

**Turdiqulova Shoxista Utkirbek qizi**

Termiz iqtisodiyot servis Universiteti ( TISU)

Davolash ishi yo'nalishi talabasi

Email: [turdiqulovashoxista1@gmail.com](mailto:turdiqulovashoxista1@gmail.com)

p.f.f.d, PhD, dotsent. **Buzrukov To'liqin Omonovich**

Email: [tolqinbuzrukov5@gmail.com](mailto:tolqinbuzrukov5@gmail.com)

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada akustikaning ilmiy mazmuni, tovushning asosiy fizik xususiyatlari va inson eshitish sistemasining fizik asoslari izchil tahlil qilinadi. Tovush elastik muhitda tarqaluvchi mexanik tebranish sifatida yoritilib, uning chastota, amplituda, to'liqin uzunligi, intensivlik, faza, spektr va debitsibel shkalasi kabi ko'rsatkichlari eshitish idroki bilan bog'liq holda sharhlanadi. Eshitish sistemasining tashqi, o'rta va ichki quloqdan iborat tuzilmasi oddiy anatomik majmua sifatida emas, balki energiyani ketma-ket o'zgartiruvchi fizik-biologik tizim sifatida talqin qilinadi. Tovush bosimining nog'ora pardadagi mexanik tebranishga, undan suyakchalar orqali kuchaytirilgan uzatmaga, so'ng koxleadagi suyuqlik to'liqiniga va nihoyat soch hujayralari vositasida bioelektrik signalga aylanishi eshitishning markaziy mexanizmi sifatida ko'rsatiladi. Maqolada bazilyar membrana, tonotopiya, impedans moslashuvi, havo va suyak o'tkazuvchanligi, audiometriya, shovqin ta'sirida eshitish pasayishi kabi tushunchalarning nazariy va amaliy ahamiyati ochib beriladi. Muammo sifatida kuchli shovqin, noto'g'ri tinglash odatlari, yoshga bog'liq va dori vositalari bilan bog'liq eshitish pasayishlari ko'riladi. Rivojlantirish yo'llari sifatida tibbiy biofizika ta'limini klinik amaliyot bilan integratsiyalash, xavfsiz tinglash madaniyatini kuchaytirish, erta skrining va zamonaviy diagnostika vositalaridan foydalanish asoslanadi.

**Kalit so'zlar.** akustika, tovush to'liqini, debitsibel, eshitish sistemasi, bazilyar membrana, tonotopiya, audiometriya.

**Kirish.**

**Akustika** fizikaning elastik muhitda yuz beradigan tebranish va to'liqin jarayonlarini o'rganuvchi bo'limi bo'lib, uning markaziy obyekti **tovush**dir. Tovushni faqat eshitiladigan hodisa sifatida talqin qilish yetarli emas, chunki u manbada paydo bo'ladigan tebranish, muhitda tarqaladigan bosim o'zgarishi, quloqda mexanik javob va markaziy nerv tizimida ma'noli signalga aylanish zanjiridan iborat. Shu sababli tovush fizikasi va eshitish biofizikasini bir-biridan ajratib o'rganish ilmiy jihatdan cheklangan yondashuv bo'ladi. O'zbek tilidagi **biofizika** darsliklarida ham

**bioakustika** alohida mavzu sifatida kiritilgan, Toshkent tibbiyot akademiyasi hamda Andijon davlat tibbiyot instituti dasturlarida esa **tovushning fizik va psixofizik xarakteristikasi, eshitish biofizikasi elementlari, tovush diagnostikasi, auskultatsiya, fonokardiografiya** va boshqa usullar tibbiy tayyorgarlikning tarkibiy qismi sifatida belgilangan. Bu holat mavzuning nazariy emas, balki klinik ahamiyatga ega ekanini ko'rsatadi.

