

**КАМБАҒАЛЛИКНИ ҚИСҚАРТИРИШ ВА БАНДЛИК ВАЗИРЛИГИ
ХОДИМЛАРИНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ МАРКАЗИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ PhD.34/2025.27.12.T.01.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДА БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**КАМБАҒАЛЛИКНИ ҚИСҚАРТИРИШ ВА БАНДЛИК ВАЗИРЛИГИ
ХОДИМЛАРИНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ МАРКАЗИ**

АБДИЕВА ГУЛАРА БАБАНИЯЗОВНА

**САНОАТ КОРХОНАЛАРИДА ЗАРАРЛИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ
ОМИЛЛАРИНИ КАМАЙТИРИШНИНГ НАЗАРИЙ ВА
ЭКСПЕРИМЕНТАЛ АСОСЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

05.10.01 — Меҳнатни муҳофаза қилиш ва инсон фаолияти хавфсизлиги

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSC) ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент- 2026

Техника фанлари доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора технических
наук (DSc)
Contents of dissertation abstract of doctor (DSc) of technical sciences

Абдиева Гулара Бабаниязовна

Саноат корхоналарида зарарли ишлаб чиқариш омилларини
 камайтиришнинг назарий ва экспериментал асосларини
 такомиллаштириш..... 5

Абдиева Гулара Бабаниязовна

Совершенствование теоретических и экспериментальных основ
 снижения вредных производственных факторов на промышленных
 предприятиях..... 30

Abdiyeva Gulara Babaniyazovna

Improving the theoretical and experimental foundations for reducing harmful
 occupational factors in industrial enterprises..... 56

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
 List of published works..... 60

**КАМБАҒАЛЛИКНИ ҚИСҚАРТИРИШ ВА БАНДЛИК ВАЗИРЛИГИ
ХОДИМЛАРИНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ МАРКАЗИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ PhD.34/2025.27.12.T.01.01 РАҚАМЛИ
ИЛМИЙ КЕНГАШ АСОСИДА БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

**КАМБАҒАЛЛИКНИ ҚИСҚАРТИРИШ ВА БАНДЛИК ВАЗИРЛИГИ
ХОДИМЛАРИНИНГ МАЛАКАСИНИ ОШИРИШ МАРКАЗИ**

АБДИЕВА ГУЛАРА БАБАНИЯЗОВНА

**САНОАТ КОРХОНАЛАРИДА ЗАРАРЛИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ
ОМИЛЛАРИНИ КАМАЙТИРИШНИНГ НАЗАРИЙ ВА
ЭКСПЕРИМЕНТАЛ АСОСЛАРИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

05.10.01 — Меҳнатни муҳофаза қилиш ва инсон фаолияти хавфсизлиги

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSC) ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент- 2026

Техника фанлари доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2024.1.DSc.T127 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Камбағалликни қисқартириш ва бандлик вазирлиги ходимларининг малакасини ошириш марказида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.rmmk.uz) ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида (www.ziynet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи:

Нурматова Раҳима Раҳмановна
техника фанлари доктори, профессор,

Расмий оппонентлар:

Маджидов Ином Уришевич
техника фанлари доктори, профессор

Якубов Сабир Халмурадович
техника фанлари доктори, профессор

Абдазимов Шавкат Хакимович
техника фанлари доктори, профессор

Етакчи ташкилот:

Наманган давлат техника университети

Диссертация ҳимояси Камбағалликни қисқартириш ва бандлик вазирлиги ходимларининг малакасини ошириш маркази ҳузуридаги илмий даражалар берувчи PhD.34/2025.27.12.т.01.01 рақамли илмий кенгаш асосида бир марталик илмийнинг 2026 йил «29.07» соат 10⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: Тошкент шаҳар, 100111, Янгиҳаёт тумани, Луфткор кўчаси, 33-уй. Телефон: (71) 258-26-57 E-mail: info@rmmk.uz).

Диссертация билан Камбағалликни қисқартириш ва бандлик вазирлиги ходимларининг малакасини ошириш марказида танишиш мумкин (№ 1 рақам билан рўйхатга олинган). (Ўтади (Манзил: Тошкент шаҳар, 100111, Янгиҳаёт тумани, Луфткор кўчаси, 33-уй. Телефон: (71) 258-26-57 E-mail: info@rmmk.uz).

Диссертация автореферати 2026 йил 14.07 куни таркатилди.
(2026 йил «14» 07 да 14 рақамли реестр баённомаси).



Б.Т.Ибрагимов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш раиси, техника фанлари доктори, профессор

У.Б.Қадиров
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш котиби, т.ф.ф.д. (PhD), доцент

Р.Н.Исмаилов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш қошидаги илмий семинар раиси, техника фанлари доктори, профессор

КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертациясига аннотация)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда замонавий техника тараққиёти даврида ишлаб чиқариш саноат корхоналарида титраш, шовқинларнинг олдини олиш, транспорт воситаларини ишлатишда муаммолар борлиги, технологик жараёнларда титрашларнинг етарли даражада кўпайишини эрта аниқлаш, улардан ҳимояланиш усуллари ишлаб ишлаб чиқиш, айниқса инсон организмига зарарли таъсирини камайтириш масалаларига алоҳида аҳамият берилмоқда. Ҳозирги кунда, ривожланган мамлакатларда динамик жараёнлар натижасида ҳосил бўладиган титрашларни максимал миқдорда камайтириш барча саноат корхоналарида етарли даражада ўрганилмагани натижасида, ҳанузгача инсон фаолиятига салбий таъсир этаётган хавфлардан бирини ташкил этмоқда. Бу эса, мазкур соҳада юзага келиши мумкин бўлган фавқулудда ва авария ҳолатлари, бахтсиз ҳодисалар, касб касалликлари ва захарланишларнинг олдини олиш усуллари ишлаб чиқариш ва технологик жараёнларни, фойдаланилаётган хомашё ҳамда ишлаб чиқарилаётган маҳсулотнинг хусусиятларини, иқлим, сейсмик ва бошқа табиий жараёнларни таҳлил қилиш ҳамда касбий хавфларни баҳолаш натижалари, илгари содир бўлган бахтсиз ҳодисалар, фавқулудда ҳамда авария ҳолатларида аниқланган номувофиқликларни камайтириш самарадорлигини ошириш масалаларига алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда саноат корхоналари технологик жараёнларида титраш касаллигининг ижтимоий–гигиеник аҳамияти касбий касалликлардан ногиронликкача бўлган даврига нисбатан катта улушга эга эканлиги, ёш авлод вакиллари томонидан касбий меҳнат қобилиятини йўқотиши, титрашни кўзғатувчи барча бошқарув тизимларида мураккаб бузилишларни келтириб чиқаришнинг салбий омилларини аниқлаш муҳимдир. Сўнгги йилларда, вибрация таъсири натижасида пайдо бўлиш ва ривожланишида иммун тизимининг касаллик патогенезининг баъзи жиҳатлари ва унинг алоҳида клиник белгиларининг шаклланиш механизмлари тўғрисида назарий ва амалий натижаларига қаратилган илмий–тадқиқотлар олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда, жумладан, инсонларни титраш шароитида фаолият кўрсатишида уларнинг кўзларини хиралашиши, рангларни ажрата олмаслиги, ҳаракатлар координациялашишининг ёмонлашиши ва хотирани сусайишига олиб келиши, умумий ҳолатнинг ёмонлашишига организмнинг баъзи элементларини (қон–томир, нерв толалари, пайлар, суяк тўқималари) ишдан чиқиши ва инсон танасини ҳимоя қилиш мақсадида титрашларнинг салбий омилларини камайтириш, меҳнат муҳофазасини таъминлашнинг замонавий методларини ишлаб чиқиш самарадорлигини аниқлаш усули долзарб вазифалардан ҳисобланади.

Республикамиздаги касбий касалликлар ҳақидаги концепсияга асосан, саноат корхоналарида хавфли ва зарарли омилларнинг олдини олиш борасида профилактик тадбирларни кўчайтириш, механик тебранишларнинг одамга кўрсатиладиган етарли даражадаги таъсири ва тебраниш частотасининг диапазонини 1,6–1000 Гц оралиқда ўзгаришини камайтириш, самарадорлигини

оширишга ёрдам берадиган янги технологияларни яратиш бўйича тадқиқотлар ўтказиш ва уларни амалда қўллаш бўйича кенг қўламли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2022–2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида¹, республикамиз иқтисодиёт тармоқларидаги зарар ва хавфларни камайтириш бўйича кенг қамровли ишларни амалга ошириш, иқтисодиётга инновацияларни кенг жорий қилиш, саноат корхоналари ва илм–фан муассасаларининг кооперация алоқаларини ривожлантириш тўғрисида муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга ошириш мақсадида саноат корхоналарида ишлаб чиқариш жараёнида титрашларнинг хавфини ва зарарини камайтиришнинг назарий ва экспериментал асосларини такомиллаштириш муҳим масала ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикасининг 2016 йил 22 сентябрдаги ЎРҚ-410-сон “Меҳнатни муҳофаза қилиш тўғрисида”ги Қонуни, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2020 йил 19 майдаги “Хавфли ишлаб чиқариш объектларининг саноат хавфсизлиги тўғрисидаги Ўзбекистон Республикаси қонунини амалга оширишга доир қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги ВМҚ-291-сон қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳукукий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот иши республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. Меҳнат унумдорлигини ошириш ҳамда II.Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик устувор йўналишларига мос келади.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи².

Ишлаб чиқариш жараёнида содир бўладиган титрашларнинг салбий таъсирини ўрганишга қаратилган илмий тадқиқотлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари, жумладан А.А.Благонравов номидаги Машиноведение институти Россия Фанлар академияси, University of Derby /Акустика/ Вибрация (Буюкбритания), Брест давлат техник университети /(Беларуссия) Polytechnic University / Polymer Research Institute (АҚШ), Mindanao State University-Iligan Institute of Technology (Филиппин), Санкт-Петербург давлат ахборот технологиялари, механика ва оптика университети (СПбДУИТМО), Laboratory of Mineral Processing and Resources Recycling, University of New South Wales (UNSW) (Австралия), Nanjing Tech University (Хитой), Division of Sustainable Resources Engineering, Hokkaido University (Япония), Wuhan Institute of Technology (Хитой), KFI - Korea Fire Industry Technology Institute (Жанубий Корея), IFAB – Institute for applied fire safety research (Германия), Düzce University (Туркия), Fire Safety Engineering Education at University of Science and Technology of China (Хитой) ҳамда бошқа бир қатор илмий-тадқиқот институтлари ва олий

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тарққиёт стратегияси тўғрисида”ги Фармони. farmon.pdf - Google Диск.
²<https://www.imash.ru>. <https://www.derby.ac.uk>. <https://www.bstu.by>. <https://engineering.nyu.edu>.
<https://www.msu-iiit.edu.ph>. <https://itmo.ru/ru>. <https://www.unsw.edu.au/engineering>. <http://www.njtech.edu.cn>.
<https://www.ifab-research.de>. <https://www.eng.hokudai.ac.jp>. <https://www.wit.edu.cn>.
<https://www.kfi.or.kr/eng/main/main.do>, <https://www.duzce.edu.tr>.

таълим муассасаларида олиб борилмоқда.

Доимий равишда кузатиладиган титрашларни келтириб чиқарадиган асбоб-анжомларни тезроқ емирувчи таъсир кўрсатиши, авария хавфининг ошишига ҳамда маҳсулот сифати пасайишига сабаб бўлишини исботлашган. Амалиётга жорий қилишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасаларида, жумладан, кўпгина мамлакатларда амалдаги қонунчилик доирасида ишлаб чиқариш жараёнларида юз берадиган хавф-хатарларни минималлаштириш мақсадида махсус техник вазифаларни бажаришни кўзда тутувчи қонун ҳужжатлари қабул қилинган. Н.А.Семенов томонидан ишлаб чиқариш объектларидан чикувчи титрашлар биноларни емириш ва уларнинг атрофидаги тупроқ ҳамда сув ҳолатининг ёмонлашувига олиб келиши, бу эса, аҳоли саломатлигига кўшимча хавф туғдириб, минтақанинг иқтисодий аҳволига ҳам салбий таъсир кўрсатиши устида илмий изланиш олиб борган. Д.С.Иванов (Россия) замонавий тизим жорий қилиш орқали корхоналардаги вибрация фонларини назорат қилиш, тизим муаммоли ҳудудларни ўз вақтида аниқлаш ва зарур чора-тадбирларни кўриш имкониятини беради. (Ким Ин.Ли, Пуссан университети, Корея) томонидан тадбирлар бу – демпферлардан фойдаланиш, фундаментларнинг юмшатовчи хусусиятларини яхшилаш ҳамда асбоб-ускуналарни эксплуатация қилиш тартибини такомиллаштирган.

Дунёда ишлаб чиқаришда титрашининг таъсири инсон организмнинг физиологик ва функционал ҳолатидаги ўзгаришларни келтириб чиқариши ва организмнинг функционал ҳолатидаги ўзгаришлар вестибуляр реакцияларнинг бузилиши ҳамда ҳаракатлар координациясида, чарчаш даражасининг ошиши, ҳаракат ва кўриш реакциясининг секинлашишда намоён бўлиши, бу эса, меҳнат унумдорлиги пасайишига олиб келишининг олдини олиш, иссиқлик алмашинув жараёнларини жадаллаштириш, моддий зарарлар, инсонларнинг ҳалок бўлиши ва жароҳатланиши билан боғлиқ нохуш ҳодисалар кўламини қисқартиришга оид тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ишлаб чиқариш тебраниши барча соҳа ишчиларининг организмига таъсири, титрашларни камайтириш чоралари ва уларни инсонга хавф хавфининг олдини олиш каби масалаларни ҳал қилишда бир қатор таниқли олимлар катта хисса қўшганлар, жумладан, Т.Азовскова., Р.Бараев, С.Г.Смирнов, А.И.Комкин, А.Д.Галеев, Э.А.Дрогичин, Н.Б.Метлино, В.А.Кириянов, А.В.Сухова, В.Г.Артамонова, Е.Б.Колесова, Л.В.Кускова, О.В.Швалева, А.А.Пенкнович, Л.Н.Пригода, Е.Н.Суетина, Л.Н.Шпагина, В.В.Захаренков, J.A.Allen, Ж.С.Таунсенд, Л.Прандтл, Э.Тейлор, Л.С.Клячко, С.Сакс, А.Эйнштейн, Т.Великанова, А.Д.Климанов, Н.Воронин, Л.Д.Воронина, А.Д.Багриновский, С.У.Вейлер, П.Ребиндер, Ж.Борисов, С.Доз, В.Вин, Й.Б.Зелдович, Х.А.Кристорян, В.В.Старк, Й.Н.Талиев, В.В.Дяков, С.В.Белов, К.Н.Абдурахманова, Н.В.Шутов ва бошқалар.

Больцман-Вольтернинг интеграл тенгламаларини реал жисмларга, материалларга тадбиғи бўйича усуллари ишлаб чиқиш ва такомиллаштиришга Ўзбекистоннинг таниқли олимларини илмий ишлари бағишланган. Булардан, Л.Слонимский, М.И.Розовский, В.А.Каргин, А.П.Бронский, Ю.Н.Работнов,

А.М.Сталевич, М.А.Колтунов, Н.Х.Арутюнян, М.Мирсаидов, Т.Мавланов, Х.Эшматов, Ф.Бадалов, С.Бабанов, Т.Азовскова, Р.Бараева, Н.Вакурова, О.Р.Юлдашев, Б.Т.Ибрагимов, Р.Р.Нурмаматова, А.С.Сулаймонов, А.К.Кудратов, Т.А.Ганиев. Олиб борилган илмий тадқиқотлар натижасида титрашларнинг салбий омилларини камайтириш самадорлигини ошириш амалиётида қўллаш масалаларни ечишда салмоқли натижаларга эришилди.

Шу билан бирга, каби қатор олимлар тебранишлар хавфи юқори, жумладан ер қимирлаши, резонанс ҳодисаси мумкин бўлган ҳолатларда барча турдаги динамик жараёнлар рўй бериши мумкин бўлган корхоналарни 90% стратегик объектлар ҳисобланади. Шунинг учун ҳам улар энг замонавий хавфсизлик тизимлари ва титрашларни камайтириш, динамик жараёнлар натижасида ҳосил бўладиган титрашларни максимал даражада камайтириш барча корхоналарда етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация иши Ўзбекистон Республикаси Камбағалликни қисқартириш ва бандлик вазирлиги ходимларнинг малакасини ошириш марказининг «Иқтисодиёт тармоқлари корхоналарида меҳнат муҳофазасини таъминлаш, фавқулодда вазиятларда ходимлар хавфсизлигини ошириш ва уларни тезкор ҳаракат қилишга тайёрлаш тизимини такомиллаштириш» бўйича илмий-тадқиқот ишлари режаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади саноат корхоналарида зарарли ишлаб чиқариш омилларидан титраш хавфини камайтириш, титрашларнинг инсонга зарарли таъсирининг назарий ва экспериментал асосларининг самарадорлигини ҳисоблаш усулларини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

титрашларни одамга таъсири ва ундан келиб чиқадиган касалликлар хавфини камайтириш усулларини ишлаб чиқиш;

инсон танасини қовушқоқ-эластиклик хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда моделлаштириш;

саноат корхоналарида инсонга таъсир этадиган титрашларнинг нормаларини тадқиқ этиш;

титрашларнинг диссипатив ҳолатларини аниқлашда амалий масалалар ва тадқиқот натижаларининг самарадорлигини ҳисоблаш;

технологик жараёнларда, корхоналарда содир бўладиган динамик ҳолатларда титрашлар ҳосил бўлиш манбаълардан тарқалиши, уларни объектлар орқали инсон танасига таъсирини ўрганиш;

титрашлар натижасида ишчиларда касб касаллигини пайдо бўлиши хавфсизлик тизимининг элементлари аниқлаш, ишлаб чиқариш жараёнида инсонга таъсир қиладиган титрашлар хавфини камайтириш бўйича тавсиялар ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти титраш манбаси, титрашни ҳосил қилувчи ускуналар, манбани узатувчи муҳит ва шахс, ишлаб чиқариш жараёнида инсонга таъсир қиладиган титрашлар хавфини камайтириш олинган.

Тадқиқот предмети саноат корхоналарида динамик жараёнида ҳосил

бўладиган титрашларнинг хавфини камайтириш, титраш манбаси, титрашларни узатиш ҳамда одам танасига зарарли таъсирини баҳолаш бўйича назарий ва экспериментал тадқиқот ўтказиш ҳамда илмий асосланган усуллари ташкил қилади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот ўтказиш жараёнида назарий таҳлил, кузатиш, қиёслаш, титраш жараёнларини математик моделини ишлаб чиқиш ва таҳлил қилиш, тадқиқот натижаларини умумлаштириш ва таклиф-тавсиялар бериш каби усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагиларда кўринади:

илк бор титрашнинг зарарли таъсири инсон организмнинг физиологик ва функционал ҳолатида ўзгаришларни келтириши, вестибуляр реакцияларининг бузилиши, ҳаракатлар координациясида чарчаш даражасининг ошиши, ҳаракат ва кўриш реакциясининг секинлашиши ва меҳнат унумдорлиги пасайишининг конструктив ечимлари ишлаб чиқилган;

вибродемпфнинг тебраниш тизимларида фаол йўқотишларнинг ошиши, уларга энг кенг тарқалган вибродемпфер қопламаларга мастикалар, VPM, Antivibrit–М) ва пардоз материаллари (пенопласт, жун, винипор, фолгоизол)ни қўллаш, конструктив параметрларининг ўзгаришини аниқлаш орқали титрашларнинг инсон организмга салбий таъсирини 14-20% гача камайтиришнинг оптимал вариантлари асосланган;

тадқиқотда тик турган ҳолатда, инсон танасига таъсир этаётган титрашларни 5–12 ва 17–25 Gs да иккита резонанс частота, ўтирган ҳолатда эса, 4–6 Gs, бош учун резонанс частота 20–30 Gs оралиғида, кичик частотали титрашларда касб касалликлари 8–10 йилда, юқори частоталарда 5 йилда пайдо бўлиши аниқланган пружиналар комбинациясининг нисбати катталиги бўйича аниқлаш асосланган;

титрашлардан ҳимоялашнинг асосий усуллари, титрашларни ҳосил бўлишдан олдин манбада камайтириш, виброизоляция қилиш, қўшимча виброизоляцияторлар ўрнатиш, цехда ишлаётган ускуналарни рационал жойлаштириш, маҳаллий титрашлардан ҳимояловчи виброизоляцияли қўлқопларнинг янги самарали намуналари ишлаб чиқилган;

тебранишнинг инсонга таъсир қилиш усули бўйича пайдо бўлиш манбаига кўра, тебраниш частотаси бўйича, паст частотали (22,6 Gs дан кам), ўрта частотали (22,6–90 Gs) ва юқори частотали (90 Gs дан ортиқ), спектр хусусиятига кўра, тор ва кенгполосали, таъсир қилиш вақтига кўра, доимий ва ўзгарувчан бўлиб, ўзгарувчан вақт давомида узлуксиз ва импульс кўрсаткичларини ифодаловчи математик алгоритм ишлаб чиқилган;

инсон танасини қовушқоқ–эластиклик хусусиятига эга бўлган механик тизим сифатида Больцман–Волтер интеграл модели, ядро сифатида Ржаницин–Колтуновнинг уч параметрли ядроси қабул қилиниб, инсон танасининг квазистатик реал ҳолатлари акс эттирилиши, Mathcad комплекс математик дастури асосида амплитуда–частотали хусусиятларни аниқлаш усуллари такомиллаштирилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат.

назарий таҳлилларни тажриба аниқлаш ва умумлаштириш асосида саноат

корхоналарида титраш ҳосил қилувчи манбалар аниқланган;

хавфсизлик тизимларини ўрнатиш ва технологик ускуналарнинг ишлатилиши, хавфсиз элементларни танлаш усуллари такомиллаштирилган;

маҳаллий титрашлардан ҳимояловчи виброизоляцияли қўлқопларнинг янги версия намунаси ишлаб чиқилган;

ишлаб чиқилган таклифларни амалиётга жорий этиш, инсонларни ҳаёт фаолиятида хавфсизлик тизимларини қўллаш, касб касаллигига чалиниш хавфининг олди олинган;

mathcad комплекс математик дастури асосида амплитуда-частотали хусусиятларни аниқлаш усуллари ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончилиги. Тадқиқот ишида фойдаланилган расмий маълумотлар, ўтказилган эксперимент натижалари, таҳлил натижаларининг лаборатория жиҳозлари ёрдамида асослангани, хулоса, таклиф ва тавсиялар амалиётга жорий этилгани, ўзаро боғланиш мувофиқлиги, ҳисобий ва тажрибавий натижаларнинг ўзаро мос келиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти саноат корхоналарида содир бўладиган динамик жараёнлардан ҳосил бўлган титрашларни манбадан бошлаб, титрашларни узатилиши ва унинг инсон танасига зарарли таъсирини баҳолаш ҳамда одам ҳаёт фаолиятини титрашлар билан боғлиқ бўлган хавфнинг асосий хусусиятлари, хавфсизлик тизимининг элементлари, хавфсизлигини таъминлаш учун вазиятни олдиндан таҳлил қилиш, уларнинг асосий хусусиятларини билган ҳолда математик таҳлил асосида титрашлар таъсирини камайтиришнинг илмий асосланган ҳисобий назарияси ва амалиёти ривожига қўшган ҳиссаси билан изоҳланади.

