ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 3

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

AYLANUVCHI MEXANIZMLARDAN OLINGAN AKUSTIK SIGNALLARDAGI SHOVQINLARNI KAMAYTIRISH

Ubaydullayev Utkirjon
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, Elektronika va avtomatika muhandisligi fakulteti, Axborotlarga ishlov berish va boshqarish tizimlari kafedrasi, **Tashkent, Uzbekistan**
E-mail: utkir2005@mail.ru
Elmira Rakhmanova
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, Elektronika va avtomatika muhandisligi fakulteti, Axborotlarga ishlov berish va boshqarish tizimlari kafedrasi, **Tashkent, Uzbekistan**
E-mail: raxmanovae07@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada aylanuvchi mexanizmlardan olinadigan akustik signallarni qayta ishlashning nazariy va amaliy masalalari yoritiladi. Aylanish jarayonida podshipnik, val, tishli uzatma, rotor va boshqa elementlarda yuzaga keladigan nosozliklar tovush spektrida ma’lum o‘zgarishlarni hosil qiladi. Biroq real ishlab chiqarish sharoitida ushbu signallar tashqi shovqinlar, rezonans hodisalari, mexanik tebranishlar, elektr xalaqitlar va fondagi texnologik jarayonlar bilan aralashib ketadi. Shu sababli foydali akustik komponentalarni ajratib olish, shovqinni kamaytirish va diagnostika uchun informativ belgilarni topish muhim ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi. Maqolada vaqt sohasi, chastota sohasi hamda vaqt–chastota tahliliga asoslangan yondashuvlar, filtrlash usullari, adaptiv algoritmlar, spektral qayta ishlash usullari va xususiyatlarni ajratish tamoyillari mantiqiy ketma-ketlikda bayon qilinadi.

Kalit so‘zlar: akustik signal, aylanuvchi mexanizm, shovqinni kamaytirish, spektral tahlil, podshipnik diagnostikasi, informativ belgi, signalni qayta ishlash.

Аннотация. В данной статье освещаются теоретические и практические вопросы обработки акустических сигналов, поступающих от вращающихся механизмов. Неисправности, возникающие в процессе вращения подшипников, валов, зубчатых передач, роторов и других элементов, вызывают определенные изменения в звуковом спектре. Однако в реальных производственных условиях эти сигналы смешиваются с внешними шумами, явлениями резонанса, механическими вибрациями, электрическими помехами и фоновыми технологическими процессами. В связи с этим выделение полезных акустических компонентов, снижение уровня шума и поиск информативных признаков для диагностики являются важными научно-практическими задачами. В статье в логической последовательности излагаются подходы, основанные на анализе во временной, частотной и

ISSN 3030-3907

временно-частотной областях, методы фильтрации, адаптивные алгоритмы, методы спектральной обработки и принципы выделения признаков.

Ключевые слова: акустический сигнал, вращающийся механизм, шумоподавление, спектральный анализ, диагностика подшипников, информативный признак, обработка сигналов.

Abstract. This article covers the theoretical and practical issues of processing acoustic signals from rotating mechanisms. Faults occurring during the rotation of bearings, shafts, gears, rotors, and other elements cause specific changes in the acoustic spectrum. However, in real industrial environments, these signals are mixed with external noise, resonance phenomena, mechanical vibrations, electrical interference, and background technological processes. Therefore, extracting useful acoustic components, noise reduction, and identifying informative features for diagnostics are critical scientific and practical tasks. The article presents a logical sequence of approaches based on time-domain, frequency-domain, and time-frequency domain analysis, as well as filtering methods, adaptive algorithms, spectral processing techniques, and feature extraction principles.

Keywords: acoustic signal, rotating mechanism, noise reduction, spectral analysis, bearing diagnostics, informative feature, signal processing.