Mavzuning dolzarbligi global sog'liqni saqlash ma'lumotlarida yanada aniq ko'rinadi. Jahon sog'liqni saqlash tashkiloti ma'lumotiga ko'ra, dunyo aholisining 5 foizidan ko'prog'i, ya'ni **430 million kishi** eshitish bilan bog'liq reabilitatsiyaga muhtoj. 2050 yilga borib eshitish buzilishining ma'lum darajasi bilan yashovchilar soni **2,5 milliardga** yetishi, ulardan **700 milliondan ortig'i** maxsus reabilitatsiyaga muhtoj bo'lishi kutilmoqda. **95,1 million** nafar 5–19 yoshdagi bolalar va o'smirlarda eshitish bilan bog'liq muammo mavjudligi, **1 milliarddan ortiq yoshlar** esa xavfli tinglash odatlari tufayli doimiy eshitish shikastlanishi xavfi ostida ekani qayd etilgan. Demak, akustik hodisalarni chuqur bilish faqat fizik masala emas, balki ta'lim, mehnat muhofazasi, klinik diagnostika va sog'liq siyosati bilan bog'liq masaladir.

### **Adabiyotlar tahlili.**

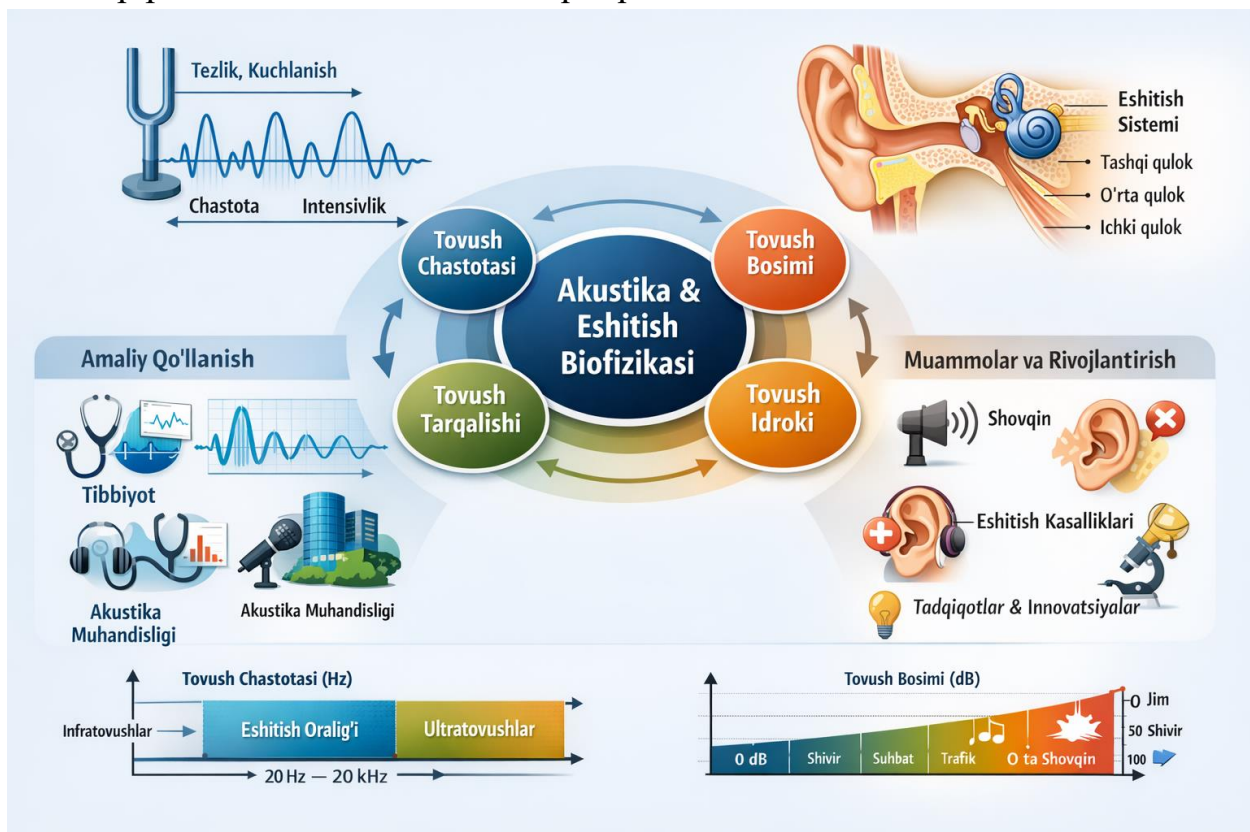
O'zbek ilmiy-adabiy manbalarida **tovush** va **eshitish** mavzusi ko'proq **biofizika** doirasida talqin qilingan. E. Ismailov, N. Mamatqulov, G'. Xodjayev va N. Norboyev muallifligidagi darslikda **bioakustika** biofizikaning muhim qismi sifatida ko'rsatiladi. So'nggi yillarda o'zbek mualliflari tomonidan chop etilgan ishlar orasida J. Ashurovaning akustikaning tibbiyot bilan bog'liqligiga bag'ishlangan maqolasi hamda M. Izzatullayeva va hamkorlarining **eshitish biofizikasi elementlari** haqidagi ishlari e'tiborga loyiqdir. Bu manbalarda **rezonans, spektr, impedans moslashuvi, transduktsiya, tovush diagnostikasi** kabi tushunchalar bayon qilingan. Kuchli tomoni shundaki, mahalliy mualliflar mavzuni tibbiy ta'lim ehtiyojiga yaqinlashtiradi. Zaif tomoni esa ayrim ishlarda eshitishning fizik modellarini chuqur eksperimental asosda emas, ko'proq umumiy sharh tarzida berishidir.