Тадқиқотнинг амалий аҳамияти таклиф этилаётган тавсияларнинг математик усулдаги таҳлили, моделлаштириш асосида титрашлар манбаи, бу манбадан узатувчи муҳит орқали инсон танасига таъсирини механик тизим кўринишида ифодалаб, ҳар бир элементдаги титрашлар таъсирини камайтиришни баҳолаш ҳамда титрашлар хавфини максимал камайтириш кўрсаткичларини аниқлаш усуллари ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Саноат корхоналарида зарарли ишлаб чиқариш омилларини камайтиришнинг назарий ва экспериментал асосларини такомиллаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

титрашнинг зарарли таъсири инсон организмнинг физиологик ва функционал ҳолатида ўзгаришларни келтириши бўйича аниқланган натижалар Бухоро шаҳрининг “ARK ЭКО TEXTILE” МЧЖда жорий қилинган (О‘ЗТО‘QIMACHILIKSANOAT уюшмаси 2018 йил 2 апрелдаги ФЖ-14-1936-сон маълумотномаси).

Натижада, вестибуляр реакцияларнинг бузилиши, ҳаракатлар координациясида чарчаш даражасининг ошиши, ҳаракат ва кўриш реакциясининг секинлашиши, меҳнат унумдорлиги пасайишига олиб келишини аниқлаш ва унинг тезлик билан самарали чораларини кўриш имконини берган;

тадқиқотда тик турган ҳолатда инсон танасига таъсир этаётган титрашларни 5-12 ва 17-25 Гц да иккита резонанс частота, ўтирган ҳолатда эса, 4-6 Гц, бош

учун резонанс частота 20-30 Гц оралиғида мавжуд бўлиши Бухоро шахрининг DELUXE FABRIC МЧЖда жорий қилинган (О‘ЗТО‘ҚИМАШИЛИКСАНОАТ уюшмаси 2018 йил 2 апрелдаги ФЖ-14-1936-сон маълумотномаси).

Натижада, бошнинг тебраниш амплитудаси елкага қараганда, 3 баробар кўп бўлиши, кичик частотали титрашларда касб касалликлари 8-10 йилда, юқори частоталарда беш йилда пайдо бўлишни таҳлил қилиш имконини берган;

тебранишнинг инсонга таъсир қилиш усули, пайдо бўлиш манбаи бўйича транспорт–технологик ва технологик, тебраниш частотаси, спектр хусусияти, таъсир қилиш вақти Бухоро муҳандислик–технологиялар институти хузуридаги “Камалак Шабнам Текс” МЧЖда, Бухоро шахрининг “МЕРГАН ТЕКС” ҳамда Бухоро шахрининг “Al-Hakim Plyus” МЧЖда жорий қилинган (О‘RVMH Sanoat, radiatsiya va yadro xavfsizligi qo‘mitasi 2024 йил 14 декабрь 04/1157–сон маълумотномаси).

Натижада, титрашларни ҳосил бўлишидан олдин манбада камайтириш, виброизоляция қилиш, қўшимча виброизоляцияторлар ўрнатиш, цехда ишлаётган ускуналарни рационал жойлаштириш, маҳаллий титрашлардан ҳимояловчи виброизоляцияли қўлқопларнинг янги намуналарини ишлаб чиқишни маҳаллийлаштириш ва амалиётга кенг тадбиқ этиш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертация ишининг натижалари жами 6 та, шундан 3 та халқаро ва 1 та республика илмий-техник анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган, 2 та интеллектуал мулк агентлигидан гувоҳнома олинган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 22 та илмий иш, жумладан, 1 та монография, диссертациянинг асосий натижалари чоп этилиши тавсия этилган илмий журналларда 16 та мақола (шундан 11 таси хорижда, 5 та республикада) нашр этирилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, олтита боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 199 бетни ташкил этади.

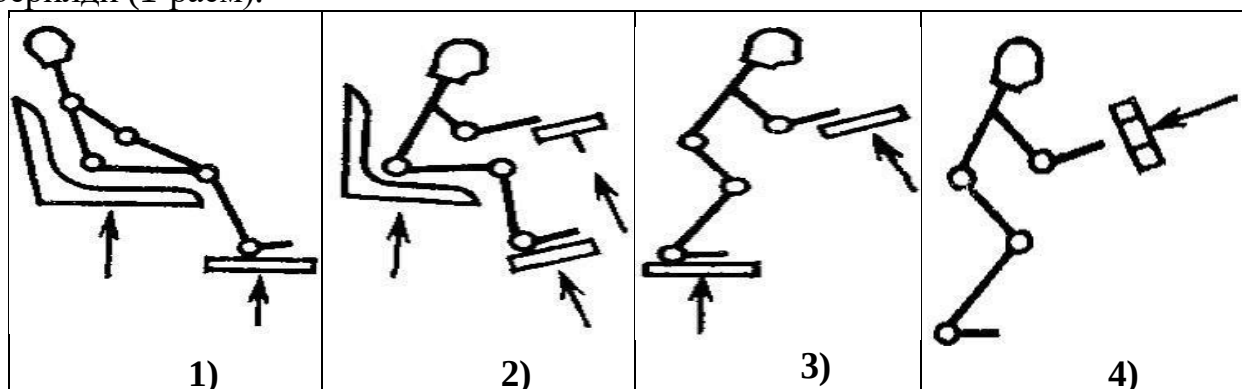
ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Диссертациянинг **кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати, тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг асосий устувор йўналишларига боғлиқлиги, диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи, муаммонинг ўрганилганлик даражаси, тадқиқот мавзусининг диссертация бажарилаётган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари, объекти ва предмети, усуллари, илмий янгилиги ва амалий натижаси, тадқиқот натижаларининг ишончлилиги, илмий ва амалий аҳамияти, жорий қилиниши, апробацияси, эълон қилиниши, диссертациянинг ҳажми ва тузилиши ёритилган.

Диссертациянинг **“Ишлаб чиқариш технологик жараёнларида титрашларни келтириб чиқарадиган салбий омиллар таъсирининг бугунги кундаги ҳолатининг таҳлили”** номли биринчи бобида, саноат корхоналарида содир бўладиган динамикжараёнлар натижасида ҳосил бўладиган титрашларни камайтириш ишлари бўйича меҳнат муҳофазасини таъминлаш омиллари кенг

ўрганилган. Саноат корхоналарида дастгоҳ ва қурилмаларнинг ишлаши натижасида титрашлар юзага келиши ва бунга асосий сабаблар; детал ва қисмларнинг бир-бирига урилиб ишлаши, ишқаланиб ишлаши, бир-бирига нисбатан ҳаракатланиши, катта тезликда ҳаракатланиб, ҳаво молекулаларининг максимал тезкор ҳаракатлантириши кенг таҳлил қилинган. Булар инсон организмига таъсир кўрсатади, асосан асаб тизимлари ва эшитиш органларини, суяк тўқималарининг касалланиш омиллари ўрганилди.

Олиб борилган изланишлар ва тадқиқотлар давомида, дунёда бўйича ишлаб чиқарувчи корхоналар сонини таҳлил қилиш асосида, хорижий давлатларнинг ишлаб чиқарувчи корхоналар жаҳонда энг етакчи ўринда туриши аниқланди. Бундай корхоналарнинг сони кўпайгани сайин, инсонлар ҳаёти ва соғлиги кўпроқ хавф остида қолаётгани, даромад олиш ошгани билан ишловчи ходимлар ҳаёти ва яқин атрофда яшовчи аҳоли пунктлари, атроф-муҳит экологиясига салбий таъсир кўлами кенгайиб бораётганлиги таҳлил этилган. Тадқиқот таҳлилларида маълум бўлишича, дунё бўйича корхоналарда содир бўлган титрашлар нафақат инсон саломатлигига, балки ишлаб чиқаришларда иқтисодий самарадорликнинг камайишига ҳам сабаб бўлади. Бу эса, инсонларнинг ҳаёти ва соғлигига хавф туғилиши, иқтисодий зарарнинг ошишига ҳам олиб келади. Чунки иқтисодиётнинг асосий даромади саноат корхоналари улушига тўғри келади. Олиб борилган тадқиқотда тебранишнинг асосий турли манбалари қуйидаги гуруҳларга ажратилиб тадқиқ қилинди ва уларнинг таснифи ҳам берилди (1-расм).



1-расм. Тадқиқот натижасида кузатишган инсонларнинг турли хил ҳолатларда турганда тебранишлар таъсири тасвирланган

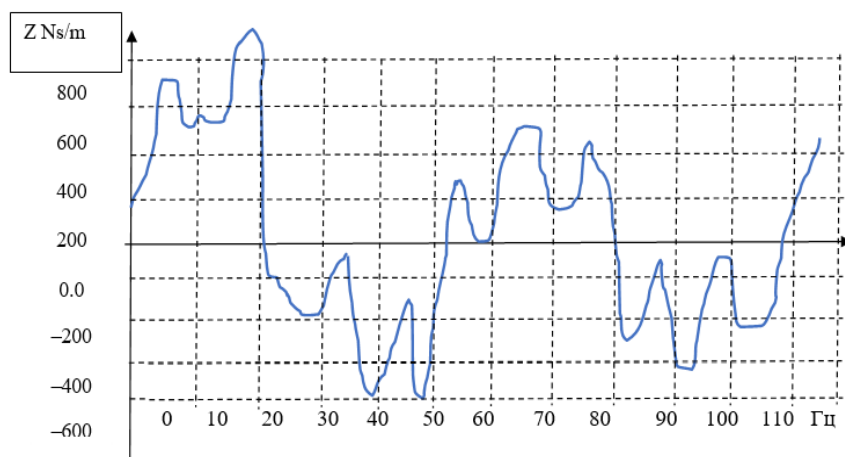
Жаҳон статистикаси маълумотларига кўра, саноат корхоналарида юқори тезлик ва қувватларда ишлайдиган ишлаб чиқарувчи дастгоҳлари сони йил сайин кўпайиб бораётгани сабабли, корхоналардаги ишчиларнинг касбий касалликлари хавфли кўрсаткичлари ҳам ошиб бораётганлиги таҳлил қилинган.

Диссертациянинг **“Титрашларни инсонга таъсири натижасида келиб чиқадиган касалликлар хавфини камайтириш усуллари тадқиқ этишнинг тажриба-синов ишларини амалга ошириш”** номли иккинчи бобида инсон танасига тебранишнинг сурункали таъсири натижасида, юрак-қон томир тизимида, марказий асаб тизимида ўзгаришлар, қон томирларининг торайиши, бўғимларда ўзгаришлар кузатилиб, уларнинг ҳаракатчанлигини чеклайди. Тебраниш ишловчиларда асабийлашиш, уйқусизлик, бош оғриғи, тебранувчи

асбоб-ускуналар билан ишловчи кишиларнинг қўлларида оғриқ пайдо қилади, узок вақт таъсир қилганида суяк тўқимаси кучли ўзгаришлар кузатилиши тадқиқотлар натижасида аниқланди. Титрашлар шароитида ишлаш иш унумини пасайишига ҳамда инсонларни шикастланиш даражасини ўсишига олиб келади. Одатда, титрашлар спекторида кичик частотали тебранишлар бўлиб, бу эса, инсон организмига, баъзи титрашлар асаб, юрак–қон тизимига, вестибуляр аппаратга қаттиқ таъсир кўрсатади. Титрашлар частотаси инсон организмнинг баъзи аъзоларининг частотасига мос келган ҳолда, танага энг катта зарар кўрсатилиши натижалари 1-жадвалда келтирилган.

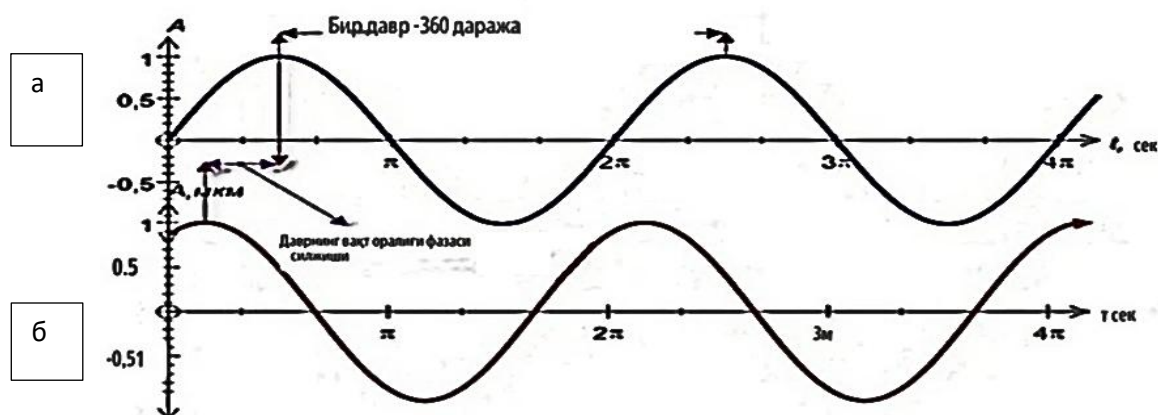
1-жадвал.

№	Тана аъзолари	Ғи	№	Тана аъзолари	Ғи
1	Кўз	12–27	5	Бош	8–27
2	Томоқ	6–27	6	Юз	4–27
3	Кўкрак қафаси	2–12	7	Умurtқа поғонаси	4–14
4	Оёқ–қўл	2–8	8	Корин	4–12



Тик турган ҳолатда инсон танасига таъсир этаётган титрашларни 5–12 ва 17–25 $\Gamma\text{ц}$ частоталар оралиғида иккита резонанс частотаси мавжуд бўлиши, ўтирган ҳолатда эса, 4–6 $\Gamma\text{ц}$ оралиғида, бош учун резонанс частота 20–30 $\Gamma\text{ц}$ оралиғида мавжуд бўлади. Частоталарнинг бу оралиғида бошнинг тебраниш

амплитудаси елкага қараганда 3 баробар кўп бўлиши тадқиқ этилди. Ишлаб чиқариш шароитида кўл машиналарининг титрашлари одатда, 36 Гц гача бўлганида титраш тезликлари максимум бўлиб, кичик частотали титрашларда касб касалликлари 8–10 йилда пайдо бўлиши, юқори частоталарда эса, беш йилда ҳам рўй бериши мумкинлиги аниқланди.

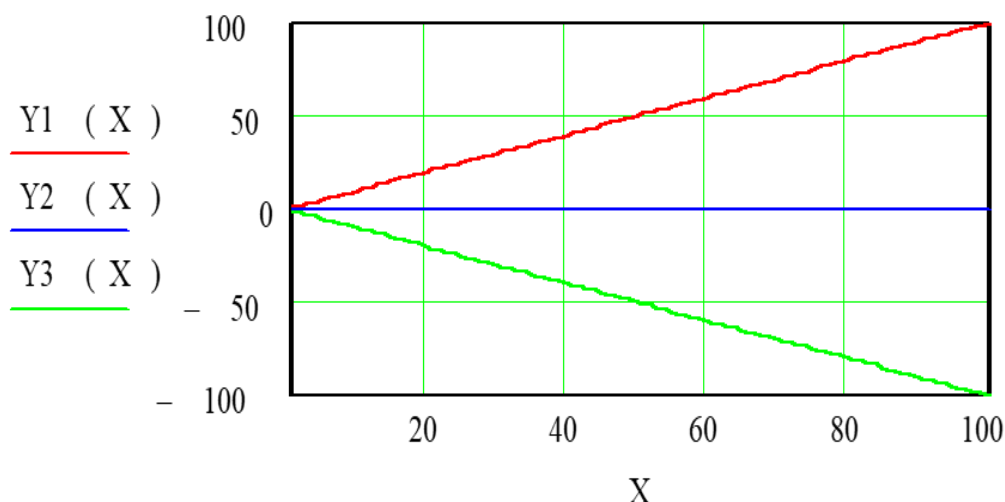


3-расм. Тебраниш жараёнини ифодаловчи графиклар: a – гармоник тебранма ҳаракат; b – тасоддий тебранишлар; титрашларда виброкўчиш – u (м); вибротезлик – v (м/с).

Саноат корхоналаридаги титрашларнинг асосий қонунларидан бири

$$w(t) = A \cos(\omega t + \varphi) \quad (1)$$

кўринишга эга бўлган гармоник тебранма ҳаракатдир. Бу формулада A – тебраниш амплитудаси; $\omega = 2\pi f$ – бурчак частотаси, рад/с; $f = 1/T$ – циклик частота, Гц; T – тебраниш даври, с; φ – тебранма ҳаракатнинг бошланғич фазаси горизонтал титрашлар таянч текислигига параллел таъсир этади (3-4-расмлар).



4-расм. Ўтказилган тадқиқотлар асосида титраш $Y1(X)=AX$; $Y3(X)=-AX$; $Y2(X)=0$ параметрлари келтирилган

Маҳаллий тебранишларга кўл механизацияланган асбоб-ускуна билан ишловчилар дучор бўлади. Улар кўл панжасининг қон-томирларини торайишига, билакларнинг қон билан таъминланишини бузилишига олиб келиши 5-расмда келтирилган.



5-расм. Маҳаллий тебранишдан келиб чиққан титраш касб касаллигига хос бўлган белгилар

Узоқ муддатли тебраниш таъсиридан келиб чиқадиган касбий касаллик титраш касаллиги бўлиб, бу одамнинг кўплаб физиологик функцияларининг бузилиши билан намоён бўлади. Маҳаллий тебранишдан келиб чиққан титраш касаллигига хос бўлган белгилар ҳам худди шундай намоён бўлиб, кўпроқ қуйи оёқларнинг таъсирланган томонида бўлади. Умумий ҳолатдаги шикоятлар ҳам шунга ўхшаш бўлиши 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Титраш касаллигини ташхислаш учун мажбурий бўлган услублар

№	Услублар	Меъёрий қийматлар
1	Совуқ синовлари (+4 ⁰ С 3 мин)	Реакция йўқ
2	Альгезиметрия	0,5 мм гача
3	Тери термометрияси	27-33 ⁰ С асимметрия ≤ 1 ⁰ С бўлганда
4	Капиллярскоия	16-20 (7-8 1 мм) га 16-21 кўриш доирасида
5	Билак диаметри	Эркакларда 40-60 кг; Аёлларда 30-50 кг

Инсон танасининг ҳамма қисмидан ўтувчи частотаси 40 ÷ 50 Гц гача бўлган титрашларнинг тик турган ҳолатда бўлган одам суякларини дегенератив ўзгаришларга олиб келади, деформацияланади. Титрашлар таъсирида умуртқа поғонасида мавжуд бўлиши мумкин дегенератив хасталик касбий характерга эгадир. Шундай қилиб, олиб борилган илмий кузатишлар натижасида маҳаллий ва умумий титрашлардан ҳосил бўлган титраш касб касаллиги ўзининг симптоми билан бошқа касалликлардан тубдан фарқ қилиши ва бу касалликни олди олинмаса одамнинг иш қобилияти бутунлай йўқолиши аниқланди. Тебранишдан ҳимоя қилиш учун қуйидаги усуллардан машиналарнинг тебраниш фаоллигини камайтириш, резонансли частоталардан четлатиш, тебраниш демпфировкасини камайтириш, тебраниш изоляцияси, тебранишни сўндириш, шунингдек, шахсий ҳимоя воситаларидан фойдаланилди.

Диссертациянинг “Саноат корхоналаридаги технологик титрашларнинг инсон танасига таъсир омилларини моделлаштиришни илмий асослаш” деб номланган учинчи бобида, инсон танасини моделлаштиришда, инсонни механик тизим, деб қаралган. Механик тизим бири иккинчиси билан пружина ёки демпфирлар воситасида боғланган элементлардан иборатдир. Модел таркибига кирувчи параметрларни қийматлари тажрибалар орқали аниқланди. Тадқиқот давомида, моделлаштиришдан олдин моделлар, моделларни турлари, моделлаштириш асослари ва зарурати хусусияти,

технологияси масалаларини ечиш методикаси, моделлаштириш жараёни технологияси масалаларини ечиш методикаси ишлаб чиқилди. Аниқ модел учун эса, қаралаётган объект сифатида одам танаси, фаолият жараёнини характерловчи тушунчалар кўрсатилган. Курилган модел учун қўйилган масалани ечиш алгоритми ишлаб чиқилган, дастур яратилган ҳамда дастур учун кучланиш ҳамда деформация релаксация хусусиятларини баҳолаш усуллари ишлаб чиқилган.

Тадқиқотда инсон танасини қовушқоқ-эластиклик хусусиятига эга бўлган механик тизим деб, унинг учун энг қулай модел сифатида Больцман - Вольтер интеграл моделидан фойдаланилди. Математик модел танлашда ва қуришда кўп ҳолларда умумий механика қонунларига асосланган, қаралаётган тизим элементларини статик ва динамик ҳолатларини адекват аниқловчи Больцман-Вольтер таклиф этган модел қўлланилди. Шунингдек, частотали характеристикалардан фойдаланилди. Больцман-Вольтер моделига кўра, тизим элементларининг кучланиш-деформация ҳолатини аниқлашда кучланиш ва деформацияни боғловчи тенглама сифатида қуйидаги мунособат қабул қилинди.

$$\sigma(t) = E[\varepsilon(t) - \int_0^t R(t - \tau)\varepsilon(\tau)d\tau] \quad (2)$$

Бунда, $\sigma(t)$ - кучланиш, $\varepsilon(t)$ - деформация, t – кузатиш вақти, $0 \leq \tau \leq t$ - оралик вақт, E -оний эластиклик модули, R – релаксация ядроси. Ушбу моделдан фойдаланиш жараёнида моделга кирувчи параметрлар аниқланди.

Тизим элементларида ҳосил бўладиган статик ва динамик жараёнларни адекват ифодаловчи ядролардан бири М.А. Колтунов-Ржаницын ядроси ҳисобланади ва у кўринишга эга бўлади.

$$\tau(t - \tau) = \frac{Ae^{-\beta(t-\tau)}}{(t-\tau)^{1\alpha}} \quad (3)$$

Бу ядрони қўллашдан мақсад, бир томондан, тажрибалар ёрдамида курилган бўлиб, тизим элементларидаги кучланиш ҳолатини аниқлаш ўта содда бўлса, иккинчи томондан, элемент материаллари учун квазистатик ёки динамик тажрибалар ўтказиш учун қулай ҳисобланади. Тадқиқот тажрибасида, валларнинг мослигини текшириш учун SKF TKSA-20 ва TKSA-31 русумли лазерли асбоблардан фойдаланилди. Бу махсус ўқув талаб қилмайдиган марказлаштирувчи валлар учун ишлатиладиган оддий лазер асбоби бўлиб, 6-расмда келтирилган.



6-расм. Валларнинг мослигини текшириш учун SKF TKSA 20 ва TKSA 31- русумли лазерли асбобларни қўллаш жараёни тасвирланган

Тадқиқот тажрибасида, ўлчов блоklarини тез ўрнатиш қўлланилди; ўлчов блоklarи сиртли сатҳлардан фойдаланган ҳолда тез ва осон ўрнатилди.

