦИИ $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ НА ЦИКЛОТРОНЕ ТЯЖЁЛЫХ ИОНОВ C200-P

В работе выполнено моделирование эксперимента по изучению реакции передачи протона $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$, планируемого на циклотроне тяжёлых ионов C200-P. Выполнены расчёты энергетических потерь налетающих ионов и продуктов реакции в мишени и элементах системы регистрации ICARE, а также оценено разделение регистрируемых частиц по зарядам и массам, и энергетическое разрешение $\Delta E-E$ - телескопов. В рамках метода искажённых волн рассчитаны угловые распределения дифференциальных сечений реакции для основного состояния ядра ^{20}Ne . На основе полученных сечений выполнена оценка времени эксперимента, показавшая принципиальную реализуемость проведения измерений в стандартных режимах работы циклотрона C200-P.

Ключевые слова: ядерные реакции передачи; дифференциальные сечения; оптический модельный потенциал; моделирование эксперимента; ядро ^{20}Ne .

* Ф.Х. Эргашев – доктор философии (PhD) по физико-математическим наукам, с.н.с., Институт ядерной физики АН РУз.
С.В.Артемов – доктор физико-математических наук, профессор, г.н.с., Институт ядерной физики АН РУз. О. Р. Тожибоев — доктор философии (PhD) по физико-математическим наукам, заведующей лабораторией, Институт ядерной физики АН РУз.
И.Я.Сон – базовый докторант, Институт ядерной физики АН РУз. С.Б. Игамов – доктор физико-математических наук, заведующей лабораторией, Институт ядерной физики АН РУз.

SIMULATION OF AN EXPERIMENT TO MEASUREMENT THE REACTION

$^{19}\text{F}(^{10}\text{B},^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ AT THE C200-P HEAVY ION CYCLOTRON

In this work, we simulated an experiment to study the $^{19}\text{F}(^{10}\text{B},^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ proton transfer reaction, planned for the C200-P heavy ion cyclotron. We calculated the energy losses of incident ions and reaction products in the target and elements of the ICARE detection system, estimated the charge and mass separation of the detected particles, and energy resolution $\Delta E-E$ of the telescopes. Using the distorted-wave method, calculated the angular distributions of differential cross sections of the reaction for the ground state of the ^{20}Ne nucleus. Based on the obtained cross sections, have been estimated the experiment duration, demonstrating the fundamental feasibility of conducting measurements in standard operating modes of the C200-P cyclotron.

Keywords: nuclear transfer reactions; differential cross sections; optical model potential; experiment simulation; ^{20}Ne nucleus.

Введение. Прямые ядерные реакции передачи нуклонов являются одним из наиболее информативных инструментов экспериментального исследования структуры атомных ядер. Измерения дифференциальных сечений (ДС) таких реакций позволяют извлекать спектроскопические факторы (СФ) и асимптотические нормировочные коэффициенты (АНК), которые имеют фундаментальное значение как для ядерной структуры, так и для прикладных задач ядерной астрофизики и моделирования термоядерных процессов.

Ядро ^{20}Ne представляет собой один из ключевых объектов для исследований в области лёгких и средних ядер, обладающих выраженными коллективными и кластерными свойствами. Несмотря на то, что его основное и низколежащие возбужденные состояния надежно идентифицированы экспериментально, величины СФ и АНК для отдельных конфигураций демонстрируют модельную зависимость и нуждаются в верификации путем анализа прямых реакций передачи. В этом контексте реакция передачи протона $^{19}\text{F}(^{10}\text{B},^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ является перспективным инструментом для исследования структуры состояний ядра ^{20}Ne , поскольку ее отличают благоприятные энергетические условия, высокая селективность по передаваемому орбитальному моменту и значительные дифференциальные сечения при малых углах.

Целью планируемого эксперимента является измерение ДС реакции $^{19}\text{F}(^{10}\text{B},^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ при энергии ионов ^{10}B не-

сколько выше Кулоновского барьера (порядка 43 МэВ) в широком угловом диапазоне с акцентом на область малых углов, где сосредоточена основная информация, необходимая для извлечения СФ и АНК. Для достижения поставленной цели требуется заранее определить оптимальные параметры эксперимента: энергию пучка, тип и характеристики системы регистрации, угловой диапазон измерений, толщину мишени, а также ожидаемые величины сечений и затраты пучкового времени.

Выбор пучка ионов ^{10}B и их энергии обусловлен как ядерно-физическими, так и экспериментальными соображениями. При планируемой энергии реакция передачи протона протекает преимущественно по прямому механизму, что обеспечивает интерпретируемость данных в рамках формализма искажённых волн (МИВ) [1]. Кроме того, энергетические и кинематические условия реакции позволяют эффективно регистрировать продукты реакции с использованием $\Delta E-E$ телескопов. Проведение эксперимента планируется на циклотроне тяжёлых ионов C200-P в сочетании с детекторной системой ICARE [2,3], которая обеспечивает необходимое угловое покрытие, энергетическое разрешение, а также опыт успешного применения в аналогичных экспериментах с тяжёлыми ионами.

В условиях ограниченного и дорогостоящего пучкового времени на ускорителях тяжёлых ионов предварительное моделирование эксперимента является обяза-

тельным этапом подготовки. Моделирование (Такой подход позволяет заранее) оценить форму угловых распределений ДС, их абсолютный порядок величины, влияние толщины мишени и элементов детекторной системы на энергетическое разрешение, а также общее время, необходимое для получения статистически надёжных данных. Без такого анализа невозможно обоснованно выбрать параметры эксперимента и гарантировать достижение поставленных физических целей.

В настоящей работе представлено комплексное моделирование эксперимента по изучению реакции $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$. Проведены кинематические расчёты реакции, анализ энергетических потерь и уширения пиков в энергетическом спектре, выбор и сравнение различных наборов потенциалов оптической модели (ОМП) для входного и выходного каналов реакции, а также расчёты угловых распределений ДС в формализме искажённых волн (МИВ) [1]. На основе полученных результатов выполнена оценка затрат пучкового времени и показана техническая реализуемость эксперимента в рамках стандартных экспериментальных сессий на комплексе C200-P-ICARE [2, 3].

Схема эксперимента и система регистрации. Схема эксперимента ориентирована на измерение ДС реакции в области малых и средних углов, где вклад прямого механизма передачи является доминирующим и наиболее чувствительным к структуре начального и конечного ядерных состояний.

Регистрация продуктов реакции осуществляется с помощью ΔE – E телескопов типа, где каждый телескоп включает в себя входное майларовое окно, газовый ионизационный ΔE -детектор и кремниевый E -детектор. Такая конфигура-

ция обеспечивает эффективную идентификацию заряженных частиц по методу ΔE – E и позволяет уверенно разделять ядра ^9Be от других продуктов реакции и рассеяния в широком энергетическом диапазоне.

Телескопы системы ICARE [2, 3] закреплены под фиксированными лабораторными углами относительно направления пучка. В рамках моделирования и планирования эксперимента основной интерес представляет угловой диапазон 4 – 30° . Данный интервал выбран как компромисс: в нем ожидаются максимальные дифференциальные сечения реакции передачи, но при этом загрузка детекторов по каналу упругого рассеяния остается достаточно низкой для устойчивой работы аппаратуры.

Особенностью эксперимента является высокая интенсивность упругого рассеяния при малых углах, что накладывает ограничения на максимально допустимый поток ионов в пучке ускорителя (ток пучка). При регистрации продуктов реакции в области передних углов ток пучка должен выбираться таким образом, чтобы обеспечить допустимую загрузку детекторов и минимизировать мёртвое время системы регистрации. Эти факторы напрямую учитываются при оценке времени эксперимента и выборе оптимальных экспериментальных параметров.

Схематическое изображение экспериментальной установки, иллюстрирующее геометрию пучка, положение мишени и угловое расположение ΔE – E телескопов системы ICARE [2, 3], приведено на рис. 1. Данная схема используется в дальнейшем при моделировании кинематики реакции, расчётах энергетических потерь, оценке энергетического разрешения и планировании времени измерений.

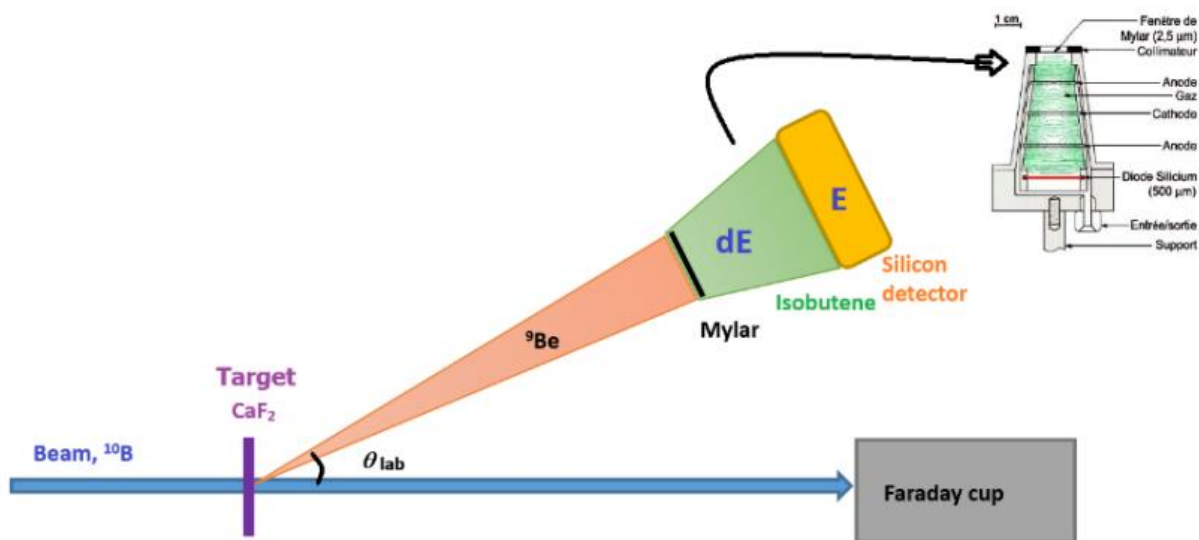


Рис.1. Схема эксперимента и система регистрации

Энергетические потери и уширение пиков, обусловленные толщиной мишени. Для исследования реакции $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ в качестве мишени предполагается использование тонкой пленки из химического соединения CaF_2 (фторид кальция). Активными ядрами мишени, участвующими в реакции, являются ядра ^{19}F , тогда как ядра кальция рассматриваются как источник фона, вклад которого учитывается при анализе экспериментальных данных. Выбор CaF_2 обусловлен его механической и термической устойчивостью, а также возможностью получения мишеней с хорошо контролируемой толщиной.

При прохождении через мишень налетающие ионы пучка и продукты ядерных реакций теряют энергию в результате ионизации и возбуждения атомов вещества. Поскольку ядерная реакция может происходить в различных точках по глубине мишени, энергия регистрируемых частиц зависит от координаты точки реакции. Это приводит к дополнительному уширению пиков в энергетических спектрах, которое необходимо учитывать при моделировании эксперимента и оценке энергетического разрешения системы регистрации.

Для анализа данного эффекта в реакции были рассмотрены три характерных

положения точки реакции вдоль направления падающего пучка: на входе в мишень, в её средней части и на выходе из мишени. Такой подход позволяет оценить предельный вклад толщины мишени в энергетическое уширение пиков, связанный исключительно с энергетическими потерями частиц в веществе мишени.

Если реакция происходит на поверхности мишени со стороны падения пучка, налетающий ион ^{10}B ещё не успевает потерять энергию, тогда как продукты реакции теряют энергию, проходя практически всю эффективную толщину мишени. При реакции на выходе из мишени налетающий ион теряет энергию по всей толщине мишени, а продукты реакции покидают мишень с минимальными дополнительными потерями энергии. Эти ситуации определяют максимально возможный разброс энергий регистрируемых частиц, обусловленный конечной толщиной мишени.

Расчёты энергетических потерь были выполнены с использованием программного пакета LISE++ [4, 5] для мишени толщиной 0.1 мг/см^2 . Данное значение использовано как базовое при оценке энергетического уширения. Следовательно, полученные результаты могут быть непосредственно перенесены на другие значения толщины мишени путём линейного масштабирования.

Расчёты выполнены для лабораторных углов регистрации $\theta_{\text{lab}} = 5^\circ, 10^\circ$ и 20° и для регистрации ядер ${}^9\text{Be}$, соответствующих трём состояниям образующегося ядра ${}^{20}\text{Ne}$: основному и возбуждённым состояниям (1.634 и 4.248 МэВ). Соответствующие значения энергии реакции Q составляют +6.26, +4.62 и +2.01 МэВ. Результаты расчётов показывают, что потери энергии ядра ${}^9\text{Be}$ в мишени (~ 95 кэВ) практически не зависят от углов реакции и перехода образующегося ядра ${}^{20}\text{Ne}$ в возбуждённые состояния.

Полученные значения характеризуют вклад конечной толщины мишени в уширение энергетических пиков **без учёта страгглинга энергетических потерь** и инструментальных факторов. Таким образом, представленные оценки отражают минимально возможный вклад толщины мишени в энергетическое разрешение в экспериментальных спектрах, и могут рассматриваться как нижняя граница соответствующего эффекта.

Относительно небольшой энергетический разброс объясняется кинематическими особенностями реакции ${}^{19}\text{F}({}^{10}\text{B}, {}^9\text{Be}){}^{20}\text{Ne}$. Налетающее ядро ${}^{10}\text{B}$ и регистрируемое ядро ${}^9\text{Be}$ являются близкими по массе и заряду, а значения энергии реакции Q малы по сравнению с энергией пучка. Вследствие этого их удельные энергетические потери в веществе мишени оказываются близкими, и вклад толщины мишени в уширение пиков остаётся умеренным.

Таким образом, вклад толщины мишени CaF_2 в энергетическое уширение пиков не является доминирующим фактором, и не препятствует уверенной идентификации состояний образующегося ядра ${}^{20}\text{Ne}$, но должен учитываться при дальнейшем моделировании экспериментальных спектров и при количественном анализе ДС.

Кинематика реакции и связь с параметрами системы регистрации. Для корректного моделирования экспериментальных энергетических спектров и оцен-

ки разрешающей способности системы регистрации необходимо учитывать не только энергетические потери частиц в мишени, но и кинематические особенности реакции, а также вклад элементов детекторной системы. Именно совокупность этих факторов определяет положение и ширину пиков в экспериментальных спектрах и, как следствие, возможность уверенного разделения состояний образующегося ядра ${}^{20}\text{Ne}$.

Расчёты выполнены при энергии ионов ${}^{10}\text{B}$ 43 МэВ. Рассматривались лабораторные углы регистрации продуктов реакции, соответствующие передней части угловых распределений в передней полусфере и доступные в геометрии установки ICARE [2,3]. В расчётах были рассмотрены три состояния образующегося ядра ${}^{20}\text{Ne}$: основное, возбуждённые состояния (1.634 МэВ и 4.248 МэВ). Эти состояния являются наиболее интенсивными и хорошо разделяющимися по энергии при выбранных кинематических условиях реакции.

Расчёты энергий регистрируемых ядер ${}^9\text{Be}$ выполнены с учётом прохождения частиц через основные элементы детекторной системы ICARE [2,3]. Основной вклад в суммарное уширение энергетических пиков вносит прохождение частиц через элементы системы регистрации, прежде всего через входное майларовое окно и газовый ДЕ-детектор. Именно эти элементы определяют итоговое энергетическое разрешение ДЕ–Е телескопов и разделение по сортам частиц.

Полученные значения относительного энергетического разрешения dE/E для регистрируемых ядер ${}^9\text{Be}$ находятся в пределах $\sim 2.5\text{--}3.0\%$ для всех рассмотренных состояний ${}^{20}\text{Ne}$ и углов регистрации. Такие значения являются типичными для ДЕ–Е телескопов на основе ионизационных камер и кремниевых детекторов, и обеспечивают надёжное разделение пиков, соответствующих различным состояниям образующегося ядра.

Следует отметить, что ядро ${}^9\text{Be}$ является слабо связанным и все его возбуж-

дённые состояния неустойчивы относительно распада по каналу ${}^9\text{Be}^* \rightarrow n + {}^8\text{Be}$ с последующим распадом ${}^8\text{Be} \rightarrow 2\alpha$. Вследствие этого такие состояния не успевают долететь до системы регистрации, и экспериментально наблюдаемые пики однозначно соответствуют возбуждённым состояниям образующегося ядра ${}^{20}\text{Ne}$. Это существенно упрощает идентификацию состояний и последующий анализ экспериментальных данных.

Таким образом, проведённые кинематические расчёты с учётом параметров системы регистрации ICARE [2,3] показывают, что при выбранных условиях эксперимента энергетическое разрешение и вклад толщины мишени являются допустимыми для уверенного разделения состояний ядра ${}^{20}\text{Ne}$ в области малых и средних углов.

Оптико-модельные потенциалы (ОМП). Для расчётов ДС реакции ${}^{19}\text{F}({}^{10}\text{B}, {}^9\text{Be}){}^{20}\text{Ne}$ в рамках формализма искажённых волн (МИВ) [1] необходимо задание ОМП для входного и выходного каналов реакции. Оптические потенциалы (ОП) описывает эффективное взаимодействие сталкивающихся (входной канал) и разлетающихся ядер (выходной канал), и учитывает, как упругое рассеяние, так и потерю потока в неупругие каналы и каналы реакции.

В выполненных здесь оценках ОП имеет стандартный вид, и включает действительную и мнимую части, а также кулоновский потенциал взаимодействия заряженных ядер:

$$U(r) = V(r) + iW(r) + V_C(r),$$

где $V(r)$ - действительная объёмная часть потенциала, $W(r)$ - мнимая часть, описывающая поглощение, $V_C(r)$ - кулоновский потенциал. Радиальные зависимости действительной и мнимой частей задавались в виде потенциалов Вудса–Саксона с соответствующими геометрическими параметрами.

Для входного канала ${}^{10}\text{B} + {}^{19}\text{F}$ были использованы два набора параметров ОП. Первый набор основан на глобальной параметризации ядро–ядро, предложенной R.O. Akyuz и A. Winther [6], которая широко применяется для систем с близкими массовыми числами и энергиями выше кулоновского барьера. Использование глобального потенциала позволяет получить физически разумное описание упругого рассеяния в отсутствие экспериментальных данных для конкретной системы. Второй набор параметров для входного канала заимствован из литературных данных для близкой по массе и заряду системы ${}^{10}\text{B} + {}^{20}\text{Ne}$. Такой выбор позволяет оценить чувствительность расчётных ДС к вариации ПОП входного канала и проверить устойчивость расчета угловых распределений.

Для выходного канала ${}^9\text{Be} + {}^{20}\text{Ne}$ использовались ОП, специально разработанные или успешно применявшиеся для описания реакций с участием слабо связанного ядра ${}^9\text{Be}$. Известно, что ядро ${}^9\text{Be}$ обладает выраженной кластерной структурой и малой энергией связи нейтрона, что может приводить к усиленному поглощению и необходимости более гибкого описания мнимой части потенциала. В связи с этим были использованы глобальный ОП и параметризация, предложенная в более поздних работах, посвящённых систематическому описанию взаимодействий с участием ${}^9\text{Be}$ в широком энергетическом диапазоне. Такой подход позволяет оценить влияние особенностей оптики выходного канала на форму и абсолютные значения ДС.

Параметры ОМП, использованных для входного и выходного каналов реакции ${}^{19}\text{F}({}^{10}\text{B}, {}^9\text{Be}){}^{20}\text{Ne}$, приведены в таблице 1. В таблице указаны глубины, радиусы и диффузности действительной и мнимой частей потенциала, а также соответствующие литературные источники.

Таблица 1. Параметры ОМП для входного и выходного каналов реакции $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$, использованные в расчётах МИВ [1]

Канал	ОМП		V_0 , МэВ	r_0 , фм	α_0 , фм	W_0/W_0^D , МэВ	r_0 , фм	α_0 , фм	r_c , фм	Лит.
Входной $^{10}\text{B}+^{19}\text{F}$	A1	Global	39.126	1.162	0.592	9.781	1.162	0.592	1.300	[6]
	A2	$^{10}\text{B}+^{20}\text{Ne}$	17.3	1.200	0.680	24.8	1.200	0.680	1.300	[7]
Выходной $^9\text{Be}+^{20}\text{Ne}$	B1	Global	38.486	1.162	0.589	9.621	1.162	0.589	1.300	[6]
	B2	$^9\text{Be}+^{20}\text{Ne}$	259.035	0.721	0.726	17.245 45.759	0.928 0.679	0.600	0.881	[8]

Расчёты по МИВ и угловые распределения ДС. Расчёты ДС реакции $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ по МИВ проводились с использованием ОМП для входного и выходного каналов реакции, описанных в предыдущем разделе, с целью получения предварительной информации о форме и порядке

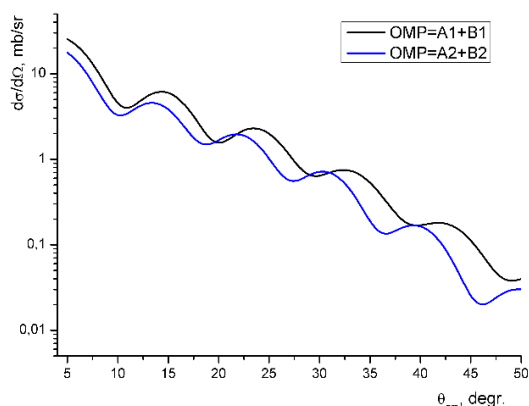


Рис. 2. Угловые распределения ДС реакции $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ для основного состояния ядра ^{20}Ne при энергии ионов ^{10}B $E = 43$ МэВ, рассчитанные с использованием пакета программ NRV [9].

величины угловых распределений. Расчёты проводились при энергии ионов ^{10}B 43 МэВ.

При этом произведение СФ S_A и S_B для двух вершин ($^{20}\text{N} \rightarrow ^{19}\text{F}+p$ и $^{10}\text{B} \rightarrow ^9\text{Be}+p$), которое является нормировкой расчетных ДС к экспериментальным было взято из литературных источников [10-12]. Следует подчеркнуть, что в рамках настоящей работы эти значения используются исключительно для оценки абсолютных величин сечений и не претендуют на точное описание структуры ядра ^{20}Ne .

Результаты расчётов ДС по МИВ [1] для основного состояния ядра ^{20}Ne представлены на рис. 2. Анализ получен-

ного углового распределения показывает, что ДС (и интенсивность регистрируемых частиц) максимальны при малых лабораторных углах с последующим осциллирующим спадом сечения при увеличении угла регистрации. Такое поведение является типичным для реакций прямого механизма передачи нуклона и подтверждает доминирующий вклад одношагового механизма в рассматриваемой реакции.

Это обстоятельство принципиально важно для этапа планирования эксперимента, поскольку позволяет использовать расчётные распределения для оптимизации геометрии регистрации независимо от возможной неопределённости в выборе ОП.

Таким образом, результаты расчётов по МИВ подтверждают принципиальную реализуемость планируемого эксперимента на циклотроне тяжёлых ионов С200-Р и демонстрируют, что выбранные кинематические условия и геометрия регистрации позволяют получить качественные угловые распределения ДС для основного состояния ядра ^{20}Ne . Аналогичные оценки показывают, что угловые распределения ДС для нескольких низколежащих состояний ядра ^{20}Ne также могут быть качественно измерены.

Оценка времени эксперимента. На основе результатов кинематических расчётов и моделирования ДС в рамках МИВ [1] была выполнена оценка времени эксперимента, необходимого для получения статистически надёжных угловых распределений реакции $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$. Оценка проводилась с учётом параметров пучка циклотрона тяжёлых ионов С200-Р,

характеристик мишени и геометрии системы регистрации ICARE [2, 3].

В расчётах энергия ионов ^{10}B полагалась равной 43 МэВ, а интенсивность пучка соответствовала значениям, типичным для режимов работы циклотрона C200-P. В качестве мишени рассматривалась мишень CaF_2 с номинальной толщиной 0.1 мг/см², что обеспечивает разумный компромисс между энергетическим разрешением и выходом реакции. Для оценки времени эксперимента использовались

значения ДС, полученные в рамках МИВ-расчётов для основного состояния ядра ^{20}Ne . Расчёты выполнялись для лабораторных углов регистрации, соответствующих положению $\Delta E-E$ телескопов установки ICARE [2, 3].

В таблице 2 приведены рассчитанные значения ДС, ожидаемая оценка времени измерений, необходимого для набора статистики порядка 100–400 событий в каждом угловом положении.

Таблица 2. Оценка времени измерений для основного состояния ядра ^{20}Ne при углах регистрации в реакции $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$

№	$\theta_{\text{лаб}}$	$d\sigma/d\Omega$, мб/ср	$S_A \cdot S_B$	$S_{\text{пик}}$	$I_{\text{пуч}}$, нА	$T_{\text{изм}}$, час	№	$\theta_{\text{лаб}}$	$d\sigma/d\Omega$, мб/ср	$S_A \cdot S_B$	$S_{\text{пик}}$	$I_{\text{пуч}}$, нА	$T_{\text{изм}}$, час
1	4°	3.96E+01	0.160	400	2.00	5.25	12	15°	3.81E+00	0.160	300	30.00	4.09
2	5°	2.62E+01	0.160	400	3.00	7.93	13	16°	4.11E+00	0.160	300	30.00	3.80
3	6°	1.43E+01	0.160	400	6.00	7.27	14	17°	3.58E+00	0.160	250	30.00	3.63
4	7°	8.25E+00	0.160	350	12.00	5.51	15	18°	2.52E+00	0.160	250	30.00	5.15
5	8°	8.02E+00	0.160	350	12.00	5.67	16	19°	1.67E+00	0.160	250	30.00	7.78
6	9°	1.01E+01	0.160	350	12.00	4.50	17	20°	1.32E+00	0.160	200	30.00	7.89
7	10°	1.08E+01	0.160	350	12.00	4.22	18	22°	1.37E+00	0.160	200	30.00	7.59
8	11°	8.91E+00	0.160	350	12.00	5.10	19	24°	8.95E-01	0.160	150	40.00	6.53
9	12°	5.84E+00	0.160	300	18.00	4.45	20	26°	4.08E-01	0.160	150	70.00	8.19
10	13°	3.73E+00	0.160	300	30.00	4.18	21	28°	3.20E-01	0.160	100	80.00	6.08
11	14°	3.28E+00	0.160	300	30.00	4.75	22	30°	2.47E-01	0.160	100	90.00	7.01

Для получения угловых распределений с равномерной статистической точностью во всём диапазоне углов регистрации была также выполнена оценка суммарного времени эксперимента с учётом последовательного перемещения детекторной системы. Суммарное время эксперимента, необходимое для регистрации угловых распределений для остальных возбужденных состояний ядра ^{20}Ne , например, возбуждённые состояния (1.634 МэВ; 2^+) и (4.248 МэВ; 4^+), укладывается в рамки одного экспериментального сеанса и не требует специальных режимов работы ускорителя. Это подтверждает практическую реализуемость планируемого эксперимента и его соответствие стандартным возможностям экспериментальной базы.

Таким образом, оценка времени эксперимента, выполненная на основе оценочных расчетов в рамках МИВ и моделирования параметров установки ICARE [2,3], подтверждает возможность проведения эксперимента по исследованию реакции $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ на циклотроне тяжёлых ионов C200-P в разумные сроки с получением статистически надёжных данных.

Заключение. В настоящей работе выполнено комплексное моделирование эксперимента по исследованию реакции $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$, проведение которого планируется на циклотроне тяжёлых ионов C200-P. Основной целью работы являлась оценка реализуемости эксперимента, выбор оптимальных параметров мишени и

геометрии регистрации, а также предварительная оценка ожидаемых энергетических и угловых характеристик продуктов реакции.

В рамках моделирования проанализировано влияние толщины мишени CaF_2 на энергетические потери и уширение пиков. Установлено, что вклад толщины мишени в энергетическое уширение пиков для рассматриваемой реакции остаётся умеренным и не препятствует уверенной идентификации состояний образующегося ядра ^{20}Ne .

Проведён анализ энергетических потерь налетающих ионов и продуктов реакции в мишени и элементах системы регистрации ICARE. Показано, что основной вклад в энергетическое разрешение вносят входное майларовое окно и газовый ДЕ-детектор, тогда как вклад толщины мишени является незначительным. Полученные оценки энергетического уширения, соответствующие возможностям детекторной системы ICARE, подтверждают надежное разделение низколежащих состояний ядра ^{20}Ne .

На основе полученных ДС выполнена оценка времени эксперимента для ос-

новного состояния ядра ^{20}Ne . Показано, что требуемая статистика может быть набрана в рамках стандартного экспериментального сеанса на циклотроне С200-Р без необходимости использования нестандартных режимов работы ускорителя.

Таким образом, результаты проведённого моделирования демонстрируют принципиальную реализуемость эксперимента по исследованию реакции $^{19}\text{F}(^{10}\text{B}, ^9\text{Be})^{20}\text{Ne}$ и подтверждают корректность выбранных кинематических условий, параметров мишени и конфигурации системы регистрации. Полученные оценки могут быть использованы для обоснования проведения рассматриваемого выше эксперимента и служат базой для последующего анализа экспериментальных данных, включая извлечение структурной информации о состояниях ядра ^{20}Ne .

Благодарности. Данная работа финансируется Министерством высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан (грант № FL-9024094149 «Исследование ядерных реакций передачи нуклонов или кластеров для решения проблем ядерной астрофизики и термоядерных реакций»).



Использованная литература:

1. I.J.Thompson // Coupled reaction channels calculations in nuclear physics // Comput. Phys. Rep. 7, 167 (1988). [https://doi.org/10.1016/0167-7977\(88\)90005-6](https://doi.org/10.1016/0167-7977(88)90005-6).
2. M. Rousseau, et al // Highly deformed ^{40}Ca configurations in $^{28}\text{Si}+^{12}\text{C}$ // Phys. Rev. C 66, 034612 (2002). <https://doi.org/10.1103/PhysRevC.66.034612>.
3. M.Rousseau, PhD thesis, Strasbourg University, Report No IReS 01-02, 2001 (unpublished).
4. <https://lise.frib.msu.edu/lise.html>.
5. O.B.Tarasov and D.Bazin // LISE++: Radioactive beam production with in-flight separators // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B (2008) 4657-4664. <https://doi.org/10.1016/j.nimb.2008.05.110>.
6. R.O.Akyuz, A.Winther, «Parameterization of the Nucleus–Nucleus Potential», in: R.A. Broglia, C.H.Dasso, R. Ricci (Eds.) «Nuclear Structure and Heavy-ion Reactions. Proceedings of the International School of Physics “E. Fermi”, 1979» Course LXXVII, North-Holland, Amsterdam 1981, p. 491.
7. T.Motobayashi, I.Kohno, I.Ool and S.Nakajima// α -transfer reactions between light nuclei // Nuclear Physics A331 (1979) 193-212. [https://doi.org/10.1016/0375-9474\(79\)90309-9](https://doi.org/10.1016/0375-9474(79)90309-9).

8. Yongli Xu et al // Global optical model potential for the weakly bound projectile ^9Be // Phys. Rev. C 99 (2019) 034618. <https://doi.org/10.1103/PhysRevC.99.034618>.
9. Nuclear Reaction Video (NRV), Low Energy Nuclear Knowledge Base, <http://nrv.jinr.ru/nrv/>.
10. L.Zhang, et al // Measurement of $^{19}\text{F}(p,\gamma)^{20}\text{Ne}$ reaction suggests CNO breakout in first stars // Nature 610, 656–660 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41586-022-05230-x>.
11. Артемов Сергей Викторович, Докторская диссертация, Взаимодействие ионов гелия с легкими ядрами при энергиях 5-15 МэВ/нуклон и спектроскопическая информация. ИЯФ АН РУз, Ташкент, 2002 год.
12. R.Yarmukhamedov, K.I.Tursunmakhatov, and N. Burtebayev // Asymptotic theory of charged particle transfer reactions at low energies and nuclear astrophysics // Int. Jour. of Mod. Phys.: Conf. Ser. V49, 1960016 (2019). <https://doi.org/10.1142/S2010194519600164>.

UDK550.825

“GRUNT-INSHOOT” TIZIMINING SEYSMIK TEBRANISH XUSUSIYATLARINI TAHLIL QILISH (QOZIQ POYDEVORLI BINOLARDA)

E.Yadigorov, A.Rahmatov, J.Bozorov, M.Qodirov, A.Qodirboyev*
musulmonqodirov69@gmail.com ORSID: (0009-0000-1152-094X)

Annotatsiya. Ushbu ilmiy ishda grunt–inshoot tizimining seysmik ta’sirlarga javobi mikrotremor o’lchovlari asosida tahlil qilindi. Tadqiqotda bino poydevori va erkin yuza sharoitlarida qayd etilgan tebranishlarning amplituda-chastotaviy hamda kinematik xususiyatlari o’zaro qiyoslandi. Mahalliy grunt sharoitlarini baholashda Nakamura (HVSР) usulidan foydalanildi va grunt qatlamlarining rezonans chastotalari, kuchaytirish koeffitsientlari hamda seysmik zaiflik ko’rsatkichlari aniqlandi. Olingan natijalar grunt–inshoot o’zaro ta’siri seysmik tebranish amplitudalarini sezilarli darajada kamaytirishini ko’rsatdi. Xususan, grunt–inshoot tizimida HVSР spektorlarining o’rtacha pasayishi, shuningdek, seysmik zaiflik indeksi va seysmik jadallik orttirmasining kamayishi qayd etildi. Tadqiqot natijalari qurilish maydonlarining seysmik barqarorligini baholashda hamda zilzilaga chidamli inshootlarni loyihalashda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so’zlar: mikrotremor, HVSР usuli, grunt–inshoot tizimi, rezonans chastota, seysmik zaiflik, poydevor, zilzilaga chidamlilik.

АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ СИСТЕМЫ «ГРУНТ-СТРОЕНИЕ» (ДЛЯ ЗДАНИЙ НА СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТАХ.

Аннотация. В настоящей научной работе на основе микротреморных измерений проанализирована реакция системы «грунт–сооружение» на сейсмические воздействия. В ходе исследования проведено сравнительное изучение амплитудно-частотных и кинематических характеристик колебаний, зарегистрированных на фундаменте здания и на свободной поверхности грунта. Для оценки локальных грунтовых условий использован метод Накамуры (HVSР), позволяющий определить резонансные частоты грунтовых слоёв, коэффициенты усиления и показатели сейсмической уязвимости. Полученные результаты показали, что взаимодействие системы «грунт–сооружение» приводит к существенному снижению амплитуд сейсмических колебаний. В частности, зафиксировано среднее уменьшение спектров HVSР, а также снижение индекса сейсмической уязвимости и прироста сейсмической интенсивности. Результаты исследования имеют практическое значение для оценки сейсмической устойчивости строительных площадок и проектирования сейсмостойких сооружений.

Ключевые слова: микротремор, метод HVSР, система «грунт–сооружение», резонансная частота, сейсмическая уязвимость, фундамент, сейсмостойкость.

*Eldor Yadigorov – m.f.b.f.d. (PhD), G‘.O. Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti g; Asilbek Rahmatov – m.f.b.f.d. (PhD), G‘.O. Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti f; Jonibek Bozorov – t.f.b.f.d. (PhD), G‘.O. Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti; Musurmonqul Qodirov – G‘.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti katta ilmiy xodim; Asilbek Qodirboyev – G‘.O.Mavlonov nomidagi Seysmologiya instituti yetakchi muhandisi.