Xalqaro manbalarda esa mavzu ancha qatlamli yoritilgan. NIDCD va NCBI materiallarida tovushning **chastota diapazoni, debitsibel shkalasi, bazilyar membrana mexanikasi, soch hujayralari** faoliyati va **eshitish nervi** orqali signal uzatilishi bosqichma-bosqich tushuntiriladi. Purves tahriridagi neyrobiologik manbalarda tashqi quloqning **3 kHz** atrofidagi kuchaytiruvchi xususiyati, koxleadagi **sayohat qiluvchi to'lqin** modeli va **joy nazariyasi** asoslari berilgan. Merck manbalarida esa fizik xususiyatlarning klinik tekshiruvga qanday o'tishi, ayniqsa **Rinne testida havo o'tkazuvchanligi** va **suyak o'tkazuvchanligi** farqi orqali eshitish pasayishini differensial baholash yoritilgan. Shu bois adabiyotlar tahlili shuni

ko'rsatadiki, mavzuni to'liq ochish uchun fizika, biofizika, nevrofiziologiya va klinik audiologiya bir maydonda birlashtirilishi kerak.

## Tahlil va natijalar.

**Tovush** elastik muhit zarrachalarining tebranishi natijasida tarqaladigan mexanik to'liqdir. Gaz va suyuqliklarda u asosan bo'ylama to'liqin ko'rinishida, qattiq jismlarda esa bo'ylama bilan birga ko'ndalang komponentlar bilan ham tarqalishi mumkin. Tovushning fizik mohiyatini ochishda **chastota**, **amplituda**, **to'liqin uzunligi**, **intensivlik**, **faza** va **spektral tarkib** tayanch tushunchalardir. **Chastota** tovushning baland-pastligi bilan, **amplituda** esa bosim o'zgarishining kattaligi bilan bog'liq. **Spektr** murakkab tovushning qaysi chastota komponentlaridan tashkil topganini ko'rsatadi. **Faza** bir xil chastotali to'liqlarning o'zaro moslashuvini belgilaydi. Shu sababli inson qulog'i birgina balandlikni emas, balki tovushning vaqt bo'yicha tuzilishini, spektral tarkibini va intensivlikning o'zgarishini ham qabul qiladi. O'zbek darsliklari ham, xalqaro biofizik manbalar ham akustik hodisani aynan mana shu ko'p parametrlil tizim sifatida talqin qiladi.