Курилмадан фойдаланишда рамзий меню, уч кадамли оддий жараён ва фойдаланувчи танлаган ўлчов бирликлари (*мм ёки дюйм*) ушбу курилмани ҳамма жойда ишлатиш имконини берди. Тайёрланмаган фойдаланувчилар учун ҳам қулай, қисқа йўриқнома деярли ҳар қандай мутахассис учун тез танишиш имконини беради. Ҳар бир мосламани ишлатишдан олдин унинг йўриқномасида келтирилган ҳамда хавфсизлик талаблари бўйича меъёрий ҳужжатлар билан танишиб чиқилди. Ҳар бир олингин натижалар титрашларни меъёрлаштириш норматив ҳужжатлари талабига мувофиқ ҳолда амалга оширилди. Бу эса, ўз навбатида инсон танасининг эластиклик хусусиятларини ҳисобга олиб, моделлаштиришни талаб этади.

Диссертациянинг **“Инсон танасига титраш таъсирининг қовушқоқ-эластиклик хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда моделлаштириш”** номли тўртинчи бобида, тадқиқот жараёнида инсон танасини умуман олганда мураккаб, чизикли бўлмаган, анизотроп композит материал сифатида қараб, бу материалларнинг хусусиятларини ўрганишда қовушқоқ-эластиклик назариясига асосланилди. Танани ташкил этувчи компоненталарни ўзгартириш натижасида керакли талабларга жавоб бера оладиган, жумладан инсон организмига ижобий таъсир этадиган турли омилларни яратиш имконияти яратилди. Тадқиқотнинг тажриба жараёнини ўтказиш давомида, катта деформацияларда тананинг кучланиш-деформация ҳолатини чизикли функционал боғланиш орқали ифодаб бўлмайди. Бундай ҳолларда, инсон танасининг кучланганлик ҳолатини чизиксиз боғланишлар орқали ифодалаймиз. Олинган тажрибавий натижаларга таянган ҳолда, Больцман-Вольтер ишларини ривожлантиришга асосан кучланиш-деформация орасидаги боғланишни қуйидаги кўринишда ифодаланди.

$$\begin{aligned}\varepsilon_{ij}(t) &= \int_0^t K1_{ijkl}(t-\tau)\sigma_{kl}(\tau)d\tau + \int_0^t \int_0^t K2_{ijkl}(t-\tau, t-s)\sigma_{kl}(\tau)\sigma_{kl}(s)d\tau ds + \dots \\ \sigma_{ij}(t) &= \int_0^t R1_{ijkl}(t-\tau)\varepsilon_{kl}(\tau)d\tau + \int_0^t \int_0^t R2_{ijkl}(t-\tau, t-s)\varepsilon_{kl}(\tau)\varepsilon_{kl}(s)d\tau ds + \dots\end{aligned}\quad (4)$$

Бу ифодаларга кирувчи К ва R ядролар мос равишда ползучест ва релаксация ядролари дейилади ва улар тажрибалар орқали аниқланди. Тадқиқотда Ильюшиннинг учинчи даражали чизиксиз назариясига асосан юқоридаги мунособатлардан қуйидаги формула асосида аниқланди.

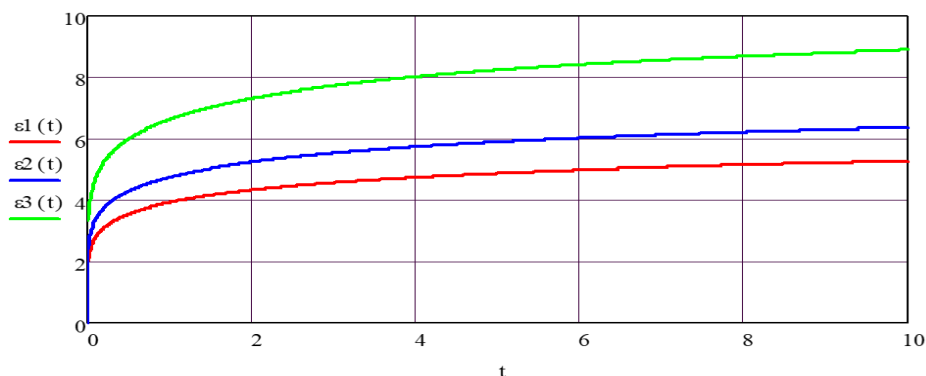
$$\varepsilon(t) = \frac{1}{E} \left[\sigma(t) + \int_0^t K_1(t-s)\sigma(s)ds \right] + b \int_0^t K_2(t-s)\sigma^3(s)ds. \quad (5)$$

Бу ифодага кирувчи барча параметрлар тажриба орқали аниқланди.

Агар инсонга таъсир этаётган куч ўзгармас бўлса, кучланиш ҳам ўзгармас бўлади, яъни $\sigma = \sigma_0 = const$. Бу ҳолда (5) тенглама

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma_0}{E} \left[1 + \int_0^t K_1(t-s)ds \right] + b \sigma_0^2 \int_0^t K_2(t-s)ds. \quad (6)$$

кўринишга келади. (6) формула асосида қурилган силжувчи эгри чизиклари келтирилган. Олиб борилган изланишларда механикавий конструкцияга ўхшаб, инсон танаси элементлари ҳам баъзи частоталарга мос келувчи резонанс ҳолати бўлиши аниқланди. Одам организмида кўплаб резонанс бўлиши мумкин, бундай резонанс частоталар маълум одамларга ва уларнинг ҳолатига боғлиқ бўлади. Титрашлар таъсирида одам ҳаракатланиши учун икки хил механик реакция кучи мавжуд. Биринчиси, одам танасини титрашларга кўрсатадиган акс таъсири бўлса, иккинчиси қаршилик кучи ҳисобланади (7-расм).

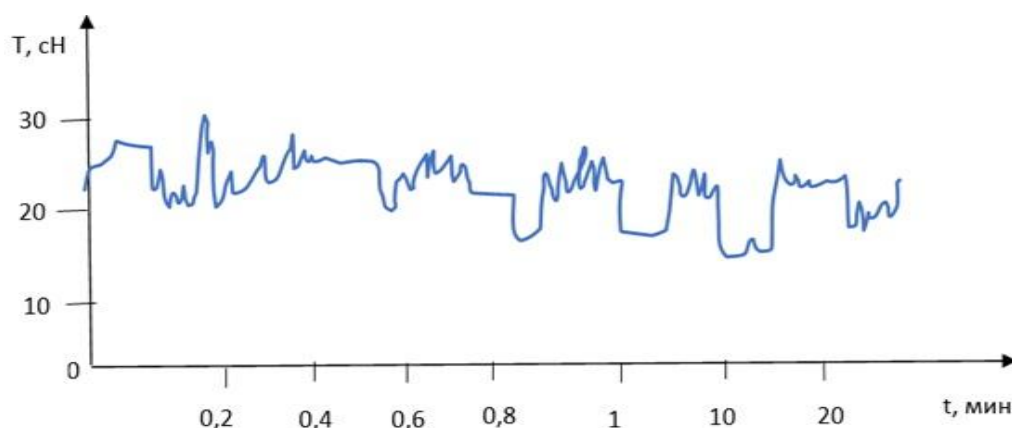


7-расм. Ўзгармас кучланишнинг ҳар хил қийматларида деформациянинг вақт бирлиги ичидаги ўзгаришини ифодаловчи эгри чизиклар

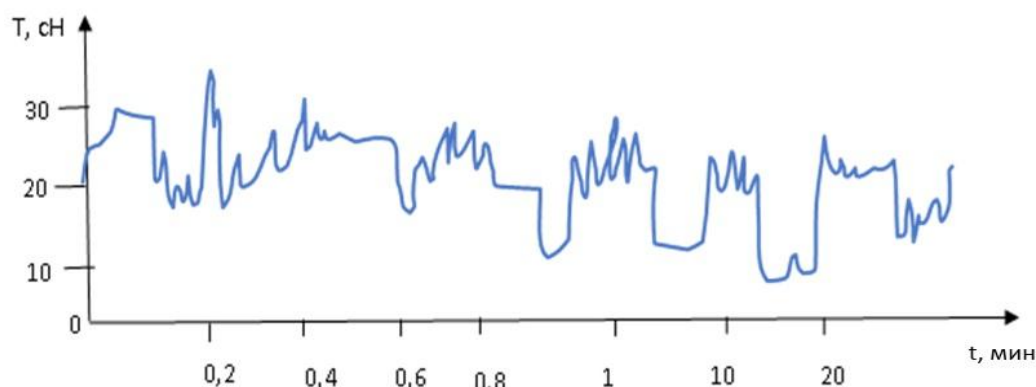
Тажриба натижасида олинган таранглик эгри чизикларини синик эгри чизиклар билан аппроксимациялашдан иборат. Иккинчи усул эса, Сплайн-интерполяция усули бўлиб, унда «Maple» математик дастуридан фойдаланилди. Бу дастурга асосан, $\text{spline}(X, Y, x, k)$ усули ёрдамида аппроксимация функцияси қурилди. Бунда X ва Y лар тажриба натижасида олинган қийматларнинг векторларини аниқлайди. X -ўзгарувчи, k коэффицент эса тажрибавий натижаларни тўғри ёки эгри чизиклар билан аппроксимациялаш мумкинлигини ифодаловчи коэффицент. Қаралаётган масалада X вектор вақтни характерлайди, Y вектор эса тарангликни ифодалайди.

Тадқиқот тажрибасида ўзгарувчан Пуассон коэффицентини комплекс Колтунов ядроси орқали ҳисобланди. ASV02Z–PL – қобикли конструкциялар элементларини қовушқоқ–эластик хоссаларини ифодаловчи Больцман–Вольтернинг интеграл моделига кирувчи таъсир функцияси уч кўрсаткичли Колтунов–Ржаницын ядросининг Гамма функцияси ҳисобланди. Тадқиқотда аниқлик учун тажриба синовлари икки хил тўқув дастгоҳларида турли тезликларда ишлаётган тўқув дастгоҳларида ҳаракатланаётган иплар тарангликларини аниқлаш ва уларнинг тўқилаётган тўқималар сифатига таъсирининг ва дастгоҳ титрашининг инсонга таъсирини ўрганишдан иборат.

СТБ–216 дастгоҳи танда ипининг чизикий зичлиги 29,4 текс, арқоқ ипининг чизикли зичлиги 25 текс, ипларнинг зичлиги 240, айланиш частотаси 200 *айл/мин* буз тўқимаси билан тахтланган, Р–190 дастгоҳида эса, иплар учун шу кўрсаткичлар, айланиш частотаси 300 *айл/мин* тенг. Тўқув ғалтагининг айланиши билан танда ипларида ҳосил бўлган таранглик кучларининг ўзгариш осциллограммаси махсус тензодатчиклар ёрдамида ёзиб олинди ва олинган тажрибалар таҳлиллари 8–9- расмларда келтирилган.



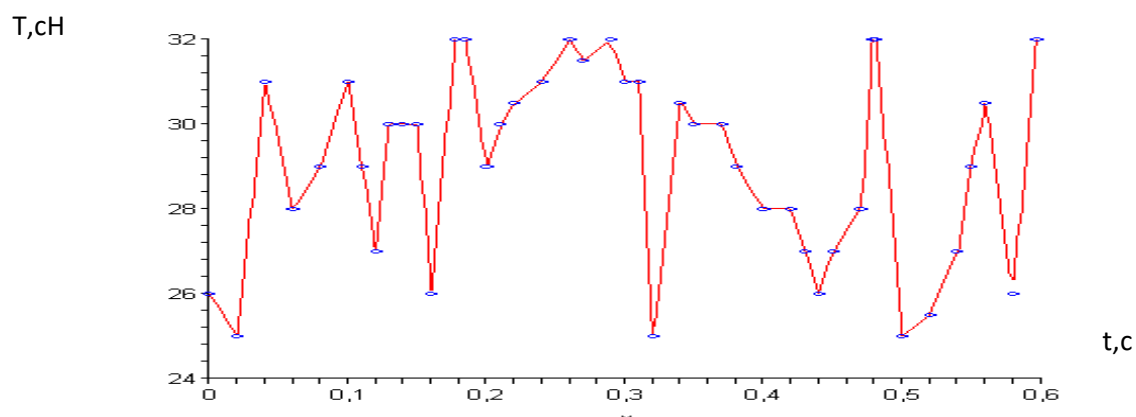
8–расм. Таранглик кучларининг ўзгариш осциллограммаси СТБ–216 тўқув дастгоҳи учун келтирилган



9–расм. Таранглик кучларининг ўзгариш осциллограммаси Р–190 тўқув дастгоҳи учун келтирилган

Бу осциллограммаларни таққослаш натижаларидан Р–190 (тўқув дастгоҳининг тури) дастгоҳидаги тўқув ғалтаги ҳаракати СТБ–216 (тўқув дастгоҳининг тури) дастгоҳига нисбатан кичикроқ тебранма ҳаракатда бўлиб, Р–190 дастгоҳидаги тўқув ғалтаги СТБ–216 дастгоҳидаги тўқув ғалтагига нисбатан текисроқ ҳаракат қилади. Бу эса, титрашларни инсон танасига таъсири камроқ бўлиб, дастгоҳларда иплар узилишларини камайишга олиб келди.

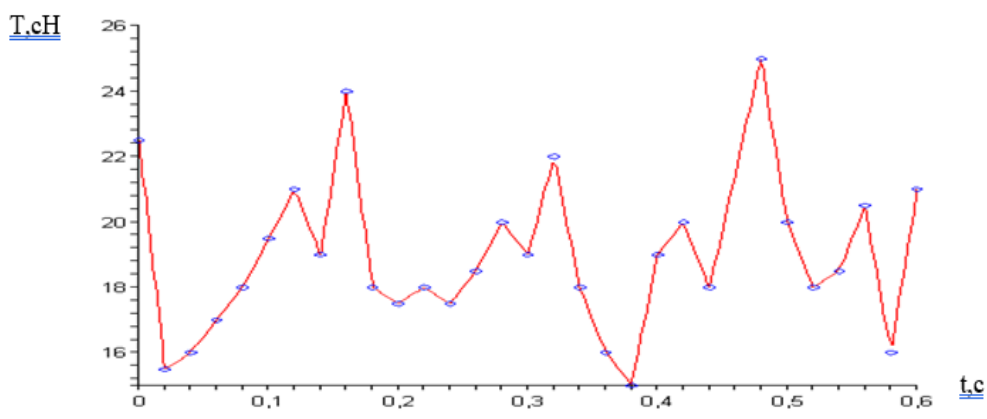
Шунингдек, иккинчи Р–190 дастгоҳ учун ўтказилган тажриба натижаларини аппроксимациялаб, қуйидаги келтирилган графикни ҳосил қиламиз.



10–расм. Р–190 дастгоҳидаги осциллограмманинг аппроксимацияси

Тадқиқотда ҳар иккала тажрибалардан олинган ҳақиқий осциллограмма ва уларнинг аппроксимация эгри чизиқларини солиштириш (10–11–расмлар) шуни

кўрсатдики, тажрибавий эгри чизикларни аппроксимациялаш юқори аниқликда амалга оширилди. Таранглик учун ҳосил бўлган аппроксимация эгри чизикларини тўқув ғалтаги ҳаракатининг дифференциал тенгламасига қўйиб, уни интеграллаб тўқув ғалтагининг ҳаракат қонунини аниқлаймиз.



11–расм. СТБ–216 дастгоҳи осциллограммасини аппроксимацияси

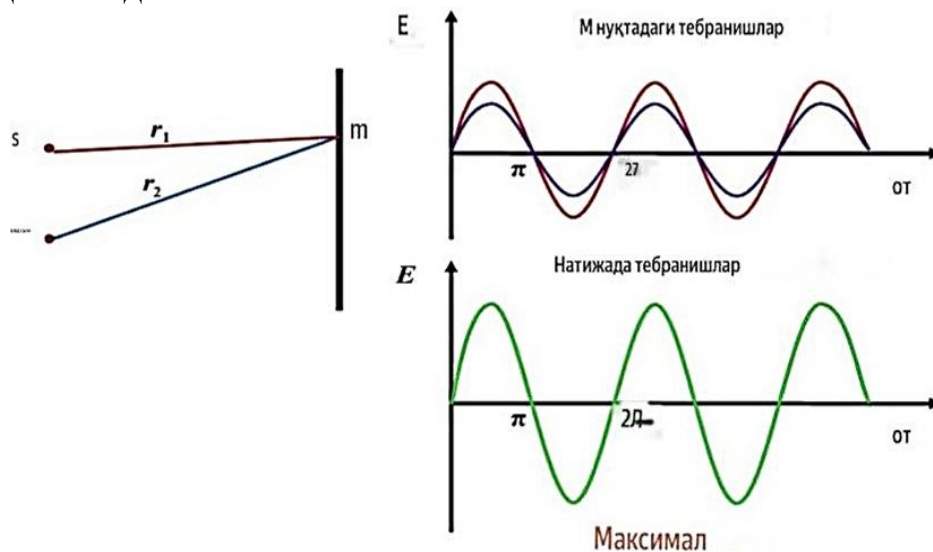
Бунда ҳаракат тенгламасига кирувчи момент M нинг қийматини ўзгармас, деб қабул қиламиз. Агар M ўзгарувчи бўлса ҳамда унинг ўзгариш қонуни берилган бўлса, дифференциал тенгламани сонли усул билан ечиб, керакли натижалар олинишига эришилди. Инсон танасининг биологик тўқималарида кучланиш ва деформация орасидаги боғланиш чизиксиз бўлиши экспериментларда аниқланиб, юмшоқ ва суякли тўқималарнинг кучланиш ва деформация орасидаги боғланиш назарий аниқланиб, ҳисоб графиклари келтирилди.

Олиб борилган тадқиқотлар натижасига асосан, олинган осциллограмма дастлаб сплайн–интерполяция усулини «Maple» математик дастуридан фойдаланиб, аппроксимация эгри чизиклари ҳосил қилинди. Тадқиқот жараёнида инсон танасини умуман олганда мураккаб, чизикли бўлмаган, анизотроп композит материал сифатида қараб, бу материалларнинг хусусиятларини ўрганишда қовушқоқ–эластиклик назариясига асосланилди. Танани ташкил этувчи компоненталарни ўзгартириш натижасида керакли талабларга жавоб бера оладиган, жумладан инсон организмга ижобий таъсир этадиган турли омилларни яратиш имконияти яратилди.

Диссертациянинг **“Саноат корхоналарида инсонга таъсир этадиган титраш меъёрларини жараёнларда амалга ошириш”** номли бешинчи бобида, тебраниш таъсири турли меҳнат операцияларини бажаришда пайдо бўлиши, уларнинг бир қисми иш куни давомида такрорланиши аниқланди. Тадқиқотда саноат корхоналарида (кончилик, металлургия, машинасозлик, металлни қайта ишлаш, қурилиш, авиация ва кемасозлик), қишлоқ хўжалигида ва транспортда энг кенг тарқалган зарарли омиллардан ҳисобланиши аниқланди. Механизациянинг кўплаб турлари, пневматик ва электр асбобларининг мавжудлиги, қулайлиги ва фойдаланишининг ортиши туфайли унинг аҳамияти ошди. Титраш саломатликка ва инсоннинг иш қобилиятига салбий таъсир кўрсатиши ва маълум шароитларда титроқ касаллигига олиб келиши тадқиқ этилди.

Технология жараёнини қўллаган ҳолда ва механизациялаштирилган асбоб–ускуналардан фойдаланиш, операторнинг қўлларига маҳаллий тебранишни келтириб чиқарадиган кўплаб саноат тармоқларида кенг тарқалган. Ушбу тебраниш қўл машиналари томонидан айлана ёки зарба ҳаракатларини бажарилиши натижасида юзага келиши тадқиқотда исботини топди. Деталь қўлда ушлаб турганда, ишлов бериладиган детальнинг тебраниши туфайли ҳам қўлларга таъсир қилиши, шунингдек, мотоцикл рул ёхуд автомобил рул бошқарув ғилдирагидан қўл билан бошқаришда ҳам шундай бўлиши тадқиқ этилди. «Тебраниш хавфли» касблар қаторига ишчилар юқори интенсивликдаги, ўртача ва юқори частотали диапазоннинг энг агрессив тебранишга дучор бўладиган касблар кириши олиб борилган изланишлар натижасида аниқланди. Булар қуйма пармаловчилар, жигар ранг тошчилар, ўрмон кесувчилар, ўткирлаштирувчилар, сайқалловчилар каби касб гуруҳларидир. Максимал ва минимал интерференция шартлари куйидаги 12–расмда келтирилган.

Тебранувчи манбалар сифатида иш вақтида 20% дан кам бўлмаган даражадаги тебранишлар пайдо бўладиган манбалар (объектлар) бўлади. Энг кенг тарқалган касбий омиллардан бири бу маҳаллий тебраниш ҳисобланиб, қўл машиналаридан фойдаланувчиларни операторлар учрайди, ВК–(Вибро–касаллик) ривожланиши хавфи энг юқори бўлган касблар эса, «тебраниш хавфли» деб аталди.



12–расм. Максимал ва минимал интерференция шартлари келтирилган

Тадқиқот давомида, ВК патогенезининг тадқиқотлари бевосита таъсир майдонида маҳаллий (махсус) даражада ҳамда марказий нерв тизими даражасида ўзгаришлар мавжудлигини кўрсатди. Тебраниш таъсирига энг сезгир бўлинмалар периферик томирлар тонусини тартибга солувчи симпатик нерв тизими бўлинмалари ҳисобланди. Томир бузилишларининг йўналиши биринчи навбатда тебранишнинг частота характеристикаларига боғлиқ. Маълум бўлишича, капилляр спазмга мойиллиги 35 Гц дан ортиқ тебраниш таъсирида намоён бўлди.

Тадқиқотда маҳаллий тебраниш ўлчами ГОСТ. ИСО-8041 талабларига жавоб берадиган ўлчаш воситаларидан фойдаланган ҳолда олиб борилди. Ўлчаш воситалари миллий метрология схемасига мувофиқ текширилди. Ўлчовлар

имкони борица машина, асбоб ёки қайта ишланадиган қисмнинг ушлаш ҳудудининг марказига яқинроқ титраш юзасида ўтказилди. Тажрибада датчикларнинг жойлашуви қайд этилди. Маҳаллий тебранишнинг одам организмига таъсирини баҳолаш учун тадқиқотда тебранишнинг танага таъсир қилиш эффекти, унинг даражаси ва таъсир қилиш давомийлигига боғлиқ бўлиши аниқланди. Ишхоналарда ишчига смена давомида узлуксиз таъсир кўрсатиши мумкин бўлган умумий тебраниш вақти (T_n) ини ҳисоблаганимизда 3–жадвалда келтирилганидек қийматлар ҳосил бўлади.

3–жадвал.

Ишхоналарда ишчига смена давомида узлуксиз таъсир кўрсатадиган умумий тебраниш вақти (T_n)

№	Тебраниш юкланган оператор учун ортиқча юк кўрсаткичи D , дБ	T_n , дақиқа	Оператор учун ортиқча тебраниш юкининг кўрсаткичи D , дБ	T_n , дақиқа
1	1	381	7	95
2	9	302	8	76
3	3	240	9	60
4	4	191	10	48
5	5	151	11	38
6	6	120	12	30

Агар сменада узлуксиз тебранишнинг таъсир этишига йўл қўйиладиган умумий вақт T_n смена давомида қўл меҳнати билан ишлаш учун зарур бўлган технологик вақт T_m дан кам бўлмаса, у белгиланган тартибга солинган танаффусларни сақлаган ҳолда, иш сменасининг чегараларида ихтиёрий равишда тақсимланиши мумкинлиги тадқиқотнинг ҳисоб–китобларида аниқланди. Тадқиқот жараёнида тебранишнинг биологик таъсирини ўрганишда, унинг инсон танаси бўйлаб тарқалиши характери эътиборга олинди. Бир ҳолатда бу бутун тананинг бел қисми ва думғаза билан бирга (турган одам), иккинчи ҳолатда олдинга эгилаётган одамнинг юқори қисм билан бирга бўлган кўкрак қафасининг юқори қисми (ўтирган одам) ўрганилиб, тадқиқ этилди. Олинган натижалар 4–жадвалда ифодаланди.