1.KIRISH

Sanoat korxonalarida aylanuvchi mexanizmlar juda keng qo‘llanadi. Nasoslar, ventilyatorlar, kompressorlar, elektr dvigatellar, reduktorlar, turbinalar va turli uzatmalar uzluksiz ishlashi ko‘plab texnologik jarayonlarning barqarorligiga bevosita ta’sir qiladi. Bunday mexanizmlarda yuzaga keladigan kichik nuqsonlar o‘z vaqtida aniqlanmasa, ular asta-sekin kuchayib, katta avariya, ortiqcha energiya sarfi yoki ishlab chiqarish to‘xtab qolishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli texnik holatni nazorat qilishning tebranish, harorat, tok va akustik monitoring kabi usullari amaliyotda tobora ko‘proq ahamiyat kasb etmoqda. Ayrim hollarda mexanizm ichida sodir bo‘layotgan jarayonlar vibratsiya datchiklarida yetarli darajada sezilmaydi, ammo tovush signallarida erta bosqichdayoq namoyon bo‘lishi mumkin. Masalan, podshipnikdagi mikronuqson, tish yuzasidagi yeyilish, notekis ishqalanish yoki rotorning balansdan chiqishi akustik muhitda o‘ziga xos spektral va impulsli alomatlarni shakllantiradi. Biroq akustik yondashuvning asosiy qiyin tomoni shundaki, ishlab chiqarish muhiti odatda juda shovqinli bo‘ladi. Bir vaqtning o‘zida bir nechta mexanizm ishlashi, aks sado, metall konstruksiyalar rezonansi, havo oqimi shovqini va elektr jihozlarining ta’siri foydali signalni yashirib yuborishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Shu nuqtai nazardan qaraganda, akustik signallardagi shovqinni kamaytirish va diagnostika uchun informativ belgilarni ajratib olish masalasi oddiy filtrlash vazifasidan ancha murakkabdir. Bu yerda signalni fizik mohiyatiga mos ravishda tahlil qilish, foydali va zararli komponentalarni farqlash, jarayonning o‘zgaruvchanligini hisobga olish hamda natijalarni avtomatik tanib olish tizimlariga uzata oladigan xususiyatlar to‘plamini shakllantirish talab etiladi. Mazkur maqolaning maqsadi aynan shu masalalarni tizimli ko‘rib chiqish va aylanuvchi mexanizmlar diagnostikasi uchun amaliy jihatdan samarali algoritmik yechimlarni umumlashtirishdan iborat.

AKUSTIK SIGNALNING XUSUSIYATLARI VA SHOVQIN MANBALARI

Aylanuvchi mexanizmlarning akustik signali odatda bir nechta manbalarning superpozitsiyasi sifatida qaraladi. Bunda asosiy foydali komponenta mexanizmning nominal ish rejimi bilan bog‘liq bo‘lib, aylanish chastotasi, garmonikalar, tishlash chastotalari, podshipnikning xarakteristik nuqta chastotalari va yuklanish darajasiga mos ravishda shakllanadi. Agar tizim sog‘lom holatda bo‘lsa, signal nisbatan barqaror va takrorlanuvchi tuzilishga ega bo‘ladi. Nosozlik paydo bo‘la boshlaganda esa spektral tarkib, amplituda modulyatsiyasi, impulslar chastotasi va vaqt bo‘yicha energiya taqsimoti o‘zgaradi.

