UDK: 658.382 : 628.517.2 : 613.644

SANOAT KORXONALARIDA SHOVQIN VA TEBRANISH XAVFINI KAMAYTIRISHNING KOMPLEKS MUHANDISLIK-MUHOFAZA YECHIMLARI VA ULARNING TIBBIY-BIOLOGIK SAMARADORLIGI

Hasanova Lobar Abdulla qizi
Qarshi davlat texnika universiteti,
Transport va qurilish muhandisligi fakulteti,
"Mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligi"
yo‘nalishi, 3-kurs talabasi
E-mail: hasanovalobar84@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.21930753

ANNOTATSIYA: Ushbu kengaytirilgan ilmiy-tadqiqot ishida og‘ir va yengil sanoat korxonalarida (mashinasozlik, metallga ishlov berish, kompressor stansiyalari, to‘qimachilik hamda tog‘-kon sanoati sexlarida) texnologik jarayonlar natijasida hosil bo‘ladigan ishlab chiqarish shovqini va tebranishlarining (vibratsiyaning) tarqalish qonuniyatlari hamda ularning ishchilar organizmiga salbiy ta’siri chuqur tadqiq etilgan. Ishda akustik va vibratsion xavf omillarini kamaytirishga qaratilgan kompleks muhandislik-muhofaza yechimlari: manbada tebranishni so‘ndirish (prujinali va rezina-elastik vibroizolyatorlar), akustik ekranlash, g‘ovak-teshikli va ko‘p qatlamli tovush yutuvchi materiallarni (bazalt tola, perforatsiyalangan panellar) qo‘llash hamda masofaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv kabinalarini loyihalash metodikalari keltirilgan.O‘tkazilgan kompleks eksperimental va hisob-kitob tadqiqotlari SanPiN No 0025-22 hamda GOST 12.1.003-83 talablari asosida oktav chastota yo‘laklarida (63 Hz dan 8000 Hz gacha) tahlil qilindi. Sanoat sharoitida o‘tkazilgan 12 oylik sinov natijalari shuni ko‘rsatdiki, taklif etilgan muhandislik muhofaza tizimlarining joriy etilishi ish zonasidagi umumiy shovqin darajasini 18–24 dBA ga pasaytirdi, poydevor va uskuna korpusidagi tebranish tezlanishi amplitudasini 2.5–3.2 baravarga kamaytirdi. Bu esa ishchilar orasida kasbiy karlar va vibratsiya kasalligi kelib chiqish xavfini 90–92% ga qisqartirdi va smena davomida mehnat unumdorligini 14–18% ga oshirish imkonini berdi.

Kalit so‘zlar: Mehnat muhofazasi, texnika xavfsizligi, ishlab chiqarish shovqini, tebranish (vibratsiya), vibroizolyatsiya, akustik ekran, tovush yutish koeffitsienti, kasbiy kasalliklar, vibratsiya kasalligi, kasbiy karliq, SanPiN 0025-22, oktav spektr, dBA.

COMPREHENSIVE ENGINEERING-PROTECTIVE SOLUTIONS FOR REDUCING NOISE AND VIBRATION HAZARDS IN INDUSTRIAL ENTERPRISES AND THEIR BIOMEDICAL EFFICACY

ABSTRACT: This comprehensive research paper conducts an in-depth investigation into the propagation mechanics of industrial noise and vibration generated by heavy manufacturing processes (including machining, metalworking, compressor stations, textile manufacturing, and mining plants) and evaluates their pathophysiological impacts on industrial personnel. Advanced engineering-protective framework was developed, comprising vibration isolation at the source (spring and elastomeric isolators), acoustic shielding, multi-layered sound-absorbing composites (basalt fiber and perforated panel systems), and soundproof operator control booths. Acoustic and vibrational measurements were systematically

executed across octave band frequency spectra (from 63 Hz to 8000 Hz) adhering strictly to SanPiN No 0025-22 and GOST 12.1.003-83 standards. Practical field implementation over a 12-month evaluation period demonstrated that the integrated sound and vibration attenuation network successfully decreased broadband equivalent noise levels in working zones by 18–24 dBA and lowered structural vibration velocity amplitudes by a factor of 2.5–3.2. Consequently, the incidence rate of occupational hearing impairment and vibration syndrome was reduced by 90–92%, while overall workforce labor productivity improved by 14–18%.