4–жадвал.

Тадқиқотда аниқланган инсоннинг резонанс ҳолатлари

№	Тананинг алоҳида қисмларининг резонансли частоталари	
1.	Бош қисми	25–28 Гц
2.	Кўз олмачаси	30–80 Гц
3.	Елка қисми	4–5 Гц
4.	Кўкрак қисми	60 Гц
5.	Ўпка ва юрак, олд елка (тик турган ҳолат)	16–30 Гц
6.	Олд елка ва мушт (ўтирган ҳолат)	4–160 Гц
7.	Қорин бўшлиғи	4–8 Гц
8.	Умurtқа поғонаси	10–12 Гц
9.	Ёпик мушт	50–200 Гц
10.	Оёқлар (ўтирган ҳолатдан туриб ҳолатигача)	2–20 Гц
11.	Ҳужайра тузилмалари	100–1000 Гц

Тадқиқот натижасида аниқланган, тебраниш тезлигининг корректирланган қиймати қуйидаги формула орқали аниқланди.

$$\begin{aligned} \bar{U} &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (U_i \cdot K_i)^2} \\ &= \sqrt{(1,3 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 0,5^2 + (2,0 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 1 + \dots + (7,1 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1} \\ &= 6,73 \cdot 10^{-2} \text{ м/с} \end{aligned}$$

Ушбу формула орқали аниқланган қийматларни 5-жадвалда акс эттирдик.

5-жадвал.

Тебраниш тезлигининг корректирланган қийматлари

№	Частота Гц	Тебраниш тезлиги даражалари, дБ	Вазн коэффициентлари қийматлари дБ	Тўғриланган спектр	Ўзгартирилган даражаларни ҳисобга олган ҳолда даража жуфтларини қўшиш бўйича маълумотлар
1.	8	108	- 6	102	112,4
2.	16	112	0	112	121,9
3.	31.5	120	0	120	121,5
4.	63	116	0	116	123
5.	125	111	0	111	112,5
6.	250	107	0	107	113,5
7.	500	104	0	104	114,5
8.	1000	103	0	103	106,5

Тадқиқотда олинган вибротезликларнинг қийматлари рухсат этилган қийматлар билан солиштирилган. Мажбурловчи куч частотаси инсон танаси элементларининг хусусий частота ўзаро яқинлашса, титрашлар ўта хавфли бўлиб, резонансга айланиши мумкин бўлади. Энг хавфлиси инсон мияси частотасига яқинлашиши, яъни, хусусий частотанинг 6-9 Гц қийматига мос келди. Қўл учун бундай частотанинг қиймати 30-80 Гц ни ташкил этди.

Инсон қўлига таъсир этаётган титрашларнинг таъсирини асослаш орқали, титрашларни мумкин бўлган чегараларда нормаларини такомиллаштириш орқали техникавий-иқтисодий, гигиеник ва социал жиҳатлардан натижа берувчи усуллар асосланди, ишлаб чиқилди, такомиллаштириш натижасида титрашларнинг одам қўлига таъсири камайтирилди.

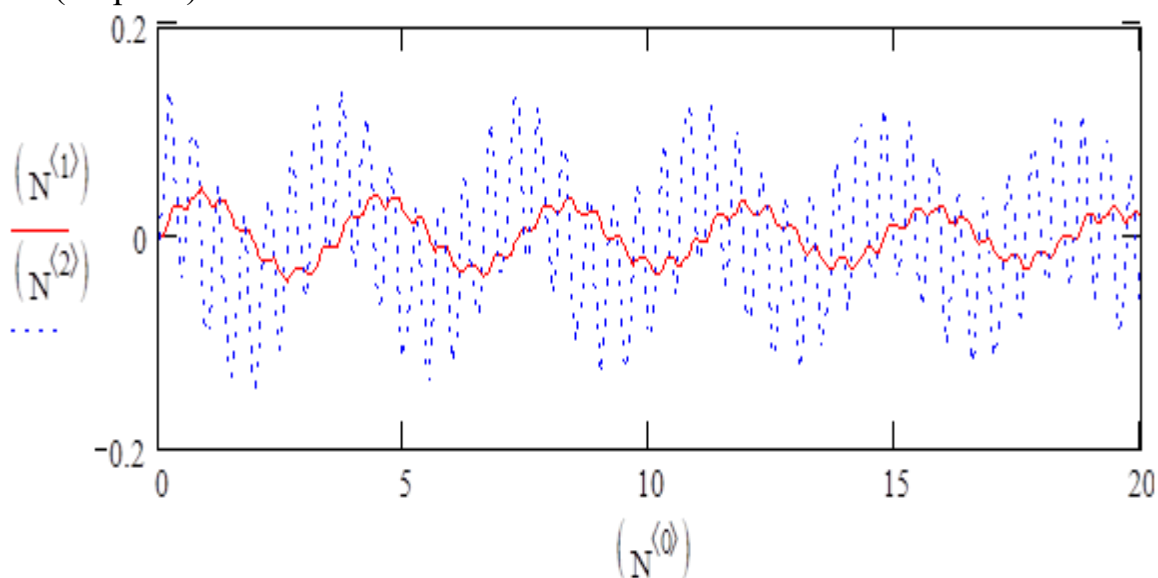


13-расм. Тадқиқот натижасида таклиф этилган титрашлардан ҳимояловчи қўлқоплар

Антивибрация қўлқоплари тўлиқ ҳимоя қилиш учун ишлаб чиқариш материалларига катта эътибор берилди. Юқори қисми полиэстер, латекс, замш ва трикотаждан тўқилди (13-расм). Қўлқоп резинали қоплама билан сингдирилган ҳолда ишлаб чиқариш корхоналарида ишлаш учун ҳимояловчи, титрашни сўндирувчи ва ишончли ҳимоя қилувчи қўлқоплар ҳисобланади.

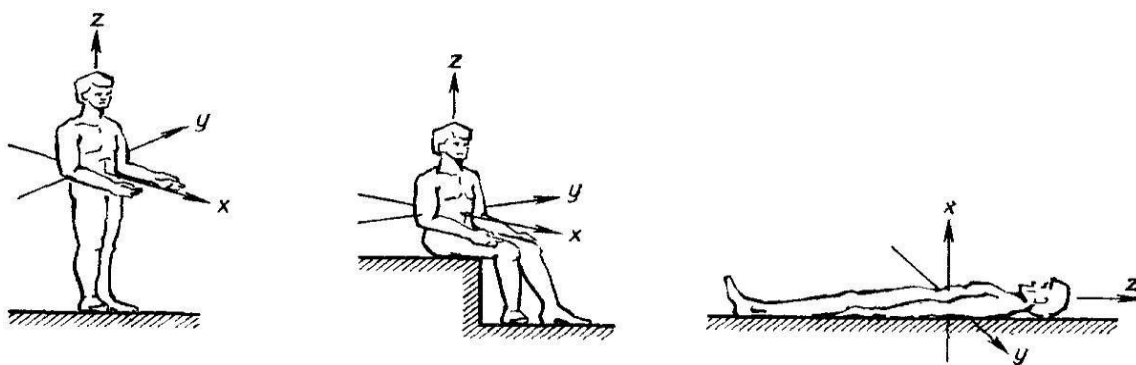
Диссертациянинг “Титрашларнинг диссипатив ҳолатларини аниқлашда амалий масалалар ва тадқиқот натижаларининг самарадорлигини ҳисоблаш” номли олтинчи бобида, титрашлардан ҳимояланишдаги назарий ва амалий масалаларни ечишда инсон танасининг динамик моделидан фойдаланилди. Олиб борилган тадқиқотлар натижасига асосан титрашлардан ҳимояланишдаги назарий ва амалий масалаларни ечишда инсон танасининг динамик моделидан фойдаланилди. Шунингдек, модел учун аналитик мунособатлар ёки эквивалент механик моделлардан ҳамда тажриба сифатида махсус имитатор (антропоморф манекенлар)лардан фойдаланилди.

Бунда, элементлар массаларининг қийматлари умумий массага нисбатан фоиз ҳисобида қабул қилинган. Тадқиқотда бир неча тажрибалар ўтказиш асосида қовушқоқлигини ифодаловчи A кўрсаткични тебранма ҳаракат амплитудасига таъсири ўрганилди. Қовушқоқлик коэффицентининг турли қийматларида ($A=0,02$; $A=0,08$; $A=0,12$; $A=0,189$) тебранма ҳаракат амплитудасини характерловчи $N(t)$ функцияни ўзгариш қонунини ифодаловчи эгри чизиклар олинди. Бу эгри чизиклардан қовушқоқлик коэффицентини маълум миқдорда ўсиши ҳаракатнинг муқобиллашишига олиб келди. Тажрибалар натижаларига асосланиб, $0 < A < 0,26$ эканлигини таъкидлаб ўтиш жоиз (14-расм).



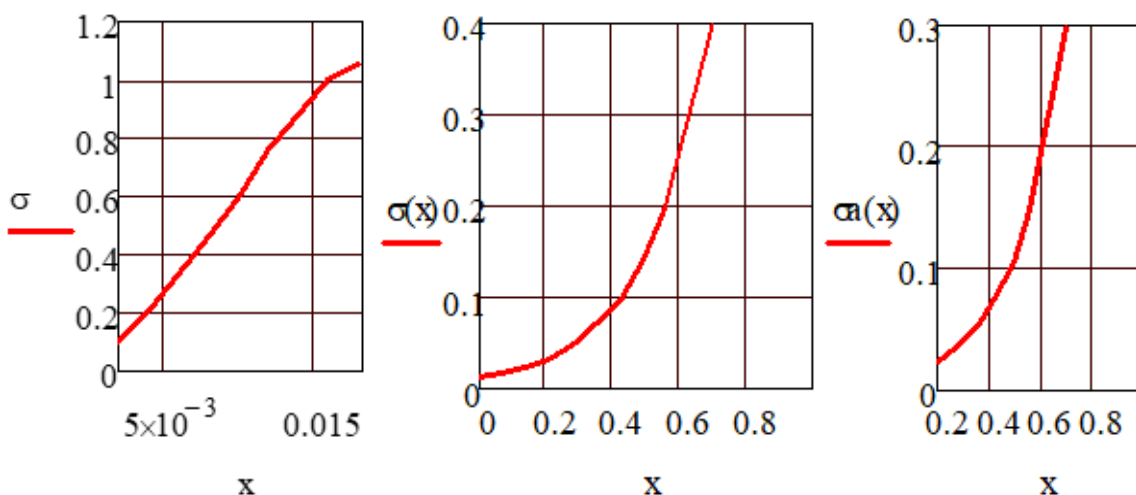
14-расм. Ташқи куч частотасининг турли қийматлари: (а) $p=0,5$; б) $p=4,5$; в) $p=9,5$; г) $p=12,5$) тебранма ҳаракат амплитудаси ўзгаришини ифодаловчи эгри чизиклар

Тадқиқот ўтказиш жараёнида титрашларни ҳисобга олаётганда инсонни ҳолати фиксирланган ва уни деформацияланувчи қаттиқ жисм, деб қаралди. Инсон танаси билан қўзғалувчи XYZ координата ўқлари ўзаро боғланди. Бунда координата тизими инсонни туришига қараб танланди (15-расм).

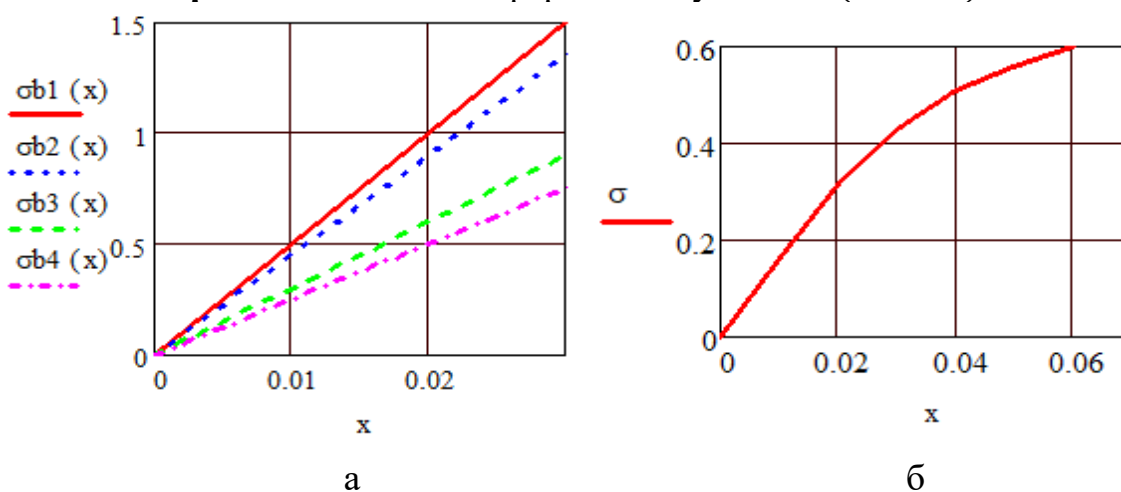


15-расм. Инсоннинг мажбурий тебранишини аниқловчи координата тизими

Титрашлардан ҳимояланишдаги назарий ва амалий масалаларни ечишда инсон танасининг динамик моделидан фойдаланилди. Модел учун аналитик мунособатлар ёки эквивалент механик моделлардан фойдаланилди (16-17-расмлар).



16-расм. Умurtқа поғонасидаги кучланиш ($\text{кгс}/\text{мм}^2$)–деформация ҳолатлари: сиқилишдаги деформация–кучланиш ($\text{кгс}/\text{мм}^2$) ҳолати



17-расм Суяклардаги кучланиш–деформация ҳолати: а) 1–биқиндаги суяклар; 2–елка суяклари; 3– билакнинг нурсимон суяги; 4–тирсак. б) бел қисми умurtқасидаги кучланиш–деформация ҳолати.

Бундан ташқари, тажриба сифатида махсус имитатор (антропоморф

манекенлар) лардан фойдаланилди. Бу усулни қўллаш учун қуйидаги босқичлар амалга оширилди: объектнинг энг зарур хоссалари ажратилди, компьютер технологиялари орқали «Mathcad» ва «Maple» математик дастурларидан фойдаланилди, қурилган моделни адекватлиги баҳоланди, Больцман-Вольтер модел қўлланилди, олинган натижалар таҳлил қилинди. Тадқиқот ўтказиш жараёнида титрашларни инсонга таъсиридаги кўчишларини мос равишда u_x , u_y , u_z , тезликларини v_x, v_y, v_z ва тезланишларини a_x, a_y, a_z орқали ифодаланди. Титрашдаги тезланишларнинг спектрли зичликлари боғланишларини ифодаловчи эгри чизиклар кўринишида келтирилган натижаларга асосланиб ишлаб чиқилган. Чўзилишдаги кучланиш ($кгс/мм^2$) – деформация ҳолати 16-17-рамларда келтирилган. Тадқиқотда бундай майдон учун 10 см қалинликдаги резина тўшама билан қопланади. Титрашни юзага келтирувчи мослама ёки ускунанинг титраш ҳосил қилувчи агрегати резина қоплама билан герметик изоляцияланади.

$$V = \frac{F_m}{\sqrt{\mu^2 + \left(m\omega - \frac{c}{\omega}\right)^2}} \quad (8)$$

Бунда, μ – қаршилик коэффиценти; m – тизим массаси; ω – титраш частотаси; c – тизимнинг бикрлик коэффиценти. Ҳосил қилинган интегро-дифференциал тенгламалар тизимини сонли усул билан ечиш учун «Mathcad» ва «Maple» математик дастурлари орқали аниқ мисоллар кўринишида инсон танаси қисмларида титрашлар натижасида мавжуд бўлиши мумкин бўлган тебранма ҳаракатлар тадқиқ этилди. Ўтказилган тажриба натижаларида титрашларнинг инсонга таъсири турли нисбатларда (%) экани фарқланди. Тажриба натижасида олинган маълумотлар 6-жадвалда келтирилган.

6-жадвал.

Тадқиқотда ўтказилган тажриба натижалари қиймати

№	Тажриба кўрсаткичлари	Y_i , %
1.	Автомашина рулини бошқариш бўйича ўтказилган 1-тажриба натижаси	31,3
2.	Тикув машинасида ўтказилган 2-тажриба натижаси	32,9
3.	Тўқув дастгоҳида ўтказилган 3-тажриба натижаси	33,8
4.	Турли хил генераторлардаги титрашларнинг таъсири 4-тажриба натижаси	35,6
5.	Перфираторлардаги титрашларнинг 5-тажриба натижаси	38,3

Ўтказилган тадқиқотлар, тажриба-синов натижаларига кўра, титрашлардан химояланиш мақсадида инсон хавфсизлигини таъминлашга хизмат қилувчи янги илмий йўналишлар протовибратоника фани таклиф этилди. Титрашларни инсон аъзоларига таъсири тўртта омил билан фақланади: интенсивлиги, спектрал таркиби, таъсир муддати ва таъсир йўналишидан иборат бўлиб, манбадан тарқалаётган титрашлар йўлига махсус виброизоляция ва титрашларни ютувчи мосламалар ўрнатилиши тавсия қилинди. Жумладан, махсус ўтирғичларни ишлатиш, резинали изоляциялаш ва бошқа кўринишдаги титрашларни сўндирувчи мосламалардан фойдаланишни тавсия этилди.

Шундай қилиб, қўйилган масала инсон меҳнат фаолияти хавфсизлигини таъминлаш масаласи, протектологик назариялар асосида ўрганиб чиқилди. Динамик жараёнларда ҳосил бўладиган титрашларни инсон танасига таъсирини камайтириш усули тавсия этилди. Инсон танасини моделлаштириш ва тажриба синов ўтказиш жараёнида классик қовушқоқ-эастикли назариясидан фойдаланилди.

УМУМИЙ ХУЛОСАЛАР

“Саноат корхоналарида зарарли ишлаб чиқариш омилларини камайтиришнинг назарий ва экспериментал асосларини такомиллаштириш” мавзусидаги техника фанлари доктори (DSc) илмий даражасини олиш учун ёзилган диссертация асосида амалга оширилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосаларга келинди:

1. Инсон организмига таъсир этаётган титрашларнинг турлари ва уларнинг инсон танасига таъсир этиш кўрсаткичлари аниқланди. Титрашнинг таъсири инсон организмнинг физиологик ва функционал ҳолатида ўзгаришларни келтириши натижасида вестибуляр реакцияларнинг бузилиши ҳамда ҳаракатлар координациясида чарчаш даражасининг ошиши, ҳаракат ва кўриш реакциясининг секинлашишда намоён бўлиб, меҳнат унумдорлиги пасайишига олиб келиши ўрганилган.

2. Саноат корхоналаридаги титрашларнинг асосий қонунларидан бири $w(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$ кўринишга эга бўлган гармоник тебранма ҳаракат, A –тебраниш амплитудаси; $\omega = 2\pi f$ – бурчак частотаси, рад/с; $f = 1/T$ – циклик частота, Гц; T – тебраниш даври, с; φ – тебранма ҳаракатнинг бошланғич фазаси горизонтал титрашлар таянч текислигига параллел таъсир этишининг амалий асослари ишлаб чиқилган. Тебранишни тавсифловчи асосий параметрлар, амплитуда (мувозанат ҳолатидан энг катта оғиш) A , м; тебраниш частотаси f , Гц (бир сонияда тебранишлар сони); тебраниш тезлиги V , м/с; тебранишнинг тезланиши W , м/с²; тебраниш даври T , секунд. тебранишдан ҳимоя қилиш бўйича профилактик чора-тадбирлар, тарқалиш йўлида камайтириш ҳисоб китоб ишлари амалга оширилган. Тебранишни камайтирувчи манбалар билан технологик жараённи ўзгартириш, профилактик тадбирлар ва мойлаш амалиётларини ўз вақтида ўтказиш самарадорлиги аниқланган.

3. Тебранишдан ҳимоя қилиш бўйича профилактик чора-тадбирлар, уларнинг пайдо бўлиш манбаида ва тарқалиш йўлида камайтириш, шунингдек, профилактик тадбирлар, титрашлардан ҳимоялашнинг асосий усулларида виброизоляция қилиш, қўшимча виброизоляцияторлар ўрнатиш, цехда ишлаётган ускуналарни рационал жойлаштириш, шахсий ҳимоя воситалардан фойдаланиш синов-тажриба ишларида таклиф этилаётган усул титрашларнинг инсон организмига таъсирини 14-20% гача камайтириш мумкинлиги илмий асослантилган. Тебраниш частотаси бўйича паст частотали (22,6 Гц дан кам), ўрта частотали (22,6–90 Гц) ва юқори частотали (90 Гц дан ортқ); спектр хусусиятига кўра - торполосали ва кенгполосали, таъсир қилиш вақтига кўра - доимий ва ўзгарувчан бўлиши ва ўзгарувчанни вақт давомида - узлуксиз ва импульслига бўлиши тадқиқот натижасида аниқланган.

4. Тадқиқотда қўлланилган вибродемпфинг усулнинг моҳияти тебраниш тизимларида фаол йўқотишларни ошириши, уларга энг кенг тарқалган вибродемпфер қопламаларига мастикалар (ВД мастикаси, ВПМ, Антивибрит–М) ва пардоз материаллари (пенопласт, жун, винипор, фольгоизол) қўллаш усуллари тўғри келиши ўрганилган. Тадқиқотда тик турган ҳолатда инсон танасига таъсир этаётган титрашларни 5–12 ва 17–25 Гц частоталар оралиғида иккита резонанс частотаси, ўтирган ҳолатда эса, 4–6 Гц оралиғида, бош учун резонанс частота 20–30 Гц оралиғида мавжуд бўлиши исботланган.

5. Ишлаб чиқариш шароитида қўл машиналарининг титрашлари одатда, 36 Гц гача бўлганида титраш тезликлари максимум бўлиб, кичик частотали титрашларда касб касалликлари 8–10 йилда, юқори частоталарда беш йилда пайдо бўлиши ва инсонга таъсир қилишини камайтириш усули ҳамда виброизоляция учун резинали прокладка, пружина ёки уларнинг комбинацияси каби тебраниш изоляция қилувчи таянчлардан фойдаланилган.

6. Титрашлардан ҳимоялашнинг асосий усуллари, титрашларни ҳосил бўлишдан олин манбада камайтириш, виброизоляция қилиш, қўшимча виброизолаторлар ўрнатиш, цехда ишлаётган ускуналарни рационал жойлаштириш. шахсий ҳимоя воситалардан (титрашларни камайтирувчи қўлқоплар, оёқ кийимларидан) фойдаланиш экани асосланди. Маҳаллий титрашлардан ҳимояловчи виброизоляцияли қўлқопларнинг янги версияси ишлаб чиқилган.