**Debetsibel** tushunchasi tovush fizikasi va eshitish amaliyotini bog'lovchi asosiy ko'rsatkichdir. NIDCD ma'lumotiga ko'ra, tovush intensivligi **dB** bilan o'lchanadi va bu shkala **logarifmik** tabiatga ega. Shuning uchun 10 dB ga ortish oddiy chiziqli qo'shilish emas, balki tovush intensivligining o'n baravar ortishini bildiradi va inson qulog'iga taxminan ikki baravar balandroqdek tuyuladi. NCBI manbalarida **0 dB SPL**

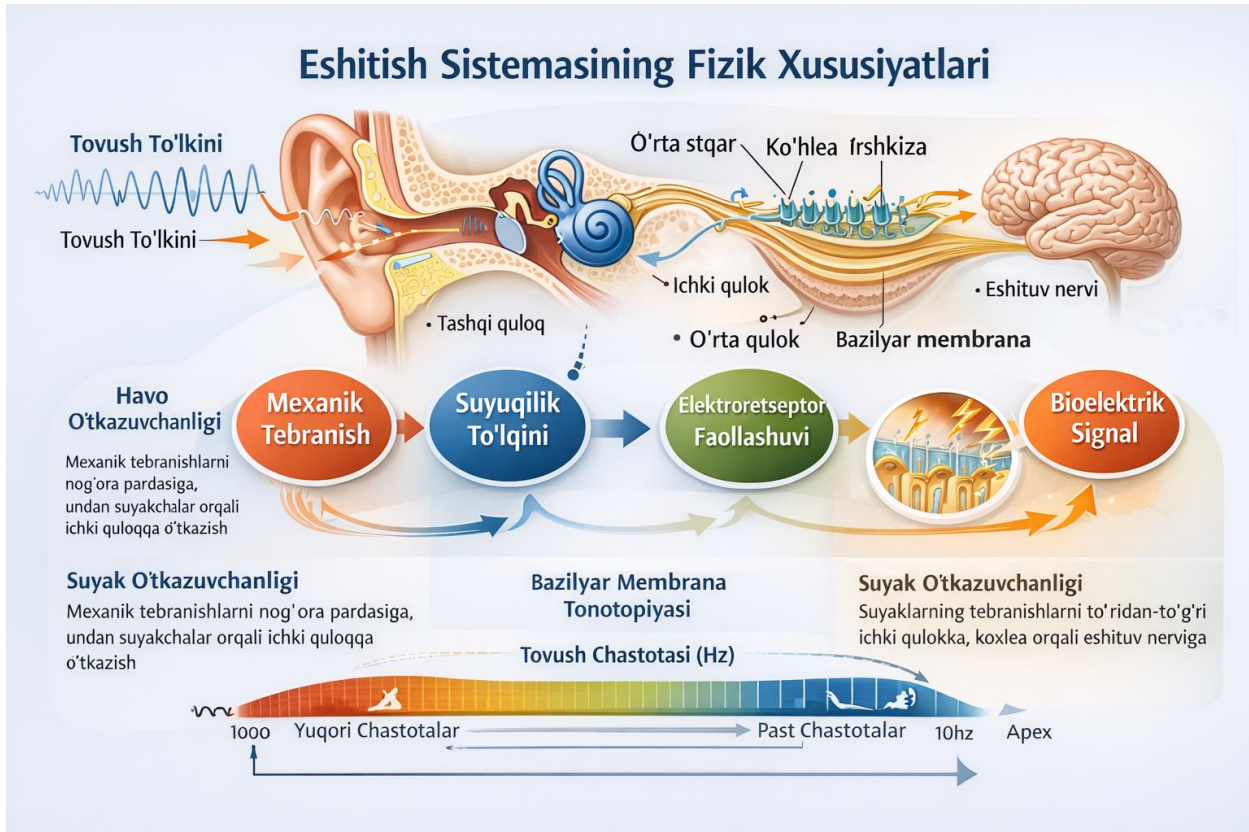
uchun mos mos yozuv sifatida **20 mikropaskal** qabul qilingan. Sogʻlom yosh eshitish tizimining funksional diapazoni taxminan **20–20 000 Hz** boʻlib, eshitishning eng nozik va amaliy jihatdan muhim qismi **500–4000 Hz** oraligʻiga toʻgʻri keladi. Aynan shu zona nutqni anglash uchun markaziy ahamiyatga ega. Bu yerda eshitish tizimining dinamik diapazoni taxminan **130 dB** gacha yetishi mumkin. Fizik nuqtai nazardan bu juda keng interval boʻlib, quloqning past energiyali signalni ham, ogʻriq chegarasiga yaqin kuchli signalni ham ajrata olishini koʻrsatadi.