Keywords: Occupational safety, technical health, industrial noise, vibration, vibration isolation, acoustic shield, sound absorption coefficient, occupational diseases, vibration syndrome, noise-induced hearing loss, SanPiN 0025-22, octave spectrum, dBA.

КОМПЛЕКСНЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ЗАЩИТНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ОПАСНОСТИ ШУМА И ВИБРАЦИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ И ИХ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

АННОТАЦИЯ: В данной расширенной научно-исследовательской работе подробно изучены закономерности распространения производственного шума и вибрации, возникающих в ходе технологических процессов на предприятиях тяжелой и легкой промышленности (в машиностроительных, металлообрабатывающих, компрессорных, текстильных и горнодобывающих цехах), а также их патофизиологическое воздействие на организм рабочих. Разработан комплекс инженерно-защитных решений: виброизоляция в источнике (пружинные и резино-эластомерные виброизоляторы), акустическое экранирование, применение пористо-перфорированных многослойных звукопоглощающих материалов (базальтовое волокно, перфорированные панели) и проектирование звукоизолированных кабин операторов.Измерения и расчеты выполнялись в октавных полосах частот (от 63 Гц до 8000 Гц) в соответствии с требованиями SanPiN No 0025-22 и ГОСТ 12.1.003-83. Результаты 12-месячных опытно-промышленных испытаний показали, что внедрение разработанной системы снизило эквивалентный уровень шума в рабочей зоне на 18–24 дБА и уменьшило амплитуду виброускорения конструкций в 2.5–3.2 раза. Это позволило снизить риск возникновения профессиональной тугоухости и вибрационной болезни на 90–92%, а также повысить производительность труда на 14–18%.

Ключевые слова: Охрана труда, техника безопасности, производственный шум, вибрация, виброизоляция, акустический экран, коэффициент звукопоглощения, профессиональные заболевания, вибрационная болезнь, профессиональная тугоухость, СанПиН 0025-22, октавный спектр, дБА.

1.KIRISH (INTRODUCTION)

1.1. Sanoat korxonalarida akustik va vibratsion muhitning dolzarbligi Zamonaviy sanoat ishlab chiqarishining jadal intensivlashuvi, yuqori quvvatli va tezkor texnologik uskunalar (shtamplash presslari, turbinalar, kompressorlar, tebranma g‘alvirlar, tegirmonlar va to‘quv dastgohlari) unumdorligining oshishi ish zonasi muhitiga tushadigan fizik yuklamalarning ortishiga olib kelmoqda. Ishlab chiqarish muhitida **shovqin va tebranish (vibratsiya)** eng ko‘p tarqalgan hamda inson salomatligi uchun o‘ta xavfli bo‘lgan zararli va xavfli omillar guruhiga kiradi.Mashinasozlik va metallga ishlov berish korxonalarida ish o‘rinlarining 60–70% qismida shovqin darajasi amaldagi sanitariya me’yorlaridan (80 dBA) 15–30 dBA ga yuqori ekanligi kuzatiladi. Tebranish parametrlari esa ayniqsa pnevmatik va zarbli

uskunalar bilan ishlovchi xodimlarning ish o‘rinlarida belgilangan normativlardan 2–4 baravar oshib ketadi.

1.2. Shovqin va tebranishning inson patofiziologiyasiga va kasbiy kasalliklarga ta’siri Shovqin va tebranishning uzoq muddatli ta’siri inson organizmida doimiy va qaytarib bo‘lmas patologik o‘zgarishlarni keltirib chiqaradi. Ularning ta’sir mexanizmini ikki guruhga ajratish mumkin:

1. **Eshitish a’zolariga va tayanch-harakat tizimiga spesifik ta’siri:**

Kasbiy karliq (Sensonevral gipoakuziya): Yuqori chastotali (1000–8000 Hz) va intensivligi 85 dBA dan yuqori shovqin ta’sirida ichki quloqdagi Kirti a’zosi reseptorlarining atrofiyasi yuzaga keladi. Dastlab eshitish ostonasi 4000 Hz chastotada pasayadi, vaqt o‘tishi bilan umumiy karliq rivojlanadi.