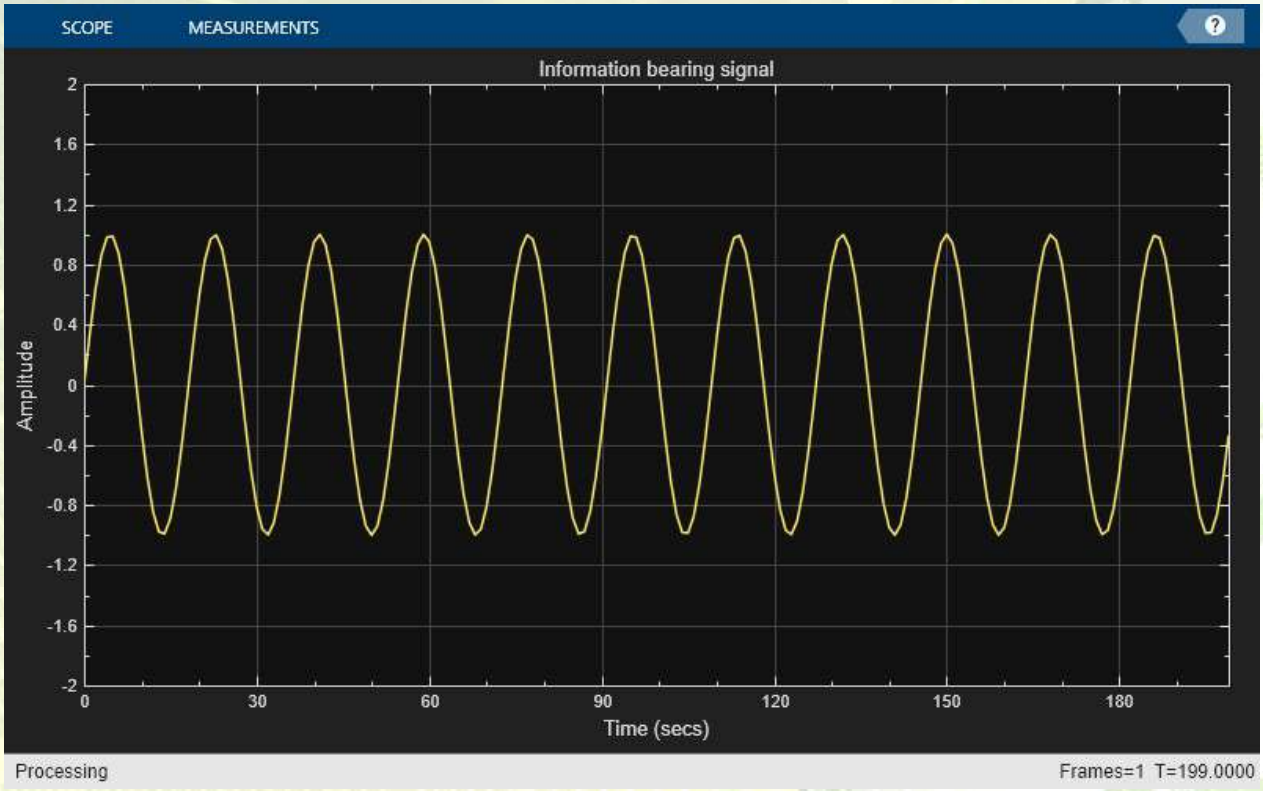
Shovqin manbalarini ichki va tashqi omillarga ajratish mumkin. Ichki shovqinlar mexanizmning boshqa elementlari tomonidan hosil qilinadi: masalan, podshipnikdan olinayotgan signalga reduktorning tishlash shovqini yoki ventilyator pichoqlaridan hosil bo‘lgan aerodinamik komponent aralashib ketadi. Tashqi shovqinlarga esa atrofdagi uskunalar, ishlab chiqarish sexidagi umumiy fondagi tovush, konstruksiyalarning aks sadosi, elektromagnit xalaqit va o‘lchash kanalining o‘zida yuzaga keladigan kvantlash yoki kuchaytirish shovqinlari kiradi.

Akustik signalning yana bir muhim xususiyati uning stasionar bo‘lmasligidir. Mexanizmning yuklanishi o‘zgarishi, tezlikning oshib-kamayishi, ish rejimining vaqtincha o‘zgarishi, ishga tushish yoki to‘xtash jarayonlari signaldagi foydali va foydasiz komponentalarning doimiy emasligini anglatadi. Shuning uchun signalga bir martalik statik spektral tahlil qo‘llash har doim ham yetarli natija bermaydi. Aksincha, vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchan tuzilmani ham inobatga oladigan algoritmlar ko‘proq samarali bo‘ladi.