7. Инсон танасини қовушқоқ–эластиклик хусусиятига эга бўлган механик тизим деб, унинг учун энг қулай модел сифатида Больцман–Вольтер интеграл моделидан фойдаланилган. Ушбу моделдан фойдаланиш жараёнида моделга кирувчи параметрлар аниқланган. Ядро сифатида Ржаницын–Колтуновнинг уч параметрли ядроси қабул қилинди. Чунки бу ядро инсон танасининг квазистатик реал ҳолатларини акс эттирилган.

8. Инсон танасининг биологик тўқималарида кучланиш ва деформация орасидаги боғланиш чизиксиз бўлиши тажрибада аниқланиб, юмшоқ ва суякли тўқималарнинг кучланиш ва деформация орасидаги боғланиш тажриба натижасида олинган осциллограмма дастлаб сплайн–интерполяция усулини «Mathcad» математик дастуридан фойдаланилган ва аппроксимация эгри чизиклари ҳосил қилинган. Титрашлар натижасида ҳосил бўладиган касалликлар ва уни симптомлари ўрганилган. Шунингдек, титрашлар орқали юзага келадиган касалликлар натижасида, умуртқа поғонасида ҳосил бўладиган грижа (чурра)лар, қон–томир тизимида мавжуд бўладиган бузилишлар, суяклардаги оғриқлар ва қон айланиш тизимини бузилишига олиб келишининг олдини олиш борасида тегишли таклифлар ишлаб чиқилган.

9. Титрашларнинг инсон организмга салбий таъсири, титраш таъсири натижасида келиб чиқадиган касбий касалликлардан ва уларнинг оқибатларидан ҳимояланишга қаратилган, титрашнинг таъсир усуллари ва манбаларини камайтириш, ҳимояланишни ривожлантириш, шунингдек уларни хавфсизлик тизимига татбиқ этиш ва такомиллаштиришни ўрганадиган прототипи фани янги йўналишнинг илмий асосланган назариясини киритиш тавсия этилган.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.34/2025.27.12.T.01.01 НА БАЗЕ
НАУЧНОГО СОВЕТА ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ
ПРИ ЦЕНТРЕ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СОТРУДНИКОВ
МИНИСТЕРСТВА ЗАНЯТОСТИ И СОКРАЩЕНИЯ БЕДНОСТИ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ЦЕНТР ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ СОТРУДНИКОВ
МИНИСТЕРСТВА ЗАНЯТОСТИ И СОКРАЩЕНИЯ БЕДНОСТИ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

АБДИЕВА ГУЛАРА БАБАНИЯЗОВНА

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ОСНОВ СНИЖЕНИЯ ВРЕДНЫХ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЯХ**

05.10.01 — Охрана труда и безопасность жизнедеятельности

**АВТОРЕФЕРАТ
ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА НАУК (DSc) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2026

Тема диссертации доктора наук (DSc) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2024.1.DSc.T127.

Диссертация выполнена в Центре повышения квалификации сотрудников Министерства занятости и сокращения бедности Республики Узбекистан.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-сайте Ученого совета (www.rmmk.uz) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный консультант:

Нурматова Рахима Рахмановна
доктор технических наук, профессор,

Официальные оппоненты:

Маджидов Ином Уришович
доктор технических наук, профессор

Якубов Сабир Халмурадович
доктор технических наук, профессор

Абдазимов Шавкат Хакимович
доктор технических наук, профессор

Ведущая организация:

Наманганский государственный технический университет

Защита диссертации состоится «29.07.» 2026 года в 10⁰⁰ часов на заседании разового Научного совета PhD.34/2025.27.12.T.01.01 на базе Научного совета по присуждению ученых степеней при Центре повышения квалификации сотрудников Министерства занятости и сокращения бедности Республики Узбекистан (Адрес: 100102, г. Ташкент, Район Янгихаёт, ул. Луфткор, 33, Телефон: (71) 258-26-57 E-mail: info@rmmk.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном Центре повышения квалификации сотрудников Министерства занятости и сокращения бедности Республики Узбекистан (регистрационный №1) (Адрес: 100102, г.Ташкент, Район Янгихаёт, ул. Луфткор, 33, Телефон: (71) 258-26-57 E-mail: info@rmmk.uz).

Автореферат диссертации разослан 14.07. 2026 года.
(реестр Протокола заседания от «14.07.» 2026 года).



Б.Т.Ибрагимов
Председатель Научного совета по
присуждению ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

У.Б.Кадиров
Ученый секретарь Научного совета по
присуждению ученых степеней,
д.ф.т.н. (PhD), доцент

Р.Н.Исмаилов
Председатель Научного семинара
Научного совета по присуждению
ученых степеней,
доктор технических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора технических наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В современный период развития техники в мире особое внимание уделяется проблемам предотвращения вибраций и шума на производственных промышленных предприятиях, возникающим трудностям при эксплуатации транспортных средств, своевременному выявлению чрезмерных уровней вибрации в технологических процессах, разработке методов защиты от них, особенно вопросам снижения их негативного воздействия на организм человека. Сегодня, несмотря на развитие технологий, проблема максимального снижения вибраций, возникающих вследствие динамических процессов, недостаточно изучена даже на промышленных предприятиях развитых стран, что продолжает оставаться одной из угроз для здоровья работников.

Поэтому особую важность приобретает разработка способов предупреждения чрезвычайных ситуаций, аварийных происшествий, несчастных случаев, профессиональных заболеваний и отравлений, обусловленных недостаточной защитой от негативных факторов производственной среды. Это требует тщательного анализа характеристик используемого сырья и выпускаемых продуктов, учета климатических условий, сейсмической активности и иных природных явлений, оценки профессионального риска, выявления несоответствий, установленных ранее в результате произошедших несчастных случаев, аварий и чрезвычайных ситуаций, а также повышения эффективности мер по снижению указанных рисков.

В мировой практике большое социально-гигиеническое значение имеют вибрационные болезни в технологических процессах промышленных предприятий, поскольку они могут приводить к утрате профессиональной трудоспособности, вплоть до инвалидности. В последние годы проводятся научные исследования, направленные на изучение отдельных аспектов патогенеза заболеваний, возникающих под воздействием вибрации, роли иммунной системы, а также механизмов формирования клинических признаков. В частности, работа человека в условиях вибрации может вызывать ухудшение зрения, нарушение различения цветов, снижение координации движений и памяти, ухудшение общего состояния, а также поражение отдельных элементов организма — кровеносных сосудов, нервных волокон, сухожилий и костных тканей. В связи с этим актуальной задачей является разработка современных методов охраны труда, направленных на снижение негативного воздействия вибрации и защиту организма человека.

Согласно концепции профессиональных заболеваний, в нашей республике проводятся масштабные мероприятия по внедрению профилактических мероприятий против опасных и вредных факторов на промышленных предприятиях, созданию новых технологий, направленных на снижение достаточного уровня воздействия механических колебаний на человека и уменьшение изменения частоты колебаний в диапазоне от 1,6 до 1000 Гц, способствующих повышению эффективности защитных мер.

В Стратегии развития Нового Узбекистана на период 2022–2026 годов поставлены важные задачи по реализации широкомасштабных работ по

уменьшению опасностей и рисков в отраслях экономики, широкому внедрению инноваций в экономику, развитию сотрудничества между промышленными предприятиями и научно-исследовательскими учреждениями. Для решения этих задач важно совершенствовать теоретические и экспериментальные основы минимизации опасности и вреда, вызванных вибрациями в производственном процессе предприятий.

Диссертационная работа в определенной степени служит реализации задач, установленных Законом Республики Узбекистан от 22 сентября 2016 г. №ЗРУ-410 «Об охране труда», Постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 19 мая 2020 г. № 291 «О дополнительных мерах по реализации Закона Республики Узбекистан «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», а также иных нормативно-правовых актов, относящихся к данной деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в рамках приоритетного направления развития науки и технологий Республики Узбекистан II. «Повышения производительности труда» и «Энерго- и ресурсоэффективность».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации³. Научные исследования, направленные на изучение негативного воздействия вибраций, возникающих в ходе производственного процесса, активно осуществляются ведущими научными центрами мира, включая Институт машиноведения имени А.А. Благонравова (Россия), Университет Дерби (Великобритания), Брестский государственный технический университет (Беларусь), Политехнический университет/Институт исследований полимеров (США), Государственный университет Минданао-Илигано Института технологии (Филиппины), Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики (СПбГУ ИТМО, Россия), Лаборатория переработки минералов и утилизации ресурсов Университета Нового Южного Уэльса (Австралия), Нанкинский технологический университет (Китай), Отдел устойчивых ресурсных инженерных технологий Хоккайдского университета (Япония), Уханьский институт технологий (Китай), КФИ — Корейский институт пожарной индустрии и технологий (Южная Корея), IFAB — Институт прикладных исследований противопожарной безопасности (Германия), Измирский университет (Турция), Образование инженеров пожарной безопасности в Университете науки и технологий Китая (Китай) и ряд других исследовательских институтов и высших учебных заведений.

Постоянно возникающие вибрации, вызванные оборудованием, ускоряют износ инструмента и механизмов, повышают риск возникновения аварийных ситуаций и снижают качество продукции, что доказано многочисленными исследованиями. Научные изыскания, ориентированные на внедрение практических рекомендаций, осуществляются ведущими международными научными центрами и вузами разных стран. Во многих государствах приняты специальные

³Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации подготовлен на основе следующих источников: <https://www.imash.ru>. <https://www.derby.ac.uk>. <https://www.bstu.by>. <https://engineering.nyu.edu>. <https://www.msu-iit.edu.ph>. <https://itmo.ru/ru>. <https://www.unsw.edu.au/engineering>. <http://www.njtech.edu.cn>. <https://www.ifab-research.de>. <https://www.eng.hokudai.ac.jp>. <https://www.wit.edu.cn>. <https://www.kfi.or.kr/eng/main/main.do>, <https://www.duzce.edu.tr>.

законодательные акты, предусматривающие выполнение технических задач по минимизации рисков, возникающих в ходе производства.

Н.А. Семенов (Россия) проводил научные исследования, доказывающие негативное влияние вибраций, исходящих от производственных объектов, на здания, состояние окружающей почвы и воды, что создает дополнительные риски здоровью населения и негативно сказывается на экономическом положении региона. Д.С. Иванов (Россия) предложил систему мониторинга фоновых уровней вибраций на предприятиях, позволяющую своевременно выявлять проблемные зоны и предпринимать необходимые меры для устранения негативных последствий. По мнению Ким Ин Ли (Университет Пусана, Южная Корея), среди мероприятий по борьбе с негативным воздействием вибраций выделяются использование демпферов, улучшение амортизационных свойств фундаментов и оптимизация порядка эксплуатации оборудования.

Исследования, проводящиеся в мировом масштабе, показывают, что воздействие вибрации на производстве вызывает физиологические и функциональные изменения организма человека, проявляющиеся в нарушении вестибулярных реакций, координации движений, повышении утомляемости, замедлении двигательных и зрительных реакций, что ведет к снижению производительности труда. Исследователи стремятся предотвратить подобные негативные последствия посредством ускорения теплообмена, сокращения количества неблагоприятных событий, приводящих к материальному ущербу, гибели и травмированию людей.

Степень изученности проблемы. Производственная вибрация влияет на здоровье рабочих, в связи с чем методы уменьшения вибрации и предотвращения её опасного воздействия на человека изучаются в теории и на практике. Среди зарубежных ученых, занимающихся этой проблемой, можно отметить таких, как Т. Азовскова, Р. Бараев, С.Г. Смирнов, А.И. Комкин, А.Д. Галеев, Э.А. Дрогичин, Н.Б. Метлино, В.А. Кирьянов, А.В. Сухова, В.Г. Артамонова, Е.Б. Колесова, Л.В. Кускова, О.В. Швалева, А.А. Пенкнович, Л.Н. Пригода, Е.Н. Суетина, Л.Н. Шпагина, В.В. Захаренков, J.A. Allen, Ж.С. Таунсенд, Л. Прандтл, Э. Тейлор, Л.С. Клячко, С. Сакс, А. Эйнштейн, Т. Великанова, А.Д. Климанов, Н. Воронин, Л.Д. Воронина, А.Д. Багриновский, С.У. Вейлер, П. Ребиндер, Ж. Борисов, С. Доз, В. Вин, Й.Б. Зелдович, Х.А. Кристорян, В.В. Старк, Й.Н. Талиев, В.В. Дяков, С.В. Белов, К.Н. Абдурахманова, Н.В. Шутов и др., которые исследователи внесли значительный вклад в решение проблемы.

Интегральные уравнения Больцмана-Вольтера применялись для реальных тел и материалов различными учеными. Среди них заметный след в развитие данной теории оставили Г.Л. Слонимский, М.И. Розовский, В.А. Каргин, А.П. Бронский, Ю.Н. Работнов, А.М. Сталевич, М.А. Колтунов, Н.Х. Арутюнян, М. Мирсаидов, Т. Мавланов, Х. Эшматов, Ф. Бадалов.

Исследования ученых нашей республики, таких как С. Бабанов, Р. Бараева, Т. Азовскова, Н. Вакурова, О.Р. Юлдашев, Б.Т. Ибрагимов, А.К. Кудратов, Р. Р. Нурмаматова, и Т.А. Ганиев, посвящены вопросам обеспечения охраны труда путем снижения вибраций, возникающих в результате динамических процессов в

различных секторах экономики. Вибрационные риски остаются высокими, особенно в случаях, когда возможны землетрясения и резонансные явления. Предприятия, где могут возникать такие динамические процессы, составляют 90% стратегических объектов, и поэтому они требуют оснащения современными системами безопасности и средствами снижения вибраций. Максимальное снижение вибраций, вызванных динамическими процессами, остается актуальной проблемой, которая недостаточно изучена во всех отраслях, включая предприятия экономических секторов. Это подчеркивает важность научных исследований и необходимость поиска решений для устранения существующих проблем.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная работа выполнена в рамках научно-исследовательского плана Центра повышения квалификации сотрудников Министерства занятости и сокращения бедности Республики Узбекистан по теме «Обеспечение охраны труда на предприятиях экономического сектора, повышение безопасности работников в чрезвычайных ситуациях и подготовка их к оперативным действиям».

Целью исследования является снижение риска вибрационной опасности как одного из вредных производственных факторов на промышленных предприятиях, а также совершенствование методов расчета эффективности теоретических и экспериментальных основ снижения вредного воздействия вибраций на человека.

Задачи исследования:

- разработать методы снижения риска заболеваний, вызванных воздействием вибраций на человека;
- смоделировать человеческое тело с учетом его вязко-эластичных свойств;
- исследовать нормы вибраций, действующих на человека на промышленных предприятиях;
- произвести расчет эффективности практических задач и результатов исследований при определении диссипативных состояний вибраций;
- определить элементы системы безопасности, связанные с распространением вибраций от источников их возникновения в технологических процессах и на предприятиях, их воздействием на человеческое тело через объекты, а также с возникновением профессиональных заболеваний у работников в результате вибраций;
- разработать рекомендации по снижению риска воздействия вибраций на человека в производственных процессах.

Объект исследования – система, состоящая из источника вибраций, оборудования, генерирующего вибрации, передающей среды и человека.

Предмет исследования включает в себя теоретические и экспериментальные исследования по снижению риска вибраций, возникающих в динамических процессах на промышленных предприятиях, а также оценку источников вибраций, их передачи и вредного воздействия на человеческое тело, и совершенствование научно обоснованных методов.

Методы исследования. В процессе исследования использовались такие

методы, как теоретический анализ, наблюдение, сравнение, разработка и анализ математических моделей вибрационных процессов, обобщение результатов исследования и разработка предложений и рекомендаций.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

впервые разработаны конструктивные решения для предотвращения вредного воздействия тремора на изменения физиологического и функционального состояния человеческого организма, нарушения вестибулярных реакций, повышенную утомляемость при координации движений, замедление двигательных и зрительных реакций, а также снижение производительности труда;

обосновано, что оптимальные варианты снижения негативного воздействия вибраций на организм человека на 14–20% обусловлены увеличением активных потерь в системах гашения вибраций, применением мастик (ВПМ, Антивибрит-М) и отделочных материалов (пенопласт, шерсть, винипор, фолгоизоль) к наиболее распространенным виброгасящим покрытиям, а также определением изменений их конструктивных параметров;

установлено наличие двух резонансных частот в диапазоне 5–12 и 17–25 Гц при воздействии стоящего положения тела человека, а также одной частоты в диапазоне 4–6 Гц при сидячем положении и частоты около 20–30 Гц для головы. Показано, что профессиональные заболевания возникают спустя 8–10 лет при низкочастотных колебаниях и примерно через 5 лет при высокочастотных. Определены методы предотвращения воздействия вибрации и оптимальные пропорции резиновых прокладок, пружин или их комбинаций для эффективной виброизоляции;

определены основные способы защиты от вибрации, включающие снижение интенсивности вибрации непосредственно на источнике её возникновения, применение виброизоляции, установку дополнительных виброизоляторов, рациональное размещение оборудования в цехах, создание новых образцов защитных перчаток против локальных вибраций;

выделены транспортно-технологические и технологические вибрации по способу их воздействия на человека, исходя из источника появления;

установлено, что по частоте колебания вибрации подразделяются на низкочастотные (менее 22,6 Гц), среднечастотные (22,6–90 Гц), высокочастотные (более 90 Гц);

осуществлена классификация вибраций по спектральным характеристикам на узкополосные и широкополосные, а по продолжительности воздействия — на постоянные и переменные;

показано, что переменная вибрация характеризуется непрерывностью и импульсными показателями, для которых разработан соответствующий математический алгоритм выражения;

для моделирования человеческого тела, обладающего вязкоупругими свойствами, разработана механическая система, основанная на интегральной модели Больцмана–Вольтера;

показано, что система представлена трехпараметрическим ядром Ржаницына–

Колтунова, позволяющим отражать квазистатическое реальное состояние человеческого тела;

отмечено, что определение амплитудно-частотных характеристик основано на комплексе математического программного обеспечения Mathcad.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

на основе теоретического анализа, экспериментального определения и обобщения результатов выявлены источники возникновения вибраций на промышленных предприятиях;

усовершенствованы методы установки систем безопасности, эксплуатации технологического оборудования и выбора безопасных элементов;

разработан новый вариант виброизоляционных перчаток для защиты от локальных вибраций;

установлено, что внедрение разработанных предложений в практику и применение систем безопасности в жизнедеятельности человека позволили предупредить риск возникновения профессиональных заболеваний;

на основе комплексной математической программы Mathcad разработаны методы определения амплитудно-частотных характеристик.

Достоверность результатов исследования подтверждается использованием официальных данных, результатами проведенных экспериментов, анализом данных с помощью лабораторных приборов, внедрением выводов, предложений и рекомендаций в практику, а также подтверждением полученных результатов уполномоченными организациями.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научное значение результатов исследования заключается в оценке вредного воздействия вибраций, возникающих в динамических процессах на промышленных предприятиях, начиная от источника вибраций и заканчивая их передачей и воздействием на человеческое тело. Это включает в себя анализ основных характеристик связанных с вибрациями опасностей, элементов системы безопасности и прогнозирование ситуации для обеспечения безопасности на основе математического анализа с учетом основных характеристик вибраций и их снижения.

Практическое значение результатов исследования заключается в разработке рекомендаций и мероприятий по максимальному снижению риска вибраций на основе математического анализа и моделирования. Это позволяет оценить воздействие вибраций на человеческое тело через механическую систему, включающую источник вибраций и передающую среду, и предложить меры по снижению этого воздействия.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по совершенствованию теоретических и экспериментальных основ снижения вредных производственных факторов на промышленных предприятиях.

внедрены результаты, подтверждающие вредное воздействие вибраций на физиологическое и функциональное состояние организма человека, в ООО «ARK EKO TEXTILE» в городе Бухара (согласно информационному письму О‘ZTO‘QIMACHILIKSANOAT от 2 апреля 2018 года № ФЖ-14-1936). В

результате внедрения полученных результатов выявлены нарушения вестибулярных реакций, повышение уровня усталости, замедление двигательных и зрительных реакций, а также снижение производительности труда;

внедрены результаты исследования, показывающие, что резонансные частоты для стоящего человека находятся в диапазонах 5–12 Гц и 17–25 Гц, а для сидящего – 4–6 Гц, в ООО «DELUXE FABRIC» в городе Бухара (согласно информационному письму О‘ЗТО‘QIMACHILIKSANOAT от 2 апреля 2018 года № ФЖ-14-1936). В результате внедрения результатов установлено, что амплитуда колебаний головы в три раза больше, чем у плеч, и что профессиональные заболевания могут развиваться через 8–10 лет при воздействии низкочастотных вибраций и через 5 лет при воздействии высокочастотных вибраций;

внедрены использованные в вибродемпфирующих системах мастики (ВД мастика, ВПМ, Антивибрит-М) и отделочные материалы (пенопласт, шерсть, винипор, фольгоизол) для увеличения активных потерь в ООО «Камалак Шабнам Текс» при Бухарском инженерно-технологическом институте, а также в ООО «МЕРГАН ТЕКС» и ООО «Al-NakimPlyus» в городе Бухара (согласно информационному письму Комитета «Саноат, радиация ва ядро хавфсизлиги» от 14 декабря 2024 года № 04/1157). В результате внедрения обоснованы основные методы защиты от вибраций: снижение вибраций на источнике, виброизоляция, установка дополнительных виброизоляторов, рациональное размещение оборудования в цехах и использование индивидуальных средств защиты, а также разработана новая версия виброизоляционных перчаток для защиты от локальных вибраций. Предложенные меры безопасности и рекомендации полностью соответствуют нормативным документам. Полученные результаты позволяют внедрить в практику следующее, что открывает возможности для локализации и широкого внедрения указанных решений в производственную практику:

- снижение вибрации на стадии её образования непосредственно на источнике;
- применение виброизоляции;
- установка дополнительных виброизоляторов;
- рациональное расположение работающих машин и оборудования в цехах;
- разработка и внедрение новых образцов виброизоляционных перчаток для защиты от местных вибраций.

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационной работы были представлены и обсуждены на 3 международных и 1 национальной научно-технической конференции, получены сертификаты от 2 агентств по защите интеллектуальной собственности.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации всего опубликовано 22 научных работы, включая 1 монографию и 16 статей (в том числе – 11 за рубежом, 5 – в республике), в научных журналах, основных научных результатов диссертации доктора наук рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 199 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении диссертации раскрываются актуальность и востребованность темы диссертации, соответствие исследования основным приоритетам развития республиканской науки и технологий, обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации, уровень изученности проблемы, взаимосвязь темы исследования с научно-исследовательской работой вуза, в котором выполнена диссертация, цели и задачи исследования, объект и предмет, методы, научная новизна и практический результат, достоверность результатов исследования, научная и практическая значимость, внедрение в практику результатов исследования, приводятся сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием «**Анализ современного состояния отрицательных факторов, вызывающих вибрацию в производственных технологических процессах**» широко изучены факторы обеспечения охраны труда в области снижения вибраций, возникающих в результате динамических процессов на промышленных предприятиях. Проанализированы причины возникновения вибраций в результате работы оборудования и установок на промышленных предприятиях: трение и соударение деталей и узлов, их относительное движение, движение на высокой скорости, вызывающее максимально быстрое движение молекул воздуха. Исследовано их воздействие на организм человека, в основном, на нервную систему и органы слуха, а также факторы заболеваний костных тканей.

