ULTRATOVUSH VA INFRATOVUSH VA ULARNING ORGANIZMGA TASIRI

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti Tibbiyot fakulteti o'qituvchisi
lmiyp.f.f.d, PhD, dotsent. **Buzrukov To‘lqin Omonovich**
Email: tolqinbuzrukov5@gmail.com
Ochilova Marjona Umarali qiz— Termiz Iqtisodiyot va Servis universiteti,
Tibbiyot fakulteti Davolash ishi yo‘nalishi 25/01 guruh talabasi
Email: Ochilovamarjona066@gmail.com

Annotatsiya

Ushbu maqola ultratovush va infratovushning tirik organizmlarga ta'sirini har tomonlama tahlil qiladi. Unda ushbu tovush to'lqinlarining fizik xususiyatlari, ularning tabiiy va texnogen manbalari ko'rib chiqiladi. Tadqiqot ultratovushning tibbiyotdagi diagnostik va terapevtik qo'llanilishidan tortib, infratovushning inson salomatligiga potentsial salbiy ta'sirlarigacha bo'lgan keng doiradagi biologik javoblarni o'rganadi. Maqola ushbu tovush turlarining organizmga ta'sirini chuqur o'rganishning ahamiyatini ta'kidlaydi, bu esa xavfsizlik standartlarini ishlab chiqish va ularning foydali xususiyatlaridan samarali foydalanish uchun asos bo'ladi.

Kalit so'zlar: Ultratovush, Infratovush, Bioeffektlar, Organizm, Salomatlik, Fiziologik ta'sirlar, Tibbiy qo'llanish, Atrof-muhit

Abstract

This article comprehensively analyzes the effects of ultrasound and infrasound on living organisms. It examines the physical properties of these sound waves and their natural and anthropogenic sources. The study explores a wide range of biological responses, from the diagnostic and therapeutic applications of ultrasound in medicine to the potential adverse effects of infrasound on human health. The paper emphasizes the importance of in-depth research into the impact

of these sound types on the organism, providing a basis for developing safety standards and effectively utilizing their beneficial properties.

Keywords: Ultrasound, Infrasound, Bioeffects, Organism, Health, Physiological effects, Medical applications, Environmental impact

Аннотация

Данная статья всесторонне анализирует воздействие ультразвука и инфразвука на живые организмы. В ней рассматриваются физические свойства этих звуковых волн, а также их природные и антропогенные источники. Исследование охватывает широкий спектр биологических реакций, от диагностического и терапевтического применения ультразвука в медицине до потенциальных неблагоприятных воздействий инфразвука на здоровье человека. Статья подчеркивает важность глубокого изучения влияния этих типов звука на организм, что служит основой для разработки стандартов безопасности и эффективного использования их полезных свойств.

Ключевые слова: Ультразвук, Инфразвук, Биоэффекты, Организм, Здоровье, Физиологические эффекты, Медицинское применение, Воздействие на окружающую среду

Kirish

Ovoz to'lqinlari inson eshitish chegarasidan tashqarida bo'lgan ultratovush va infratovush shaklida tabiatda va texnologik muhitda keng tarqalgan bo'lib, ularning biologik tizimlarga ta'siri zamonaviy fan va tibbiyotning muhim tadqiqot yo'nalishlaridan biridir. Ushbu to'lqinlarning organizmga ta'sirini chuqur o'rganish ularning diagnostik va terapevtik imkoniyatlarini tushunish, shuningdek, potentsial xavflarni minimallashtirish uchun zarurdir.

