

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA
MAXSUS TA`LIM VAZIRLIGI**

NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI

"Texnologik mashina va jihozlar" kafedrasi



**«TARMOQ MASHINALARINI DIAGNOSTIKASI VA
TADQIQOT ASOSLARI» fanidan**

ma`ruzalar matni

N A M A N G A N - 2014

Ushbu ma`ruzalar matni 5A320310- “To’qimachilik va yengil sanoati mashinalari xamda apparatlari” va 5A320301 –“Texnologik masinalar vajihozlarga texnik xizmat ko’rsatish (to’qimachilik, yengil va paxta tozalash sanoati) mutaxassisligida tahsil olayotgan magistrantlar uchun mo’ljallangan.

Tuzuvchi: t.f.n., dotsent N. Dadaxanov

Taqrizchilar: t.f.n., dotsent A.Abdullayev (NamMPI)
t.f.n., dotsent M.Abduvaxidov

Mazkur ma`ruzalar matni «Texnologik mashina va jihozlar» kafedrası yig’ilishida muhokama qilingan.

Bayonnoma № __. «__» _____ 2014 y.

Institut uslubiy Kengashidaning majlisida muhokama qilingan va foydalanishga ruxsat etilgan.

Bayonnoma № _____ 2014 y _____

1-mavzu: Kirish. Texnik diagnostika muammolari

Respublika to'qimachilik va engil sanoati oldiga, hozirda turgan asosiy vazifa – talabgorligi yuqori bo'lgan yuqori sifati turli – tuman mahsulotlarni chiqarish vazifasi qo'yilgan. Bu vazifa ilmiy – texnik tarqqiyotni jadallashtirishni, ishlab chiqarishni qayta jihozlash, yaratilgan ishlab chiqarishni qayta jihozlash, yaratilgan ishlab chiqarishni potentsialidan samarali foydalanish, xo'jalik boshqaruvi tizimini takomillashtirish negizida soha iqtisidiyotini rivojlantirishni sur'atlari va samarasini oshirish hisobiga bajarilishi mumkin.

Ma'lumki, ishlab chiqarishni samaradorligi ko'p jihatdan mashina va jihozlarni holatiga bog'lik bo'ladi. Ularni ishchi holatida ushlab turish mashinalarni, ularni detal va qisimlarini eyilishi va sinishida og'ohlantirish maqsadida o'tqaziladigan profilaktik tadbirlarni rejali o'tqazish tamoyiliga asoslanadi va bunda tarmoq mashinalarini texnik diagnostikalash sifati muhim ahamiyatga ega.

To'qimachilik va engil sonoatda ko'pincha masalalar murakkab ko'p faktorli tajribalarni amalga oshirishni, bunda texnologik jarayonlarni aniq bajarib sifatli kattaliklarni hamda texnologiyani etarlicha aniq bajaruvchi jixozlar va mashina-uskunalarini optimal (muqobil) tuzilishni va sozlanganligini talab qiladi.

Ko'pincha ilmiy ishlarni xamda lozim bo'lgan masalalarni aniq va kam xarajatlar bilan amalga oshirish kerak bo'ladi. Bu esa matematik rejalash usullarini va matematik taxlil usullarini qo'llashni talab qiladi.

Bunda tajriba o'tkazish nazariyasi eksperimentatordan (tajriba o'tkazuvchidan) quyidagi sovollarga javob olishni talab qiladi:

1. Qo'yilgan muammoni echish uchun tajribani qanday tashqil qilish va o'tkazish kerak.
2. Tekshirilayotgan ob'ekt haqida eng ko'p axborot olish uchun, qanday qilib tajriba natijalarini ishlash va taxlil qilish kerak.
3. Tajriba natijalari asosida tekshirilayotgan ob'ekt, haqida qanday xulosa chiqarish kerak.

Bu masalalarni xal qilish uchun tajriba o'tkazuvchi tajriba texnikasi va uni o'tkazish nazariyasini yaxshi bilishi kerak.

Demak, bu fan kerakli axborotni yig'ish va taxlil qilish, ilmiy izlanish masalasini qo'yish xamda uni o'tkazish, olingan natijalarni ishlash, umumiy xulosa chiqarish, natijada ilmiy ish xisobotini yozish, uning asosida jurnallarda axborot va maqolalar e'lon qilish kabi masalalarni xal qilishni o'rgatadi.

Texnik diagnostikalashni umumiy masalalari.

2-mavzu: Texnik diagnostika asoslari.

Mavzu o'quv maqsadi-reja:

1. Texnik diagnostikani asosiy yo'nalishlari.
2. Texnik diagnostikani asosiy masalalari.
3. Texnik diagnostikani tuzilmasi.

Texnik diagnostikani asosiy yo'nalishlari.

«Diagnostika» so'zi greklarni «diagnozis» so'zidan hosil bo'lib, «aniqlash» ma'nosini bildiradi.

Diagnostika jarayonida texnik tizimni diagnozi yoki holati aniqlanadi.

Texnik diagnostika mazmunini qisqa ko'rib chikamiz. Texnik diagnostika diagnostik ma'lumotlarni qo'lga kiritish va ularni baxolash usullarni, diagnostik modellarni va hal qilish algoritmlarini o'rganadi. Texnik diagnostikani maksadi texnik tizimlarni puxtaligini va chegaraviy xolatigacha bo'lgan ishlash muddatini oshirish. Puxtalikni eng muhim ko'rsatkichi - texnik tizimni ishlash vaqtida ishlamay qolishning yo'kligidir. Texnik tizimni ishlamay qolishi mahsulot ishlab chikaradigan korxonaga zarar va ba'zi holatlarda og'ir okibatlariga olib kelishi mumkin.

Texnik diagnostika yordamida nuksonlarni va buzilishlarni oldindan aniqlash bu hodisalarni oldini olish, ishlatish samarasini oshirish, xamda tizimning holatiga javobgar xodimlarni tayinlashni amalga oshirish mumkin. Texnik tizimni holati bo'yicha ishlatish mashinalar parkini umumiy narxiga nisbatan 30%gacha ekvivalent foyda keltirishi mumkin.

Texnik diagnostikani asosiy masalalari.

Texnik diagnostika yordamida keng masalalar echiladi, ulardan ko'plari boshqa ilmiy yo'nalish masalalariga ko'shni masalalari bo'lib boglanadilar. Texnik diagnostikani asosiy masalalari chegaralangan ma'lumot sharoitida texnik tizimning holatini Aniqlashdan iborat.

Texnik diagnostikani bir xil holatlari sochimsiz diagnostika deyiladi, ya'ni mahsulot sochilmasdan diagnostikalanadi.

Texnik tizimni holatini aniqlash uni ishlatish sharoitida o'tkaziladi va shu sababli ma'lumotni qo'lga kiritish juda murakkablashadi.

Ko'pincha ko'lga kiritilgan ma'lumot bo'yicha bir ma'noli xulosa chiqarish kiyin, shu sababli statistik usullardan foydalanishga to'g'ri keladi.

Texnik diagnostika masalalarini echimi hamisha ishlatish muddatini boshlangich davrida puxtalikni prognozlashtirish bilan boglangan. Bu holda echimlar puxtalik nazariyasi bo'yicha buzilishlar modellariga asoslanishi lozim.

Texnik diagnostikani ikkinchi muxim yo'nalishi-nazorat qobiliyati nazariyasidir.

Nazorat qobiliyati deb mahsulotni haqiqiy texnik holatini aniqlashni amalga oshirish va ularni o'z vaqtida bo'lishlarni belgilashga aytiladi.

Nazorat qobiliyati mahsulotni konstruksiyasi va qabul qilingan texnik diagnostika orqali yaratiladi.

Nazorat qobiliyati nazariyasini masalalari - bu diagnostik ma'lumotlarni qo'lga kiritishga mo'ljallangan uskunalar va usullarni o'rganishdir.

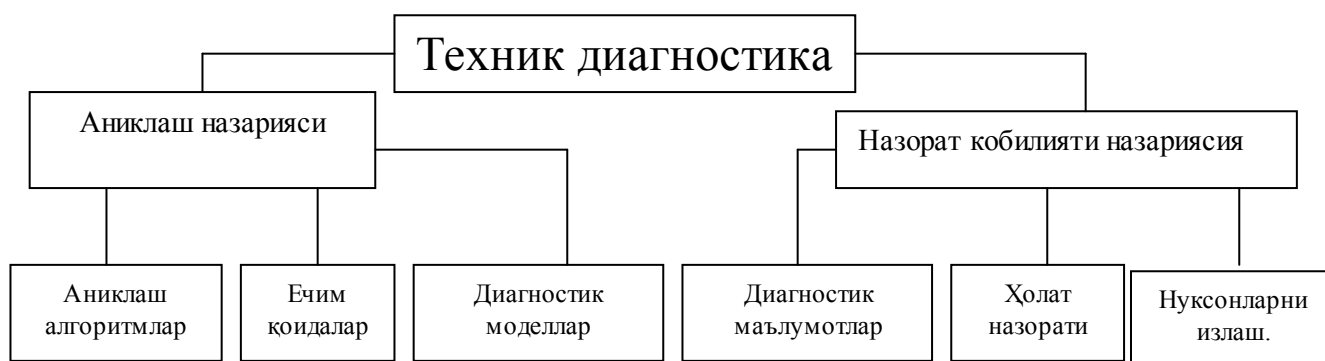
Texnik diagnostikani tuzilmasi.

Texnik diagnostikani tuzilmasi 1 rasmda ko'rsatilgan. Texnik diagnostika ikki yo'nalish bo'yicha tasniflanadi: aniqlash nazariyasi va nazorat qobiliyati nazariyasi.

Aniqlash nazariyasi aniqlash algoritmlarini ko'rish, hal etuvchi qoidalar va diagnozli modellar bo'limlardan iborat.

Nazorat qobiliyati nazariyasi diagnostik ma'lumotlarni qo'lga kiritish usullarini va uskunalarini ishlab chiqish, buzilishlarni qidirish va avtomatlashtirilgan nazorat bo'limlardan iborat.

Texnik diagnostikani umumiy puxtalik nazariyasini bo'limi sifatida ko'rish kerak.



1 rasm.

Nazorat savollari:

1. «Diagnostika» so'zi nimani bildiradi?
2. Texnik diagnostikani maqsadi nimada?
3. Nazorat qobiliyati tushunchani izohlab bering?
4. Texnik diagnostikani strukturasini izohlab bering.
5. Texnik diagnostikani qanday yo'nalishlari bor?
6. Texnik diagnostikani asosiy masalalarini izohlang.

3-mavzu: Diagnostika tizimi.

Mavzu o'quv maqsadi-reja:

1. To'qimachlik va engil sanoati mashina va apparatlari diagnostikalash ob'ekti sifatida.
2. Texnik diagnostika masalalarini qo'yish.
3. Texnik diagnostika nazariyasi asoslari.

To'qimachlik va engil mashina va apparatlari diagnostikalash ob'ekt sifatida.

To'qimachlik va engil sanoatidagi texnologik jihozlar bir kator o'ziga xos diagnostika masalalari qo'yishda va echishda ularga ta'sir qiluvchi xususiyatlarga ega. Ularni ichida bir tomondan texnik xolatlar o'rtasidagi bog'liqlar, ikkinchi tomonidan unumdorlik va ishlab chikarilayotgan mahsulotni o'rtasidagi bog'liqlik. Xususan, urchuq yoki yigiruv kameralari To'qimachlik korxonaning yarim xomashyo ishlab chiqarishdagi muhim omillarga – ipning uzilishiga va notekisligiga katta ta'sir etadi.

Boshqa o'ziga xos xususiyati – mashinalar ishchi qismlarining kinematik harakatlarini yuqori murakkabligi va ularning ishlash tartiblarni dinamik zo'rikishi.

Shu sababli amaldagi va konstruktiv berilgan harakat qonunlar bir biriga to'g'ri kelishi mashinalarni va mexanizmlarni ishlash xususiyatini hosil qiladi.

Diagnostik alomatlar sifatida siljishlar va ishchi organlarni harakat tezligi, mashinalarni alohida elementlarini tezlanishlar hamda ko'rsatkichlarni to'liq yig'imi, tebranish hodisalarni tavsiflovchi garmonik tebranishni amplitudasi va chastotasi va murakkab tebranishlar jarayonlarini spektral zichligi va boshqalarni keltirishi mumkin. Ko'rsatilgan diagnostik alomatlaridan samarali foydalanish uchun buzilmay ishlashning to'liq kinematik va dinamik ko'rinishi tasavvuriga ega bo'lish shart.

Bu tasavvur konstruktsiyaga kiritilgan o'zgarishlar inkorlar va buzilishlarga olib kelmasligini inobatga olishi lozim, jumladan juftliklarda ruxsat etilgan tirqishlar, eyilish va hokazo.

Shuning uchun, diagnostik masalalar echimini zarur pog'onasi bo'lib me'yorli funktsiyalanayotgan mashinalarni nazariy va eksperimental usullar yordamida chukur o'rganish bilan bog'liq vazifalar hisoblanadi.

Toifali, ko'pincha ishlatadigan nazariy tadqiqot usuli mashinalar va ular qismlarini matematik modellari bo'ladi, differentsial tenglamalar tizimlar bilan tavsiflanadi.

Real ob'ektga matematik model tuzilishida differentsial tenglamalar tizimlari, majburiy soddalashtirishiga qaramasdan, odatdan nochiziqlikga katta og'ishi bilan ajralib turishi, tasniflarni nochiziqligi, parametrlarni o'zgaruvchanligi va hokazolarni hisobga olgan holda bog'langan. Bunday tenglamalarni echimi mustaqil shaklga ega bo'lib, diagnostikani umumiy muommoli masalasi bilan yaqin bog'lanadi.

Masalan, vibroakustik diagnostika masalalari mashinalar va mexanizmlar ishlashida dinamik hodisalar hosil bo'lishini o'rganishga asoslanadi. Bu savollarni

nazariy tadqiqoti mashinalar dinamikasini matematik modellashtirishni talab qiladi, differentsial tenglamalar tizimlarini ko'rib chiqishiga ta'sir qiladi, mexanizmlar va ular elementlarning harakatini tavsiflaydi.

Texnik diagnostika masalalarini qo'yish.

Masalan ishlatish sharoitida reduktorning shlitsli vallar yigimining holatini Aniqlash talab qilinayotgan bo'lsin. Shlitslar ancha eyilganda qiyshayishlar va toliqib parchalanishlar hosil bo'ladi. Shlitslarni bevosita ko'rishni amalga oshirib bo'lmaydi, chunki bu reduktor ishlashini to'xtatib, uni sochishni talab qiladi. Shlitsli birikmani buziligi reduktor korpusi tebranish spektriga, akustik tebranishlarga, moyni tarkibida temir zarrachalar miqdori va boshqa parametrlarga ta'sir etishi mumkin.

Texnik diagnostikani maqsadi shlitslarni, o'lchash ma'lumotlar bo'yicha, eyilish darajasini (yuza qatlamning buzilish chuqurligini) va bir qator bilvosita parametrlarni aniqlashdan iborat.

Tizimni holati uni alomatlar to'plami bilan tavsiflanadi. Aniqlab beradigan alomatlar har-xil bo'lishi mumkin, birinchi navbatda, tanish masala aloqasida. Masalan, mashinaning shlitsli birikma holatini tanish uchun kandaydir ko'rsatkichlar guruhi kifoya qiladi, lekin u, agar boshqa detallarni diagnostikasi o'tkazilyotgan bo'lsa, to'ldirilgan bo'lishi kerak.

Tizim holatini aniqlash – bu tizim holatini birdan bir mumkin bo'lgan sinfga (diagnozga) keltirish. Diaqnozlar (sinflar, turli holatlar, etalonlar) soni masalalarni va tadqiqot maqsadlarni o'ziga xos xususiyatlariga bog'liq.

Ko'pincha ikki diaqnozlardan (differentsial diaqnoz yoki dixotomiya) bittasini tanlash talab qilinadi, masalan «yaroqli holat» va «buzuq holat». Boshqa hollarda buzuv holat shlitslarni oshirilgan eyilishi, qismlar tebranishini oshishi va hokazolarni batafsilroq tasvirlab berish zarur. Texnik diagnostika masalalarini ko'pchiligida diaqnozlar (sinflar) oldindan o'rnatiladi va bu sharoitlarda aniqlash masalasini ko'pincha klassifikatsiya masalasi deyiladi.

Texnik diagnostikani katta hajmdagi malumotlarini ishlash ko'pincha EHM yordamida o'tkaziladi.

Aniqlash jarayonida hamma ketma-ket harakatlar aniqlash algoritmi deyiladi. Aniqlashni ahamiyatli qism tizimni holatini tasniflovchi ko'rsatkichlarni tanlashdan iborat. Diaqnoz sonlari qabul qilingan holda aniqlash jarayonini amalga oshirilishi uchun tasniflovchi ko'rsatkichlar etarli ma'lumotlarga ega bo'lishi shart.

Texnik diagnostika nazariyasi asoslari.

1. Asosiy atamalar va tushunchalar.

Texnik diagnostika – ilmiy-texnikaviy bilimlar sohasi, mazmuni nazariya, usul va topish vositalar va ob'ektlarning texnik nuqsonlarini izlashdan iborat.

Nuqson (defekt) deganda ob'ektning xususiyatini berilganga nisbatan har qanday noloyiqligini tushunish kerak.

Nuqsonni topish - bu ob'ektda har qanday noloyiqlikni borligi yoki yo'kligi aniqlash bo'ladi.

Nuqsonni izlash - bu xar qanday noloyiqlikni ob'ektda o'rnatilgan joyini belgilangan aniqlik bilan ko'rsatib berish.

Texnik diagnostikani vazifasi ob`ektni ishlash davrida puxtaligini oshirish hamda mahsulotni va uni tarkibiga kiradigan qismlarning ishlab chiqarish davrida nuqsonini yuzaga kelishini oldini olishdan iborat. Puxtalikni oshirish (K_g , K_{ti} , K_r , T_v) tayyorlik koeffitsienti, texnik foydalanish koeffitsienti, ishga layoqotli holatini tiklanish vaqti xamda resurs yoki xizmat muddati va inkorgacha ishlab berish yoki tiklanish bilan zahiralangan ob`ektlar inkorgacha ishlab berish ko`rsatkichlarni yaxshilash bilan ta`minlanadi. Undan tashqari, diagnostik ta`minlash ob`ektlarini to`g`ri funktsiyalanishi yuqori ishonchlilikka ega ko`rsatkichlarini olish imkoniyatini beradi. Brakni oldini olish mahsulotlar to`lik to`plamlarini va materiallarni kirish nazorat operatsiyalarida va ob`ektlarni ishlab chiqarish texnologik jarayonini nazoratlash, oxiridagilarni chiqish nazoratini qo`shgan holda diagnostikalashni to`g`ri tashqil qilish bilan amalga oshiriladi.

Har qanday ob`ekt loyixalashdan keyingi «xayotini» ikkita asosiy – tayyorlash va ishlatish davrida o`tadi.

Tayyorlash davrini texnik diagnostikani maxsulotlar to`lik to`plamlarini va materiallarni kabul qilish davrida, ishlab chiqarish jarayoni, sozlash va ob`ektni TNBga yoki buyurtmachi vaqiliga topshirishlarga ajratish lozim. Ishlatish davrini – ob`ektni vazifasi bo`yicha qo`llash, tuzatish, tashish va saqlashlarga ajratish lozim.

Texnik-me`yorli hujjatlarni talablariga javob beradigan ob`ekt yaroqli hisoblanadi. Ob`ektni ishlab chiqarishdan keyin va tuzatishdan keyin yaroqligiga ishonch hosil qilish zarur.

Ishlatish sharoiti uchun ob`ekt ishga qobiliyatli bo`lishi lozim.

Topish va izlash «diagnostikalash» jarayoni bo`lib, har qanday ob`ektning texnik holatini u yo bu diagnostik vositalari bilan amalga oshiriladi. Diagnostik vositalari apparaturali yoki dasturli bo`lishi mumkin.

Diagnostik vosita vazifasini inson - operator, nazoratchi, sozlovchi ham bajarish mumkin. Diagnostikalash ob`ekti va vositalar o`zaro bog`lanib diagnostikalash tizimini hosil qiladilar.

Diagnostikalash tizimlari testli va funktsionalli bo`lishi mumkin.

Testli diagnostikalash tizimlarida ob`ektga maxsus tashqil qilingan testli ta`sirlar beriladi.

Funktsionalli diagnostikalash tizimlarida, ob`ektni vazifasi bo`yicha qo`llash jarayonida ishlayotganda, testli ta`sirlarni uzatish uni funktsiyalanish algoritmiga loyiq bajariladi.

Tizimlarni ikkala diagnostikalash vositalar ob`ektning javoblarini qabul va tahlil qilib chiqish (testli yoki ishchi) ta`sirlarni va diagnostikalash natijasini beradi, ya`ni «yaroqli», «buzuq» yoki ob`ektda qandaydir qismi buzilganini bildiradi va xokazo.

Testli diagnostikalash tizimi ishga yaroqligini tekshirish va ob`ektni ishlash qobiliyatini izdan chiqaradigan nuqsonlarni izlash uchun zarur.

Funktsionalli diagnostikalash tizimlari to`g`ri ishlamoqligini tekshirish va to`g`ri ishlamoqligini izdan chiqaradigan nuqsonlarni izlash uchun zarur.

Elementar tekshirish natijalari tegishli nazorat nuqtalardan olingan javob signallarni aniq sonlari bo`ladi. Diagnoz qo`lga kiritilgan elementar tekshirish natijalari yig`imi bo`yicha qo`yiladi.

Har qanday diagnostikalash tizimi o'ziga xos boshqarish yoki nazorat tizimi bo'ladi.

«Boshqarish» deb ob'ektga aniq bir maqsadga qaratilgan ta'sirlar ishlab chiqarish jaryoni tushuniladi. Nazorat - bu hodisalarni (nazorat ko'rsatkichlarni) aniqlash maqsadida ma'lumotlarni yig'ish va ishlab chiqishdir.

Testli diagnostikalash tizimlari asosan boshqarish tizimi vazifasini bajaradi. Funktsionalli diagnostikalash tizimlari nazorat tizimi vazifasini bajaradi. Diagnostikalash tizimlarini loyihachisi buni bilishi va hisobga olishi juda ham muhim.

Tizimlardan buzmaydigan nazorat nomiga ega tizimlar - testli diagnostikalash tizimi sinfiga kiradi, funktsionalli diagnostikalash tizimlar sinfiga esa - texnik holatini nazorat qilish uchun vibroakustik tizimlar kiradi.

Ob'ektning rasmiy modeli – bu uni analitik, grafik, jadval yoki boshka shaklda tavsiflash. Oddiy ob'ektlar uchun oshkora nom qo'yilgan modellardan foydalanish qulay. Bunday modellar ob'ektni yaroqli holatini tavsiflash bilan birga uning har qanday buziq modifikatsiyalarini tavsiflashga ega bo'ladilar. Ob'ektning nooshkora diagnostikalash modeli faqat bitta tavsif borligini ko'zlaydi, masalan yaroqli ob'ektni nuqsonlarini rasmiy modellarini va ob'ektni hamma buzuq modifikatsiyalar tavsiflarini qo'lga kiritish qoidalarini.

Nazorat savollari:

1. Yarim xomashyo sifatiga to'qimachilik va engil sanoat mashinalar texnik holati qanday ta'sir qiladi?
2. Tizimlarni holatini aniqlaydigan parametrlarni aytib bering?
3. «Ob'ektning ma'lumotligini» to'g'ri tanlash nimani beradi?
4. Ob'ektni diagnostikalash vositalarni aytib bering?
5. Testli diagnostikalash nima?
6. Funktsional diagnostikalash nima?