ANALYSIS OF SEISMIC VIBRATION CHARACTERISTICS OF THE SOIL-STRUCTURE SYSTEM (FOR PILE FOUNDATION BUILDINGS)

Abstract. In this study, the seismic response of the soil–structure system is investigated based on microtremor measurements. A comparative analysis of the amplitude–frequency and kinematic characteristics of vibrations recorded at the building foundation and at the free-field surface is performed. The Nakamura (HVSr) method is applied to evaluate local soil conditions and to determine the resonance frequencies of soil layers, amplification factors, and seismic vulnerability indices. The results indicate that soil–structure interaction significantly reduces the amplitudes of seismic vibrations. In particular, an average decrease in HVSr spectra, as well as a reduction in the seismic vulnerability index and seismic intensity increment, is observed. The obtained results are of practical importance for assessing the seismic stability of construction sites and for the design of earthquake-resistant structures.

Key words: microtremor, HVSr method, soil–structure system, resonance frequency, seismic vulnerability, foundation, earthquake resistance

Kirish. Zilzilalar har doim insonlarning hayoti va mol-mulkiga tahdid soladigan eng halokatli tabiiy ofatlardan biri hisoblanadi. Hozirgi vaqtda bino va inshootlarni ekspluatatsiya qilish jarayonida grunt-inshoot tizimining seysmik ta'sirlarga javobini va tebranish parametrlarini aniqlash eng dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Shuningdek bino poydevori va erkin maydon tebranishlarining spektoral amplitudalari va rezonans chastotalaridagi farqlarni aniqlash, bino poydevori ostida tarqalgan gruntlarning dinamik ko'rsatkichlarini baholashda va qurilish maydonining seysmik jihatdan barqarorligini ta'minlash muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu tadqiqot ishida poydevor va zamin grunti o'rtasidagi o'zaro ta'sirning zilzilaga chidamlilikka ta'sirini aniqlash imkonini beradi. Grunt-inshoot va erkin yuza tizimlarining seysmik tebranishlar ostidagi xatti-harakatlarini tahlil qilish va baholash, zilzila ta'sirini kamaytirish strategiyalarini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Metodlar. Nakamura usuli mahalliy grunt sharoitlarini tadqiq qilishda qo'llaniladigan oddiy va samarali usul hisoblanadi [1-2]. Ushbu usul gruntning rezonans chastotasini aniqlashga yordam beradi va grunt qatlamlarining dinamik xususiyatlarini baholashda qo'llaniladi. HVSr

usulida seysmik to'lqinlar natijasida yuzaga keladigan tebranishlarning gorizont va vertikal komponentlari o'lchanadi [3-4]. Gorizont komponentlarning vertikal komponentlarga bo'lgan spektoral nisbati o'rganiladi.

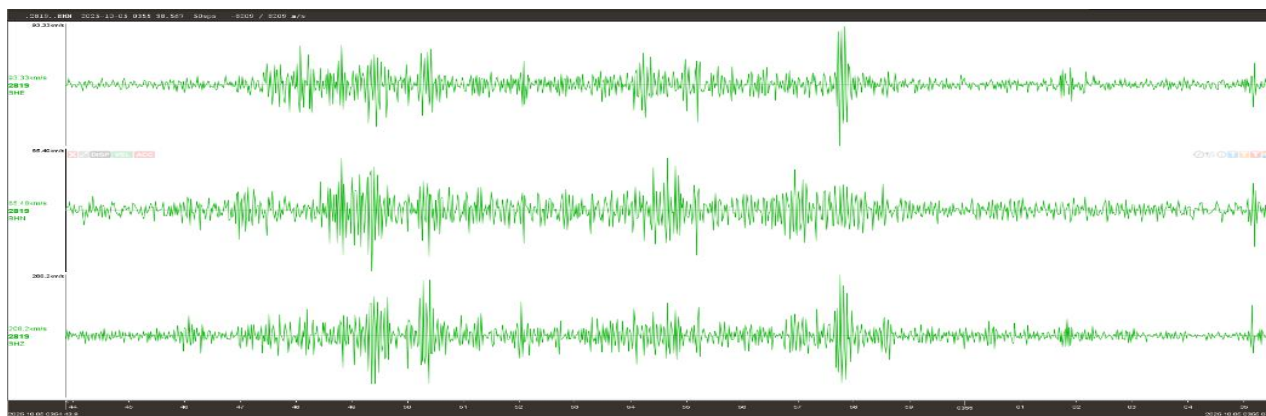
Rezonans chastotasi usulida yuzadagi yumshoq qatlamlarning qattiq jinslar bilan chegaradosh qismlarida seysmik to'lqinlar qanday yutilishini baholashga yordam beradi [5]. Gorizont va vertikal tebranishlarning nisbati eng yuqori bo'lgan nuqta rezonans chastotasini beradi, bu gruntning qalinligini va seysmik xavf omillarini baholashda muhimdir. Past tebranish amplitudalarini taqqoslash orqali grunt-inshoot tizimining tebranishlar ta'siriga nisbatan tizimning javob reaksiyasi tahlil qilindi. Tadqiqot ob'ekti sifatida tanlangan bino joylashgan maydonda cho'kuvchan lyoss gruntlarini tarqalgan bo'lib, ularning fizik-mexanik xossalari qurilishdan oldingi muhandislik tadqiqot natijalaridan olingan (1-jadval). Tadqiqot ob'ekti sifatida 26 qavatli turar-joy majmuasi tanlangan. Binoning poydevori uzunligi 30 metr va diametri 1,2 metr bo'lgan 218 ta burg'ulama armaturali qoziqlardan iborat bo'lib, ular zichlashgan gruntlarga mustahkam o'rnatilgan [6-7].

1-jadval. Qurilish maydonchasining muhandis-geologik tavsifi

№	Muhandis geologik element - 1	O'lchov birligi	Son qiymatlar
1.	Qatlam qalinligi:	m	0-13,1
2.	Grunt zichligi:	t/m ³	1,86
3.	Gruntning skeleti zichligi:	t/m ³	1,57
4.	Bog'lanish kuchi:	KPa	17,6
5.	Ichki ishqalanish burchagi:	gradus	23
6.	Deformatsiya moduli:	MPa	12
7.	Puasson koeffitsienti:	и	0,35
8.	Qatlam qalinligi:	m	13,1-33,3
9.	Grunt zichligi:	t/m ³	1,99
10.	Gruntning skeleti zichligi:	t/m ³	1,61
11.	Bog'lanish kuchi:	KPa	17,9
12.	Ichki ishqalanish burchagi:	gradus	26
13.	Deformatsiya moduli:	MPa	16
14.	Puasson koeffitsienti:	и	0,30
15.	Qatlam qalinligi:	m	33,3-40
16.	Grunt zichligi:	t/m ³	2,10
17.	Gruntning skeleti zichligi:	t/m ³	1,75
18.	Bog'lanish kuchi:	KPa	28,1
19.	Ichki ishqalanish burchagi:	gradus	36
20.	Deformatsiya moduli:	MPa	50
21.	Puasson koeffitsienti:	и	0,26

Tadqiqot natijalari. Grunt-inshoot tizimida, erkin yuzada o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida past amplitudali tebranishlar qayd etildi (1-rasm). Ushbu o'lchovlar orqali erkin yuzadagi tebranishlarning amplituda qiymatlari grunt-inshoot tizimiga nisbatan yuqoriroq ekanligi aniqlandi. Ya'ni, grunt-inshoot tizimida qayd etilgan tebranish amplitudalari erkin yuzadagi qiymatlarga qaraganda sezilarli darajada kamaygani kuzatildi. Bu esa grunt va inshoot o'zaro ta'sirida poydevor tomonidan seysmik

energiyaning yutilishi, asos gruntning zichligi oshganligi va tebranishlar inshoot orqali tarqalishining samaradorligini anglatadi. Natija shuni ko'rsatdiki grunt va poydevor orasidagi kuchlanishlar zilzila ta'sirini qisman kamaytirish imkoniyatiga ega bo'lib, bu esa inshoot barqarorligiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Ushbu tahlillar grunt-inshoot tizimining zilzilaga chidamliligini oshirish va xavfsizligini ta'minlash uchun muhim ahamiyat kasb etadi [8-9].



1-rasm. Mikrotremor yozuvi

Seysmik to'liqlarning kinematik elementlarini ko'rib chiqishda seysmik ta'sir elementlarining (tezlik, tezlanish va siljish) vektor qiymatlari aniq va to'liq ma'lumot beradi. Ushbu maqsadda grunt-inshoot va erkin yuza tizimlarida qayd qilingan tezlik

qiymatlari asosida tezlanish va siljish qiymatlari aniqlanib, har bir elementning vektor qiymatlari hisoblandi hamda ikkala tizim uchun o'zaro taqqoslandi (2-jadval). Maksimal vektor tezligi X, Y, Z komponentlarini hisobga olgan holda quyidagicha aniqlanadi.

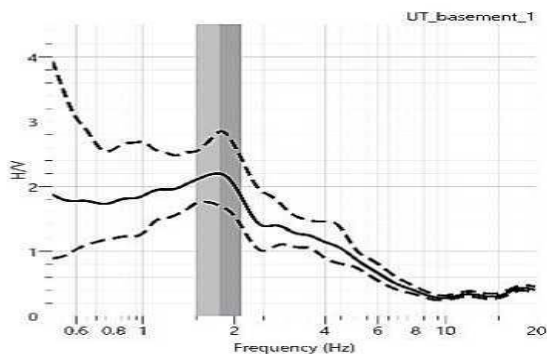
$$V_{\max} = \sqrt{U_x^2 + U_y^2 + U_z^2}$$

2-jadval. Mikrotremor orqali aniqlangan kinematik elementlar vektor qiymatlari

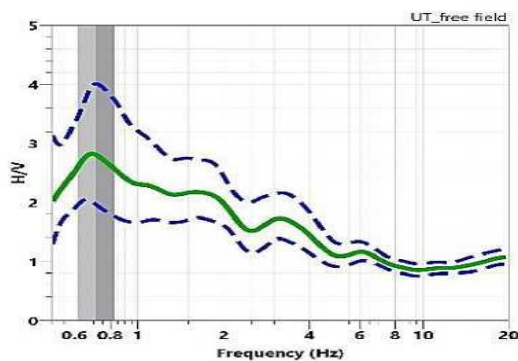
Grunt-inshoot	Erkin yuza	Farqi	Foiz miqdorda	Grunt-inshoot	Erkin yuza	Farqi	Foiz miqdorda	Grunt-inshoot	Erkin yuza	Farqi	Foiz miqdorda
Tezlik (pm/s)				Tezlanish (µm/s ²)				Siljish (nm)			
Vx1	Vx2	Ai?x	Avx(%)	5x1	5x2	A5x	A5x(%)	5x1	5x2	A ⁵ x	A5x(%)
2,88	7.71	4,83	62,6	181,4	590,1	408,7	69,3	106,6	236,3	129,7	54,9

Qurilish maydonining seysmik parametrlarini aniqlash maqsadida bino poydevorining har xil nuqtalarida mikrotremorlarni qayd qilish ishlari olib borilgan. Olib borilgan ishlar natijasida bino

zamin gruntining amplituda-chastotaviy ko'rsatkichlari baholandi. Qayd qilingan mikrotremor ma'lumotlari asosida HVSР grafiklari qurildi.



HVSР spektri.(1- o'lchov (poydevorda))

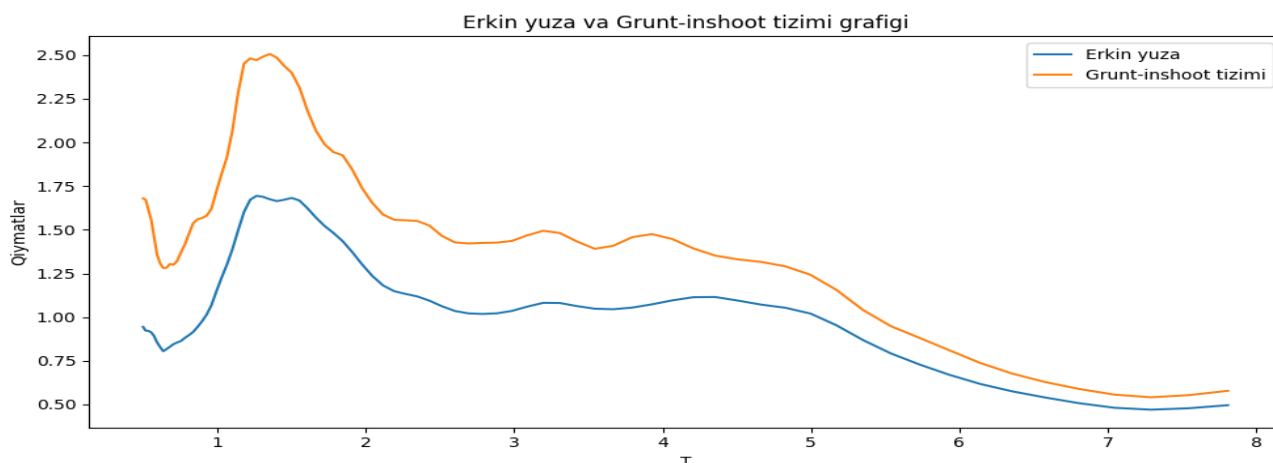


HVSР spektri. (gruntida)

2-rasm. O'lchov nuqtalarining HVSР spektri.

Grunt va poydevor uchun hisoblangan HVSР spektrlarining o'zaro farqlari keltirilgan (3-rasm). Grunt-inshoot va erkin yuza tizimlarining HVSР spektrlarining o'zaro qiyoslash natijasida quydagilar aniqlandi. 0,5-1 Gs oralig'ida grunt-inshoot tizimining

HVSР spektri erkin yuza HVSР spektriga nibatan maksimal-59,6%, 1,5-2 Gs oralig'ida esa minimal-0,3% kamayishini kuzatish mumkin. O'rtacha kamayish 28,6% ni tashkil qildi (3-jadval).



3-rasm. HVSr qiyosiy grafigi

3-jadval. HVSr spektrlaridan olingan natijalar.

№	HVSr	A HVSr	F0	AF0	K	AK	AI	AI farq
Gruntidagi	2,81	<u>0,68</u>	0,71	<u>0,93</u>	11,1	<u>8,3</u>	0,10	<u>0,23</u>
Grunt-inshoot tizimidagi	2,13		1,64		2,8		-0,13	

Ikkala holat uchun ham qurilgan HVSr spektr natijalari ham o‘zaro taqqoslandi (3-jadval). Ushbu natijalar asosida seysmik zaiflik indeksi (K), seymik jaddalik orttirmasi (AI) va rezonans xavfi hisoblandi. Bunga ko‘ra barcha holatlarda grunt-inshoot tizimidagi natijalar grunt (erkin yuza) natijalariga ko‘ra kamayishi kuzatildi. H/V-kuchaytirish ko‘effitsienti qiymati 0,68 ga, dominant chastota qiymati 0,93 ga, zaiflik indeksi 8,3 ga va seymik jaddalik orttirmasi esa 0,23 ga kamaygani aniqlandi. O‘tkazilgan tahlillar natijasida ushbu ikki tizimda rezonans hodisasining yuzaga kelishi ehtimoli juda past ekanligi aniqlandi.

Xulosa. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida grunt-inshoot tizimining seysmik tebranishlarga nisbatan xatti-harakati har tomonlama o‘rganildi. Mikrotremor o‘lchovlari natijalari grunt-inshoot tizimida qayd etilgan tebranish amplitudalari erkin yuza sharoitiga nisbatan sezilarli darajada kamayishini ko‘rsatdi. Bu holat poydevor va gruntning o‘zaro ta‘sirini natijasida seysmik energiyaning qisman yutilishi bilan izohlanadi. Nakamura (HVSr) usuli yordamida aniqlangan spektral

ko‘rsatkichlar grunt-inshoot tizimida kuchaytirish ko‘effitsienti va dominant chastotalarning pasayishini tasdiqladi. Xususan, 0,5–1 Gs diapazonda HVSr qiymatlarining maksimal 59,6 % gacha kamayishi kuzatildi. Kinematik elementlarning (tezlik, tezlanish va siljish) vektor qiymatlari bo‘yicha olib borilgan tahlillar grunt-inshoot tizimida seysmik ta‘sir intensivligi erkin yuzaga nisbatan past ekanligini ko‘rsatdi, bu esa inshootning dinamik barqarorligini oshiradi. Seysmik zaiflik indeksi (K) va seysmik jadallik orttirmasi (AI) ning kamayishi grunt-inshoot tizimining rezonans hodisasiga kamroq moyilligini ko‘rsatib, inshootning zilzilaga chidamlilik darajasi yuqoriligini tasdiqlaydi. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatdiki, lyoss gruntlari keng tarqalgan hududlarda joylashgan qoziq poydevorli binolarni loyihalash va baholash jarayonida grunt-inshoot o‘zaro ta‘sirini kompleks tarzda hisobga olish seysmik xavfni sezilarli darajada kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Bu ilmiy ish Innovatsion rivojlantirish agentligining loyihalari AL-8924073454 “

Zamin poydevor gruntarning seysmik mustaxkamligini oshirgan xolda, kurilish maydonining seysmik jadalligini va seysmik tebranish parametrlarini kamaytirish usullarini ishlab chikish va tayajriba sinovlaridan o'tkazish." va O'zRFAning fundamental

mavzusi bo'lgan "Kuchli zilzilalarda dispers gruntarning quyqalanish xususiyatini laboratoriya va dala sharoitida tadqiq qilish hamda uning tasnifini ishlab chiqish" grantlarining moliyaviy ko'magi yordamida amalga oshirildi.



Foydalanilgan adabiyotlar:

1. V.A.Ismailov, A.R.Rakhmatov, A.S.Xusomiddinov, E.M.Yadigarov, J.Sh.Bozorov. Assessment of the soil seismic condition through microseismic measurements (in the example of the city of bukhara) // "известия роо национальной академии наук РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН"ЧФ «Халык». (Scopus) (в печати)
2. V. A. Ismailova, A. S. Khusomiddinova, N. M. Mukhammadkulova, E. M. Yadigarova, B. B. Khayriddinova, A. R. Rakhmatova, D. D. Jumaeva, J. SH. Bozorova, X. B. Isroilova, and A. F. Mansurova. Assessment of Landslide Dynamics Based on Microseismic Parameters // Seismic Instruments Россия. (Scopus) (в печати)
3. Nakamura Y. A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface // *Quarterly Report of Railway Technical Research Institute*. – 1989. – Vol. 30, №1. – P. 25–33.
4. Nakamura Y. On the H/V spectrum // *Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering*. – Beijing, 2008.
5. Rahmatov.A.R, Alimov B. G.Tarixiy obidalarining grunt sharoitini hisobga olgan holda seysmik ta'sirni baholash (Tillakori obidasi misolida)// O'zbekiston Respublikasi aholisi va hududining seysmik xavfsizligini taminlash muammolari, Toshkent 25-sentayabr 2021y. 141-146 b.
6. Bard P.-Y., SESAME Team. Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique using ambient vibrations // *Bulletin of Earthquake Engineering*. – 2004. – Vol. 2. – P. 1–14.
7. Lachet C., Bard P.-Y. Numerical and theoretical investigations on the H/V technique // *Journal of Seismology*. – 1994. – Vol. 3. – P. 91–105.
8. Kramer S. L. *Geotechnical Earthquake Engineering*. – New Jersey: Prentice Hall, 1996. – 653 p.
9. Rahmatov.A.R., Bozorov J. Sh., Evaluation of synthetic accelerograms created using various technologies based on soil models // *International Journal of Geology, Earth & Environmental Sciences Current Ongoing Issue*: 2024 y. Vol. 14, pp. 62-70



ТАБИЙ FANLAR

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

NATURAL SCIENCES

UDC 617.751-089.843

DSAEK JARROHLIGIDA ENDOTELIAL GRAFT KIRITISH USULLARINING SHOX PARDA MORFOFUNKSIONAL HOLATIGA TA'SIRI

M.H.Karimova, T.B.Jo`rayev*

<https://orcid.org/0000-0003-1040-2866>

<https://orcid.org/0009-0001-7284-3643>

jorayevtemur930@gmail.com

Annotatsiya. Dolzarbligi. Descemet stripping automatical endotelial keratoplastika (DSAEK) jarrohlik amaliyoti – bu shox pardaning endoteliy qatlamiga oid kasalliklarini, jumladan, Fuks distrofiyasi va bulleoz keratopatiyani davolashda zamonaviy jarrohlik usullaridan biridir. Ammo jarrohlikning muvaffaqiyati donor Desemet membranasi va endoteliy qatlamini kiritish usulini to'g'ri tanlashga bevosita bog'liqdir. Hozirgi vaqtda endotelial graflarni kiritish bo'yicha yagona standart mavjud emas. Har bir holatda usul tanlovi jarrohning qaroriga bog'liq bo'lib, bu esa natijalar o'zgaruvchanligiga olib kelishi mumkin. **Tadqiqot maqsadi.** DSAEK jarrohligida endotelial transplantatni kiritishning turli usullarining samaradorligini kompleks baholash va morfofunktsional holatni baholash. **Material va usullar.** Tadqiqotda Fuks distrofiyasi va endotelial disfunktsiyasi bo'lgan 15 bemor ishtirok etdi. **Natijalar va xulosa.** Transplantatni kiritish texnikasi DSAEK natijalariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Uzoq muddatli kuzatuvlar quyidagilarni ko'rsatdi: Pinset — klassik, ammo endoteliy uchun eng travmatik usul, Busin Glide — texnik jihatdan barqaror, ammo ma'lum noaniqliklar saqlanib qoladi, TransplantREADY™ DSAEK — eng qulay, xavfsiz va samarali texnologiya bo'lib, endotelial hujayralarni eng yaxshi darajada saqlaydi.

Kalit so'zlar: DSAEK, endotelial pinset, Busin Glaydi, TransplantREADY DSAEK, endotelial hujayra, keratoplastika.

ВЛИЯНИЕ МЕТОДОВ ВВЕДЕНИЯ ЭНДОТЕЛИАЛЬНОГО ТРАНСПЛАНТАТА ПРИ ОПЕРАЦИИ DSAEK НА MORFOFUNKSIONALNOE СОСТОЯНИЕ РОГОВИЦЫ

Аннотация. Актуальность. Операция десцемет-стриппинг эндотелиальной кератопластики (DSAEK) является одним из современных хирургических методов лечения заболеваний эндотелиального слоя роговицы, включая дистрофию Фукса и буллезную кератопатию. Однако успех хирургического вмешательства напрямую зависит от правильного выбора метода введения донорской мембраны Десцемета и эндотелиального слоя. В настоящее время не существует единого стандарта введения эндотелиального трансплантата. Выбор метода осуществляется хирургом индивидуально, что влияет на вариабельность результатов. **Цель исследования.** Комплексная оценка эффективности различных методов введения эндотелиального трансплантата при хирургии DSAEK и оценка морфофункционального состояния. **Материалы и методы.** В исследование были включены 15 пациентов с дистрофи-

* Muyassar Hamitovna Karimova– t.f.d professor, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy – amaliy tibbiyot markazi direktor o'rinbosari; Temur Baqitbekovich Jo'rayev– mustaqil izlanuvchi, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy – amaliy tibbiyot markazi shifokor oftalmologi.

ей Фукса и эндотелиальной дисфункцией (по 5 пациента на каждую из трёх техник). **Результаты и выводы.** Техника введения трансплантата оказывает прямое влияние на результаты DSAEK. Длительное наблюдение показало: пинцет — классический, но наиболее травматичный метод для эндотелия; Busin Glide — технически стабильный, но сохраняются определённые трудности; TransplantREADY™ DSAEK — наиболее удобная, безопасная и эффективная технология, обеспечивающая наилучшую сохранность эндотелиальных клеток.

Ключевые слова: DSAEK, эндотелиальный пинцет, Busin Glide, TransplantREADY, эндотелиальные клетки, кератопластика.

IMPACT OF ENDOTHELIAL GRAFT INSERTION TECHNIQUES IN DSAEK SURGERY ON THE MORPHOFUNCTIONAL STATE OF THE CORNEA

Abstract. Relevance. Descemet's Stripping Automated Endothelial Keratoplasty (DSAEK) is one of the modern surgical approaches used to treat endothelial corneal diseases, including Fuchs' dystrophy and bullous keratopathy. However, the success of surgery depends directly on the correct choice of technique for inserting the donor Descemet's membrane and endothelium. Currently, there is no standardized method for endothelial graft insertion. The technique is chosen by the surgeon based on individual factors, which may lead to variability in outcomes. **Research objective.** Comprehensive evaluation of the effectiveness of various methods of endothelial transplant administration in DSEK surgery and assessment of the morphofunctional state. **Materials and Methods.** The study included 15 patients with Fuchs' dystrophy and endothelial dysfunction (5 patients per each of the three techniques). **Results and Conclusion.** The insertion technique significantly affects DSAEK outcomes. Long-term observations showed that forceps are a classic yet most traumatic method for the endothelium; the Busin Glide offers technical stability, although some uncertainties remain; the TransplantREADY™ DSAEK system is the most convenient, safe, and efficient, providing the best endothelial cell preservation.

Keywords: DSAEK, endothelial forceps, Busin Glide, TransplantREADY, endothelial cells, keratoplasty.

Tadqiqot maqsadi. DASEK (Descemet's Stripping Automated Endothelial Keratoplasty) jarrohligida endotelial transplantatni kiritishning turli usullarining samaradorligini kompleks baholash hamda shox pardaning morfofunktsional holatini aniqlash.

Dolzarblik. Descemet's Stripping Automated Endothelial Keratoplasty (DSAEK) jarrohlik amaliyoti – bu shox pardaning endotelial qatlamiga oid kasalliklarini, jumladan, Fuks distrofiyasi va bullöz keratopatiyani davolashda zamonaviy jarrohlik usullaridan biridir [1,2].

Anʼanaviy keratoplastikadan farqli ravishda, DSAEK faqat donorning endotelial hujayralari va Desemet membranasini koʻchirib oʻtkazishni nazarda tutadi, bu esa shox pardaga kamroq travma yetkazib, koʻrish funksiyasining tez tiklanishiga olib keladi [1,4].

Ammo jarrohlikning muvaffaqiyati donor endotelial graftni kiritish usulini toʻgʻri tanlashga bevosita bogʻliqdir [2]. Mazkur bosqich texnik jihatdan murakkab boʻlib, yuqori aniqlik va ehtiyotkorlikni talab etadi.

Endotelial graftlarni kiritishning turli usullari (maxsus kartriklar, endotelial pinset, tayyor transplantatsiya tizimlari) oʻz ustunlik va kamchiliklariga ega boʻlib, ular endotelial hujayralarning yashovchanligi, graft buklanishi va dislokatsiyasiga taʼsir koʻrsatadi [3].

Hozirgi vaqtda endotelial graftlarni kiritish boʻyicha yagona standart mavjud emas [1,2]. Har bir holatda kiritish usuli tanlovi jarrohning qaroriga bogʻliq boʻlib, bu natijalar oʻzgaruvchanligiga olib kelishi mumkin.

Turli usullarni taqqoslovchi tahlil samarali va xavfsiz strategiyalarni aniqlashga yordam beradi hamda DSAEK jarrohlik amaliyotining muvaffaqiyatini oshiradi, asoratlar

chastotasini kamaytiradi va ko'rish natijalarini yaxshilaydi [1,2].

Donor endotelial graftning turli usullar bilan kiritish natijalarini baholash endotelial shox parda kasalliklarida jarrohlik texnikasini takomillashtirish, klinik natijalarni optimal-

lashtirish va davolash sifatini oshirish nuqtai nazaridan dolzarbdir [2,4].

Tadqiqot materiali va tekshiruv usullari.

Tadqiqotga Fuks endotelial distrofiyasi bilan og'rigan 15 nafar bemor jalb etildi.

1-Jadval.

Guruh	Kiritish texnikasi	Bemor soni
1-guruh	Graftni Endotelial pinset yordamida kiritish	4
2-guruh	Graftni Busin Glaydi yordamida kiritish	4
3-guruh	TransplantREADY™ DSAEK tizimi yordamida kiritish	7

Umumiy oftalmologik tekshiruvlar:

- Vizometriya
- Tonometriya
- Avtorefraktokeratometriy
- Biomikroskopiya

– Maxsus tekshiruvlar:

- Aberrometriya
- Endotelial mikroskopiya
- Old segment OKT

Tekshiruv natijalari va muhokama

DSAEK jarrohligidan oldin va 6 oy o'tgach Endotelial hujayralarning o'rtacha soni quyidagicha qayd etildi:

2-Jadval

№	Endotelial hujayralar soni - jarrohlilikka (ta/mm ²)	Endotelial hujayralar soni - 6 oydan so'ng (ta/mm ²)	Yo'qotilgan hujayralar	
			soni	% da
1-guruh	2784	2346	438	15.7%
2-guruh	2810	2364	446	15.9%
3-guruh	2764	2542	222	8.0%

Endotelial pinset yordamida graft kiritilgan 1-guruhda o'rtacha 15.7% hujayra yo'qotilishi kuzatildi. Ushbu texnikada graft buklanadi va ko'z ichki muhitida endotelial qatlam bevosita ishqalanishga uchraydi, bu esa endotelial hujayralarga qo'shimcha mexanik shikast yetkazadi [2,4].

Busin Glide texnikasi qo'llanilgan 2-guruhda graft to'g'ri yo'nalishda joylashtiriladi, biroq hujayra yo'qotilishi darajasi 15.9% bo'lib, 1-guruhdan sezilarli farq kuzatilmadi [3].

Jarrohlik amaliyotidan oldin:

- 1 – guruh: 65%
- 2 – guruh: 60%
- 3 – guruh: 64%
- Jarrohlik amaliyotidan so'ng:

Bu natijalar geksagonal hujayralar morfologik barqarorligi eng yaxshi saqlangan

TransplantREADY™ DSAEK System qo'llanilgan 3-guruhda tayyor graft kartriji orqali minimal manipulyatsiya bilan transplantatsiya amalga oshirilgani sababli endotelial hujayra yo'qotilishi eng past darajada (8.0%) qayd etildi. Ushbu texnologiya operatsiya vaqtini qisqartirish bilan birga, jarrohlik natijalarini sezilarli darajada yaxshilaydi [1,2].

Endotelial morfologik holat (Geksagonal hujayralar ulushi - polymorphism)

- 1 – guruh: 58%
- 2 – guruh: 54%
- 3 – guruh: 60%

guruh TransplantREADY™ DSAEK tizimi qo'llanilgan 3-guruh ekanligini ko'rsatadi.

Minimal manipulyatsiya endoteliy zararlanishini kamayishiga olib keladi. **Polymega-**

thism (CV — coefficient of variation):

3-Jadval

Guruhlar	CV – jarrohlikdan oldin (%)	CV – 6 oydan so`ng (%)	Izoh
1-guruh	32	38	Polimegatizm kuchaygan
2-guruh	31	36	O`rtacha oshish
3-guruh	30	32	Minimal o`zgarish

Eng kam polimegatizm oshishi **TransplantREADY™ DSAEK** texnikasida kuzatildi, bu endotelial hujayralarning nafaqat miqdoriy, balki morfologik barqarorligi ham yaxshi saqlanganligini tasdiqlaydi.

Xulosa. O`tkazilgan tadqiqot natijalari DSAEK jarrohligida transplantatni kiritish texnikasi operatsiya natijalariga sezilarli ta`sir ko`rsatishini tasdiqlaydi, bu xalqaro tadqiqotlar bilan ham mos keladi [1,2]. Endotelial hujayralar sonining saqlanish darajasi, hujayralarning morfologik barqarorligi (geksagonal shakl) va polimegatizm darajasi grafitni kiritish usuli bilan bevosita bog`liq bo`lib, bu ko`rsatkichlar operatsiyadan keyingi shox parda shaffofligi va ko`rish funksiyasining tiklanish darajasini belgilaydi [2,4].

Endotelial pinset yordamida kiritilgan grafitlarda eng yuqori hujayra yo`qotilishi va morfologik buzilishlar qayd etildi (15.7% hujayra yo`qotilishi, CV 38%). **Busin Glide** texnikasi texnik jihatdan qulay bo`lsa-da, hujayra yo`qotilishi sezilarli kamaymadi (15.9%). Eng samarali natijalar **TransplantREADY™ DSAEK** qo`llanilgan jarrohliklarda kuzatildi: endotelial hujayra yo`qotilishi eng past (8.0%), geksagonal hujayralar yaxshi saqlangan, polimegatizm minimal darajada (CV 32%). Shuningdek ko`rish o`tkirligi vas shox parda tiniqlik darajasini ko`rsatuvchi corneal densitometry ko`rsatkichlari ham 3 guruhda eng ijobiy natijalarni ko`rsatgan (4-jadval).

4—Jadval.

Tekshiruv guruhlari	Jarrohlikdan oldin		3 oydan so`ng			6 oydan so`ng		
	Visus	CCT	Visus	CCT	Corneal Densitometry	Visus	CCT	Corneal Densitometry
1 – guruh	0.15±0.01	805 µm	0.15±0.02	925 µm	65 GSU	0.3±0.05	805 µm	54 GSU
2 – guruh	0.1±0.02	786 µm	0.3±0.01	894 µm	62 GSU	0.4±0.04	715 µm	52 GSU
3 – guruh	0.125±0.01	812 µm	0.4±0.02	805 µm	54 GSU	0.6±0.05	614 µm	40 GSU



Adabiyotlar ro`yxati:

1. Price MO, Price FW Jr. Endothelial keratoplasty update 2020. *Cornea* 2020;39(1):1-10.
2. Wilhelm T, et al. Ten-year outcomes after DMEK, DSAEK, and PK: comparative survival and endothelial cell density. *Sci Rep* 2025;15:85138.
3. Nishant P. Current concepts and recent trends in endothelial keratoplasty. *World J Transplant* 2025;15(2):102507.
4. Jafari K, et al. A review of outcomes of Descemet membrane endothelial keratoplasty vs DSAEK in glaucoma patients. *J Clin Med* 2025;14(10):3534.
5. Aiello F, et al. Endothelial keratoplasty following glaucoma filtration surgery: a comparative study of DSAEK and DMEK outcomes. *PLoS ONE* 2024;19(4):eXXXXXX.
6. Moura-Coelho N, et al. Ultrathin DSAEK versus DMEK — systematic review. *Eye* 2024;38(5):XXX-XXX.

7. Romano V. How endothelial keratoplasty has revolutionized current corneal transplantation practice. *Eye Vis* 2024;11:2305433.
8. Alkharashi MS, et al. Long-Term outcome of endothelial keratoplasty among glaucoma patients after DSAEK. *J Clin Med* 2025;14(21):7650.
9. Fu L, et al. Comparison of long-term outcomes of DSEK and DMEK in FECD patients: visual acuity and graft survival. *Ophthalmology* 2024;131(8):XXX-XXX.
10. Shimizu T, et al. The progress and future of corneal endothelial transplantation: indications, techniques, and outcomes. *J Ophthalmol* 2024;2024:1083.
11. Giglio R, et al. Hitting the refractive target in corneal endothelial keratoplasty: myopic and hyperopic shifts after DSAEK and DMEK. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging Retina* 2024;55(1):XXX-XXX.