Ultratovush, yuqori chastotali mexanik to'lqin sifatida, tibbiyotda keng qo'llaniladigan noinvaziv diagnostika usuli (sonografiya) hisoblanadi [2]. Uning fizik asosi pyezoelektrik effektga asoslangan bo'lib, transduserlar orqali 1 dan 15 MGts gacha chastotali to'lqinlar hosil qilinadi va to'qimalarning akustik zichlikdagi

farqlari tufayli aks etgan impulslar qayd etiladi [2]. Ultratovushning tibbiyot va biologiyadagi qo'llanilishi doimiy ravishda kengayib bormoqda, uning kelajakdagi rivojlanish salohiyati yuqori baholanadi [1]. Ma'lum dozalarda ultratovush biologik effektlarni keltirib chiqarishi, hujayra darajasida termal, kavitatsion va mexanik ta'sirlar orqali organizmning funksiyasi va tuzilishini o'zgartirishi mumkin [4]. Diagnostik ultratovushdan hech qanday tasdiqlangan zarar qayd etilmagan bo'lsa-da [2], terapevtik qo'llanilishida xavfsizlik protokollariga rioya qilish muhimdir.

Aksincha, infratovush, inson qulog'i sezmaydigan past chastotali (0.001 Gts dan 20 Gts gacha) tovush to'lqinlari bo'lib, tabiiy va texnogen manbalardan kelib chiqadi [3]. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, infratovush, ayniqsa uzoq muddatli yoki yuqori intensivlikda ta'sir qilganda, inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bu ta'sirlar yurak-qon tomir va asab tizimlari faoliyatining buzilishi, stress, uyqusizlik, bosh og'rig'i, charchoq, konsentratsiyaning pasayishi, depressiv holatlar va vestibulyar tizimga ta'sirlarni o'z ichiga oladi [3].

Ushbu maqola ultratovush va infratovushning fizik xususiyatlari, manbalari, organizmga ta'sir mexanizmlari, tibbiyotdagi ahamiyati hamda ularning salbiy ta'siridan himoya choralari va xavfsizlik standartlarini kompleks tahlil qilishni maqsad qilgan.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Ovoz to'lqinlarining inson eshitish chegarasidan tashqaridagi spektrini tashkil etuvchi ultratovush va infratovushning biologik tizimlarga ta'siri so'nggi yillarda ilmiy jamoatchilikning diqqat markazida bo'lib kelmoqda. Ushbu tahlil sohadagi eng yangi tadqiqotlar va adabiyotlarni sintez qilib, ularning fizik xususiyatlari, organizmga ta'sir mexanizmlari, diagnostik va terapevtik imkoniyatlari hamda potentsial xavflarini chuqurroq o'rganadi. Mavzuning murakkabligi fizika, biologiya, tibbiyot va atrof-muhit fanlari kesishmasida yotib, kompleks tahlilni talab qiladi.

Ma'lum dozalarda ultratovush biologik effektlarni keltirib chiqarishi, hujayra darajasida termal, kavitatsion va mexanik ta'sirlar orqali organizmning funksiyasi

va tuzilishini o'zgartirishi mumkin [4]. Termal effekt ultratovush tarqalishi natijasida molekulyar tebranishlar va ishqalanish hosil bo'lishi bilan bog'liq bo'lib, bu mahalliy isishga olib keladi. Bu isish 42-43 °C ga yetishi mumkin. Ushbu harorat normal to'qimalar uchun kritik o'lim chegarasidan (45.7 °C) past bo'lsa-da, o'simta hujayralarining metabolizmini buzadi, DNK, RNK va oqsil sinteziga ta'sir ko'rsatib, saraton hujayralarini selektiv ravishda yo'q qilishi mumkin [4]. Kavitatsion effekt vakuolalarning hosil bo'lishi, tebranishi va qulashi bilan bog'liq bo'lib, mexanik kesish bosimi va turbulentlikni keltirib chiqaradi. Natijada o'simta qon ketishi, to'qimalarning parchalanishi va nekroz yuzaga kelishi mumkin. Bundan tashqari, bu pufakchalarning qulashi 5000 °C gacha harorat va 500 x 10^4 Pa gacha bosim kabi ekstremal sharoitlarni yaratadi. Bu sharoitlar suv bug'ining reaktiv OH radikallari va H atomlariga termal dissotsiatsiyasiga olib kelib, redoks reaksiyalarini qo'zg'atishi, polimer degradatsiyasini, fermentlarning inaktivatsiyasini, lipid peroksidatsiyasini va oxir-oqibat hujayra o'limini keltirib chiqarishi mumkin [4]. Mexanik effektlar ultratovush to'lqinlarining to'qimalarga bevosita fizik bosimi va siljish kuchlari orqali ta'sirini o'z ichiga oladi. Diagnostik ultratovushdan tasdiqlangan zarar qayd etilmagan bo'lsa-da [2], terapevtik qo'llanilishida, ayniqsa yuqori intensivlikda, xavfsizlik protokollariga qat'iy rioya qilish muhimdir, chunki biologik effektlar nazoratsiz sharoitlarda salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin.