4-mavzu: Tarmoq mashinalari diagnostika ob'ekti.

Mavzu o'quv maqsadi - reja:

1. Diagnostikalash uchun ob'ektlar modellari: funktsional, tuzilmali.
2. Texnik diagnostika va prognozlashtirish.

Ob`ektlarni diagnostikalash uchun modellar.

Ob`ektlarni modellari funktsional va tuzilmali bo'lishi mumkin. Birinchisi faqat ob`ektning bajara oladigan funktsiyalarini qayd qiladi, ikkinchisi esa, bundan tashqari, ob`ektning ichki ko'rinishi va uni tuzilmasi to'g'risida ma'lumotga ega.

Diagnostikalash ob`ektlarini modellari determinirlangan va ehtimollangan bo'lishi mumkin. Ehtimollangan modellardan ko'pincha ob`ektning o'zini tutishini determinirlangan shaklda tavsiflashni ilojisi yo'kligi yoki tavsiflashni bajara olmaslikda foydalaniladi.

Diagnostikalash ob`ektlarini modellari rasmiy usullar bilan diagnostikalash algoritmlarini ko'rish uchun kerak.

Diagnostikalash algoritmlarini ko'rish elementar nazoratlarni shunday yig'imini tanlashdan iboratki, ularni natijalari bo'yicha nuqsonlar topish masalalarida yaroqli yoki ishga yaroqsizlik holati yoki ob`ektning to'g'ri funktsionallash holati, uning buzuv holatlaridan xamda nuqsonlarni izlash masalalarida buzuv holatlarini ajratish kabi vazifalar bajariladi.

Testli diagnostikalash masalalarida ob`ektning nazorat nuqtalari tarkibi ko'pincha oldindan aniqlanadi va u hamma elementar nazoratlar uchun bir hil bo'ladi. Bunday holatlarda elementar nazoratlarni faqat kirish ta'sirlari tanlanadi – bu testlarni sozlash masalasidir.

Funktsional diagnostikalash masalalarida, teskari, elementar nazoratlarni kirish ta'sirlari oldindan ob`ektning funktsionallashi ishchi algoritmi bilan aniqlangan bo'ladi va faqat nazorat nuqtalar tarkibi tanlanadi.

Funktsional diagnostikalash algoritmlarini ko'rish shu algoritmlarni amalga oshiradigan vositalarni ishlash sharoitini aniqlashdan iborat. Funktsional diagnostikalash vositalari asosan diagnostikalash ob`ektini ichiga joylashgan bo'ladi va ichki nazorat vositalari deb ataladi. Ob`ektni ichiga joylashgan nazorat vositalari uni funktsionallashini izdan chikishi to'g'risida signallar beradi va to'g'ri funktsionallash uchun ularni qiymatini o'zgartiradi.

Bu tamoyilda solishtirish sxemalari, modul bo'yicha nazorat sxemalari va xokazolar ko'riladi.

Diagnostikalash jarayonlarini samarasi diagnostikalash vaqti, apparatlarni saqlash va diagnostikalash algoritmlarni amalga oshirish sarflari bo'yicha baholanadi. So'zsiz, diagnostikalash sifati vositalar sifatiga ham bog'liq.

Muqobil algoritmlarni diagnostikalash unumdorligini oshirib ko'rishga intilish lozim, ya'ni buziqlikni topish va yo'qotish va ularni amalga oshirishda vaqt sarfini minimallashtirish lozim.

Diagnostikalash vositalar apparatli yoki dasturli, tashqi va ichki, qo'ldan ishlaydigan, avtomatlashtirilgan yoki avtomatli, ixtisoslashtirilgan yoki universal bo'lishi mumkin.

Testli diagnostikalash vositalarini tanlash yoki ishlab chiqishda ko'p omillarni hisobga olib amalga oshirish shart: talabga ko'ra vositalarni seriyalab ishlab chiqarishi, ob`ektni ishlab chiqarish korxonasida kerakli vositalarni borligi, ob`ektni ishlab

chiqarishning ommaviyligi va uni murakkabligi, talab qilingan vositalarni unumdorligi va hokazo.

Funksional diagnostikalash vositalari, asosan, ob`ektning ichiga joylashgan bo`ladi va ob`ekt bilan birga loyixalanadi va yaratiladi.

Diagnostikalash vositalarini loyixalanishda ob`ektning murakkabligi, diagnostik vositalarni joriy qilishda tejamilligini va xokazolarni hisobga olish lozim

Qo`shimcha apparatlar ob`ektlarning bir qancha puxtalik ko`rsatkichlarini pasaytiradi va ular diagnostikalanishi shart.

Ob`ektning nazoratga yaroqligini loyixalash davrida, qo`shimcha testli diagnostikalash apparaturani kiritib, hisobga olish lozim. Ob`ektning nazorat nuqtalarni to`g`ri tayinlash, qaerda to`g`ri chiziqdan chiqqan elementni topish mumkinligini ta`minlash va ob`ektning tuzilmasini o`zgartirib, uni ishlash tartibida qoldirish lozim.

Texnik diagnostika va prognozashtirish.

Ob`ektning texnik holatini aniqlashda 3 xil masala bor.

1-Diagnostikalash masalasi.

2-Prognozashtirish masalasi.

3-Genetika masalasi.

Texnik diagnostika masalasi - bu ob`ektning kelajak davrda texnik holatini oldindan bildirish.

Texnik genetika (genetika) masalasi, masalan, avariylarni va ularni sabablarini o`rganishda, qachonki ob`ektning texnik holati tekshirilayotgan vaqtida o`tmish vaqtidagi holatidan farq qilishi, bosh sabab paydo bo`lish natijada avariyaning yuzaga keltirganda paydo bo`ladi.

Prognozashtirish masalasida ob`ektning diagnostik ta`minlash yaxshi tashqil qilinganligi hamma ilgari diagnostikalash natijalarni saqlash bilan foydali va ob`ektiv ma`lumotni berishi mumkin, ob`ektning texnik xususiyati o`zgarish jarayoni rivojlanish dinamikasini ifodalashi, prognozni tizimli yaxshilash va uni aniqligini oshirish uchun foydalanish mumkin.

Nazorat savollari:

1. Funksional va tuzilmali ob`ektlar biri biridan nima bilan farq qiladi?
2. Ob`ektlar modellari nima bilan farq qiladi: determinirlangan va ehtimollashtirilgan?
3. Ob`ektning diagnostikalash samarasini aniqlaydigan asosiy ko`rsatkichlarni aytib bering?
4. Ob`ektning texnik holatini aniqlovchi masalalarni uchta turini aytib bering?

5-mavzu: Prognozashtirish va diagnostikashtirish masalalari klassifikatsiyasi.

Mavzu o`quv maqsadi-reja:

1. Prognozashtirish va diagnostikashtirish masalalar klassifikatsiyasi.

2. Texnik diagnostikani puxtalik va sifat bilan aloqasi.

Prognozlashtirish va diagnostikalashtirish masalalar klassifikatsiyasi.

Ob`ektga diagnoz yoki prognoz qo'yish uchun bitta  $S_o$  yoki  $S_1$  guruh ob`ekt nusxalarini texnik holati to'g'risida apriorli ma'lumoti bo'lishi zarur. Bu ma'lumotlar ob`ektni diagnostikalashda bir karrali t_o vaqt paytda yoki ko'p karrali T_1 vaqt oqimida hosil bo'ladi.

Texnik holati to'g'risida ma'lumotlarni «e» harfi bilan belgilab, olingan aprior ma'lumotni to'rtta hajmga ajratamiz:

- 1) $e(S_1, T_1)$ - T_1 vaqt oqimida ob`ektni S_1 guruh nusxalari ko'p karra diagnostikalashgan;
- 2) $e(S_o, T_1)$ - T_1 davr oqimida ob`ektni S_o nusxasi ko'p karra diagnostikalashgan;
- 3) $e(S_1, t_o)$ - t_o vaqt paytda ob`ektni S_1 guruh nusxalari bir karra diagnostikalashgan;
- 4) $e(S_o, t_o)$ - t_o vaqt paytda ob`ektni S_o nusxasi bir karra diagnostikalashgan.

Birinchi vaziyatda eng ko'p, to'rtinchisida esa eng kam apriorli ma'lumotni olishga to'g'ri keladi. Ikkinchi va uchinchi vaziyatlar ma'lumot hajmidan o'rtasidagi joy egallagan, ammo bu vaziyatlar orasida ular nisbatsiz.

Shunga o'xshash apriorli ma'lumotni aniqlash maqsadida to'rtta ishlov berish ko'rinishiga ajratish mumkin:

- $e(S_2, T_2)$ - T_2 kelajak vaqt davrda ob`ektni S_2 gurux nusxalarni texnik holatini;
- $e(S_o, T_2)$ - T_2 kelajak vaqt davrda ob`ektni S_o bir nusxasi texnik holatini;
- $e(S_2, t_o)$ - t_o xozirgi vaqt davrda ob`ektni S_2 gurux nusxalarni texnik holatini;
- $e(S_o, t_o)$ - t_o xozirgi vaqt davrda ob`ektni S_o bir nusxasi texnik holatini.

Keltirilgan to'rt xil ishlov berish ko'rinishlaridan 1- va 2-chi apriorli ma'lumotlar prognozlashtirish masalalariga to'g'ri keladi (1 jadval), 3-chi va 4-chi esa diagnostikalash masalalariga.

Prognozlashtirish va diagnostikalashtirish masalalar klassifikatsiyasi.

1 jadval

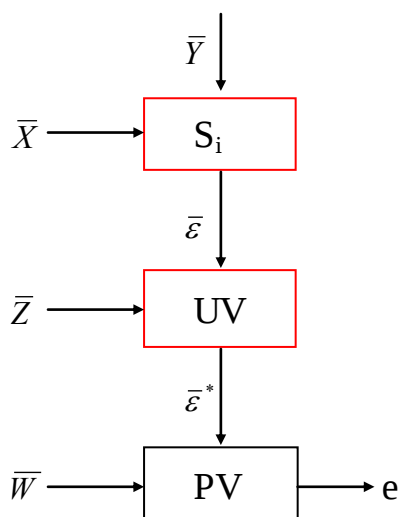
Apriorli ma'lumotni hajmi	Prognozlashtirish		Diagnostikalash	
	Guruhli.	Individual.	Guruhli.	Individual
$e(S_1, T_1)$ $e(S_o, T_1)$ $e(S_1, t_o)$ $e(S_o, t_o)$	GP	IP	TT	KD

Belgilar

GP- guruhli prognozlashtirish;
 IP- individual prognozlashtirish;
 TT- tanlab tekshirish;
 KD- "klassik" diagnostikalash.

Ob`ektni prognozlashda ko'p omillarni hisobga olish lozim. Masalan, ob`ektni texnik holatiga ta'sir qiluvchi omillar – apparatlarni fizik-kimiyoviy xususiyatlari (eskirish, eyilish va boshkalar), ularni $\bar{X}$ vektor bilan belgilaymiz (2-rasm):

- tasodifiy ichki va tashqi xalaqitlar ($\bar{Y}$ vektor);
- ob`ekt parametrlarni yig'imi ( $\bar{\varepsilon}$  vektor), ular  $\bar{X}$  vektorga jiddiy bog'langan va ob`ektni kelajak texnik holatini oldindan bilish imkonini beradi.



2 rasm.

Prognozashtirish tizimini birchiziqli sxemasi, ob`ektni S_i nusxasi, O'V o'lchash vositalar va PV prognozashtirish vositalar.

Bu parametrlar prognozashtiruvchi deyiladi. Parametrlarni o'lchashda o'lchash xatoliklar bo'lishi mumkin ($\bar{Z}$ vektori), shu sababli $\bar{\varepsilon}$ vektorni o'rniga $\bar{\varepsilon}^* = \bar{\varepsilon}$ vektor kelib chiqadi. Prognozashtirish natijalariga prognozashtirish xatoliklar ($\bar{W}$ vektori) ta'sir qilishi mumkin. Shunday qilib, kelajakdagi ob`ektning texnik holati bir necha argumentlarga bog'liq:

$$e = f(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}, \bar{W}) \quad (4.1)$$

(4.1) bog'liqlik prognozashtirish jarayonini modeli bo'ladi va ehtimoliy xususiyatga ega, chunki $\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}, \bar{W}$ argumentlar tasodifiy funktsiyadir. (4.1) bog'liqlikni analitik shaklda olish juda murakkab, shuning uchun amaliyotda umumiy masalani va prognozashtirishni parchalash yo'li bilan oddiylashtirilgan modellar qo'llanadi.

$$\bar{\varepsilon}^* = \varphi_l(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{Z}), l = 1, 2, \dots, n \quad (4.2)$$

$$e = \Psi(\bar{\varepsilon}^*, \bar{W}) \quad (4.3)$$

Bu modellar «ideal model» deyiladi, ularga matematik usullar yordamida ishlov beriladi.

Prognozashtirish parametrlarini tanlash uchun rasmiy usullar bo'lmaydi va ular ob`ektlarni funktsional, tuzilmali, fizik-kimiyoviy va boshqa xususiyatlarini bilish asosida, ishlatish sharoitini hisobga olib va xokazo intuitiv ravishda tanlanadi.

Murakkab ob`ektlarni prognozashtirishda cheklanganligiga va qiyinchiliklarga uchraladi – prognozashtirish usullarini va vositalarni amaliyotda kam qo'llanishi shu bilan izohlanadi.

Ob`ektni funktsional va testli diagnostikalash funktsiyani o`zgarish dinamikasini grafiklar shaklda aniqlash imkonini beradi. Ular bo`yicha yaroqlilik mezonini empirik tanlash mumkin va uning chegarali qiymatini tayinlamok va ob`ektni alohida prognozlashtirish, uning holati bo`yicha xizmat qilish mumkin bo`ladi.

– Inkor jadalliklarini absolyut kiymatlari yoki ekspert baholash usullari yaroqlilikni eng oson mezoni bo`lishi mumkin.

Texnik diagnostikani puxtalik va sifat bilan aloqasi.

Tamoyillar, aniqlash usullari, vositalar va nuqsonlarni izlash yig`imi yoki boshka so`z bilan aytganda – ob`ektni diagnostik ta`minlashni tashqil qilish, ularni ishlab chiqarishda va ishlatishda diagnostik jihatdan puxtalik asosini tashqil etadi. Ob`ektlarni ishlab chiqarish va ishlatish jarayonida texnik holatini aniqlash masalalari diagnostik joizlik chegaralarida echilishi zarur.

Diagnostik ta`minlashni, puxtalikni oshirish buyicha, ob`ektni loyixalash davrida qo`yish lozim, ishlab chiqarish davrda ta`minlanadi va ishlash davrda ushlab turish kerak.

Diagnostikalash tizimlarini sifatini asosiy ko`rsatkichi - nuqsonlarni izlash chukurligini va aniqlash to`liqligiga ular kafillik berishi bo`ladi. Diagnostikalash tizimlarni «ikqilamchi» sifat ko`rsatkichlar hisobiga apparatlar sarfi, vaqt, energiya, hamda diagnostikalash vositalarni puxtalik ko`rsatkichlari, bu hisobdan diagnozning aniqligini kiritish mumkin.

Bir hil holatlarda ko`rsatilgan sarflar shartli cheklashlari bo`lishi mumkin. Bu holatlarda nuqsonlarni istalgan izlash chuqurligini va aniqlash to`liqligini majburiy pasaytirish mumkin.

Ob`ektlarni puxtalik ko`rsatkichlarini va diagnostikalash tizimlar xususiyatlarini bir qator variantlarni ko`rib chiqish yo`li bilan maqsadga muvofiqlab kelishtirish kerak. Bu hollarda mashinani puxtaligini modellashtirish tizimlari samarali bo`ladi.

Nazorat savollari:

1. Olinadigan apriorli ma`lumotni to`rtta hajmini aytib bering?
2. Ob`ektni qaysi diagnostikalashtirishda (guruhli, individual) tanlab qilinadigan nazorat o`tqaziladi?
3. Ob`ektni qaysi diagnostikalashtirishda (guruxli, individual) “klassik” diagnostikalash o`tqaziladi?
4. Diagnostikalash sifatini asosiy ko`rsatkichi nima bo`ladi?

Tayanch iboralar:

- texnik diagnostika;
- texnik tizim;
- diagnostika tuzilmasi;
- nazorat qobiliyati;
- diagnostika ob`ekti;

- matematik model;
- tizim holati;
- nukson;
- analogli algoritim;
- funktsional diagnostika;
- testli diagnostika;
- diagnostika vositalari;
- ob`ektlar modellari;
- nazoratga yaroqligi;
- diagnostika masalalari
- prognozlash.

6 mavzu: Texnik diagnostikalash usullari. Testli diagnostika.

Mavzu o'quv maqsadi-reja:

1. Diskret ob`ektlarning texnik diagnostikasi.
2. Analog ob`ektlarning texnik diagnostikasi.
3. Diagnostikalash tizimlarni birchiziqli sxemalari.
4. Analizatorli, etalonli, solishtirish sxemalari, generatsiyalash registr va signaturli analizator bilan va boshqalar.

Texnik diagnostikada ikki sinf ob`ektlari qabul qilingan: diskretli va analogli.

Diskretli ob`ektlar uchun texnik diagnostikani birdan bir asosiy masalasi testlarni ko`rish masalasi bo`lgan va shunday qoladi.

Texnik diagnostika rivojlanishini birinchi davri uchun muqobil echimlarni qo`lga kiritish o`ziga xos bo`ladi. Nuqsonlarni asosiy modeli doimiy buzuvchiliklar sinfi bo`ladi, va testlar ko`rish asosiy usullari – variantlarni saralash usullari (qoplamaning olish usullari, avtomatlar ustidan tajribalarni nazariy usullari) hisoblanadi.

Rivojlanishni ikkinchi davri uchun diskretli ob`ektlarni tuzilmali-analitik va tuzilmali modellarga ishlov berishda yangi usullarga o`tish, testlarni muqobillashdan voz kechishga to`g`ri keladi.

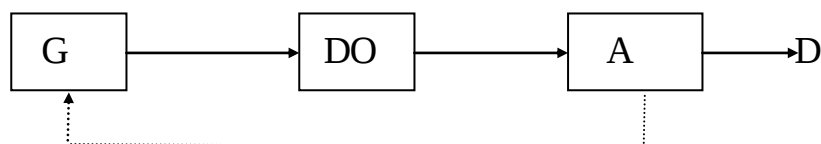
Rivojlanishni uchinchi davri - katta integral sxemalar paydo bo`lishi bilan bog`liq, va diskretli ob`ektlarni funktsional ko`rsatmoq zarurligiga olib keladi.

Analogli ob`ektlarni diagnostik modellarini mantiqiy modellar va sababiyat-binobarin alokalar jadvallari sifatida ko`rsatish mumkin. Diagnostikalash tashqiliy ob`ektlari parametrlarini ijozatli nazorat tamoyiliga asoslanadi.

Dinamik tizimlarni testli diagnostikalash masalalarini echish uchun quyidagi usullar natijalari asosida sezgirlik nazariyasidan, deshifrovka usullaridan, integral diagnostika usullaridan foydalanadilar.

Diagnostikalash tizimlarini yaratishda tanlash yoki testlarni amalga oshirish vositalarni ishlab chiqish muhim masala bo`ladi.

Testli diagnostikalashni bir necha birchiziqli sxemalarini ko`rib chiqamiz.



3 rasm.

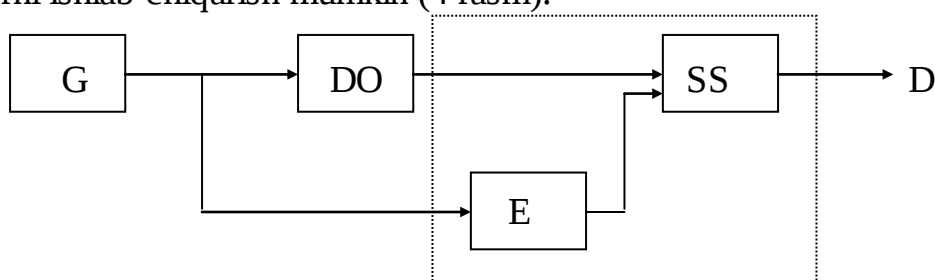
G – generator;

A – analizator;

DO – diagnostikalash ob`ekti; D – diagnoz.

Generator **G** funktsiyasi (3 rasm) tizimni ishlash jarayonida saqlash yoki testlarni ishlab chiqarish (generatsiya) va ularni diagnostikalash ob`ektiga **DO** uzatishdan iborat. Analizator **A** testli ta`sirlarga ob`ektning kutilayotgan javoblarini saqlash, xaqiqiy javoblarni kutilayotganlar bilan solishtirish va diagnoz **D** chiqarib berish uchun mo`ljallangan.

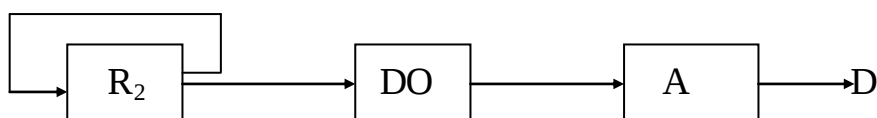
Mumkin bo`lgan joyda va maksadga muvofik bo`lsa, diagnostikalash ob`ekti va uni ishga yaroqli nusxasi **E** etalon bilan yig`imini va solishtirish sxema **SS** shaklda analizatorni ishlab chiqarish mumkin (4 rasm).



4 rasm.

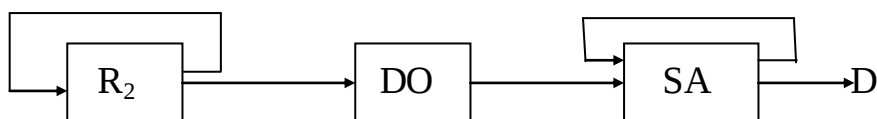
Keltirilgan sxemada diagnostikalash ob`ektining kutilayotgan javoblarni saqlash hojati qolmaydi, ammo etalonni yaratish va uni yaroqli holatini ta`minlash zarurligi paydo bo`ladi.

Diskretli ob`ektlarni soxta tasodifiy testlar bilan diagnostikalashda teskari aloqalarida mavjud siljish registri R_2 (5 rasm) shu testlarni ishlab chiqaradi (generatsiya), bu test ishlab chiqarish generatorini amalga oshirish uchun apparatga ketgan sarfni ancha qisqartiradi, chunki testlarni saqlash vazifasini bajaradigan xotirani zaruriyati bo`lmaydi.



5 rasm.

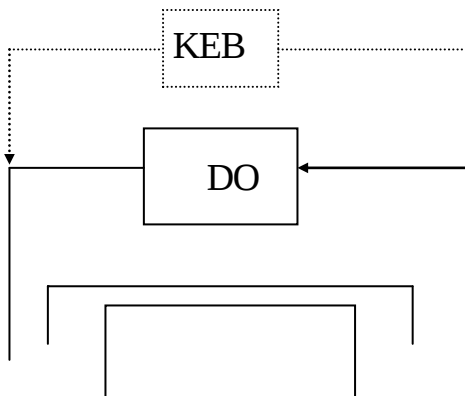
Diskretli diagnostikalash ob`ektlarni uzun ketma-ket chiqish javoblarini olish uchun signatur analizatorlar SA, odatdan teskari aloqalari bor registrlar yoki hisoblagichlar ko`rinishda qo`llanadi (6 rasm).

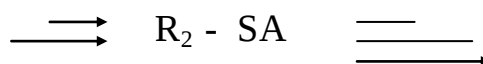


6 rasm.