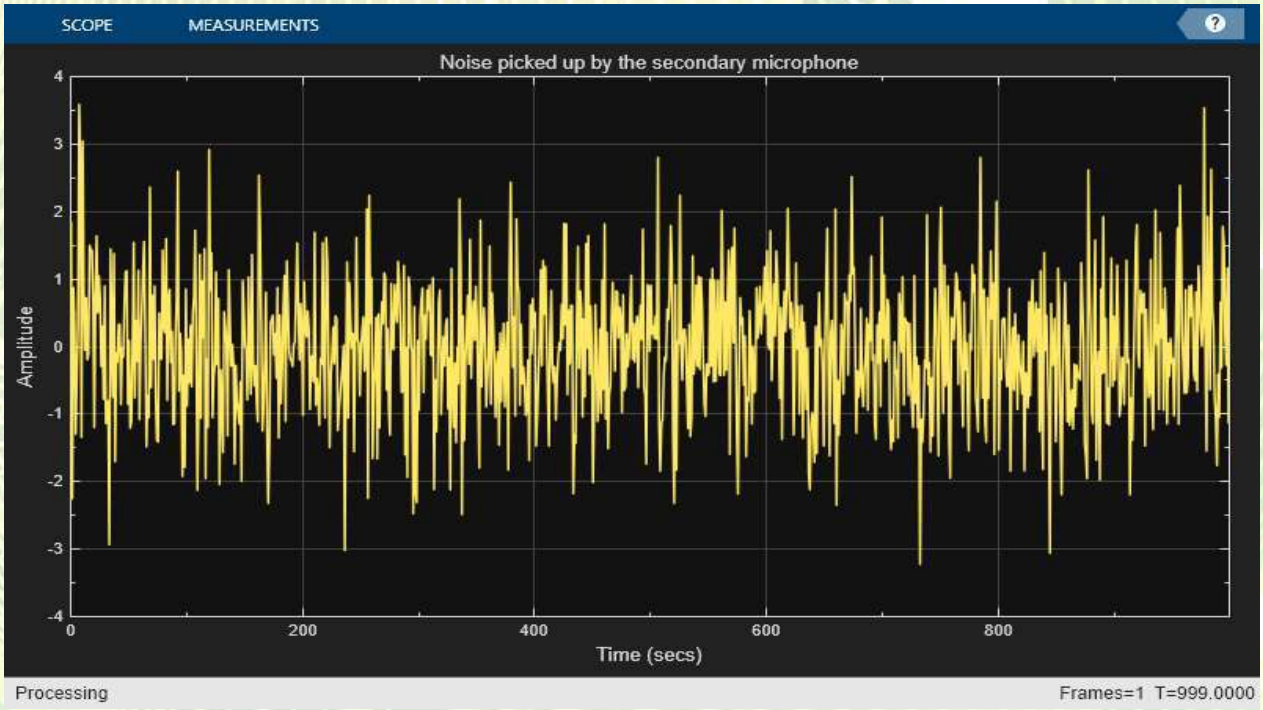
2. SHOVQINNI KAMAYTIRISH USULLARI. Akustik signallarni tozalashda birinchi va eng sodda yondashuv sifatida klassik chiziqli filtrlash usullari qo‘llanadi. Past chastotali filtrlar sekin o‘zgaruvchi fon komponentalarni ajratish uchun, yuqori chastotali filtrlar esa impulsli alomatlarni kuchaytirish uchun xizmat qiladi. Tarmoqli filtrlar esa oldindan ma’lum bo‘lgan diagnostik chastotalar

ISSN 3030-3907

atrofidagi komponentalarni ajratib olishga imkon beradi. Masalan, tishli uzatmada muammo bo‘lsa, tishlash chastotasi va uning yon tarmoqlarini ajratish; podshipnik nosozligida esa xarakteristik zarba chastotasi atrofida energiya yig‘ilishini kuzatish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