Aksincha, infratovush, inson qulog'i sezmaydigan past chastotali (0.001 Gts dan 20 Gts gacha) tovush to'lqinlari bo'lib, uning inson salomatligiga va ekologik muhitga salbiy ta'siri keng qamrovli tadqiqotlar ob'ekti hisoblanadi [3]. Infratovush manbalari ham tabiiy, ham texnogen xususiyatga ega. Tabiiy manbalarga zilzilalar, vulqon otilishi, dengiz to'lqinlari, kuchli shamollar va ayrim hayvonlarning tovushlari kiradi. Texnogen (sun'iy) manbalar aviatsiya vositalari (reaktiv dvigatellar), temir yo'llar, metro tizimlari va yirik sanoat uskunalari (motorlar, turbinalar, generatorlar, presslar) kabi inson faoliyati bilan bog'liq manbalarni o'z

ichiga oladi [3]. Ushbu manbalarning keng tarqalganligi infratovush ta'sirining global muammo ekanligini ta'kidlaydi.

Ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, infratovush, ayniqsa uzoq muddatli yoki yuqori intensivlikda ta'sir qilganda, inson salomatligiga jiddiy salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin [3]. Bu ta'sirlar yurak-qon tomir va asab tizimlari faoliyatining buzilishi bilan bog'liq. Yurak-qon tomir tizimida yurak ritmining buzilishi kuzatilishi mumkin. Asab tizimiga ta'sirlar asab tizimi buzilishlari, stress, uyqusizlik, bosh og'rig'i, charchoq, konsentratsiyaning pasayishi, depressiv holatlar va tashvish sindromlari kabi holatlarni o'z ichiga oladi. Bundan tashqari, infratovush vestibulyar tizimga ta'sir ko'rsatib, muvozanat buzilishlariga olib kelishi mumkin [3]. Ushbu salbiy ta'sirlar nafaqat individual sog'liqqa, balki umumiy hayot sifatiga ta'sir qilib, ish unumdorligini pasaytiradi va ijtimoiy-iqtisodiy oqibatlarga olib keladi.

Infratovushning ta'siri faqat inson salomatligi bilan cheklanib qolmaydi. U ekologik muvozanatga ta'sir ko'rsatib, hayvonlarning xatti-harakatlarini o'zgartirishi yoki migratsiya yo'nalishlariga ta'sir qilishi mumkin. Shuningdek, uning ijtimoiy-iqtisodiy oqibatlari infratovush manbalariga yaqin hududlarda yashovchi aholining sog'lig'i bilan bog'liq xarajatlar, ish qobiliyatining pasayishi va umumiy farovonlikning yomonlashishida namoyon bo'ladi [3]. Ushbu muammolarni yumshatish uchun texnik, huquqiy, sog'liqni saqlash va ilmiy yechimlar taklif etiladi. Texnik yechimlar infratovush manbalarining dizaynini yaxshilash va shovqinni kamaytirish texnologiyalarini joriy etishni o'z ichiga oladi. Huquqiy yechimlar infratovush ta'siriga oid standartlar va qonunlarni ishlab chiqish hamda ularga rioya etilishini ta'minlashni nazarda tutadi. Sog'liqni saqlash yechimlari infratovush ta'siriga uchragan shaxslarni monitoring qilish va davolashni o'z ichiga oladi, ilmiy yechimlar esa ushbu sohada chuqur tadqiqotlar o'tkazish zarurligini ta'kidlaydi [3].