Diskretli ob`ektlar uchun soxta tasodifiy testlar generatorini va signatur analizatorini bitta registorda birlashtirish  $R_2$ -SA mumkin va ko`p xollarda ishlab chiqarilgan (generatsiya) testlarni sifatini oshirib berishni ta`minlash maqsadida qo`shimcha elektron blok - **KEB** qo`llanadi (7 rasm).

Avtomatlashtirilgan diagnostikalash tizimlarda testlar generatorini yoki javoblar analizatorini funktsiyalarini qismi operatorga yuklanadi. Almashuvchi dastur (EXM) bo`yicha ishlayotgan diagnostikalash ob`ektlari uchun testlar generatorlari va javoblar analizatorlari to`la yoki qisman dasturli amalga oshirilishi mumkin.





7 rasm.

Funksional testlar yordamida diagnostikashtirishda testlarni maxsus generatorlariga zaruriyat bo'lmaydi. Javoblar analizatorlari chiqariladigan zondlar va adapterlar bilan jihozlanishi mumkin, ob'ektni ichki nazorat nuqtalaridan hosil bo'lgan testlar ta'sirlariga ob'ekt javoblarini olish imkonini beradilar, bu esa nuqsonlarni izlashda katta ahamiyatga ega.

Nazorat savollari:

1. Texnik diagnostikaga ob'ektlarning qanday turlari bo'ysinadi?
2. Texnik diagnostikani rivojlanish uchta davrini aytib bering.
3. Testli diagnostikalash tizimini bir chiziqli sxemasini tushuntirib bering.
4. Qachon analizator sifatida etalon (E) va solishtirish sxemasi (SS) qo'llanadi.
5. Diskretli diagnostikalash nima?
6. Avtomatlashtirilgan diagnostikalash tizimini izohlang.

7 mavzu: Qiymatlarni hisoblash algoritmlari va tarmoq mashinalariga qo'llash.

Mavzu o'quv maqsadi-reja:

1. O'zini-o'zi tekshirish tizimi bo'yicha diskret ob'ektlarni funksional diagnostikalash vositalari.
2. Analogli ob'ektlarni funksional diagnostikalash.
3. Eskizli va texnikaviy loyihalarni texnik diagnostikalash.
4. Analogli ob'ektlarni funksional diagnostikalashda matematik modellashtirish.

5. Texnik diagnostikalash vositalarini loyihalash.

Funksional diagnostikalash.

Diskretli hamda analogli funksional diagnostikalashni tashqil qilish ob`ektning o`ziga xos xususiyatiga bog`liq bo`ladi.

Diskretli diagnostikalash ob`ektlarini funksional vositalari ko`pincha ob`ektning ichiga o`rnatilgan o`zini-o`zi tekshiradigan nazorat vositalar tizimi bo`yicha loyihalanadi:

- mahalliy diagnostikalash tizimi bilan;
- funksional diagnostikalashni umumiy tizimi bilan.

O`zini-o`zi tekshiradigan nazorat vositalari nazoratlanayotgan ob`ektlarni buzuvchiliklari bilan bir qatorda o`zini buzuvchiliklarini eng sodda testlash yo`li bilan topish xususiyatiga ega. Bu holatda uni har bir qismiga o`zini mahalliy tizimi yaratiladi.

Mahalliy tizim «joyida» qo`llanishi mumkin, masalan, buzilgan funksional bitirilgan qismlarni indikatsiyalash uchun, shuningdek ob`ektning texnik xolati to`g`risida umumiy funksional diagnostikalash tizimi ishlab chiqarayotgan umumlashgan signal olish uchun.

Teskari aloqa tizimlari bor analogli ob`ektlarni funksional diagnostikalash masalalarini echish uchun, ko`shimcha (keragidan ortiq) qo`llanilgan signallar konstantli qiymatlarini maxsus tashqil qilingan nazorat nuqtalarga kiritishga asoslangan usullar qo`llanadilar. Ularga shovqinli ob`ektlar va ob`ektlar aylanuvchan qismlari bilan texnik holatini funksional diagnostikalashni vibroakustik usullari kiradi.

Funksional diagnostikalash to`xtovsiz hamda takrorlanib yoki har zamonda amalga oshirilishi mumkin.

Ob`ektlarni loyihalashda va modernizatsiyalashda diagnostik ta`minlashni muhokama qilish, savollarni natijalari eskizli va texnikaviy loyixalarda «Texnik diagnostika» bo`limida ifodalash lozim. Shu bilan birga quyidagilarni aniqlash lozim bo`ladi:

- ishlab chikarilayotgan loyihalar tsikllarini;
- diagnostikalashtirishga mo`ljallangan yaroqlik, ob`ektni to`g`ri funktsiyalanishi, nuqsonlar ro`yxatini tuzish;
- nuqsonlarni izlash masalalarini taqsimlash;
- diagnostikalashni maqsadga muvofik turlari (testli, funktsionalli), hamda mahalliy diagnostikalash tizimlari tarkibi;
- diagnostikalashni har bir masalasi uchun diagnostikalash algoritmlari;
- testli va funktsionalli diagnostikalashni vositalari (apparaturali, dasturli, avtomatli, qo`lda bajaraladigan, ixtisoslashtirilgan, universal, tashqi va ichiga o`rnatilgan).

Loyihalarni boshqa bo`limlarida ishlash tamoyili va diagnostikalash vositalarini tuzilishi, diagnostikalash vositalari va ob`ektini tayyorlashiga tegishli talablar bo`yicha, diagnostikalash natijalarini qayta ishlash to`g`risida va boshqa ma`lumotlar bo`lishi kerak. Bu xizmat qiluvchi xodimlarga diagnostikalashni tashqil qilish va o`tqazish uchun zarur bo`ladi.

Analogli ob`ektlarni funksional diagnostikalashda

matematik modellashtirish.

Analogli ob`ektlarni funktsional diagnostikalashda matematik modellashtirish – bu ob`ekt elementlarida jarayonlarni, shu hisobdan buzuvchiliklarni rivojlanish jarayonini, ya`ni ob`ektning matematik modellarini (MM) tavsiflab beruvchi tenglamalardan foydalanish yo`li bilan zarur ma`lumotni qo`lga kiritish usullardan biridir.

Tizim elementini matematik modellari (MM) – bu differentsial va algebraik tenglamalarni, empirik formulalarni, jadvallarni, elementni (agregat, uzal) xususiyatlarini, ya`ni ichki va tashqi boshqaruv parametrlar orasidagi aloqalar grafiklarini tavsiflab beruvchi yigimi:

$$F = (x, y, z) = 0$$

Bu erda: x – ob`ektning parametrlar vektori;
 u – boshqaruv ta`sirlari vektori;
 z – ko`zg`atuv ta`sirlari vektori.

MM tuzilishini usullar bo`yicha analitik, empirik va yarimempiriklarga bo`lish mumkin. Foydalanayotgan tenglamalarni yozuv bo`yicha, aniqrog`i jarayonni tavsiflashda, hamma MM chiziqli va nochiziqli shakldagilarga bo`linadi.

Empirikli (eksperimental) modellar etarli aniqlikka ega bo`ladilar, biroq ob`ektning ichida parametrlar orasidagi funktsional aloqalarni tashqi ko`zg`atuvchi yoki boshqaruvchi parametrlari bilan olish uchun eksperimentlarni katta hajmi zarur bo`ladi.

Amaliyotda aralashtirilgan yarimempirikli MM eng ko`p qo`llanilgan, uni tuzilishida umumiy fizikaviy qonuniyatlar hamda eksperimentlar natijalari foydalaniladi va ular analitik MM hisobga olmagan jarayonni ko`p detallarini hisobga olish imkoniyatini beradilar.

Empirik va yarimempirik MM tuzilish holatlarida tenglamalarni qulayroq shaklini tanlash va ularni koeffitsientlarini aniqlash uchun identifikatsiya usullari ishlatiladi. Hamma aytilgan MM turlari texnik diagnostikalash vositalarini (TDV) yaratishda qo`llaniladi.

Nochiziqli tenglamalarda matematik modellashtirishda yozish ko`rsatilgan formula buyicha olib boriladi $F = (x, y, z) = 0$.

Bu erda o`zgaruvchanlar  $x$ ,  $u$ ,  $z$  va ularni hosila miqdori, ko`paytmalar, darajalar, funktsiyalar va xokazo shaklda, tenglamaga kiradi.

Chiziqli tenglamalarda MM tenglamasi quyidagi shaklga ega:

$$A(s)x = \varphi(y, z)$$

Bu erda: $A(s)$ ikkinchi darajali matritsa, uni koeffitsienti S bo`yicha ko`p sonli;

$S = \frac{d}{dt}$ - differentsiallash operatori.

Texnik diagnostikalash vositalarini loyihalash.

TDV loyixalashda to'rtta davrni ajratish mumkin. Har bir davr, shu davrga tegishli detallashtirish darajasi bilan to'g'ri kelgan, TDV tuzilma tasnifini va xususiyatini ko'rsatadi.

Birinchi davr - dastlabki deb nomlangan, loyihamayotgan vositalarga talablarni asoslash mo'ljallanadi. Bu davr hamma keyingi davrlar uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Berilgan davr TDV loyihalashga texnik topshiriqni ishlab chiqish bilan yakunlanadi.

Ikkinchi davr – texnik diagnostikalash vositalar yaratishni asosiy tamoyillari ishlab chiqiladi, umumiy tuzilma va asosiy elementlar, TDV sifatiga va operator funktsiyasiga qo'yilgan talablar hamda talab qilingan sarflar aniqlanadi va nazoratlanadi. Davrning oxirida TDV samaraligi va puxtaligi taxminan baholanadi, bu esa loyihalashda qo'pol xatoliklarga yo'l qo'ymaslikka yordam beradi.

Uchinchi davr – texnik loyihalashga to'g'ri keladi, bunda elementlar bazasi tanlanadi va tamoyilli, montajli va boshqa texnik hujjatlar ishlab chiqiladi.

To'rtinchi davr – texnik vositalarni va alohida bloklarni loyihalash masalalarini echish mo'ljallanadi.

Qabul qilingan texnik echimlar stendli va davlat sinovlarni bajarish jarayonida eksperimental tekshiriladi.

Nazorat savollari:

1. Diskretli ob'ektlarni funktsional diagnostikalashni o'xshashligi qacda qo'llanadi?
2. O'zini-o'zi tekshirish nazorat tizimi, ularni funktsiyasi?
3. Eskizli va texnikaviy loyixalarda texnik diagnostika bo'limiga nimalar kiradi?
4. Analogli ob'ektlarni diagnostikalashda matematik modellashtirish tushunchasini izohlang.
5. Diagnostikalashni texnik vositalarini loyihalash davrlarini aytib bering.

8 mavzu: Sonli yechishda aniqlikni baholash.

Mavzu o'quv maqsadi - reja:

1. Ehtimoliy tanib olish usuli.
2. Deterministli tanib olish usuli.
3. Statistik tanib olish usuli.
4. Bayesning usuli.

Matematik masalani qo'yish.

Diagnostika masalalarida tizimni holati ko'pincha alomatlar yig'imi yordamida tasvirlanadi:

$$k = (k_1, k_2, \dots, k_j, \dots, k_v)$$

Bu erda: k_j - m_j razryadlarga ega alomat.

Faraz qilaylik k_j uch razryadli alomatni ($m_j=3$) ifodalaydi, turbinadan keyin gazni haroratiga baho beradi: pasaygan, ma'yori, ko'tarilgan holatlariga. k_j alomatni har bir razryadi (intervali) k_{j3} qilib belgilanadi, masalan, turbinadan keyingi harorat k_{j3} . Fakt bo'yicha kuzatilayotgan holat alomatini ma'lum amalga oshirilishiga to'g'ri keladi. Ushbu holat yuqoridagi indeks bilan belgilanadi. Masalan, ko'tarilgan haroratda alomatni amalga oshirilishi $k_j^* = k_{j3}$.

Umumiy holatda tizimni har bir nusxasi alomatlarini qandaydir amalga oshirilishiga to'g'ri keladi:

$$K^* = (k_1^*, k_2^*, \dots, k_j^*, \dots, k_v^*).$$

Ko'p ko'rib chiqish algoritmlarda tizimni, v -o'lchamli vektor yoki v -o'lchamli makonda x_j alomatlar bilan baholash qulay:

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_j, \dots, x_v)$$

Ko'p hollarda x_j parametrlari to'xtovsiz taqsimlashga ega. Masalan, x_j - turbinadan keyingi haroratini bildiruvchi parametr. Taxmin qilaylik, x_j (S^0) va k_j uchrazryadli alomatni parametrlar orasidagi loyqlik quyidagicha:

< 450	k_{j1}
$450 - 550$	k_{j2}
> 550	k_{j3}

Bu holatda k_j alomat yordamida diskret ifodalash hosil bo'ladi, bunda x_j parametr sodda tasvir beradi. Hisobga olamizki, to'xtovsiz tasvirlashda odatda katta hajmda dastlabki ma'lumot talab qilinadi, ammo tasvirlash ancha aniqroq chiqadi. Agar parametrlar taksimlashni statistik qonunlari ma'lum bo'lsa, unda zarur bo'lgan dastlabki ma'lumotni hajmi qisqartiladi.

Yuqoridagidan ma'lum bo'ladiki, alomatlar yoki parametrlar yordamida tizimni ifodalashda tamoyilli farqi yo'q va kelajakda shu ikki tur ifodalanishlar qo'llanadilar.

Texnik diagnostika masalalarida tizimni holatlari - D_i diagnoz - ma'lum hisoblanishi bo'lishi mumkin.

Aniqlash masalasini echishda ikkita asosiy yo'l bor - ehtimolli va deterministli.

Aniqlashda extimoliy usullar masalalarni qo'yish.

Ba'zi tizimlar bo'ladiki, ularda n tasodifiy D_i holatlarda bo'ladi. Alomatlar yigimi ma'lumki, ulardan har bittasi tizim holatini ma'lum ehtimollik bilan ta'riflaydi. Hal qiluvchi qoidani yaratish talab qilinadi, uni yordami bilan diagnostikalashtirilayotgan alomatlar yig'imi mumkin bo'lgan biridan bir holatlarga (diagnozlar) o'tqazilishi bo'ladi. Qabul qilingan echimni shubhasiz to'g'riligini va notug'ri echimni xavf darajasini baholash ham ma'qul bo'ladi.

Aniqlashda deterministli usullar masalalarni qo'yish.

Deterministli usullar bilan aniqlashda masalani geometrik tilida shakllantirish qulay. Agar tizim v -o'lchamli vektor X bilan ta'riflansa, unda tizimni har qanday holati parametrlari v -o'lchamli makonda o'zini nuqta shaklda ifodalaydi. Diagnostik D_i ni bir qancha ko'rib chiqilayotgan alomatlar makon zonasiga to'g'ri kelishi taxmin qilinadi. Hal qiluvchi qonunni topish talab qilinadi va shunga binoan X^* vektorni (diagnostikalashtirilayotgan ob'ekt) diagnostikni ma'lum zonasiga o'tkazilishi lozim. Shunday qilib, masalani echish alomatlar makonini diagnostik zonalarga taqsimlashdan iborat.

Ehtimolli va deterministli usullarda tamoyilli farqi yo'q. Ehtimolli usullar umumiyroq bo'ladilar, ammo ular dastlabki ma'lumotni katta hajmda talab qiladi. Deterministli usullar aniqlash jarayoni mavjud tomonlarini qisqarok tasvirlaydi, ortiqcha va arziyas ma'lumotdan kamroq bog'liq bo'ladi, insonni mantiqiy fikrlashiga ko'proq to'g'ri keladi.

Tizim holatini aniqlashning statistik usullari.

Bayes usuli.

Texnik diagnostika usullar orasida Bayesni umumlashtirilgan formulasiga asoslangan usul oddiyligi va samaraliligi tufayli alohida joy egallagan.

Bayes usulida kamchiliklar ham bor: dastlabki ma'lumotni katta hajmi, kamdan-kam uchraydigan diagnostiklarni «ezish» va boshqalar.

Usulning asoslari.

Usul Bayesning oddiy formulasiga asoslangan. Agar D_i diagnostik va k_j oddiy alomat, shu diagnostikda uchraydigan bo'lsa, unda hodisalar birgalikda paydo bo'lish ehtimoli:

$$P(D_i k_j) = P(D_i)P(k_j / D_i) = P(k_j)P(D_i / k_j) \quad (7.1).$$

Bu tenglamadan Bayes formulasi chiqadi:

$$P(D_i / k_j) = P(D_i) \frac{P(k_j / D_i)}{P(k_j)} \quad (7.2).$$

Shu formulaga kiritilgan hamma o'lchamlar ma'nosini aniqlash juda muhim: $P(D_i)$ - D_i diagnostikni ehtimoli, statistik qiymatlar (diagnozning apriorli ehtimoli) bo'yicha aniqlanadigan.

Shunday qilib, N ob`ektlar oldindan tekshirilgan va  $N_i$  ob`ektlarda D_i holati bor bo`lsa, unda:

$$P(D_i) = N_i / N \quad (7.3).$$

$P(k_j / D_i)$ - D_i holatdagi ob`ektlarda  $k_j$  alomatlar paydo bo`lish ehtimoli.

Agar D_i diagnozi bor N_i ob`ektlar orasida,  $N_{ij}$  larda  $k_j$  alomat paydo bo`lsa, unda:

$$P(k_j / D_i) = \frac{N_{ij}}{N_i} \quad (7.4).$$

$P(k_j)$ - xamma ob`ektlarda  $k_j$  alomat paydo bo`lish ehtimoli, ob`ektni holatiga (diagnozga) bog`liq bo`lmagan holda. Agar  $N$  ob`ektlarni umumiy sonlar ichida k_j alomat N_j ob`ektlarda topilgan bo`lsa, unda:

$$P(k_j) = \frac{N_j}{N} \quad (7.5).$$

Diagnoz qo`yish uchun maxsus hisoblangan  $P(k_j)$  zaruriyati yo`k. Kelajakdan aniq bo`ladiki, hamma mumkin bo`lgan holatlarga ma`lum bo`lgan $P(D_i)$ va $P(k_j / D_i)$ qiymatlari $P(k_j)$ qiymatini aniqlaydi.

D_i diaqnozning ehtimoli (3.2) tenglamada, ko`rib chiqarilayotgan  $k_j$  ob`ekni alomatini (diagnozni aposteriorli ehtimoli) borligi ma`lum bo`lgandan keyin aniqlanadi.

Bayesning umumlashtirilgan formulasi.

Umumlashtirilgan formula, $k_1, k_2, k_3, \dots, k_v$. alomatlarni o`ziga qo`shuvchi K alomatlar kompleksi bo`yicha tekshirish o`rtqaziladigan hodisaga taalluqli bo`ladi. Xar bir  $k_j$  alomatlar  $m_j$  razryadlarga ( $k_{j1}, k_{j2}, \dots, k_{jmj}$ ) ega. Tekshirish natijasida alomatlarni va  $K^*$  alomatlar kompleksni hammasi amalga oshirilishi ma`lum bo`lib qoladi.

$$k_j^* = k_{js} \quad (7.6)$$

Indeks (*) ilgaridek, alomatlarni konkretli qiymatini bildiradi. Bayes formulasi alomatlar kompleksi uchun quyidagi ko`rinishga ega:

$$P(D_i / K^*) = P(D_i) \frac{P(K^* / D_i)}{P(K^*)} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (7.7),$$

Bu erda: $P(D_i / k_j)$ - K alomatlar kompleksi bo`yicha tekshirish natijalari ma`lum bo`lgandan keyin D_i diaqnozni ehtimoli;

$P(D_i)$ - D_i diaqnozni dastlabki ehtimoli (oldingi statistika bo`yicha).

(7.7) formula diaqnozlarni mumkin bo`lgan  $n$  holatlardan har qanaqasiga tegishli. Taxmin qilinadiki, tizim faqat bitta ko`rsatilgan holatda bo`ladi va shuning uchun:

$$\sum_{s=1}^n P(D_s) = 1 \quad (7.8).$$

Amaliy masalalarda ko'pincha bir necha $A_1, \dots, A_r$, holatlar bo'lishi mumkin, hamda ulardan ba'zilar bir biri bilan kombinatsiyada bo'lishi mumkin. Unda har xil D_i diagnozlar sifatida ayrim $D_i = A_1, \dots, D_r = A_r$ holatlarni va ular $D_{r+1} = A_1 \wedge A_2 \dots$ kombinatsiyalarni va hokazolarni ko'rib chiqish lozim.

$P(K^* / D_i)$ ni aniqlashga o'tamiz. Agar alomatlar kompleksi ν alomatlardan iborat bo'lsa, unda:

$$P(K^* / D_i) = P(k_1^* / D_i) P(k_2^* / k_1^* D_i) \dots P(k_\nu^* / k_1^* \dots k_{\nu-1}^* D_i), \quad (7.9),$$

Bu erda: $k_j^* = k_{js}$ - o'rganish natijasida ma'lum bo'lgan alomat razryadi.

Diagnostic mustaqil alomatlar uchun:

$$P(K^* / D_i) = P(k_1^* / D_i) P(k_2^* / D_i) \dots P(k_\nu^* / D_i). \quad (7.10).$$

Amaliy masalalarni ko'pchiligi, ayniqsa alomatlar soni ko'pligida, alomatlar mustaqilligi shartini, hatto ularni orasida jiddiy aloqalar bo'lsa ham, qabul qilishi mumkin.

Alomatlar K^* kompleksi paydo bo'lish ehtimoli:

$$P(K^*) = \sum_{s=1}^n P(D_s) P(K^* / D_s) \quad (7.11).$$

Bayesning umumlashtirilgan formulasi quyidagicha yozilishi mumkin:

$$P(D_i / K^*) = \frac{P(D_i) P(K^* / D_i)}{\sum_{s=1}^n P(D_s) P(K^* / D_s)} \quad (7.12),$$

Bu erda (7.9) yoki (7.10) tenglama bilan $P(K^* / D_i)$ aniqlanadi.

(7.12) o'zaro nisbatdan quyidagi kelib chiqadi:

$$\sum_{s=1}^n P(D_i / K^*) = 1 \quad (7.13),$$

U shunday bo'lishi kerak, chunki diagnozlardan biri albatta amalga oshiriladi, ikki diagnozlar esa bir vaqtda amalga oshirilishi mumkin emas.

Shuni inobatga olish kerakki, Bayes formulasini mahraji hamma diagnozlarga bir xil. Bu alomatlar kompleksi amalga oshirilishini boshida aniqlash imkonini beradi:

$$P(D_i K^*) = P(D_i) P(K^* / D_i) \quad (7.14)$$

va undan keyin diagnozni aposteriorli ehtimolini aniqlash quyidagicha:

$$P(D_i / K^*) = \frac{P(D_i K^*)}{\sum_{s=1}^n P(D_s K^*)} \quad (7.15).$$

Ba'zan (7.12) formulani dastlabki logarifmlashdan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi, chunki (7.10) formulada kichik qiymatlarni ko'paytmalari bor.

Agar ba'zi K^* alomatlar kompleksini amalga oshirilishi $D\rho$ diagnoz uchun deterministlashtiruvchi bo'lsa, unda boshqa diagnozlarda bu kompleks uchramaydi:

$$P(K^*/D_s) = \begin{cases} 0 & \text{agar } s \neq \rho; \\ \neq 0 & \text{agar } s = \rho. \end{cases}$$

Unday bo'lsa (7.12) tenglamaga binoan:

$$P(D_s / K^*) = \begin{cases} 0 & \text{agar } s \neq \rho; \\ 1 & \text{agar } s = \rho. \end{cases} \quad (7.16).$$

Shunday qilib, diagnostik aniqlashni deterministik mantiqiy mantiqni ayrim bir holi bo'ladi. Alomatlarni bir qismi diskretli taqsimlashga ega bo'lsa, boshqa qismi – to'xtovsiz taqsimlashga ega bo'lsa Bayes formulasidan foydalanish mumkin.