UDK 615.776.547.29.297

KARBOKSIMETILKRAXMAL VA SIRT FAOL MODDALAR ASOSIDA OLINGAN DISPERS TIZIMLARINING KONLARNI BURG‘ULASHDAGI SAMARADORLIGI

Sh.K.Samandarov, R.R.Maxkamov, A.H.Ibadullayev*
samandarovshuxrat228@gmail.com, orcid.org/0000-0002-6008-8409
ravshanmak@gmail.com, orcid.org/0000-0002-5834-3917
anvarhamroyevich1@gmail.com; orcid.org/ 0009-0003-6998-4159

Annotatsiya. Neft va gaz sanoatida burg‘ulash jarayonida qo‘llaniladigan reagentlar quduq devorlarining mustahkamligiga, burg‘ulash ishlarining samaradorligiga va jarayonda ishlatilayotgan metall jihozlarning xizmat muddatiga bevosita ta‘sir ko‘rsatadi. Hozirgi kunda burg‘ulash jarayonida qo‘llaniladigan an‘anaviy sintetik polimerlar yuqori narxga ega, importga qaramlik va ekologik xavfsizlik talablariga to‘liq javob bera olmaydi. Shu sababli, mahalliy xomashyolardan olinadigan, ekologik toza va arzon biopolimerlardan foydalanish muhim ahamiyatga ega. Karboksimetilkraxmal modifikatsiyalangan tabiiy polimer bo‘lib, suvda yaxshi eruvchanlik, qovushqoqlikni oshirish va dispers zarrachalarni stabillashtirish xususiyatlari bilan ajralib turadi. Tadqiqot asosida karboksimetilkraxmal va sirt faol moddalar asosidagi kompozitsion dispers tizimlar burg‘ulash reagentlari sifatida yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi. Kationik SFM qo‘shilganda keltirilgan qovushqoqlik eng yuqori darajaga yetdi, bu KMK va SFM molekulalari orasidagi kuchli elektrostatik va kompleks bog‘lanishlar bilan izohlandi. Kationik SFM eng samarali bo‘lib, zarrachalarning cho‘kish tezligini minimal darajaga tushirdi va loy tizimlarida eng barqaror dispersiyaning ta‘minladi. Olingan natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, KMK-SFM kompozitsiyalari zamonaviy burg‘ulash jarayonlarida ekologik xavfsiz, arzon va texnologik xossalari yuqori reagent sifatida qo‘llanishi mumkin.

Kalit so‘z: Karboksimetilkraxmal, sirt faol moddalar, burg‘ulash reagenti, biopolimer, qovushqoqlik, dispers tizim stabiligi, burg‘ulash eritmalari, polimerli dispers tizimlar.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ КАРБОКСИМЕТИЛКРАХМАЛА И ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ БУРЕНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Аннотация. Эффективность реагентов, используемых в процессе бурения в нефтегазовой отрасли, напрямую влияет на прочность стенок скважин, производительность бурения и срок службы металлического оборудования. Традиционные синтетические полимеры дороги, импортозависимы и не в полной мере отвечают требованиям экологической безопасности. Поэтому актуально использование экологически чистых и недорогих биополимеров, полученных из местного сырья. Карбоксиметилкрахмал, модифицированный природный полимер, характеризующийся хорошей растворимостью в воде, повышенной вязкостью и стабилизацией дисперсных частиц. Применение КМК в сочетании с поверхностно-активными веществами дополнительно улучшает свойства буровых растворов.

* Shuxrat Kamoladdin o‘g‘li Samandarov – k.f.f.d., University of Business and Science Toshkent filiali, dotsent v.b.; Ravshan Raximovich Maxkamov – k.f.d., O‘zRes FA Umumiy noorganik kimyo instituti bosh ilmiy xodimi; Ibadullayev Anvar Hamroyevich – Zangiota tuman ixtisoslashtirilgan umum ta‘lim maktabi, oliy toifali o‘qituvchisi.

Ключевые слова: Карбоксиметилкрахмал, поверхностно-активные вещества, буровой реагент, биополимер, вязкости, стабилизация дисперсий, буровые растворы, полимерные системы.

EFFICIENCY OF DISPERSED SYSTEMS BASED ON CARBOXYMETHYL STARCH AND SURFACTANTS IN DRILLING OF DEPOSITS

Abstract. The effectiveness of reagents used in the drilling process in the oil and gas industry directly affects the strength of the well walls, drilling efficiency, and the service life of metal equipment. Traditional synthetic polymers are expensive, import-dependent, and do not fully meet the requirements of environmental safety. Therefore, the use of environmentally friendly and inexpensive biopolymers obtained from local raw materials is important. Carboxymethyl starch (CMS) is a modified natural polymer that is characterized by good solubility in water, increased viscosity, and stabilization of dispersed particles. The use of CMS in combination with surfactants further improves the properties of drilling fluids.

Keywords: Carboxymethyl starch, surfactants, drilling reagent, biopolymer, viscosity, dispersion stability, drilling fluids, polymer systems.

Kirish qism. Neft va gaz sanoatida chuqur va murakkab geologik qatlamlarni burg'ulash jarayoni yuqori texnologik yondashuvni talab etadi. Burg'ulash jarayonining samaradorligi ko'p jihatdan qo'llaniladigan burg'ulash eritmaları va ularning tarkibidagi reagentlarga bog'liq. Ayniqsa, quduq devorlarining barqarorligini ta'minlash, burg'ulash vaqtida hosil bo'ladigan kesma zarrachalarni samarali tashib chiqarish, ishqalanishni kamaytirish va jihozlarning xizmat muddatini uzaytirish kabi jihatlar reagentlarning funksional xususiyatlari bilan chambarchas bog'liq. So'nggi yillarda an'anaviy sintetik polimerlarning yuqori narxi, eksport-import muvozanatidagi cheklolar, shuningdek ekologik xavfsizlik talablarining kuchayishi yangi, ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali materiallarga bo'lgan ehtiyojni oshirmoqda. Shu nuqtai nazardan biopolimerlar — xususan, tabiiy xomashyodan olinadigan modifikatsiyalangan polisaxaridlarning ahamiyati ortib bormoqda. Karboksimetilkraxmal (KMK) shunday istiqbolli biopolimerlardan biri bo'lib, u yaxshi gidrofil xususiyatga, reologik ko'rsatkichlarni boshqarish imkoniyatiga, dispers tizimlarini stabillashtirish kabi qimmatli funksional xususiyatlarga ega. KMKning sirt faol moddalar bilan kompleks qo'llanishi esa burg'ulash eritmalarining fizik-kimyoviy

xususiyatlarini yanada optimallashtirib, ularning samaradorligini oshirishi mumkin.

Mazkur tadqiqot KMK va SFM asosida olingan kompozitsion tizimlarning burg'ulovchi reagent sifatida qo'llanish imkoniyatlarini o'rganishga bag'ishlangan bo'lib, ularning reologik, stabilizatsion va texnologik xususiyatlarini baholash hamda amaliy jihatdan qo'llash samaradorligini aniqlashni maqsad qiladi.

Adabiyotlar tahlili. Burg'ulash sanoatida qo'llaniladigan reagentlar murakkab fizik-kimyoviy tizim bo'lib, ular burg'ulash jarayonining barqaror va samarali kechishini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Bunday reagentlarning asosiy vazifalari — quduq ichida barqaror muhit yaratish, quduq devorlarini mustahkamlash, burg'ulash jarayonida hosil bo'ladigan chiqindilarni tashib chiqarish, trubalarni moylash va ishqalanishni kamaytirishdan iboratdir [1]. Reagentlarning samaradorligi odatda ularning reologik xususiyatlari, dispers tizimlarining barqarorligi hamda yuqori harorat va minerallashtirilgan muhitlarga chidamliligi orqali baholanadi [2]. An'anaviy sintetik polimerlar asosida yaratilgan burg'ulash reagentlari iqtisodiy jihatdan qimmat, importga yuqori darajada bog'liq hamda ekologik talablarga to'liq javob bermaydi. Shu sababli, modifikatsiyalangan tabiiy polimerlarga asoslangan, arzon, ekologik xavfsiz va samarali reagentlar yaratish dol-

zarb ilmiy-amaliy yoʻnalish hisoblanadi [3]. Bunday materiallar orasida karboksimetilkraxmal alohida ahamiyatga ega boʻlib, u arzonligi, biologik parchalanishi va funksional xususiyatlarining kengligi bilan ajralib turadi [4]. Karboksimetilkraxmal kraxmal molekulasi gidroksil guruhlariga karboksimetil guruhlarining kiritilishi orqali olinadigan anionik polimer hisoblanadi [5]. Ushbu modifikatsiya KMKga suvda yaxshi eruvchanlik, yuqori qovushqoqlik hosil qilish hamda dispers zarrachalarni samarali stabil-lashtirish kabi qiymatli xususiyatlarni beradi. Biroq oddiy KMKning kamchiliklari ham mavjud, jumladan yuqori haroratda (120 °C va undan yuqori) tez parchalanadi, tuzli va ionlar konsentratsiyasi yuqori boʻlgan muhitlarda samaradorligi keskin pasayadi [6]. Zamonaviy burgʻulash ishlari koʻpincha murakkab geologik tuzilmalarda olib borilayotganligi sababli, qoʻllaniladigan reagentlarning xossalari yuqori texnologik talablarga javob berishi zarur [7]. Shuning uchun KMKni sirt faol moddalar bilan kombinatsiya qilish ilmiy-amaliy jihatdan istiqbolli yechimlardan biri hisoblanadi. KMK–SFM asosida olingan kompozitsion tizimlar KMKning yuqori haroratda parchalanishini sekinlashtiradi, tuz va ionlarga nisbatan chidamliligini oshiradi, adsorbsiya qobiliyatini saqlab qoladi hamda loy tizimlarida qattiq zarrachalarning agregatlanishini kamaytiradi. Natijada burgʻulash eritmalarining barqarorligi va umumiy samaradorligi sezilarli darajada oshadi.

Material va metodlar. *Kompozitsiyalar tayyorlash.* Tadqiqotda KMK eritmaları asosida turli konsentratsiyalarda (0,1–0,5%) anionik, kationik va noionik sirt faol moddalar qoʻshilgan kompozitsion tizimlar tayyorlandi. Har bir tizimda KMK konsentratsiyasi 2% boʻlib, bu qiymat laboratoriya sharoitida optimal reologik xossalarni taʼminlash maqsadida tanlandi. Eritmalar magnit aralashtirgich yordamida aralashtirildi va gomogenizator yordamida toʻliq dispers holatga keltirildi, bu KMK va SFM molekulalari orasida kompleks hosil boʻlishini taʼminladi. Shu jarayonda har bir kompozitsiyaning pH

koʻrsatkichi va eritmadagi zarrachalar bir tekis taqsimlanganligi nazorat qilindi, bu keyingi reologik va barqarorlik sinovlari uchun muhim shart hisoblanadi.

Qovushqoqlikni aniqlash usuli. KMK va KMK–SFM tizimlarining keltirilgan qovushqoqligi (η_{sp}/C , dL/g) Brookfield tipidagi rotatsion viskozimeter yordamida oʻlchandi. Har bir kompozitsiya bir necha takroriy oʻlchovlar orqali tekshirildi va oʻrtacha qiymatlar hisoblandi. Sinov natijalari koʻrsatdiki, SFM qoʻshilishi qovushqoqlikni 25–30% ga oshiradi, bu KMK molekulalari bilan SFM molekulalari oʻrtasida hosil boʻlgan elektrostatik va vodorod bogʻlanishlari bilan izohlanadi. Eng yuqori qovushqoqlik kationik SFM qoʻshilgan tizimda kuzatildi, chunki kationik SFM anionik ($-COO^-$) guruhlariga kuchliroq bogʻlanadi va polimer zanjirlarining suyuqlikdagi harakatlanishini cheklaydi, natijada qovushqoqlik oshadi. Ushbu natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

Barqarorlikni aniqlash sinovlari. Tayyorlangan tizimlarning barqarorligini baholash uchun loyqa zarrachalarning choʻkish tezligi turli vaqt oraligʻida (1, 2, 4, 6 va 24 soat) oʻlchandi. Sinovlar optik mikroskop yordamida va sedimentatsiya testi orqali amalga oshirildi. Natijalar koʻrsatdiki, SFM qoʻshilishi dispers tizimlarni sezilarli darajada barqarorlashtiradi va loyqa zarrachalarning choʻkish tezligini kamaytiradi. Kation SFM eng samarali boʻlib, zarrachalarning choʻkish tezligini minimal darajaga tushirdi. Bu KMK va SFM molekulalari orasidagi elektrostatik va kompleks hosil qilish mexanizmi orqali polimer zanjirlarining zarracha yuzasini qalinroq qoplab, himoya plyonkasi hosil qilishi bilan izohlanadi. Ushbu natijalar 1-jadvalda koʻrsatilgan.

Korroziya sinovlari. Metall yuzalarining korroziyaga qarshi himoya samaradorligi gravimetrik usul yordamida oʻrganildi. Metall namunalari KMK va KMK–SFM eritmalarida maʼlum vaqt davomida saqlanib, boshlangʻich va oxirgi massalari oʻlchandi. Korroziya tezligi va himoya samarasi 2-jadvalda keltirilgan. Natijalar shuni koʻrsatdiki, KMK–SFM tizimlari metall yuzasida barqaror himoya

plyonkasi hosil qiladi va korroziya jarayonini sezilarli darajada sekinlashtiradi. Eng yuqori himoya samarasi kation SFM qo‘shilgan tizimda kuzatildi, bu polimer va SFM molekullari metall yuzasiga adsorbsiya qilinib, korroziya jarayonini to‘radi.

Sinov sharoitlari. Qovushqoqlik va barqarorlik sinovlari xona haroratida amalga oshirildi. Loyqa zarrachalar dispersiyasining barqarorligini ta‘minlash uchun har bir sinov 3 marotaba takroriy o‘lchov orqali o‘tkazildi. Korroziya sinovlari laboratoriya sharoitida, gravimetrik metod va standart metall namunalari yordamida o‘tkazildi. Har bir sinov minimal xatolikni ta‘minlash uchun takroriy o‘lchovlar asosida baholandi.

Tadqiqot vositalari. Tadqiqot jarayonida quyidagi jihozlar va vositalar ishlatildi: Brookfield rotatsion viskozimeter: qovushqoqlik va reologik xossalarni aniqlash; Optik mikroskop va sedimentatsiya testi: barqarorlik va dispers tizimlarda zarrachalarning cho‘kish tezligini baholash; Gravimetrik usul: metall korroziyasini tahlil qilish; Magnit aralashtirgich va gomogenizator: KMK va

SFM kompozitsiyalarini to‘liq gomogen qilish; Laboratoriya sharoitida: pH, harorat va zarrachalarning bir xilligi nazorat qilindi.

Olingan natijalar taxlili va muhokamasi. KMK eritmalarining qovushqoqligi SFM qo‘shilgandan so‘ng 25–30% ga ortishi aniqlandi. KMK–SFM tizimlarida keltirilgan qovushqoqlik sof KMK eritmasiga nisbatan yuqori, bu polimer-sirt faol modda komplekslari hosil bo‘lishi bilan izohlanadi. Bunda qarama-qarshi ionlarning kuchliroq bog‘lanishlar tufayli kation SFM eng yuqori keltirilgan qovushqoqlikni ta‘minlaydi.

KMK-SFM tizimning barqarorlikni tekshirish uchun loyqa zarrachalarning cho‘kish tezligi aniqlandi. KMK va KMK+SFM eritmalarida loyqa zarrachalarning cho‘kish tezligi bo‘yicha olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan. Olingan natijalardan ko‘rinadiki KMK eritmasida zarrachalar tezroq cho‘kadi. SFM qo‘shilishi zarrachalar dispersligini oshiradi va cho‘kish tezligini sezilarli kamaytiradi.

1-jadval. KMK-SFM tizmlarida loyqa zarrachalarning cho‘kish tezligi

Tizimlar	1-soat	2-soat	4-soat	6-soat	24-soat	Yakuniy cho‘kish tezligi (mm/soat)
KMK (2%)	10	18	30	42	75	3.1
KMK + anionik SFM (2% + 0.5%)	6	11	18	24	40	1.6
KMK + kationik SFM (2% + 0.5%)	5	9	15	20	32	1.3
KMK + noionik SFM (2% + 0.5%)	7	13	20	28	48	2.0

Kation SFM eng samarali bo‘lib, loyqa zarrachalarining cho‘kish tezligini eng past darajaga tushirdi. Buni kation SFM molekullari KMK molekullaridagi anion (COO^-) guruhlar bilan elektrostatik o‘zaro ta’sirlashuvi va kompleks hosil bo‘lgani sababli, polimer zanjirlari zarracha yuzasini qalinroq qoplaydi va himoya to‘siq hosil qilishi

bilan tushuntrish mumkun. Bu esa loyqa zarrachalarining eng barqaror dispersiyasini ta‘minlaydi. Shu bois cho‘kish tezligi jadvalda eng past qiymatga ega. KMK va turli SFM lari asosidagi tizimlarning metall korroziyasi jarayoniga ta’siri gravimetrik usulda o‘rganildi. Olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval. KMK-SFM dispers tizimlarining korroziyani ingibirlash samaradorligi.

Tizimlar (eritma)	Boshlang‘ich mass (mg)	Oxirgi mass (mg)	Mass yo‘qotish W (mg)	Korroziya tezligi (mg/cm ² /kun)	Korroziyadan himoya
Kontrol (distillangan suv)	10000	9965	35	0.5000	-
KMK (2%)	10000	9980	20	0.285714	42.86 %

KMK + anionik SFM (2% + 0.5%)	10000	9986	14	0.200000	60.00 %
KMK + katyonik SFM (2% + 0.5%)	10000	9990	10	0.142857	71.43 %
KMK + noionik SFM (2% + 0.5%)	10000	9984	16	0.228571	54.29 %

Olingan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, KMK va SFM asosidagi tizimlar metall yuzasida barqaror himoya qabatini hosil qilishi natijasida korroziya jarayoni sezilarli darajada sekinlashtiradi. Eng yuqori himoya samarasi KMK bilan katyonik SFM tizimida kuzatildi.

Xulosa va takliflar. Tadqiqot asosida karboksimetilkraxmal va sirt faol moddalar asosidagi kompozitsion dispers tizimlar burg'ulash reagentlari sifatida yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi. KMK eritmaları SFMlar bilan kombinatsiyalash orqali qovushqoqlik xossalari sezilarli darajada yaxshilaydi. Kationik SFM qo'shilganda keltirilgan qovushqoqlik eng yuqori darajaga yetdi, bu KMK va SFM molekulalari orasidagi kuchli elektrostatik va kompleks bog'lanishlar bilan izohlanadi. Loyqa zarrachalarning cho'kish tezligi sinovlari shuni ko'rsatdiki, SFM qo'shilishi dispers tizimlarning barqarorligini oshiradi. Katyonik SFM eng samarali bo'lib, zarrachalarning cho'kish tezligini minimal darajaga tushirdi va loy tizimlarida eng barqaror dispersiyani ta'minladi. Gravimetrik usul bilan o'tkazilgan korroziyadan himoya qilish tajriba sinovlari KMK-SFM tizimlarining metall yuzasida barqaror himoya plyonkasi hosil qilishini va korroziya jarayonini sezilarli darajada sekinlashtirishini tasdiqladi. Eng yuqori himoya samarasi katyonik SFM qo'shilgan tizimda kuzatildi. Umumiy tahlil shuni ko'rsatadiki, KMK-SFM kompozitsiyalari zamonaviy burg'ulash jarayonlarida ekologik

xavfsiz, arzon va texnologik xossalari yuqori reagent sifatida qo'llanishi mumkin. SFMlar bilan kombinatsiyalash KMKning yuqori harorat va tuzli muhitlardagi chidamliligini oshiradi, shuningdek, polimer-zarracha komplekslari loy tizimlarining barqarorligini ta'minlaydi.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi ilmiy-amaliy takliflar berilishi mumkin:

Burg'ulash suyuqliklarida qo'llash: KMK bilan SFM tizimlari suv asosidagi burg'ulash eritmaları sifatida keng joriy etilishi mumkin, bu quduq devorlarini mustahkamlash va loy barqarorligini oshirishga yordam beradi.

Optimal formulani tanlash: Kationik SFM qo'shilgan KMK kompozitsiyasi eng yuqori texnologik xossalarni ko'rsatdi. Shu sababli, yuqori harorat va ionik sharoitlarda ishlash uchun aynan shu kombinatsiyani qo'llash tavsiya etiladi.

Ekologik jihatlarni hisobga olish: KMK tabiiy, biologik parchalanadigan polimer bo'lgani uchun, bu tizimlar ekologik xavfsiz va atrof-muhitga salbiy ta'siri minimal reagentlar sifatida qo'llanishi mumkin.

Kelajak tadqiqotlari: Tadqiqot doirasida KMK bilan SFM tizimlarining yuqori harorat va yuqori tuz konsentratsiyasi sharoitida uzoq muddatli barqarorligi va mexanik xossalari o'rganilishi tavsiya etiladi. Shu bilan birga, turli tabiiy polimerlar bilan kombinatsiyalarini sinash burg'ulash reagentlarining samaradorligini yanada oshirishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Abdullayev, S., Rahimov, N., Xo'jayev, D. Burg'ulash eritmalarining fizik-kimyoviy xossalari va ularni takomillashtirish yo'llari. Tashkent: O'zbekiston Milliy Universiteti nashriyoti. 2021-yil. 200-210 bet

2. Kaur, P., Singh, J. (Carboxymethyl starch: Synthesis, properties and applications — A review. International Journal of Biological Macromolecules, 2020.144, 601–616 p.
3. Abdel-Raouf, M. E., Abdel-Aziz, H. M. Corrosion inhibition and adsorption behavior of starch and modified starch derivatives on mild steel. Egyptian Journal of Petroleum, 2019. 28(2), 221–226 p.
4. Zhu, Y., Zhao, Y., Wang, L. Synergistic effect of surfactants and biopolymers on rheological properties of drilling fluids. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2021. 205, 108828.
5. Thomas, D.C. Some applications of natural polymeric materials in oilfield operations: a review. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology, 2019. 73-79 p.
6. Loginova M.E. Chetvertneva I.A. Kolchina G.Yu. Experimental studies of the rheological properties of polymer compositions for well drilling and oil production. SOCAR Proceedings., 2025. 551 p.
7. Islom, I.A., Physico-chemical and rheological characterization of water-based mud in the presence of polymers. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology. 2015. 20-23 p.

UDK: 541.64:532

ОКСИДЛАНГАН SELLYULOZA VA KOLLAGEN ASOSIDAGI KOMPOZITSIYALARNING MORFOLOGIK XUSUSIYATLARI

J.A.Xabibullayev*

jh901804@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-5132-9811>.

Annotatsiya. Ushbu ishda oksidlangan selluloza va kollagen asosidagi biokompozitsiyalarning morfologik xususiyatlari skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) yordamida o'rganildi. Komponentlarning turli og'irlik nisbatlarida uchta namuna sintez qilindi: 2:1 (K1), 1:1 (K2) va 1:2 (K3). SEM tahlili shuni ko'rsatdiki, sof kollagen zich, qatlamli struktura va past porozlikka ega, holbuki oksidlangan selluloza qo'shilishi orqali o'zaro bog'langan g'ovakli tarmoq hosil bo'ladi. Eng muvozanatli porozlik K2 namunasida kuzatildi, bunda kollagen tolali matritsasi OS zarrachalari bilan birlashib makro- va mikrog'ovakli tarmoqlarni hosil qilgan. K3 namunasida g'ovaklilik oshgan, ammo g'ovak devorlarining yupqalashuvi mexanik mustahkamlikni biroz kamaytiradi. Natijalar komponentlar o'rtasidagi sinergik ta'sirni tasdiqlaydi: sellulozadagi karboksil guruhlar kollagen amin guruhlari bilan vodorod bog'lari hosil qilib, barqaror tarmoq tuzilishini ta'minlaydi va fiziologik pH ni saqlaydi. Bunday morfologiya suyuqlikni tez singdirish, gaz almashinuvini yaxshilash va trombotsitlar faollashishini rag'batlantiradi, shu bilan birga ushbu kompozitsiyalar qon to'xtatuvchi vositalar va to'qima muhandisligi uchun istiqbolli material sifatida ko'riladi.

Kalit so'zlar: oksidlangan selluloza, kollagen, biokompozitsiya, morfologiya, skanerlovchi elektron mikroskopiya, to'qima muhandisligi, biokompatibilik.

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ОКИСЛЕННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И КОЛЛАГЕНА

Аннотация. В данной работе представлены морфологические характеристики биокomпозиций, полученных на основе окисленной целлюлозы и коллагена, с использованием сканирующей электронной микроскопии (SEM). Были синтезированы три образца с различными массовыми соотношениями компонентов: 2:1 (K1), 1:1 (K2) и 1:2 (K3). SEM-анализ показал, что чистый коллаген обладает плотной слоистой структурой с низкой пористостью, тогда как введение окисленной целлюлозы формирует пористую сетчатую структуру. Наиболее сбалансированная пористость наблюдалась в образце K2, где волокнистая матрица коллагена переплетена с частицами целлюлозы, создавая макро- и микропористую сеть. В образце K3 пористость увеличилась, однако истончение стенок пор немного снижало механическую прочность. Такая морфология способствует быстрому впитыванию жидкости, улучшению газообмена и активации тромбоцитов, что делает данные композиции перспективными для применения в гемостазе и тканевой инженерии.

Ключевые слова: окисленная целлюлоза, коллаген, биокomпозиция, морфология, сканирующая электронная микроскопия, тканевая инженерия, биосовместимость.

* Jaxongir Asatillayevich Xabibullayev – PhD, katta ilmiy xodim, Toshkent, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi, akad. O.Sodiqov nomidagi Bioorganik kimyo institute.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF OXIDIZED CELLULOSE AN AND COLLAGEN BASED COMPOSITES

Abstract. This work presents the morphological characteristics of biocomposites based on oxidized cellulose and collagen studied using scanning electron microscopy (SEM). Three samples with different mass ratios of the components were synthesized: 2:1 (K1), 1:1 (K2), and 1:2 (K3). SEM analysis showed that pure collagen exhibits a dense layered structure with low porosity, whereas the incorporation of oxidized cellulose leads to the formation of a porous network structure. The most balanced porosity was observed in sample K2, in which the fibrous collagen matrix is interwoven with cellulose particles, forming a macro- and microporous network. In sample K3, porosity increased; however, thinning of the pore walls slightly reduced mechanical strength. Such morphology promotes rapid fluid absorption, improved gas exchange, and platelet activation, making these composites promising for applications in hemostasis and tissue engineering.

Keywords: oxidized cellulose, collagen, biocomposite, morphology, scanning electron microscopy, tissue engineering, biocompatibility.

Введение. В области biomaterialов композиционные материалы на основе природных полимеров на протяжении многих лет активно изучаются в качестве медицинских средств, в частности гемостатических материалов и средств для лечения ран. Целлюлоза является наиболее распространённым природным полисахаридом в мире, а её окисленные производные, благодаря биodeградируемости, биосовместимости и высокой способности к быстрому поглощению жидкости, привлекли значительное внимание как эффективные гемостатические материалы [1, 2]. В то же время коллаген, являясь основным компонентом внеклеточного матрикса организма, широко известен своей способностью поддерживать адгезию клеток, их рост и регенеративные процессы [3, 4].

В последние годы композиционные материалы на основе окисленной целлюлозы и коллагена активно изучаются как перспективные системы для клинического гемостаза и тканевой инженерии. Так, было показано, что коллагеновые губки, армированные окисленной микрокристаллической целлюлозой, ускоряют свертывание крови благодаря благоприятным морфологическим комбинациям и межфазным взаимодействиям на поверхности материала [5]. Кроме того, гемостатические губки, полученные с использованием двухкратной сшивки коллагена с окисленной целлюлозой, модифицированной различной

концентрацией карбоксильных групп, обладают высокой способностью к поглощению жидкости, а их механические характеристики значительно улучшены [6].

Однако в существующих исследованиях микроструктурный анализ композиций зачастую ограничен: детальные структурные особенности морфологии не всегда адекватно описаны с использованием высокоразрешающих методов визуализации, таких как сканирующая электронная микроскопия (SEM). Это является одним из значительных ограничений при разработке новых biomaterialов. Изображения, полученные с помощью SEM, крайне важны для выявления структуры композиций, уровня пористости и межфазных взаимодействий между компонентами. Кроме того, на основе SEM-данных можно моделировать, как параметры, такие как размер пор, их взаимосвязь и морфология поверхности, влияют на биосовместимость материала, способность к поглощению жидкости и миграцию клеток.

Таким образом, углублённое изучение морфологических характеристик с использованием SEM и их интеграция с функциональными свойствами представляет собой одно из актуальных направлений современных исследований в области biomaterialов.

В настоящей работе мы систематически исследовали морфологические характеристики композиций на основе монокар-

боксильной целлюлозы и коллагена с использованием СЕМ. Кроме того, мы предлагаем новый подход к интерпретации структурных различий композиций, полученных при различных соотношениях компонентов. Такой подход позволяет выявить оптимизированные соотношения «структура–функция» при разработке биоматериалов и способствует созданию перспективных материалов для клинического применения.

Материалы и методы. Окисленная целлюлоза была синтезирована посредством реакции окисления хлопковой целлюлозы в окислительной смеси, содержащей $\text{HNO}_3/\text{H}_3\text{PO}_4\text{-NaNO}_2$, при этом степень окисления составила 80 моль% [7]. Коллаген был выделен из местного сырья - коровьей кожи - с использованием многоступенчатой гидролизной обработки и метода нейтрализации [8]. Объекты данного исследования были получены в рамках наших предыдущих работ, в которых их физико-химические свойства, биораспад и гемостатическая активность были тщательно изучены [9–12]. В исследованиях использовались химически чистые и аналитически чистые реактивы.

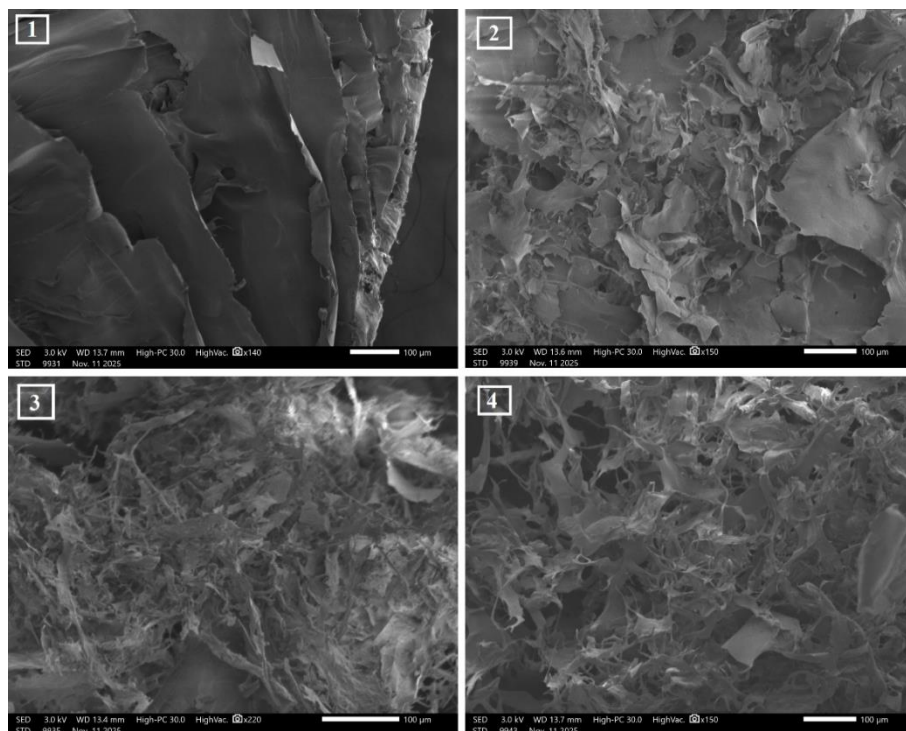
Получение композиций на основе окисленной целлюлозы и коллагена. Сначала 2% гель коллагена и порошкообразная окисленная целлюлоза смешивались в следующих массовых соотношениях: 2:1 (K1), 1:1 (K2) и 1:2 (K3). Затем в смесь добавляли раствор формальдегида (1% от массы коллагена) с целью сшивания свободных аминогрупп в макромолекулах коллагена. После этого смесь разбавляли водой до объема 100 мл и помещали в квадратные формы объемом 100 мл. Смеси замораживали в течение 2 часов при температуре -37°C , а затем лиофилизировали в предварительно охлажденном аппарате при -80°C в течение 48 часов, получая губчатые образцы. Контрольная

группа состояла из коллагеновой губки без добавления окисленной целлюлозы. Все губки стерилизовали под ультрафиолетовым излучением в течение 30 минут.

Сканирующая электронная микроскопия (СЕМ). Морфология образцов была проанализирована с использованием сканирующего электронного микроскопа (СЕМ). Для получения электронных изображений поверхность предоставленных образцов была предварительно покрыта серебряным слоем толщиной 10 нм с помощью установки Q150 Res компании Quorum (США) в вакууме. После этого электронные изображения образцов были получены с помощью сканирующего электронного микроскопа Evoma10 производства компании Zeiss (Германия). Увеличение микроскопа составляло 10 мм, рабочее напряжение - 15 кВ. Для захвата и обработки изображений использовалось программное обеспечение SmartСЕМ.

Результаты и обсуждение. В исследованиях были получены изображения синтезированных биоконпозиций с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЕМ) для морфологической характеристики, и проведён их последующий анализ. На рисунке представлены СЕМ-изображения образцов.

Приведённое выше изображение наглядно демонстрирует морфологическую структуру полученных биоконпозиций. Так, образец 1 отражает поверхность чистого коллагена. В нём наблюдается относительно плотная, слоистая структура, количество пор невелико, и они не связаны между собой. Такая морфология обусловлена характерной компактной природой коллагена: хотя она обеспечивает механическую стабильность, она несколько ограничивает способность материала к впитыванию жидкости, ионному обмену и быстрому взаимодействию с кровью.



СЕМ-изображения образцов (1-коллаген, 2-K1, 3-K2, 4-K3)

В образце 2 (K1) морфологические изменения проявляются явно. Введение частиц окисленной целлюлозы между слоями коллагена приводит к более неровной поверхности и частично пористой структуре. Это указывает на то, что монокарбоксилцеллюлоза действует как «пороген», формируя микропоры в плотной коллагеновой матрице.

Образец 3 (K2) демонстрирует наиболее сбалансированную пористую структуру. В этом образце коллаген и окисленная целлюлоза образуют переплетённую волокнистую сеть, формируя значительное количество взаимосвязанных пористых фаз. Такая структура способствует быстрому впитыванию жидкости, улучшению газообмена и адсорбции плазмы крови. Аналогичные пористые структуры ранее были отмечены в целлюлозных биополимерных композициях Iravani S. и соавторов [13].