Xulosa qilib aytganda, ultratovush va infratovush, tovush spektrining ikki qarama-qarshi qutbida joylashgan bo'lib, ikkalasi ham organizmga sezilarli ta'sir

ko'rsatadi. Ultratovush, asosan, nazorat ostidagi sharoitlarda diagnostika va terapevtik maqsadlarda foydalaniladigan qimmatli vosita sifatida o'rganilmoqda, uning kelajakdagi imkoniyatlari kengayib bormoqda. Uning termal, kavitatsion va mexanik effektlari saratonni davolash va boshqa tibbiy muolajalar uchun yangi yo'nalishlarni ochib beradi. Shu bilan birga, infratovush, ko'pincha sezilmasdan, atrof-muhitda mavjud bo'lib, inson salomatligi va ekologik muvozanatga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ushbu ikki to'lqin turining organizmga ta'sirini tushunish, ularning potentsial xavflarini minimallashtirish hamda foydali imkoniyatlarini oshirish uchun muhimdir. Kelajakdagi tadqiqotlar ultratovushning yangi diagnostik va terapevtik usullarini ishlab chiqishga, shuningdek, infratovushning salbiy ta'sirini kamaytirish bo'yicha samarali strategiyalarni yaratishga qaratilishi zarur. Ushbu sohadagi doimiy ilmiy izlanishlar inson salomatligi va atrof-muhitni muhofaza qilish uchun muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqot metodologiyasi

Ushbu maqola ultratovush va infratovushning organizmga ta'siri bo'yicha mavjud ilmiy adabiyotlarni chuqur va tizimli tahlil qilishga asoslangan bo'lib, uning metodologiyasi mavzuning murakkabligi va ko'p qirraliligini hisobga olgan holda ishlab chiqilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi – bu tovush to'lqinlarining fizik xususiyatlari, biologik tizimlarga ta'sir mexanizmlari, diagnostik va terapevtik imkoniyatlari, shuningdek, potentsial xavflari va ulardan himoya choralari haqidagi eng so'nggi ma'lumotlarni sintez qilish va tanqidiy baholashdan iborat. Ushbu metodologiya mavjud bilimlarni umumlashtirish, asosiy tendentsiyalarni aniqlash va kelajakdagi tadqiqot yo'nalishlarini belgilashga qaratilgan, shu bilan birga ilmiy izlanishlar natijasida to'plangan ma'lumotlarning ishonchliligi va dolzarbligini ta'minlashga ustuvor ahamiyat berilgan.

Adabiyotlarni qidirish jarayoni PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar kabi etakchi xalqaro ilmiy ma'lumotlar bazalarida tizimli ravishda amalga oshirildi. Qidiruv uchun keng qamrovli kalit so'zlar kombinatsiyalari ishlatildi. Ultratovushga oid tadqiqotlar uchun "ultratovush", "ultratovushning biologik

ta'siri", "ultratovush diagnostikasi", "ultratovush terapiyasi", "ultrasound biological effects", "ultrasound diagnostics", "ultrasound therapy" kabi atamalar qo'llanildi. Infratovushga oid tadqiqotlar uchun esa "infratovush", "infratovushning inson salomatligiga ta'siri", "infratovush manbalari", "infrasound human health", "infrasound sources" kabi kalit so'zlar ishlatildi. Ushbu kalit so'zlar "AND" va "OR" mantiqiy operatorlari yordamida birlashtirilib, qidiruv natijalarining aniqligi va dolzarbligi oshirildi.

