

LAZER NURLANISHI TOVUSH TO'LQINLARINI UZATISH VOSITASI SIFATIDA

Absattarov Ibrahim Ne'mat o'g'li
Toshkent davlat texnika universiteti Magistr
tulkunnasirov@yandex.ru
Nasirov Tulkun Zakirovich
Geologiya fanlari universiteti
Aniq va tabiiy fanlar kafedrasini, kafedra mudiri
Fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent
tulkunnasirov@yandex.ru

ANNOTATSIYA: maqolada lazer nurlanishidan foydalanib akustik to'lqinlarni masofaga uzatish bo'yicha so'ngi paytlarda dunyo bo'ylab olib borilayotgan tadqiqotlar sharhi berilgan. Unda ko'rsatilishicha, shisha p'yezoelektrok o'zgartirgich yordamida nur intensivligini o'zgartiruvchi yuguruvchi ultratovush to'lqinini hosil qilinadigan plastinka hamda aylanuvchi ko'zgu usullari eng istiqbolli sohalar hisoblanadi.

KALIT SO'ZLARI: akustik to'lqinlar, lazer nurlanishi, p'yezoelektrok o'zgartirgich, aylanuvchi ko'zgu

Fazoning kichik bir qismida eshitish mumkin bo'lgan audiooqimni shakllantirishga qodir bo'lgan yo'naltirilgan tovush yaratish texnologiyasi o'tgan asrning 80-yillaridan buyon ma'lum. Biroq bunday tizimlarda hosil qilinadigan tovushni tor yo'naltirilgan deb bo'lmaydi: u o'rtacha 50 sm diametrli sohaga tarqatiladi. Uni qoplashning yirik o'lchami mazkur tizimlarning ommaviy qo'llanilishiga cheklov qo'yadi [1].

Hozirgi paytda muzeylarda "audionuqtalar" yaratish maqsadida foydalaniladi. Ya'ni tashrif buyuruvchilar elektron gidlar ma'ruzalarini etishishlari va hech kimga halaqit bermasliklari mumkin bo'lsa-da, audiooqimni uzoqroq masofadagi muayyan shaxsga translatsiya qilish uchun yaramaydi.

Bu muammoni MIT muhandislari hal qilishdi. Ular yo'naltirilgan tovushni uzatish maqsadida lazer nuridan foydalanishni taklif qildilar. Bu masalaning hal qilinishida atmosferadagi suv bug'lari yorug'lik nurlarini yutishida yuz beruvchi fotoakustik effekt yotadi. Bu jarayon havo bosimining mahalliy o'sishi va tovush to'lqinlarining paydo bo'lishiga olib keladi. Aynan mana shu tebranishlarni inson hech qanday qo'shimcha qurilmalarsiz ham eshitishga qodir.

Nurlanish manbai sifatida MIT muhandislari tibbiyot va kosmetologiyada qo'llaniladigan tulyli lazerdan foydalandilar. Qurilma elektromagnit nurlanish spektridagi yaqin infraqizil nurlanish diapazonida – 1900-2000 nm li to'lqin uzunligidagi nurlanishni generatsiya qilishga qodir. Tulyli lazerdan foydalanish haqidagi qaror shu bilan bog'liqlik, havodagi suv bug'lari aynan mana shu to'lqin uzunligidagi nurlarni yaxshiroq yutadi. Yana bir sababi – 1900 nm to'lqin uzunligidagi nur inson ko'zi to'r pardalari va terisi uchun xavfsiz hisoblanadi.

Tadqiqotchilar tovushni uzatish uchun 2 ta usulni taklif qildilar. 1-usulda akustooptik modulyator – o'tkazuvchi nur intensivligini o'zgartirish qurilmasidan foydalaniladi. Unda shisha p'yezoelektrok o'zgartirgich yordamida nur intensivligini o'zgartiruvchi yuguruvchi ultratovush to'lqinini hosil qilinadigan plastinka bor. Bu usulning afzalligi uzatiladigan tovushning anchagina yuqori sifatli ekanligida: tadqiqotchilar yozib olingan suhbat va hattoki musiqani muvaffaqiyatli ijro etishga muvaffaq bo'ldilar.

Audioma'lumotni uzatishning ikkinchi usulida modulyator o'rniga aylanuvchi ko'zgudan foydalaniladi. U lazer nuqtasini tinglovchi yaqinidagi fazoga tovush tezligida ko'chiradi. U esa akustik signallarning interferensiyalanishiga va ularning kuchaytirilishiga olib keladi [2].

Bunday usulda tovush to'lqinlari sifati 1-usuldagiga nisbatan yomonroq bo'ladi. Biroq bunda tovushning o'zi sezilarli darajada balandroq bolib chiqdi: mualliflar 60 dB qiymatni 2,5 m masofaga yetkazishdi (1-usulda ko'pi bilan 30 dB maksimumga erishilgan edi).



Hozirgi paytgacha mutaxassislar har ikkala afzalliklar – tovush balandligi va sifatini birlashtira oladigan tizimni yarata olmadilar. Biroq ushbu yo'nalishda tadqiqotlar davom etmoqda. Muhandislar aylanuvchi ko'zguga asoslangan usulni rivojlantirishni rejalashtirmoqdalar. Bunday qaror shu bilan bog'liqki, 1-usulda tovushni balandroq qilish faqatgina quvvatli lazerdan foydalanilgandagina amalga oshishi mumkin bo'lib, bunday lazer inson salomatligi uchun xavflidir.