Eshitishning yuqori sezgirligi tasodifiy emas. **Tashqi quloqning** shakli, ayniqsa **pinna, concha** va eshituv yoʻli akustik energiyani faqat yigʻib bermaydi, balki ayrim chastotalarni tanlab kuchaytiradi. NCBI maʼlumotida tashqi quloq **3 kHz** atrofidagi chastotalarda tovush bosimini **30–100 marta** oshirishi koʻrsatilgan. Bu insonni aynan nutq signalining muhim qismiga sezgir qiladi. Shu bilan birga, aynan shu diapazonning shovqindan tezroq shikastlanishiga ham zamin yaratadi. Tashqi quloqning filtrlaydigan xususiyati tovush manbaining yuqoridan, pastdan yoki yon tomondan kelayotganini aniqlashda ham muhim. Demak, eshitishdagi fazoviy orientatsiya oddiy nevrologik hodisa emas, balki tashqi quloqning **akustik geometriyasi** bilan bogʻliq fizik jarayondir.

Tovushning eshitish tizimidan oʻtishi ketma-ket **energiya transformatsiyasidir**. Avval havodagi bosim tebranishi tashqi eshituv yoʻli orqali **nogʻora pardaga** yetib boradi. Nogʻora parda bu bosim oʻzgarishini **mexanik tebranishga** aylantiradi. Keyin bolgʻacha, sandon va uzangi suyakchalari bu tebranishni ichki quloqqa uzatadi. Oʻrta quloq bu bosqichda faqat vositachi emas, balki **impedans moslashtiruvchi** kuchaytiruvchi tizim sifatida ishlaydi. Keyingi bosqichda mexanik tebranish **koxlea** ichidagi suyuqlik harakatiga aylanadi. Bazilyar membrana boʻylab **sayohat qiluvchi toʻlqin** paydo boʻladi. Uning ustida joylashgan **soch hujayralari** stereotsilyalari ogʻilganda ion kanallari ochiladi va mexanik energiya **bioelektrik signalga** oʻtadi. Shundan soʻng signal eshitish nervi orqali markaziy tizimga uzatiladi. Shu zanjirning har bir boʻgʻini fizik qonuniyatga boʻysunadi. Tovushni sezish uchun anatomiyaning oʻzi emas, balki mexanika, gidrodinamika va elektrofiziologiyaning uygʻun ishlashi talab etiladi.

**Bazilyar membrana** eshitish sistemasining markaziy fizik elementi hisoblanadi. Uning bazal qismi torroq va qattiqroq, apikal qismi esa kengroq va moslashuvchanroq boʻlgani uchun turli chastotalar turli nuqtalarda maksimal siljish hosil qiladi. Yuqori chastotalar bazaga yaqin hududlarni, past chastotalar esa apexga yaqin hududlarni faolroq qoʻzgʻatadi. Bu hodisa **tonotopiya** deb yuritiladi. Eshitish tizimi murakkab tovushni aynan mana shu joylashuv prinsipi orqali tahlil qiladi. Tovush balandligining sezilishi ham bazilyar membrana tebranish amplitudasi bilan

bog‘liq. Signal kuchaysa, membrana ko‘proq siljiydi, ko‘proq soch hujayralari jalb qilinadi va nerv impulslarining chastotasi ortadi. Demak, **chastota** va **intensivlikni** ajratishning fizik asosi turli mexanik parametrlar bilan belgilanadi. Bu tamoyilni tushunmasdan audiometriya, koxlear implant yoki eshitish apparatlari ishlash prinsipini anglash qiyin.