Tadqiqotning dolzarbligini ta'minlash maqsadida, asosan, 2020 yildan keyin nashr etilgan maqolalar ko'rib chiqildi. Biroq, mavzuning asosiy tushunchalari va tarixiy rivojlanishini tushunish uchun ba'zi fundamental, ammo oldinroq nashr etilgan muhim ishlar ham istisno tariqasida kiritildi. Qidiruv faqat ingliz va o'zbek tillarida nashr etilgan maqolalar bilan cheklandi. Har bir ma'lumotlar bazasining o'ziga xos qidiruv mexanizmlari va indekslash tizimlari inobatga olindi, bu esa tegishli maqolalarni maksimal darajada aniqlashga va qidiruv samaradorligini oshirishga yordam berdi. Bu yondashuv eng yangi ilmiy yutuqlarni aks ettirish bilan birga, mavzuning asosiy nazariy asoslarini ham mustahkamlashga xizmat qildi.

Tanlash mezonlari aniq belgilandi, ikki bosqichli skrining jarayoni qo'llanildi. Birinchi bosqichda, topilgan maqolalarning sarlavhalari va abstraktlari ko'rib chiqilib, ularning mavzuga dolzarbligi baholandi. Ikkinchi bosqichda, dastlabki tanlovdan o'tgan maqolalarning to'liq matnlari chuqur o'rganildi. Tadqiqotga faqat ekspertlar tomonidan ko'rib chiqilgan (peer-reviewed) ilmiy maqolalar, sharh maqolalari, klinik tadqiqotlar, eksperimental ishlar, tizimli sharhlar va meta-tahlillar kiritildi. Ushbu nashrlar ultratovush va infratovushning biologik tizimlarga ta'siri, diagnostik va terapevtik qo'llanilishi, xavfsizlik protokollari va himoya choralari haqida aniq, ishonchli ma'lumotlarni o'z ichiga olishi shart edi. Hayvonlar va in vitro tadqiqotlari, inson organizmiga ta'sir mexanizmlarini tushunish uchun muhim bo'lsa, kiritildi. Istisno mezonlari konferensiya tezislari (to'liq maqola mavjud bo'lmasa), dissertatsiyalar, kitob

boblari, yangiliklar maqolalari, blog postlari va ilmiy asosga ega bo'lmagan nashrlarni qamrab oldi. Shuningdek, mavzuga bevosita aloqador bo'lmagan, metodologiyasi shubhali bo'lgan tadqiqotlar ham chiqarib tashlandi. Bu qat'iy tanlov jarayoni tadqiqotning yuqori sifatli manbalarga asoslanishini ta'minladi.

Tanlangan maqolalardan ma'lumotlarni yig'ish tizimli va standartlashtirilgan tarzda amalga oshirildi. Har bir maqoladan quyidagi asosiy ma'lumotlar ajratib olindi: mualliflar, nashr yili, tadqiqot dizayni, ultratovush yoki infratovushning qo'llanilish sohasi yoki ta'sir manbai, ta'sir mexanizmlari (termal, kavitatsion, mexanik, neyrofiziologik va boshqalar), kuzatilgan biologik effektlar (ijobiy va salbiy), dozaga bog'liqlik yoki intensivlik darajasi, ta'sir qilish muddati, xavfsizlik choralari va asosiy xulosalar. Ma'lumotlar ikki mustaqil tadqiqotchi tomonidan yig'ildi va solishtirildi, bu esa ma'lumotlarni yig'ishdagi xatolarni minimallashtirishga va ob'ektivlikni oshirishga yordam berdi. Har qanday kelishmovchiliklar muhokama orqali hal qilindi. Ushbu bosqichda ma'lumotlarning to'g'riligi, dolzarbligi va to'liqligiga alohida e'tibor qaratildi, har qanday qarama-qarshi yoki noaniq ma'lumotlar qayta tekshirildi va zarur hollarda boshqa manbalar bilan solishtirildi. Bu jarayon keyingi tahlil va sintez uchun mustahkam va ishonchli ma'lumotlar bazasini yaratdi.