В образце 4 (K3) пористость ещё больше увеличивается, а поверхность приобретает выраженную ветвистую структуру, состоящую из пустот с тонкими стенками. Однако с увеличением содержания

окисленной целлюлозы истончение стенок приводит к некоторому снижению механической прочности. Эта ситуация напоминает сбалансированные соотношения, ранее отмеченные Hickey R.J. и соавторами в целлюлозных композитных скэффолдах, где высокая пористость сопровождалась уменьшением механической стабильности [14].

Закключение. На основании СЕМ-анализов можно сделать вывод, что синергетическое взаимодействие между коллагеном и монокарбоксилцеллюлозой ярко проявляется в морфологической структуре композиций. Коллаген обеспечивает биологическую совместимость в качестве природной матрицы, однако имеет чрезмерно плотную структуру. Окисленная целлюлоза, напротив, характеризуется высокой пористостью и способностью к быстрому впитыванию жидкости, но механически менее прочна. Объединение этих двух компонентов в составе композиции создаёт синергетический эффект: частицы окисленной целлюлозы проникают в волокнистую матрицу коллагена, формируя макропористые и микропористые сети. Та-

кая сетчатая структура увеличивает контактную поверхность с кровью и способствует активации агрегации тромбоцитов за счёт быстрого впитывания плазмы крови. Карбоксильные группы ($-\text{COOH}$) окисленной целлюлозы образуют водородные

связи с аминогруппами коллагена, формируя устойчивую сетчатую структуру. Это обеспечивает механическую стабильность композиции и поддерживает физиологический pH.



Список литературы:

1. Zhang S., Li J., Chen, S., Zhang X., Ma J., He J. Oxidized cellulose-based hemostatic materials // Carbohydrate polymers. – 2020. – Т. 230. – P. 115585.
2. Kanagal D., Rao K., Gathoga P., Moharana K., Patil R., Jaiswal P., Patil Sr, Biomaterial Based Hemostasis: A Review of the Clinical and Functional Versatility of Oxidized Regenerated Cellulose //Cureus. – 2025. – Т. 17. – P. 10.
3. Zhou H., Li W., Wei Q. Human extracellular matrix (ECM)-like collagen and its bioactivity // Regenerative Biomaterials. – 2024. – Т. 11. – P. rbae008.
4. Wosicka-Frąckowiak H. et al. Collagen and Its Derivatives Serving Biomedical Purposes // Polymers. – 2024. – Т. 16. – №. 18. – P. 2668.
5. Li H, Cheng W, Liu K, Chen L, Huang Y, Wang X, Lv Z, He J, Li C. Reinforced collagen with oxidized microcrystalline cellulose shows improved hemostatic effects // Carbohydrate polymers. – 2017. – Т. 165. – P. 30-38.
6. He Y, Sun Z, Guo R, Luo X, Zhang X, Guo X, Li G. A Dual-Crosslinked Collagen/Oxidized Cellulose Composite Sponge Synergistically Constructed via Polyelectrolyte Complexation for Efficient Emergency Hemostasis // Advanced Healthcare Materials. – 2025. – P. e03859.
7. Xabibullayev J.A., Shomurotov Sh.A., Axmedov O.R., Turaev A.S. Sellyulozani $\text{HNO}_3/\text{H}_3\text{PO}_4\text{-NaNO}_2$ aralashmasi yordamida oksidlash reaksiyasi xususiyatlarini o'rganish // O'zbekiston Kimyo Jurnal. -2020. -№.5. -B. 68-73.
8. O.I. Radjabov, D.A. Bo'riyev, A.Y. Otajonov, Turaev A.S. Kollagen saqlagan xomashyoning kimyoviy gidrolizlash sharoitini o'rganish // O'zbekskiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Maruzalari. -2023. -№ 2.-B.75-81.
9. Xabibullayev J.A., Abduraxmanov J.A., Shomurotov Sh.A., Axmedov O.R., Turaev A.S. "Oksidlangan selluloza asosidagi jarroxlik vositalarining gemostatik xossalarni baxolash" // "Abu Ali ibn Sino va zamonaviy farmasevtikada innovasiyalar" V xalqaro ilmiy-amaliy anjuman maqolalar to'plami. Toshkent. 21-may 2022 y. -B. 168
10. Xabibullayev J.A., Shomurotov Sh.A., Axmedov O.R., Turayev A.S. Bioparchalanuvchan materiallar olish maqsadida sellulozani kimyoviy modifikatsiyalash // O'zbekskiston milliy universiteti xabarlar jurnali. -2022. -№. 3/1.-B. 336-339.
11. Radjabov O.I., Turaev A.S., Gulmanov I.D., Otajanov A.Yu., Azimova L.B. Obtaining Collagen and Morphological Studies of Injection Solution on Its Basis // Materials and Chemistry. - 2022. №. 12(3). –P. 39-43.
12. Radjabov O.I., Turaev A.S., Otajanov A.Yu., Muydinov N.T., Avezov H.T., Ruzieva M.J., Azimova L.B., Buriev D.A. Study of physico-chemical properties of biomaterial obtained based on structured collagen // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. -2022. -№. 7-8. -P. 48-53.
13. Iravani S., Varma R. S. Cellulose-based composites as scaffolds for tissue engineering: recent advances //Molecules. – 2022. – Т. 27. – №. 24. – P. 8830.
14. Hickey R. J., Pelling A. E. Cellulose biomaterials for tissue engineering // Frontiers in bioengineering and biotechnology. – 2019. – Т. 7. – C. 45.

UDK 616.62-617.711-616.72-002

РЕАКТИВ АРТРИТДА KO'ZNING OLD SEGMENTI ZARARLANISHLARI: KLINIK KUZATUV TADQIQOTI

D.K.Xodjaxanova, S.A.Djamalova*

aripovadilobar1987@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-8579-1122>,

shirinkon@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8765-8176>

Реактив артрит (ReA) infeksiyadan keyin rivojlanadigan tizimli yallig'lanish kasalligi bo'lib, ko'pincha ko'zning old segmenti zararlanishi bilan kechadi. Mazkur tadqiqot ReA bilan og'rigan bemorlarda old segment patologiyalari spektrini aniqlash va ularni sog'lom shaxslar bilan solishtirishga qaratildi. Prospektiv "holat-nazorat" dizaynidagi tadqiqotga Toshkent tibbiyot universiteti Ko'p tarmoqli klinikasida tekshiruvdan o'tgan 30 nafar ReA bemori (60 ko'z) kiritildi. Nazorat guruhini yosh va jins bo'yicha mos sog'lom shaxslar tashkil etdi. Barcha ishtirokchilar standart oftalmologik ko'rikdan, jumladan slit-lamp biomikroskopiyasi, ko'rish o'tkirligi baholanishi va ko'z ichki bosimi o'lchovidan o'tkazildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, bemorlarning 60 foizi erkak, 40 foizi ayol bo'lib, o'rtacha yoshi $32,5 \pm 7,2$ yilni tashkil etdi. Eng ko'p uchragan patologiyalar kon'yunktiva giperemiyasi (70%), oldingi uveit (40%), keratit (25%) va episklerit (15%) edi. Surunkali ReA bo'lgan bemorlarda ko'z yallig'lanishi og'irroq kechdi. Nazorat guruhida ahamiyatli yallig'lanish belgilari aniqlanmadi. Tadqiqot ReA bemorlarida ko'z zararlanishini erta aniqlash va muntazam oftalmologik kuzatuv zarurligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: reaktiv артрит, old segment, uveit, keratit, kon'yunktiva, ko'z yallig'lanishi.

ПОРАЖЕНИЯ ПЕРЕДНЕГО СЕГМЕНТА ГЛАЗА ПРИ РЕАКТИВНОМ АРТРИТЕ: КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДАТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Реактивный артрит (ReA) является системным воспалительным заболеванием, развивающимся после инфекции и часто сопровождающимся поражением переднего сегмента глаза. Целью исследования было изучить спектр поражений переднего сегмента глаза у пациентов с ReA и сравнить их с показателями здоровых лиц. В проспективное исследование типа случай-контроль включены 30 пациентов с подтверждённым диагнозом ReA (60 глаз), обследованных в Многопрофильной клинике Ташкентского медицинского университета. Контрольную группу составили здоровые добровольцы, сопоставимые по возрасту и полу. Всем участникам проведено стандартное офтальмологическое обследование, включающее биомикроскопию щелевой лампой, оценку остроты зрения и измерение внутриглазного давления. Установлено, что наиболее частыми проявлениями были гиперемия конъюнктивы (70%), передний увеит (40%), кератит (25%) и эписклерит (15%). У пациентов с хроническим течением ReA воспаление глаза протекало тяжелее. В контрольной группе значимых изменений не выявлено. Полученные данные подтверждают необходимость раннего офтальмологического наблюдения у пациентов с ReA.

*Dilobar Kobilovna Xodjaxanova – Tayanch doktorant, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi; Djamalova Shirin Abdumuratovna – Tibbiyot fanlari doktori, dotsent, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi ilmiy bo'lim mudiri, Respublika ixtisoslashtirilgan ko'z mikroxirurgiyasi ilmiy-amaliy tibbiyot markazi.

Ключевые слова: реактивный артрит, передний сегмент, увеит, кератит, воспаление глаза.

ANTERIOR SEGMENT INVOLVEMENT IN REACTIVE ARTHRITIS: A CLINICAL OBSERVATIONAL STUDY

Reactive arthritis (ReA) is a systemic inflammatory disease that develops after infection and often involves the anterior segment of the eye. The aim of this study was to assess the spectrum of anterior segment lesions in patients with ReA and compare them with healthy controls. This prospective case-control study included 30 patients with confirmed ReA (60 eyes) examined at the Multidisciplinary Clinic of Tashkent Medical University. A control group consisted of age- and sex-matched healthy individuals. All participants underwent standard ophthalmic examination, including slit-lamp biomicroscopy, visual acuity assessment, and intraocular pressure measurement. Results showed that 60% of patients were male and 40% female, with a mean age of 32.5 ± 7.2 years. The most frequent findings were conjunctival hyperemia (70%), anterior uveitis (40%), keratitis (25%), and episcleritis (15%). Ocular inflammation was more severe in patients with chronic ReA. No significant inflammatory signs were detected in the control group. The results highlight the importance of early detection and regular ophthalmic evaluation in ReA patients.

Keywords: reactive arthritis, anterior segment, uveitis, keratitis, ocular inflammation.

Reaktiv artrit genitourinar yoki oshqozon-ichak infeksiyalaridan keyin rivojlanadigan tizimli yallig'lanish kasalligidir. Ko'z zararlanishi ReA ning muhim ekstraartikulyar ko'rinishi bo'lib, ko'pincha old segmentni qamrab oladi. Adabiyotlarda ReA bemorlarining 30-50 foizida ko'z simptomlari kuzatilishi qayd etilgan[1,2]. Biroq Markaziy Osiyo hududida bu masala yetarlicha o'rganilmagan. Ko'z zararlanishi nafaqat bemorlarning hayot sifatini pasaytiradi, balki muolajasiz qoldirilgan taqdirda jiddiy asoratlardan, jumladan ko'rish qobiliyatining pasayishi va hatto ko'rlik holatiga olib kelishi mumkin [5]. HLA-B27 bilan bog'liq spondilartropatiyalar, jumladan reaktiv artrit, oldingi uveitning tez-tez sababchisi hisoblanadi. Yallig'lanish jarayonida sitokinlar, ayniqsa interleukin-17 (IL-17) muhim rol o'ynaydi. Surunkali kechuvchi shakllarda ko'z zararlanishi yanada og'irroq bo'lib, qayta-qayta takrorlanuvchi uveit epizodlari kuzatilishi mumkin.

Tadqiqot maqsadi: ReA bilan og'riqan bemorlarda ko'zning old segmenti zararlanishlari spektrini aniqlash va ularni sog'lom shaxslar bilan solishtirish, shuningdek ushbu zararlanishlarning klinik xususiyatlarini baholash.

Materiallar va usullar. Prospektiv, holat-nazorat tadqiqoti 2025 yilda Toshkent tib-

biyot universiteti Ko'p tarmoqli klinikasida o'tkazildi. Standart oftalmologik tekshiruvlar Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti va Xalqaro uveit tadqiqot guruhi tavsiyalariga muvofiq amalga oshirildi.

Ishtirokchilar: Asosiy guruhni 30 nafar ReA bemori (60 ko'z) tashkil etdi. Nazorat guruhiga 25 nafar sog'lom shaxs kiritildi.

Kiritish mezonlari: Revmatolog tomonidan ReA klinik va laborator tasdiqlangan y yoshi 20-45 yil oralig'ida bo'lgan, old segmentga oid shikoyatlar mavjud yoki oftalmologik tekshiruv zarur, tadqiqotda ishtirok etishga yozma rozilik bergan bemorlar tadqiqotga jalb qilindi.

Chiqarib tashlash mezonlari: 20 yoshdan kichik yoki 45 yoshdan katta bemorlar; Orqa segment (tor parda, ko'rish nervi) zararlanishi; Boshqa autoimmun kasalliklar (revmatoid artrit, Behçet kasalligi, sarkoidoz); Ko'zda o'tkazilgan jarrohlik amaliyotlari tarixi; Hozirgi vaqtda ko'z yallig'lanishi uchun davolanayotgan bemorlar. Barcha bemorlar quyidagi tekshiruvlardan o'tkazildi:

Vizometriya -Sivtsev jadvali yordamida ko'rish o'tkirligini aniqlash

Biomikroskopiya – tirqishli lampa yordamida kon'yunktiva, qorachiq, old kamera, gavhar va gavhar to'rining batafsil tekshiruvi

Tonometriya - ko'z ichki bosimini o'lchash

Fundoskopiya - Orqa segmentni baholash uchun (zarur hollarda) Barcha bemorlar umumiy klinik ko'rikdan, shu jumladan revmatologik ko'rikdan o'tkazildi. ReA tashxisi ACR/EULAR mezonlariga asosan qo'yildi.

Statistik tahlil: Ma'lumotlar Microsoft Excel 2019 dasturida qayta ishlandi. Tavsifiy statistika usullari qo'llanildi: o'rtacha arifmetik qiymat, standart og'ish ($M \pm SD$), foiz ko'rsatkichlar hisoblab chiqildi. Guruhlar o'rtasidagi farqlarni baholash uchun Student t-testi ishlatildi. $P < 0,05$ qiymati statistik jihatdan ahamiyatli deb qabul qilindi.

Natijalar va muhokama. Tadqiqotga 30 nafar ReA bemori va 25 nafar sog'lom nazorat guruhi vakili kiritildi. Bemorlarning 18 nafari (60%) erkak, 12 nafari (40%) ayol edi. Bemorlarning o'rtacha yoshi $32,5 \pm 7,2$ yilni tashkil etdi, nazorat guruhida esa $31,8 \pm 6,9$ yil bo'lib, guruhlar o'rtasida yosh bo'yicha statistik jihatdan ahamiyatli farq aniqlanmadi ($p > 0,05$). ReA ning o'rtacha davomiyligi $8,4 \pm 3,6$ oy edi. Bemorlarning 18 nafarida (60%) o'tkir shakl, 12 nafarida (40%) surunkali shakli kuzatildi.

Oftalmologik tekshiruv natijalariga ko'ra quyidagi patologiyalar aniqlandi:

1-jadval Reaktiv artrit bemorlarida old segment patologiyalari chastotasi

Patologiya	Bemorlar soni (n=30)	Foiz (%)	Nazorat guruhi (n=25)
Kon'yunktiva giperemiyasi	21	70	2 (8%)
Oldingi uveit	12	40	0
Keratit	8	25	0
Episklerit	5	15	0

Eng ko'p uchragan klinik belgi kon'yunktiva giperemiyasi bo'lib, bemorlarning 70 foizida qayd etildi. Bu ko'rsatkich nazorat guruhiga nisbatan sezilarli yuqori edi ($p < 0,001$). Oldingi uveit 40 foiz bemorda kuzatildi, bu xalqaro ma'lumotlar bilan mos keladi. Keratit va episklerit mos ravishda 25% va 15% hollarda uchradi. Bemorlarning ko'rish o'tkirligi quyidagicha taqsimlandi:

- To'liq ko'rish (1,0) - 12 bemor (40%)
- Yengil pasayish (0,7-0,9) - 10 bemor (33,3%)
- O'rtacha pasayish (0,4-0,6) - 6 bemor (20%)
- Sezilarli pasayish ($< 0,4$) - 2 bemor (6,7%)

Nazorat guruhida barcha ishtirokchilar to'liq ko'rish o'tkirligiga ega edi. O'rtacha ko'z ichki bosimi asosiy guruhda $18,2 \pm 2,4$ mm sim.ust., nazorat guruhida $16,8 \pm 1,9$ mm sim.ust. ni tashkil etdi ($p > 0,05$). Kasallik davomiyligi va og'irligi o'rtasidagi bog'liqligi, surunkali ReA bo'lgan bemorlarda (n=12) yallig'lanish o'tkir shaklga nisbatan og'irroq

kechdi. Ular orasida uveit chastotasi 58,3% (7 bemor), keratit 33,3% (4 bemor) ni tashkil etdi, bu o'tkir shakldagi bemorlarnikidan sezilarli yuqori edi (uveit - 27,8%, keratit - 22,2%, $p < 0,05$).

Muhokama. Olingan natijalar xalqaro tadqiqotlar ma'lumotlari bilan mos keladi [1,2,3]. Oldingi uveitning yuqori chastotasi HLA-B27 bilan bog'liq immunologik mexanizmlarga mos keladi. HLA-B27 pozitiv bemorlarda uveit riski 50% ga yetishi mumkinligi ma'lum [5]. Bizning tadqiqotimizda uveit chastotasi 40% ni tashkil etdi, bu ko'rsatkich jahon amaliyotidagi 30-50% ko'rsatkichlari oralig'ida joylashgan. Kon'yunktiva giperemiyasining yuqori chastotasi (70%) kasallikning o'tkir fazasidagi umumiy yallig'lanish jarayonini aks ettiradi. Keratit va episkleritning aniqlangan chastotasi (mos ravishda 25% va 15%) adabiyot ma'lumotlariga yaqin [6,7]. Surunkali ReA da og'irroq yallig'lanish sitokinlar, jumladan IL-17 ning davomli faolligi bilan tushuntiriladi. IL-17 uveitogenezi jarayonida muhim rol o'ynaydi va yallig'lanishni kuchaytirishga yordam beradi

[8]. Shuningdek, takrorlanuvchi yallig'lanish epizodlari to'qima zararlanishini oshiradi va ko'rish prognozini yomonlashtiradi. Ko'rish o'tkirligining pasayishi, ayniqsa surunkali shakllarda, kornea va gavharning yallig'lanish o'zgarishlari natijasida yuzaga keladi. Muolaja qilinmagan uveit katarakta, glaukoma va hatto ko'rlikka olib kelishi mumkin [9,10].

Tadqiqot cheklovlari. Namuna hajmi nisbatan kichik (30 bemor), bu statistik quvvatni cheklaydi. Tadqiqot bitta markazda o'tkazildi, bu natijalarning umumlashtirilishini cheklashi mumkin. Ko'z yoshi biomarkerlari (sitokinlar, oqsil fraksiyalari) tahlil qilinmadi. HLA-B27 statusini barcha bemorlarda aniqlab bo'lmadi. Uzoq muddatli kuzatuv natijalari kiritilmagan. Kelgusida ushbu cheklovlarni bartaraf etish maqsadida ko'p markazli tadqiqotlar o'tkazish, IL-17 va boshqa yallig'lanish markerlarini

aniqlash, shuningdek old segment optik kogerent tomografiya (OCT) usulini qo'llash tavsiya etiladi. Xulosa qilib aytganda, reaktiv artrit bilan og'rigan bemorlarda ko'zning old segmentida sezilarli yallig'lanish o'zgarishlari kuzatiladi, eng ko'p kon'yunktiva giperemiyasi (70%), oldingi uveit (40%), keratit (25%) va episklerit (15%) uchraydi. Surunkali kechuvchi ReA shakllarida ko'z zararlanishi o'tkir shakllarga nisbatan og'irroq bo'lib, uveit va keratit chastotasi yuqoriroq. Ko'rish asoratlarni oldini olish uchun ReA bemorlarida erta oftalmologik tashxis va revmatolog-oftalmolog hamkorligi muhim ahamiyatga ega. Barcha ReA bemorlari muntazam oftalmologik kuzatuvdan o'tkazilishi va ko'z shikoyatlari paydo bo'lganda zudlik bilan mutaxassisga murojaat qilishi zarur.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Chen L, Wang Y, Zhu H. Ocular manifestations of reactive arthritis: a systematic review. *Ocul Immunol Inflamm.* 2019;27(6):927-935.
2. Duarte AC, Fonseca JE. Reactive arthritis: current concepts and ocular complications. *Lancet Rheumatol.* 2024;6(2):e122-e130
3. Levy-Clarke G, Nussenblatt RB. Anterior uveitis associated with systemic inflammatory diseases. *Am J Ophthalmol.* 2020;219:173-182.
4. Miserocchi E, Fogliato G, Modorati G. Epidemiology of uveitis in systemic rheumatic diseases. *J Ophthalmic Inflamm Infect.* 2020;10:35.
5. Rosenbaum JT, Lin P. Pathophysiology of HLA-B27-associated uveitis. *Curr Opin Ophthalmol.* 2021;32(6):521-526.
6. Rosenbaum JT. Management of acute anterior uveitis. *N Engl J Med.* 2023;388:157-166.
7. Sieper J, Braun J. Reactive arthritis: clinical features and pathogenesis. *Nat Rev Rheumatol.* 2018;14(9):511-522.
8. Ungprasert P, Crowson CS. Ocular involvement in reactive arthritis: population-based study. *Semin Arthritis Rheum.* 2022;56:152066.
9. Zeng X, Li J, Zhang H. Tear cytokines in inflammatory eye disease including reactive arthritis. *Invest Ophthalmol Vis Sci.* 2022;63(7):18.
10. Zierhut M, Hamade H. Keratitis and episcleritis in reactive arthritis. *Eye (Lond).* 2021;35:1531-1538.

УДК 617.731.5:617.731-089.843

**КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО
КРОССЛИНКИНГА ПРИ ПЕЛЛЮЦИДНОЙ МАРГИНАЛЬНОЙ
ДИСТРОФИИ РОГОВИЦЫ**

А.Ф.Юсупов, К.Г.Базарбаева*
<https://orcid.org/0000-0002-4462-5091>,
<https://orcid.org/0000-0003-2741-1478>
kamillabazarbaeva0@gmail.com

**SHOX PARDANING PELLUSID MARGINAL DISTROFIYASIDA ULTRABINAFSHA
KROSSLINKINGNING KLINIK SAMARADORLIGI**

Pellutsid marginal distrofiyasi - shox pardaning kam uchraydigan, ikki tomonlama, yallig'lanishsiz ektatik kasalligi bo'lib, odatda limbadan 1–2 mm yuqorida joylashgan yarimoy shaklidagi sohada pastki periferik qismning progressiv yupqalashuvi bilan tavsiflanadi. Keratokonususdan farqli o'laroq, pellutsid marginal distrofiyasiga “qarshi qoidali” astigmatizm, pastki segmentlarda egrilikning kuchayishi hamda markaziy shox pardaning tiniqligining saqlanib qolishi xosdir. Kasallik ko'proq erkaklarda hayotning to'rtinchi–beshinchi o'n yilligida uchraydi va ortib boruvchi notekis astigmatizm natijasida ko'rish o'tkirligining asta-sekin pasayishiga olib keladi.

Shox pardaning krosslinkingi pellutsid marginal distrofiyasini davolashda istiqbolli usul sifatida qaraladi, chunki u shox pardaning biomexanik xususiyatlarini barqarorlashtirish va ektaziya rivojlanishini to'xtatishga qaratilgan. Klinik ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, standart va tezlashtirilgan krosslinking protokollari PMD bilan og'riq bemorlarda keratotopografik ko'rsatkichlar va ko'rish funksiyalarini barqarorlashtira oladi hamda natijalari keratokonususni davolashdagi samaralarga mos keladi.

Kalit so'zlar: shox pardaning pellutsid marginal distrofiyasi, shox parda ektaziyasi, ultrabinafsha krosslinking, shox parda krosslinkingi (CXL), riboflavin, ultrabinafsha-A (UVA), shox pardaning biomexanik barqarorligi, keratotopografiya, paximetriya, progressiv notekis astigmatizm.

**КЛИНИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО
КРОССЛИНКИНГА ПРИ ПЕЛЛЮЦИДНОЙ МАРГИНАЛЬНОЙ
ДИСТРОФИИ РОГОВИЦЫ**

Пеллюцидная маргинальная дегенерация (PMD) - это редкое, двустороннее, невоспалительное эктазирующее заболевание роговицы, характеризующееся прогрессирующим истончением нижне-периферического отдела роговицы в виде серповидной зоны, обычно расположенной на 1–2 мм выше лимба. В отличие от кератоконуса, пеллюцидная маргинальная дегенерация сопровождается астигматизмом типа *against-the-rule* (против правила), увеличением кривизны в нижних сегментах роговицы и сохранением прозрачности центральной зоны роговицы. Заболевание чаще встречается у мужчин в четвёртой–пятой де-

* Азамат Фархадович Юсупов – д.м.н профессор, директор Республиканского специализированного научно-практического медицинского центра микрохирургии глаза; Камилла Гафуровна Базарбаева – базовый докторант в Республиканском специализированном научно-практическом медицинском центре микрохирургии глаза.

кадах жизни и приводит к постепенному снижению остроты зрения вследствие прогрессирующего нерегулярного астигматизма.

Кросслинкинг роговицы рассматривается как перспективный метод лечения пеллюцидной маргинальной дегенерации, поскольку он направлен на стабилизацию биомеханических свойств роговицы и остановку прогрессирования эктазии. Клинические данные свидетельствуют о том, что как стандартные, так и ускоренные протоколы кросслинкинга способны стабилизировать кератотопографические параметры и зрительные функции у пациентов с PMD, с результатами, сопоставимыми с таковыми при лечении кератоконуса.

Ключевые слова: пеллюцидная маргинальная дистрофия роговицы, эктазия роговицы, ультрафиолетовый кросслинкинг, corneal cross-linking (CXL), рибофлавин, ультрафиолет-А (UVA), биомеханическая стабильность роговицы, кератотопография, пахиметрия, прогрессирующий нерегулярный астигматизм.

CLINICAL EFFICACY OF ULTRAVIOLET CROSSLINKING IN PELLUCID MARGINAL CORNEAL DYSTROPHY

Pellucid marginal degeneration - is a rare, bilateral, non-inflammatory ectatic disorder of the cornea, characterized by progressive thinning of the inferior peripheral cornea in a crescent-shaped zone, typically located 1–2 mm above the limbus. Unlike keratoconus, pellucid marginal degeneration is associated with “against-the-rule” astigmatism, increased curvature in the inferior segments, and preservation of central corneal transparency. The disease is more common in men in the fourth to fifth decades of life and leads to a gradual decline in visual acuity due to progressive irregular astigmatism.

Corneal cross-linking is considered a promising treatment modality for pellucid marginal degeneration, as it aims to stabilize the biomechanical properties of the cornea and halt the progression of ectasia. Clinical evidence indicates that both standard and accelerated cross-linking protocols are capable of stabilizing keratotopographic parameters and visual function in patients with PMD, with outcomes comparable to those observed in the treatment of keratoconus.

Keywords: pellucid marginal degeneration of the cornea, corneal ectasia, ultraviolet corneal cross-linking, corneal cross-linking (CXL), riboflavin, ultraviolet-A (UVA), corneal biomechanical stability, keratotopography, pachymetry, progressive irregular astigmatism.

Введение. Пеллюцидная маргинальная дистрофия (ПМД) роговицы относится к редким формам эктазий и характеризуется прогрессирующим истончением преимущественно в нижнепериферической зоне роговицы с формированием выраженного нерегулярного астигматизма [1]. По мере прогрессирования заболевания нарушается регулярность оптической поверхности роговицы, что приводит к снижению остроты зрения, ухудшению контрастной чувствительности и значительному снижению качества жизни пациентов [1].

В отличие от кератоконуса, центральная зона роговицы при ПМД может длительное время оставаться прозрачной и относительно стабильной, что существен-

но затрудняет раннюю диагностику и своевременное начало лечения [1]. Традиционные методы коррекции зрения, такие как жёсткие газопроницаемые контактные линзы, позволяют временно улучшить зрительные функции, однако не оказывают влияния на патогенез заболевания и не предотвращают прогрессирование эктазии.

В последние годы ультрафиолетовый кросслинкинг роговицы (corneal cross-linking, CXL) стал одним из ключевых патогенетически обоснованных методов лечения эктазий за счёт повышения биомеханической прочности стромы роговицы и увеличения её устойчивости к деформации [2]. Эффективность CXL убедительно доказана при кератоконусе, в том числе в

долгосрочной перспективе, включая педиатрическую популяцию [2,5].

В то же время данные о применении CXL при ПМД остаются ограниченными и представлены преимущественно отдельными клиническими наблюдениями, небольшими сериями пациентов и пилотными исследованиями [3,6,7]. Отдельные работы демонстрируют возможность стабилизации топографических и функциональных показателей роговицы после стандартных и ускоренных протоколов CXL при ПМД, однако результаты остаются гетерогенными и требуют дальнейшей валидации [3,4]. Комбинированные подходы, включающие рефракционные лазерные методы и профилактический кросслинкинг, также рассматриваются как перспективные направления в лечении эктазий, но их роль при ПМД до конца не определена [8].

На сегодняшний день остаются недостаточно изученными следующие вопросы:

- оптимальные протоколы CXL при ПМД [3,4,7],
- динамика пахиметрических и топографических показателей после лечения [3,6],
- критерии отбора пациентов для достижения наилучшего клинического результата [1,3],
- долгосрочная биомеханическая и функциональная стабильность роговицы после проведения CXL при ПМД [4,5,7].

Цель исследования. Оценить клиническую и функциональную эффективность ультра-фиолетового кросслинкинга у пациентов с пеллюцидной маргинальной дистрофией на основе изменений зрительных, пахиметрических и кератотопографических показателей.

Материал и методы. В исследование включены 10 пациентов (10 глаз) с диагнозом двусторонней и односторонней пеллюцидной маргинальной дистрофии роговицы. Возраст пациентов варьировал от 22 до 38 лет (средний возраст — 29,6 ± 4,8 года). Все пациенты имели признаки

прогрессирующей эктазии роговицы и низкую некорректируемую остроту зрения (в среднем $0,05 \pm 0,01$).

Исходные клинико-инструментальные показатели (до лечения):

Некорректируемая острота зрения — $0,05 \pm 0,01$; Центральная пахиметрия — $468,7 \pm 12,4$ мкм; Минимальная толщина роговицы — $446,9 \pm 8,6$ мкм; K1 — $42,1 \pm 0,9$ диоптрий; K2 — $47,5 \pm 1,1$ диоптрий; Kmax — $53,1 \pm 1,4$ диоптрий; Элевация передней поверхности — 39–42 мкм; Элевация задней поверхности — 8–10 мкм. Пахиметрические измерения проводились двумя независимыми методами: Оптический когерентный томограф переднего отрезка Heidelberg Engineering (Германия) — для оценки центральной и минимальной толщины роговицы. Scheimpflug-топография Pentacam HR (Oculus, Германия). Использование Pentacam позволило оценить трехмерную морфологию роговицы и динамику изменений после кросслинкинга.

Хирургическая методика: Облучение проводилось по ускоренному трансэпителиальному протоколу (Epi-on) с использованием двух режимов мощности: $3,0 \text{ мВт/см}^2$ (средняя экспозиция 15,4 минуты, диапазон 14,8–16,2 минуты) и $6,0 \text{ мВт/см}^2$ (средняя экспозиция 7,7 минуты, диапазон 7,3–8,1 минуты). Незначительные колебания времени воздействия были обусловлены индивидуальными особенностями роговицы и степенью насыщения стромы рибофлавином.

Статистическая обработка. Статистический анализ выполнен с использованием программы SPSS. Для сравнения показателей до и после лечения применялся парный t-критерий; различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение. Через шесть месяцев после ультрафиолетового кросслинкинга отмечены значимые изменения пахиметрических, топографических и функциональных показателей роговицы. Средняя центральная толщина роговицы

увеличилась с $468,7 \pm 12,4$ мкм до $483,9 \pm 11,2$ мкм ($p < 0,05$), тогда как минимальная толщина роговицы осталась стабильной ($446,9 \pm 8,6$ мкм до $447,1 \pm 7,9$ мкм; $p > 0,05$). Данное увеличение центральной пахиметрии может отражать постоперационное ремоделирование стромы и восстановление гидратационного баланса роговицы, что ранее описано в исследованиях по CXL при эктазиях роговицы [8,3].

Анализ данных Pentacam продемонстрировал стабилизацию кератотопографических параметров. Показатель Kmax снизился с $53,1 \pm 1,4$ D до $52,8 \pm 1,2$ D ($p > 0,05$), что свидетельствует об отсутствии прогрессирования эктазии. Наблюдаемая тенденция к уплощению роговицы согласуется с ранее опубликованными результатами применения ускоренных протоколов CXL при пеллюцидной маргинальной дистрофии [3,4]. Стабильность оси астигматизма в диапазоне $80-85^\circ$ указывает на сохранение характерной деформации роговицы при ПМД, однако без её усугубления.

Элевационные показатели передней (около 40 мкм) и задней (8–10 мкм) поверхностей роговицы по данным Pentacam не показали отрицательной динамики, что подтверждает биомеханическую стабилизацию роговицы после CXL. Подобные изменения задней поверхности роговицы после кросслинкинга ранее рассматривались как один из ранних признаков успешной стабилизации эктазии [7].

Функционально корригируемая острота зрения улучшилась в среднем до $0,45-0,55$ ($p < 0,05$). Пациенты субъективно отмечали уменьшение искажений изображения и повышение качества зрения, что согласуется с данными других авторов, сообщающих об улучшении зрительных функций после CXL при ПМД [5,6].

Сравнение полученных результатов с данными литературы показывает, что эффективность CXL наиболее выражена на ранних и умеренных стадиях ПМД, до развития экстремального истончения роговицы [3,1]. В случаях более выраженной эктазии комбинированные подходы, такие как последовательная топографически ориентированная фоторефрактивная кератэктомия с последующим CXL, могут дополнительно улучшать зрительные исходы [6,8].

В нашей серии наблюдений отсутствие осложнений, таких как стойкое помутнение роговицы, инфекционный кератит или прогрессирование эктазии, подтверждает безопасность применённого протокола. Это согласуется с долгосрочными исследованиями, демонстрирующими низкий уровень осложнений при правильном отборе пациентов для CXL [5].

В целом совокупность полученных данных свидетельствует о том, что ультрафиолетовый кросслинкинг обеспечивает биомеханическую стабилизацию роговицы при ПМД, предотвращает прогрессирование эктазии и улучшает функциональные показатели зрения, что делает его обоснованным методом первой линии лечения у пациентов с прогрессирующей формой заболевания.

Заключение. Ультрафиолетовый кросслинкинг роговицы является эффективным и безопасным методом стабилизации пеллюцидной маргинальной дистрофии. В серии из 10 пациентов метод обеспечил увеличение центральной толщины роговицы, стабилизацию минимальной толщины, отсутствие прогрессирования Kmax и значимое улучшение корригируемой остроты зрения. УФ-кросслинкинг может рассматриваться как метод выбора у пациентов с прогрессирующей ПМД.