В ходе проведенных изысканий и исследований, на основе анализа количества производственных предприятий в мире, было установлено, что предприятия зарубежных стран занимают лидирующие позиции в мире. Выявлено, что с увеличением числа таких предприятий жизнь и здоровье людей подвергаются большему риску, и наряду с ростом доходов расширяется негативное воздействие на жизнь работающих сотрудников, близлежащие населенные пункты и экологию окружающей среды. Анализ исследований показывает, что вибрации, возникающие на предприятиях по всему миру, приводят не только к проблемам со здоровьем человека, но и к снижению экономической эффективности производства. Это, в свою очередь, способствует возникновению угрозы жизни и здоровью людей, а также росту экономического ущерба, поскольку основная доля доходов экономики приходится на промышленные предприятия. В проведенном диссертационном исследовании основные источники вибрации были подразделены на группы исследованы и дана их классифицированы (рис. 1).

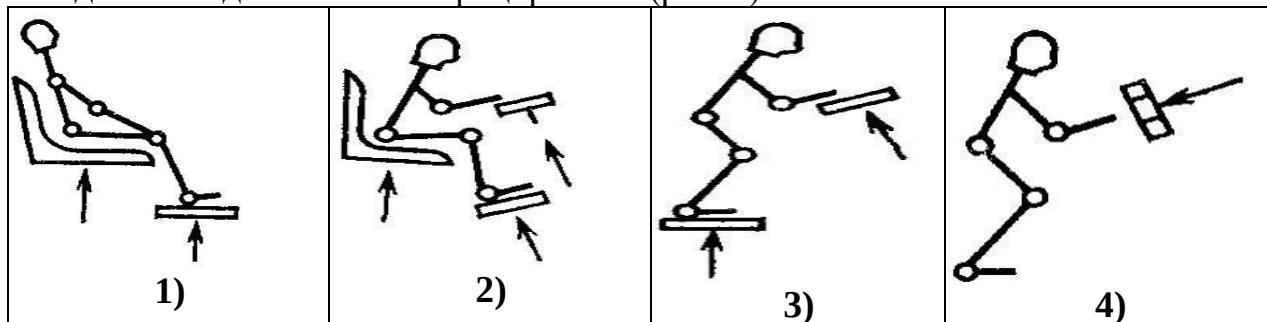


Рис.1. Результаты наблюдений за воздействием вибраций на людей в различных состояниях и положениях тела

Согласно данным мировой статистики, в связи с ежегодным увеличением

количества производственных станков, работающих на высоких скоростях и мощностях, также неуклонно растут показатели риска профессиональных заболеваний работников предприятий.

Во второй главе диссертации под названием «**Проведение опытно-экспериментальных работ по исследованию методов снижения риска заболеваний, возникающих в результате воздействия вибраций на человека**» установлено, что в результате хронического воздействия вибрации на организм человека наблюдаются изменения в сердечно-сосудистой и центральной нервной системах, сужение кровеносных сосудов, а также изменения в суставах, ограничивающие их подвижность. Исследования показали, что вибрация вызывает у работников раздражительность, бессонницу, головные боли, боли в руках у лиц, работающих с вибрирующим оборудованием, а при длительном воздействии наблюдаются серьезные изменения в костной ткани.

Работа в условиях вибрации приводит к снижению производительности труда и росту уровня травматизма. Как правило, в спектре вибраций преобладают низкочастотные колебания, которые оказывают сильное негативное воздействие на организм: некоторые из них пагубно влияют на нервную и сердечно-сосудистую системы, а также на вестибулярный аппарат. Результаты, демонстрирующие наибольший вред для организма при совпадении частоты внешних вибраций с собственными частотами отдельных органов человека (явление резонанса), приведены в табл. 1.

Таблица 1

Вредное воздействие частот вибраций на органы человеческого тела

№	Органы тела	Гц	№	Органы тела	Гц
1	Глаза	12–27	5	Голова	8–27
2	Горло	6–27	6	Лицо	4–27
3	Грудная Клетка	2–12	7	Позвоночник	4–14
4	Конечности (Руки И Ноги)	2–8	8	Живот	4–12

Вибрации, воздействующие на организм человека, передаются через место контакта с источником вибрации. Если вибрация воздействует на руки, такое воздействие называется локальной вибрацией. Если воздействие передается на все тело, это считается общей вибрацией.

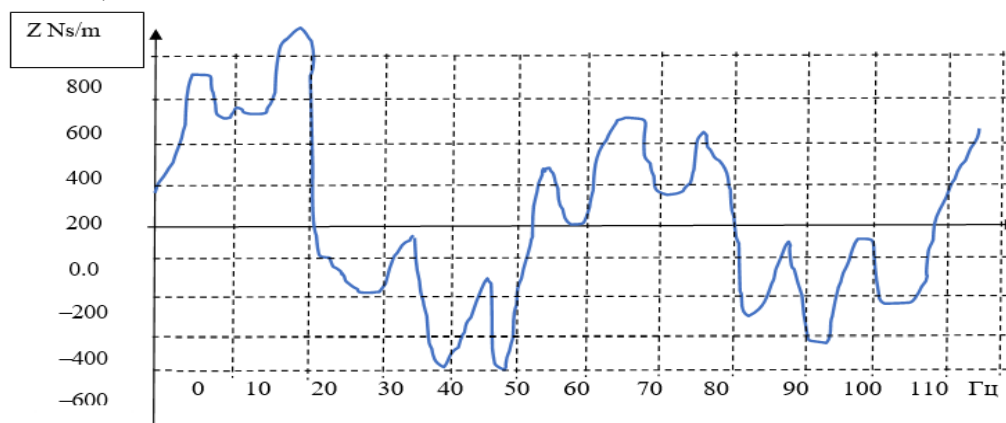


Рис. 2. График, иллюстрирующий влияние собственных частот на органы человеческого тела, определенное на основе проведенных экспериментов,

Гц

Локальные вибрации оказывают влияние на сухожилия, опорно-двигательный аппарат и кровеносные сосуды. Тело условно рассматривается как состоящее из двух частей: первая часть – выше таза (верхняя), вторая часть – нижняя (рис.2).

Установлено, что при вертикальном положении человека существуют две резонансные частоты воздействия вибраций на тело в диапазоне 5–12 Гц и 17–25 Гц. При сидячем положении резонансная частота для головы находится в диапазоне 20–30 Гц, а для всего тела – в диапазоне 4–6 Гц. Выявлено, что в этом частотном диапазоне амплитуда колебаний головы в 3 раза превышает амплитуду колебаний плеч. В условиях производства вибрации от ручных машин обычно достигают максимума в диапазоне до 36 Гц. Показано, что при низкочастотных вибрациях профессиональные заболевания могут проявиться через 8–10 лет, а при высоких частотах – даже через пять лет.

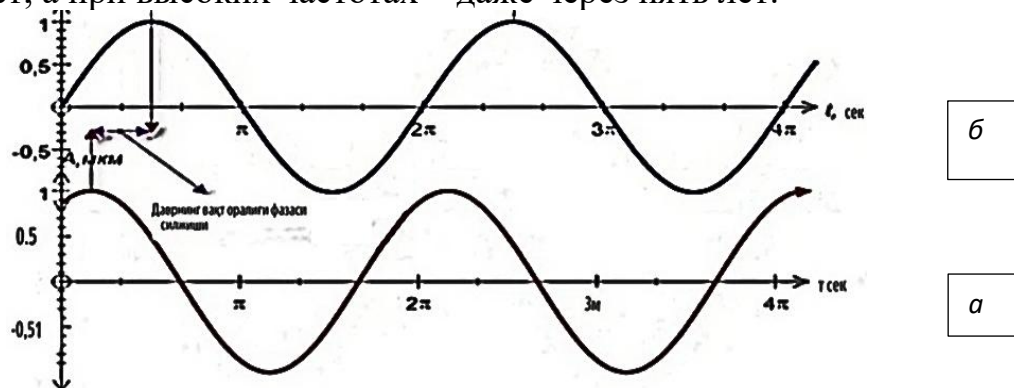


Рис. 3. График, иллюстрирующий процесс вибрации: а – гармонические колебательные движения; б – случайные вибрации; u (мм) – вибросмещение, v (мм/с) – виброскорость

Одной из основных закономерностей вибраций на промышленных предприятиях является гармоническое колебательное движение, имеющее вид

$$w(t) = A \cos(\omega t + \varphi), \quad (1)$$

где A – амплитуда колебаний; $\omega = 2\pi f$ – угловая частота, рад/с; $f = 1/T$ – циклическая частота, Гц; T – период колебаний, с;

φ – начальная фаза колебательного движения.

Горизонтальные вибрации действуют параллельно опорной плоскости (рис.3, 4).

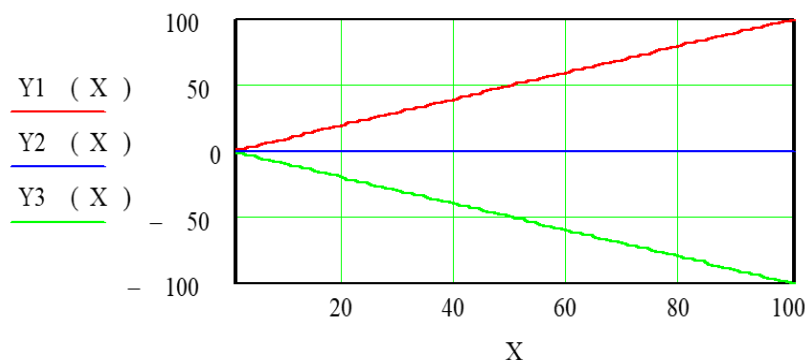


Рис. 4. Параметры колебаний $Y1(X)=AX$; $Y3(X)=-AX$; $Y2(X)=0$, определенные на основе проведенных исследований

Механизированные инструменты, используемые рабочими, являются источником локальных вибраций. Они приводят к сужению кровеносных сосудов кисти рук и нарушению кровоснабжения предплечий, что показано на рис. 5.



Рис.5. Симптомы вибрационной болезни, обусловленные местными вибрациями

Профессиональное заболевание, возникающее в результате длительного воздействия вибрации, называется вибрационной болезнью, и оно проявляется в нарушении многих физиологических функций человека. Симптомы, характерные для вибрационной болезни, вызванной локальной вибрацией, проявляются схожим образом, чаще всего в пораженной конечности нижней части тела. Аналогичные жалобы при общем воздействии представлены в табл. 2.

Таблица 2

Обязательные методы диагностики вибрационной болезни

№	Методы	Нормативные значения
1	Холодовые пробы (+4°C, 3 минуты)	Отсутствие реакции
2	Альгезиметрия	До 0,5 мм
3	Кожная термометрия	Температура кожи 27-33 °C при асимметрии $\leq 10^{\circ}\text{C}$
4	Капилляроскопия	Количество капилляров: 16-20 (7-8 на 1 мм) в поле зрения 16-21 мм
5	Измерение диаметра предплечья	Диаметр предплечья: Мужчины: 40-60 кг; Женщины: 30-50 кг

Вибрации с частотой до 40–50 Гц, проходящие через все части человеческого тела, приводят к дегенеративным изменениям и деформации костей человека, находящегося в положении стоя. Дегенеративные заболевания позвоночника, возникающие под воздействием вибраций, носят профессиональный характер. Таким образом, в результате проведенных научных наблюдений установлено, что профессиональное заболевание, вызванное локальной и общей вибрацией, по своим симптомам коренным образом отличается от других болезней, и если не предотвратить это заболевание, оно может привести к полной потере трудоспособности человека. Для защиты от вибрации использовались такие методы, как снижение вибрационной активности машин, отстройка от резонансных частот, демпфирование, виброизоляция, гашение вибраций, а также средства индивидуальной защиты.

В третьей главе диссертации – **«Научное обоснование моделирования**

факторов воздействия технологических вибраций на тело человека на промышленных предприятиях» – при моделировании человеческого тела человек рассматривается как механическая система. Механическая система состоит из элементов, соединенных друг с другом посредством пружин или демпферов. Значения параметров, входящих в модель, были определены экспериментально. В ходе исследования перед началом моделирования были разработаны методики решения вопросов технологии моделирования, классификация моделей, основы и особенности необходимости моделирования, а также методика процесса моделирования. Для конкретной модели в качестве рассматриваемого объекта указаны тело человека и понятия, характеризующие процесс его деятельности. Разработан алгоритм решения задачи для построенной модели, создано программное обеспечение, а также разработаны методы оценки характеристик релаксации напряжений и деформаций для данной программы.

В исследовании тело человека рассматривается как механическая система, обладающая вязкоупругими свойствами, и в качестве наиболее подходящей модели для него была использована интегральная модель Больцмана–Вольтерры. При выборе и построении математической модели во многих случаях применялась модель, предложенная Больцманом и Вольтеррой, которая основана на общих законах механики и адекватно определяет статические и динамические состояния элементов рассматриваемой системы. Также использовались частотные характеристики. Согласно модели Больцмана–Вольтерры, при определении напряженно-деформированного состояния элементов системы в качестве уравнения, связывающего напряжение и деформацию, было принято следующее соотношение:

$$\sigma(t) = E[\varepsilon(t) - \int_0^t R(t - \tau)\varepsilon(\tau)d\tau] \quad (2)$$

Здесь σ — напряжение; ε — деформация; t — время наблюдения; $0 \leq \tau \leq t$ — промежуточное время; E — мгновенный модуль упругости; R — ядро релаксации. В процессе использования данной модели были определены параметры, входящие в модель.

Одним из ядер, адекватно описывающих статические и динамические процессы, возникающие в элементах системы, является ядро Колтунова–Ржаницына, которое имеет следующий вид:

$$\tau(t - \tau) = \frac{Ae^{-\beta(t-\tau)}}{(t-\tau)^{1-\alpha}} \quad (3)$$

Использование буферных ядер имеет двоякую цель. С одной стороны, оно позволяет чрезвычайно легко определить состояние напряженности элементов системы посредством экспериментов, построенных на опыте; с другой – оно удобно для проведения квазистатических или динамических испытаний материалов элементов. В ходе исследовательского эксперимента использовались лазерные инструменты моделей ТКSA-20 и ТКSA-31 для проверки соответствия валов. Это простой лазерный инструмент, предназначенный для центрирования валов, не требующих специального обучения, как показано на рис. 6.



Рис. 6. Процесс использования лазерных инструментов модели SKF TKSA 20 и TKSA 31 для проверки соосности валов

В ходе экспериментального исследования была применена быстрая установка измерительных блоков; благодаря использованию плоских поверхностей измерительные блоки были быстро и легко установлены. Устройство оснащено символическим меню, простым трехэтапным процессом и возможностью выбора единиц измерения (мм или дюймы), что позволило использовать устройство повсеместно. Даже неподготовленные пользователи могут легко ознакомиться с устройством благодаря краткому руководству, которое позволяет практически любому специалисту быстро освоиться. Перед использованием каждого устройства было ознакомление с инструкциями, приведенными в руководстве, и стандартными документами по требованиям безопасности. Все полученные результаты регулировались нормами вибрации в соответствии с требованиями нормативных документов. Это, в свою очередь, требует моделирования с учетом упругих свойств человеческого тела.

В четвертой главе диссертации – «**Моделирование воздействия вибраций на организм человека с учетом вязкоупругих свойств**» – рассмотрен человеческий организм в целом как сложный, нелинейный, анизотропный композитный материал, основываясь на изучении характеристик этих материалов путем обращения к теории вязкоупругости. Путём изменения компонентов организма появилась возможность создавать различные факторы, удовлетворяющие необходимым требованиям, включая позитивное воздействие на человеческое тело. В процессе проведения экспериментальной части исследования выяснилось, что линейную функциональную связь невозможно выразить состоянием напряжения-деформации человеческого тела при больших деформациях. В таких случаях напряжение состояния человеческого тела выражается через нелинейные связи. Основываясь на полученных экспериментальных результатах и развивая труды Больцмана-Вольтера, взаимосвязь между напряжением и деформацией представлена следующим образом.

$$\begin{aligned}\varepsilon_{ij}(t) &= \int_0^t K1_{ijkl}(t-\tau)\sigma_{kl}(\tau)d\tau + \int_0^t \int_0^t K2_{ijkl}(t-\tau, t-s)\sigma_{kl}(\tau)\sigma_{kl}(s)d\tau ds + \dots \\ \sigma_{ij}(t) &= \int_0^t R1_{ijkl}(t-\tau)\varepsilon_{kl}(\tau)d\tau + \int_0^t \int_0^t R2_{ijkl}(t-\tau, t-s)\varepsilon_{kl}(\tau)\varepsilon_{kl}(s)d\tau ds + \dots\end{aligned}\quad (4)$$

Ядра K и R , входящие в эти выражения, соответственно называются ядрами ползучести и релаксации и определяются опытным путём. В исследовании, исходя из вышеуказанных соотношений и согласно третьей степени нелинейной теории Ильюшина, была получена следующая формула:

$$\varepsilon(t) = \frac{1}{E} \left[\sigma(t) + \int_0^t K_1(t-s) \sigma(s) ds \right] + b \int_0^t K_2(t-s) \sigma^3(s) ds. \quad (5)$$

Все параметры, входящие в данное выражение, были определены экспериментально.

Если сила, действующая на человека, постоянна, то и напряжение также остается постоянным, т.е. $\sigma = \sigma_0 = \text{const}$. В таком случае уравнение (5) примет вид:

$$\varepsilon(t) = \frac{\sigma_0}{E} \left[1 + \int_0^t K_1(t-s) ds \right] + b \sigma_0^2 \int_0^t K_2(t-s) ds. \quad (6)$$

На основании формулы (6) построены кривые смещения. Проведённые исследования показали, что элементы человеческого тела, подобно механическим конструкциям, могут находиться в резонансе при определённых частотах. В организме человека возможно наличие множества резонансов, причём их частоты зависят от конкретного человека и его состояния. Под воздействием вибрации существует два типа механических реактивных сил, заставляющих человека двигаться. Первый представляет собой реакцию человеческого тела на вибрационные воздействия, второй — силу сопротивления (рис. 7).

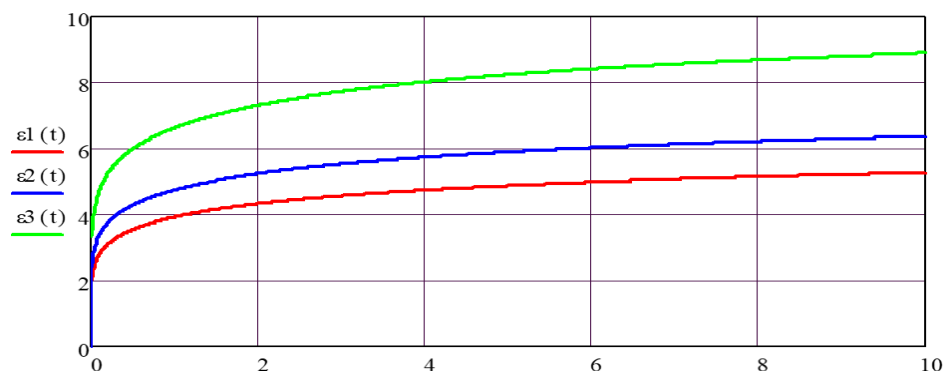


Рис. 7. Кривые деформации, отображающие изменение деформации во временном интервале при различных значениях постоянного напряжения

Аппроксимация кривых напряжения, полученных в результате эксперимента, заключается в приближении ломаными линиями. Второй метод основан на сплайн-интерполяции, при которой используется математическая программа «Maple». Согласно этому методу, строится аппроксимирующая функция с помощью метода $\text{spline}(X, Y, x, k)$. Здесь X и Y представляют собой векторы значений, полученных в результате эксперимента. Переменная X характеризует переменную величину, коэффициент k определяет возможность аппроксимации опытных результатов прямыми или криволинейными линиями. В рассматриваемом случае вектор X характеризует время, а вектор Y отражает уровень напряжения.

В ходе экспериментального исследования переменный коэффициент

Пуассона рассчитывался с использованием комплексного ядра Колтунова. Функция влияния ASV02Z–PL, представляющая свойства вязкоупругости оболочковых конструкций и включённая в интегральную модель Больцмана–Вольтера, вычислялась как гамма-функция трёхпараметрического ядра Колтунова–Ржаницына. Для повышения точности исследования эксперименты проводились на двух разных видах ткацких станков, работающих на различных скоростях, с целью изучения натяжения нитей, движущихся на ткацком оборудовании, и их влияния на качество ткани, а также влияния вибрации оборудования на человека.

Станок СТБ–216 оснащен нитью основы с линейной плотностью 29,4 текс, нитью утка с линейной плотностью 25 текс, общей плотностью нити 240, частотой вращения 200 оборотов в минуту и тканью грубой выделки. Станок Р–190 характеризуется аналогичными показателями, но частота вращения составляет 300 оборотов в минуту. Изменение усилий натяжения, возникающих в нитях основы вследствие вращения челнока, записывалось специальными тензометрическими датчиками и представлено в осциллограммах анализа, показанных на рис. 8 и 9.

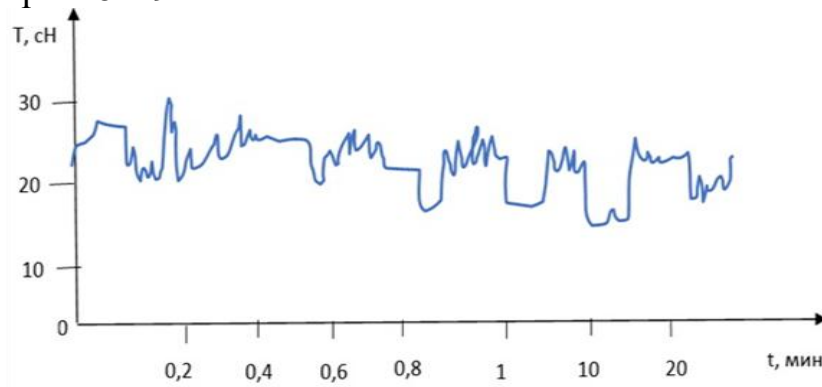


Рис. 8. Осциллограмма изменений усилия натяжения для ткацкого станка СТБ–216

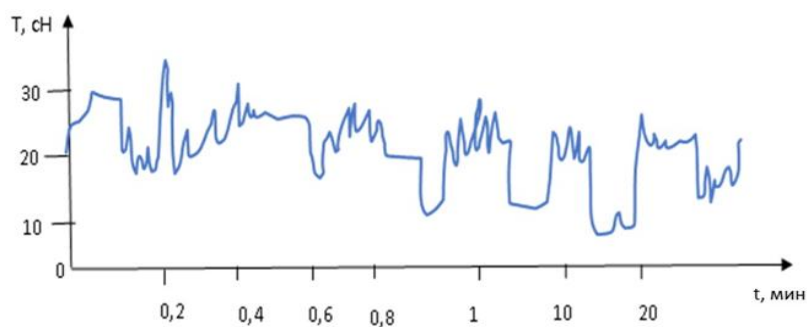


Рис. 9. Осциллограмма изменений усилия натяжения для ткацкого станка Р–190

Сравнение представленных осциллограмм показывает, что движение челнока на ткацком станке Р–190 менее колебательно по сравнению с движением челнока на станке СТБ–216. Челнок станка Р–190 движется более плавно относительно челнока станка СТБ–216. Это способствует уменьшению негативного воздействия вибрации на организм человека и снижению количества разрывов нитей на станках.

Кроме того, проведя аппроксимацию результатов второго эксперимента на

станке Р–190, получают диаграмму, представленную на рис. 10.