To'xtovsiz taqsimlash uchun taqsimlashni zichligidan foydalanadilar. Birok hisoblash rejada ko'rsatilgan alomatlarni farqi agar to'xtovsiz funktsiyani topshirigi diskretli bilimlar yig'imi yordamida bajarilsa, muhim emas.

Nazorat savollari:

1. Tizim holatini aniqlaydigan alomatlar komplekslarini aytib bering?
2. Tizim holatini aniqlaydigan ehtimolli usulni tushuntirib bering?
3. Tizim holatini aniqlaydigan deterministik usulni aytib bering?
4. Tizim holatini aniqlaydigan statistik usulni aytib bering?
5. Tizim holatini aniqlashda Bayes usulini afzalligi nimada?

9 mavzu: Texnik diagnostikalashda aniqlikni o'lchash.

Mavzu o'quv maqsadi - reja:

1. Statistik materiallar asosida diagnostik matritsani yaratish.
2. Diagnostik apriorli korrektura yo'li bilan ehtimollikka o'tkazish mumkinligi.
3. Bayes usuli bo'yicha masalani echish misoli.

Diagnostik matritsa.

Bayes usuli bo'yicha diagnostik ehtimolliklarini aniqlash uchun diagnostik matritsani tuzish zarur (2 jadval), u dastlabki statistik material asosida tuziladi.

2 jadval

Diag- noz D_i .	k_j alomat									$R(D_i)$.
	k_1			k_2				k_3		
	$P(k_{11}/D_i)$	$P(k_{12}/D_i)$	$P(k_{13}/D_i)$	$P(k_{21}/D_i)$	$P(k_{22}/D_i)$	$P(k_{23}/D_i)$	$P(k_{24}/D_i)$	$P(k_{31}/D_i)$	$P(k_{32}/D_i)$	
D_1	0,8	0,2	0	0,1	0,1	0,6	0,2	0,2	0,8	0,3

D_2	0,1	0,7	0,2	0	0	0,3	0,7	0,1	0,9	0,1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Bu jadvalda har xil diagnostlarda alomatlar razryadlarini ehtimolligi ko'rsatilgan. Agar alomatlar ikki razryadli bo'lsa (oddiy alomatlar «ha-yo'k»), unda jadvalda $P(k_j / D_i)$ alomatni paydo bo'ulish ehtimolini ko'rsatish etarli bo'ladi. $P(\bar{k}_j / D_i) = 1 - P(k_j / D_i)$ alomat yo'qligini ehtimoli.

Birok bir xilli shaklni ishlatish juda qulay, tahmin qilib, maslan, ikki razryadli alomt uchun:

$$P(k_j / D_i) = P(k_{j1} / D_i);$$

$$P(\bar{k}_j / D_i) = P(k_{j2} / D_i).$$

Quyidagicha belgilaymiz:

$$\sum_{s=1}^m P(k_{js} / D_i) = 1$$

Bu erda: $m_i - k_i$ alomatni razryadlar soni.

Alomatni hamma mumkin bo'lgan amalga oshishligini yig'indisi birga teng.

Diagnostic matritsaga diagnostlarni apriorli ehtimolliklari kiritilgan. O'rganish jarayoni Bayes usulida diagnostik jarayonida jadvalni aniqlash ehtimolliklarini tuzilishidan iborat. Shuning uchun EHM xotirasida $P(k_j / D_i)$ saqlash bilan birga quyidagi kattaliklarni ham saqlash lozim:

N – diagnostik matritsani tuzish uchun ishlatilgan ob'ektlarni umumiy soni;

$N_i - D_i$ diagnostli ob'ektlar soni;

$N_{ij} - k_j$ alomat bo'yicha shartli D_i diagnostli ob'ektlar soni.

Agar D_μ diagnostli yangi ob'ekt chiqsa, unda diagnostlarni oldingi apriorli ehtimolliklar tuzatishlari o'tkaziladi va u quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$P(D_i) = \begin{cases} \frac{N_i}{N+1} = P(D_i) \frac{N}{N+1}; & i = 1, 2, \dots, n; \quad i \neq \mu \\ \frac{N_\mu + 1}{N+1} = P(D_\mu) \frac{N}{N+1} + \frac{1}{N+1}; & i = \mu \end{cases} \quad (8.1)$$

Undan keyin alomatlar ehtimolliklarga tuzatishlar kiritiladi. Faraz qilaylik D_μ diagnostli yangi ob'ektda k_j alomatda r razryad Aniqlangan. Unda keyingi diagnostika uchun D_μ diagnost yonida k_j alomat intervallar ehtimolliklarini yangi qiymatlari quyidagicha aniqlanadi:

$$P(k_j / D_\mu) = \begin{cases} P(k_{js} / D_\mu) \frac{N_{\mu i}}{N_{\mu i} + 1}; & s \neq r_i \\ P(k_{jr} / D_\mu) \frac{N_{\mu j}}{N_{\mu j} + 1} + \frac{1}{N_{\mu j} + 1}; & s = r \end{cases} \quad (8.2)$$

Alomatlarni shartli ehtimolliklari boshqa diagnozlarda tuzatish kiritishni talab qilmaydi.

Bayes usuli bo'yicha masala echimini misoli.

Faraz qilaylik: gazturbinali dvigatelni kuzatib borishda ikki alomati nazoratlanayapti: k_1 - turbinadan keyin gazni issiqligi 50°S dan ko'proq ko'tarilishi va k_2 - maksimal aylanish soniga chiqish vaqtini 5 sekunddan ortiq ko'payishi.

Taxmin qilamiz, ushbu dvigatel turiga shu alomatlarni paydo bo'lishi yoniglikni rostlagichini buzuvchiligi bilan bog'langan (D_1 holati), yoki turbinadagi radial tirqishi kengayishi bilan bog'langan (D_2 holati).

Dvigatelni me'yorli holatida (D_3 holati) k_1 alomatlar kuzatilmasa, k_2 alomat esa 5% holatlarda kuzatiladi. Statistik ma'lumotlar asosida ma'lumki 80% dvigatellar me'yorli holatida resursini ishlatib bo'ladilar, 5% dvigatellar esa D_1 xolatida bo'ladi va 15% - D_2 xolatida. Ma'lumki k_1 alomat D_1 xolatida 20% da uchraydi, D_2 xolatida esa 40% hollarda, k_2 alomat D_1 holatida 30%-da, D_2 holatida esa 50% hollarda. Shu ma'lumotlarni diagnostik jadvaliga (3-jadval) kiritamiz.

3 jadval

D_i	$P(k_1 / D_i)$	$P(k_2 / D_i)$	$R(D_i)$.
D_1	0,2	0,30	0,05
D_2	0,4	0,50	0,15
D_3	0,0	0,05	0,80
...	...	...	...

Boshidan, k_1 va k_2 alomatlar topilganda, dvigatellar holatlari ehtimolliklarini topamiz. Buning uchun, alomatlarni mustaqil hisoblab, (7.12) formuladan foydalanamiz

Holatni ehtimoli:

$$P(D_1 / k_1 k_2) = \frac{0,05 \cdot 0,2 \cdot 0,3}{0,05 \cdot 0,2 \cdot 0,3 + 0,15 \cdot 0,4 \cdot 0,5 + 0,8 \cdot 0 \cdot 0,05} = 0,09$$

Shu singari qabul qilamiz:

$$P(D_2 / k_1 k_2) = 0,91$$

$$P(D_3 / k_1 k_2) = 0$$

Dvigatel holati ehtimolini aniqlaymiz. Agar aniqlash natijasida haroratni ko'tarilishi kuzatilmasa (k_1 alomat yuq), unda maksimal aylanish chastotaga chiqish vaqti ko'payadi (k_2 alomat kuzatiladi). k_1 alomatni yo'qligi $\bar{k}_1$ alomat (qarama qarshi hodisalar) borligi bo'ladi, shu bilan birga:

$$P(\bar{k}_1 / D_i) = 1 - P(k_1 / D_i).$$

Hisobot uchun (7.12) formula ham ishlatiladi, ammo $P(k_1 / D_i)$ qiymatini diagnostik jadvalda $P(\bar{k}_1 / D_i)$ ga almashtiriladi. Shu holatda:

$$P(D_1 / \bar{k}_1 \cdot k_2) = \frac{0,05 \cdot 0,8 \cdot 0,3}{0,05 \cdot 0,8 \cdot 0,3 + 0,15 \cdot 0,6 \cdot 0,5 + 0,8 \cdot 1 \cdot 0,05} = 0,12$$

va shu singari:

$$P(D_2 / \bar{k}_1 \cdot k_2) = 0,46$$

$$P(D_3 / \bar{k}_1 \cdot k_2) = 0,41$$

Alomatlarni ikkovi ham yo'q bo'lganida holatlar ehtimollikini hisoblab chikamiz. Yukoridagiga asosan kabul qilamiz:

$$P(D_1 / \bar{k}_1 \cdot \bar{k}_2) = \frac{0,05 \cdot 0,8 \cdot 0,7}{0,05 \cdot 0,8 \cdot 0,7 + 0,15 \cdot 0,6 \cdot 0,5 + 0,8 \cdot 1 \cdot 0,15} = 0,03$$

$$P(D_3 / \bar{k}_1 \cdot \bar{k}_2) = 0,05; \quad P(D_3 / \bar{k}_1 \cdot \bar{k}_2) = 0,92.$$

D_1 va D_2 holatlar ehtimolliklari farq qilishini belgilaymiz, chunki ko'rib chiqilayotgan alomatlar ular uchun daterminirlashtiradigan emas. Keltirilgan hisobotlardan aniqlash mumkinki, dvigatelda k_1 va k_2 alomatlarni borligi 0,91 ehtimollik bilan D_1 holatiga ega, ya'ni radial tirkishni ko'payishi. Alomatlarni ikkovi yo'q bo'lsa ularni me'yorli holati hammasidan ko'ra ko'proq ehtimol (0,92 ehtimollik). k_1 alomatni yo'qligida va k_2 alomatni borligida D_2 va D_3 holatlarni ehtimoli taxminan teng (0,46 va 0,41) va dvigatelni holatini aniqlash uchun bir xil tekshirishlarni o'tkazish talab qilinadi.

Hal qiluvchi qonun – bu shunday konunki, qachonki u bilan diagnoz to'grisida moslik echimlar qabul qilinadilar. Bayes usulida ob'ekt K^* alomatlar kompleksi bilan eng ko'p (aposteriorli) ehtimollikga ega bo'lgan diagnozga to'g'ri keladi.

$$K^* \in D_i, \quad azap \quad P(D_i / K^*) > P(D_j / K^*) \quad (8.3).$$

$$\left(j = 1, 2, \dots, n; \quad i \neq j \right)$$

Funksional tahlilda ishlatiladigan $\in$ simvol ko'paytmaga tegishligini bildiradi. K^* alomatlar kompleksni amalga oshirilishiga ega bo'lgan ob'ekt qisqaroqligini (8.3) shart darak beradi, K^* amalga oshirilishi D_i diagnozga (xolatga) tegishli.

Odatda (8.3) qonun diagnozni ehtimollik uchun ostonaviy qiymatini kiritish bilan aniqlanadi:

$$P(D_i / K^*) \geq P_i \quad (8.4),$$

Bu erda: R_i - D_i diagnoz uchun oldindan tanlangan aniqlash darajasi. Shu bilan eng yaqin raqobatli diagnozni ehtimoli P_i baland emas. Odatda $P_i \geq 0,9$ qabul qilinadi.

$$P(D_i / K^*) < P_i \quad (8.5)$$

(8.5) shartga binoan diagnoz bo'yicha echim qabul qilinmaydi (aniqlashdan voz kechiladi) va qo'shimcha ma'lumotni tushishi talab qilinadi.

Bayes usulida echim qabul qilish jarayoni EHM da hisobot olib borilganda etarlicha tez bajariladi. Masalan, 24 holatlar uchun diagnoz qo'yish 80 ko'p razryadli alomatlarida sekundiga 10-20 ming operatsiyali tez ishlashlikka ega EHMda hammasi bo'lib bir necha minut tashqil qiladi.

Bayes usulini kamchiliklari – kamdan-kam uchraydigan diagnostik alomatlarni aniqlashda xatoliklari.

Amaliy hisobotlarda teng ehtimolliklik diagnostik hodisa uchun diagnostika o'tkazish maqsadga muvofik bo'ladi deb kabul qilib:

$$P(D_i) = \frac{1}{n} \quad (8.6).$$

Unda aposteriorli ehtimollikni eng ko'p qiymati D_i diagnozga to'g'ri keladi, unda $P(K^* / D_i)$ maksimal bo'ladi:

$$K^* \in D_i, \text{ azap } P(K^* / D_i) > P(K^* / D_j) \quad \left(j = 1, 2, \dots, n; \quad i \neq j \right) \quad (8.7).$$

Boshqa so'z bilan aytganda, D_i diagnoz o'rnatiladi, agar D_i diagnozda berilgan alomatlar yig'imi boshqa diagnostik alomatlarga nisbatan ko'proq uchrasa. Bunday hal qiluvchi qonun maksimal xaqiqatga o'xshashlik usuliga to'g'ri keladi. Avvaldagidan kelib chiqadiki, ushbu usul diagnostik alomatlarni bir xil apriorli ehtimolliklarda Bayes usulini ayrim bir holi bo'ladi. Maksimal xaqiqatga o'xshashlik usulda «zich» (tez-tez uchraydigan) va «siyrak» diagnostik alomatlarni teng xuquqli.

Aniqlashning puxtaligi uchun (8.7) sharti ostonaviy qiymati bilan to'ldirilishi lozim:

$$P(K^* / D_i) \geq P_i \quad (8.8),$$

Bu erda: P_i - D_i diagnoz uchun oldindan tanlangan aniqlash darajasi.

Nazorat savollari:

1. Alomatlar bo'limlarini aytib bering?
2. Bayesni umumlashgan formulasini va unda katnashadigan alomatlarni ko'rsatib bering.
3. Diagnostik matritsa yaratishni ma'nosi nimada?

4. Funktsional tahlil qo'llanadigan $\in$ belgisi nimani belgilaydi?
5. Bayes usulini kamchiligini izohlang.

10 mavzu: Texnologik masalada ketma-ket taxlil usuli.

Mavzu o'quv maqsadi - reja:

1. Ketma-ket tahlil - Vald usuli.
2. Usulni umumiy uslubiyoti.
3. Birinchi va ikkinchi tartibdagi xatoliklar extimolliklarini echimni kabul qilish chegarasi bilan alokasi.

Ketma-ket tahlil usuli.

Vald taklif qilgan ketma-ket tahlil usuli differentsial diagnostika uchun qo'llanadi (ikki holatlarni aniqlashda). Bayes usulidan farqi - tekshirishlar soni oldindan o'rnatilmaydi, ular xavf darajasi aniqlangan echimni qabul qilish uchun zarur bo'lgan kerakli takrorlanishda o'tkaziladi.

Usulni asoslari.

Bayes usulini qo'llashda D_1 va D_2 holatlarni aniqlash uchun nisbatlarni (mustaqil alomatlar uchun) tuzish lozim:

$$\frac{P(D_2 / K^*)}{P(D_1 / K^*)} = \frac{P(D_2)}{P(D_1)} \cdot \frac{P(k_1^* / D_2) \dots P(k_v^* / D_2)}{P(k_1^* / D_1) \dots P(k_v^* / D_1)} \quad (9.1).$$

Agar

$$\frac{P(D_2 / K^*)}{P(D_1 / K^*)} > 1 \quad (9.2)$$

yoki

$$\frac{P(k_1^* / D_2)}{P(k_1^* / D_1)} \dots \frac{P(k_v^* / D_2)}{P(k_v^* / D_1)} > \frac{P(D_1)}{P(D_2)} \quad (9.3),$$

unda $K^* \in D_2$ echim qabul qilinadi.

Ketma-ket tahlil usulida ko'rib chiqilayotgan alomatlar ehtimolliklarini nisbati (xaqiqatga o'xshashlik nisbati) ketma-ket tuziladi, shuning uchun, qonunga ko'ra, tekshirishlarni kamroq soni talab qilinadi. Usulni ma'nosini misolda tushuntiramiz.

Misol. Shunday bo'lsin: D_1 diagnozda k_1 oddiy alomat $P(k_1 / D_1)$ ehtimollik bilan to'qnashadi va $P(\bar{k}_1 / D_1)$ ehtimollik bilan yo'q bo'ladi, D_2 diagnoz uchun $P(k_1 / D_2)$ va $P(\bar{k}_1 / D_2)$ mos ravishda. Agar K^* ob'ektda k_1 alomat kuzatilsa va D_2 diagnozda u ko'proq uchratilsa, unda D_2 diagnoz foydasiga xulosa chiqarish mumkin.

$$\frac{P(k_1 / D_2)}{P(k_1 / D_1)} > A \quad \text{yonida} \quad K^* \in D_2 \quad (9.4),$$

Bu erda: A – echimni qabul qilishni ehtimolli chegarasi.

Qarama-qarshi hodisada, qachonki k_1 alomat D_1 diagnozda nisbatan ko'p uchrasa, echim D_1 diagnoz foydasiga qabul qilinadi:

$$\frac{P(k_1 / D_2)}{P(k_1 / D_1)} < B \quad \text{yonida} \quad K^* \in D_1 \quad (9.5),$$

Bu erda: B – echimni qabul qilishni quyi chegarasi.

Agar ehtimolliklar nisbati, qaysiki xaqiqatga o'xshashlik nisbat sifatida tez-tez uchratilsa:

$$B < \frac{P(k_1 / D_2)}{P(k_1 / D_1)} < A, \quad (9.6),$$

unda echim uchun qo'shimcha ma'lumot talab qilinadi. U holda k_2 alomat bo'yicha tekshirish o'tkaziladi va masalan, diagnostikalashtiraliyotgan ob'ektda bu alomat yo'k bo'lsin.

Xaqiqatga o'xshashlik ikki nisbatlarni ko'paytmasi tuziladi va:

$$\frac{P(k_1 / D_2)}{P(k_1 / D_1)} \cdot \frac{P(\bar{k}_2 / D_2)}{P(\bar{k}_2 / D_1)} > A \quad \text{yonida} \quad K^* \in D_2 \quad (9.7),$$

ob'ektni D_2 diagnozga o'tkazilishi to'g'risida echim qabul qilinadi. O'xshagan ko'rinishda echim qabul qilishni quyi chegarasi hisobga olinadi. Agar alomatlar bir

biriga bog'lik bo'lsa, unda $P(\bar{k}_2 / k_1 D_2) / P(\bar{k}_2 / k_1 D_1)$ nisbat qo'llanadi, k_2 alomat yo'qligini, k_1 alomat borligi sharti bilan ehtimoli hisobga olinadi.

Qo'shimcha tekshirish A va V tanlangan chegaralar bo'yicha Aniqlangan echimni qabul qilish mumkin bo'lganga qadar o'tkaziladi.

Ko'pincha xaqiqatga o'xshashlik nisbatini emas, shu nisbatni natural lagorifmini ko'rib chiqish qulay bo'lar ekan. Unda (9.7) sharti shunday bo'ladi:

$$\ln(P(k_1 / D_2) / P(k_1 / D_1)) + \ln(P(\bar{k}_2 / D_2) / P(\bar{k}_2 / D_1)) > \ln A$$

O'xshash formula sonli alomatlarni me'yorli taqsimlashda qo'llanadi.

Usulni umumiy uslubi.

Qisqartirish uchun alomatlar mustaqil deb hisoblaymiz. Shunday bo'lsinki, $v-1$ tekshirishlar o'tkazildi, qaysilar echimni qabul qilish imkoniyatini xali bermaganlar,

$$B < \frac{P(k_1^* / D_2)}{P(k_1^* / D_1)} \dots \frac{P(k_r^* / D_2)}{P(k_r^* / D_1)} < A; \quad r = 1, 2, \dots, v-1 \quad (9.8)$$

ammo v -chi tekshirishdan keyin

$$\frac{P(k_1^* / D_2)}{P(k_1^* / D_1)} \dots \frac{P(k_v^* / D_2)}{P(k_v^* / D_1)} > A \quad (9.9).$$

Unda ob'ektni D_2 : $K^* \in D_2$ diagnozga tegishligi to'grisida echim qabul qilinadi. Agar v -chi tekshirishdan keyin

$$\frac{P(k_1^* / D_2)}{P(k_1^* / D_1)} \dots \frac{P(k_v^* / D_2)}{P(k_v^* / D_1)} < B \quad (9.10).$$

unda ob'ekt D_1 diagnozga tegishli bo'ladi. Tekshirish hajmini qisqartirish uchun avvaliga hammasidan ko'ra axborotli alomatlarni tekshirish lozim.

Shunday qilib, to'xtovsiz taqsimlangan diagnostik parametrlar x_1, x_2 , uchun bu yaroqli, ammo alomatlar ehtimolliklar o'rniga (9.8), (9.9) va (9.10) nisbatlarga alomatlar ehtimolliklarni zichligi kiradilar.

Echim qabul qilish chegaralari bilan birinchi va ikkinchi turli xatoliklar ehtimolliklarini aloqasi.

Aniqlashda ikki turli xatoliklar bo'lishi mumkin.

D_1 diagnozga tegishli xatolik (D_2 diagnoz borligi qabul qilinadi, qachonki ob'ekt xaqiqatda D_1 diagnozga tegishli bo'lsa), birinchi turli xatolik deyiladi. D_2 diagnozga tegishli xatolik (D_1 diagnoz foydasiga qabul qilinadi, qachonki D_1 diagnozga xaqqoniy bo'lsa), ikkinchi turli xatolik deyiladi.

D_1 holatini yaroqli deb xisoblab, D_2 holatini esa nuqsonli deb, birinchi turli xatolik «qalbaki xavotirlik» bo'ladi, ikkinchi turli xatolik esa «nuqsonni o'tkazib yuborish» bo'ladi.

Birinchi turli xatolik ehtimolini α bilan, ikkinchi turli β bilan belgilaymiz. (9.8) va (9.9) shartlar borligini faraz qilib, D_2 diagnoz foydasiga echim qabul qilindi. Shu echim xaqqoniy bo'lish ehtimoli $1 - \beta$ teng. Alomatlarni berilgan amalga oshirilishi bilan ob'ektni D_1 diagnozga qarashli bo'lish ehtimoli α -dan iborat. Boshqa tarafdin,

(9.9) o'zaro nisbat kuchiga, D_2 diagnoz extimoli, hech bo'lmasa, A marta ko'p D_1 diagnozdan, ya'ni:

$$\frac{1-\beta}{\alpha} \geq A \quad (9.11).$$

Shunday qilib keyingi baholashni olish mumkin:

$$B \geq \frac{\beta}{1-\alpha} \quad (9.12).$$

Amaliy xisobotlarda ko'pincha qabul qilinadi: $\alpha = \beta = 0,05$ yoki $\alpha = \beta = 0,10$.

Nazorat savollari:

1. Vald va Bayes diagnostikalashni tahlil usullarini farqi nimada?
2. Diagnostikalashda tekshirishlarni hajmini kisqartirish uchun konkret nima qilasiz?
3. Birinchi va ikkinchi turli xatoliklarga nima kiradi?
4. Birinchi tartibdagi xatolik «Kalbaki xavotirlik» yoki «nuqsonni o'tkazib yuborish» xatoligini izohlang.
5. Usulni umumiy uslubiyotini izohlang.