Список литературы:

1. Sharma N, Singhvi A, Sinha R, et al. Demographic profile and visual outcomes of pellucid marginal degeneration: a review of literature. *British Journal of Ophthalmology*. 2021;105(7):887–892.
2. Chan E, Snibson GR. Current status of corneal collagen cross-linking for keratoconus: a review. *Clinical and Experimental Optometry*. 2017;100(6):590–606.
3. Henriquez MA, Hernandez C, Sanchez P, et al. Accelerated corneal crosslinking for pellucid marginal degeneration. *European Journal of Ophthalmology*. 2020;30(6):1317–1323.
4. Iqbal M, Elmassry A, Tawfik A, et al. Standard versus accelerated corneal collagen cross-linking: a meta-analysis of efficacy and safety. *Cornea*. 2020;39(5):658–668.
5. Mazzotta C, Traversi C, Baiocchi S, et al. Corneal collagen cross-linking with riboflavin and ultraviolet A light for pediatric keratoconus: ten-year results. *Cornea*. 2018;37(5):560–566.
6. Renesto AC, Melo LA Jr, Sartori MF, et al. Sequential topography-guided photorefractive keratectomy and corneal crosslinking for pellucid marginal degeneration. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*. 2015;78(2):103–105.
7. Cassagne M, Laurent C, Rodrigues M, et al. Iontophoresis corneal collagen cross-linking for progressive keratoconus and pellucid marginal degeneration. *Journal of Refractive Surgery*. 2019;35(6):394–400.
8. Kanellopoulos AJ, Asimellis G. Combined laser in situ keratomileusis and prophylactic high-fluence corneal collagen crosslinking for high myopia: two-year safety and efficacy. *Journal of Cataract and Refractive Surgery*. 2015;41(7):1426–1433.



IJTIMOIY-GUMANITAR FANLAR

СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

SOCIAL AND HUMANITARIAN SCIENCES

УДК 1.740

СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА В УЗБЕКИСТАНЕ: ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ И РЕШЕНИЯ

О.М.Жумаев*

<https://orcid.org/0009-0006-8205-7431>, oybekmaratovich8@gmail.com

O'ZBEKISTONDA IJTIMOIIY HIMOYA: FALSAFIY TAHLIL VA YECHIMLAR

Annotatsiya. Maqola O'zbekistonda aholini ijtimoiy himoya qilishning ko'p qirrali usullarini baholash mezonlariga qo'yiladigan talablar, shuningdek, ularni hal etish uchun muhim bo'lgan muammolar va vazifalarning ijtimoiy-falsafiy jihatlarini tahlil qilinadi. Tadqiqot ijtimoiy muhtojlik nafaqat iqtisodiy hodisa sifatida, balki adolat, inson qadr-qimmatini va ijtimoiy taraqqiyot masalalarini qamrab oluvchi ko'p o'lchovli ijtimoiy-falsafiy fenomen sifatida ko'rib chiqadi.

Kambag'allikni aniqlash va o'lchashning turli metodologik yondashuvlari — pul ko'rsatkichlaridan tortib inson taraqqiyoti kontsepsiyasi va ko'p o'lchovli kambag'allikgacha tahlil qilinadi. Ijtimoiy himoya qilishning milliy strategiyalari o'zbek ijtimoiy-madaniy an'analari va zamonaviy modernizatsiya jarayonlari kontekstida ko'rib chiqiladi. Iqtisodiy o'sish, ijtimoiy siyosat va aholi turmush sifatini yaxshilash o'rtasidagi o'zaro bog'liqlikning falsafiy tushunishi tadqiq etiladi.

Kalit so'zlar: qashshoqlik, qashshoqlikni baholash, "iste'mol savatchasi", baholash usullari, statistik usul, sotsiologik usul, resurs usuli, me'yoriy usul, nisbiy usul, "ijtimoiy liftlar", inklyuzivlik.

СОЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА В УЗБЕКИСТАНЕ: ФИЛОСОФСКИЙ АНАЛИЗ И РЕШЕНИЯ

Аннотация. В статье анализируются требования к критериям оценки многоаспектных методов социальной защиты населения в Узбекистане, а также социально-философские аспекты ключевых проблем и задач, необходимых для их решения. Исследование рассматривает социальную нужду не только как экономическое явление, но и как многомерный социально-философский феномен, охватывающий вопросы справедливости, человеческого достоинства и социального прогресса.

Анализируются различные методологические подходы к определению и измерению бедности — от денежных показателей до концепции человеческого развития и многомерной бедности. Национальные стратегии социальной защиты рассматриваются в контексте узбекских социокультурных традиций и современных процессов модернизации. Исследуется философское осмысление взаимосвязи между экономическим ростом, социальной политикой и улучшением качества жизни населения.

Ключевые слова: бедность, оценка бедности, «потребительская корзина», методы оценки, статистический метод, социологический метод, ресурсный метод, нормативный метод, относительный метод, «социальные лифты», инклюзивность.

* Ойбек Маратович Жумаев — преподаватель Ташкентского государственного аграрного университета.

SOCIAL PROTECTION IN UZBEKISTAN: PHILOSOPHICAL ANALYSIS AND SOLUTIONS

Abstract. This article analyzes the requirements for criteria for assessing multidimensional methods of social protection of the population in Uzbekistan, as well as the socio-philosophical aspects of critical problems and tasks essential for addressing them. The study examines social need not merely as an economic phenomenon, but as a multidimensional socio-philosophical phenomenon encompassing issues of justice, human dignity, and social progress.

Various methodological approaches to defining and measuring poverty are analyzed — ranging from monetary indicators to the concept of human development and multidimensional poverty. National strategies for social protection are examined within the context of Uzbek socio-cultural traditions and contemporary modernization processes. The philosophical understanding of the interrelationship between economic growth, social policy, and improving the quality of life of the population is investigated.

Keywords: poverty, poverty assessment, "consumer basket", assessment methods, statistical method, sociological method, resource method, normative method, relative method, "social lifts", inclusivity.

Введение. В условиях современной глобализации проблема бедности становится актуальной не только в экономическом, но и в социальном, духовном и философском измерениях. В особенности для Узбекистана, последовательно идущего по пути развития, вопрос оценки и снижения бедности выступает как одно из приоритетных направлений государственной политики. Данный процесс не ограничивается лишь статистическими показателями или экономическими реформами, но неразрывно связан с такими философскими понятиями, как человеческое достоинство, социальная справедливость и равенство возможностей.

Интерпретация бедности не только как нехватки дохода, но и как ограниченности возможностей человека вести достойную жизнь, недостаточного доступа к образованию, здравоохранению и культурным ресурсам составляет основу современных научных подходов. С этой точки зрения проблема оценки бедности также является многогранной и должна охватывать наряду с экономическими критериями социальные и духовные факторы.

В Узбекистане в последние годы реализуются масштабные реформы, направленные на сокращение бедности. Важное значение приобретают меры по социальной защите населения, обеспече-

нию занятости, поддержке предпринимательства и развитию человеческого капитала. Однако для повышения эффективности данных процессов требуется глубокий философский анализ природы бедности, системное изучение её причин и последствий.

Цель настоящей статьи — проанализировать с философской точки зрения проблемы оценки и снижения бедности в Узбекистане, раскрыть роль человеческого фактора, социальной справедливости и принципов устойчивого развития в данном процессе. Вместе с тем в статье уделяется особое внимание вопросам согласования современных подходов к снижению бедности с национальными особенностями.

Методы. В данной статье при философском анализе проблем оценки и снижения бедности в Узбекистане комплексно применялся ряд научно-исследовательских методов. Методологическую основу исследования составляют философский анализ, системный подход и междисциплинарные методы.

Прежде всего, посредством метода философского анализа исследовалась сущность понятия бедности, её социально-экономические и духовные аспекты. Данный метод позволил глубоко осмыслить проблему бедности в связи с такими категориями, как человеческое достоинство,

социальная справедливость, равенство возможностей и благополучие.

Наряду с этим был применён метод системного анализа: причины возникновения бедности и её последствия рассматривались как система взаимосвязанных факторов. Данный подход позволил проанализировать экономические, социальные, демографические и институциональные факторы в рамках единой системы.

Посредством сравнительного анализа опыт оценки и снижения бедности в Узбекистане сопоставлялся с международной практикой. Это позволило выявить специфические черты национальной модели и оценить эффективные решения.

В ходе анализа также использовались эмпирические методы с опорой на статистические данные и официальные источники. Данные методы позволили оценить уровень бедности, доходы населения и результативность мер социальной защиты.

Посредством методов индукции и дедукции осуществлялось выведение общих выводов из отдельных случаев и применение общих теоретических положений к конкретным ситуациям. Кроме того, на основе историко-логического подхода были проанализированы этапы формирования и развития политики борьбы с бедностью.

В целом применённые в данном исследовании методы послужили всестороннему и глубокому изучению проблемы бедности, раскрытию её философского содержания, а также разработке научно обоснованных предложений и выводов, направленных на её снижение.

Результаты. В соответствии с принципом «Не оставить никого позади» Программы устойчивого развития ООН до 2030 года [5] реформы в Узбекистане основываются на принципе «Интересы человека — превыше всего» и ставят цель сократить бедность вдвое к 2030 году. Данная задача закреплена в стратегии развития страны. Однако в современном мире политические, национальные, этнические и

территориальные конфликты, информационные атаки и экономические санкции оказывают негативное влияние на мировую экономику, и Узбекистан не является исключением.

Следует отметить, что сегодня Россия остаётся крупнейшим потребителем дешёвой рабочей силы на пространстве СНГ, однако экономические, политические проблемы и идеологические процессы на мировой арене ведут к сокращению доходов трудовых мигрантов и их частичному возвращению на рынок труда. В результате возникает угроза роста безработицы, что может негативно сказаться на социальном положении населения республики. В такой сложной ситуации правительство определяет задачи по усилению мер борьбы с бедностью.

Согласно статье 42 Конституции Республики Узбекистан: «Каждый имеет право на достойный труд, свободный выбор профессии и вида деятельности, работу в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, а также на получение справедливого вознаграждения за труд без какой-либо дискриминации, но не ниже установленного законом минимального размера оплаты труда», а также право на защиту от безработицы в соответствии с законом. Минимальный размер оплаты труда устанавливается с учётом необходимости обеспечения достойного уровня жизни человека [6].

По критериям оценки бедности был проведён ряд научно-прикладных исследований. В частности, были приняты концепции стратегии снижения бедности в Узбекистане, создано Министерство экономического развития и сокращения бедности, поставлена цель сократить бедность вдвое. Вместе с тем критерии оценки бедности применительно к условиям Узбекистана ещё не разработаны в полной мере. Это свидетельствует о значимости данной проблемы. Итак, на каких показателях и требованиях должен основываться критерий оценки бедности? В настоящем научном исследовании представлены данные,

аналитические рекомендации и выводы по данному вопросу.

Если обратиться к существующим критериям оценки бедности, они не соответствуют населению каждого региона с его собственным укладом жизни и условиями проживания. Какими же параметрами следует руководствоваться при мониторинге и контроле уровня бедности в стране?

«Эксперты Всемирного банка предложили измерять число бедных людей в мире, используя стандарты, применяемые в беднейших странах. В 2005 году глобальная черта бедности была повышена Банком до 1,25 доллара США на основе расчётного уровня бедности для беднейших стран. В 2015 году черта бедности была пересмотрена и повышена до 1,9 доллара. Кроме того, Всемирный банк установил более высокие уровни бедности для стран с низким, средним и высоким доходом в размере 3,2; 5,5 и 21,7 доллара США соответственно. Эксперты Банка отмечают, что данные показатели основаны на денежных критериях и не учитывают такие аспекты, как образование, медицинское обслуживание и доступ к воде и электроэнергии» [7].

Для определения бедности существует также методология «потребительской корзины». То есть «уровень и качество жизни населения является показателем результатов экономической и социальной политики, политики регулирования доходов и расходов населения. В рациональном потребительском бюджете основная часть расходов приходится на непродовольственные товары: вещи хозяйственно-бытового и культурного назначения; минимальный потребительский бюджет предназначен для продовольственных товаров, необходимых для нормального функционирования организма человека» [8].

В мировой практике существует несколько методик расчёта прожиточного минимума:

Статистический метод. Прожиточный минимум на уровне среднего дохода 10–20% наиболее бедного населения.

Социологический метод. Необходимый минимальный доход определяется на основе мнений населения. Как правило, мнение населения не совпадает с возможностями государства по установлению минимального прожиточного минимума, однако данный метод позволяет корректно определить потребление населения.

Ресурсный метод. Определение минимального прожиточного минимума исходя из возможностей экономики.

Нормативный метод. Минимальный потребительский бюджет государства устанавливается законами и социальными нормами.

Относительный метод. Население страны с развитой экономикой делится по доходам на две равные части (половина с низким доходом и половина с высоким доходом). Доход, разделяющий население поровну, называется медианным доходом.

«В США, Великобритании, Германии — 40% медианы, в Финляндии, Италии, Греции, Испании — 50%, в Португалии и Ирландии — 60%. В разных странах состав минимального прожиточного минимума определяется по-разному. Например, «потребительская корзина» включает в США 300 товаров и услуг, в Германии — 475 товаров, в Англии — 350 товаров и услуг, в России — 156 товаров и услуг. Потребительскую корзину можно разделить на три основных компонента: продукты питания, непродовольственные товары и услуги. Доля продовольственных товаров в потребительской корзине определяет уровень жизни населения» [8].

В настоящее время расчёт бедности может осуществляться в килокалориях или в долларовом эквиваленте. Уровень бедности можно определять также по тому, какую часть дохода человек тратит на продовольствие. При этом в качестве критерия принимается социальный статус местных домохозяйств. Например, насколько домохозяйства имеют доступ к чистой питьевой

воде, качественному образованию и здравоохранению; сколько денег переводят трудовые мигранты домой, на что расходуются эти средства, каков уровень образования их семей и многие другие параметры. Или это связано с механизмом «социальных лифтов», при котором «возможность человека повысить свой статус побуждает его к достижению более высоких целей, саморазвитию, социальному продвижению» [9]. Это обеспечивает микропоказатель бедности семьи.

Другой простой метод — измерение валового внутреннего продукта страны. При этом данный показатель очень хорошо отражает динамику экономического роста, однако объёмы ВВП не позволяют определить уровень жизни населения и установить, сколько бедных людей проживает в стране.

«В нашей стране малоимущее население составляет приблизительно 12–15%. В связи с этим необходимо разработать новую методологию, включающую понятие бедности, основанное на международных критериях, критерии её определения и методы оценки» [5].

Разумеется, вокруг методики определения уровня бедности велись многочисленные дискуссии, эксперты и общественность высказывали свою критику. Однако в целом государственная политика Узбекистана в настоящее время реализуется именно таким образом.

Для этого критерии определения бедности в условиях Узбекистана требуют серьёзного изучения и анализа целого ряда социальных показателей.

Во-первых, правительство способно оценивать результаты государственной политики по сокращению бедности путём устранения социального неравенства.

Во-вторых, государство должно обеспечивать инклюзивность экономического роста, то есть то, чтобы он служил интересам всех слоёв общества. Для этого необходимы создание новых рабочих мест, повышение качества образования, совершенствование медицинского обслужива-

ния, принятие адресных социальных программ.

В-третьих, необходимо отслеживать прогресс на основе конкретных показателей сокращения бедности. Поскольку полные критерии оценки мер по борьбе с бедностью отсутствуют, необходимые данные должны быть представлены и размещены в открытых источниках.

Верифицированная статистика даёт объективную картину достоверных фактов, возможность опираться на важнейшие социальные показатели. Решение этих задач обеспечивает изучение необходимых показателей и наличие критериев расчёта, основанных на международной методологии. Поскольку определение бедности в условиях Узбекистана не соответствует международным стандартам, меры по её ликвидации необходимо просчитывать до мельчайших деталей: кого и где трудоустраивать, сколько платить безработному, каков его демографический состав и т.д. Однако единый критерий оценки бедности в Узбекистане до сих пор отсутствует.

Дискуссия. Вопрос философского анализа оценки и снижения бедности в Узбекистане порождает в научных кругах различные подходы и взгляды. Дискуссии учёных по данной проблеме формируются прежде всего вокруг сущности понятия бедности и критериев её оценки.

Ряд исследователей интерпретирует бедность преимущественно как экономическую категорию, связывая её с уровнем доходов населения и возможностями потребления. По их мнению, основной путь снижения бедности состоит в обеспечении экономического роста, создании новых рабочих мест и повышении доходов населения. Несмотря на практическую эффективность этого подхода, он не охватывает в полной мере социальные и духовные аспекты бедности.

Другая группа учёных предлагает оценивать бедность в более широком контексте — с точки зрения ограниченности возможностей человека. По их мнению, бедность связана не только с материальной

недостаточностью, но и с ограниченным доступом к образованию, здравоохранению и культурной жизни. Данный подход показывает необходимость разработки комплексных мер в борьбе с бедностью.

Среди учёных также существуют различные мнения относительно роли государства и рыночных отношений в снижении бедности. Одни считают важным активное участие государства и усиление системы социальной защиты, другие указывают на возможность сокращения бедности путём развития рыночных механизмов и поддержки частного сектора.

С философской точки зрения данные дискуссии органически связаны с вопросами человеческого достоинства, социальной справедливости и равенства возможностей. Если одни учёные считают важным перераспределение ресурсов для обеспечения социальной справедливости, то другие выдвигают в качестве приоритетной задачи обеспечение равенства возможностей.

В вопросах оценки и снижения бедности единого подхода не существует. Различные научные взгляды и дискуссии свидетельствуют о многогранности данной проблемы. Поэтому в условиях Узбекистана важное значение приобретает разработка комплексной стратегии, сочетающей экономический, социальный и философский подходы в борьбе с бедностью.

Заключение. Данное исследование, посвящённое философскому анализу оценки и снижения бедности в Узбекистане, показывает, что проблема бедности проявляется как широкий социально-философский феномен, не ограничивающийся исключительно экономическими показателями. Она неразрывно связана с различными сферами жизни человека — материальным обеспечением, социальными возможностями, образованием, здравоохранением, культурным участием и личностным развитием. Поэтому проблемы осмысления бедности и борьбы с ней требуют комплексного, системного и гуманистического подхода.

В ходе исследования содержание понятия бедности было проанализировано на основе различных научных подходов и проведено сравнение двух основных концепций её оценки — экономической и концепции с точки зрения возможностей. Если экономический подход основывается на определении бедности через уровень доходов и потребления, то подход с точки зрения возможностей ставит в центр полноту возможностей человека для ведения достойной жизни. Результаты настоящего исследования свидетельствуют о том, что для эффективной оценки бедности в современных условиях целесообразно применять оба подхода в совокупности.

Реформы, проводимые в Узбекистане в последние годы, свидетельствуют о формировании системной политики, направленной на снижение бедности. Такие меры, как социальная защита населения, обеспечение занятости, развитие малого бизнеса и предпринимательства, совершенствование систем образования и здравоохранения, служат снижению уровня бедности. Вместе с тем эффективность данных процессов определяется тем, насколько в них учитывается человеческий фактор.

С философской точки зрения проблема бедности неразрывно связана с вопросами человеческого достоинства, социальной справедливости и равенства возможностей. Снижение бедности должно осуществляться не только путём перераспределения материальных ресурсов, но и через создание условий для реализации потенциала людей. Это охватывает такие факторы, как качество образования, система здравоохранения, социальная инфраструктура и обеспечение правового равенства.

Анализ дискуссий среди учёных, проведённый в ходе исследования, показал, что единого универсального подхода к снижению бедности не существует. Одни учёные называют главным фактором экономический рост, другие считают приоритетным расширение возможностей челове-

ка. Кроме того, существуют различные мнения относительно взаимодействия государства и рыночных механизмов. Всё это ещё раз подтверждает многогранный и сложный характер проблемы бедности.

При снижении бедности в условиях Узбекистана важное значение имеет учёт национальных особенностей, исторического опыта и социальных ценностей. Традиционные механизмы, такие как институт махалли, система семейной поддержки и коллективная солидарность, играют важную роль в обеспечении социальной защиты. Кроме того, система адресной социальной помощи, реализуемая государством, проявляет себя как эффективный инструмент поддержки малоимущих слоёв населения.

На основании результатов исследования можно привести следующие научно-практические выводы, направленные на снижение бедности. Во-первых, необходимо внедрить многомерный подход к оценке бедности, то есть учитывать не только доход, но и такие показатели, как образование, здоровье, жилищные условия и социальная активность. Во-вторых, в борьбе с бедностью следует уделять особое внимание профилактическим мерам, то есть устранению причин её возникновения. В-третьих, развитие человеческого капитала — инвестирование в образование и здравоохранение — является одним из наиболее эффективных путей долгосрочного снижения бедности.

Кроме того, обеспечение социальной справедливости, создание равных возможностей и поддержка уязвимых слоёв населения должны оставаться одними из приоритетных направлений государственной политики. В этом процессе важное значение приобретает укрепление партнёрства между государством, гражданским обществом и частным сектором.

Проблема оценки и снижения бедности является не только экономической, но и глубоко философской по своему содержанию. При её решении приоритетное значение приобретают подходы, ставящие во главу угла интересы человека и основанные на принципах справедливости и устойчивости. Идеи и предложения, выдвинутые в настоящем исследовании, могут послужить дальнейшему совершенствованию политики снижения бедности в Узбекистане.

В итоге, если изучение и исследование социальных показателей для научно-практического анализа критериев оценки бедности найдёт своё решение, появится возможность выбрать один из существующих критериев определения бедности. Тогда Министерство экономического развития и сокращения бедности сможет опираться на данную известную методологию оценки. Успешная реализация политики снижения бедности и эффективность принимаемых мер прежде всего связаны с решением вопросов её изучения и критериев оценки.



Список литературы:

1. Мирзиёев Ш.М. Обращение Президента Республики Узбекистан Шавката Мирзиёева к Олий Мажлису. 25.01.2020. <http://www.uza.uz>
2. Чэнь Сюньгань, Янь Хао. «Анализ влияния на человеческий капитал на основе модели эндогенного экономического роста», Журнал Восточно-Китайского университета науки и технологий, № 5, 2010.
3. Ван Цзяньсун: «Сопряжённая эволюция капитала и труда», Китайские рабочие, 2012, № 5.
4. Ravallion M., Datt J., Van de Valle D. (1991). Quantifying Absolute Poverty in the Developing World. Review of Income and Wealth, 37(4), 345–361.
5. https://regulation.gov.uz/uz/d/30074#_Toc65574284

6. Конституция Республики Узбекистан. — Т.: 2023. С. 18.
7. <https://kun.uz/kr/news/2020/03/03/jahon-banki-kambagallik-darajasini-kanday-hisobalyde>
8. <https://xs.uz/uzkr/post/kambagallikni-aniqlash-mezoni-kandaj>
9. <https://xs.uz/uzkr/post/kambagallikni-aniqlash-mezoni-kandaj>
10. <http://serquyoshsolnomasi.oyina.uz/kiril/teahause/2792>

УДК 331.5-053.6

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЛИТИКИ ЗАНЯТОСТИ МОЛОДЁЖИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И ОПЫТ УЗБЕКИСТАНА

Б.К.Маликов*

boburmalikov@gmail.com, 0009-0003-1305-1341

ЁШЛАРНИ ИШ БИЛАН ТАЪМИНЛАШ БЎЙИЧА ТАДҚИҚОТЛАРНИНГ НАЗАРИЙ ЁНДАШУВЛАРИ: ЎЗБЕКИСТОН ШАРОИТИДА

Annotatsiya. Maqolada yoshlar bandligini o'rganishda qo'llaniladigan asosiy nazariy kontseptsiyalar tahlil qilinadi va darhol savol qo'yiladi: ulardan qay biri O'zbekiston sharoitida haqiqatan ham ishlaydi? Neoklassik, keynscha va monetaristik yondashuvlar, inson kapitali nazariyasi, institutsional va segmentatsion kontseptsiyalar, ish qidirish nazariyasi va sotsiologik modellar ko'rib chiqiladi. Tahlil shuni ko'rsatadiki, birorta ham nazariya muammoning butun murakkabligini qamrab ololmaydi. Milliy o'ziga xoslikni — demografik bosimni, norasmiy bandlikning ko'lamini, mehnat migratsiyasining rolini, an'anaviy ijtimoiy tuzilmalarning ahamiyatini va institutsional o'zgarishlarning tugallanmaganligini — hisobga oladigan integrativ doira taklif etiladi.

Kalit so'zlar: yoshlar bandligi, inson kapitali, mehnat bozori segmentatsiyasi, institutsional iqtisodiyot, nobarqaror bandlik, norasmiy sektor, raqamlashtirish, O'zbekiston.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИССЛЕДОВАНИЮ ЗАНЯТОСТИ МОЛОДЁЖИ: В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА

Аннотация. В статье разбираются основные теоретические концепции, через которые принято изучать занятость молодёжи, — и сразу же ставится вопрос: какие из них реально работают применительно к Узбекистану?

Рассмотрены неоклассический, кейнсианский и монетаристский подходы, теория человеческого капитала, институциональные и сегментационные концепции, теория поиска работы, а также социологические модели. Показано, что ни одна теория в отдельности не схватывает всей сложности проблемы.

Предложена интегративная рамка, учитывающая национальную специфику: демографическое давление, масштабы неформальной занятости, роль трудовой миграции, значение традиционных социальных структур и незавершённость институциональных преобразований.

Ключевые слова: Узбекистан, занятость молодёжи, человеческий капитал, сегментация рынка труда, институциональная экономика, прекарная занятость, неформальный сектор, цифровизация.

THEORETICAL APPROACHES TO YOUTH EMPLOYMENT RESEARCH: IN THE CONDITIONS OF UZBEKISTAN

Abstract. The article examines the main theoretical concepts used to study youth employment and immediately asks which of them actually work in Uzbekistan's specific context. The neo-classical, Keynesian and monetarist approaches, human capital theory, institutional and segmenta-

*Бобур Кадилович Маликов – начальник отдела Института исследований бедности и рынка труда, Министерства занятости и сокращения бедности Республики Узбекистан.

tion frameworks, job search theory, and sociological models are reviewed. The analysis demonstrates that no single theory fully captures the complexity of the problem. An integrative framework is proposed that incorporates national specificities: demographic pressure, the scale of informal employment, the role of labour migration, the significance of traditional social structures, and unfinished institutional transformation.

Keywords: youth employment, human capital, labour market segmentation, institutional economics, precarious employment, informal sector, digitalisation, Uzbekistan.

Демографический рост, масштабная институциональная трансформация, высокая доля неформальной занятости, трудовая миграция - всё это делает молодёжный рынок труда предметом, требующим отдельного серьёзного разговора. Настоящая статья не претендует на то, чтобы дать окончательные ответы. Её задача скромнее: систематизировать имеющиеся теоретические инструменты, честно оценить их сильные стороны и ограничения применительно к нашим условиям - и на этой основе предложить рамку, пригодную для дальнейшего эмпирического исследования.

Начнём с неоклассики. А. Маршалл, А. Пигу, Дж. Б. Кларк и их последователи предложили изящную конструкцию: рынок труда конкурентен, заработная плата определяется предельной производительностью, равновесие устанавливается само собой. Применительно к молодёжи эта логика объясняет одно очевидное явление - разрыв в заработках между начинающими и опытными работниками. Если производительность молодого специалиста ниже, то и платят ему меньше. Всё логично [1].

Но дальше начинаются трудности. Модель исходит из полноты информации - а молодой человек, впервые выходящий на рынок труда, зачастую слабо представляет свои возможности и рыночные перспективы. Модель предполагает однородность труда - а выпускники одного вуза могут радикально отличаться по реальному уровню подготовки. Наконец, безработицу неоклассика склонна трактовать как добровольную, что плохо согласуется с реальностью выпускников, месяцами безуспешно ищущих работу.

Кейнсианский ответ оказался принципиально иным. Дж. М. Кейнс показал:

безработица не добровольна - она вынуждена, и определяется объёмом совокупного спроса, а не ценой труда. Для молодёжи это наблюдение особенно болезненно: в периоды экономического спада молодые работники страдают первыми. Работодатели, сокращая штат, начинают с наименее опытных; набор новых сотрудников замораживается. В литературе это называли «последний нанятый - первый уволенный» [2]. Хуже то, что последствия кризисного входа на рынок труда могут преследовать карьеру годами: более низкая заработная плата, менее стабильная траектория - так называемый «шрам» рынка труда [3].

Монетаристская концепция М. Фридмана и Э. Фелпса перенесла акцент в другую сторону - на структурные реформы. Если молодёжная безработица высока не потому, что мало рабочих мест вообще, а потому что система образования готовит не тех специалистов - то никакими бюджетными вливаниями проблему не решить [4]. В условиях Узбекистана этот аргумент звучит убедительно: структурное рассогласование между тем, чему учат, и тем, что реально востребовано, - одна из наиболее болезненных точек. Впрочем, противопоставлять структурные и макроэкономические объяснения было бы упрощением: на практике они действуют одновременно.

Пожалуй, ни одна концепция не оказала столь глубокого влияния на понимание связи образования и рынка труда, как теория человеческого капитала Г. Беккера и Т. Шульца. Её центральная идея проста: образование - это инвестиция, которая повышает производительность работника и, соответственно, его заработок. Уравнение Минцера - больше лет образо-

вания и опыта, выше заработок - стало одной из самых воспроизводимых закономерностей в экономике труда [5].

Беккер провёл важное разграничение между общим и специфическим человеческим капиталом [6]. Для молодёжи это разграничение особенно значимо: молодой работник одновременно накапливает оба вида, и от соотношения этих инвестиций во многом зависит его дальнейшая карьера. Беда в том, что работодатель, заинтересованный обучать молодых сотрудников, делает это лишь в расчёте на долгосрочные отношения. А молодёжь склонна к частой смене работы. Получается замкнутый круг: работодатель не вкладывается в обучение, ожидая ухода; работник уходит, не получая развития [7].

В последние десятилетия стало очевидно и другое ограничение теории. Рост числа дипломированных специалистов во многих странах не сопровождается пропорциональным ростом подходящих рабочих мест - это феномен «избыточного образования», описанный ещё Р. Фрименом [8, 9]. Выпускник вуза идёт работать продавцом или таксистом - не анекдот, а массовая реальность. В Узбекистане, где охват высшим образованием резко вырос в последние годы, этот вопрос стоит весьма остро, хотя масштаб проблемы изучен пока недостаточно.

Современным дополнением служит компетентностный подход: работодатели всё настойчивее говорят, что им нужны не знание конкретного предмета, а коммуникация, критическое мышление, цифровая грамотность, умение работать в команде [10]. Разрыв между этими ожиданиями и тем, что реально формирует система образования, - серьёзный вызов, с которым Узбекистан только начинает работать.

Институциональная экономика (Дж. Коммонс, Д. Норт, О. Уильямсон) предлагает посмотреть на рынок труда иначе: не как на абстрактный механизм, а как на живой социальный институт, в котором ключевую роль играют законы, традиции, негласные правила и организационные прак-

тики. Для понимания молодёжной занятости это исключительно продуктивный угол зрения [11, 12].

Возьмём простой пример. Молодой человек ищет работу. Неоклассическая теория скажет: результат зависит от его производительности и запрашиваемой зарплаты. Но на практике всё определяется институциональными факторами: насколько хорошо работают службы занятости, есть ли реальные стажировки, что предписывает трудовое законодательство, какова роль личных связей при найме. Теория транзакционных издержек Уильямсона добавляет: поиск работы - дело затратное. Для молодого человека без профессиональных связей эти издержки особенно высоки; работодателю, в свою очередь, сложно оценить потенциал кандидата без трудового стажа.

В постсоветском контексте институциональный подход приобретает особую аналитическую ценность. Узбекистан осуществил масштабный переход от системы централизованного распределения трудовых ресурсов к рыночным механизмам - и этот переход ещё далеко не завершён. Существование элементов прежней системы и новых рыночных практик, значительный сегмент неформальной занятости, необходимость развития механизмов защиты трудовых прав - всё это делает институциональный анализ обязательным элементом любого серьёзного исследования молодёжного рынка труда в стране.

Теория сегментации, предложенная П. Дёрингером и М. Пиоре, добавила к этой картине ещё один важный штрих: рынок труда не единый, он расколот [13]. Есть первичный сегмент - с хорошими зарплатами, стабильностью, карьерными лестницами. И есть вторичный - с низкой оплатой, нестабильной занятостью, отсутствием перспектив [14]. Молодёжь непропорционально сконцентрирована во вторичном сегменте. Само по себе это было бы не катастрофой, если бы вторичный сегмент служил временным трамплином. Проблема в том, что это не всегда так: ис-

следователи описывают «эффект рубцевания» - ранний опыт плохой работы оставляет долгосрочный след в карьере [15].

В условиях Узбекистана к стандартной двухсегментной модели добавляется третий, обширный неформальный сектор. Немалая доля занятой молодёжи работает без оформления - в торговле, услугах, строительстве, сельском хозяйстве. Это занятость без договоров, без пенсионных отчислений, без больничных. Фактически - зона полного отсутствия трудовых гарантий, и её масштабы представляют серьёзный вызов для всей системы регулирования.

В 2010 году Нобелевскую премию по экономике получили Д. Мортенсен и К. Писсаридес - за теорию, объясняющую, как работники и вакансии встречаются на рынке [16]. Казалось бы, технический вопрос. Но за ним скрывается фундаментальная проблема: рынок труда - не мгновенный аукцион, а медленный, затратный процесс подбора, в котором обе стороны действуют в условиях неопределённости.

Для молодёжи это особенно ощутимо. Ключевое понятие теории - резервная заработная плата, тот минимум, ниже которого работник не согласится на предложение. Определить эту планку без предыдущего опыта крайне сложно. Завысишь ожидания - будешь долго искать. Занизишь - устроишься на работу, которая не устраивает. Ещё Дж. Стиглер обратил внимание: информация на рынке труда распределена крайне неравномерно, и молодёжь проигрывает именно здесь [17]. Эффективность «встречи» работников и вакансий во многом зависит от инфраструктуры: работают ли центры занятости, есть ли онлайн-платформы, насколько развиты карьерные службы в вузах. В Узбекистане эта инфраструктура последние годы активно развивается - но до действительно эффективного подбора ещё далеко.

М. Спенс в 1973 году предложил неожиданный взгляд: а что если диплом ценен не столько как свидетельство знаний, сколько как сигнал о врождённых

способностях? [18] Работодатель, не имея возможности напрямую оценить кандидата, использует диплом как косвенный индикатор. В наших условиях, где система оценки качества образования проходит реформирование, сигнальная функция диплома ослаблена - и работодатель ищет альтернативные сигналы: рекомендации, портфолио, стажировки, дополнительные сертификаты. Это, кстати, одна из причин, по которой институт стажировок так важен: он даёт работодателю возможность оценить кандидата в деле, а не по бумаге.

Социологические подходы добавляют к картине то, что экономика нередко упускает. П. Бурдьё, Дж. Коулман, Р. Патнэм показали: социальные связи - ресурс, не менее ценный, чем деньги или образование. А М. Грановеттер обнаружил нечто парадоксальное: при поиске работы наиболее полезны не близкие друзья, а дальние знакомые - именно они обеспечивают доступ к новой информации о вакансиях [19]. Для молодёжи это создаёт серьёзную проблему: профессиональных контактов у начинающего работника мало, а те, у кого родители занимают хорошие позиции, оказываются в явном преимуществе. Неравенство в социальном капитале воспроизводит неравенство в доступе к качественным рабочим местам.