Yo'naltirilgan tovushni uzatishning boshqacha usullari
 Tovushni masofaga uzatishda lazerdan foydalanish g'oyasi yangilik emas. Shunga o'xshash texnologiya AQSh mudofaa Vazirligida taklif qilingan. Bunda ular 2 ta optikaviy qurilmadan foydalanishgan: havoda plazma shari hosil qiladigan femtosekundli lazer va to'lqin uzunligining tor oralig'iga sozlangan hamda bu sharda tovush tebranishlarini generatsiyalovchi nanolazer. Natijada havoda sirena tovushiga o'xshash bo'lgan yoqimsiz shovqin tarqaladi. Qurilmadan mahfiy ob'yektlarni himoya qilish maqsadida foydalanish rejalashtirilgan. Yo'naltirilgan tovushni uzatish maqsadida mikroto'lqinlardan ham foydalaniladi. Bir necha yillar avval Chikagodagi Illinoys universitetining bir guruh tadqiqotchilari audiosignalni inson miya qobig'i suyaklaridan tovush tebranishlari eltuvchisi sifatida foydalanib MRT apparati yordamida uzatish imkoniyatini o'rganishgan. Muhandislar ravon farqlanuvchi akustik tovushlarni uzatishga muvaffaq bo'lishgan bo'lsa-da, biroq biror-bir murakkab audiodoyuzvlarni ijro eta olishmagan. Bunda tovush to'lqinlari yetarlicha quvvatli bo'lmagan.

Audiodoyuzvlarni fazoning kichkina bir sohasida ijro etishning yana bir usuli bo'lib ultratovush hisoblanadi. Noveto kompaniyasi so'ngi yillarda tinglovchining boshi vaziyatini kuzatib turuvchi 3D-sensorli akustik kolonkani taqdim etdi. Bu kolonka keyin tinglovchida "virtual quloqchin" hissiyotini hosil qilish uchun qaysi yo'nalish va qanday burchakda ultratovush jo'natishni hisoblaydi.

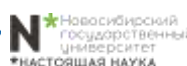
Bugungi kunda yo'naltirilgan tovushdan asosan ko'rgazmalar yoki reklamada foydalaniladi. Biroq kelajakda uning yanada samaraliroq marketing vositasi bo'lishi kutilmoqa. Masalan, Noveto kolonkalaridan ko'chadagi yo'lovchilarga reklama e'lonlarini uzatish maqsadida yuzni tanib oluvchi tizim bilan birgalikda foydalanish rejalashtirilmoqda.

Tovushni uzatishning yangicha usullari bilan birgalikda ulardan foydalanishning boshqa sohalari ham paydo bo'layapti. Masalan, insonlarni MIT muhandislari qaroridan, xavfdan shaxsan xabardor qilish tizimlarida foydalanishni taklif qilyaptilar, chunki lazer tovushni juda ham katta masofalarga translyatsiya qilishga qodir.

Lazerlar paydo bo'lgan paytdan buyon ular katta hajmdagi ma'lumotlarni uzoq masofalarga uzatish, ularni saqlashga, lazer nuri yordamida moddaning modifikasiyasidan foydalanib materiallar strukturasi tadqiq qilish va boshqa ko'plab imkoniyatlar yaratib zamonaviy fan va texnikada inqilobni amalga oshirishdi. Ma'lumki, lazer optik hodisa hisoblanadi. Nazariy jihatdan qandaydir tovush lazeri ham bo'lishi mumkinmi?

Ushbu maqola aynan mana shu masalaning mohiyatini ochib berishga qaratilgan. 10 yillar avval "sazer" (inglizchada "saser", ya'ni "Sound Amplification by Stimulated Emission of Radiation" jumlasining qisqartmasi bo'lib, tovush, fononli yoki akustik lazer deb ham ataladi) nomli qurilma paydo bo'lgan bo'lib, uni ingliz professori Entoni Kent va Boris Glavin ixtiro qilishgan.

Nanometrli to'lqin uzunligida nurlanuvchi odatiy sazer materiallar strukturasi ichkarisida sifatli tadqiqotlar olib borishga imkon beradi, chunki tovush to'lqinlari fizikaviy ob'yektlarning ichkarisiga chuqur kira oladi. Bundan tashqari, agar biz odatiy optik lazerlar bilan solishtirsak, shuni ayta olamizki, sazerlar yanada yaqqolroq manzaralarni olishga imkon beradi. Ularning yana bir jihati shundaki, ularda qisqa to'lqin uzunligi bo'lganligi sababli yuqori konsentratsiyali energiyani juda ham kichkina o'lchamdagi nuqtaga fokuslash imkoniyati mavjud.



FOYDALANILGAN ADABIYOTLAT RO'YXATI

1. Рузаев Д.С. Передача звука с помощью лазера // В сборнике: Молодые исследователи - современной науке. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Петрозаводск, 2022. С. 362-368.
2. Ignatev A.N., Fomin A.V., Usmanov S.R. [Wavelength stabilized laser module for high-power fiber laser pumping](#) // [St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Physics and Mathematics](#). 2022. Т. 15. № S3.2. С. 190-195.