11 mavzu: Tajriba o'tkazish asoslari va metodikasi.

Mavzu o'quv maqsadi-reja:

1. Aloqa turlari bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlar.
2. Muhimlik darajasi bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlar.
3. Mablaga bilan ta'minlash turi bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlar.
4. Ilmiy tadqiqot ishlar davomlilik bo'yicha.
5. Belgilangan maqsad bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlar.
6. Ilmiy tadqiqot ishlarni nazariy va amaliy bosqichlari.

Ilmiy tadqiqot ishlar har xil alomatlar bo'yicha klassifikatsiyalanadi.

1. **Aloqa turlari** bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlar ijtimoiy ishlab chiqarish bilan yangi konstruktsiyalar, mashinalar, jarayonlar va xokazolarni yaratishga, ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga, ishlab chiqarish munosabatlarini yaxshilashga, yangi mexnat vositalarni yaratmagan ishlab chiqarishni tashqil qilish darajasini oshirishga va xokazolarga qaratilgan ishlarga bo'linadi.

2. Ilmiy tadqiqot ishlar xalq xoaligi uchun **muximlik darajasi** bo'yicha klassifikatsiyalanadi:

- Gosplan bo'yicha bajarilayotgan eng muxim ishlar;
- vazirliklar va boshqarmalar topshiriqlari bo'yicha bajariladigan;
- ilmiy tadqiqot tashqilotlar rejasi bo'yicha bajariladigan tadqiqot ishlar.

3. Mablag' bilan ta'minlash manbai bilan bog'langan ilmiy tadqiqot ishlar ajratiladilar davlat byudjetidan ta'minlanadiganga, berilgan soxada kollanadigan ilmiy tadqiqot ishlar buyurtmachi tashqilotlar orasida xojalik shartnomalardga muvofiq ta'minlanadiganga.

4. Ilmiy tadqiqot **ishlar davomiligi** bo'yicha bolinadilar uzoq muddatlikga, bir necha yil davomida bajariladigan; qisqa muddatlikga, odatda bir yil ichida bajariladigan.

5. **Belgilangan maqsad** bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlar uch turga ajratiladilar – nazariy, amaliy va ishlatmalar.

Nazariy tadqiqotlar yangi qonun-qoyidalar yaratishga qaratilgan. Bular odatdan fundamental tadqiqotlar. Ularni maqsadi – jamiyatni bilimini kengaytirish, tabiyat qonunlarini chukkurroq tushunish.

Amaliy tadqiqotlar yangi usullarni yaratishga qaratilgan. Ularni asosida yangi materiallar, mashinalar, jixozlar, ishlab chiqarish usullar va ishlarni tashqil qilish va xokazolar ishlab chiqariladilar. Amaliy tadqiqotlar uzoq muddatli yoki qisqa muddatli bo'lishi mumkin.

Amaliy tadqiqotlar maqsadi – amaliy (yoki nazariy) tadqiqotlar natijalarni texnikaviy tatbiqlarga aylantirish. Ular yangi ilmiy tadqiqotlar olishni talab qiladilar. Tajribali konstruktorli byurolarda, loixali tashqilotlarda, tajribali ishlab chiqarish korxonalarida o'tqaziladigan tadqiqotlarni eng so'ngi maqsadi ishlab chiqarishga joriy qilish materallarni tayorlash.

6. Nazariy va amaliy ilmiy tadqiqot ishlarni bajarish jarayoni olti bosqichdan iborat.

1–bosqich. Mavzuni tuzilishi. Tadqiqot qilinadigan problema bilan umumiy tanishish. Eng muxim yo'nalishlar klassifikatsiyasi va adabiyotlar bilan dastlabki tanishish. Tadqiqot mavzusini tuzish. Tadqiqotni qisqa rejasini tuzish. Texnik topshiriqni ishlab chiqarish. Ilmiy tadqiqot ishlarni umumiy kalendar rejasini tuzish. Kutiladigan iqtisodiy effektni dastlabki aniqlash.

2–bosqich. Tadqiqot masalalarini va maqsadini tuzish. Mamlakatning o'z va xorijiy adabiyotlarni bibliografik ro'yxatini to'plami va tuzilishi (monografiyalar, darsliklar, maqolalar va xokazo). Soxaga loyiq har xil tashqilotlarni ilmiy texnik hisobotlarini o'rganish. Manbalar annotatsiyalarini tuzish. Mavzu bo'yicha referatlar tuzish, o'rganib chiqilayotgan ma'lumotni, solishtirish, (analiz) tahlil va tanqid qilish.

Tahlil qilinayotgan har bir manbai to'g'risida shaxsiy fikrlash. Mavzu bo'yicha masala xolatini yoritish va o'rganib chiqilayotgan ma'lumotni ummumlashtirish, ma'lumot obzori, maqsadi va masalalar bo'yicha metodik xulosalarni ifodalash.

3–bosqich. Nazariy tadqiqotlar. Fizikaviy ma'nosini o'rganish. Gipotezani ifodalash va fizikaviy modelini tanlash, asoslash. Modelni matematiklash. Analitik ifodalarni olish. Olingan ifodalarni nazariy tahlili.

4–bosqich. Amaliy tadqiqotlar. Tajriba maqsadini va masalalarini ishlab chiqish. Tajribani rejalashtirish. Reja programmasini ishlab chiqarish. O'lchashlar vositalarini tanlash. Priborlarni, maketlarni, apparatlarni, stendlarni va tajribaning boshqa vositalarni loyihalash. O'lchash usullarini asoslash. Laboratoriyada, zavodning tajriba qismlarida, qurilish korxonalarida tajriba o'tqazish. Kuzatishlar natijalarni ishlab chiqarish.

5–bosqich. Ilmiy tadqiqotlarni analiz va taxt qilish. Eksperimental-nazariy tadqiqotlarni umumiy tahlili (analizi). Tajribalarni nazariya bilan solishtirish. Farqlarni tahlili. Nazariy modellarga, tadqiqotlarga va xulosalarga aniqlik kiritish. Kerak bo'lganda qoshimcha tajribalar o'tqazish. Gipotezani nazariyaga o'zgartirish. Ilmiy va ishlab chiqarish xulosalar ta'riflash, ilmiy-texnik hisobot tuzish, rezenziya yozish. Ilmiy doklad tuzish. Qollanmani to'g'rilash.

6–bosqich. Iqtisodiy samaradorlik va ishlab chiqarishga joriy qilish. Ishlab chiqarish korxonada tadqiqotlar natijalarini joriy qilish. Iqtisodiy samaradorlikni aniqlash.

Ilmiy tadqiqot ishlarni bajarish sermehnatligi har xil bosqichlarida bir xil emas. Ilmiy tadqiqot ishlarni nazariy qismi aqliy mehnat sarfini ko'proq talab qiladi. Bular hammasidan kora ijodiy bosqich. Muvaffaqiyatlar orasida muvaffaqiyatsizliklar xam bo'lishi mumkin.

Ilmiy tadqiqot ishlarni tajribali qismi hammasidan kora sermehnatli, katta bartartiblikni, diqqatni, sabr-toqatni uzoq vaqt davomida talab qiladi. Bir qator xollarda ko'shimcha tajribalar o'tqazish zaruriyati paydo bo'ladi.

Ilmiy tadqiqot ishlar ma'lumotlarini asosiy manbai.

Monografiya – bitta problemani batavsil va xar tomonlama tadqiq qilingan va yoritilgan ilmiy ish.

Dokladda ishning ilmiy va amaliy ma'nosi, mazmuni ifodalanadi, xulosa chiqariladi. Doklad tezisi odatdan yozma shaklda 2-3 bet qog'ozda ifodalanib uning tadqiqotning asosiy mazmuniga ega bo'ladi.

Ilmiy maqola odatdan dokladning kompozitsiyasiga asoslanib kuriladi va undan ishlatilgan adabiyotlarga tayanish bilan farq qiladi.

Ilmiy hisobot mundarijadan va ilmiy ishlar rejasidan, tadqiqotlar o'tqazish usullardan, yaegi ilmiy natijalar mazmunidan, xulosalar va takliflardan iborat. Hisobotda xalq xojaligi uchun nazariy va amaliy ma'noliligi belgilanadi.

Rezenziya – tanqidiy ravishda ko'rib chiqilayotgan ilmiy ish bo'yicha analiz va baxo beradigan maqola. Retsenzent sifatida ko'pincha yuqori malakali, ilmiy darajaga va unvonga ega mutaxassislar so'zlaydilar.

Dissertatsiya – bu ilmiy daraja olish uchun, jamoat oldida ximoya qilish maqsad bilan tayyorlangan ilmiy ish.

Avtoreferat – muallifning o'zi qilgan ilmiy ishning qisqa bayoni. Odatdan tipografik nashr bo'ladi va ko'pincha fan kandidati yoki doktori darajasi tolibi yozadi.

Turli ma'lumotlar beradigan yordamchi adabiyot – qandaydir ilmiy, amaliy yoki bilishga oid ma'lumotlarni tez olish uchun mo'ljallangan (lugat, sohasiy entsiklopedik lugat).

Ekspress ma'lumot – o'z mamlakatni va chet eldagi juda muxim yutuqlari bo'yicha ma'lumotlari bilan mutaxasislarni tez ta'minlash maqsadida ilmiy texnik institutlar chiqaradigan materiallar.

Bibliografik ko'rsatqichlar – nashrdan chiqarilgan adabiyotlar ro'yxatiga ega kitob turdagi nashr. Ular mahsus va umumiy, shu kundagi va retrospektiv – o'tmishga qaratilgan bo'lishlari mumkin. “Yilnoma kitobi”, Jurnallar va gazetalar maqolalarini yilnomasi”, “Sohalar bo'yicha patentlar yilnomasi” ishlab chiqariladi.

Manbaining bibliografik tasfirga (opisnie) ega ma'lumotni eng oddiy turi kartochkalar bo'ladi. Ular ikki funktsiyani bajaradilar: nashrlar to'g'risida operativ signal sifatida xizmat qiladilar va kataloglar va kartotekalar yaratish imkonini beradilar. Kataloglar alfavitli, sistemali va predmetliklarga ajratiladilar.

12 mavzu: Ko'p omilli tajribalar.

Dasturlashning xar bir turida tadqiqotcha kiruvchi va chiquvchi omillarni belgilab olishi kerak.

Chiquvchi omil (javob, optimallashtirish kattaligi) avvaldan ma'lum bo'lishi mumkin, yoki mutlaqo ma'lummas, yoki qisman ma'lum bo'lishi mumkin. Gohida yaxshi natija olish uchun bir nechta chiquvchi omillar bo'lishi kerak. Optimallashtirish kattaligini qabul qilingach, boshqariluvchi - o'zgaruvchi (kiruvchi) omillar qabul qilinadi. bunda kiruvchi omillarga quyidagi talablar qo'yiladi:

a) omillarni xar biri boshqariluvchi bo'lsin, ya'ni ularni o'zgartirish mumkin bo'lishi kerak;

- b) omil bir qiymatli va yuqori aniqlikka ega bo'lishi kerak;
 v) omillar korrelyatsiyalanmagan, ya'ni bir-biriga bog'liq emas bo'lishlari kerak;
 g) omillarni o'zaro o'zgartirish qadami mumkin bo'lishi kerak.

Tajriba matritsalar

Asosan tajriba o'tkazishdan avval uni matritsasi quriladi. Bunda matritsaning turiga va o'tkazilishi lozim bo'lgan tajribaning shartiga asosan kiruvchi faktorlarning qiymati va ularni o'zgartirish kattaligi tanlanib, tajriba uchun lozim bo'lgan kattaliklar jadvali. (Masalan, jadval №3) to'ldiriladi.

Jadval-3.

O'zgartirish darajasi	x_n	x_a	x_{yu}	O'zgartirish qadami, Δ
Kiruvchi faktorlar	-1	0	-1	
x_1 -chokning uzunligi, mm	1	3	5	2
x_2 -tepkining bosish kuchi, N	2	6	10	4
x_3 -bosh valning aylanishlar soni, ay/min	2500	4000	5500	1500

O'zgartirish qadami (Δ) deb, shunday kattalikka aytiladiki, uni asosiy darajaga (x_a) qo'shilsa, omilni yuqori qiymati (x_{yu}), olinsa omilni pastki qiymati (x_n) hosil bo'ladi, ya'ni;

$$x_{yu} = x_a + \Delta, \quad x_n = x_a - \Delta$$

Agar Δ qiymati juda kichkina bo'lsa, u uncha chiquvchi omilga ta'sir qilmasada, chiquvchi omilni xatosidan kam bo'ladi. Agar Δ juda katta bo'lsa, chiquvchi omil, ya'ni optimallashtirish kattaligini chiziqli model bilan yozib bo'lmaydi. Shuning uchun xar bir aniq xol uchun Δ ni qiymati alohida qabul qilinadi, bunda eksperimentatorni tajribasi, intuitsiyasi - xususiy sezgisi va jarayon xaqidagi dastlabki ma'lumotlar hisobga olinishi kerak.

x_0 va Δ larni qabul qilingach tajriba matritsasini qo'rishga krishiladi. Matritsadagi omillarni darajasini qiymati kodlanadi (sirlanadi) tajriba shartlarini yozishni soddalashtirish, xar xil izlanishlarda matritsani unifikatsiyalash xamda tajriba natijalarini engil ishlab taxlil qilish uchun matritsadagi omillarni darajasi qiymati kodlanadi (sirlanadi). Buning uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$X_i = \frac{X_i + X_{oi}}{\Delta_i}$$

Bu erda X_i - i omilni kodlangan qiymati;

X_i - i omilni xaqiqiy qiymati.

X_{oi} - i- omillarni asosiy darajasini xaqiqiy qiymati;

Δ_i - o'zgartirish qadami.

Masalan (jadval uchun):

$$X_{oi} = \frac{X_{oi} + X_{ni}}{2} = \frac{1+5}{2} = 3,$$

$$\Delta_i = \frac{X_{oi} - X_{ni}}{2} = \frac{5-1}{2} = 2,$$

$$X_{yui} = \frac{5-3}{2} = +1(+),$$

$$X_{ni} = \frac{1-3}{2} = -1(-).$$

Adabiyotlarda tajriba matritsalarida omillarni yuqorigi qiymati +1 yoki (+), pastki qiymati esa - 1 yoki (-) deb belgilanadi. Quyida tipik tajriba matritsasi keltirilgan.

Jadval-4.

Taj qayt.	Kiruvchi omillar			U
	x_1	x_2	x_3	
1	+	+	+	u_1
2	-	+	+	u_2
3	+	-	+	u_3
4	-	-	+	u_4
5	+	+	-	u_5
6	-	+	-	u_6
7	+	-	-	u_7
8	-	-	-	u_8

Bizning misol uchun jadval-4 quyidagicha bo'ladi.

Jadval - 5

Taj qayt.	Kiruvchi omillar			U
	x_1	x_2	x_3	
1	5	10	5500	u_1
2	1	10	5500	u_2
3	5	2	5500	u_3
4	1	2	5500	u_4
5	5	10	2500	u_5
6	1	10	2500	u_6
7	5	2	2500	u_7
8	1	2	2500	u_8

Adabiyotlar: [1 (5-120 betlar), 3 (19-32 betlar), 5, 7, 12, 13, 15].

Tajribani matematik regressionli modeli.

Texnikada ko'pincha bunday masala uchratiladi. Bor bo'lsin "k" o'zgaruvchan miqdorlar $X_i (i=1, k)$ va ularga bog'liq bo'lgan "y" kattalik. O'zgaruvchan miqdorlar

o'zlari tasodifiy bo'lmashligi xam mumkin, chunki ularni qiymati berilgan bo'lishi mumkin. Biroq "y" kattalikga boshqa, aniq nazoratga boysinmaydigan o'zgaruvchan miqdorlar ta'sir qiladilar, shuning uchun "y" tasodifiy tabiatga ega. Bu sharoitlar uchun "y" kattalikga o'zgaruvchan miqdorlar ta'sirini aniqlashda tajribali usullar zarur.

Matematik tilida masala quyidagicha ta'riflanadi:

Javob funktsiyasi to'g'risida birqanday tasavur olish kerak

$$\eta = f(x_1, x_2, \dots, x_k) \quad (1)$$

bu erda η - optimizatsiyaga mo'ljallangan jarayonni parametri;

$x_i (i=1, k)$ – erkin o'zgaruvchan kattaliklar, ularni tajriba qo'yishda o'zgartirish mumkin.

O'rganilayotgan xodisalar mexanizmini to'liq bilmagan holda javob yuzasini tadqiqot qilishni ko'rib chiqamiz. Uning ustida javob funktsiyasini analitik ifodasi noma'lum. Shuning uchun ko'pincha javob funktsiyasini ifodalash polinom bilan cheklanadi

$$\eta = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^k \beta_{ij} x_i x_j + \dots, \quad (2)$$

bu erda: $\beta_0, \beta_i, \beta_{ii}, \beta_{ij}$ regressiyaning nazariy koeffitsientlari.

So'ngra, nazariy koeffitsientlarni baxolaydigan b_0, b_i, b_{ii}, b_{ij} koeffitsientlar tajriba natijasida olinadi. Undan keyin (2) tenglama ko'rinishga ega bo'ladi

$$\hat{y} = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{i < j < l} b_{ijl} x_i x_j x_l \quad (3)$$

bu erda $\hat{y}$ - optimizatsiya parametrini hisoblab aniqlangan qiymati (u - η uchun tanlab baxolash).

Tajribani asosiy maqsadi (3) tenglama ko'rinishda matematik modelni qurish bo'ladi. Ammo, tajriba o'tqazishdan oldin quyidagi maslalani echish zarur: optimizatsiya kriteriyi "u" tanlanishi kerak; erkin o'zgaruvchan kattaliklar x_i omillarni tanlash; regressiya $b_{(i)}$ koeffitsientlarni hisoblash; javob funktsiya turini va rejalashni aniqlash.

Omillarni o'zgarish diapazoni bilan matematik modelni aniqlik jarajasi aniqlanadi.

Tajriba rejasini yozish va tajriba ma'lumotlarini ishlab chiqish qulayligi uchun omillarni kodlangan qiymatlari bilan foydalaniladi, qaysilar kichik xarflar $x_1, x_2, \dots$ **kodlangan** x_i (o'lchamsiz kattalik) va fizikaviy (natural) X_i bilan belgilanib bir biri bilan quyidagi o'zaro nisbat bilan bog'langan:

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\Delta X_i}$$

ΔX_i – natural qiymatini o'zgartirish intervali;

X_{i0} – nolli darajani natural qiymati, $X_{i0} = \frac{X_{\epsilon} - X_{\mu}}{2}$;

X_n, X_v – omilning pastki va yuqori darajalarini natural qiymati.

Omillarni kodlash koordinatalar boshini omillarni asosiy daraja nuqtasiga (tajribani markaz nuqtasi 0) ko'chirish bilan va masshtab o'zgarishiga baravar.

Hamma kodlangan omillar – o'lchamsiz va normalangan kattaliklar. Tajriba jarayonida ular -1, 0, +1 qiymatlarni qabul qilishlari mumkin. Bu qiymatlar omillar darajasi deyiladi.

Tajribani boshida quyidagi daraja va qiymatlar nomlari jadvali toldiriladi. Masalan:

1 jadval.

Omillar	Darajalar			
	X_n -1	X_0 0	X_v +1	O'zgartirish intervali ΔX_i
x_1 – vıderjka temperaturasi, °S	80	120	160	40
x_2 – vıderjka vaqti, sek	20	40	60	20
x_3 – bosim, Pa	12	16	20	4

$$X_v = x_0 + \Delta x_i, \quad X_n = x_0 - \Delta x_i$$

Regressiya tenglamasini koeffitsientlarini (3) aniqlash uchun omilli joyni (agar ikki darajani $N \leq 2^k$) N nuqtalarida y kattalikni qiymatlari tajriba orqali topiladi, va tajribalar har bitta nuqtada m marta takrorlanadi.

Aproksimirlaydigan (3) polinomda erkin o'zgaruvchan kattaliklarni koeffitsientlari omillarni ta'sir darajasiga darag beradi. Agar koeffitsient musbat (polojitelnyy) bo'lsa, unda chiqish parametr omil osishi bilan oshadi, manfiy (otritsatelnyy) bo'lsa omil osishi bilan u kattalikni kamayishi kuzatiladi.

Omillar darajalarini har xil kombinatsiyalari amalga oshirilsa bunday tajriba to'la omilliy deyiladi. Agar “ k ” omillar ikki darajada o'zgarilsa, unda hamma mumkin bo'lgan to'plamlar soni - $N_2 = 2^k$. Agar “ k ” omillar uchta darajada o'zgarilsa, unda $N_3 = 3^k$.

Omillar soni k ko'paishi bilan tajriba soni tezda oshadi. Quyida tajribalar matritsalar keltirilgan

Ikki omilli tajribani matritsasi, $N = 2^2 = 4$.

2 jadval.

Tajriba №	O'zgaruvchan miqdorlarni darajasi		Javoblar		
	x_1	x_2	y_1	y_2	$\bar{y}_i$
1	-1	-1	y_{11}	y_{12}	$\bar{y}_{1i}$
2	+1	-1	y_{21}	y_{22}	$\bar{y}_{2i}$
3	-1	+1	y_{31}	y_{32}	$\bar{y}_{3i}$
4	+1	+1	y_{41}	y_{42}	$\bar{y}_{4i}$

$\bar{y}_i$ - chiqish parametrni o'rtta arifmetik qiymati.

Uch omilli tajribani matritsasi, $N=2^3=8$.

3 jadval.

Tajriba №	O'zgaruvchan miqdorlarni darajasi			Javoblar y_i
	x_1	x_2	x_3	
1	-1	-1	-1	u_1
2	+1	-1	-1	u_2
3	-1	+1	-1	u_3
4	+1	+1	-1	u_4
5	-1	-1	+1	u_5
6	+1	-1	+1	u_6
7	-1	+1	+1	u_7
8	+1	+1	+1	u_8

Matritsalaridan ko'rinib turibdiki, birinchi jadval stunida belgilar galma gal o'zgaradi, ikkinchi stunida ikkitadan keyin, uchinchi to'rttadan keyin. Belgilarni navbatlanishidan foydalanib erkin o'zgaruvchan kattaliklarni harqanday soni uchun tajribalar rejasini tuzish mumkin.

To'liq omilli tajribani (TOT) natijalari bo'yicha regressiya tenglama koeffitsientlar, shu jumladan (v tom chisle) hamma tartiblar omillarni o'zaro ta'sirlar effektini va chiziqli effektlarni ta'riflaydigan erkin a'zoni va koeffitsientlarni qiymatlari topiladi. Masalan, $k = 3$ hodisa uchun tenglama koeffitsientlari aniqlanadi

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3$$

bu erda: b_0 – erkin a'zo;

b_1, b_2, b_3 – chiziqli koeffitsientlar;

b_{12}, b_{13}, b_{23} – juftli o'zaro ta'sir qiluvchi koeffitsientlar;

b_{123} – uch tomonlama o'zaro ta'sir qiluvchi koeffitsientlar.

Regressiyani chiziqli koeffitsientlari formula bo'yicha aniqlanadi

$$b_i = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} y_u}{\sum_{u=1}^N x_{iu}^2} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} y_u}{N},$$

bu erda: x_{iu} - x_i omilni u -chi tajribadagi qiymati;

y_u – huddi shu tajribadagi optimizatsiya parametrni qiymati;

N – matritsadagi tajribalar soni.