В контексте Узбекистана эта тема приобретает особый колорит. Традиционные институты - махалля, расширенная семья, земляческие связи - по-прежнему играют значительную роль при трудоустройстве. С одной стороны, это снижает издержки поиска: через знакомых найти работу проще и быстрее. С другой - создаёт неравные стартовые условия и может ограничивать профессиональную мобильность. Насколько этот механизм доминирует над формальными каналами - вопрос, требующий эмпирического исследования.

Концепция достойного труда, предложенная МОТ в 1999 году, задала нормативный ориентир для всего разговора о качестве занятости [20]. Достойный труд - это не просто наличие работы, а работа в

условиях свободы, справедливости, безопасности, с адекватной оплатой и социальной защитой. Для молодёжной проблематики это важно: недостаточно просто снизить статистику безработицы. Если молодые люди работают за копейки, без договора, без перспектив - проблема не решена, а замаскирована. Узбекистан интегрирует данные подходы в национальную политику, однако расстояние между принятием концепции на уровне документов и её реальным воплощением остаётся значительным.

Г. Стэндинг описал формирование нового социального слоя - прекариата: людей, живущих от контракта до контракта, без гарантий и перспектив [21]. Молодёжь входит в число наиболее уязвимых. Временные контракты, неполная занятость, платформенная работа, фриланс - для многих молодых людей это не свободный выбор, а единственный доступный вариант. Граница между занятостью и безработицей при этом размывается: человек формально работает, но нерегулярно, за нестабильный заработок, без какой-либо защиты. В Узбекистане к этому добавляются масштабы неформальной занятости и специфика трудовой миграции - как для тех, кто уезжает, так и для тех, кто остаётся.

Влияние цифровизации на занятость стало темой, которую, кажется, не обходит ни одно современное исследование. Прогнозы порой звучат паникёрски: роботы заменят людей, половина профессий исчезнет [22]. Реальность сложнее. Для молодёжной занятости цифровая трансформация несёт двойственные последствия. Да, автоматизация угрожает рутинным рабочим местам, на которых нередко заняты молодые. Но одновременно молодые люди объективно лучше адаптированы к цифровой среде, чем старшие поколения, - и это их конкурентное преимущество [23]. В Узбекистане цифровизация рынка труда ускоряется в рамках Стратегии «Цифровой Узбекистан - 2030», появляются ИТ-парки и технологические хабы. Но массовая трансформация занятости -

процесс, измеряемый десятилетиями. Главный вопрос: удастся ли готовить молодёжь к профессиям будущего, опережая, а не повторяя вчерашние потребности рынка.

Проведённый обзор обнаруживает неизбежный вывод: ни одна теория в отдельности не способна охватить всю сложность молодёжной занятости. Каждый подход высвечивает что-то важное, но оставляет в тени другое. Неоклассика и теория человеческого капитала хорошо объясняют индивидуальные факторы. Кейнсианство показывает роль макроэкономической среды. Институциональная теория раскрывает «правила игры». Сегментационный подход демонстрирует, что рынок труда неоднороден. Теория поиска моделирует процесс встречи работников и вакансий. Социологические концепции добавляют социальный капитал, культурный контекст, жизненные траектории.

Для условий Узбекистана представляется необходимым выстроить интегративную рамку, сочетающую эти разные подходы. Молодёжная занятость формируется на пересечении факторов спроса (экономический рост, отраслевая структура, технологические сдвиги) и предложения (демография, образование, компетенции). Институциональная среда - законодательство, социальная защита, службы содействия занятости - выступает не фоном, а активным модулятором, определяющим, насколько эффективно стыкуются спрос и предложение. Социальный контекст - семья, сети, культурные нормы - играет роль, которую нельзя недооценивать именно в стране, где традиционные формы социальной организации по-прежнему сильны. Наконец, глобальные процессы - миграция, цифровизация, глобализация рынков - создают как новые возможности, так и новые уязвимости.

Несколько приоритетных направлений обозначаются с достаточной отчётливостью. Прежде всего - структурное рассогласование между системой образования и запросами работодателей: это, пожалуй,

наиболее болезненная точка. Далее - сокращение масштабов неформальной занятости молодёжи как зоны полного отсутствия трудовых гарантий. Развитие институтов содействия занятости, включая реальные стажировки и карьерные службы в учебных заведениях. Учёт трудовой миграции не как аномалии, а как устойчивой стратегии интеграции в рынок труда для значительной части молодёжи, прежде всего из сельских районов. Наконец - по-

иск баланса между гибкостью новых форм занятости и обеспечением социальных гарантий.

Предложенная рамка не претендует на оригинальность. Её ценность - в попытке систематизировать разнородные теоретические ресурсы применительно к конкретным исследовательским и политическим задачам. Насколько она окажется полезной - покажет эмпирическая проверка.



Список литературы

1. Marshall A. Principles of Economics. 8th ed. London: Macmillan, 1920.
2. Bell D.N.F., Blanchflower D.G. Young People and the Great Recession // Oxford Review of Economic Policy. 2011. Vol. 27. No. 2. P. 241–267.
3. Kahn L.B. The Long-Term Labor Market Consequences of Graduating from College in a Bad Economy // Labour Economics. 2010. Vol. 17. No. 2. P. 303–316.
4. Friedman M. The Role of Monetary Policy // American Economic Review. 1968. Vol. 58. No. 1. P. 1–17.
5. Mincer J. Schooling, Experience, and Earnings. New York: Columbia University Press, 1974.
6. Becker G.S. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis. 3rd ed. Chicago: University of Chicago Press, 1993.
7. Acemoglu D., Pischke J.-S. Why Do Firms Train? Theory and Evidence // Quarterly Journal of Economics. 1998. Vol. 113. No. 1. P. 79–119.
8. Freeman R.B. The Overeducated American. New York: Academic Press, 1976.
9. McGuinness S. Overeducation in the Labour Market // Journal of Economic Surveys. 2006. Vol. 20. No. 3. P. 387–418.
10. Heckman J.J., Kautz T. Hard Evidence on Soft Skills // Labour Economics. 2012. Vol. 19. No. 4. P. 451–464.
11. North D.C. Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
12. Williamson O.E. The Economic Institutions of Capitalism. New York: Free Press, 1985.
13. Doeringer P.B., Piore M.J. Internal Labor Markets and Manpower Analysis. Lexington, MA: D.C. Heath, 1971.
14. Piore M.J. Notes for a Theory of Labor Market Stratification // Labor Market Segmentation / Edwards R., Reich M., Gordon D. (eds.). Lexington, MA: D.C. Heath, 1975. P. 125–150.
15. Gregg P., Tominey E. The Wage Scar from Male Youth Unemployment // Labour Economics. 2005. Vol. 12. No. 4. P. 487–509.
16. Mortensen D.T., Pissarides C.A. Job Creation and Job Destruction in the Theory of Unemployment // Review of Economic Studies. 1994. Vol. 61. No. 3. P. 397–415.
17. Stigler G.J. Information in the Labor Market // Journal of Political Economy. 1962. Vol. 70. No. 5. P. 94–105.
18. Spence M. Job Market Signaling // Quarterly Journal of Economics. 1973. Vol. 87. No. 3. P. 355–374.

19. Granovetter M.S. The Strength of Weak Ties // American Journal of Sociology. 1973. Vol. 78. No. 6. P. 1360–1380.
20. ILO. Decent Work: Report of the Director-General to the 87th Session of the International Labour Conference. Geneva: ILO, 1999.
21. Standing G. The Precariat: The New Dangerous Class. London: Bloomsbury, 2011.
22. Frey C.B., Osborne M.A. The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation? // Technological Forecasting and Social Change. 2017. Vol. 114. P. 254–280.
23. Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York: W.W. Norton, 2014.
24. Закон Республики Узбекистан «О государственной молодежной политике» от 14 сентября 2016 г. № ЗРУ-406.
25. Указ Президента Республики Узбекистан «Об утверждении стратегии «Цифровой Узбекистан — 2030» от 5 октября 2020 г. № УП-6079.

UDK 347.962 (575)

PROKURATURA INSTITUTINI VUJUDGA KELISH TARIXI VA UNING HUQUQIY TABIATI

A.A.Muhammadjonov*
abroroma1997@gmail.com,
<https://orcid.org/0009-0004-9750-6119>,

Annotatsiya. Ushbu maqolada prokuratura institutining vujudga kelish tarixi hamda uning rivojlanish evolyutsiyasi tahlil qilinadi. Shuningdek, prokuratura institutining tashkil etish zaruriyati va uning dastlab tashkil etilgandagi funksional vazifalari yoritib beriladi. Shu bilan birga, prokuraturaning huquqiy tabiati ya'ni uning qanday munosabatlarni nazorat qilganligi, shuningdek, unga berilgan vakolat hamda majburiyatlarning shakllanishi ilmiy manbalar asosida muhokama qilingan. Prokuraturaning huquqiy tabiatidan kelib chiqib davlat hokimiyati tizimidagi o'rni masalasi yuzasidan ilmiy asoslangan takliflar berilgan.

Kalit so'zlar: prokuratura tarixi, huquqiy tabiati, davlat hokimiyati, institut, ayblov, nazorat, qonuniylik, ijro.

ИСТОРИЯ ИНСТИТУТА ПРОКУРАТУРЫ И ЕГО ПРАВОВАЯ ПРИРОДА

Аннотация. В данной статье анализируется история возникновения института прокуратуры и его эволюционное развитие. Также освещается необходимость создания института прокуратуры и его первоначальные функциональные обязанности. Одновременно на основе научных источников рассматривается правовая природа прокуратуры, а именно отношения, которые она контролировала, а также развитие ее полномочий и обязанностей. Исходя из правовой природы прокуратуры, даны научно обоснованные предложения относительно ее места в системе государственной власти.

Ключевые слова: история прокуратуры, правовая природа, государственная власть, институт, преследование, надзор, законность, правоприменение.

THE HISTORY OF THE PROSECUTOR'S OFFICE INSTITUTION AND ITS LEGAL NATURE

Annotation. This article analyses the history of the emergence of the procurator institution and its evolutionary development. It also sheds light on the necessity for establishing the procurator institution and its initial functional duties. At the same time, the legal nature of the prosecutor's office—namely the relationships it oversaw—and the development of its powers and duties are discussed on the basis of scholarly sources. Based on the legal nature of the Prosecutor's Office, scientifically substantiated proposals have been made regarding its place within the system of state power.

Keywords: history of the Prosecutor's Office, legal nature, state power, institution, prosecution, supervision, legality, enforcement.

* Abrorjon Akmaljon o'g'li Muhammadjonov – O'zFA Davlat va huquq institute tayanch doktoranti.

Kirish. Bugungi kunda inson huquqlari hamda qonuniy manfaatlarini ta'minlashda, shuningdek qonunlarni aniq va bir xilda bajarilishini nazorat qilishda, mamlakatda qonuniylikni ta'minlashda prokuratura organlari muhim ahamiyat kasb etmoqda. Sh.M.Mirziyoyev "Prokuratura idoralari faoliyati samaradorligini yanada oshirish, tizimga ilmiy yondashuv va ish uslublarini izchil joriy etish, bilimli, tashabbuskor va jonkuyar malakali kadrlar tayyorlash bo'yicha bugun oldimizda dolzarb vazifalar turganini sizlar albatta yaxshi tushunasiz. Jumladan, tergov jarayonlarini raqamlashtirish orqali inson huquqlari himoyasini kuchaytirishda prokuratura organlarini ham nazorat idorasi, ham tergovchilarni tayyorlaydigan tizim sifatida yanada rivojlantirish – bu zamon talabi.

Mamlakatimizda korrupsiyaga qarshi kurashish yangi bosqichga ko'tarilayotgan hozirgi davrda prokurorlik faoliyatida ochiqlikni yanada kuchaytirish, sizlar xizmat qilayotgan tizimda va boshqa sohalarda ushbu illatga chek qo'yishda har bir xodim namuna bo'lishi kerak. Chunki el-yurtimiz prokuratura organlarining xizmatchilari timsolida qonun posbonlari va adolat himoyachilarini ko'radi[1]. Umuman olganda, prokuratura organini zamon ruhiga mos hamda xalqchil davlat organi sifatida shakllantirishda, prokuratura institutini kelib chiqish tarixi hamda uning huquqiy faoliyati masalasi taqiqotimizni dolzarbligidan dalolat beradi.

Ushbu tadqiqot mavzusi doirasida quyidagi olimlarning ishlari o'rganilgan. Xususan, Mahbubov.Mning "O'zbekistonda prokuratura organlarining tashkil etilishi va rivojlanishi" nomli nomzodlik dissertatsiyasi, Z.Ibragimov "Davlat hokimiyati tizimida prokuraturaning orni va roli (qiyosiy-huquqiy tahlil) nomli" doktorlik dissertatsiyasi, shuningdek, G.R.Malikovaning "O'zbekiston prokuraturasining genezisi" nomli monografiyasi ishlarida prokuratura institutining vujudga kelish tarixiga oid ayrim tadqiqotlar amalga oshirilgan, biroq kompleks tahlil qilinmagan.

Ma'lumki, har qanday tadqiqotda biron-bir institutning tashkil etilishi va

rivojlanishi tarixiga e'tibor qaratishning sababi ushbu organing tarixiy vazifasini, uning boshqa davlat institutlari tizimidagi o'rnini, u bajaradigan funksiyalarning tarixiy shartlilikini, shuningdek, ushbu institutning faoliyat yo'nalishini hamda ularning zarurligini yaxshiroq tushunishga yordam beradi. Shu bilan birga, ushbu institutning tuzilmasini, tashkiliy-maqсадli, funksional evolyutsiyasi istiqbollarini ko'rib chiqishga yordam beradi. Yuqorida aytilganlarning barchasi prokuratura institutiga ham to'liq taalluqli bo'lib, ularning faoliyati hech qachon, hech bir davlatda bir xilda baholanmagan.

Material va metodlar. Ushbu tadqiqotda prokuratura institutining vujudga kelishi, shakllanishi hamda davlat organlari tizimidagi o'rni va uning huquqiy tabiati tarixiy-huquqiy yondashuv asosida o'rganildi. Shuningdek, ushbu institut dastlab tashkil etilganda qanday funksional vazifalarni amalga oshirganli hamda uning evolyutsiyasida yangi vazifalar paydo bo'lganligi qiyosiy-huquqiy tadqiq etildi. Shu bilan birga, tadqiqot jarayonida tarixiy, qiyosiy-huquqiy, tizimli, analiz va sintez metodlaridan foydalandi. Qiyosiy metod orqali turli davlatlar prokuratura tizimi solishtirildi. Tizimli yondashuv prokuraturaning davlat hokimiyati tizimidagi o'rnini aniqlashga xizmat qildi.

Olingan natijalar tahlili va muhokamasi.

Prokuratura instituti o'rta asrlar davri oxirida XIV asrda Fransiyada paydo bo'lgan. O'sha paytda yangi davr jamoat magistri sifatidagi vakolatlari advokat vakolatlaridan ajratila boshladi. Bu fransuz parlament a'zolarining iltimosi bilan amalga oshirildi. Uning nomi va roli Inkvizitsiya sudida ishlab chiqilgan tartibdan ilhomlangan. Mashhur fransuz prokurori Jan-Lui Nadal ushbu institutning paydo bo'lishi va rolini eng yaxshi tarzda tushuntiradi: "Tarixan, jinoyatni ta'qib qilish organining ham, shaxsiy erkinliklar himoyachisi sifatida ham jinoyatni ta'qib qilishning o'ziga xosligi, shuningdek ayblovchi ham haqiqatni izlash va qonunni to'g'ri qo'llash uchun mas'ul bo'lishi kerakligini ta'kidlaydi"[2].

Zamonaviy tilda bu yangi magistratning vakolatlarini advokatnikidan ajratib ko'rsatishga harakat qilsak, Fransiya o'rta asrlaridagi prokuror ma'lum bir tomonni himoya qilish vakolatiga ega bo'lgan va sudda ish yuritish huquqiga ega bo'lgan advokat turiga o'xshash edi deb aytishimiz mumkin. Advokatlar va prokurorlar har biri o'z amaliyot sohasiga ega bo'ladi. Shu bilan birga, advokatlar maslahat berish va yozma mudofaa bo'yicha ixtisoslashadi, prokurorlar esa sud jarayonlarining "labirintlari" bo'ylab da'vogarlariga hamroh bo'lish mas'uliyatini o'z zimmasiga oladi[3].

Dastlab ushbu organ oddiy qirollik sudlari tarkibida vujudga kelgan. Bu vaqtda "prokurorlar" nomi bilan mashhur bo'lgan ba'zi yuridik amaliyotchilar qirolning huquqlarini o'z sudlari oldida himoya qilishni o'zlarining ixtisosligiga aylantirdilar. 1302-yildagi buyuk islohot farmonida prokuror vazifasining o'zi rasmiylashtirildi[4]. Keyinchalik bu amaliyotchilarga o'z xizmatlarini toj uchun saqlab qolgan ayrim huquqshunoslar qo'shildi.

Dastlab sud tizimiga aloqasi bo'lmagan, odil sudlovning yordamchisi sifatida bu "gens du roi" o'z mavqeini magistratura darajasiga ko'tardi. Shundan keyin ular podshoh huquqlarini himoya qilishga mas'ul bo'lishsa-da, ular jamoat tinchligining posboniga aylandi[5]. Shunday qilib, ularning asosiy vazifasi jinoiy huquqbuzarlik sodir etilganda ommaviy chora ko'rish edi.

Yuqoridagi manbalarga tayanib, prokuratura institut sifatida XIV asrda Fransiya paydo bo'lgan hamda uni vakolatlari advokaturadan ajratilgan. Prokuraturani alohida instituti sifatida ajralib chiqishining tashabbuskori parlament bo'lgan. Ushbu prokuratura organi dastlab qirollik sudlari qoshida tashkil etilgan hamda o'sha davrdagi ularning asosiy vazifasi qirolning huquqlarini sudda himoya qilish bo'lgan. Keyinchilik ushbu organ faoliyatida o'zgarishlar sodir bo'ldi. Xususan, dastlab sud tizimiga aloqasi bo'lmagan odil sudlovni amalga oshirgan prokuratura o'z darajasini magistraturaga ko'tardi. Ularning vazifasida ham o'zgarish sodir bo'ldi, ular o'z faoliyati-

da podshohni huquqlarini himoya qilish bilan birga, jinoiy huquqbuzarlik sodir etilganda, ommaviy chora ko'rish vakolatiga ega bo'ldi.

Prokuror, rus tarixchisi V.I. Veretenikov tatbiq etishicha, prokuror "aniq va to'liq ma'noda qirolning ko'zidir, uning vositachiligida qirol butun davlat mexanizmining to'g'riligini kuzatishi mumkin".

Biz o'ylashimizcha, olimning ayrim fikrlari o'rinli deb hisoblaymiz. Chunki prokuratura dastlab tashkil etilganda monarx manfaatini himoya qiluvchi organ sifatida tashkil etilgan. Keyinchalik ushbu organ ijobiy samara ko'rsata boshlagandan keyin qirolning butun davlat mexanizmi qanday faoliyat yuritayotganligini nazorat qilishga yordan beruvchi tuzilmaga aylandi.

Biroq, prokuraturaning rivojlanish tarixiga oid boshqa manbalarda qayd etilishicha, ushu organ tashkil etilganda umuman jazo maqsadi emas, balki adolat va qonuniylikni ta'minlash g'oyasi edi. Yunoniston va Sharq mamlakatlarida prokuraturaning maqsadi, birinchidan, davlat hokimiyati buyruqlarining bajarilishini nazorat qilish, ikkinchidan, sudda ayblovni amalga oshirishdan iborat edi[6].

Yu.E.Vinokurovning ta'kidlashicha, Gretsiya va Sharq mamlakatlarida prokuraturaning vazifasi, birinchi navbatda, davlat hokimiyati ko'rsatmalarining bajarilishini nazorat qilish, ikkinchidan esa, sudda ayblovni amalga oshirishdan iborat edi. Bunda u dastlabki qadamlaridanoq faqat ayblovchi va jazolovchi organ sifatida faoliyat yuritgan[7].

Yuqoridagi prokuratura instituti rivojlanishiga oid manbalarni hamda huquqshunos olimlarning fikrlari shuni ko'rsatadiki, qadimgi hamda o'rta asrlarda ushbu institutni tashkil etilishidan masqad ijro nazorati va sudda davlat ayblovinini amalga oshirish uchun tashkil etilgan. Fikrimizcha, ushbu davrlarda tashkil etilgan prokuratura organining faoliyati bugungi kundagi MDH mamlakatlarini prokuratura modeli uchun asos bo'lgan desak mubolag'a bo'lmaydi. Chunki, MDH mamlakatlarida prokuratura organi qonunlarni ijrosini nazorat qiladi, shu bilan birga sudda davlat ayblovinini amalga oshiruvchi davlat organidir, ya'ni umumiy

nazoratni amalga oshiruvchi davlat tuzilmasidir.

Bosh prokurorning vazifalari “har doim va hamma narsada” qirollik toji manfaatlarini himoya qilish, qirol amaldorlarining tayinlanishini nazorat qilish, ularga qo‘yilgan talablarga qay darajada javob berishini baholash, din va cherkov ishlarini nazorat qilishdan iborat edi. Prokuror sud jarayonini amalga oshirish bilan bog‘liq faoliyatga aralashish huquqiga ega edi.

Prokuratura kamdan-kam hollarda fuqarolik ishlarida asosiy da‘vogar sifatida ishlaydi. U asosan jinoiy ishlarida ishtirok etadi, prokuratura jinoiy qonunni samarali qo‘llashning muhim instituti va jinoyat qonunchiligiga xos bo‘lgan profilaktik va repressiv vazifalarni ifodalovchi vosita bo‘lib ko‘rinadi[8].

Nazorat qiluvchi organ sifatida prokuraturaning asoschisi Pyotr I edi. Imperator davlat boshqaruvini tuzilmasini isloh qildi, lekin unga boshqa xususiyatlarni bergan bo‘lsada, fransuz tushunchasini asos qilib oldi.

Prokuratura dastlab Pyotr I tomonidan qonunlarga rioya etilishini nazorat yoki nazoratni amalga oshirish hamda markaz va joylarda yuridik organlar faoliyatini muvofiqlashtirish maqsadida tashkil etilgan. Bundan tashqari, 1722-yil bahorida Pyotr I Bosh prokurorni tayinlash to‘g‘risidagi farmonni imzoladi. Bu pozitsiya eng muhimlaridan biri hisoblangan va ko‘pincha “davlatning ko‘zi” deb tariflangan[9].

Pyotr I ning eng ilg‘or va uzoqni ko‘ra biladigan hukmdor sifatidagi buyuk xizmati shundaki, u Rossiya tarixida birinchi marta qonunlarga rioya etilishini nazorat qilish va kuzatish uchun maxsus mo‘ljallangan organlarni tashkil etdi. Dastlab bu fiskallar instituti bo‘ldi, keyinchalik esa prokuratura tashkil topdi.

1711-yilda fiskal lavozimlari ta‘sis etildi. Ularning asosiy vazifalari imperator farmonlarining jinoiy buzilishlarini fosh etish, poraxo‘rlikni aniqlash va boshqa davlat manfaatlariga zarar yetkazilishining oldini olishdan iborat edi. Fiskallar barcha markaziy

va mahalliy organlar qoshida tashkil etildi. Aslida ular hukmdorning hokimiyat sohasidagi qulog‘i va ko‘zi bo‘lib, ularning asosiy vazifasi oddiy xabar yetkazishdan iborat edi. Fiskal xizmatining keng vakolatlari uning o‘zboshimchalik va samarasiz faoliyatiga olib keldi. Shu sababli, Pyotr I ularning faoliyatini oqlanmagan deb topdi. Bundan tashqari, hokimiyatparast Boyarlar dumasining o‘rnini egallagan oliy davlat organi - Boshqaruv Senati hali ham nazorat va tekshiruvdan chetda qolayotgan edi.

Imperator Senat va boshqa barcha davlat muassasalaridan ustun turadigan butunlay yangi tashkilot yaratish zarurati yetilganligini tushunardi. Bu organ 1722-yilda tashkil etilgan Imperiya prokuraturasi bo‘ldi. Pyotr yangi idoraga davlat qonunlarining nazoratchisi sifatida nihoyatda katta ahamiyat berardi. Biroq prokuratura vazifalari o‘shanda hali to‘liq shakllanmagan bo‘lsa-da, uning faoliyat yo‘nalishi darhol belgilangan edi. Ya‘ni nazorat qilish funksiyasi.

Prokuraturaning fiskallar xizmatidan asosiy farqi shundaki, u qonunlar ijrosi ustidan nazoratni oshkora tarzda amalga oshirardi. Shu tariqa, Pyotr davlatning shakllanayotgan nazorat faoliyatini sirliklik, chaqimchilik, poraxo‘rlik va suiiste‘molchiliklar joridan saqlab qolishga erishdi. Biroq bu organning mutlaq hokimiyatning faol va sadoqatli himoyachisi sifatidagi asosiy vazifasi bir necha asr davomida o‘zgarishsiz qoldi.

XVIII-XIX asrlarda Rossiyada prokurorlik faoliyatining shakllanish va rivojlanishida keng o‘zgarishlar amalga oshirildi. Bu jarayon davlatdagi prokurorlik nazoratining kuchayishi va zaiflashishini aks ettirib, turli monarxiya davrlarining ta‘siri bilan bog‘liq edi.

Pyotrdan keyingi davrda prokuratura deyarli faoliyat yuritmagani holda, 1741-yilda Yelizaveta Petrovna farmoni bilan u avvalgi holatiga qaytarildi. Yekaterina II hukmronligi davrida mahalliy prokuror nazorati sezilarli darajada kuchaytirildi. Pavel davrida esa prokuror nazorati yana zaiflashdi.

Biroq Aleksandr II saltanati paytida prokuratura organlarining faoliyati tubdan

o'zgartirildi va kuchaytirildi. Hatto sud islohotidan oldin, 1862-yilda Rossiya imperiyasi Davlat Kengashi "Prokuratura to'g'risidagi asosiy qoidalar"ni qabul qildi. Unda prokuraturaning davlat vazifasi zamonaviy tushunchada aniq belgilab berildi va talqin qilindi[10].

Hozirgi zamon prokuror nazorati fanida prokuratura organlarining huquqiy tabiati to'g'risida bir qancha nuqtayi nazarlar mavjud. Ko'rsatilgan pozitsiyalarni shartli ravishda ikkita yondashuvga guruhlash mumkin.

Prokuratura hokimiyatning an'anaviy tarmoqlaridan biriga kiradi yoki mustaqil hokimiyat tarmog'ini tashkil etadi.

Prokuratura hokimiyatning hech bir an'anaviy tarmog'iga mansub bo'lmagan va uning alohida tarmog'ini tashkil etmagan holda, davlat organlari tizimida alohida o'rin tutadi.

Birinchi yondashuv prokuraturaga vakillik organi sifatidagi qarashlarni tashkil etadi[11], ijroiya[12], sudlov[13] va prezidentlik[14], hokimiyat tarmoqlari sifatida, shuningdek mustaqil nazorat qiluvchi hokimiyat organi sifatida ham[15].

Birinchi pozitsiya tarafdorlarining fikriga ko'ra, prokuratura hokimiyatning vakillik ya'ni qonun chiqaruvchi tarmog'i organdidir, chunki prokuror faoliyatining asosiy predmeti amaldagi qonun hujjatlarining ijrosi va ularga rioya etilishi ustidan nazorat bo'lib, uning qabul qilinishi davlat hokimiyati vakillik qonun organi faoliyatining natijasidir. Shu munosabat bilan prokuratura qonunlarni ijro etmasligi, balki ularning ijrosini nazorat qilishi sababli, u hokimiyatning qonun chiqaruvchi tarmog'iga uning nazorat organi sifatida kiradi.

Ikkinchi yondashuv tarafdorlari qonunlar ijrosini nazorat qilish, ijro hokimiyatining vazifasi ekanligidan kelib chiqadilar, shuning uchun prokuratura nazorat organi sifatida aynan shu munosabatda bo'lishi kerak. Ularning fikricha, Rossiya imperiyasi Adliya vazirligi, keyinchalik esa

RSFSR Adliya komissarligi tuzilmasida ushbu organ faoliyatining tarixiy tajribasi hamdir.

Xulosa. Yuqoridagi tarixiy ma'lumotlar hamda olimlarning ilmiy manbalarin tadqiq etib shuni xolosa qilish mumkinki, prokuratura institut sifatida XIV asrda Fransiya paydo bo'lgan. Umuman olganda, prokuratura institutsional jihatdan rivojlanishini quyidagi davrlarga ajratish maqsadga muvofiqdir. Rim, Fransiya hamda Rossiyada (qadimgi, o'rta va yangi davrlarda shakllangan). Dastlab prokuratura qirol manfaatlarini himoya qiluvchi davlat organi sifatida sudlar qoshida faoliyat yuritgan. Ushbu institut advokatura institutidan ajralib chiqishi parlament tomonidan qo'llab quvvatlangan.

Prokuratura dastlab jazolovchi hamda tergovni nazorat qiluvchi organ sifatida tashkil etilgan bo'lsa, bugungi kundagi prokuratura organi inson huquqlarini himoya qiluvchi davlat organ deb aytsak mubolag'a bo'lmaydi.

Prokuratura institutini shakllanishida Pyotr I ning eng ilg'or va uzoqni ko'ra biladigan hukmdor sifatidagi buyuk xizmati shundaki, u Rossiya tarixida birinchi marta qonunlarga rioya etilishini nazorat qilish va kuzatish uchun maxsus mo'ljallangan organlarni tashkil etdi. Ya'ni Pyotr I prokuraturani qonunlarni nazorat qiluvchi organga aylantirdi. Pyotr I ning asosiy maqsadi esa mamlakatdagi yuridik organlar faoliyatini muvofiqlashtirishdan iborat edi.

Shu bilan birga, prokuraturani huquqiy tabiati maslasi ham tahlil qilinadi. Ya'ni prokuraturani funksional faoliyati nuqtayi nazaridan ayrim olimlar ushbu organni davlat hokimiyat tizimidagi o'rnini muhokama qilishadi. Bizning fikrimizcha, prokuratura davlat hokimiyati tizimida qonun chiqaruvchi hokimiyat tizimiga kirishi maqsadga muvofiq deyimiz. Chunki, ushbu davlat organini ijro hokimiyati tizimida mustaqil bo'lishi qonunlarni ijrosini samarali ta'minlashda muhim o'rin egallaydi.



Adabiyotlar ro'yxati:

1. Sh.M.Mirziyoyev” Prokuratura organlari xodimlari va faxriylariga” tabrigi <https://president.uz/oz/lists/view/8849>
2. Nadal, J.L. 2006. “Allocution d’ouverture de Monsieur J.L. Nadal, Procureur Général près la Cour de cassation.” In Cycle de conférences de procédure pénale Cour de cassation. Paris.
3. Leuwers, H. 2010. La justice dans la France modern. Paris: Ellipses. 69-70.
4. J.M. Carbasse (ss. dir.), Histoire du parquet, PUF, 2000, p. 23 to 54.
5. J.M. Carbasse, Histoire du droit pénal et de la justice criminelle, PUF, 2014, 76
6. Козлов Илья. ”История создания и развития прокуратуры” <https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-sozdaniya-i-razvitiya-prokuratury/viewer>
7. Прокурорский надзор: Курс лекций и практикум / Под ред. Ю.Е. Винокурова. - М.: Эк-замен, 2001. - 576 с.
8. Johan Dechepy-Tellier “The public prosecutor’s office in the French legal system” [file:///C:/Users/Acer/Downloads/valeriolubello,+Journal+manager,+C9+-+FRANCIA%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Acer/Downloads/valeriolubello,+Journal+manager,+C9+-+FRANCIA%20(3).pdf)
9. История создания российской и мировой прокуратуры. Когда появились первые упоми- нания о прокураторе. Какие функции выполняет этот орган сегодня. Каким он был много лет назад. <https://history-doc.ru/zarubezhnaya-istoriya/istoriya-sozdaniya-prokuratury/>
10. Басков В.И. История прокуратуры Российской империи // Вестник Московского ун-та. Сер. 11. Право. - 1997. -№ 2. -С. 3-43.
11. Козлов А.Ф. Прокурорский надзор в РФ. Общая часть: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во УрГЮА, 1994. 95 с.
12. Черемных Г.Г. Судебная власть в Российской Федерации: Автореф. дис. ... д-ра. юрид. наук. М., 1999. 22 с.
13. Настольная книга государственного служащего / Под ред. В.И. Шатулла. М.: Норма, 1999. 318 с.
14. Королев Г.Н. Прокуратура РФ в период правовой реформы: Лекция. Ижевск: Детектив Q форм, 1998. 114 с.
15. Чиркин В.Е. Государствоведение: Учеб. М.: Юристъ, 1999. 398 с.

UDK 378.147: 004.05+(575)

SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA KATTALAR TA'LIMIDA INDIVIDUAL O'QUV TRAJEKTORIYALARINI LOYIHALASH

F.R.Norboyeva*

norboeva.f@perfectuniversity.uz,
<https://orcid.org/0009-0005-6001-2219>

Annotatsiya. Maqolada zamonaviy ta'lim tizimida sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish asosida kattalar ta'limida individual o'quv trajektoriyalarini loyihalash masalalari yoritilgan. Tadqiqotda andragogik yondashuvning nazariy asoslari, sun'iy intellekt texnologiyalarining ta'lim jarayonidagi o'rni hamda shaxsga yo'naltirilgan ta'limni tashkil etish mexanizmlari tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari kattalar ta'limi samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: kattalar ta'limi, andragogika, sun'iy intellekt, individual o'quv trajektoriyasi, moslashuvchan ta'lim, raqamli pedagogika, umrboqiy ta'lim.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ В СИСТЕМЕ ВЗРОСЛОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы проектирования индивидуальных образовательных траекторий в системе образования взрослых на основе использования технологий искусственного интеллекта. В исследовании анализируются теоретические основы андрагогического подхода, роль технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе, а также механизмы организации личностно-ориентированного обучения. Результаты исследования направлены на повышение эффективности образования взрослых.

Ключевые слова: образование взрослых, андрагогика, искусственный интеллект, индивидуальная образовательная траектория, адаптивное обучение, цифровая педагогика, обучение на протяжении всей жизни.

DESIGNING INDIVIDUAL EDUCATIONAL TRAJECTORIES IN THE ADULT EDUCATION SYSTEM BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES

The article addresses the issues of designing individual learning trajectories in adult education based on the use of artificial intelligence technologies within the modern educational system. The study analyzes the theoretical foundations of the andragogical approach, the role of artificial intelligence technologies in the educational process, and the mechanisms for organizing learner-centered education. The results of the study contribute to improving the effectiveness of adult education.

Keywords: adult education, andragogy, artificial intelligence, individual learning trajectory, adaptive learning, digital pedagogy, lifelong learning.

* Norboyeva Feruza Rahmatullayevna – dotsent «Tashkent Perfect university» Gumanitar fanlar kafedrası mudiri.