Eshitishning fizik xususiyatlari klinik amaliyotda to‘g‘ridan to‘g‘ri qo‘llanadi. **Pure-tone audiogramma** odatda **250–8000 Hz** oralig‘idagi tovushlarni turli intensivlikda berib, eshitish bo‘lag‘asini aniqlaydi. WHO ma‘lumotiga ko‘ra, normal eshitish uchun ikkala quloqda **20 dB** yoki **undani yaxshi** bo‘lag‘a mezon sifatida olinadi. Klinik amaliyotda o‘rta quloq muammolari bilan ichki quloq yoki nerv muammolarini farqlash uchun **havo o‘tkazuvchanligi** va **suyak o‘tkazuvchanligi** taqqoslanadi. **Rinne testida** normal holatda havo orqali eshitish suyak orqali eshitishdan yaxshiroq bo‘ladi. **O‘tkazuvchi eshitish pasayishida** esa bu munosabat teskari aylanishi mumkin. Demak, fizik uzatish yo‘llarini bilish klinik tashxisda bevosita ishlaydi. Shuningdek, eshitish apparatlari tashqi va o‘rta quloqning tabiiy kuchaytirish funksiyasini qisman kompensatsiya qiladi, **koxlear implant** esa koxleadagi zararlangan retseptor bosqichini aylanib o‘tib nervni bevosita qo‘zg‘atadi. Bu texnologiyalar eshitishning fizik modeli to‘g‘ri ishlab chiqilgani uchun samarali bo‘ladi.

Mavzuning amaliy qismi faqat diagnostika bilan cheklanmaydi. Shovqin bilan ishlaydigan sanoat korxonalarini, qurilish maydonlari, transport tizimi, musiqa studiyalari, dars xonalari, call-markazlar va shaxsiy audio qurilmalardan foydalanish madaniyati ham akustika bilan bog'liq. NIDCD ma'lumotiga ko'ra, **70 dBA** va undan past tovush darajalari uzoq ta'sirda ham odatda xavfsiz hisoblanadi, **85 dBA** va undan yuqori darajadagi uzoq yoki takroriy ta'sir esa eshitish pasayishiga olib kelishi mumkin. OSHA ham **85 dB** atrofidagi sakkiz soatlik o'rtacha ekspozitsiyani eshitishni muhofaza qilish dasturlari uchun amaliy mezon sifatida ko'rsatadi. WHO esa shovqin, ototoksik dori vositalari, infeksiyalar, travma va qarish bilan bog'liq omillarni eshitish buzilishining asosiy sabablari qatoriga kiritadi. Bu ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, eshitish muammosini faqat kasallik sifatida emas, balki boshqarilishi mumkin bo'lgan **akustik xavf** sifatida ham ko'rish kerak.

## **Muhokama.**

Tahlil shuni ko'rsatadiki, eshitish jarayonida fizik ko'rsatkichlar bilan subyektiv sezgi o'rtasida murakkab, lekin izchil bog'lanish mavjud. **Chastota** odam ongida baland-pastlik sifatida, **intensivlik** kuchlilik sifatida, **spektr** esa tembr va nutqning farqlanuvchanligi sifatida namoyon bo'ladi. Nutqni anglash uchun eng muhim zona bo'lgan **500–4000 Hz** oralig'i tashqi quloq rezonansi bilan ham mos tushadi. Shu sababli inson qulog'i nutq signaliga nozik moslashgan, lekin aynan shu ustunlik uni shu diapazondagi akustik shikastlanishga ham sezgir qilgan. Eshitishdagi ko'plab kundalik muammolar, ayniqsa shovqinli muhitda nutqni ajratish qiyinligi, ko'pincha tovushning faqat kuchi bilan emas, uning spektral va vaqtinchalik tuzilishi bilan ham belgilanadi. Bu jihat o'quv xonalari, auditoriyalar va kasbiy ish joylarida akustik muhitni loyihalashda albatta hisobga olinishi kerak.