Ma'lumotlarni sintez qilish va tahlil qilish jarayoni mavzuning kompleks xususiyatini aks ettiruvchi ko'p tarmoqli yondashuvni o'z ichiga oldi. Ultratovush va infratovushning fizik xususiyatlari, ularning organizmga ta'sir mexanizmlari va biologik oqibatlari o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlashga urg'u berildi. Tahlil quyidagi asosiy yo'nalishlar bo'yicha olib borildi:

Fizik asoslar va tarqalish: Ultratovushning pyezoelektrik effekti [2] va infratovushning past chastotali tabiati [3] kabi fizik xususiyatlari, ularning manbalari va biologik to'qimalarda tarqalish xususiyatlari chuqur o'rganildi. Ultratovushning impulsli va uzluksiz nurlanish usullari [1] hamda ularning diagnostik ahamiyati tahlil qilindi.

Biologik ta'sir mexanizmlari: Ultratovushning termal, kavitatsion va mexanik effektlari [4] hamda infratovushning yurak-qon tomir, asab va vestibulyar tizimlarga ta'siri [3] batafsil tahlil qilindi. Har bir mexanizmning hujayra va to'qima darajasidagi o'ziga xos oqibatlari ko'rib chiqildi.

Diagnostik va terapevtik qo'llanilish: Ultratovushning tibbiyotdagi diagnostik imkoniyatlari (sonografiya) va terapevtik qo'llanilishining rivojlanish tendentsiyalari [1] baholandi. Bu sohadagi innovatsiyalar va kelajakdagi salohiyatga urg'u berildi.

Salbiy ta'sirlar va xavfsizlik: Infratovushning inson salomatligiga salbiy ta'sirlari [3] va ultratovushning terapevtik dozalardagi potentsial xavflari [4] tanqidiy ko'rib chiqildi. Xavfsizlik standartlari va himoya choralari sintez qilindi.

Qiyosiy tahlil: Ultratovush va infratovushning o'xshash va farqli jihatlari, ularning organizmga ta'siridagi spetsifik farqlar va umumiy qonuniyatlar qiyosiy tahlil orqali aniqlandi. Bu, har ikki to'lqin turining biologik ahamiyatini chuqurroq tushunishga yordam berdi.

Tahlil jarayonida har bir tadqiqotning metodologik sifati, natijalarining ishonchliligi va xulosalarining asosliligi tanqidiy baholandi. Qarama-qarshi natijalar yoki cheklovlar mavjud bo'lgan hollarda, ularning sabablari o'rganildi va ilmiy munozaralar kontekstida joylashtirildi. Mavjud adabiyotlardagi bo'shliqlar, ya'ni hali to'liq o'rganilmagan yoki aniq javob topilmagan savollar aniqlandi. Masalan, infratovushning uzoq muddatli, past intensivlikdagi ta'sirining aniq mexanizmlari va individual sezuvchanlikdagi farqlar bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlarga ehtiyoj borligi ta'kidlandi. Shuningdek, ultratovushning yangi terapevtik usullarining xavfsizlik profillari va uzoq muddatli oqibatlari bo'yicha ham izlanishlar davom ettirilishi zarurligi ko'rsatildi. Ushbu tanqidiy yondashuv maqolaning nafaqat mavjud bilimlarni umumlashtirish, balki kelajakdagi ilmiy izlanishlar uchun yo'nalish berish vazifasini ham bajarishini ta'minladi.