Regressiya tenglamani erkin a'zo b_0 aniqlash uchun matritsadagi optimizatsiya parametrlarni hamma qiymatlarini o'rtta arifmetik qiymati olinadi:

$$b_0 = \frac{\sum_{u=1}^N y_u}{N}$$

Omillarni juftli o'zaro ta'sir qilishini ta'riflaydigan regressiya koeffitsientlarni formula bo'yicha topiladi

$$b_{ij} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} y_u}{\sum_{u=1}^N x_{iu}^2} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} y_u}{N}$$

Omillarni uch tomonlama o'zaro ta'sir qilishini ta'riflaydigan regressiya koeffitsientlarni formula bo'yicha aniqlanadi

$$b_{ijk} = \frac{\sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} x_{ku} y_u}{N}.$$

Nazorat sovellari:

1. ITI ning maqsadi nima?
2. Nazariy tadqiqotlar bilan tajribaviy tadqiqotlarning farqi nimada?
3. Tadqiqot ishlarini bosqichlarini sharxlab bering.
4. Tadqiqot xisoboti qanday qismlardan tashqil topgan?
5. Dastlabki tajriba bilan asosiy tajriba o'rtasida qanday farq bor?
6. Kiruvchi va chiquvchi omillar qanday tanlanadi?
7. Omillarga qanday talablar qo'yiladi.
8. Tajriba matritsalarini nima?
9. Qora qutiga deganda nimani tushunasiz?
10. Extimoliy sonlar jadvali nima uchun kerak?

13 mavzu: Mexanik qiymatlarni o'lchash usullari.

Mavzu o'quv maqsadi - reja:

1. Diagnostikalashni parametrlari.
2. Fizikaviy parametrlarni guruhlarini.
3. Parametrlar guruhlarini: kinematik, geometrik, statik va dinamik, mexanik va molekulyar, issiqlik.
4. Parametrlar guruhlarini: akustik, elektrikli va magnitli, radioaktiv nurlanishi, atomli fizikani, universal fizikli doimiylar.

Diagnostikalash parametrlari.

Mahsulotni ishlash qobiliyatini aniqlash, nuqsonlarni izlash va mashina xolatini prognozlashtirish uchun diagnostik parametrlarni o'lchash zarur.

O'lchanayotgan diagnostik parametrlarni birmuncha chegaralangan miqdorda tamoyilli mumkin bo'lgan parametrlar, shu parametrlar bo'yicha shakllantirilgan to'plamlardan alomatlarni axborot uchun berilganligini o'rganish uchun tanlanadi. Alomatlarni axborot uchun berilganligi asosida o'lchanayotgan fizikaviy parametrlarni oxirigi tarkibi aniqlanadi, ular keyinchalik buzuvchi holatlarni diagnostikalash uchun qo'llanadi. Eng ko'p ommaviy mahsulotlar diagnostik parametrlar nomenklaturasi davlat standartlari (GOST) bilan reglamentga solinadi.

Nuqsonlarni xilma-xilligini metallni yaxlitligini mumkin bo'lgan buzulishi misolida ko'rib chiqish mumkin, bunda uning tuzilishi takomillashmaganligi sababli bo'ladi va texnologik jarayonini har xil davrida paydo bo'ladilar. Nozik tuzilmani nuqsonlariga dislokatsiyalar kiradi – atom panjarasini xatoliklarini maxsus zonalar. Submikroskopik darjalar (bir necha mikrometr o'lchamida) detalga ishlov berish jarayonida hosil bo'ladilar va uning mustahkamligini keskin pasaytiradilar. Metallning eng qo'pal nuqsonlari makroskopikli bo'ladi.

Zamonaviy jihozlarni murakkablanishi, uning puxtaligiga talablarni ko'tarilishi bilan nazorat etiluvchi tuzilmali parametrlarni soni ko'payadi, shunday ekan, zarur bo'lgan o'lchovli vositalar ham ko'payadi.

Diagnozni mantiqiy uslubiyoti asosi fizik kattaliklar yig'imidani iborat, ularni o'lchash yo'li bilan diagnostikalash ob'ektlarni tuzilmali parametrlari aniqlanadi.

Fizik parametrlar quyidagi guruxlarga bo'linadi: kinematik, geometrik, statik, dinamik, issiqlik, akustik, elektrik va magnitlik, mexanik va molekulyar, fizikani atom nurlanishlari, universal fizikaviy doimiylar (3 jadval).

Fizik kattaliklar soni chegaralangan va 200 dan oshmaydi.

Ob'ektlarni diagnostikalash uchun sinovlash texnikasini keng nomenklaturasi qo'llanadi, shu hisobdan qattiklikni va materiallarni elastik konstantasini aniqlash uchun asboblar, iqlim omillar ta'sirini o'rganish, materiallarni cho'zishga va siqishga, egishga, zarbaga, kesishga, burilishga va hokazolarga sinovlash uchun mashinalarni misol keltirish mumkin.

Eng jiddiy va mashinalarni texnik diagnostikalash amaliyotida ko'pincha uchraydigan quyidagi o'lchamlarni turlari bo'ladi: elektrometriya, vibroakustika, defektoskopiya, strukturoskopiya, introskopiya, mexanik xususiyatlarni, moddalar tarkibini, kattaliklarni, kuchlarni, deformatsiyalarni, bosimlarni, issikliklarni, vaqtni, massalarni, namlikni, sarfni va satxini o'lchash va hokazolar.

3 jadval

1. Diagnostikalash parametrlari.	
Parametrlar guruxlari.	Parametrlar.
Kinematik	Vaqt, tezlik, tezlanish, burchak tezligi, burchak tezlanishlar, davr, davriy jarayonini chastotasi, faza, hajmli sarf, hajmli sarf zichligi, tezlik gradienti.
Geometrik	Uzunlik, maydon, yassi burchak, jismoniy burchak, chiziqni qiyshiqqligi, yuzani qiyshiqqligi, yassi shaklni qarshilik momenti, yassi shakl maydonini o'qli va musbat va qutbiy inertsia momenti.
Statik va dinamik	Massa, kuch, kuchni impulsi, harakatning soni, bosim, bosimni gradienti, ish, energiya, hajmiy zichlik, energiya, quvvat, ishqalanish koeffitsienti, qarshilik koeffitsienti, elastiklik

	koefitsienti, kuch momenti, inertsia momenti, ommaviy sarf, oqimning ommaviy tezligi, so'nish, sifatlik.
Mexaniq va molekulyar	Zichlik, solishtirma hajm, solishtirma og'irlik, moddalar soni, nisbiy molekulyar massasi, molekulyar hajm, bo'ylama cho'zilish koefitsienti, bo'ylama elastik moduli, hamma taraffi siqish koefitsienti, katimlik, zarbdor yopishqoqlik, dinamik yopishqoqlik, oquvchanlik, kinematik yopishqoqlik, yuzaki taranglik koefitsienti, kontsentratsiya, diffuziya koefitsienti, taqsimlanish funktsiyasi.
Issiqlik	Issiqlik, issiqlik soni, harorat gradienti, issiqlik oqimi, issiqlik oqimini yuzaki zichligi, entropiya, hajmli va solishtirmali issiqlik sig'imi, fazali o'zgarishlarni issiqligi, yoqilg'ini yonish issiqligi, issiqlik o'tkazuvchanlik koefitsienti, o'tkazishlik koefitsienti, harorat o'tkazuvchanlik koefitsienti, haroratli koefitsientlar.
Akustik	Tovush bosimi, hajmli tezlik, tovush energiyasi, tovush energiyasini zichligi, tovush jadalligi, akustik qarshilik, solishtirma akustik qarshilik, mexaniq qarshilik, tovush balandligi, tovush tembri, tovush kattaligi, qaytishning akustik koefitsienti, yutkichning akustik koefitsienti, pardadevorning akustik o'tkazuvchanligi, reverberatsiya vaqti.
Elektrik va magnitli	Elektrik zaryadi, zaryadni yuza zichligi, elektrik maydonni zo'rli, elektrik siljish, elektrik siljishning oqimi, potentsial, dipolning elektrik momenti, sig'im, qutblanganlik, dielektrik o'tkazuvchanligi, dielektrik zehnilik, tokni kuchi, tokni zichligi, elektrik qarshiligi, elektrik o'tkazuvchanlik, solishtirma elektrik qarshiligi, solishtirma o'tkazuvchanlik, magnitli induksiya, magnitli oqim, magnitli maydonni zo'rli, magnitli moment, magnit xarakatlantiruvchi kuch, magnitli qarshilik, induktivlik, o'zaro induktivlik, magnitlanish, magnitli o'tkazuvchanlik.
Nurlanishlar	Nurli oqim, nurlanish quvvatini yuzali zichligi, energetikli yoritilganlik, nurli ekspozitsiya, yorug'lik kuchi, energetikli yorug'lik, nurlanishning energiyasi, to'lqin uzunligi bo'yicha nurlanish energiyasini spektral zichligi, nurli energiyani spektral zichligi (chastota bo'yicha), nurli energiya, yoritilganlik, yorug'lik, yorug'li ekspozitsiya, nisbiy yorug'lik samarasi, yorug'likni kuchi, yo'nalishini o'zgartirish koefitsienti, qaytarish koefitsienti, singish koefitsienti, o'tkazish koefitsienti.
Atomli fizika	Harakat sonini momenti, dipolning momenti, qutblanishi, shimilgan nurlanishni dozasi, ekspozitsiyali nurlanishni dozasi, radioaktivlanish, rekombinatsiyani koefitsienti.
Universal fizik doimiylar	Vaakumdagi yorug'likni tezligi, gravitatsiyali doimiylik, elektronni tinch holatini massasi, protonni tinch holatini massasi, neytronni tinch holatini massasi, Faradey soni, Plankni doimiyli, nozik tuzilmani doimiyli, komptonli to'lkinni uzunligi, Ridberg doimiyli, Borovskiy radiusi, Borning magnetoni, elektronni magnitli momenti, universal gazli doimiylik.

Diagnostic ma'lumotlarni asosiy turlari.

Tizimni o'zini tutishi to'g'risidagi ma'lumotni katta qismi diagnostik ahamiyatga ega, chunki u tizim holatini bildiradi. Mahsulot bilan muhitni holati va tarkibi o'zaro ta'sirlanishi (havo, suv, moy, yoqilg'i, yonish mahsuli), jarayonni ishchi parametri (aylanish chastotasi, harorat, bosim va hokazo), vibratsiya, akustikli va issiqlik nurlanish va xokazo, diagnostik ma'lumotlarga ega. Ko'p hollarda mashina elementlar holatini optik trubkalar (boroskop) yordamida, darzlarni, ortiqcha qizib ketishini, qiyshaib ketish va xokazolarni bevosita ko'z bilan kuzatish juda foydali bo'ladi.

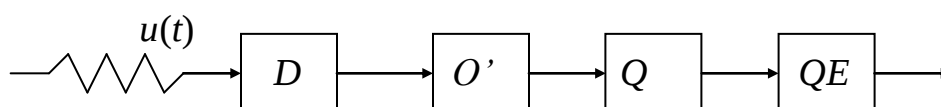
Diagnostic ma'lumotlarni asosiy turlariga quyidagilar kiradi: konstruktsiya elementlarini tebranish spektri, akustik tebranishni spektri, tizim funktsiyalanishini aniqlovchi parametrlar qiymati, bir-biriga tegishli muhitlarni holati, ko'z bilan kuzatish, defektoskopiya ma'lumotlar.

Berilgan vaqt daqiqasidagi parametrlar qiymati bilan ularni vaqt ichida o'zgarishi ham (ma'lumotli parametrlar kinetikasi) diagnostik ahamiyatga ega.

Tebranishlarni o'lchash.

Ishlash jarayonida mashina elementlari vaqt ichida o'zgaradigan siljishlarga (vibratsiyali siljishlar) ega bo'ladilar. Vibratsiyali siljishlar paydo bo'lishni sabablari mashinani ishlash vaqtida tsikli jarayonlar (rotorlarni aylanishi, davriy yuklanishlar va xokazo), konstruktsiya elementlarini xususiy tebranishlari va boshqalar bo'lishi mumkin.

Umumiy hollarda konstruktsiyani har bir nuqtasi fazoviy siljishga ega bo'ladi, ular o'zini uchta siljish komponentlarni $i(t)$, $v(t)$, $w(t)$ yig'imini ifodalaydi. Har bir vaqt daqiqasida vibrosiljishlar, ularga har xil chastota va amplituda bilan garmonik tebranishlar qo'shilgan shaklda ifodalanishi mumkin. Odatda texnik diagnostika masalalarida 30000 Gts-gacha (ko'pincha 10000 Gts-gacha) chastotadagi 1000 m/s²-gacha vibrotezlanishlar o'lchanadi.



12 rasm. O'lchashlarni tuzilmali sxemasi:

D — datchiq; O' — o'zgartirgich; Q — kuchaytirgich; QE — qayd etuvchi.

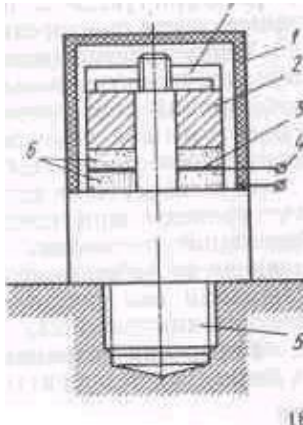
O'lchashlarni umumiy tuzilmaviy sxemasi 12 - rasmda ko'rsatilgan. U xususan tebranishlarni o'lchash uchun qo'llanadi.

Datchiq D noelektrli kattaliklarni (mexanik siljishlarni, bosimlarni va hokazolarni) elektrli signalga aylantiradi. O'zgartirgich O' signalni dastlabki aylantirishlarni (filtratsiya va xokazo) amalga oshiradi. Kuchaytirgich Q va qayd etuvchi QE signalni kuchaytiradi va magnitli yoki kog'ozli lentaga yozib boradi. O'lchash zanjiri qayd etuvchi bilan yakunlanishi mumkin, ammo zamonaviy tizimlarda signal ishlov berish va tahlil uchun EHMga kiritiladi.

Tebranishlar datchiqlari sifatida induksionli va pezometrikli datchiqlar ko'llanadi. Oxirgisini samaraliligi balandrok bo'ladi, chunki o'lchamlari va massasi kichiq, tebranishga va issiqlikka (500°S — gacha) barqarorligi baland bo'ladi.

Vibrodatchiqlar detalga flanets yordamida o'rnatiladi yoki rezbali teshikka burab qo'yiladi.

Pezometrikli datchiqni konstruktiv sxemasi 13 - rasmda ko'rsatilgan. Datchiqni korpusida ikkita pezelementlar 6 o'rnatilgan va tok olinadigan plastina 3 bilan bir-biridan ajratilgan. Pezelement mexanik kuchlanishlar ta'sirida potentsiallarni ayirmasini ishlab chiqaradi.



13 rasm. Pezometrikli datchiqni sxemasi.

Pezelementni yuzasida inertsial massasi 2 bilan bosim yaratiladi, va u elastik element 7 bilan qisilgan. Datchiqni rezbali dum qismi 5 bilan qo'tirilgan, signal elektroo'tkazgichga 4 boradi.

Dinamik xatoliklarni yo'qotish uchun datchiqni birinchi xususiy chastotasi o'lchanadigan chastotadan 4-6 marta katta bo'lishi zarur.

Akustik tebranishlarni o'lchash.

Mashinalar elementlarini tebranishi, ishlash jarayonida, xususiy tebranishlar, o'zaro zarbalanishlar va shunga o'xshashlar natijasida kelib chiqib atrofdagi muhitni (havoni) tebranishiga olib keladi, ya'ni akustik tebranishlarni manbai sifatida xizmat qiladi. Bir xil mashinalarda, masalan aviatsiya dvigatellarida, reaktiv soplodan chiqadigan gaz oqimi, kompressorni lopatkalari akustik nurlanishi va boshqalar, akustik tebranishlarni (shovqinni) kuchli manbai bo'ladi.

Akustik tebranishlar ayrim diskret tarkib hosil qiluvchilari keng to'xtovsiz spektr bilan tavsiflanadi. Akustik tebranishlar stoxastik jarayonni ifodalaydi, bunda amplituda va chastotasi tasodifiy tasnifga ega.

Spektr tarkibi, uning amplituda-chastotali tasnifi (ehtimolli yoki deterministli holda) mashina holati uchun katta diagnostik ahamiyatga ega. Ma'lumki, tajribali mexaniklar ko'pincha dvigatelni, turbinani va boshqalarni buzulish tasnifini quloq solish yo'li bilan aniqlab berishlari mumkin.

Tabiiyki, akustik tebranishlarni o'lchashlar, ularni spektrli taxlili akustik diagnostika ahamiyatini ko'taradi. O'lchash uchun elektrik yoki pezelektrik samaralarga asoslangan 5-dan 100-gacha kGts («eshitiladigan») tovush chastotasi 20 kGts) chastota diapazonida o'lchaydigan mikrofonlar qo'llanadi.

Vibroakustik usullarni qo'llash asosiy qiyinchiligi - umumiy fondan foydali signalni ajratish bo'ladi. Diagnostik ma'lumotlarga ega signallarni topishda filtrlar qo'llanadi.

Oxirgi paytda aniqlangan, darz paydo bo'lganda jadal ravishda 50-dan 500 kGts gacha chastotali akustik nurlanish hosil bo'ladi. Bu hodisa darzlarni topish uchun qo'llanishi mumkin

Doimiy va o'zgaruvchan deformatsiyalarni va kuchlarni o'lchash.

Ishlov sharoitida konstruktsiyalarni elementlarida doimiy va o'zgaruvchan deformatsiyalarni o'lchash diagnostik ahamiyatga ega. O'lchash uchun 0,025-0,050 mm diametrli ingichka simni zigzagli qism ko'rinishda (simli tenzometrlar) tenzorezistorlar qo'llanadi. Cho'zilishida simni ko'ndalang kesimi kamayadi va omli qarshiligi ko'payadi, bu esa potentsiometrik sxema yordamida o'lchanadi. Tenzorezistorlar qarshiligi ko'pincha 100 Om bo'ladi.

Tenzorezistorlar detalga yopishtiriladi va qogozli lenta, folga yoki tsement yordamida qotiriladi. Doimiy deformatsiyalarni o'lchashda tenzorezistorlarni 400°S-gacha bo'lgan issiqlikda qo'llanadi, chunki undan baland issiqlikda temperaturali xatoliklarni kompensatsiyalash juda qiyin.

O'zgaruvchan kuchlanishlarni o'lchashda tenzorezistorlar 900°S gacha issiqlikda ishlay oladi. Deformatsiyalarni o'lchash aniqligi 1-5% ni tashkil qiladi, deformatsiyani eng katta o'lchami simning mexanik xususiyatiga bog'liq bo'ladi (doimiy deformatsiyalarda u bir necha foizni tashkil qiladi, o'zgaruvchan deformatsiyalarda taxminan 0,1% atrofida bo'ladi).

Jarayon parametrlarini o'lchash.

Bu o'lchamlar bosimga, issiqlikga, aylanish chastotasiga va boshqa parametrlarga tegishli.

Bosim har xil mashina bo'shliqlarida manometrik trubkali, silfonli va hokazoli manometrlar yordamida o'lchanadi. Tez o'zgaruvchan jarayonlarni o'lchash uchun pezoelektrik, induktivli va tenzorezistorli elementlardan foydalangan holda bosim datchiqlar qo'llanadi.

Temperatura 200 dan 700°S gacha bo'lganda qarshilik termometrlar bilan o'lchanadi. Ularni ishlashi omli qarshiligi temperaturaga bog'liqligiga asoslangan. 1600°S gacha bo'lgan temperaturani o'lchash uchun termoelektrik pirometrlar qo'llanadilar, ularda datchiqlar sifatida termoparalar ishlatiladi. Temperatura qiymatini o'lchash millivoltmetrlar turidagi, o'ziyozarga yozib yoki raqamli shaklda, qurilmalar yordamida amalga oshiriladi. Diagnostikalash maqsadida konstruktsiyani qizitilgan elementlar nurlanishini, shu hisobdan tez aylanadigan elementlarni o'lchaydigan optik va boshqa pirometrlar ham ishlatiladi.

Aylanish chastotasi induksion va fotoelektrik taxometrlar bilan o'lchanadi. Uzoq ishlatishda yuqori puxtalikka va o'lchash aniqlikka ega bo'lgan induksion taxometrlar amaliyotda eng ko'p tarqalgan. Induksion taxometrda datchiq sifatida o'zgaruvchan tokni miniatyur generatorni aylanuvchi rotorini ishlatiladi, elektron chastotomerlar yoki maxsus voltmetrlar bilan signalni yozish bajariladi.

Nazorat savollari:

1. Metall yaxlitligini mumkin bo'lgan buzulish nuqsonlarini aytib bering?
2. Fizik parametrlar guruxlarini aytib bering?
3. Mexanik va molekulyar diagnostikalash usullari bilan qanaqa parametrlarni aniqlash mumkin?
4. Akustik diagnostikalash usuli bilan kanaka parametrlarni aniqlash mumkin?
5. Kinematik parametrlarga misol keltiring.
6. Geometrik parametrlarga misol keltiring.
7. Statik va dinamik parametrlarga misol keltiring.
8. Issiqlik parametrlarga misol keltiring.
9. Akustik, elektrik va magnitli parametrlarga misol keltiring.

14 mavzu: Xatoliklar to'g'risida.

Mavzu o'quv maqsadi - reja:

1. **O'rta xavf-xatar ekstremum nuqtasini aniqlash.**
2. Ikki o'rkachli taqsimlanishlar uchun ekstremum nuqtasini aniqlash.
3. Xaqiqatga o'xshashlik uchun ostonali qiymat.
4. Xaqiqatga o'xshashlik logarifmni ko'llashda me'yorli va boshqa taqsimlanishlar uchun hisobot.

Minimal xavf-xatar usuli.

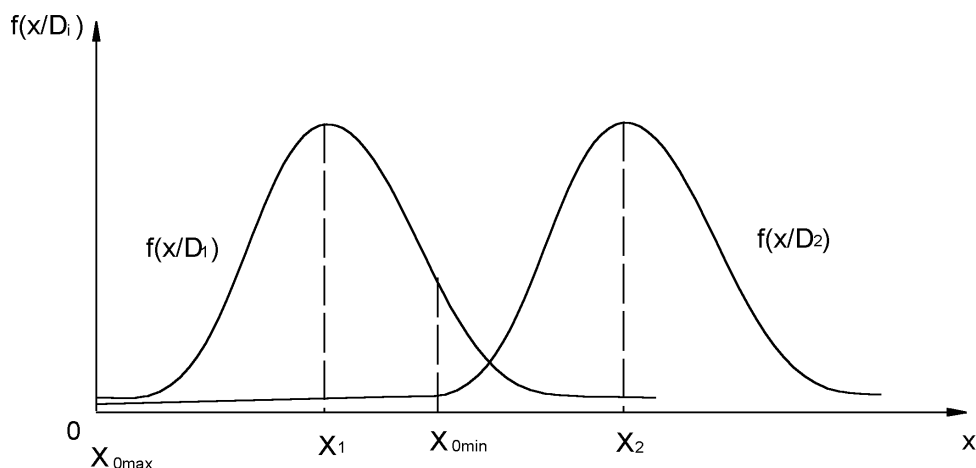
O'rta xavf-xatarni minimal shartidan (10.3) qoidada chegarali kiymatini topamiz. (10.8) x_0 differentsiyalashtirib va nolga hosila miqdorni tenglashtirib, avvaliga ekstremum shartini chiqaramiz:

$$\begin{aligned} \frac{dR}{dx_0} = C_{11}P_1 f(x_0 / D_1) - C_{21}P_1 f(x_0 / D_1) + \\ + C_{12}P_2 f(x_0 / D_2) - C_{22}P_2 f(x_0 / D_2) = 0 \end{aligned} \quad (11.1)$$

YOKi

$$\frac{f(x_0 / D_1)}{f(x_0 / D_2)} = \frac{(C_{12} - C_{22})P_2}{(C_{21} - C_{11})P_1}. \quad (11.2)$$

Bu shart ko'pincha x_0 ikki qiymatini aniqlaydi ulardan bittasi minimumiga to'g'ri keladi, ikkinchisi – xavf-xatarni maksimumiga (10-rasm).