Kirish. Bugungi globallashuv va raqamli transformatsiya sharoitida jamiyatning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishi bevosita ta'lim sifatiga bog'liq bo'lib bormoqda. Mehnat bozori talablarining tez o'zgarishi shaxsning doimiy ravishda yangi bilim va kompetensiyalarni egallashini taqozo etadi. Bu jarayonda kattalar ta'limi uzluksiz ta'lim tizimining muhim bo'g'ini sifatida alohida ahamiyat kasb etadi.

Kattalar ta'limining o'ziga xos xususiyatlari — turli yosh, kasbiy tajriba, ehtiyoj va motivatsiyaga ega bo'lgan auditoriya bilan ishlash — an'anaviy o'qitish modellari samaradorligini cheklaydi. Shu sababli ta'lim jarayonini individuallashtirish va shaxsga moslashtirish masalasi dolzarb ilmiy muammo sifatida maydonga chiqmoqda. Mazkur muammoni hal etishda sun'iy intellekt texnologiyalari asosida individual o'quv trajektoriyalarini loyihalash muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Material va metodlar: Zamonaviy jamiyatda texnologiyalar tez sur'atlar bilan rivojlanib, kasbiy bilim va ko'nikmalar doimiy yangilanishni talab etmoqda. Natijada kattalar ta'limi faqat qo'shimcha emas, balki shaxsning butun hayoti davomida davom etadigan uzluksiz jarayonga aylandi. Kattalar ta'limining asosiy vazifasi mavjud bilim va tajribani kengaytirish, yangi kasbiy kompetensiyalarni shakllantirish hamda shaxsni mehnat bozorining o'zgaruvchan talablariga moslashtirishdan iborat. Shu jarayonda an'anaviy, bir xil mazmun va metodlarga asoslangan o'qitish tizimi yetarli darajada samarali bo'la olmaydi, chunki kattalar turli kasbiy tajriba, ehtiyoj, qiziqish va imkoniyatlarga ega bo'ladi.

Shu sababli bugungi pedagogik tafakkurda ta'limni shaxsga moslashtirish, ya'ni individual yondashuv ustuvor yo'nalish sifatida qaralmoqda. Bu vazifani samarali amalga oshirishda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Sun'iy intellekt kattalar ta'limida individual o'quv trajektoriyalarini ishlab chiqish orqali ta'lim jarayonini moslashuvchan, samarali va natijaga

yo'naltirilgan shaklda tashkil etish imkonini beradi.

Olingan natijalar tahlili va muhokamasi: Kattalar ta'limida individual o'quv trajektoriyasi tushunchasi. Individual o'quv trajektoriyasi deganda, kattalar tinglovchisining bilim darajasi, kasbiy tajribasi, shaxsiy maqsadlari, o'rganish sur'ati va qiziqishlarini hisobga olgan holda tuzilgan shaxsiy ta'lim yo'li tushuniladi. Kattalar ta'limida bu tushuncha ayniqsa muhimdir, chunki katta yoshdagi o'rganuvchi bilimni shunchaki akademik talablar asosida emas, balki aniq hayotiy va kasbiy ehtiyojlarni qondirish uchun egallaydi.

An'anaviy ta'lim tizimida barcha tinglovchilarga bir xil o'quv dasturi taklif etiladi, individual o'quv trajektoriyasi esa ta'lim jarayonini shaxsning o'ziga moslab qurishni ta'minlaydi. Bu yondashuv kattalarning o'qishga bo'lgan motivatsiyasini kuchaytiradi, ortiqcha vaqt va kuch sarfini kamaytiradi hamda bilimlarni tez va samarali o'zlashtirishga imkon yaratadi.

Sun'iy intellekt texnologiyalarining ta'lim jarayonidagi o'rni

Sun'iy intellekt texnologiyalari ta'lim jarayonida katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish, o'quv faoliyatini kuzatish va optimal qarorlar qabul qilish imkonini beruvchi zamonaviy vositalardir. Kattalar ta'limida sun'iy intellekt tinglovchilarning o'quv faoliyati haqidagi ma'lumotlarni to'plab, ularning bilim darajasi, xatolari, o'rganish tezligi va qiziqishlarini aniqlaydi hamda shu asosda moslashuvchan ta'lim yo'nalishlarini shakllantiradi.

Sun'iy intellektning mashinali o'rganish va ta'lim analitikasi texnologiyalari yordamida o'qitish jarayoni statik emas, balki dinamik tus oladi. Ya'ni ta'lim jarayoni davomida tinglovchining rivojlanishiga qarab o'quv mazmuni doimiy ravishda yangilanib boradi.

Sun'iy intellekt asosida individual o'quv trajektoriyalarini loyihalash jarayoni. Individual o'quv trajektoriyasini loyihalash bir nechta izchil bosqichlarda amalga oshiriladi. Dastlabki bosqichda sun'iy intellekt

yordamida tinglovchining boshlang'ich bilim darajasi va mavjud kompetensiyalari aniqlanadi. Bu jarayonda adaptiv testlar, diagnostik topshiriqlar va o'quv faoliyatini tahlil qilish mexanizmlari qo'llaniladi. Natijada tinglovchining qaysi yo'nalishlarda rivojlanishi zarurligi aniqlab olinadi.

Keyingi bosqichda sun'iy intellekt mazkur diagnostika natijalariga asoslanib, o'quv materiallarini tanlaydi va tartiblaydi. Tinglovchiga faqat zarur bo'lgan mavzular, uning kasbiy ehtiyojlariga mos topshiriqlar va amaliy mashg'ulotlar taklif etiladi. Bu esa kattalar ta'limida vaqtni tejash bilan birga bilimlarni chuqurroq o'zlashtirish imkonini yaratadi.

Ta'lim jarayoni davomida sun'iy intellekt o'rganish jarayonini doimiy monitoring qilib boradi. Agar tinglovchi muayyan mavzuda qiyinchilikka duch kelsa, tizim o'quv materialini qayta tushuntiradi, qo'shimcha misollar yoki soddalashtirilgan mashqlarni taklif etadi. Aksincha, tez o'zlashtirayotgan tinglovchilar uchun murakkabroq vazifalar berilib, individual rivojlanish sur'ati ta'minlanadi.

Sun'iy intellekt asosida individual o'quv trajektoriyalarini loyihalash andragogikaning asosiy tamoyillariga to'liq mos keladi. Ushbu yondashuv kattalarning mustaqil ta'lim olish ehtiyojini qo'llab-quvvatlaydi, ularning avvalgi tajribasini inobatga oladi va ta'limni amaliy muammolarni hal qilishga yo'naltiradi. Natijada o'qituvchi nazorat qiluvchi emas, balki ta'lim jarayonini boshqaruvchi va maslahat beruvchi rolini bajaradi. Bundan tashqari, sun'iy intellekt asosidagi individual ta'lim kattalarda refleksiya, ya'ni o'z o'quv faoliyatini tahlil qilish va baholash ko'nikmalarini rivojlantiradi. Bu esa ularning keyingi mustaqil o'rganish faoliyatiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Kattalar pedagogikasi (andragogika) — bu katta yoshdagi shaxslarni o'qitish, tarbiyalash va rivojlantirish qonuniyatlarini o'rganuvchi pedagogika fanining mustaqil tarmog'idir. U kattalar bilan ishlashning: nazariy asoslarini, metodlarini, shakl va vositalarini ilmiy jihatdan tadqiq qiladi.

“Andragogika” atamasi yunoncha *aner*, *andros* — “katta odam” va *agogos* — “yetaklovchi” so'zlaridan kelib chiqqan bo'lib, kattalarni o'qitishga yo'naltirilganlikni anglatadi.

XXI asrda bilimlar jamiyatining shakllanishi, texnologiyalarning jadal rivojlanishi va mehnat bozoridagi tezkor o'zgarishlar kattalar ta'limining ahamiyatini keskin oshirdi. Bugungi kunda kasbiy bilimlar qisqa muddat ichida eskirib borayotgani sababli, shaxs faqat bir marta olingan ta'lim bilan cheklanib qololmaydi. Shu nuqtayi nazardan umrboqiy ta'lim (*lifelong learning*) konsepsiyasi yetakchi o'ringa chiqmoqda.

Kattalar auditoriyasi o'zining yoshi, kasbiy tajribasi, hayotiy ehtiyoji, psixologik xususiyatlari bilan yosh o'quvchilardan tubdan farq qiladi. An'anaviy standart o'qitish usullari bu auditoriya uchun kam samarali bo'lib, individual yondashuvni taqozo etadi.

Sun'iy intellekt texnologiyalari aynan shu muammoni hal qilish imkonini beradi, ya'ni: har bir tinglovchining ehtiyojiga mos, moslashuvchan, real vaqtda yangilanadigan individual o'quv trajektoriyalarini loyihalashga xizmat qiladi.

Kattalar ta'limi pedagogikasi — andragogika — bu kattalarni o'qitish qonuniyatlarini, metodlari va tamoyillarini o'rganadigan fan sohasi hisoblanadi. Amerikalik olim M. Knowles andragogikaning quyidagi asosiy tamoyillarini belgilaydi:

- *katta yoshdagilar o'z o'qishini o'zi boshqarishni xohlaydi;*
- *o'qish jarayonida oldingi tajriba tayanch omil hisoblanadi;*
- *ta'lim amaliy muammolarni hal qilishga yo'naltirilgan bo'lishi kerak;*
- *ichki motivatsiya ustunlik qiladi.*

Sun'iy intellekt bu tamoyillarni texnologik jihatdan qo'llab-quvvatlaydi va amalda ro'yobga chiqaradi.

Individual o'quv trajektoriyasi — bu har bir kattalar tinglovchisi uchun alohida ishlab chiqiladigan moslashtirilgan o'quv yo'nalishi bo'lib, u quyidagilarni hisobga oladi:

- bilim darajasi (boshlang'ich, o'rta, yuqori),
- kasbiy kompetensiyalar,
- shaxsiy maqsadlar,
- o'rganish sur'ati va uslubi.

An'anaviy ta'limda barcha tinglovchilarga bir xil dastur taklif etilsa, individual trajektoriya ta'limni shaxsga moslashtiradi, natijada bilim olish jarayoni tezlashadi va samaradorlik ortadi.

Sun'iy intellekt texnologiyalari — bu katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilib, o'rganish jarayonini avtomatik boshqarishga qodir tizimlar majmuasidir. Ta'limda SI quyidagilarni amalga oshiradi:

- o'quv faoliyatini tahlil qiladi,
- xatolar sababini aniqlaydi,
- keyingi ta'lim bosqichini tavsiya etadi.

Bu jarayon mashinali o'rganish, ta'lim analitikasi va adaptiv o'qitish texnologiyalari orqali amalga oshiriladi.

Tahlillar shuni ko'rsatdiki, sun'iy intellekt texnologiyalari asosida loyihalangan individual o'quv trajektoriyalari kattalar ta'limida yuqori samaradorlikni ta'minlaydi. Avvalo, sun'iy intellekt yordamida tinglovchining bilim darajasi, kompetensiyalari va o'rganish sur'ati aniqlanadi. Shu asosda

o'quv mazmuni shaxsiy ehtiyojlarga mos holda tanlanadi.

Xulosa. Tadqiqot natijalariga ko'ra, sun'iy intellekt asosida tashkil etilgan ta'lim jarayonida:

- o'qitish moslashuvchanligi oshadi;
- bilimlarni o'zlashtirish vaqti qisqaradi;
- tinglovchilarning ichki motivatsiyasi kuchayadi;
- refleksiya va mustaqil ta'lim ko'nikmalari rivojlanadi.

Bundan tashqari, individual o'quv trajektoriyalari real vaqt rejimida yangilanib borilishi natijasida ta'lim jarayonida yuzaga keladigan qiyinchiliklar tezkor bartaraf etiladi.

Sun'iy intellekt texnologiyalari asosida kattalar ta'limida individual o'quv trajektoriyalarini loyihalash zamonaviy ta'lim tizimining eng muhim va istiqbolli yo'nalishlaridan biridir. Ushbu yondashuv kattalar ta'limining samaradorligini oshiribgina qolmay, ta'lim jarayonini shaxsga yo'naltirilgan, moslashuvchan va amaliy natijaga xizmat qiluvchi tizimga aylantiradi. Natijada kattalar ta'limi umrboqiy ta'lim konsepsiyasini amalda ro'yobga chiqarishga xizmat qiladi.



Adabiyotlar ro'yxati:

1. Садыкова Албина Венеровна Информационные технологии в начальных классах Ташкент; 2023 код-56646
2. Abrorxonova K.A. Raqamli pedagogika. O'quv qo'llanma. TDPU. –T.: 2025.
3. Fayziyeva M. Raqamli texnologiya. Darslik. TDPU. –T.: 2024.
4. Knowles M. S., Holton E. F., Swanson R. A. The Adult Learner. – London: Routledge, 2015.
5. Merriam S. B., Bierema L. L. Adult Learning: Linking Theory and Practice. – San Francisco: Jossey-Bass, 2014.
6. Норбоева, Ф. Р. (2020). Процесс преподавания иностранного языка в неязыковом вузе. Интернаука, (20-2), 74-76.
7. Норбоева, Ф. Р. (2020). Перевод маркетинговых терминов в сфере спорта с английского языка на русский. Интернаука, (26-2), 27-28.
8. Норбоева, Ф. Р. (2020). Использование интерактивных технологий при обучении студентов неязыковых вузов английскому языку. Молодой ученый, (22), 623-625.
9. Норбоева, Ф. Р. (2021). Использование интерактивных технологий при обучении студентов неязыковых вузов английскому. Academic research in educational sciences, 2(Special Issue 1), 73-79.

10. Норбоева, Ф. Р. (2019). Игра как средство обучения иностранному языку. Наука и образование сегодня, (7 (42)), 93-94.
11. Norboeva, F. R. (2020). The role of modern pedagogical technologies in the education system. *Наука и образование сегодня*, (6-2), 51-52.
12. Hayitov, A. I., & Ahmadova, G. N. (2025). The role of teaching the jadid heritage based on modern educational programs in the digital learning environment. *Multidisciplinary and Multi-dimensional Journal*, 4(11), 135-141.
13. Hakimov, F. N., & Ahmadova, G. N. (2025). The current role and importance of distance education in beginner classes. *Scientific approach to the modern education system*, 3(34), 95-98.
14. Norboyeva F.R. Pedagogical technology: application of clil technology. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 12(1), 168-175.
15. Норбоева, Ф. Р. (2019). Методы преподавания иностранных языков. Наука и образование сегодня, (6-2 (41)), 75-76.

UDK 63(091)+(575)

AMIR TEMUR DAVRIDA QISHLOQ XO'JALIGI VA AGRAR MUNOSABATLARNING O'RTA ASR VA ZAMONAVIY MANBALARDA O'RGANILISHI

O.A.Ostonov*

o.ostonov@tdau.uz,

<https://orcid.org/0000-0003-2666-7236>

Annotatsiya. Mazkur maqolada Amir Temur hukmronligi davrida qishloq xo'jaligi rivoji va agrar munosabatlarning o'ziga xos jihatlari ilmiy asosda tahlil qilinadi. Tadqiqotda o'rta asrlardagi yerga egalik qilish shakllari, yerdan foydalanish tizimi, dehqonlar va yer egalari o'rtasidagi iqtisodiy munosabatlar hamda davlatning agrar siyosatining asosiy yo'nalishlari yoritib beriladi. Shu bilan birga, sug'orish tizimlari, ariq va kanallar qurilishi, mavjud irrigatsiya inshootlarini ta'mirlash va ulardan samarali foydalanish masalalari ham tahlil qilinadi.

Maqolada temuriylar davrida qishloq xo'jaligining iqtisodiy taraqqiyotdagi o'rni, dehqonchilik madaniyatining rivojlanishi, yer resurslaridan oqilona foydalanish va davlat tomonidan qishloq aholisini qo'llab-quvvatlashga qaratilgan chora-tadbirlar ilmiy manbalar va tarixiy ma'lumotlar asosida o'rganiladi. Shuningdek, agrar munosabatlarning jamiyat ijtimoiy-iqtisodiy tuzilmasiga ko'rsatgan ta'siri va bu jarayonlarning keyingi davrlardagi rivojlanishga ta'siri ham tahlil qilinadi.

Tadqiqot natijalari Amir Temur davridagi agrar munosabatlarning shakllanishi va rivojlanish jarayonlarini chuqurroq anglashga xizmat qiladi hamda o'rta asrlar Markaziy Osiyo iqtisodiy tarixi bo'yicha ilmiy izlanishlarni boyitishga muhim hissa qo'shadi.

Kalit so'zlar: Amir Temur, munosabat, qishloq xo'jaligi, yer, egalik, irrigatsiya, tizim, dehqonchilik, barqarorlik, tarix.

ИЗУЧЕНИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И АГРАРНЫХ ОТНОШЕНИЙ В ПЕРИОД ПРАВЛЕНИЯ АМИРА ТИМУРА ПО СРЕДНЕВЕКОВЫМ И СОВРЕМЕННЫМ ИСТОЧНИКАМ

Аннотация. В данной статье на научной основе анализируются специфические аспекты развития сельского хозяйства и аграрных отношений в период правления Амира Тимура. Исследование охватывает формы землевладения в Средневековье, систему землепользования, экономические отношения между крестьянами и помещиками, а также основные направления государственной аграрной политики. Одновременно анализируются вопросы ирригации, строительства каналов и рвов, ремонта существующих ирригационных сооружений и их эффективного использования.

В статье на основе научных источников и исторических данных изучается роль сельского хозяйства в экономическом развитии в эпоху Тимуридов, развитие земледельческой культуры, рациональное использование земельных ресурсов и меры, принимаемые государством для поддержки сельского населения. Также анализируется влияние аграрных отношений на социально-экономическую структуру общества и влияние этих процессов на развитие в последующие периоды.

* Oybek Aliqulovich Ostonsov – tarix fanlari doktori, dotsent, Toshkent davlat Agrar universiteti «Ijtimoiy-gumanitar» fanlar kafedrası mudiri.

Результаты исследования способствуют более глубокому пониманию процессов формирования и развития аграрных отношений во времена Амира Тимура и вносят значительный вклад в обогащение научных исследований экономической истории средневековой Центральной Азии.

Ключевые слова: Амир Темура, отношение, сельское хозяйство, земля, собственность, орошение, система, земледелие, стабильность, история.

THE STUDY OF AGRICULTURE AND AGRARIAN RELATIONS DURING THE REIGN OF AMIR TEMUR IN MEDIEVAL AND MODERN SOURCES

Abstract. This article analyzes the specific aspects of the development of agriculture and agrarian relations during the reign of Amir Temur on a scientific basis. The study covers the forms of land ownership in the Middle Ages, the land use system, economic relations between peasants and landowners, and the main directions of the state's agrarian policy. At the same time, the issues of irrigation systems, the construction of ditches and canals, the repair of existing irrigation facilities and their effective use are also analyzed.

The article studies the role of agriculture in economic development during the Timurid era, the development of farming culture, the rational use of land resources, and measures taken by the state to support the rural population based on scientific sources and historical data. The impact of agrarian relations on the socio-economic structure of society and the impact of these processes on development in subsequent periods are also analyzed.

The results of the study serve to provide a deeper understanding of the formation and development processes of agrarian relations during the time of Amir Temur and make a significant contribution to enriching scientific research on the economic history of medieval Central Asia.

Keywords: Amir Temur, attitude, agriculture, land, ownership, irrigation, system, farming, stability, history.

Kirish. Insoniyat tarixi taraqqiyotida qishloq xo'jaligi iqtisodiy barqarorlik, ijtimoiy taraqqiyot va davlat qudratining asosiy tayanchi sifatida muhim o'rin tutib kelgan. Ayniqsa, o'rta asrlar davrida yerga munosabat, suvdan oqilona foydalanish, dehqonchilik va chorvachilik tizimining yo'lga qo'yilishi davlatning siyosiy barqarorligi bilan uzviy bog'liq bo'lgan. Shu ma'noda, XIV–XV asrlarda Markaziy Osiyoda yuksak markazlashgan davlat barpo etgan buyuk sarkarda va davlat arbobi — Amir Temur davrida qishloq xo'jaligining holati va taraqqiyotini o'rganish alohida ilmiy ahamiyatga egadir.

XIV asrning ikkinchi yarmi – XV asr boshlarida Movarounnahr va unga tutash hududlarda Amir Temur tomonidan barpo etilgan davlat Markaziy Osiyo tarixida siyosiy barqarorlik, iqtisodiy yuksalish va madaniy taraqqiyot davri sifatida namoyon bo'ldi. Ushbu taraqqiyotning asosiy iqtisodiy poydevori qishloq xo'jaligi bo'lib, agrar

ishlab chiqarish nafaqat aholini oziq-ovqat bilan ta'minlash, balki davlat moliya tizimi, harbiy yurishlar va shahar hunarmandchiligining barqaror faoliyati uchun ham hal qiluvchi ahamiyat kasb etgan. Amir Temur davrida qishloq xo'jaligi tizimi ilgari an'analarga tayangan holda qayta tiklandi, takomillashtirildi va markazlashgan davlat manfaatlariga bo'ysundirildi. Amir Temur 150 yillik mo'g'ul istibdodini tugatib, o'zaro nizo-parokandalikka chek qo'ydi, uning sa'y-harakatlari bilan kuchli markazlashgan davlat yuzaga keldi. Bu esa o'z navbatida ulug' saltanatda madaniy hayotning nafaqat jonlanishi, balki yuksalishiga zamin yaratdi. Mazkur jarayonni shaxsan Amir Temurni o'zi davlat siyosati darajasida qo'llab-quvvatladi. U o'z bunyodkorligini aynan davlat siyosati maqomida belgiladi [1.70].

Amir Temur va Temuriylar hukmronligi davrida ko'plab qishloq xo'jaligi mahsulotlari hunarmandchilik sanoati uchun

xom ashyo bo‘lib xizmat qilgan. To‘qimachilik, kulolchilik, qurilish, qandolatchilik va boshqa sohalarida ishlatiladigan xom ashyoning katta qismi qishloq xo‘jaligidan olingan. Shu bilan birga, qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi hunarmandchilik sanoati uchun xom ashyo bilan ta‘minlash uchun tobora ixtisoslashib bordi [2.]. Ushbu jarayonlar keyingi davrlarda ham davom etdi, hunarmandlari tomonidan tayyorlangan mahsulotlar savdosi Samarqand bozorlarida ham faol bo‘lgan. Samarqandlik tadbirkorlar qo‘shni hududlar va xorijiy mamlakatlar bilan faol savdo aloqalarini o‘rnatgan [3.43].

Material va metodlar: Bugungi kunda agrar sohada amalga oshirilayotgan islohotlar, yer va suv resurslaridan samarali foydalanish masalalari tarixiy tajriba bilan uzviy bog‘liqdir. Amir Temur davrida shakllangan yer egaligi munosabatlari, soliq tizimi va sug‘orish infratuzilmasi nafaqat o‘sha davr ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiyotini ta‘minlagan, balki keyingi Temuriylar davlati iqtisodiy siyosati uchun ham poydevor vazifasini o‘tagan.

Amir Temur davridagi qishloq xo‘jaligi tizimining tashkiliy-huquqiy asoslari, yer munosabatlari, sug‘orish tizimi va mehnat munosabatlarini tahlil qilishning nazariy-metodologik asosini tarixiylik, xolislik va tizimlilik tamoyillari tashkil etadi. Manba sifatida o‘rta asr muarrixlarining asarlari, jumladan, Zafarnoma hamda Temur tuzuklari kabi asarlar, shuningdek, zamonaviy tarixshunos olimlarning ilmiy ishlaridan foydalanildi. Qiyosiy-tarixiy tahlil, manbashunoslik va tizimli yondashuv usullari tadqiqot jarayonida qo‘llanildi. Ishning ilmiy yangiligi shundaki, Amir Temur davridagi qishloq xo‘jaligi tizimi kompleks tarzda — yer munosabatlari, soliq siyosati, irrigatsiya tarmoqlari va mehnat tashkiloti nuqtayi nazaridan yagona tizim sifatida tahlil etiladi. Shu bilan birga, mazkur davr agrar siyosati zamonaviy agrar islohotlar bilan qiyosiy jihatdan baholanadi. Tadqiqot natijalari Markaziy Osiyoda davlatchilik va iqtisodiy tafakkur tarixini chuqurroq anglashga xizmat

qiladi, shuningdek, agrar sohada tarixiy merosdan samarali foydalanish imkoniyatlarini ko‘rsatib beradi.

Olingan natijalar tahlili va muhokamasi: Amir Temur hukmronligi davrida qishloq xo‘jaligi va agrar munosabatlar Markaziy Osiyo iqtisodiy hayotining muhim tarkibiy qismi hisoblangan. Bu davrda yerdan foydalanish, sug‘orish tizimlarini rivojlantirish, dehqonchilikni qo‘llab-quvvatlash va yer munosabatlarini tartibga solish davlat siyosatida muhim o‘rin tutgan. Mazkur masalalarni o‘rganishda o‘rta asr tarixiy manbalari alohida ahamiyatga ega bo‘lib, ular orqali temuriylar davridagi agrar munosabatlarning mazmuni va xususiyatlarini aniqlash mumkin.

Amir Temur saltanati qishloq xo‘jaligi tarixining moddiy tarixi haqida A. Jukovskiy [4.], S.K. Kabanov [5.], G.Gulomov, M.Ye. Masson, I.A.Suxarev [6], Yu.F. Buryakovaning tadqiqotlarida aynan Temur davridagi qishloq xo‘jaligi uchun bizgacha yetib kelgan vohalardan Zarafshon (Zarafshon vohasi o‘z navbatida o‘zining tabiiy xususiyatlariga ko‘ra uch qismga – yuqori¹, o‘rta² va quyi³ Zarafshon vohalariga bo‘lingan) hududidagi islohatlar haqida bir qancha qimmatli ma‘lumotlarni keltirish mumkin [7.].

Amir Temur davriga oid yozma manbalar orasida G‘iyoziddin Ali, Nizomiddin Shomiy, Sharafuddin Ali Yazdiy, Rui Gonsales de Klavixo, Ibn Arabshoh, Boburnoma va boshqalarning asarlarini birlamchi manba sifatida muhim ahamiyatga ega.

V.A. Jukovskiyning “Qadimgi Marv xarobalari” asari Marv mintaqasini

¹ Zarafshon daryosining yuqori oqimida joylashgan va bevosita daryoni suv bilan ta‘minlovchi irmoqlar yuzaga kelgan yerlar bo‘lib, bu yerda Urgut, Qoratepa, Panjakent, Mohiyon, Farob, Kishtut, Matchoh, Yag‘nob, Falgar, Fan, Urmitan, Varzimnor hududlarini joylashgan edi.

² Zarafshon vohasining aholisi eng zich va unumdor qismi bo‘lib Samarqand, Kattaqo‘rg‘on, Chelak, Yangiqo‘rg‘on, Payshanba hududlarini joylashgan.

³ Zarafshon daryosining quyi oqimida joylashgan hududlar bo‘lib, Ziyovuddin va Xatirchi hududlarini

o'rganishga bag'ishlangan. Yozma manbalar va arxeologik ma'lumotlarga asoslanib, Jukovskiylar Temuriylar davrida Marv vohasining sug'orish tizimini va bu mintaqadagi qishloq xo'jaligi holatini tasvirlash uchun muhim ma'lumotlarni taqdim etadi [8].

S.K. Kabanov Amir Temur davrida Eski Anhor kanalining uchga bo'linishi bo'yicha arxeologik tadqiqotlar olib borgan [9]. Uning tadqiqot natijasida qadimgi irrigatsiya tizimining davomchisi, XIV asr oxirida qayta tiklangan va kengaytirilgan magistral kanal sifatida talqin qiladi. Undan tashqari bir qancha rekonstruksiya ishlari jumladan Chirchiq daryosidan suv chiqarish tizimi tartibga solinganligi, yangi tarmoqlar orqali sug'oriladigan yerlar kengaytirilgan. Kabanovning fikricha, bu jarayon markazlashgan davlat siyosatining natijasi bo'lib, poytaxt mintaqalarini iqtisodiy mustahkamlashga qaratilgan edi.

Xorazmning sug'orish va dehqonchiligi bilan bog'liq masalalarni o'rganishda Ya. G'. G'ulomovning "Xorazmning sug'orish tarixi" asari katta ahamiyatga ega [10.], unda muallif boy arxeologik materiallar va yozma manbalardan foydalangan holda bunday xulosaga kelganligi haqida xulosa beradi.

Ya. Suxarev tomonidan olib borilgan tadqiqotda Amir Temur davrida qurilgan Bog'i Dilkushoning joylashuvi aniqlangani ta'kidlangan [11.]. Shu bilan birgalikda shu davrni yirik tadqiqotchilaridan hisoblangan M.Ye Masson ham, Amir Temur tomonidan qurilgan Davlatobod bog'ining joylashuvini ham aniqlagan [12.].

Yuriy Buryakov Shohruxiya shahrida arxeologik tadqiqotlar olib bordi va don, don mahsulotlari va boshqa mahsulotlarni saqlash uchun keng qo'llaniladigan keramika buyumlarini topdi. Xususan, donni saqlash uchun ishlatiladigan katta kulolchilik maydoni - katta xumlar topilib o'rganilgan [13.].

Temuriylar sulolasining tarixi bo'yicha manbalar keng bo'lsa-da, ular qishloq xo'jaligi tarixi bo'yicha to'liq emas.

Yaqin o'tmishda va mustaqillik yillarida o'zbek tiliga tarjima qilingan va nashr etilgan tarixiy asarlar qishloq xo'jaligi masalalarini o'rganish uchun asos bo'lib xizmat qildi.

G'iyoziddin Ali ibn Jamol al-Islom Yazdiyning "Roznomai g'azavot Hindiya" ("Hindistonga yurish kundaligi") asari [14.] 1399 va 1403-yillar oralig'ida yozilgan. G'iyosiddin Alining bu asari Amir Temur va uning davri tarixini o'rganish uchun qimmatli manba hisoblanadi. Biroq, u qishloq xo'jaligi yoki iqtisodiy masalalarga qaraganda ko'proq harbiy yurishlar va Hindistonning siyosiy jihatlariga e'tibor qaratadi.

Shunga qaramay, kundalikda Temur o'z yurishi davomida bosib olgan hududlarning qishloq xo'jaligi yoki iqtisodiy holati haqida bilvosita ma'lumotlar mavjud. Masalan, u o'zi va qo'shini bosib o'tgan landshaftlarni tasvirlab berishi yoki ular o'tgan shahar va qishloqlarni tilga olib, bu hududlardagi qishloq xo'jaligining turi va darajasi haqida ma'lumotlar berib o'tadi.

Amir Temur davridan qolgan manbalardan biri "Zafarnoma" asaridir [15.], Nizomiddin Shomiy (vafot etgan yili 1409) tomonidan yozilgan ushbu asar 1402 va 1404 yillar oralig'ida Amir Temurning iltimosiga binoan yozilgan. Unda vaqflar, vaqf tizimlari va boshqa masalalar haqida ham ma'lumotlar mavjud.

Ispaniya elchisi Ruy Gonsales de Klavixoning "Samarqandga sayohat kundaligi - Amir Temurning tashrifi" asari Amir Temur hukmronligi davrida qishloq xo'jaligi tarixini o'rganishda katta ahamiyatga ega. Klavixo 1403-1406 yillarda o'sha davrning qudratli mamlakati hisoblangan Ispaniyadan elchi sifatida Movarunnahrga sayohat qilgan. Klavixo elchi sifatida bo'lgan paytida Movarunnahr va qirolik hududlarida ko'rganlarini yozib qoldirgan [16.].

Kitobda Movarunnahr bog'lari, mevalar, qishloq xo'jaligi ekinlari, don va boshqalar haqida Samarqand va atrof hududlari juda «boy» yurt sifatida tasvirlanadi — dehqonchilik mahsulotlari, jumladan don (g'alla), mevalar ko'p bo'lgan va bu mahsulotlar poytaxt bozorida yetarli darajada

yetkazilganligi qayd etiladi. Ayniqsa mevalar, jumladan shirin mevalar va uzum anor kabi bog' mahsulotlari haqida Klavixo ijobiy fikr bildiradi — ular mavsumida juda ko'p yetishtirilgan va bozorda keng tarqalganligini e'tirof etib o'tadi. Asardagi tasvirlar bo'yicha yerlar unumdor va sug'orilgan bo'lib, don haqida to'g'ridan to'g'ri sanab o'tilmasa ham, yerning unumdorligi, hosildorligi va shahardagi oziq ovqat ta'minoti yetarli ekanligi haqida ma'lumot beriladi. Asarda oziq-ovqat va kundalik hayotdagi turmush tarzi haqida, safar va qabul marosimlarida meva, oziq ovqatlar mehmonlarga taqdim etilgan tasvirlar topiladi bu esa o'sha davrda qishloq xo'jaligi mahsulotlarining yetarlicha ishlab chiqarilganini va uni davlat darajasida tashkillashtirilganini ko'rsatadi.

Amir Temur davridagi dehqonchilik tarixiga oid yana bir mashhur manba "Zafarnoma"dir [17.], uni yozgan Sharafuddin Ali Yazdiy (vafoti 1454), Amir Temur hayoti va faoliyati hamda uning hayoti davomida erishgan g'alabalariga bag'ishlangan bo'lsa-da, unda qishloq xo'jaligi va agrar munosabatlar haqida ham ma'lumotlar mavjud.

Yazdiyning asarida Temur nazorati ostidagi hududlar va ularning boyliklari, jumladan, qishloq xo'jaligi yerlari tasvirlangan. Asarda Temur bu yerlarni qanday boshqargani, u joriy etgan qishloq xo'jaligi siyosati, u foydalangan soliq tizimlari va aholining turli qatlamlari o'rtasida mavjud bo'lgan ijtimoiy-iqtisodiy munosabatlar haqida ma'lumotlar mavjud.

Ibn Arabshoh-Shihobiddin Ahmad ibn Muhammad ibn Ibrohim (1389 - 1450) "Aja'ib al-Makdur fi Axbori at-Taymur" ("Temur xabarlarida taqdir mo'jizalari") asarini yozgan [18.]. Amir Temur davriga oid muhim manbalardan biridir. Asarda Amir Temurning sug'orish tizimlari, bog'lari, mevalari va boshqa qishloq xo'jaligi mahsulotlari haqida ma'lumotlar mavjud. Shunday bo'lsada asarda Temurning siyosiy va harbiy faoliyati — urushlar, diplomatiya, strategik voqealarni markazga oladi. Shu sababli u qishloq xo'jaligi, sug'orish tizimlari

yoki bog'dorchilik tizimi haqida strukturaviy, tizimli bayonot bermaydi.

Amir Temur davridagi davlatchilik tarixiga oid yana bir muhim asar "Temur tuzuklari"dir [19]. "Temur tuzuklari"da dehqonchilik, dehqonlar uchun yaratilgan imkoniyatlar, ularga solinadigan soliqlar, vaqf va suyurg'ol tizimlari haqida ma'lumot olish mumkin.

Muiniddin Natanzining «Muntaxab ut-tavorixi Muiniy» asarida [20.] Amir Temur davrida vaqf mulkchiligi, soliqlar va boshqa to'lovlar, shuningdek, Amir Temur davrida yer egaligi va soliq tizimi bilan bog'liq bir qator boshqa masalalar haqida ma'lumot topish mumkin.