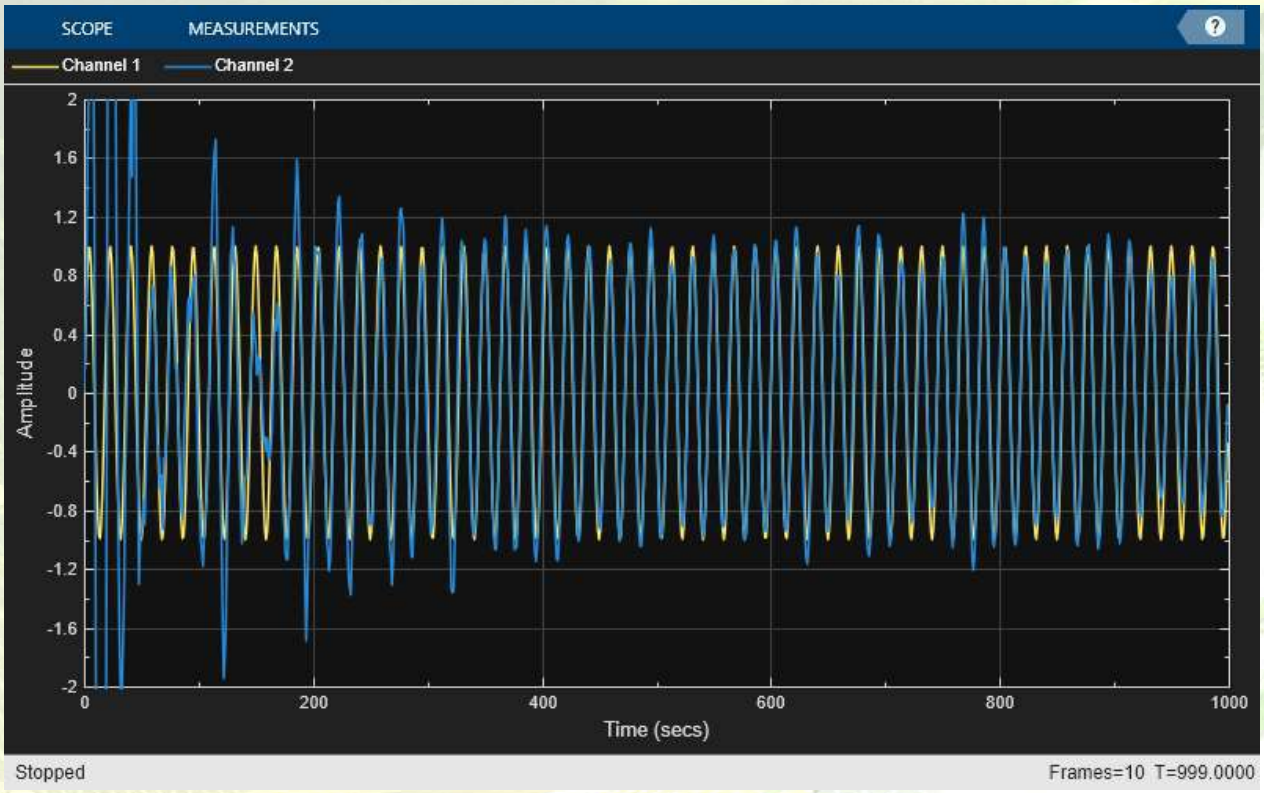


1-rasm. Tadqiqot ob’ektidan olinadigan informativ (shovqinlardan xoli) akustik signalning vaqt sohasidagi ko‘rinishi.