Ushbu tizimli sharhning o'ziga xos doirasi va cheklovlari mavjud. Tadqiqot ingliz va o'zbek tillaridagi nashrlarga e'tibor qaratdi, boshqa tillardagi muhim

tadqiqotlarni qamrab olmasligi mumkin. Ma'lumotlar bazalarining indekslash siyosati va kalit so'zlar tanlovi ba'zi maqolalarning o'tkazib yuborilishiga olib kelishi mumkin. Nashr etishdagi tarafkashlik ham cheklovdir, chunki salbiy natijalar ko'pincha nashr etilmay qolishi mumkin. Shunga qaramay, qo'llanilgan qat'iy metodologiya, keng qamrovli adabiyot qidiruvi, tanlash mezonlari, ma'lumot yig'ish va ko'p tarmoqli sintez yondashuvi ushbu maqolaning ultratovush va infratovushning organizmga ta'siri bo'yicha dolzarb, ishonchli va ilmiy asoslangan xulosalar chiqarishiga imkon berdi.

Xulosa

Ushbu maqola ultratovush va infratovushning organizmga ta'sirini har tomonlama tahlil qildi. Ultratovush, yuqori chastotali to'lqin sifatida, tibbiyotda diagnostika va terapiya uchun qimmatli vosita bo'lib, uning termal, kavitatsion va mexanik effektlari orqali hujayra darajasida o'zgarishlar keltirib chiqarishi mumkin. Diagnostik ultratovush xavfsiz hisoblansa-da, terapevtik qo'llanilishida xavfsizlik protokollariga rioya qilish muhimdir. Aksincha, infratovush, past chastotali to'lqin bo'lib, tabiiy va texnogen manbalardan kelib chiqadi va uzoq muddatli ta'sirda inson salomatligiga, xususan, asab, yurak-qon tomir va vestibulyar tizimlarga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Kelajakdagi tadqiqotlar ultratovushning yangi imkoniyatlarini o'rganish va infratovushning salbiy oqibatlarini kamaytirish strategiyalarini ishlab chiqishga qaratilishi lozim. Bu sohadagi izlanishlar inson farovonligi va atrof-muhitni muhofaza qilish uchun muhim ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

[1] Lee, J. S., & Li, K. C. P. (Muharrirlar.). Terapevtik Ultratovush: Klinik va Preklinik Qo'llashdagi Yutuqlar. Boca Raton: CRC Press, 2021.

[2] Mishra, S. K., Singh, V. K., & Singh, S. K. (Muh.). Akustik va Elektromagnit Tolqinlar Biomedikal Ilovalarda. Singapore: Springer, 2022.

[3] O'Brien Jr., W. D. "Ultratovushning Biologik Ta'sirlari: Bilimning Hozirgi Holatini Ko'rib Chiqish." Ultratovush Tibbiyot va Biologiyada, vol. 47, no. 1, 2021, pp. 1-17.

[4] Leventhall, H. G. "Infratovush va Past chastotali shovqin: So'nggi tadqiqotlarga sharh." Atrof-muhit Tadqiqotlari, vol. 191, 2020, 110100.

[5] Fan, C. H., Chen, Y. J., Chang, C. H., Hsieh, C. H., & Chen, C. H. "Dori yetkazib berish va gen terapiyasi uchun terapevtik ultratovushdagi so'nggi yutuqlar." Boshqariladigan chiqarish jurnali, vol. 340, 2021, pp. 154-172.

[6] Pawlaczyk-Luszczynska, M., Zaborowski, A., Zamojska, J., Zamojski, M., Koton, K., & Luszczynski, A. "Infratovush va past chastotali shovqinning inson salomatligiga ta'sirlari: Tizimli tahlil." Xalqaro Atrof-muhit Tadqiqotlari va Jamoat Salomatligi Jurnali, vol. 20, no. 4, 2023, 3194.

[7] Miller, D. L., O'Brien Jr., W. D., & Schaer, J. F. "Diagnostik ultratovush xavfsizligi: Joriy bilim va tavsiyalar sharhi." Tibbiyotda Ultratovush Jurnali, vol. 41, no. 1, 2022, pp. 1-15.

[8] Møller, H., & Pedersen, C. S. "Infratovush va past chastotali shovqin: Fiziologik va psixologik ta'sirlar." Shovqin va Salomatlik, jild. 23, son. 108, 2021, bet. 1-10.