Shahobiddin Abdulloh ibn Lutfulloh ibn Abdurashid al-Xavofiy - Hofizi Abru (1431-yilda vafot etgan) ham Amir Temur davrining eng yaxshi tarixchilaridan biri hisoblanadi. U "Majmu'ay Hofizi Abro" va «Zubdat ut-tavorixi Boysung'uriy» («Boysung'ur tarixlari sarasi») kabi bir qancha asarlar muallifi. «Zubdat ut-tavorixi Boysung'uriy» asari Temuriylar saltanatining qishloq xo'jaligi tarixini o'rganishda muhim o'rin tutadi.

Amir Temur davri tarixchilaridan biri Fosih Ahmad ibn Jaloliddin Muhammad al-Xavofiydir. Uning "Mujmali fasihiy" ("Fasihiylar to'plami") nomli asari [21.]. U 1441-1442-yillarda yozilgan. Unda shuningdek, qishloq xo'jaligi va chorvachilik tizimlari haqida ma'lumotlar mavjud. "Mujmali Fasihiy" asarida Temuriylar davrida shaharlar atrofida, xususan Samarqand va boshqa markazlarda barpo etilgan bog'lar haqida ma'lumotlar uchraydi. Bu bog'lar u yoki bu hududda qaysi yilda tashkil etilgani aniq sanalar bilan beriladi, ya'ni tarixchi ularni bevosita voqea sifatida qayd etgan. Asarda qaysi hosillar ekilgani, don yetishtirilishi, meva yoki chorvachilik mahsulotlari haqida mustaqil bo'lim yoki keng tahlil keltirgani haqida aniq ma'lumot yo'q. Manbalar shuni ko'rsatadiki, asar ko'proq voqealar solnomasi bo'lib, shaxslar, hukmdorlar, siyosiy voqealar, madaniy hayot haqida ko'proq ma'lumotlar keltirilgan

bo'lsada, bog'lar, masjidlar, madrasalar kabi obidalar qurilishi haqida ham bir qancha ma'lumotlar bayon qiladi.

Amir Temur davridagi voqealarni tasvirlab bergan tarixchilardan biri Kamoliddin Abdurrazzoq ibn Mavlono Jaloliddin Ishoq as-Samarqandiy (1413-1483) bo'lib, uning "Matlay Sadayn va Majma'i Bahrayn" ("Ikki xayrli yulduzning kelib chiqishi va ikki dengizning qo'shilishi joyi") asari bor [22.], 1470-yilda yozilgan ushbu asarda Amir Temur, Shohrux Mirzo, Ulug'bek va boshqa Temuriy hukmdorlarining qishloq xo'jaligi tarixi haqida qimmatli ma'lumotlar mavjud.

Abdurrazzoq Samarqandiy Abu Saidga vaqflarning mulki va yer egaligi, shuningdek, Shohrux hukmronligining boshidan beri Temuriylar davlatidagi soliq tizimi haqida ma'lumot beradi. "Matlay Sadayn"da tadqiqotlarda tilga olinmagan ayrim soliqlar, masalan, daromad solig'i (dudi) haqida ma'lumot topamiz.

"Rauzat us-Safo" ("Poklik bog'i") asari muallifi mashhur tarixchi Mirxond (1433-1498) va uning nabirasi G'iyoziddin ibn Humamiddin Xondamir (1475-1535) "Habib-us-siyar fi axbor" va afro'z ul-bashar ("Inson xabarleri va majburiyatlarida do'stning hayoti") asarlari [23.] va boshqa asarlar [24.] Amir Temur davri ham manbashunoslikda alohida o'rin tutadi. Garchi bu asar 1524-yilda yakunlangan bo'lsa-da, qo'shimchalar natijasida 1529-yilda yakunlandi.

"Rauzat us-safo"da (VI-VIII qismlar) qishloq xo'jaligi tarixi bilan bog'liq ko'plab masalalar bo'yicha boy ma'lumotlarni topishimiz mumkin: yer egaligi va Temuriylar davlatining soliq tizimi, oxirgi Temuriylar, xususan, Sulton Husayn Boyqaro hukmronligi davrigacha bo'lgan davr aks ettirilgan.

Zahiriddin Muhammad Bobur (1483-1530) [25.] Temur va temuriylar davri shaharlari, ularning suv havzalari, mevalari va boshqa qishloq xo'jaligi mahsulotlari haqida qimmatli ma'lumotlarni o'z ichiga oladi.

"Boburnoma" — Zahiriddin Muhammad Boburning xotiralari bo'lib, unda

qishloq xo'jaligi va qishloq xo'jaligidagi ijtimoiy mehnat taqsimoti haqida ba'zi ma'lumotlar mavjud. Bobur sayohatlari davomida tashrif buyurgan turli joylarni tasvirlaydi va u yerda kuzatgan tuproq turlari, iqlim sharoiti va qishloq xo'jaligi usullari haqida to'xtaladi.

Masalan, u ma'lum bir hududda yetishtirilgan ekinlar, qo'llanilgan sug'orish usullari va qishloq xo'jaligi ishchilari tabiiy sharoitlar tufayli duch kelishi mumkin bo'lgan qiyinchiliklarni tilga olgan.

Bobur XV asr oxirida Markaziy Osiyoning bir qator mintaqalarida yer egaligining tabiati haqida juda muhim ma'lumotlar yozgan. "Boburnoma"da biz Markaziy Osiyoning turli mintaqalarida yetishtirilgan turli xil qishloq xo'jaligi ekinlarining eng batafsil tavsifini topamiz. "Boburnoma" XV asr oxirida Markaziy Osiyo va Xurosonning ijtimoiy-iqtisodiy tarixi bilan bog'liq bir qator masalalarni yoritish uchun qimmatli manba hisoblanadi. XVI asrning birinchi choragida Fozil Haraviy tomonidan tuzilgan qishloq xo'jaligi texnologiyasi bo'yicha "Irshod az-Ziraat" risolasidan qimmatli ma'lumotlar keltirilgan. U O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Sharqshunoslik instituti arxivida saqlanadi. Mazkur asarda turli xil don turlari: yangi o'simliklar, mevali daraxtlar, uzum navlari, sabzavotlar va boshqalar haqida ma'lumotlar mavjud. Risolada Hirot vohasi tilga olinadi, ammo Markaziy Osiyoning aksariyat janubiy mintaqalarining iqlim sharoiti Hirot vohasinikidan unchalik farq qilmagani uchun, "Irshod az-Ziraat"da tilga olingan o'simlik turlari va navlarining ko'pi Markaziy Osiyoda ham topilgan deb taxmin qilish mumkin [26.].

"Irshod az-Ziraat" aslida Qosim ibn Yusuf Abu Nasri Haraviy tomonidan 1515-yilda yozilgan va yakunlangan. Ushbu qo'llanma Temur va keyingi davr temuriylar davridagi qishloq xo'jaligi amaliyotlari bo'yicha muhim manba hisoblanadi.

Ushbu qo'llanmada markaziy Osiyoda va Fors Eron madaniy makonida XIII–XVI asrlarda agrar amaliyot va agronomiya bo'yicha yozilgan qishloq

xo'jaligiga oid qo'llanma bo'lib, u Fozil Haraviy nomi bilan an'anaviy tasniflangan asarlar qatoriga kiradi. Ushbu risolaning ma'nosi va unda agrar mavzular — o'simliklar, mevali daraxtlar, uzum, sabzavotchilik va bog'dorchilik bo'yicha keltirilgan asosiy yo'nalishlar haqida ilmiy asoslangan umumiy ma'lumotlar keltiriladi:

Irshod al Ziraa — klassik agronomik qo'llanma bo'lib, u 8 ta bobga bo'lingan:

1. *Tuproq turlari va hosildorlikka ta'siri*
2. *Sug'orish, ekin ekish vaqtini belgilash va tuproqni himoya qilish*
3. *Don va boshqa mayda ekinlar yetishtirish*
4. *Uzumchilik (vinsetish)*
5. *Bog'chilik — sabzavot, gul va boshqa ekinlar*
6. *Daraxtchilik – mevali daraxtlar va ularni parvarishlash*
7. *Payvand qilish, navlarni baholash, mahsulotni saqlash, apisektor (asalchilik)*
8. *Ko'p bo'lakli bog' (chahār bāg) va uning tashkili*

Bu tuzilishdan ko'rinadiki, asar qishloq xo'jaligi nazariyasi va amaliyotini to'la qamrab olgan manbadir — u yer, sug'orish, ekinlar, uzum, bog'lar va daraxtlarni yetishtirish bo'yicha tizimli bayonotlar beradi.

Undan tashqari asarda tuproq turlari va ularning hosildorlikka ta'siri haqida ilmiy tavsiflarga o'rin beriladi. Bu bobda tuproqni yaxshi ishlov berish, o'g'itlash, sug'orish vaqtlarini belgilash kabi agrar amaliyotlar yoritilgan. Aynan don, leguminlar va boshqa dalachilik ekinlari yetishtirish texnikasi haqida bo'lim mavjud — u ekinlar navlari, urug'lik tanlash, ekish jadvali va ularga g'amxo'rlik usullarini keltirib o'tiladi. Risolada uzum yetishtirish (vinsetish) bo'yicha alohida bo'lim mavjud bo'lib, unda uzum navlari, toklar parvarishi, sug'orish, daraxtchilik bilan integratsiyalashgan agrotehnika haqida aniq yo'riqnomalar beriladi hamda sabzavotlar va ko'k o'simliklar yuksak mahsuldor ekin sifatida ko'rib chiqiladi; ularning ekish, parvarish va

yig'im terim vaqtlarini belgilovchi texnik tadbirlar, mevali daraxtlarni payvand qilish, ularni turli sharoitlarda moslashtirish, mahsulotni saqlash, qonuniy yig'ish hamda qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlash bo'yicha amaliy bilimlar ham mavjud.

Shuning uchun, ushbu manbani o'rganish mintaqadagi, jumladan, Temuriylar davridagi qishloq xo'jaligi amaliyotlarini va ularning vaqt o'tishi bilan evolyutsiyasini yaxshiroq tushunishga yordam beradi.

Ikkinchi toifadagi manbalarga hujjatli materiallar kiradi. Xususan, bu borada muhim manbalardan biri Abdulloh Marvoridning "Tarassul" ("Maktublar") nomli hujjatlar to'plamining nusxalari to'plamidir.

Ushbu to'plamda asl hujjatlarning ko'plab nusxalari mavjud bo'lib, ularning aksariyati Sulton Husayn Boyqaro hukmronligi davriga oid. Xususan, bir nechta shaxslarni tayinlash to'g'risidagi farmonlar (imzolar) nusxalari tadqiqot uchun qimmatlidir. Ushbu farmonlar mamlakatning vaqf boshqaruv tizimi, sadrlarning huquqlari, sadr va uning amaldorlari foydasiga vaqf mulkidan olinadigan soliqlar va boshqalar haqida ma'lumot beradi. Tarasulda shuningdek, ta'xis hujjatlari va bir nechta farmonlarning nusxalari mavjud. Bu Amir Temur davrida vaqf yerlariga egalik qilishni o'rganish uchun juda muhimdir. Vaqf yerlariga egalik qilish va ularni boshqarish bilan bog'liq hujjatlardan tashqari. Ushbu to'plamda Amir Temur davlatining soliq tizimi bo'yicha umumiy tarixiy manbalardan olingan ma'lumotlarni to'ldiradi. Shuningdek, Temuriylar davridan qolgan bir qator asl fundamental hujjatlar ham qiziqish uyg'otadi, ularning aksariyati tadqiqotchilar tomonidan nashr etilgan. Ular orasida Amir Temur davridan qolgan fundamental hujjat ham bor [27]; Ishratxona hadyasi [28.] va Nosir Xisrav qabrini sovg'a qilish to'g'risidagi hujjat [29].

O.D.Chexovichning XV-XVI asrlarga oid Samarqand hujjatlari (Xoja Ahrorning Markaziy Osiyo va Afg'onistondagi mulklari) to'plami ham tegishli ma'lumotlarni o'z ichiga oladi va ilmiy asarni yozish jarayonida foydalanilgan [30]. Ushbu muallif Amir

Temur va uning vorislari davrida qishloq xo'jaligi va siyosat o'rtasidagi munosabatlarni, jumladan, diniy va madaniy omillarning qishloq xo'jaligi va yerdan foydalanishni tashkil etishga ta'sirini muhokama qildi. Shuningdek, u qishloq xo'jaligi va yerdan foydalanishga muayyan yondashuvlarni ilgari surdi. Xususan, u qishloq xo'jaligida yirik yer egalari bilan bir qatorda ilohiyotshunoslarning ta'sirini ham ko'rib chiqdi.

Xulosa. Amir Temur hukmronligi davrida qishloq xo'jaligi va agrar munosabatlarga oid manbalar ilmiy jihatdan tahlil qilindi. Manbalar tahlili shuni ko'rsatadiki, temuriylar davrida qishloq xo'jaligi davlat iqtisodiyotining asosiy tarmoqlaridan biri bo'lib, uni rivojlantirishga alohida e'tibor qaratilgan. Yer resurslaridan samarali foydalanish, sug'orish tizimlarini tiklash va kengaytirish, dehqonchilikni rag'batlantirish kabi chora-tadbirlar mamlakat iqtisodiy barqarorligini ta'minlashda muhim omil bo'lgan. O'rta asr muarrixlari tomonidan yozilgan asarlar, jumladan Temur tuzuklari va boshqa tarixiy manbalarda qishloq xo'jaligi, yerdan foydalanish tartibi hamda dehqonlar va yer egalari o'rtasidagi munosabatlar haqida qimmatli ma'lumotlar keltirilgani aniqlandi. Ushbu manbalarda davlatning agrar siyosatini tartibga solish, yerlarni muhofaza qilish va irrigatsiya tizimlarini rivojlantirish orqali qishloq xo'jaligi mahsuldorligini oshirishga katta ahamiyat berilgani ta'kidlanadi.

Shuningdek, manbalar tahlili Amir Temur davrida agrar munosabatlar

jamiyatning ijtimoiy-iqtisodiy hayoti bilan uzviy bog'liq bo'lganini ko'rsatadi. Yerga egalik qilish shakllari, soliq tizimi va mehnat munosabatlari dehqonchilik rivojiga muayyan darajada ta'sir ko'rsatgan. Bu holat esa qishloq xo'jaligining davlat iqtisodiyotidagi muhim o'rnini yanada mustahkamlagan.

Xulosa qilib aytganda, Amir Temur davrida qishloq xo'jaligi va agrar munosabatlarni tartibga solishga qaratilgan siyosat mamlakat iqtisodiy taraqqiyoti va aholi farovonligini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etgan. Manbalar tahlili shuni ko'rsatadiki, temuriylar davrida shakllangan agrar boshqaruv tajribasi o'rta asrlar Markaziy Osiyo iqtisodiy tarixi va agrar munosabatlar rivojini o'rganishda muhim ilmiy ahamiyatga ega. Qishloq xo'jaligi va agrar munosabatlar davlat iqtisodiy tizimining muhim va barqaror tarkibiy qismi hisoblanib, manbalar tahlili asosida aniqlanishicha, yer resurslaridan oqilona foydalanish, sug'orish inshootlarini tiklash va rivojlantirish, dehqonchilikni rag'batlantirish hamda agrar munosabatlarni tartibga solish davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri bo'lgan.

Demak, Amir Temur davrida shakllangan agrar boshqaruv tajribasi va qishloq xo'jaligi siyosati Markaziy Osiyoda o'rta asrlar iqtisodiy taraqqiyotini tushunishda muhim ilmiy manba sifatida xizmat qiladi hamda mazkur davr agrar munosabatlarini tadqiq etishda muhim nazariy va metodologik ahamiyatga ega.



Adabiyotlar ro'yxati:

1. Мавланов Ў., Холиқулов А., Усаров У. Ўзбекистонда ер-сув муносабатлари тарихидан. – Тошкент: «TURON-IQBOL», 2018. 70-6.
2. Journals, Innovative Academic. "Amir Temur and Interaction of Agriculture and Crafts in and Timurid Empire." Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science, 2022.
3. Остонов, О.А. (2025) «Некоторые особенности развития торговли ремесленными изделиями в Туркестане (на примере Зарафшанской долины в конце XIX – начале XX в.)», Журнал Белорусского государственного университета. История, (2), с. 43
4. Жуковский В. А. Развалины старого Мерва. Матер, по археол. России, 16. - СПб. 1894.

5. Кабанов С. К. Археологические наблюдения на строительстве Иски-Ангарского канала. История материальной культуры Узбекистана, вып. 1. Ташкент, 1959, стр. 173.
6. Археология Центральной Азии: архивные материалы. Том III / И.А.Сухарев. Археологические исследования и составление археологической карты Самаркандской области. - Самарканд: МИЦАИ, 2016. -310.
7. Буряков Ю.Ф., Ташкент Шахрухия - крупный торгово-ремесленный центр средневекового Мавераннахра (по археологическим источникам) узбекистон урта асрларда: тарих ва маданият. Тарих фанлари доктори, профессор Розия Галиевна Мукминованинг 80-йиллик юбилейига бағишланади (Халқаро анжуман маърузалари). -Тошкент, 2003. - С. 103.
8. Жуковский В. А. Развалины старого Мерва. Матер, по археол. России, 16. -СПб.,1894.
9. Кабанов С. К. Археологические наблюдения на строительстве Иски-Ангарского канала. История материальной культуры Узбекистана, вып. 1. -Ташкент, 1959, стр. 173.
10. Я. Г. Гулямов . История орошения Хорезма с древнейших времен до наших дней. - Ташкент, 1957.
11. Археология Центральной Азии: архивные материалы. Том III /И.А. Сухарев. Археологические исследования и составление археологической карты Самаркандской области. - Самарканд: МИЦАИ, 2016. -310.
12. Массон М.Е. О местонахождении сада Тимура Давлят-абад. Известия Средазкомстариса. Вып. 3, с. 43-48.
13. Буряков Ю.Ф., Ташкент Шахрухия - крупный торгово-ремесленный центр средневекового Мавераннахра. (Узбекистон ўрта асрларда: тарих ва маданият. Тарих фанлари доктори, профессор Розия Галиевна Мукминованинг 80-йиллик юбилейига бағишланади (Халқаро анжуман маърузалари) -Ташкент, 2003. -С. 103.
14. Гияс ад-Дин Али. Дневник похода Тимура в Индию /Пер. с перс., предисл. и примеч. А.А. Семенова. -М.: Наука, 1958. -205 с.
15. Низомиддин Шомий. Зафарнома / Форс тилидан угирувчи Юнусхон :Хақимжонов. - Ташкент: Узбекистан, 1996. -527 б.
16. Клавихо Руи Гонсалес де. Самарқандга-Амир Темур сайройига саёхат кундалиги (1403-1406 йиллар).-Тошкент: Узбекистан, 2010.
17. Шарафиддин Али Яздий. Зафарнома (Мовароуннахр воқеалари 1360-1370) / Масъул муҳаррир, сўзбоши муаллифи ва нашрга тайёрловчи А.Уринбоев. Таржимон О.Буриев. - Ташкент: Камалак, 1994. -288 б.; Шарафиддин Али Яздий. Зафарнома / Сузбоши, таъдил, изоҳлар ва курсаткичлар муаллифлари Ашраф Аҳмад,: Ҳайдарбек Бобобеков. - Ташкент: Шарқ, 1997. -384 б.
18. Ибн Арабшоҳ;. Ажойиб ал-мадур фи тарихи Таймур / Суз боши, араб тилидан таржима ва изоҳлар муаллифи У Уватов. 2 жилдли. -Ташкент: Мехнат, 1992.
19. Темур тузуклари / Форсчадан Алихан Соғуний ва Хабибулло Кароматов таржимаси. Сузбоши ва изоҳлар, умумий таҳрир академик Б.Ахмедовники. -Ташкент: Адабиёт ва санъат, 1996. -382 б.
20. Муиниддин Натанзий. Мунтахаб ут-тавориҳи Муиний. - Ташкент: Ўзбекистон, 2011. 261 б.
21. Фасих Аҳмад ибн Джалаладдин Мухаммад ал-Хавафи. Муджмали Фасихи (Фасихов свод)/Пер. с. перс., комментарии и указатели Д.Ю.Юсуповой. -Ташкент: Фан, 1980. -346 с.
22. Абдурраззоқ Самарқандий. Матлаъи саъдайн ва мажмаи баҳрайн / Форс-тожик тилидан таржима, кириш сўз, изоҳ; ва луғатлар А. Уринбоевники. -Ташкент: Фан, 1969. Т. 2. I-1\ИСМ.-463 б.

23. Хондамир. Хабиб ас-сияр. УзР ФА Шарқшунослик институтининг тошбосмалар жамғармаси. Инв. № 8979.
24. Хондамир. Дастур ул вузаро. УзР Фа Шарқшунослик институтининг кулёмалар фонди. Инв. № 55/1; Уша муаллиф. Номайи номий. УзР ФА Шарқшунослик институтининг кулёмалар фонди. Инв. № 801 ва бошқалар.
25. Бобур Захириддин Мухаммад. Бобурнома. -Ташкент: Юлдузча, 1989. -368 б.
26. Махмудов Н. Земледелие и аграрные отношения Средней Азии В XIV-XV вв. Ответственный редактор кандидат исторических наук А. М. Беленицкий. -Душанбе: Дониш, 1966. -С.7.
27. Чехович О.Д Вакфный документ времени Тимура из коллекции Самаркандского музея. Эпиграфика Востока, IV, 1951.
28. В. Л. Вяткин. Вакфный документ Ишратхана. Мавзолей Ишратхана. Моногр. сб. под ред. проф. М. Е. Массона. Ташкент, 1958.
29. Устод Халил Аллах Халили. Ямган. Гос. изд.-во Афганистана «Энис Мухаммад Ибрагим Аббас», 1338 (шамси). Первая васика.
30. Чехович О.Д. Самаркандские документы XV - XVI вв. (О владениях Ходжи Ахрара в Средней Азии и Афганистане). -Москва: Наука, 1974. 631 с.

УДК 37.013.73+37.038

ВНЕДРЕНИЕ АКМЕТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ УСПЕШНОЙ РАБОТЫ С ГАРМОНИЧНО-РАЗВИТОЙ МОЛОДЕЖЬЮ

Г.Х.Тиллаева*

gulsanamhamdamovna@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0000-5987-6398>

AKMETEXNOLOGIYANI TA'LIMGA JORIY ETISH BARKAMOL RIVOJLANGAN YOSHLAR BILAN MUVAFFAQIYATLI ISHLASH USULLARIDAN BIRI SIFATIDA

Annotatsiya. Inson o'z taraqqiyoti davomida akmeologik rivojlanishning qay darajasiga ko'tarila oladi, uning voqelikka bo'lgan munosabatlarida qanday qadriyatlar o'z aksini topadi, o'z mehnatida jamiyat uchun eng muhim natijalarning qanday ijodkori bo'la oladi, degan umumiy savollar barcha mutaxassislarni qiziqtiradi. Maqoladan aynan shu masalalarning yechimi joy olgan.

Kalit so'zlar: akmeologiya, akme-shaxs, aql, buyuklik, yetuklik, professionallik, ijodiy professionallik, fikrlash, tepalik, kasbiy kasbiy mukammallik, mukammal, ko'tarish, yuqori texnologiyalar, qiymat, mukammallik.

ВНЕДРЕНИЕ АКМЕТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ КАК ОДИН ИЗ СПОСОБОВ УСПЕШНОЙ РАБОТЫ С ГАРМОНИЧНО-РАЗВИТОЙ МОЛОДЕЖЬЮ

Аннотация. В статье рассматривается вопрос о философских аспектах акмеологической науки, объектом которого является гармонично развитый человек. Идёт философский анализ новой инновационной области знаний в системе наук о человеке – акмеология.

Ключевые слова: акмеология, акме-личность, ум, величие, зрелость, профессионализм, творческий профессионализм, мышление, пик, касбий профессиональное совершенство, совершенный, подъём, высокая технология, ценность, совершенство.

THE INTRODUCTION OF ACMETECHNOLOGY IN EDUCATION AS ONE OF THE WAYS TO SUCCESSFULLY WORK WITH HARMONIOUSLY DEVELOPED YOUTH

Annotation. Issues such as the man in the process of development may rise to a certain level akmeologicheskogo progress as reflected his attitude to values, any important results of their work to the community creator, he is interested in many specialists. In this paper we solve these problems and given the author's conclusion.

Key words: acmeology, acme-personality, mind, greatness, maturity, professionalism, creative professionalism, thinking, peak, kasbiy professional excellence, perfect, uplift, high technology, value, excellence.

* Гулсанам Хамдамовна Тиллаева – кандидат философских наук, доцент кафедры «Социально-гуманитарных наук» Ташкентского государственного аграрного университета.

Введение. В современных условиях в Узбекистане особое внимание уделяется вопросам интеллектуального, нравственного, культурного развития, профессионального роста и творческой самостоятельности молодежи. Доказательством того является название особыми именами годов и разработка Государственных программ.

Задача подготовки квалифицированных специалистов всегда стояла в центре социально-гуманитарных наук. В настоящее время в системе образования приоритетными являются направления демократизации, гуманизации, духовно-нравственных основ обучения. Данные направления наполняются сегодня особым содержанием в соответствии с современной политической, духовной и социокультурной ситуацией, а именно глобально-кризисные проблемы начала XXI века требуют поиска новых возможностей и ресурсов для своего решения.

Материалы и методы. Акметехнология один из методов акмеологической науки. Акмеология изучает главную особенность взрослого состояния человека в отличие от детства и юности – достижение зрелости (умственной, гражданской, трудовой), профессионализма и расцвета творческих способностей в различных видах профессиональной деятельности[5].

И настоящее время в научном мире существует диалог об акмеологии как об особой области науки и практики. Вокруг этого понятия – как один из научных категорий сплотились не только психологи, педагоги, но и представители философий, точных и естественных наук.

Научный интерес к понятие акмеологии возрастает, поскольку акмеология как принципиально новая наука, истоки которой находятся в педагогике и психологии, и проблема повышения качества образования сейчас активно исследуются.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ АКМЕТЕХНОЛОГИИ



Одним из таких важнейших ресурсов является высокий профессионализм и творческое мастерство специалистов, развитие которых изучает новая наука – акмеология. Акме – время наивысшего расцвета способностей человека и высших достижений его в той или иной сфере деятельности. Проведение таких мероприятий является еще одним методом акметехнологии в развитии гармонично развитой личности.

Особенность этой науки в том, она несет междисциплинарный характер. И эта особенность акмеологии позволяет искать новые возможности, в том числе создание и апробация модели акмеологической школы. Которая может служить для разработки акметехнологии в образовании, как один из способов успешной работы с гармонично-развитой молодежью. Молодежь – понятие обобщенное. Оно включает в себя сыновей и дочерей каждого из нас.

Что мы хотим воспитать в своих детях? Какими желали бы видеть их взрослыми? Мы мечтали вырастить честных и трудолюбивых людей, упорных в достижении цели. Нам хочется видеть их мыслящими и благородными, крепко стоящими за свои убеждения. Словом, надеемся сформировать в наследниках личность, активный характер, которому чужды инфантильность и безразличие. Стало быть, и задачи руководство молодежи старшим поколением, основывается на близком всем принципе найти свое место в жизни. На все эти вопросы даёт чёткий ответ акметехнология.

Сущность акмеологического подхода в образовании заключается в осуществлении комплексного исследования и становления целостности субъекта, проходящего ступень зрелости, когда его личностные и субъектно-деятельностные ха-

рактеристики изучаются в единстве, во всех взаимосвязях и опосредованиях, для того, чтобы содействовать достижению им высших уровней, на которые может подняться каждый. Акмеология, прослеживая механизмы и результаты воздействий на человека (интерсубъективные и объективные), ставит и решает задачи разработки такой организации его жизни, реализация которой позволила бы ему оптимально во всех отношениях проявить себя на ступенях зрелости[6]. Это доказывает, что акмеология открывает широкие возможности педагогу разработать оригинальный индивидуальный подход каждому подопечному. Конечно, есть у молодежи возрастной недостаток: братья за многое, не соизмеряя, иногда свои силы и возможности. А акметехнология поможет педагогу обуздать его сверхъестественные возможности и направить на правильное русло.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АКМЕТЕХНОЛОГИИ

Акметехнология – образовательная система, направленная на развитие творческой, духовно-нравственной, социально активной личности на основе признания ее уникальности и предоставления условий для самореализации и самосовершенствования.



ЦЕЛЬ

Создание педагогических условий для раскрытия и развития акме-потенциала личности, ее движения к вершинам профессионального и личностного становления.

ПРИНЦИПЫ

- признание уникальности личности
- ориентация на самореализацию и саморазвитие
- субъект-субъектное взаимодействие
- личностно-ориентированный подход
- опора на сильные стороны обучающегося
- рефлексия и осознанность
- непрерывность и преемственность развития

ЗАДАЧИ ПЕДАГОГА

- выявление и развитие способностей и интересов
- создание ситуации успеха
- формирование мотивов к саморазвитию
- поддержка индивидуальной траектории развития
- воспитание ответственности за свой выбор и результаты
- развитие рефлексивных умений

СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ



интеграция знаний и жизненного опыта



проблемность и исследовательский характер обучения



развитие критического и творческого мышления



ориентация на личностный смысл и жизненные цели



социальная направленность и практическая значимость деятельности

МЕТОДЫ И ФОРМЫ



- проектная и исследовательская деятельность
- развивающие и проблемные технологии
- технологии сотрудничества
- тренинги, мастер-классы, деловые игры
- портфолио, рефлексивные практики
- индивидуальные и групповые формы работы

РЕЗУЛЬТАТЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ



- развитие акме-компетенций
- повышение уверенности в себе
- способность к самоопределению
- готовность к достижению высоких результатов
- активная жизненная позиция

РЕЗУЛЬТАТЫ ДЛЯ ПЕДАГОГА



- профессиональный рост и самореализация
- повышение педагогической культуры
- эффективное взаимодействие с обучающимися
- удовлетворенность результатами труда
- создание развивающей образовательной среды

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ АКМЕТЕХНОЛОГИИ



развивающая образовательная среда



подготовленность педагога к акме-подходу



индивидуализация образовательного процесса



сотрудничество всех участников образовательного процесса



систематическая рефлексия и оценка результатов

Анализ и обсуждение полученных результатов. Акме-технологии в образовании — это система методов и подходов, направленных на достижение человеком

своей «вершины» (греч. *akme*) — высшего уровня профессионализма и личностного развития. В отличие от традиционных методов, акме-технологии фокусируются не

просто на передаче знаний, а на формировании внутренней мотивации к **самосовершенствованию** и раскрытии творческого потенциала.

По мнению один из ведущих ученых-акмеологов А.А.Деркача «Основным доказательством оригинальности, научной и социальной ценности акмеологии является построение системы ее методологии. Опираясь на совокупность идей о ценности человека и его духовного мира, способности к творчеству и самосовершенствованию, методология акмеологии целенаправленно преобразует данные других наук с помощью методологических принципов, носящих универсальный характер (системного, личностного, субъектного, деятельностного).

Одновременно общие и конкретные методологические принципы акмеологии (инвариантности, оптимальности, целесообразности, конгруэнтности) задают операциональные направления, по которым должны интегрироваться и использоваться различные знания, и определяют проблемное пространство, особенности ее подхода к человеку, социальную и личностную потребность в данной области знания. Общие и конкретные методологические принципы позволили определить специфику объекта акмеологии – развивающегося человека, субъектно-личностный характер этого развития, достигающего высшего уровня».

Исходя из этих соображений, предпосылки профессиональной акмеологии заложены в ведущих положениях Национальной программы по подготовке кадров, ориентированной на формирование работников с «высокой культурой, творческой и социальной активностью»[4, с-7]. При

этом подчёркиваются такие важнейшие принципы образования, как гуманизация, гуманитаризация, опора на национальные и общечеловеческие ценности.

Данные задачи, являясь общими для всех направлений и специальностей системы образования, особо актуальны для решения вопроса о совершенствовании подготовки студентов и педагогов. Такой подход является акметехнологией и она является в этом плане весьма перспективной областью, так как в ней заложена технология раскрытия потенциальных возможностей личности.

Ведь изначальном этапе развития личности закладываются основы перспективного продвижения специалиста к вершинам мастерства. В соответствии с периодизацией процесса профессионально-личностного становления акмеологов (А.А.Бодалев, А.А.Деркач)[1,2,3], нами были разработаны комплексные технологии профессиональной подготовки будущих высококвалифицированных специалистов.

Вывод. Изложенные выше соображения имеют большое значение для молодежи. Необходимо всячески поощрять молодежь к приобретению знаний, развитию ее творческих способностей. Вместе с тем очень важно разъяснять молодежи значение здорового образа жизни, систематических занятий физкультурой для трудовой деятельности и повседневной жизни. Важно разъяснять молодым людям, что такое акме, как оно сохраняется и развивается, а также значение здорового образа жизни для длительного сохранения способностей к трудовой деятельности и для повседневной жизни.



Список литературы:

1. Бодалев А.А., Рудкевич Л.А. О субъективных факторах творческой деятельности человека // Педагогика. 1995. № 3.
2. Деркач А.А. Акмеологические основы развития профессионала. М. – Воронеж. 2004.
3. Деркач А.А., Зазыкин В.Г. Акмеология. С-Пб. 2003.

4. Деркач А.А. Развитие акмеологии: достижения, проблемы, перспективы. Труды международной научно-практической конференции на тему: «Роль здорового образа жизни в формировании акмеологических взглядов молодёжи». –Ташкент: изд-во философия и права, 2008. –С. 7.
5. Степанова Е.И. Психология взрослых: экспериментальная акмеология. - СПб. 2000.
6. Селезнева Е. В. Развитие акмеологической культуры личности. - М.: 1999.
7. Тиллаева Г.Х. Акмеологиянинг ижтимоий-ахлоқий муаммолари. Монография. – Тошкент: Фалсафа ва ҳуқуқ ин-ти ноширлик бўлими, 2012. 168 б. (10,5 б.т.).
8. Тиллаева Г.Х. Акмеология асослари. Ўқув қўлланма. –Тошкент: Фалсафа ва ҳуқуқ ин-ти ноширлик бўлими, 2012. 160 б.
9. Тиллаева Г.Х. Акмеология асослари. Ўқув қўлланма. -Тошкент: «Нишон ношир», 2014 йил. 186 б. (11,6 б.т.).
10. Tillaeva G.X. Origin and spiritual-moral bases of acmeology. -USA Snited states: The Advanced Science open access journal, -№1. 2012. p. 83-86.
11. Tillaeva G.X. Social and moral problems of acmeology. -France: The Advanced Science open access journal/ THÈSES D'AVRIL. -№2. 2012. p. 30-33.
12. Тиллаева Г.Х. Экология человека как проблема акмеологической науки. -Москва: Вестник РФО №1. 2013. -Б. 64-67.
13. Тиллаева Г.Х. Человек - объект акмеологической науки. Научно-практический журнал «Акмеология». –№3 (47). Москва: 2013. -С. 229-331.

Yosh olimlar Axborotnomasi//ilmiy jurnal (OAK). [o`zbek, rus va ingliz tillarida]
–Toshkent: O`zR FA Yosh olimlar Axborotnomasi tahririyati, 2026-yil. №1. 141-b.

ISSN 2181-5186