Mahalliy ta'lim va klinik tayyorgarlik nuqtai nazaridan qaraganda, O'zbekistondagi tibbiy biofizika dasturlarida **akustika**, **eshitish biofizikasi**, **auskultatsiya**, **fonokardiografiya**, **Dopler effekti** va **ultratovush** mavzulari allaqachon mavjud. Muammo dasturda emas, uning laboratoriya va klinik mashg'ulotlar bilan nechog'li chuqur bog'lanishidir. Tovush bosimini o'lchash, oddiy audiometrik prinsiplarni tushuntirish, **suyak o'tkazuvchanligini** ko'rsatish, xavfsiz tinglash bo'yicha profilaktik treninglar o'tkazish, yoshlar va ishlab chiqarish xodimlari uchun erta skrining yo'lga qo'yish bu yo'nalishni sezilarli kuchaytiradi. Shuningdek, raqamli audiologiya, mobil skrining ilovalari va arzon eshitish texnologiyalaridan foydalanish ayniqsa resurslari cheklangan hududlar uchun istiqbolli yo'ldir. Eshitish bo'yicha erta aniqlash va rehabilitatsiya ta'limi sifati, mehnat unumdorligi va hayot sifatiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

## **Xulosa.**

**Akustika** va **eshitish sistemasining fizik xususiyatlari** bir-biridan ajratib bo'lmaydigan yagona ilmiy maydonni tashkil etadi. Tovushning **chastota, intensivlik, spektr** va **faza** kabi parametrlarini chuqur bilish quloqning nega aynan muayyan diapazonlarda sezgirroq ishlashini, nega ayrim shovqin turlari ko'proq zarar yetkazishini va nega klinik tekshiruvlar muayyan fizik mezonlarga asoslanishini tushuntiradi. Eshitish sistemasining tashqi, o'rta va ichki bo'g'inlari energiyani ketma-ket o'zgartiruvchi tabiiy **biofizik transduser** bo'lib, uning har bir qismida mexanika, rezonans, gidrodinamika va elektrofiziologiya qonunlari ishlaydi. Shu asosni bilish tibbiy ta'lim, audiologik tashxis, eshitish apparatlari va implant texnologiyalarini oqilona qo'llash uchun zarurdir.

Mavzuning amaliy salmog'i ayniqsa xavfsiz tinglash madaniyatini shakllantirish, shovqinli muhitda ishlovchilarni himoya qilish, bolalar va o'smirlar orasida erta skriningni kengaytirish, klinik audiologiyani biofizika bilan yanada yaqinlashtirishda namoyon bo'ladi. O'zbek tadqiqotchilari va tibbiy ta'lim dasturlarida bu yo'nalish uchun tayanch mavjud. Navbatdagi vazifa shu tayanchni zamonaviy o'lchov, raqamli diagnostika va profilaktik amaliyot bilan mustahkamlashdan iborat.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Ismailov E., Mamatqulov N., Xodjayev G., Norboyev N. Biofizika: darslik. Toshkent: Cho'lpon nomidagi NMIU, 2013. 208 b.
2. Bazarbayev M.I., Mullajonov I., Sobirjonov A.Z., Abdujabborova U.M., Saidnazarova I.Sh., Raximova X.J., Nurmatova F.B. Biofizika: darslik. Toshkent: O'zkitobsavdonashriyoti, 2021. 208 b.
3. Ashurova J.A., Sattarov Y. Akustika. Tovushning fizik xususiyatlari va tibbiyot bilan bog'liqligi // Journal of New Century Innovations. 2025. T. 89. № 1. B. 215–219.
4. Izzatullayeva M.N., Yo'ldosheva M.Sh., Xodjayeva D.Z. Eshitish biofizikasi elementlari // Samarali ta'lim va barqaror innovatsiyalar jurnali. 2025. T. 3. № 5. B. 373–375.
5. Sobirjonov A.Z., Abdujabborova U.M., Norbutayeva M.K. Tibbiy va biologik fizika fani bo'yicha sillabus. Toshkent: Toshkent tibbiyot akademiyasi, 2024.
6. Sobirjonov A.Z., Raximov B.T. Tibbiy va biologik fizika fani bo'yicha sillabus. Toshkent: Toshkent tibbiyot akademiyasi, 2024.