10 rasm. Xatoli yechimlarni o'rta xavf-xatarini ekstremum nuqtalari.

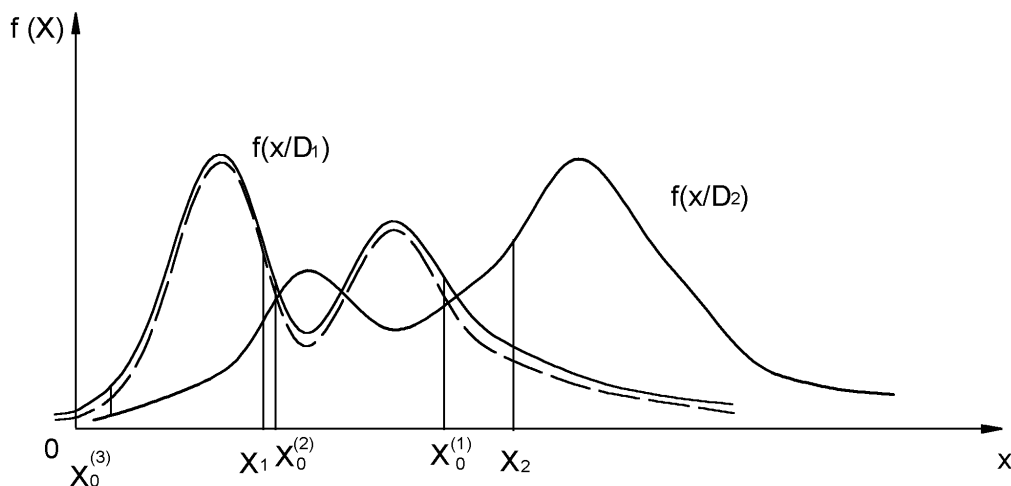
O'zaro nisbat (11.2) zaruriy, ammo minimumni etmaydigan sharti bo'ladi. $x - x_0$ nuqtada R minimumi bo'lishi uchun ikkinchi hosila miqdori $\frac{d^2 R}{dx_0^2} > 0$ musbat bo'lishi kerak. Bu holatda taqsimlanishni nisbatli hosila miqdori zichligi quyidagicha yoziladi:

$$\frac{f'(x_0 / D_1)}{f'(x_0 / D_2)} < \frac{(C_{12} - C_{22})P_2}{(C_{21} - C_{11})P_1}. \quad (11.3)$$

Agar $f(x/D_1)$ va $f(x/D_2)$ taqsimlanishlar odatday bir modeli bo'lsa, unda:

$$\bar{x}_1 < x_0 < \bar{x}_2 \quad (11.4)$$

bo'lsa (11.3) shart bajariladi. Xaqiqatda, tenglamani o'ng tomonida musbat qiymat turadi, $x > \bar{x}_1$ bo'lganda esa hosila miqdori $f'(x/D_1) < 0$, unda $x < \bar{x}_2$ bo'lganda $f'(x/D_2) > 0$ qiymat. Ikki o'rkachli taqsimlanishlar uchun (11-rasm) (11.3) sharti har bir ekstremum nuqtasida tekshirilishi kerak.



11 rasm. Ikki o'rkachli taqsimlanishlar uchun ekstremum nuqtalari.

Bundan keyin x_0 (10.3) qoida bo'yicha minimal o'rta xavf-xatarni ta'minlaydigan diagnostik parametрни chegaraviy qiymati deb tushunamiz. Hamda $f(x/D_1)$ va $f(x/D_2)$ taqsimlashni bir modeli («bir o'rkachli») (8-rasm) deb hisoblaymiz. X ob'ektni D_1 yoki D_2 holatiga o'tkazish to'g'risida (11.2) shartidan kelib chiqqan xulosani xaqiqatga o'xshashlik nisbatini qiymati (ikki holati bo'yicha X ni taqsimlanish extimolliklar zichliklarni nisbati xaqiqatga o'xshashlik nisbati deyiladi) bilan bog'lash mumkin.

Minimal xavf-xatar usuli bo'yicha (10.3) qoidaga muvofik, X parametрни berilgan qiymatiga ega bo'lgan ob'ektni holati to'g'risida quyidagi yechim qabul qilinadi:

$$x \in D_1 \quad \text{agar} \quad \frac{f(x/D_1)}{f(x/D_2)} > \frac{(C_{12} - C_{22})P_2}{(C_{21} - C_{11})P_1}; \quad (11.5)$$

$$x \in D_2 \quad \text{agar} \quad \frac{f(x/D_1)}{f(x/D_2)} < \frac{(C_{12} - C_{22})P_2}{(C_{21} - C_{11})P_1}. \quad (11.6)$$

Bu shartlar (10.3.) va (11.2) o'zaro munosobatlardan kelib chiqadilar. (11.5) sharti $x < x_0$ uchun to'g'ri keladi, (11.6) sharti esa $x > x_0$ uchun to'g'ri keladi.

$\lambda = \frac{(C_{12} - C_{22})P_2}{(C_{21} - C_{11})P_1}$ qiymat o'xshashlik nisbati uchun ostonaviy qiymati bo'ladi.

Eslatamiz, D_1 diaqnoz yaroqli holatiga to'g'ri keladi, D_2 – nuqsonli holatga, S_{21} – qalbaki xavotirlikni narxi, S_{12} – nuqsonni o'tkazib yuborish narxi (birinchi indekslar – qabul qilingan holat, ikkinchi – amaliy natija beradigan); $S_{11} < 0$, $S_{22} < 0$ – to'g'ri

yechimlarning narxi (shartli yutuqlar). Amaliy masalalarni ko'pchiligida shartli yutuqlar to'g'ri yechimlar uchun kiritilmaydilar va unda:

$$\lambda = C_{12}P_2 / C_{21}P_1. \quad (11.7)$$

Endi (10.3) qoida xaqiqatga o'xshashlik nisbati yordami bilan ifodalanadi va yechimni qabul qilish uchun xatto X_0 parametrni kritik qiymatini aniqlash talab qilinmaydi. Bu ba'zi cheklanishlarda xaqqoniy, masalan, etarli ravon taqsimlanishlar uchun («bir o'rkachli»).

Ko'pincha xaqiqatga o'xshashlik nisbatini emas balki bu nisbatni logarifmini ko'rib chiqish qulay bo'ladi. Bu natijani o'zgartirmaydi, chunki logarifmli funktsiya o'zini argumenti bilan monoton ko'payadi.

Me'yorli va ba'zi boshqa taqsimlanishlarda xaqiqatga o'xshashlik nisbat logarifmni qo'llashda hisobat bir necha oddiyroq bo'lar ekan. Minimal xavf-xatar shartini boshqa fikrlardan olish mumkin, kaysinisi kelajakda muhim bo'ladilar.

R uchun matematik ifodani shu shaklda yozib ko'yamiz:

$$R = C_{11}P \int_{-\infty}^{\infty} f(x/D_1)dx + (C_{21} - C_{11})P_1 \int_{x_0}^{\infty} f(x/D_1)dx + \\ + C_{12}P_2 \int_{-\infty}^{\infty} f(x/D_2)dx + (C_{22} - C_{12})P_2 \int_{x_0}^{\infty} f(x/D_2)dx. \quad (11.8)$$

YOki, ayon tenglamalarni $\int_{-\infty}^{\infty} f(x/D_1)dx = 1$, $\int_{-\infty}^{\infty} f(x/D_2)dx = 1$, xisobga olganda quyidagi chiqadi:

$$R = C_{11}P_1 + C_{12}P_2 + \int_{x_0}^{\infty} [(C_{21} - C_{11})P_1 f(x/D_1) - (C_{12} - C_{22})P_2 f(x/D_2)]dx. \quad (11.9)$$

CHunki ikki qo'shiluvchi doimiy bo'lgani uchun, x_0 dan R qaramligi integral qiymati bilan aniqlanadi. Kichiq x_0 -larda (9 rasm) integral tegidagi matematik ifoda musbat $f(x/D_1)$ (taksimlanish) $f(x/D_2)$ chaproq joylashgan, katta x_0 larda u salbiy. R_1 minimal qiymatiga to'g'ri keladigan x_0 ni tanlash uchun $x = x_0$ kesimidan integrallashtirishni boshlash kerak, qaysinisida integral tegidagilari $x > x_0$ yonida bo'lganda.

Integral tegidagi ifodani matematik belgisi o'zgarishi x_0 kesimida sodir bo'ladi, shu bilan birga:

$$(C_{21} - C_{11})P_1(x_0/D_1) - (C_{12} - C_{22})P_2 f(x_0/D_2) = 0,$$

yoki

$$\frac{f(x_0/D_1)}{f(x_0/D_2)} = \frac{(C_{12} - C_{22})P_2}{(C_{21} - C_{11})P_1}. \quad (11.10)$$

Yechim qoidani avvalgisi qoladi [(10.3) tenglama], (11.2) shart kuchida qoladi.

Misol. D_1 yaroqli va D_2 buzuv holatlarda, qachonki x parametr me'yorli taqsimlanishga ega bo'lgan hodisani ko'rib chiqamiz. Parametrni yoyilishi (o'rta kvadratlari chetga chiqishni qiymati) bir xilda ko'llaniladi.

Ko'rib chiqilayotgan hodisani taqsimlash zichligi:

$$f(x/D_1) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x}_1)^2}{2\sigma^2}};$$

$$f(x/D_2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\bar{x}_2)^2}{2\sigma^2}}.$$

SHu o'zaro nisbatlarni (11.2) tenglamaga kiritib, logarifmlashdan keyin quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$\ln \frac{f(x_0/D_1)}{f(x_0/D_2)} = -\frac{1}{2\sigma^2} [2x_0(\bar{x}_2 - \bar{x}_1) + \bar{x}_1^2 - \bar{x}_2^2] = \ln \frac{(C_{12} - C_{22})P_2}{(C_{21} - C_{11})P_1}$$

Bu tenglamadan:

$$x_0 = \frac{1}{2}(\bar{x}_1 + \bar{x}_2) - \frac{\sigma^2}{(\bar{x}_2 - \bar{x}_1)} \left(\ln \frac{P_2}{P_1} + \ln \frac{C_{12} - C_{22}}{C_{21} - C_{11}} \right)$$

$$x < x_0 \text{ yonida } x \in D_1; \quad x > x_0 \text{ yonida } x \in D_2.$$

Xatoli yechimlarni minimal son usuli.

Hal qiluvchi (10.3) qoida uchun xatoli yechimni ehtimoli:

$$P_{ouu} = P_1 \int_{x_0}^{\infty} f(x/D_1) dx + P_2 \int_{-\infty}^{x_0} f(x/D_2) dx \quad (12.1).$$

Bu ehtimolni ekstremum shartidan chiqadi:

$$\frac{dP_{ouu}}{dx_0} = -P_1 f(x_0/D_1) + P_2 f(x_0/D_2) = 0 \quad (12.2).$$

Minimum sharti beradi:

$$\frac{d^2 P_{ouu}}{dx_0^2} = P_1 f'(x_0/D_1) + P_2 f'(x_0/D_2) > 0 \quad (12.3)$$

yoki

$$f'(x_0/D_1)/f'(x_0/D_2) < P_2/P_1 \quad (12.4).$$

Ko'rsatilganday, (12.4) tengsizlik (11.4) shartiga binoan bir modulli taqsimlanishlar uchun bajariladi, va (12.2) o'zaro nisbatdan xatoli yechimni minimal ehtimoli kelib chiqadi:

$$f(x_0/D_1)/f(x_0/D_2) = P_2/P_1 \quad (12.5),$$

Bu erda, ilgari dek $P_1 = P(D_1)$, $P_2 = P(D_2)$ - dianozlarni apriorli ehtimolliklari.

Yechim $x \in D_1$ (x/D_1 ga mansublik) qabul qilinadi qachonki:

$$f(x/D_1)/f(x/D_2) > P_2/P_1 \quad (12.6)$$

va $x \in D_2$, qachonki:

$$f(x/D_1)/f(x/D_2) < P_2/P_1 \quad (12.7).$$

Aniqki, (12.5) - (12.7) o'zaro nisbatlar minimal xavf-xatar shartini, agar yechimlar narxi bir xil bo'lsa, ayrim bir xoli bo'ladi. CHegaraviy qiymatini (12.5)

tanlash shartini Zigert – Kotelnikov (ideal kuzatuvchi sharti) sharti deb xam aytiladi. Bayes usuli ham shu shartga olib keladi.

Yechim $x \in D_1$ qabul qilinadi qachonki:

$$P(D_1 / x) > P(D_2 / x)$$

yoki

$$f(x / D_1) / f(x / D_2) > P_2 / P_1 \quad (12.8),$$

bu (12.6) tenglamaga to'g'ri keladi.

Puxtalik masalalarda ko'rib chiqilgan usul ko'pincha «ehtiyotsizlik yechimlarni» beradi, chunki xatoli yechimlar oqibatlari o'zaro ancha farq qiladi.

Minimaks usuli shunday vaziyatga atalganki, qachon D_1 va D_2 diagnozlar ehtimoli to'g'risida dastlabki statik ma'lumotlar yo'q bo'lganda. «Eng yomon» hodisani ko'rib chiqamiz, ya'ni R_1 va R_2 eng kam muvofik qiymatlarini xavf-xatarning eng katta miqdoriga olib kelishi.

Endi xavf-xatar kattaligi x_0 va P_1 lardan (ikkinchi diagnozni ehtimoli $R_2 = 1 - R_1$) bo'g'lik deb hisoblaymiz. O'zaro nisbatdan (10.8) kelib chiqadi:

$$\begin{aligned} P(x_0, P_1) = & C_{11} P_1 \int_{-\infty}^{x_0} f(x / D_1) dx + C_{21} P_1 \int_{x_0}^{\infty} f(x / D_1) dx + \\ & + C_{12} (1 - P_1) \int_{-\infty}^{x_0} f(x / D_2) dx + C_{22} (1 - P_1) \int_{x_0}^{\infty} f(x / D_2) dx \end{aligned} \quad (12.9)$$

Ekstremumni topish uchun x_0 i R_1 bo'yicha shaxsiy hosilalarni nolga tenglashtiramiz. SHarti:

$$\frac{\partial R}{\partial x_0} = 0 \quad (12.10)$$

beradi

$$\frac{f(x_0 / D_1)}{f(x_0 / D_2)} = \frac{(C_{12} - C_{22})(1 - P_1)}{(C_{21} - C_{11})P_1} \quad (12.11).$$

O'zaro nisbatdan:

$$\frac{\partial R}{\partial P_1} = 0 \quad (12.12)$$

Kelib chiqadi:

$$\begin{aligned} C_{21} \int_{x_0}^{\infty} f(x / D_1) dx + C_{11} \int_{-\infty}^{x_0} f(x / D_1) dx = \\ = C_{12} \int_{-\infty}^{x_0} f(x / D_2) dx + C_{22} \int_{x_0}^{\infty} f(x / D_2) dx \end{aligned} \quad (12.13).$$

Endi (12.11) va (12.13) tenglamalarga qoniqtiruvchi x_0 va R_1 aniqlash talab qilinadi. Agar x_0^* va R_1^* ko'rsatilgan tenglamalarni ildizi bo'lsa, unda $R(x_0^*, P_1^*)$ nuqta ekstremalli bo'ladi.

Bir modeli taqsimlashlar uchun, xavf-xatar kattaligi maksimal bo'lishini (yani R_1 «noqulay» kattaligi bilan ko'rsatilganlar maksimal qiymatlar orasida minimalli bo'lishini) ko'rsatish mumkin. $R_1=1$ va P_1 xato yechim qabul qilish xavf-xatari bo'lmaydi, chunki bu holat noaniqligi yo'q. $R_1 = 0$ bo'lganda (mahsulotni hammasi yaroqli) (11.2) shartidan $x_0 \rightarrow -\infty$ bo'lib chiqadi, qaysinisida ob'ektlarni hammasi buzuv, $P_1 = 1$ va $P_2 = 0$ bo'lganda $x_0 \rightarrow \infty$ va shu xolatga binoan xamma ob'ektlar yaroqli hisoblanadilar.

Oraliq qiymatlar $0 < P_1 < 1$ uchun xavf-xatar ko'payadi va $P_1 = P_1^*$ maksimallasadi. Ko'rsatilgan usul bilan x_0 kattaligi shunday tanlanadiki, P_1 qiymatlari eng kam muvofiqli bo'lganda ham, xatoli yechimlar bilan bog'langan yo'kotishlar minimal bo'lishini ta'minlangan xolda.

Tenglamalar (12.11) va (12.13) yechim uslubiyotini ko'rib chiqamiz. Avval (12.13) tenglamadan x_0 qiymatini topamiz, qaysinisini quyidagi ko'rinishda bajarish mumkin.

(12.13) tenglamani quyidagi shaklda ko'rsatamiz

$$\varphi(x_0) = 0 \quad (12.14),$$

bu erda:

$$\begin{aligned} \varphi(x_0) = & (C_{21} - C_{11}) \int_{x_0}^{\infty} f(x/D_1) dx - \\ & - (C_{12} - C_{22}) \int_{-\infty}^{x_0} f(x/D_2) dx + C_{11} - C_{22}. \end{aligned} \quad (12.15).$$

Oxirgi tenglamani taqsimlash funktsiyasi yordamida yozib qo'yish mumkin:

$$\begin{aligned} \varphi(x_0) = & (C_{21} - C_{11})[1 - F(x_0/D_1)] - (C_{12} - C_{22})F(x_0/D_2) + C_{11} - C_{22}; \\ F(x_0/D_1) = & \int_{-\infty}^{x_0} f(x/D_1) dx; \quad F(x_0/D_2) dx. \end{aligned} \quad (12.16)$$

Nazorat savollar:

1. Xatoli yechimlar ehtimolliklar misolini keltirib bering?
2. Minimal xavf-xatarli echmlar uchun ayrim bir hol funktsiyalarni yozib bering?
3. Minimaks usuli qaysi xolatlar uchun qo'llanadi?
4. SHartlar qanakaligida xavf-xatar kattaligi maksimal bo'ladi?
5. Bitta diagnostik parametr uchun minimal xavf-xatar usulini ma'nosi nimada?
6. Xato yechimlarni o'rta xavf-xatarni ekstremum nuqtalarini chizib bering.
7. Ikki o'rkachli taqsimlanishlar uchun ekstremum nuqtalarni ko'rsating.

8. Xaqiqatga o'xshashlik nisbat uchun hisobiy ostonaviy qiymat formulasini ko'rsating.

15 mavzu: Izlanishni rejalashtirish.

Mavzu o'quv maqsadi-reja:

1. Muommani ma'nosi.
2. Ilmiy tadqiqotni sxemasi.
3. Tajriba va uning bosqichlari.
4. Optimizatsiya kriteriyi.
5. Erkin o'zgaruvchan kattaliklar.

Ilmiy tadqiqot ilmiy muomma qo'yishdan boshlanadi. Muomma deb har taraflama o'rganishni talab qiluvchi murakkab nazariy va amaliy masala tushiniladi, ya'ni tadqiqotlar.

Muomma (problema) – bu, qiyofali aytganda, nimanidir bilmasligimizni to'g'risida bizning bilishimiz.

Bo'sh joyda muommalar tug'ilmaydi, ular har doim ilgari olingan natijalardan xosil bo'ladilar, ammo muommani ohirigacha echish uchun bor bilimlar etarli emas. Muommani echish uchun yangi bilimlar zarur. Ularni esa ilmiy tadqiqotlar etqazib beradilar.

Masalan:

1. Xavo muhitni ifloslamaydigan "toza" dvigatelni yaratish muommasi.
2. Havo yostigida xarakatlanuvchi transport vositani muommasi.
3. Fildirakdan voz kechish va transportning o'tish qobiliyatini oshirish muommasi.
4. Gravitatsiyani boshqarish muommasi.
5. Tog'larni solish muommasi.
6. Qiyfani o'zgartirish muommasi.
7. Iqlimni (klimat) rekonstruktsiya muommasi.
8. Ip uzilishini nazorat muommasi va xokazolar.

Muommani qoish uchun, ilgari echilgan yoki topilgan qarama-qarshilik yangiligini baxolashda hatoga yo'l qo'ymaslik uchun, sohadagi eng yangi fan va texnika yutuqlarini yaxshi bilish zarur.

Dastlabki ma'lumotlar tahlili (analiz) tadqiqotchiga ishchi **gipoteza-taxmin** chiqarish imkonini beradi. Gipoteza odatdan ilgari tuzilgan tasavvur chegaralariga sig'maydigan yangi faktlarni umumlashtirish yoki tushintirish uchun qo'yiladi.

Gipotezani asoslashtirish va isbot qilish uchun ega bo'lgan faktlar bilan bir qatorda yangi faktlarni izlash, tajribalar qo'yish, ilgarigi natijalarni tahlil qilish zarur.

Asoslangan, tasdiqlangan va rivojlangan ishchi gipoteza ilmiy nazariyaga aylanadi.

Ilmiy tadqiqotlarda tajribaga alohida joy ajratiladi, qaysi o'zi bilan tadqiqotlar sinovlarida ob'ekt to'g'risida ma'lumot olishga yo'naltirilgan operatsiyalar tizimni, ta'sirlarni va kuzatishlarni ifodalaydi.

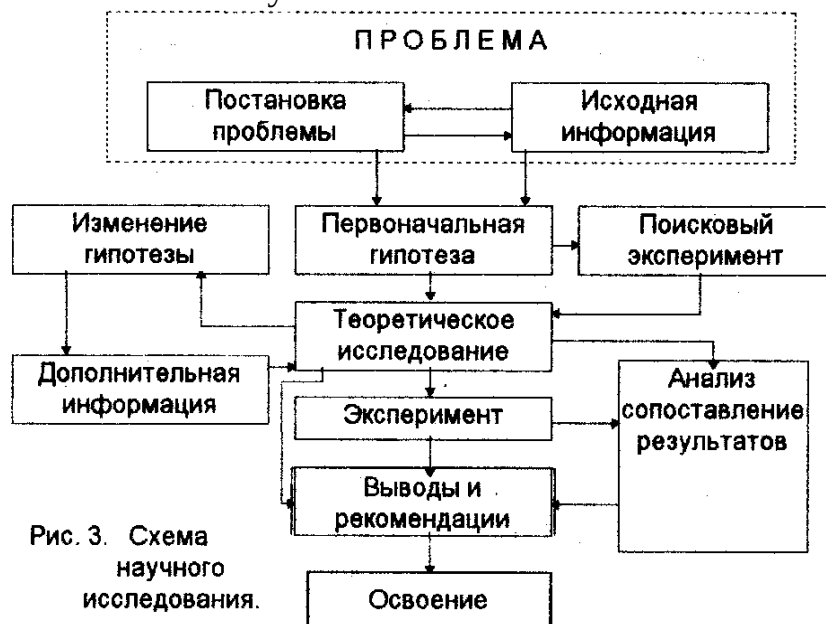


Рис. 3. Схема научного исследования.

Tajriba identifikatsiya (tajriba natijalarda olingan ma'lumotlarga gipotezalarni to'g'ri kelishini tekshirish, ya'ni nazariy natijalarni tasdiqlash) yoki optimizatsiya (eng yaxshi echimni, tadqiqotlanayotgan parametr qiymatini izlash, ya'ni maksimumni yoki minimumni) maqsad bilan qo'yilishi mumkin.