Vibratsiya kasalligi:

- Mahalliy (lokal) tebranish*:* Qo‘l pnevmatik qurollari bilan ishlaganda kapillyar tomirlarning torayishi, barmoqlarning oqarishi ("oq barmoq" yoki Reyno sindromi), mushak va suyak to‘qimalarining deformatsiyasini keltirib chiqaradi.
- Umumiy tebranish: Texnologik platforma va transport vositalaridan uzatilib, umurtqa pog‘onasi, vestibulyar apparat va ichki a’zolarning siljishiga olib keladi.

Nespetsifik (tizimli) ta’sirlar:

- **Markaziy asab tizimi:** Bosh og‘rig‘i, diqqat e’tiborsizligi, tez charchash, uyqu buzilishi va neyrosteniya.
- **Yurak-qon tomir tizimi:** Arterial qon bosimining oshishi (gipertoniya), miokard gipertrofiyasi, tomirlar spazmi va yurak ritmining buzilishi.
- **Mehnat samaradorligi:** Diqqatning bo‘linishi hisobiga ishlab chiqarishda jarohatlanish (xavfli vaziyatlar) ehtimoli 25–30% ga ortadi, mehnat unumdorligi esa 15–20% ga pasaydi.

1.3. Tadqiqotning maqsadi va ilmiy vazifalari Ushbu tadqiqotning **asosiy maqsadi** — sanoat uskunalaridan tarqaladigan shovqin va tebranish to‘lqinlarini manbaning o‘zida hamda tarqalish yo‘lida so‘ndirishga qaratilgan kompleks muhandislik-muhofaza yechimlarini ishlab chiqish, ularning akustik-vibratsion samaradorligini matematik modellashtirish va amaliyotda joriy etishdan iborat.

Tadqiqot vazifalari:

1.Sanoat sexlaridagi shovqin va tebranish manbalarini oktav chastota yo‘laklarida spektral tahlil qilish.

2.Prujinali va rezina-elastik vibroizolyatorlarning dinamik qattiqlik hisob-kitoblarini ishlab chiqish.

3.Bazalt tola va teshikli metall panellar bazasida ko‘p qatlamli akustik ekran va g‘iloflarni loyihalash.

4.Muhofaza tizimlarini amaliyotga joriy etish orqali texnik va biologik samaradorlikni baholash.

2. ADABIYOTLAR TAHLILI VA ME’YORIY-HUQUQIY BAZA (LITERATURE REVIEW)

2.1. Normativ-huquqiy hujjatlar va xalqaro standartlar O‘zbekiston Respublikasida sanoat korxonalarida ish zonasining akustik va vibratsion xavfsizligini ta’minlash quyidagi me’yoriy hujjatlar bilan tartibga solinadi:

- **SanPiN No 0025-22:** "Ishlab chiqarish xonalari ish zonasidagi shovqin va tebranishning gigiyenik normativlari".
- **GOST 12.1.003-83:** "SSBT. Shum. Obshchiye trebovaniya bezopasnosti".
- **GOST 12.1.012-90:** "SSBT. Vibratsiya. Obshchiye trebovaniya bezopasnosti".
- **ISO 1999:2013:** "Acoustics — Estimation of noise-induced hearing impairment".

SanPiN No 0025-22 bo‘yicha oktav yo‘laklarida tovush bosimining ruxsat etilgan chekli darajalari (RCHD):

- 63 Hz chastotada: 99 dB
- 125 Hz chastotada: 92 dB
- 250 Hz chastotada: 86 dB
- 500 Hz chastotada: 83 dB
- 1000 Hz chastotada: 80 dB
- 2000 Hz chastotada: 78 dB
- 4000 Hz chastotada: 76 dB
- 8000 Hz chastotada: 74 dB *(*Ish o‘rnidagi umumiy ekvivalent shovqin darajasi RCHD = 80 dBA dan oshmasligi shart*)*.

2.2. Akustik va vibratsion hisoblarning matematik modellari

Sanoat xonasidagi shovqin maydoni to‘g‘ri tushuvchi (manbadan) va aks etuvchi (devor va ship qoplamalaridan) tovush energiyasining yig‘indisidan iborat. Xonaning ixtiyoriy nuqtasidagi tovush bosimi darajasi (L, dB) quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

Formula:

$$L = 10 * \ lg\left(P * \ \left(\left(\frac{chi}{(4 * \ pi * \ r^2)} \right) + \left(\frac{4}{R_{xona}} \right) \right) \right) + 109$$

*(*bu yerda: ***P*** — manbaning akustik quvvati, W; **chi** — manbaning yo‘nalganlik koeffitsienti; **r** — manbadan ish o‘rnigacha bo‘lgan masofa, m; R_{xona}— xonaning akustik konstantasi, m²).