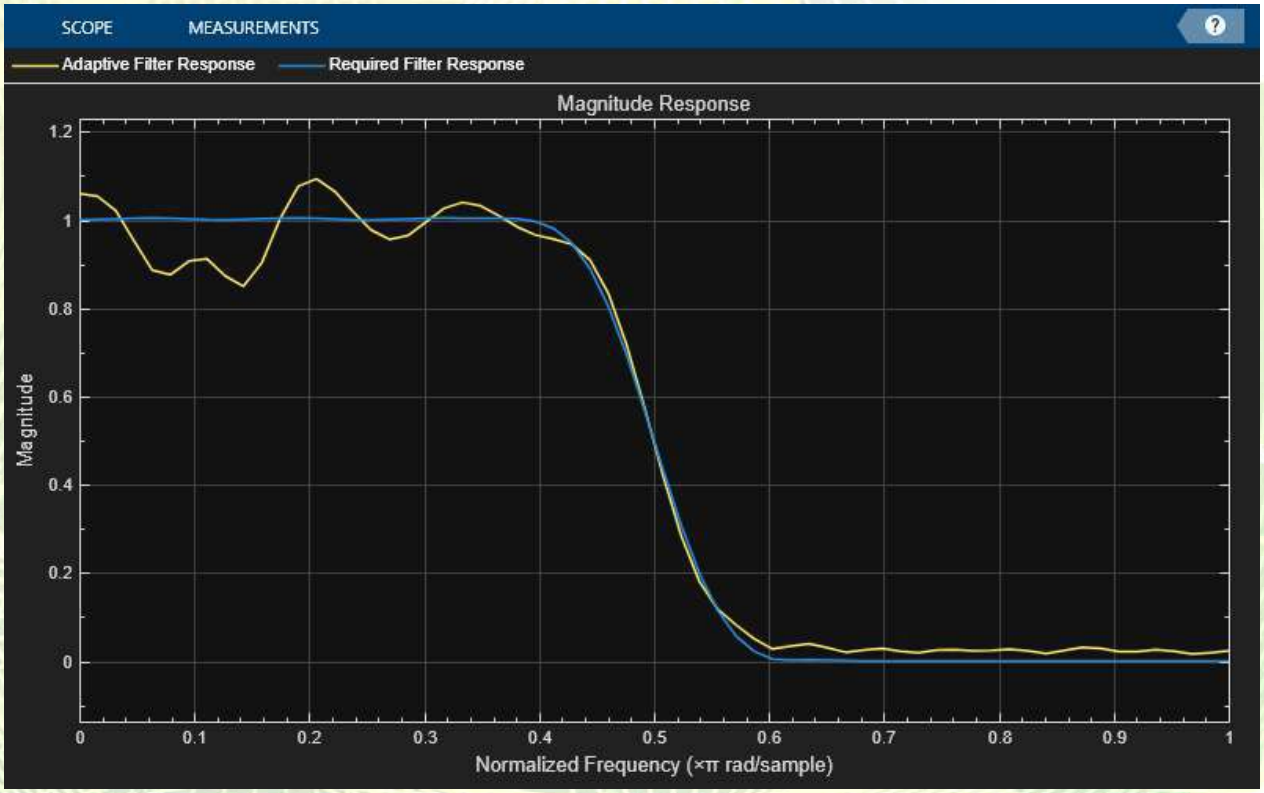


2-rasm. Real ishlab chiqarish sharoitida mikrofon orqali qabul qilingan tashqi texnologik shovqinlar signali.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Adaptiv filtrlash jarayonida chiqish signalining (ko‘k chiziq) informativ signalga (sariq chiziq) vaqt sohasida moslashish dinamikasi.



4-rasm. Adaptiv filtrning amplituda-chastota xarakteristikasi (sariq chiziq) va uning ideal filtr modeliga (ko‘k chiziq) chastota sohasidagi muvofiqligi.

Biroq real signal doim ham shunchalik aniq diapazonda joylashmaydi. Nosozlikning dastlabki bosqichida foydali komponenta juda kuchsiz bo‘lishi,

ISSN 3030-3907

uning chastotasi ish rejimiga qarab siljishi yoki bir nechta foydali komponentalar bir-birining ustiga tushishi mumkin. Shu sababli adaptiv filtrlash usullari amaliyotda alohida ahamiyatga ega.

Spektral ayirish usuli ham ko‘p qo‘llanadigan yondashuvlardan biridir. Bunda shovqinning statistik spektri oldindan yoki signalning nosozlik alomati bo‘lmagan qismlaridan baholanadi, so‘ng u umumiy spektrdan ayirib tashlanadi. Ushbu usul nutq signallarida ham keng qo‘llanadi va akustik diagnostikada ham foydali bo‘lishi mumkin. Ammo spektral ayirishda haddan tashqari agressiv filtratsiya foydali impulslarni ham yo‘qotib yuborishi xavfi bor. Shuning uchun amaliyotda bu usul silliqlash, cheklash va adaptiv baholash bilan birgalikda qo‘llanadi.

3. NATIJALAR VA MUHOKAMA. Akustik diagnostika amaliyotida eng katta xatolardan biri signalni sof matematik obyekt sifatida ko‘rib, mexanizmning fizik tabiatini e’tibordan chetda qoldirishdir. Aslida esa foydali belgi qaysi nuqta chastotada paydo bo‘lishi, nima sababdan modulyatsiyalanishi va nega aynan ma’lum vaqt oralig‘ida kuchayishi mexanizmning tuzilishi va kinematikasi bilan chambarchas bog‘liq. Shuning uchun samarali algoritm yaratishda konstruktsion parametrlar, aylanish tezligi, yuklanish diapazoni va sensor joylashuvini bilish juda muhim.