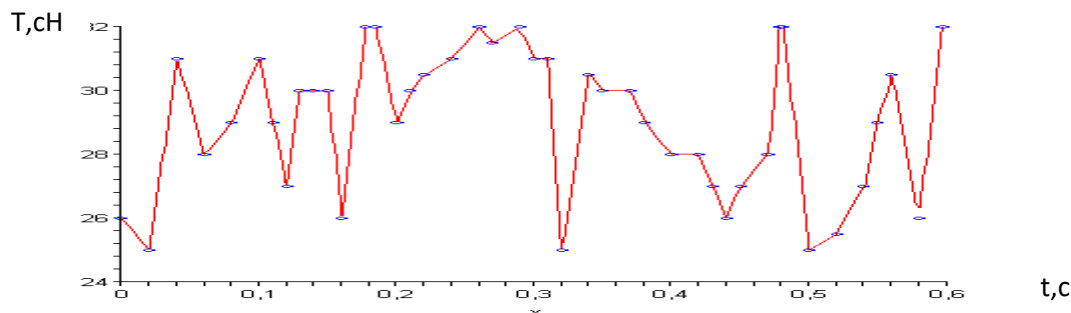


Рис. 10. Аппроксимация осциллограммы для станка Р–190

Сравнение реальных осциллограмм, полученных в обоих экспериментах, и соответствующих аппроксимирующих кривых (см. рис. 10, 11) показало, что аппроксимация экспериментальных кривых выполнена с высокой точностью. Получив аппроксимирующие кривые для величины натяжения, подставляем их в дифференциальное уравнение движения челнока и, интегрируя, определяем закон движения ткацкого челнока.

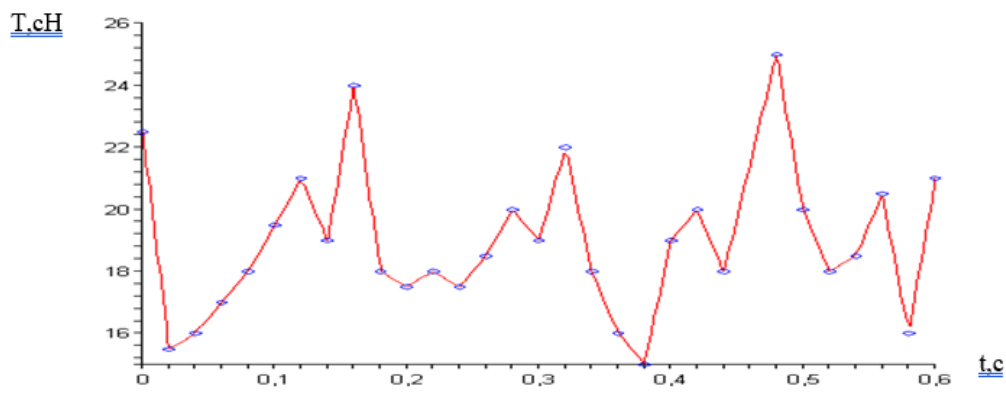


Рис. 11. Аппроксимация осциллограммы для станка СТБ–216

Здесь значение момента M , входящего в уравнение движения, принимается неизменным. Если бы M изменялось и был задан закон его изменения, то решение дифференциального уравнения численным методом позволило бы получить необходимые результаты. Экспериментальные исследования подтвердили, что зависимость между напряжением и деформацией в биологической ткани человеческого организма носит нелинейный характер. Теоретически установлена зависимость между напряжением и деформацией мягких и костных тканей.

На основе проведенных исследований исходные осциллограммы сначала были аппроксимированы кривыми с использованием метода сплайн-интерполяции в математической программе «Maple». В ходе исследования человеческий организм рассматривался в общем как сложный, нелинейный, анизотропный композитный материал, а изучение свойств этих материалов базировалось на теории вязкоупругости. Благодаря изменению компонентов организма появилась возможность создать различные факторы, соответствующие необходимым требованиям, включая положительное воздействие на организм человека.

На основе проведенных исследований исходные осциллограммы сначала были аппроксимированы кривыми с использованием метода сплайн-интерполяции в математической программе «Maple». В ходе исследования человеческий организм рассматривался в общем как сложный, нелинейный, анизотропный композитный

материал, а изучение свойств этих материалов базировалось на теории вязкоупругости. Благодаря изменению компонентов организма появилась возможность создать различные факторы, соответствующие необходимым требованиям, включая положительное воздействие на организм человека.

В пятой главе диссертации – «**Реализация норм вибраций, воздействующих на человека на промышленных предприятиях**» – установлено, что воздействие вибрации возникает при выполнении различных трудовых операций, часть которых повторяется в течение рабочего дня.

Широко распространенной является технология производственных процессов с применением механизированных инструментов и оборудования, которые вызывают локальную вибрацию рук оператора во многих отраслях промышленности. Эти вибрации возникают в результате круговых или ударных движений ручных машин, как доказано исследованием. Когда деталь удерживается вручную, вибрация обрабатываемого изделия также оказывает влияние на руки, аналогично воздействию вибрации рулевого колеса мотоцикла или автомобиля при управлении рулем рукой. В результате проведенного исследования установлено, что профессии, связанные с опасной вибрацией, включают рабочие места, подверженные высокочастотной, средней и высокоагрессивной вибрации, среди которых литейщики, каменщики-плиточники, лесорубы, шлифовщики и заточники. Условия максимальной и минимальной интерференции представлены на рис. 12.

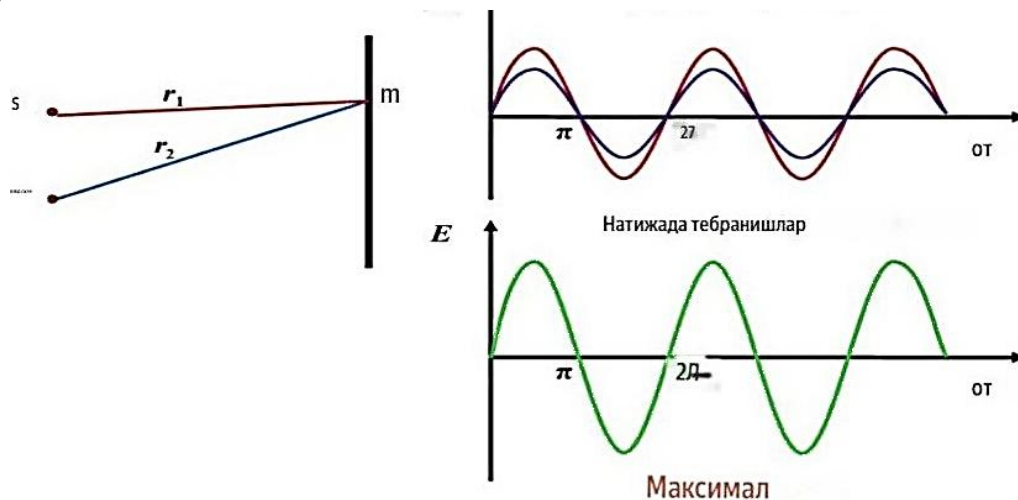


Рис. 12. Условия максимального и минимального интерференционного взаимодействия

Источниками колебаний являются объекты, генерирующие не менее 20% вибраций во время рабочего процесса. Одним из наиболее распространенных профессиональных факторов является локальная вибрация, воздействующая на операторов, использующих ручные машины. Наибольшему риску развития заболеваний, вызванных вибрацией (ВБ), подвержены представители профессий, обозначаемых термином «опасные вибрации».

Исследование показало, что патогенез ВБ включает изменения непосредственно в зоне воздействия на местном уровне, а также на уровне центральной нервной системы. Наиболее чувствительными участками оказались отделы симпатической нервной системы, регулирующей тонус периферических

сосудов. Направленность сосудистых нарушений зависит главным образом, от частотных характеристик вибрации. Установлено, что склонность капилляров к спазмам проявляется при воздействии вибрации с частотой выше 35 Гц.

Исследования локальной вибрации проводились с использованием измерительных приборов, соответствующих требованиям стандарта ГОСТ ИСО-8041. Измерительное оборудование прошло проверку в соответствии с национальной схемой метрологии. Измерения производились настолько близко к центру зоны захвата машины, инструмента или обрабатываемой детали, насколько это было возможно. Расположение датчиков фиксировалось в ходе эксперимента.

Оценка воздействия локальной вибрации на организм человека показала, что эффективность воздействия вибрации зависит от уровня и продолжительности её воздействия. Рассчитывая общее время воздействия непрерывной вибрации на работника в течение смены (T_n), мы получаем значения, представленные в табл. 3.

Таблица 3

Общее время воздействия непрерывной вибрации на работника в течение рабочей смены T_n в производственных условиях

№	Показатель избыточной нагрузки для оператора, подвергнувшегося воздействию вибрации D , дБ	T_n , мин	Показатель избыточной вибрационной нагрузки на оператора D , дБ	T_n , мин
1	1	381	7	95
2	9	302	8	76
3	3	240	9	60
4	4	191	10	48
5	5	151	11	38
6	6	120	12	30

Согласно результатам исследования, если разрешенное суммарное время воздействия непрерывной вибрации в течение смены T_n не меньше технологического времени, необходимого для ручной работы в смену T_t , то это время может произвольно распределяться внутри границ смены с соблюдением установленных перерывов.

Таблица 4

Резонансные состояния человека, выявленные в ходе исследования

№	Резонансные частоты отдельных частей тела	
1.	Голова	25–28 Гц
2.	Глазницы	30–80 Гц
3.	Плечи	4–5 Гц
4.	Грудная клетка	60 Гц
5.	Легкие и сердце, передняя часть плеча (стоячее положение)	16–30 Гц
6.	Передняя часть плеча и кулак (сидячее положение)	4–160 Гц
7.	Брюшная полость	4–8 Гц
8.	Позвоночник	10–12 Гц
9.	Закрытый кулак	50–200 Гц
10.	Ноги (от положения сидя до положения стоя)	2–20 Гц
11.	Клеточная структура	100–1000 Гц

В ходе исследования распространение вибрации по телу человека учитывалось при изучении ее биологического воздействия. Исследовались две ситуации: первая — стоящий человек, при которой рассматривалась вся поверхность тела вместе с поясницей и крестцом; вторая — сидящий человек, наклоняющийся вперед, при которой изучалась верхняя часть грудной клетки вместе с верхней частью туловища. Результаты представлены в табл. 4.

В результате исследования скорректированное значение скорости вибрации было определено по формуле

$$\begin{aligned} \widetilde{U} &= \sqrt{\sum_{i=1}^n (U_i \cdot K_i)^2} \\ &= \sqrt{(1,3 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 0,5^2 + (2,0 \cdot 10^{-2})^2 \cdot 1 + \dots + (7,1 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 1} \quad (7) \\ &= \quad \cdot 10^{-2} \text{ м/с} \end{aligned}$$

Полученные с помощью этой формулы значения отражены в табл. 5.

Таблица 5

Скорректированные значения скорости вибрации

№	Частота, Гц	Уровни скорости вибрации, дБ	Значения весовых коэффициентов дБ	Корректированный спектр	Данные по суммированию степеней пары с учётом преобразованных уровней
1.	8	108	- 6	102	112,4
2.	16	112	0	112	121,9
3.	31,5	120	0	120	121,5
4.	63	116	0	116	123
5.	125	111	0	111	112,5
6.	250	107	0	107	113,5
7.	500	104	0	104	114,5
8.	1000	103	0	103	106,5

Полученные в ходе исследования значения вибрационной скорости сравнивались с допустимыми значениями. Если частота вынуждающей силы близка к собственной частоте элементов человеческого тела, колебания становятся крайне опасными и могут привести к резонансу. Особенно опасно приближение к частоте головного мозга человека, соответствующей собственным частотам 6–9 Гц. Значение такой частоты для рук составило 30–80 Гц.

На основе обоснования воздействий вибрации на руки человека разработаны методы совершенствования стандартов предельных величин вибрации, обеспечивающих технический, экономический, гигиенический и социальный эффекты. Совершенствование привело к снижению воздействия вибрации на руки человека.

Для полного защитного эффекта при производстве антивибрационных перчаток особое внимание уделялось выбору материала. Верхняя часть изготовлена из полиэстера, латекса, замши и трикотажа (рис. 13). Перчатки пропитываются резиновым покрытием и предназначены для защиты работников предприятий, снижая вибрацию и обеспечивая надёжную защиту от нее.



Рис. 13. Предложенные в результате исследования перчатки для защиты от вибрации

В шестой главе диссертации – «**Практические задачи и оценка эффективности результатов исследований при определении диссипативных состояний вибраций**» – теоретические и практические проблемы защиты от вибраций решаются с использованием динамической модели человеческого тела. Исследование проводилось на основе использования динамической модели человеческого тела для решения теоретических и практических проблем защиты от вибраций. Помимо этого, для построения модели использовались аналитические отношения или эквивалентные механические модели, а также специальные имитаторы (антропоморфные манекены).

Массы элементов принимались в процентном соотношении к общей массе. В ходе исследования, используя серию экспериментов, было изучено влияние показателя, выражающего вязкость, на амплитуду колебательного движения. Получены кривые, иллюстрирующие закономерность изменения функции амплитуды колебательного движения при различных значениях коэффициента вязкости ($A=0,02$; $A=0,08$; $A=0,12$; $A=0,189$). Анализ этих кривых показал, что увеличение коэффициента вязкости на определенную величину ведет к альтернативному поведению движения. Исходя из результатов экспериментов, целесообразно отметить, что величина A находится в пределах $0 < A < 0,26$ (рис. 14).

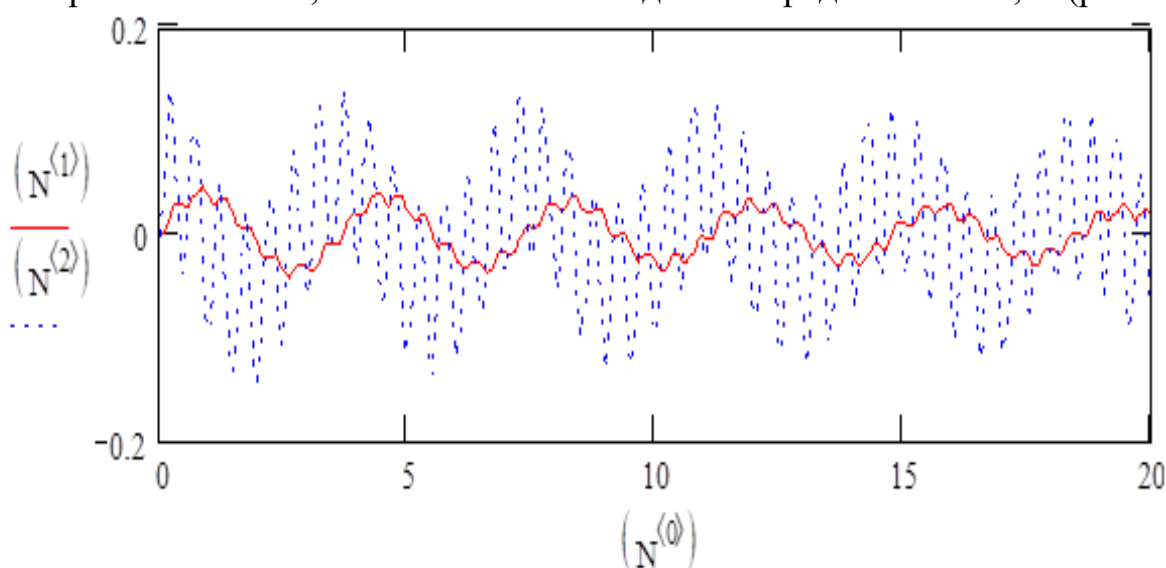


Рис. 14. Различные значения частоты внешней силы: $a - p=0,5$; $b - p=4,5$; $v - p=9,5$; $z - p=12,5$; кривые, характеризующие изменение амплитуды колебательного движения

В ходе исследования при учете вибраций состояние человека считалось зафиксированным, а сам человек рассматривался как деформируемое твердое тело. Система координат XYZ была привязана к телу человека таким образом, чтобы учитывать его положение (рис.15).

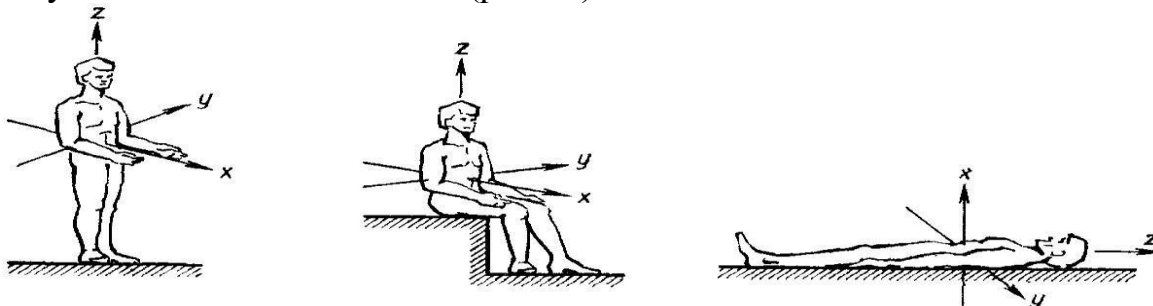


Рис. 15. Система координат, используемая для определения вынужденных вибраций человека

Теоретические и практические проблемы защиты от вибраций решались с использованием динамической модели человеческого тела. В качестве модели использовались аналитические зависимости или эквивалентные механические модели (рис.16, 17).

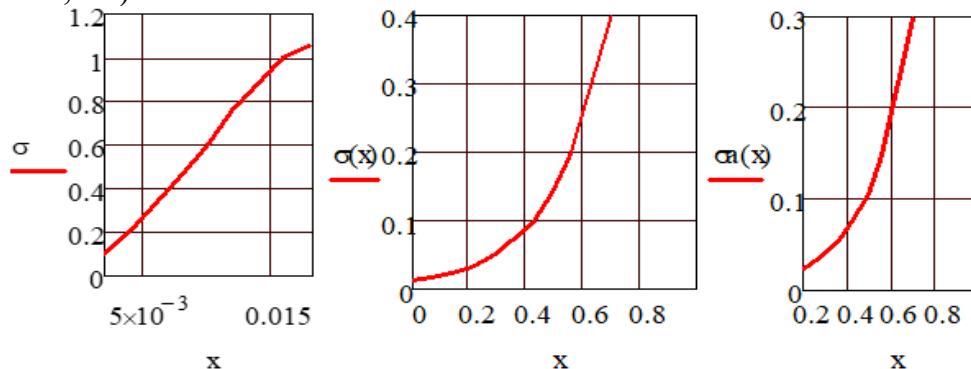


Рис. 16. Диаграммы напряжения (кгс/мм²)-деформации позвоночника: состояние деформации-напряжения (кгс/мм²) при сжатии

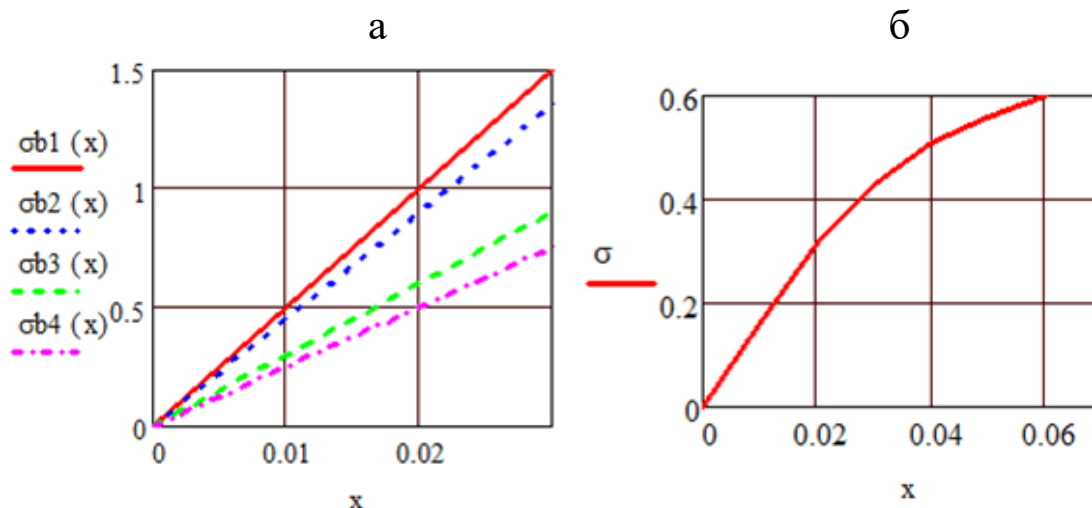


Рис. 17. Состояния напряжения-деформации костей: а: 1 – кости таза; 2 – плечевые кости; 3 – лучевая кость предплечья; 4 — локоть; б: состояние напряжения-деформации позвонков поясничного отдела.

Кроме того, в качестве эксперимента применялись специальные имитаторы

(антропоморфные манекены). Использование данного метода включало следующие этапы: выделение важнейших характеристик объекта, применение компьютерных технологий и математических программ «Mathcad» и «Maple», оценку адекватности разработанной модели, использование модели Больцмана–Вольтера, анализ полученных результатов. В ходе исследования влияние перемещений вибраций на человека выражалось соответствующими смещениями u_x, u_y, u_z , скоростями v_x, v_y, v_z и ускорениями a_x, a_y, a_z . На основе представленных кривых, изображающих спектральные плотности связанного ускорения в процессах вибрации, были сделаны выводы. Состояние растяжения—деформации (кгс/мм²) представлено на рис. 16 и 17. В исследовании предложен слой резиновой прокладки толщиной 10 см для покрытия таких участков. Агрегаты аппаратов и механизмов, вызывающие вибрацию, герметично изолируются резиновыми покрытиями:

$$V = \frac{Fm}{\sqrt{\mu^2 + \left(m\omega - \frac{c}{\omega}\right)^2}} \quad (8)$$

Здесь μ — коэффициент сопротивления; m — масса системы; ω — частота вибрации; c — коэффициент жесткости системы.

Система интегро-дифференциальных уравнений была решена численными методами с использованием математических программ «Mathcad» и «Maple» на конкретных примерах, позволяющих исследовать возможные колебательные движения, возникающие в частях тела человека в результате вибраций. Опытные данные показывают, что воздействие вибраций на человека различается в различных пропорциях (%).

Результаты эксперимента, полученные в ходе исследования, представлены в табл. 6.

Таблица 6

Значение результатов экспериментов, проведенных в ходе исследования.

№	Показатели опыта:	Y_i , %
1.	Результат первого эксперимента по управлению автомобилем	31,3
2.	Результат второго эксперимента на швейной машине	32,9
3.	Результат третьего эксперимента на ткацком станке	33,8
4.	Влияние вибраций различного вида генераторов (результат четвертого эксперимента)	35,6
5.	Влияние вибраций перфоратора (результат пятого эксперимента)	38,3

Проведенные исследования и результаты экспериментов привели к разработке новых научных направлений в области виброзащиты, направленных на обеспечение безопасности человека, предложивших новую научную дисциплину — протовибратикку. Воздействие вибраций на органы человека определяется четырьмя факторами: интенсивностью, спектральным составом, продолжительностью воздействия и направлением распространения. Рекомендуется устанавливать специальные виброизолирующие и демпфирующие устройства на пути распространения вибраций от источника. Например, рекомендуется использовать специальные сиденья, резиновые изоляторы и другие виды демпфирующих приспособлений. Таким образом, поставленная задача обеспечения безопасности труда человека была изучена на

основе протектологических теорий. Предложен способ снижения воздействия вибраций, образующихся в динамических процессах, на организм человека. В моделировании человеческого тела использовалось классическое представление о вязкоупругости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По итогам выполненного исследования в рамках диссертации на тему «Совершенствование теоретических и экспериментальных основ снижения вредных производственных факторов на промышленных предприятиях», направленной на получение ученой степени доктора технических наук (DSc), были сформулированы следующие выводы:

1. Определены типы вибраций, влияющих на организм человека, и показатели их воздействия на тело человека. Изучено, что воздействие вибрации вызывает изменения в физиологическом и функциональном состоянии организма человека, проявляющиеся ухудшением вестибулярных реакций, повышением утомляемости координации движений, замедлением двигательных и зрительных реакций, приводящих к снижению производительности труда.