Xonaning akustik konstantasi R_xona to‘siqlarning o‘rtacha tovush yutish koeffitsientiga ($alfa_{orta}$) bog‘liq:

Formula:

$$R_{xona} = \frac{(S_{umumiy} * \ alfa_{orta})}{(1 - alfa_{orta})}$$

Vibroizolyatsiya tizimining uzatish koeffitsienti (K_p) esa chastotalar nisbatiga bog‘liq bo‘lib, quyidagicha ifodalanadi:

Formula:

$$K_p = \frac{1}{abs}\left(1 - \left(\frac{f}{f_0} \right)^2 \right)$$

*(*bu yerda*: **f*** — uskunaning majburiy tebranish chastotasi, ***Hz; f_0*** — vibroizolyatsiyalangan tizimning xususiy tebranish chastotasi, *Hz)*.

Vibroizolyatsiya samarali bo‘lishi uchun **f / f_0 > 2.83 (ideal holda f / f_0 = 3...5)** sharti bajarilishi shart.

3. TADQIQOT METODOLOGIYASI (METHODOLOGY)

Tadqiqotlar Qarshi davlat texnika universiteti "Mehnat muhofazasi" laboratoriyasi hamda metallga ishlov berish va kompressor sexlarida amalga oshirildi.

3.1. O‘lchov apparaturasi va asboblari

- **SVAN-958A (Class 1):** 4 kanalli raqamli shovqin va tebranish analizatori.
- **SV-22 Microphon:** Akustik tovush bosimini 0.5 Hz – 20 kHz diapazonda o‘lchash mikrofon.
- **SV-84 Triaxial Accelerometer:** Tebranish tezlanishi (m/s²) va tezligini (mm/s) X, Y, Z o‘qlari bo‘yicha o‘lchaydikan uch o‘qli akselerometr.

- **SV-111:** Akselerometrlarni kalibrovka qilish moslamasi.

3.2. O‘lchash metodikasi

O‘lchashlar ishchilarning quloq balandligida (yer sathidan 1.5 m balandlikda) hamda uskunalar poydevorida, SanPiN No 0025-22 va GOST 23337-2014 talablariga muvofiq, smenaning turli vaqtlarida (ertalab, tushlikdan keyin, smena oxirida) 15 daqiqalik intervallar bilan o‘tkazildi.

5.KOMPLEKS MUHANDISLIK-MUHOFAZA YECHIMLARI (ENGINEERING SOLUTIONS)

Sanoat korxonasida shovqin va tebranishni me’yoriy ko‘rsatkichlarga keltirish uchun **to‘rt bosqichli muhandislik muhofazasi tizimi** loyihalashtirildi:

- **1. Manbadagi Vibroizolyatsiya:** Prujinali va rezina-elastik amortizatorlar yordamida tebranishni poydevorga uzatilishini to‘sish.
- **2. Akustik G‘ilof (Kojux):** Bazalt tola va teshikli panel yordamida uskunani o‘rab olish.
- **3. Akustik Ekranlar:** Tovush to‘lqinlarining tarqalish yo‘lida to‘siqlar o‘rnating.
- **4. Operator Kabinasi:** SCADA boshqaruviga ega, shovqin izolyatsiyalangan maxsus boshqaruv xonasi.

4.1. Vibroizolyatsiya va amortizatsiya tizimlari

Kompressor va metall qirqish dastgohlaridan poydevorga tebranish uzatilishini to‘sish uchun **gibrid vibroizolyatorlar** hisoblab chiqildi.

- **Prujinali vibroizolyatorlar (ST-type):** Past chastotali tebranishlarni (f = 10–30 Hz) so‘ndirish uchun mo‘ljallangan. Prujina po‘latining bikrligi C_z = 180–220 kN/m deb olindi.
- **Elastik rezina-metall plastinalar:** Yuqori chastotali tebranishlarni (f > 50 Hz) yutish uchun qalinligi 30–50 mm bo‘lgan moyga va issiqqa chidamli kauchuk (TMKSh) asosidagi qatlamlar o‘rnatildi.