Ikkinchi muhim masala — umumlashtirish qobiliyati. Laboratoriyada olingan toza signallarda yaxshi ishlagan algoritm real sex sharoitida kutilgan natijani bermasligi mumkin. Sababi, amaliy muhitda harorat, fon shovqini, mikrofon masofasi, uskunalar joylashuvi va ish rejimi doimiy emas. Shu bois modelni qurishda turli sharoitlarda yig‘ilgan ma’lumotlar bilan o‘qitish, domenlararo barqaror belgilardan foydalanish va imkon qadar fizik ma’nosi aniq bo‘lgan ko‘rsatkichlarga tayanish tavsiya etiladi.

Yana bir muhim jihat shundaki, akustik va vibratsion monitoringni qarama-qarshi qo‘yish to‘g‘ri emas. Ko‘plab holatlarda ular bir-birini to‘ldiradi. Vibratsiya datchiklari konstruktsiyaga bevosita o‘rnatilib, lokal mexanik holat haqida aniqroq ma’lumot berishi mumkin; mikrofonlar esa kontaktsiz monitoringni, xavfsiz masofadan o‘lchashni va ayrim erta akustik alomatlarni qayd etishni ta’minlaydi. Demak, eng istiqbolli yondashuvlardan diagnostika bo‘lib, bunda akustik signal asosiy yoki yordamchi kanal sifatida qo‘llanadi.

4.XULOSA. Mazkur maqolada aylanuvchi mexanizmlardan olinadigan akustik signallardagi shovqinni kamaytirish tizimli ravishda tahlil qilindi. Ko‘rib chiqilgan yondashuvlar shuni ko‘rsatadiki, real ishlab chiqarish sharoitida foydali signal va shovqinni oddiy tarzda ajratish ko‘pincha mumkin emas. Shu sababli

ISSN 3030-3907

filtrlash, adaptiv kompensatsiya, spektral ayirish, dekompozitsiya usullari va vaqt–chastota tahlili bir-birini to‘ldiruvchi vositalar sifatida qaralishi kerak.

Vaqt, chastota va vaqt–chastota domenlaridan olingan xususiyatlarni birgalikda qo‘llash, aylanuvchi mexanizmlarning sog‘lom va nosoz holatlarini ishonchli farqlash imkonini oshiradi. Ayniqsa podshipnik va tishli uzatmalardagi erta nuqsonlarni aniqlashda impulsli hamda modulyatsiyalangan belgilar muhim ahamiyat kasb etadi.

Kelgusida ushbu yo‘nalishda real vaqt rejimida ishlovchi aqlli diagnostika tizimlarini yaratish, akustik signallarni sensor ma’lumotlari bilan birlashtirish, shovqinli sanoat muhitlari uchun barqaror chuqur o‘rganish modellari ishlab chiqish hamda ma’lumot yetishmovchiligi sharoitida transfer learning usullarini tatbiq etish istiqbolli yo‘nalishlar sirasiga kiradi. Shu ma’noda akustik signalni qayta ishlash nafaqat diagnostika vositasi, balki prognozli texnik xizmat ko‘rsatish tizimlarining muhim tarkibiy qismi sifatida qaralishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Randall R. B. Vibration-based Condition Monitoring. John Wiley & Sons.
2. Antoni J. Cyclostationarity by examples. Mechanical Systems and Signal Processing.
3. Smith S. W. The Scientist and Engineer’s Guide to Digital Signal Processing.
4. Mallat S. A Wavelet Tour of Signal Processing.
5. Oppenheim A. V., Schafer R. W. Discrete-Time Signal Processing.
6. Lei Y., Lin J., He Z., Zuo M. J. Condition monitoring and fault diagnosis of rotating machinery.
7. Widrow B., Stearns S. D. Adaptive Signal Processing.
8. Cohen L. Time-Frequency Analysis.
9. Yang W., Tavner P., Wilkinson M. Condition monitoring and fault diagnosis of rotating electrical machines.
10. Boylestad R. va boshqalar. Signal processing hamda instrumentation bo‘yicha amaliy qo‘llanmalar.

ISSN 3030-3907