2. Одним из основных законов вибраций на промышленных предприятиях является гармоническое колебательное движение, описываемое формулой вида $w(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$, где: A – амплитуда вибрации; $\omega = 2\pi f$ – угловая частота, рад/с; $f = 1/T$ – циклическая частота, Гц; T – период вибрации, с; φ – начальная фаза колебательного движения.

Разработаны практические основания горизонтальных вибраций, действующих параллельно опорной плоскости. Основные параметры, характеризующие вибрацию, включают: амплитуда A , м (наибольшее отклонение от равновесного состояния); частота вибрации f , Гц (количество колебаний в секунду); скорость вибрации V , м/с; ускорение вибрации W , м/с²; период вибрации T , с.

Выполнены мероприятия по профилактике и снижению вибрационного воздействия на пути распространения, проведены расчеты. Доказана эффективность мероприятий по модификации технологических процессов, профилактических мер и своевременного смазывания, направленных на снижение интенсивности вибраций.

3. Предложенные меры профилактики и способы снижения вибраций на источниках возникновения и путях распространения, включая установку дополнительной виброизоляции, рациональное размещение оборудования в цехах и использование индивидуальных средств защиты, научно обоснованны и позволяют снизить негативное воздействие вибраций на организм человека на 14–20%.

В результате исследования также выявлены следующие классификации вибраций: по частоте: низкочастотные (< 22,6 Гц), среднечастотные (22,6–90 Гц) и высокочастотные (> 90 Гц); по спектральным характеристикам: узкополосные и широкополосные; по длительности воздействия: постоянные и переменные; по форме временной реализации: непрерывные и импульсные.

4. В ходе исследования выяснено, что сущность метода вибродемпфинга заключается в повышении активных потерь в системах вибрации, а наиболее распространенные средства вибродемпфирования, такие как мастики (например, ВД-мастика, ВПМ, Антивибрит-М) и облицовочные материалы (пенопласт, шерсть, винипор, фольгоизол), применяются эффективно. В исследованиях установлено существование двух диапазонов резонансных частот для вертикальных вибраций в положении стоя (5–12 Гц и 17–25 Гц), а для головы — диапазон 20–30 Гц. Для сидячего положения человека резонансные частоты находятся в диапазоне 4–6 Гц.

5. В условиях производства скорость вибраций ручного инструмента достигает максимума при частотах до 36 Гц. Низкочастотные вибрации приводят к профессиональным заболеваниям спустя 8–10 лет, а высокочастотные — всего через пять лет. Чтобы уменьшить воздействие вибрации на человека, используются опоры для виброизоляции, такие как резиновые прокладки, пружины или их комбинации.

6. Основными методами защиты от вибраций признаны: уменьшение вибраций на источнике образования, виброизоляция, установка дополнительных виброизоляторов, рациональное расположение оборудования в цехах, а также использование индивидуальных средств защиты (противовибрационные перчатки и обувь). Разработана новая версия защитных перчаток с виброизоляцией против местных вибраций.

7. Показано, что человек рассматривается как механическая система с вязкоупругими свойствами, и в качестве оптимальной модели применяется интегральная модель Больцмана–Вольтера. Точно определены параметры, используемые в этой модели. В качестве ядра выбрано трехпараметрическое ядро Ржаницына–Колтунова, поскольку оно наилучшим образом отражает квазистатические реальные условия функционирования человеческого тела.

8. Экспериментальным путем подтверждено, что зависимость между напряжением и деформацией в биологических тканях человека носит нелинейный характер. Для мягких и твердых тканей эта зависимость была определена по осциллограмме, полученной первоначально с помощью метода сплайн-интерполяции с использованием математической программы Mathcad, и построена аппроксимирующая кривая. Изучены заболевания и симптомы, вызванные вибрационным воздействием. Разработаны также рекомендации по предотвращению негативных последствий, таких как образование грыжи (грыжевого выпячивания) в позвоночнике, нарушения в кровеносной системе, боли в суставах и нарушение кровообращения, возникающих в результате воздействия вибраций.

9. Рекомендовано внедрение научной концепции нового направления науки — протовибратики, которая занимается разработкой методов защиты от отрицательного воздействия вибраций на организм человека, профессиональной заболеваемости и ее последствий, а также направлена на разработку способов снижения источников и путей передачи вибраций, улучшение средств защиты и их интеграцию в систему охраны здоровья и безопасности.

**ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL PHD.34/2025.27.12.T.01.01 ON THE
BASIS OF THE SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARDED ACADEMIC
DEGREES AT THE CENTER FOR ADVANCED TRAINING OF
EMPLOYEES OF THE MINISTRY OF EMPLOYMENT AND POVERTY
REDUCTION OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN**

**CENTER FOR PROFESSIONAL DEVELOPMENT OF EMPLOYEES
OF THE MINISTRY OF POVERTY REDUCTION AND EMPLOYMENT**

ABDIEVA GULARA BABANIYAZOVNA

**IMPROVING THE THEORETICAL AND EXPERIMENTAL
FOUNDATIONS FOR REDUCING HARMFUL PRODUCTION FACTORS IN
INDUSTRIAL ENTERPRISES**

05.10.01 - Occupational safety and human life safety

**ABSTRACT
OF THE DISSERTATION OF DOCTOR OF SCIENCE (DSc) IN
TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent-2026

The topic of the dissertation of Doctor of Science (DSc) is registered with the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under the number B2024.1.DSc.T127

The dissertation research was conducted at the Center for Professional Development of Employees of the Ministry of Poverty Reduction and Employment.

The dissertation abstract is available in three languages—Uzbek, Russian and English (summary)—on the website of the Scientific Council and on the Ziyonet (www.ziyonet.uz).information and educational portal.

Scientific consultant:

Nurmamatova Rakxima Raxmanovna
Doctor of Technical sciences, professor

Official opponents:

Madjidov NInom Urishevich
Doctor of Technical sciences, professor

Yakubov Sabir Xalmuradovich
Doctor of Technical sciences, professor

Abdazimov Shavkat Xakimovich
Doctor of Technical sciences, professor

Leading organization:

Namangan State Technical University

The defense of the thesis will take place " 29.07. 2026 10⁰⁰ hours at a meeting of the one-time Scientific Council on the basis of the Ad Hoc Scientific Council based on the Scientific Council for Awarding Academic Degrees No. PhD.34/2025.27.12.T.01.01 at the Center for Professional Development of Employees of the Ministry of Poverty Reduction and Employment (Address: Tashkent, 100102, Yangikhayot district, Luttkor street, 33, Phone: (71) 258-26-57 E-mail: info@rmmk.uz).

The doctoral dissertation could be reviewed at the Information-resource center of the Center for Professional Development of Employees of the Ministry of Poverty Reduction and Employment (registration number 1). (Address: Tashkent, 100102, Yangikhayot district, Luttkor street, 33, Phone: (71) 258-26-57 E-mail: info@rmmk.uz).

Abstract of dissertation sent out on 14.07 2026 year.

(Mailing report № 14 on 14.07 2026 year).



B.T.Ibragimov
Chairman of the Scientific Council for
awarding academic degrees, doctor of
technical sciences, professor

U.B. Kadirov
Scientific secretary of the Scientific
council for awarding academic degrees,
doctor of philosophy, associate professor

R.I.Ismailov
Chairman of the Scientific seminar at
academic council awarding scholars degree,
doctor of technical sciences, professor.

INTRODUCTION (Annotation for Doctor of technical (DSc) dissertation)

The purpose of the research is to improve methods for reducing the risk posed by vibration as a harmful industrial factor and to enhance the theoretical and experimental foundations for assessing and reducing its adverse effects on humans.

Research objectives:

development of methods for reducing the risk of diseases caused by exposure to vibrations in humans;

modeling of the human body taking into account its viscoelastic properties.

investigation of vibration norms affecting humans in industrial enterprises;

calculation of the effectiveness of practical tasks and research results in determining dissipative states of vibrations;

identification of safety system elements related to the propagation of vibrations from their sources in technological processes and at enterprises, their impact on the human body through objects, as well as with the occurrence of occupational diseases among workers due to vibrations;

development of recommendations to reduce the risk of exposure to vibrations in production processes.

The object of the research is a system comprising a vibration source, vibration-generating equipment, a transmission medium and a human being.

The scientific novelty of the research is as follows:

For the first time, constructive solutions were developed to reduce the harmful effects of vibration that cause changes in the physiological and functional state of the human body, impair vestibular responses and movement coordination, increase fatigue, slow motor and visual reactions, and reduce labour productivity;

in vibratory systems, it was found that an increase in energy dissipation occurs due to the use of vibration-damping coatings such as mastics (VD mastika, VPM, Antivibrit-M) and finishing materials (foam plastic, wool, vinipor, folgoisol);

during the investigation, it was determined that resonance frequencies for a standing person are within ranges of 5-12 Hz and 17-25 Hz, while for a seated individual they fall between 4-6 Hz. The resonant frequency for the head is approximately 20-30 Hz, with the amplitude of head oscillations being three times greater than those of the shoulders. It was also revealed that occupational diseases can develop after 8-10 years under low-frequency vibrations and after 5 years under high-frequency ones;

primary methods of protection against vibrations include: reducing vibrations at the source, implementing vibration isolation, installing additional isolators, rational placement of equipment in workshops, and utilizing personal protective gear. A new version of vibration-isolating gloves designed to protect against localized vibrations was developed;

vibrations affecting humans are classified according to their mode of action, origin (transport-technological and technology-related), frequency (low-frequency-up to 22.6 Hz, mid-frequency-22.6-90 Hz, high-frequency-over 90 Hz), spectral characteristics (narrowband and broadband), and duration of exposure (continuous or variable, including continuous and impulsive);

the human body is considered as a mechanical system with viscoelastic properties. As a model, the Boltzmann-Volterra model with Rzhnitsyn-Koltunov kernel was used, which takes quasi-static conditions of the human body into account. Using the mathematical software package "Mathcad," amplitude-frequency characteristics were determined. The

proposed model allows assessing the harmful effects of vibrations on the human body in various states.

Implementation of the research results. Based on the scientific results obtained to improve the theoretical and experimental foundations for reducing harmful production factors in industrial enterprises:

results confirming the harmful effects of vibration on the physiological and functional state of the human body were implemented at ARK EKO TEXTILE LLC in Bukhara (according to the information letter of O'ZTO'QIMACHILIKSANOAT dated April 2, 2018, №. FZ-14-1936). As a result of implementing the obtained results, vestibular dysfunctions, increased fatigue, slower motor and visual reactions, and decreased labor productivity were identified;

Research results showing that resonant frequencies for a standing person are in the ranges of 5-12 Hz and 17-25 Hz, and for a seated person, 4-6 Hz, were implemented at DELUXE FABRIC LLC in Bukhara (according to the information letter of O'ZTO'QIMACHILIKSANOAT dated April 2, 2018, №. FZ-14-1936). As a result of implementing the results, it was established that the amplitude of head vibrations is three times greater than that of the shoulders, and that occupational diseases can develop after 8-10 years when exposed to low-frequency vibrations and after 5 years when exposed to high-frequency vibrations; Mastics (VD Mastika, VPM, Antivibrit-M) and finishing materials (foam plastic, wool, Vinypor, Folgoizol) used in vibration damping systems have been implemented to increase active losses at Kamalak Shabnam Tex LLC at the Bukhara Engineering and Technological Institute, as well as at MERGAN TEX LLC and Al-HakimPlus LLC in the city of Bukhara (according to the information letter of the Sanat, Radiation Protection and the Environment Committee dated December 14, 2024, №. 04/1157). As a result of the implementation, the main methods of vibration protection have been substantiated: vibration reduction at the source, vibration isolation, installation of additional vibration isolators, rational placement of equipment in workshops and the use of personal protective equipment. A new version of vibration-isolating gloves has also been developed to protect against localized vibrations. The proposed safety measures and recommendations fully comply with regulatory documents. The results obtained allow for the following practical implementation, opening up opportunities for localization and widespread adoption of these solutions in production: vibration reduction at the source; use of vibration isolation; installation of additional vibration isolators; rational placement of operating machines and equipment in workshops; development and implementation of new types of vibration-isolating gloves for protection against localized vibrations.

Approbation of the research results. The research results were presented and discussed at 6 scientific and technical conferences, including 3 international and 1 republican scientific conference. In addition, 2 certificates were obtained from the Intellectual Property Agency.

Publication of research results. In total, 22 scientific works were published on the topic of the dissertation, including 1 monograph and 16 articles (including 11 abroad, 5 in the republic) in scientific journals, where the main results of the dissertation were recommended for publication.

The structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, six chapters, a conclusion, a list of references and appendices, and the main volume is 199 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS
I бўлим (Часть I; Part I)

1. Абдиева Г.Б. Тизимли хавфсизлик масалалари. Монография. //©|| lesson Press|| MChJ нашриёти. –Тошкент, 2023. 154 б. ISBN:978-9943-5784-3-2
2. Абдиева Г.Б., Ярашов Ж.А., Мавланов Т.М. Прогнозирование нелинейно-наследственной вязкоупругости текстильных материалов. /Журнал. Евразийский союз ученых (ЕСУ) – Москва, РФ 2015 №5. 6-12 с. <https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-nelineyno-nasledstvennoy-vyazkouprugosti-tekstilnyh-materialov/viewer>. ((12) Index Copernicus).
3. Abdiyeva G.B., Mavlanov T. Inson tanasini murakkab mexanik sistema ko'rinishida modellashtirish. / Journal of Advances in Engineering Technology Vol.3(15), July-September, 2024. С. 19-22. DOI 10.24412/2181-1431-2024-3-24-28. <https://cyberleninka.ru/article/n/inson-tanasini-murakkab-mexanik-sistema-ko-rinishida-modellashtirish>. ((12) Index Copernicus).
4. Абдиева Г.Б., Мавланов Т.М. Моделирование процесса воздействия вибрации на тело человека. / Journal of Advances in Engineering Technology Vol.3(15), July-September, 2024. С. 24-28. DOI 10.24412/2181-1431-2024-3-24-28. <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-protssessa-vozdeystviya-vibratsii-na-telo-cheloveka/viewer>. ((12) Index Copernicus).
5. Абдиева Г.Б., Журав О.С., Назарова Д., Камолова Л.Р. Использование нелинейной теории вязкоупругости для описания реологических свойств текстильных нитей и материалов. / Журнал. Импакт-фактор «Наука и мир»-Волгоград, РФ 2017. №12. С. 39-41 https://scienceph.ru/f/science_and_world_no_12_52_december_vol_i.pdf. ((18) Ulrich's Periodicals Directory).
6. Абдиева Г., Жумабаев Г.Х., Хамраева С.А. Исследование механики нити в технологическом процессе прядения на основе теории вязкоупругости. /Журнал. Импакт-фактор «Наука и мир»-Волгоград, РФ 2017. №12. С. 46-48 https://scienceph.ru/f/science_and_world_no_12_52_december_vol_i.pdf. ((18) Ulrich's Periodicals Directory).
7. Abdiyeva G.B., Nurmamatova R. R. Mechanical properties of the human body and the Impact of vibrations on them. /SOI: 1.1/TAS DOI: 10.15863/TAS International Scientific Journal Theoretical & Applied Science p-ISSN: 2308-4944 (print) ye-ISSN: 2409-0085 (online) Year: 2024 Issue: 12 Volume: 140 Publis'hed: 04.12.2024. <https://t-science.org/arxivDOI/2024/12-140/PDF/12-140-6.pdf>. ((12) Index Copernicus).
8. Абдиева Г.Б., Нурмаматова Р.Р., Йулдошева Ш.Б. Иншоотлар конструкцияларига таъсир этадиган динамик юкларни татқиқ этиш. / Journal of Advances in Engineering Technology Vol.3(15), Mart, 2025. С. 21-24 <https://cyberleninka.ru/article/n/inshootlar-konstruktsiyalariga-tasir-etadigan-dinamik-yuklarni-tat-i-etish/viewer> ((12) Index Copernicus).

10. Abdiyeva G.B., Adizova A., Mavlanov T., Raximova D. / Modeling the process of defomation of viscoelastic textile materials. // *Academicia: International multidisciplinary research Jornal. Global Impakt Faktor.* May.2021. p. 322-327 <https://indianjournals.com/article/aca-11-4-054>. DOI: [10.5958/2249-7137.2021.01061.2](https://doi.org/10.5958/2249-7137.2021.01061.2). ((35) CrossRef).
11. Abdiyeva G.B. Inson tanasiga ta'sir etayotgan titrashlarning turlari. / J. ISSN. 3060-4982. № 2 (2), 2024 "Inson kapitali va mehnatni muhofaza qilis'h" ilmiy-amaliy electron Jurnal. 41-46 b. <https://edu.rmmk.uz/uploads/library-file/KK/KK/K1/1733982447.pdf>. (30.11.2024 й., №364/5).
12. Абдиева Г.Б., Хасанов А.А. Инсон танасининг ностабиллик хусусиятини ҳисобга олувчи математик моделлари ва уларга кирувчи параметрларини аниқлаш усулларини ўрганиш / J ISSN. 3060-4982. № 2 (2), 2024 "Inson kapitali va mehnatni muhofaza qilis'h" ilmiy-amaliy electron Jurnal. 47-52 б. <https://edu.rmmk.uz/uploads/library-file/KK/KK/K1/1733982447.pdf>. (30.11.2024 й., №364/5).
13. Abdiyeva G.B. Inson tanasini nostabillik xususiyatini hisobga oluvchi matematik modellari va ularga kiruvchi parametrlarini aniqlash metodikasi o'rganishni tatqiq qilish. / ISSN. 3060-4982 № 3 (3), 2024 "Inson kapitali va mehnatni muhofaza qilis'h" ilmiy-amaliy electron Jurnal. 124-129 b. <https://edu.rmmk.uz/uploads/library-file/KK/KK/KX/1783424161.pdf>. (30.11.2024 й., №364/5).
14. Abdiyeva G.B., Xasanov A.A. Ishlab chiqarish korxonalaridagi dastgohlarining titrashlarini hisobga olishda matematik apparatlarni o'rganishni tatqiq qilish. / ISSN. 3060-4982 № 3 (3), 2024 "Inson kapitali va mehnatni muhofaza qilis'h" ilmiy-amaliy electron Jurnal. 124-123 b. <https://edu.rmmk.uz/uploads/library-file/KK/KK/KX/1783424161.pdf>. (30.11.2024 й., №364/5).
15. Nurmamatova R.R., Yuldosheva Sh.B., Abdiyeva G.B. Titrash va tebranishlarni inson tanasiga ta'sirini tajribalar asosida tadqiq yetish. / ISSN. 3060-4982 № 1 (4), 2025 "Inson kapitali va mehnatni muhofaza qilis'h" Ilmiy-amaliy elektron jurnal 519-523 b. <https://edu.rmmk.uz/uploads/library-file/KK/KK/K8/1758881311.pdf>. (30.11.2024 й., №364/5).
16. Salimov Sh., Yusupov G. Abdieva G. Computer modeling of strain process of flexible rods with nonlinear and viscoelastic characteristics. Published under licence by IOP Publishing Ltd. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 883, International Scientific Conference Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering (CONMECHYDRO – 2020) 23-25 April 2020, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers, Tashkent, Uzbekistan. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/883/1/012192/pdf> DOI 10.1088/1757-899X/883/1/012192.
17. Abdiyeva G.B., Adizova A., Mavlanov T. Modeling the process of defomation of viscoelastic threads. / *Engineering advanced texnologies in material science, Mechanical and automation engineering.* 29. aprel, 2021. https://www.researchgate.net/publication/356242258_Modeling_the_process_of_defor_mation_of_viscoelastic_threads.

II бўлим (Часть II; Парт II)

18. Абдиева Г.Б., Hasanov A.A. Титрашларнинг инсон танаси тўқималарига физик механик таъсири хусусиятларини ўрганиш. / Меҳнатни муҳофаза қилиш соҳасини ривожлантириш истиқболлари, муаммолар ва ечимлар. Халқаро илмий амалий конференцияси материаллари. Тошкент. 26 апрель 2024й. <https://edu.rmmk.uz/uploads/library-file/KK/KK/Ku/1783411578.pdf>.

19. Абдиева Г.Б., Hasanov A.A. Ишлаб чиқариш дастгоҳларидаги титрашларни камаййтиришни моделлаштиришга илмий асосланган таҳлиллар. / Меҳнатни муҳофаза қилиш соҳасини ривожлантириш истиқболлари, муаммолар ва ечимлар. Халқаро илмий амалий конференцияси материаллари. Тошкент. 26 апрель 2024 й. <https://edu.rmmk.uz/uploads/library-file/KK/KK/Ku/1783411578.pdf>.

20. Adizova A., Abdieva G., Mavlanov T. Computer modelling of dynamics of the thread in technological process. / Published under licence by IOP Publishing Ltd. / Journal of Physics: Conference Series, Volume 2373, Applied Physics, Materials Analysis and Characterization. 2022 J. Phys.: Conf. Ser. 2373 022060. DOI 10.1088/1742-6596/2373/2/022060. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2373/2/022060/pdf>.

10. Абдиева Г.Б. Инсон танасини титрашлардан ҳимоялаш. / Международным научным журналом «Science and innovation» Совместный Белорусско-Узбекским межотраслевым институтом прикладных технических квалификаций в городе Ташкенте. 2024. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14215210>

11. Мавланов Т.М., Абдиева Г.Б., Ярашов Ж.А., Тошматов Э.С., Йулдошева Ш.Б. «ASV001Z-PL» собственные колебания вязкоупругих осесимметричных оболочечных конструкций. / O'zbekiston Respublikasi intellektual mulk agentligi, Yelektron hisoblas'h mas'hinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma, № DGU 03349, 13.10.2015.

12. Мавланов Т.М., Абдиева Г.Б., Ярашов Ж.А., Тошматов Э.С. «ASV001-PL» собственные колебания упругих осесимметричных оболочечных конструкций. / O'zbekiston Respublikasi intellektual mulk agentligi, Elektron hisoblas'h mas'hinalari uchun yaratilgan dasturning rasmiy ro'yxatdan o'tkazilganligi to'g'risidagi guvohnoma, № DGU 03350, 13.10.2015.

Автореферат «Инсон капитали ва меҳнатни муҳофаза қилиш» илмий-амалий электрон журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги матнларини мослиги текширилди (18.06. 2026 й.)

Босишга рухсат этилди: 13.07.2026 йил Бичими 60x45 $\frac{1}{16}$, «Times New Roman» гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табағи 5. Адади: 100. Буюртма: № _____.

Камбағалликни қисқартириш ва бандлик вазирлиги ходимларининг малакасини ошириш маркази, 100102, Тошкент ш. Янгиҳаёт тумани, Лутфқор кўчаси, 33-уй.