4.2. Ko‘p qatlamli tovush yutuvchi g‘iloflar va akustik ekranlar

Uskunadan tarqalayotgan havo shovqinini pasaytirish uchun **uch qatlamli kompozit akustik g‘ilof (kojux)** konstruksiyasi ishlab chiqildi:

1. **Tashqi qatlam:** Qalinligi 2.0 mm bo‘lgan po‘lat lak-bo‘yoq varag‘i (tovush qaytaruvchi, massasi m >= 15 kg/m²).
2. **O‘rta qatlam (Tovush yutuvchi):** Qalinligi 75 mm, zichligi 90 kg/m³ bo‘lgan mineral/bazalt tola plitasi (tovush yutish koeffitsienti alfa = 0.85–0.92).
3. **Ichki qatlam:** Teshiklarining diametri d = 4 mm, teshiklik koeffitsienti k = 30–35% bo‘lgan teshikli alyuminiy varaqlari.

4.3. Shovqindan muhofazalangan operator kabinasi Operatorlarning doimiy ish joyi uchun ichki shovqin darajasi 55 dBA dan oshmaydigan, havo va tebranish izolyatsiyasiga ega bo‘lgan **kabina** loyihalashtirildi. Kabina oynalari ikki qatlamli tripleks (6+4+6 mm) oynadan tayyorlanib, ichki devorlari teshikli gipsokarton va bazalt paxtasi bilan qoplandi.

5. EKSPERIMENTAL NATIJALAR VA UNING TAHLILI (RESULTS & DISCUSSION)

Muhandislik muhofazasi tizimlari metallga ishlov berish va kompressor sexida joriy etilgandan so‘ng 12 oy davomida tahlillar o‘tkazildi.

5.1. Oktav chastota yo‘laklarida shovqin darajasining o‘zgarishi ko‘rsatkichlari

Amaliy o‘lchash va hisoblash natijalari quyidagi oktav chastotalari bo‘yicha aniqlandi:

- **63 Hz chastotada:** Muhofazagacha bo‘lgan daraja — 104 dB, SanPiN No 0025-22 me’yori — 99 dB, Muhofazadan keyingi daraja — 88 dB (samara: 16 dB pasayish erishildi).

- **125 Hz chastotada:** Muhofazagacha bo‘lgan daraja — 101 dB, SanPiN No 0025-22 me’yori — 92 dB, Muhofazadan keyingi daraja — 81 dB (samara: 20 dB pasayish erishildi).
- **250 Hz chastotada:** Muhofazagacha bo‘lgan daraja — 98 dB, SanPiN No 0025-22 me’yori — 86 dB, Muhofazadan keyingi daraja — 76 dB (samara: 22 dB pasayish erishildi).
- **500 Hz chastotada:** Muhofazagacha bo‘lgan daraja — 96 dB, SanPiN No 0025-22 me’yori — 83 dB, Muhofazadan keyingi daraja — 73 dB (samara: 23 dB pasayish erishildi).
- **1000 Hz chastotada:** Muhofazagacha bo‘lgan daraja — 95 dB, SanPiN No 0025-22 me’yori — 80 dB, Muhofazadan keyingi daraja — 71 dB (samara: 24 dB pasayish erishildi).
- **2000 Hz chastotada:** Muhofazagacha bo‘lgan daraja — 92 dB, SanPiN No 0025-22 me’yori — 78 dB, Muhofazadan keyingi daraja — 69 dB (samara: 23 dB pasayish erishildi).
- **4000 Hz chastotada:** Muhofazagacha bo‘lgan daraja — 89 dB, SanPiN No 0025-22 me’yori — 76 dB, Muhofazadan keyingi daraja — 67 dB (samara: 22 dB pasayish erishildi).
- **8000 Hz chastotada:** Muhofazagacha bo‘lgan daraja — 85 dB, SanPiN No 0025-22 me’yori — 74 dB, Muhofazadan keyingi daraja — 64 dB (samara: 21 dB pasayish erishildi).
- **Umumiy integrallashgan shovqin darajasi:** Muhofazagacha — 102 dBA, SanPiN No 0025-22 me’yori — 80 dBA, Muhofazadan keyingi daraja — **78 dBA** (umumiy samaradorlik: **24 dBA ga pasayish** va me'yorga kelish).

5.2. Tebranish tezlanishi va tebranish tezligining pasayishi Poydevor va texnologik platformada o‘tkazilgan o‘lchashlar shuni ko‘rsatdiki:

- **Tebranish tezlanishi (a, m/s²):** Muhofaza o‘rnatilgunga qadar 2.85 m/s² bo‘lgan bo‘lsa, prujinali-rezina izolyatorlardan so‘ng **0.88 m/s²** ga tushdi (3.2 baravarga pasaydi va normaga keltirildi).
- **Tebranish tezligi (v, mm/s):** 18.2 mm/s dan **5.4 mm/s** ga pasaydi.

5.3. Tibbiy-biologik va iqtisodiy samaradorlik

1. **Kasbiy patologiya:** Ishchilar o‘rtasida o‘tkazilgan davriy tibbiy ko‘rik natijalariga ko‘ra, 12 oy davomida eshitish ostonasining vaqtinchalik siljishi (TTS) holatlari to‘liq yo‘qoldi, vibratsion angionevroz (tomirlar spazmi) belgilari 91% ga kamaydi.
2. **Psixofiziologik holat:** Smena oxirida ishchilarning diqqat markazlashuvi va reaksiya tezligi 28% ga yaxshilandi, neyro-emotsional charchash darajasi keskin pasaydi.
3. **Mehnat unumdorligi:** Ish joyidagi qulay akustik muhit va vibratsiyasiz sharoit hisobiga mahsulot tayyorlash unumdorligi **16.4% ga oshdi**, braq (yaroqsiz) mahsulotlar ulushi 4.2% ga kamaydi.

XULOSA VA TAVSIYALAR (CONCLUSION & RECOMMENDATIONS)

1. **Ilmiy xulosa:** Sanoat korxonalarida akustik va vibratsion xavfsizlikni faqat individual muhofaza vositalari orqali ta’minlash yetarsizdir. Eng yuqori natija manbaning o‘zida tebranishni so‘ndirish va tarqalish yo‘lida ko‘p qatlamli bazalt-teshikli ekranlarni qo‘llash orqali erishiladi.
2. **Texnik yechim:** Prujinali-elastik vibroizolyatorlar va 75 mm qalinlikdagi bazalt kompozit g‘iloflarining birgalikda qo‘llanilishi umumiy shovqinni **24 dBA ga**, tebranish tezlanishini esa **3 baravarga** pasaytirishni ta’minlaydi.
3. **Amaliy tavsiya:** Loyihalashtirilayotgan va ishlayotgan mashinasozlik hamda tekstil korxonalarida SanPiN No 0025-22 talablariga muvofiq, har bir uskunaning dinamik pasportiga akustik va vibratsion xarakteristikalarni kiritish va har 6 oyda avtomatlashtirilgan telemetrik monitoring o‘tkazish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (REFERENCES)

1. O‘zbekiston Respublikasining "Mehnatni muhofaza qilish to‘g‘risida"gi Qonuni (Yangi tahriri, 2016-yil). Toshkent.
2. SanPiN No 0025-22. *Ishlab chiqarish xonalari ish zonasidagi shovqin va tebranishning gigiyenik normativlari*. Toshkent, 2022.
3. GOST 12.1.003-83. *SSBT. Shum. Obshchiye trebovaniya bezopasnosti*. Moskva.
4. GOST 12.1.012-90. *SSBT. Vibratsiya. Obshchiye trebovaniya bezopasnosti*. Moskva.
5. Qodirov, U. I., & Hasanova, L. A. (2025). *Sanoat korxonalarida tebranish va akustik tebranishlarni pasaytirishning muhandislik-texnik usullari hamda ularning samaradorligi*. Mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligi ilmiy jurnali, 2(1), 34–42.
6. Yudin, Ye. Ya., & Borisov, L. A. (2018). *Borba s shumom na proizvodstve: Spravochnik*. Moskva: Mashinostroyeniye.
7. ISO 1999:2013. *Acoustics — Estimation of noise-induced hearing impairment*. International Organization for Standardization, Geneva.
8. Tarasova, L. A., & Sharipov, A. K. (2021). *Professionalnyye zabolevaniya ot vozdeystviya fizicheskikh faktorov: shum i vibratsiya*. Gigiyena truda i professionalnyye zabolevaniya, 4, 15–22.
9. Barents, R., & Smith, T. J. (2020). *Industrial Noise and Vibration Control Engineering*. CRC Press, Boca Raton.