Tajribali usullarni qo'llash tajriba nazariyasini yaratishga olib keldi. Bu nazariya tajriba o'tqazuvchiga quyidagi savollarga javob berishiga qaratilgan:

- 1) qo'yilgan masalani eng yaxshi natijalar bilan echish uchun (vaqt sarflari va vositalar yoki natijalar aniqligi ma'nosida) tajribani qanday tashqil qilish kerak;
- 2) tadqiqotlanayotgan ob'ekt (yoki hodisa) to'g'risida maksimal ma'lumotlar olish uchun tajriba natijalariga qanday ishlov berish kerak;
- 3) tajriba natijalari bo'yicha tadqiqotlanayotgan ob'ekt to'g'risida qanday asoslangan xulosalar qilish mumkin.

Tajriba nazariyasini asosi matematik statistika bo'ladi, u tajriba tahlili uchun qo'llanadi o'sha hollarda, qachon uning natijalari tasodifiy kattaliklar yoki tasodifiy jarayonlar sifatida qabul qilish mumkin bo'lganda.

Bu shart tadqiqotlarni ko'pchiligida bajariladi, chunki, qonundek, tajriba natijalari qandaydir noma'lumlik bilan bo'g'langan. Bunday noma'lumlikni ko'p sabablarini orasida tadqiqotlanayotgan jarayonlarni tasodifiy tabiyatini, nazoratga bo'ysinmaydigan omillar ta'sirini, kuzatishlar hatolari va tajriba sharoitlarni nazoratga bo'ysinmaydigan o'zgarishlarini aytish mumkin. Bularga shuningdek priborlarni, o'lchash usullarni va ma'lumotlarni etkazish markazlarni takomillashmaganligi sababli o'lchash hatoliklari xam kiradi. Kuzatishlar natijalariga bularni ta'siri ko'p hollarda tasodifiy deb hisoblash mumkin.

Tajribani rejalashtirish bu matematik statistikani yangi bo'limi. Unda kuzatishlar natijalarni baholash va taqdim etish, tahlil usullari ko'rib chiqiladi.

Tajribani rejalashtirishda modelni topish quyidagi bosqichlar bo'yicha amalga oshiriladi:

1. Omillarni tanlash.
2. Omillarni kodlash.
3. Tajriba rejani matritsasini tuzish.
4. Tajribalarni randomizatsiyalash.
5. Tajriba rejasini amalga oshirish.
6. Tajribalar takrorlanishini tekshirish.
7. Regressiya koeffitsientlar muhimligini baholash.
8. Chiziqli modelni adekvatligini tekshirish.
9. Grafikli bo'g'lanishlarni qurish.
10. Natijalarni tahlil qilish va xulosalarni shakllantirish.

Tadqiqot qilinadigan o'zgaruvchan kattalik **maqsad funktsiya** (yoki chiqishomil, javob, optimizatsiya kriteriyi) deyiladi, ya'ni erksiz o'zgaruvchan kattalik (t.e. zavisimoy peremennoy).

Optimizatsiya kriteriyi bir ma'noda va yetarli to'liqlik bilan tadqiqot ob'ektni ta'riflash (xarakterizovat) kerak. Kriteriy fakat bitta bo'lishi kerak va aniq fizik ma'noga ega bo'lib, maksimal statistik samaradorlik bilan miqdoriy baholanishi kerak.

Optimizatsiya kriteriyi (parametri) – bu omillar ta'siriga reaksiyalar (javoblar), ular o'rganilayotgan tizimdagi o'zgarishlarni aniqlaydilar.

Bu kriteriy quyidagi talablarni qondirishi kerak:

- miqdoriy bo'lish va bitta qiymat bilan berilishi;
- omillarni har xil mumkin bo'lgan tanlangan darajalar kombinatsiyalarida o'lchashga yo'l qo'yish;
- universal bo'lish, ya'ni tadqiqotlanayotgan ob'ektni har tomonlama ta'riflashi;
- oddiy fizikaviy ma'noga ega bo'lishi;
- tajriba o'tqazishda xamma bosqichlari uchun bo'lishi.

Optimizatsiya kriteriyi tanlangandan keyin tadqiqotlanayotgan ob'ektga ta'sirini aniq bir maqsadga qaratib o'zgartirish mumkin bo'lgan boshqariladigan (bog'lanmagan) o'zgaruvchan omillar tanlanadi.

Qoyilgan masala tahlilidan keyin tanlangan yoki nazariy tadqiqotni asosida olingan **erkin o'zgaruvchan kattaliklar** (o'zgartiradigan, boshqaruv yoki kirish omillar) berilgan kattaliklar sifatida hisoblanadilar, agar ularni nomlari belgilangan bo'lsa (masalan plunjer bosimi, asosiy valni aylanish soni, material qalinligi, ipni tarngligi, material qizishi, kesish kuchi, kesish tezligi va hokazo) va ular qabul qiladigan miqdoriy qiymati (masalan $r = 0,1-12 \text{ N}$; $n = 800-1600 \text{ ayl/min}$; $v = 0,25-1,2 \text{ mm}$; $N_{ip} = 0,1-0,8 \text{ N}$; $t^\circ = 0-180^\circ \text{ S}$; $R = 200-1200 \text{ N}$; $v = 10-50 \text{ m/min}$).

Bog'lanmagan omillarga quyidagi talablar qo'yiladi:

- mustaqillik, ya'ni har qanday darajadagi omilni aniqlash imkoni boshqa omillarni darajasiga bog'lanmagan holda;

- moslik, tajriba paytida odatda bir necha omillar o'zgartiriladi. Omillarni moslik ma'nosi shuki, ularni hamma kombinatsiyalari amalga oshiriladigan va xavfsiz;

- boshqariluvchanlik, buni ma'nosi shuki, tajriba o'tqazuvchi omilni kerakli qiymatini tanlab uni tajriba davomida o'zgarmas holda tutib turishi mumkin, ya'ni omilni boshqarishi mumkin;

- o'lchov aniqligi. Omillarni o'zgarish diapazoni bilan aniqlik darajasi belgilanadi.

- bir xil ma'noli, ya'ni omillarni ob'ektga bevosita (neposredstvennoe) ta'siri. Boshqa omillarni funktsiyasi bo'lgan omilni boshqarish kiyin.

Tayanch iboralar:

- Diskretli ob'ektlar;
- analogli ob'ektlar;
- testli diagnostikalash;
- dinamik tizim;
- generator;
- analizator;
- etalon;
- solishtirish sxema;
- siljish registori;
- signatur analizator;
- funktsional diagnostika;
- mahalliy diagnostika;
- teskari aloqa;
- vibroakustik usuli;
- diagnostikalash algoritmi;
- diagnozni ehtimoli;
- statistik qiymat;
- diagnozning apriorli ehtimoli;
- diagnostik matritsa;
- "qalbaki xavotirlik";
- "nuqsonni o'tqazib yuborish";
- birinchi turli xatolik;
- ikkinchi turli xatolik;
- tenzometr;
- apriorli ehtimollik;
- o'rta xavf-xatar;
- parametr zichligi;
- minimal xavf-xatar;

16 mavzu: ITI da datchiklar va priborlar.

Mavzu o'quv maqsadi-reja:

1. Elektrik bo'lmagan kattaliklarni elektrik usullarda o'lchash.
2. O'lchashning blok-sxemasi.
3. Kuchni, bosimni, titrashni, tezlanishni, temperaturani va boshkalarni o'lchovchi datchiklar.
4. ITI larida kuchaytirib beruvchilar va ostsillograflar.

Yengil sonoatda ko'pincha masalalar murakkab ko'p omilli tajribalarni amalga oshirishni, bunda texnologik jarayonlarni aniq bajarib sifatli kattaliklarni hamda texnologiyani etarlicha aniq bajaruvchi jixozlar va mashina-uskunalarini optimal (muqobil) tuzilishni va sozlanganligini talab qiladi.

Ko'pincha ilmiy ishlarni xamda lozim bo'lgan masalalarni aniq va kam xarajatlar bilan amalga oshirish kerak bo'ladi. Bu esa matematik rejalash usullarini va matematik taxlil usullarini qo'llashni talab qiladi.

Bunda tajriba o'tkazish nazariyasi eksperimentatordan (tajriba o'tkazuvchidan) quyidagi sovellarga javob olishni talab qiladi:

1. Qo'yilgan muammoni echish uchun tajribani qanday tashqil qilish va o'tkazish kerak.
2. Tekshirilayotgan ob'ekt haqida eng ko'p axborot olish uchun, qanday qilib tajriba natijalarini ishlash va taxlil qilish kerak.
3. Tajriba natijalari asosida tekshirilayotgan ob'ekt, haqida qanday xulosa chiqarish kerak.

Bu masalalarni xal qilish uchun tajriba o'tkazuvchi tajriba texnikasi va uni o'tkazish nazariyasini yaxshi bilishi kerak.

Demak, bu fan kerakli axborotni yig'ish va taxlil qilish, ilmiy izlanish masalasini qo'yish xamda uni o'tkazish, olingan natijalarni ishlash, umumiy xulosa chiqarish, natijada ilmiy ish xisobotini yozish, uning asosida jurnallarda axborot va maqolalar e'lon qilish kabi masalalarni xal qilishni o'rgatadi.

O'zgartirib beruvchi va sezuvchi datchiklar.

Tajriba o'tkazilayotganda o'lchanishi, tekshirilishi, kuzatilishi lozim bo'lgan kattaliklarni ko'rish, kuzatish, o'lchash va yozish uchun qandaydir pribor va sezuvchilarni qo'llash kerak.

Sezuvchilar (datchiklar) yordamida tajriba signallari o'lchanishi mumkin bo'lgan kattalikka aylantirib kuzatiladi, yoziladi va o'lchanadi. Tajriba o'tkazishda keng tarqalganlardan noelektrik kattaliklarni elektrik usullar bilan o'lchashdir.

Bunda tenzometrik o'zgartirgichlar (tenzorezistorlar) keng qo'llaniladi. Ularga simli, folgali yoki yarim o'tkazgichli o'zgartirgichlar kiradi. Tajriba o'tkazilayotganda ularda mexAniq deformatsiya ta'sirida aktiv qarshilik o'zgaradi.

Tenzorezistorlarni asosiy xarakteristikasi bo'lib, nisbiy tenzosezish koeffitsenti hisoblanadi, ya'ni

$$K = (\Delta R/R)/(\Delta l/l) \quad (1)$$

bu erda $R = \rho \frac{l}{S}$ - cimning qarshiligi;

r - simning solishtirma zichligi;

l - simning dastlabki uzunligi;

S - simning dastlabki kesim yuzi;

ΔR - sim qarshiligini o'zgarishi;

Δl - cim uzunligining o'zgarishi.

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta \rho}{\rho} - \frac{\Delta S}{S} \quad (2)$$

Agar $\frac{\Delta S}{S} = -2\mu$ ekanligini xisobga olsak (1) tenglama quyidagicha yoziladi.

$$K = 1 + 2\mu + \frac{\Delta \rho / \rho}{\Delta l / l} \quad (3)$$

bo'lganligi uchun $K = 1 + 2\mu$

$\mu = 0,24-0,4$ - o'zgartirib beruvchi bajarilgan metall materiali uchun Puasson koeffitsenti. Unda sezgirlik koeffitsenti. $K = 1,48-1,8$ bo'ladi. Ko'pgina metallar uchun

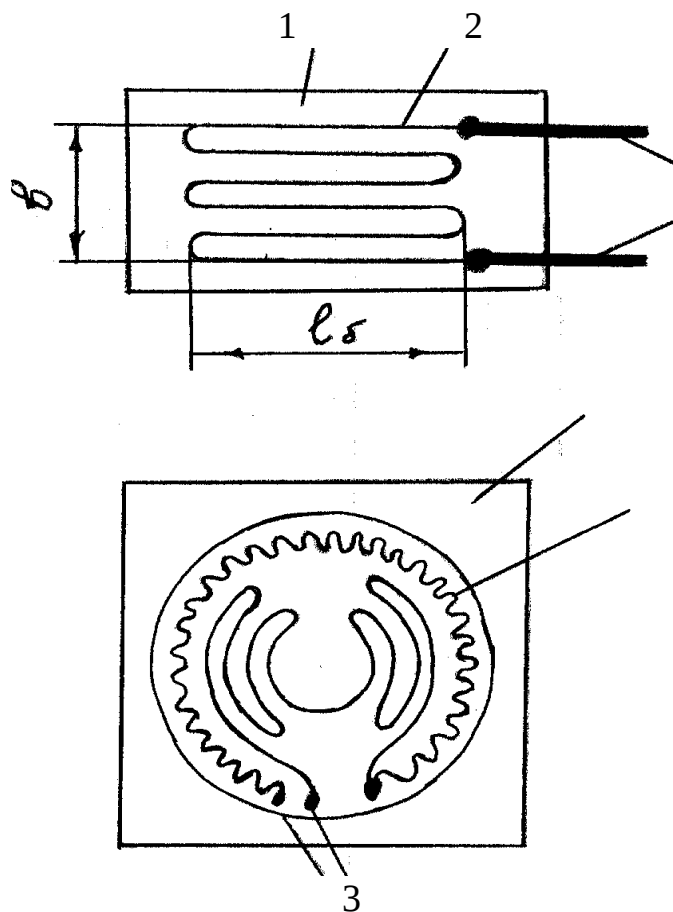
nisbiy cho'zilish qiymati $\frac{\Delta l}{l} \approx 2,5 \cdot 10^{-3}$ va sezgirlik koeffitsenti $K = 0,5-4$ bo'lganligi

uchun qarshilikning nisbiy o'zgarishi $\frac{\Delta R}{R} = (1,25-10)10^{-3}$ dan oshmaydi. Quyida simli va folgali o'zgartirib beruvchilarni sxemalarini keltirilgan (Rasm-1 a, b). Ular 1 asos, ularni orasidagi simli panjaralar 2 va ularga qalaylab biriktirilgan 3 ulagichlardan tashqil topgan.

Rasm-1a dagi simli o'zgartirgichning ko'ndalang kesimi $d = 20-35$ mkm bo'lib, panjarasining uzunligi $l_b = 1-100$ mm atrofida bo'ladi.

Rasm-1b da keltirilgan folgali o'zgartirib beruvchining kesimi to'rt burchak ko'rinishida bo'lib, $a \times v = 5-25$ mkm atrofida, panjara simining uzunligi esa $l_b = 0,4-25$ mm atrofida bo'ladi.

Simlarning qarshiligi 20-500 Om orasida bo'lib, o'zgartirib beruvchilarning o'lchashdagi xatosi 0,1-0,2%, yarim o'tkazgichlilarining xatosi esa 0,5-1% atrofidadir, xar turli tenzorezistorlardan o'tadigan ishchi tok kattaligi 15-80 mA oralig'ida bo'lib, ularni pasportida keltiriladi.



Rasm-1.

O'zgartirib beruvchilar tadqiq qilinadigan ob'ekt yoki buyumga maxsus texnologiya bilan elimlanadi. Bunda Bf-2 yoki Bf-4 elimlari ishlatiladi.

O'zgartirib beruvchilar quyidagicha markalanadi:

2PKP-5-50G, 2PKB-10-100X, 2FNPA-10-200X(G) va hakoza.

Bunda xarifli belgi oldida keltirilgan raqami 2 asosning sonini, harifiy belgilarni birinchisi P esa material nomini (simli "provolka" f-folgali), ikkinchisi K - qanday metallardan qilinganligini (K-konstantan, N - nixrom), uchinchisi esa P - asos materiali turini (P - plyonka, B - bumaga) bildiradi. Ulardan keyingi raqamlar: 5-simli panjara uzunligini $L_b = 5\text{mm}$, 50- simning nominal qarshiligini $R = 50\text{ Om}$ va $G(x)$ - esa o'zgartirib beruvchi tadqiq qilinadigan yuzaga elimlash joyini va temperaturasi ($G = 180^\circ$ gacha termo shkafda, $x = 18-30^\circ$ gacha xonada) bildiradi. Normal ishlash va kerakli sezgirlikni ta'minlash uchun o'zgartirib beruvchilarni materiallari quyidagi talablarga javob berishlari kerak:

- 1) o'lchanayotgan deformatsiyalar oralig'ida qarshilikni o'zgarishi va deformatsiya kattaligi chiziqli qonuniyatni ta'minlashi lozim;
- 2) katta nisbiy qarshilikka ega bo'lishi kerak;
- 3) gisterzis kuzatilmasligi lozim;

4) issiqlikka uncha ta'sirchan bo'lmashligi lozim.

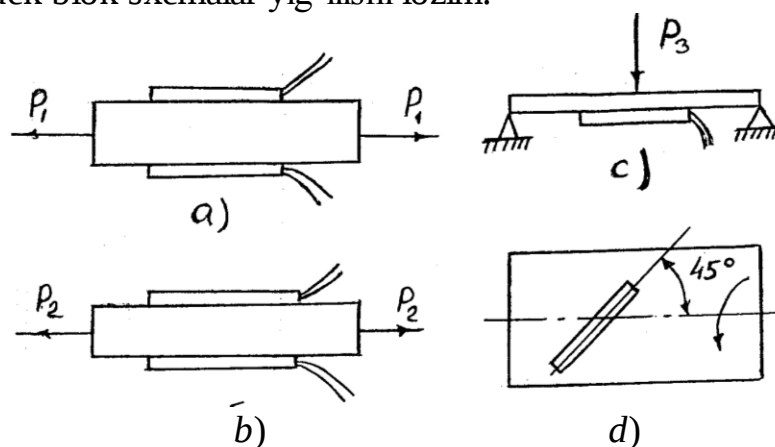
Bu talabalarga mis-nikelli qotishma, konstantan, xrom-nikelli qotishma, nixrom, platina-iridiyli qotishma va boshqalar javob berishadi.

17 mavzu: Elektrik bo'lmagan kattaliklarni elektr usullari bilan o'lchash. O'lchashdagi blok sxemalar.

Tadqiqot vaqtida o'lchanishi lozim bo'lgan kattaliklarni bilish uchun, avval o'zgartirib beruvchilar ma'lum qonuniyat bilan ob'ekt yoki buyumlarga yelimlanadilar. Quyida o'zgartirib beruvchilarni ob'ektlarga yelimlab maxkamlash sxemalari keltirilgan.

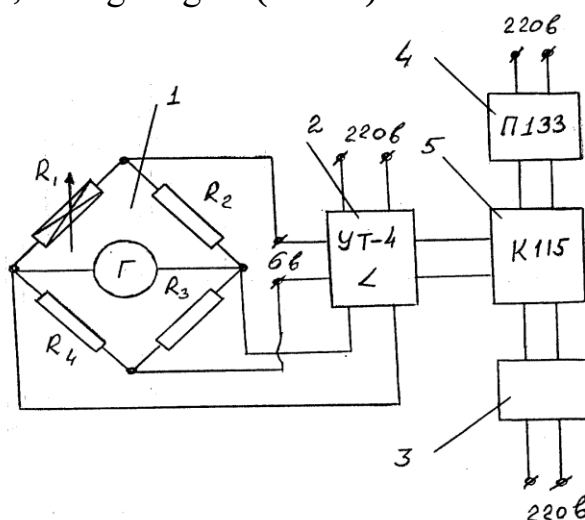
Ob'ektdagi cho'zilish (Rasm 2a.), siqilish (Rasm 2b.), egilish (Rasm 2s), burilish (Rasm.2d) deformatsiyalarini o'lchash uchun sxemalarda ko'rsatilgandek o'zgartirgichlarni elimlab maxkamlash lozim.

O'lchash, kuzatish va tadqiqot natijalarini tenzometrik usullar bilan o'rganish uchun quyidagidek blok sxemalar yig'ilishi lozim.



Rasm-2.

Quyida keltirilgan Rasm-3 da: 1-qarshiliklar ko'prigi, 2- elektr kuchaytirgich, 3-vaqtni belgilovchi blok, 4-to'g'rilagich (manba) xamda 5-ostsillograf.



Rasm. 3.

Bu erda R_1 - o'lchovchi o'zgartirib beruvchi (simli o'zgartirgich), R_2 , R_3 , R_4 - muvozanatlovchi va etishmovchilikni ta'minlovchi qarshiliklar.

Adabiyotlar: [1 (5-18 betlar), 2 (5-42 betlar), 4, 6, 11, 14, 16, 17, (22-116 betlar)].

Kuchni va bosimni o'lchash.

Igna buyumni teshib o'tayotganida ma'lum miqdordagi kuch sarflanadi, agar mashina tepkisi buyumni ruxsat etilgan kattalikda igna plastinkasiga bosib turmasa surilishi noteks xamda chok kattaligi sozlangan qiymatga ega bo'lmaydi. Tepkini bosish kuchi juda katta bo'lsa buyum yaxshi surilmaydi tishli reyka-tepki sistemasi tez ishdan chiqadi, buyum esa deformatsiyalanadi.

Ignani buyumni teshib o'tish kuchini bilish, igna mexanizmini kuch hisobini bajarishda qo'l keladi, toki loyخالangan maxanizm optimal bo'lsin va uzoq muddat ishlasin.

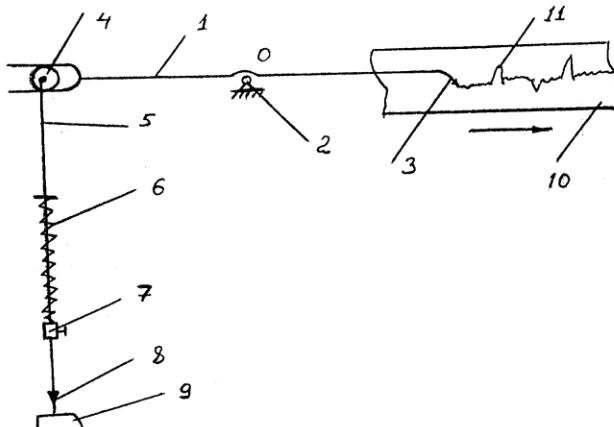
Ignaga ta'sir qilayotgan kuchni shuningdek tepkini bosish kuchini tenzometrik sezgilar-o'zgartir beruvchilar yordamida o'lchanadi. Bunda simli o'zgartirgichlar igna plastinkasi ostiga, tepkida esa uni asosi ustiga elimlanadi. Signal esa ko'prik sxemasi orqali kuchaytirgich va ostsillografga uzatiladi. Signal ostsillografda ultrafioletli Uf-67 frotoqog'oziga yoki kinoplyonkaga yozib olinadi.

Titrashni va tezlanishni o'lchash.

Tiqilayotgan buyumlarning sifati mashina, apparat va mashina avtomatlarining normal, aniq, shovqinsiz, titrashsiz ishlashiga bog'liq. Ko'pincha mashinani yaratish bilan bogliq bo'lgan masalalarni xal qilganda yuqorida ta'kidlangan kattaliklar xam tadqiq qilinadi.

Bunda turli xil asboblalar va moslamalar ishlatiladi (tenzometrik usul xamda mexAniq usul). Oddiy ygllardan biri titrashni VR-5 qo'l vibrografi bilan yozish va o'lchashdir. VR-5 yordamida chastotasi $f = 5-100$ Gts , amplitudasi $A = 0,05-1,5$ mm bo'lgan tebranishlar o'lchanadi. O'lchash xatosi $f = 4-8\%$ atrofida.

Qo'l vibrografi (Rasm.5) 1 ikki elkali ayrisimon richagdan, uning o'ng elkasiga maxkamlangan perodan, 5 sterjen, 4 rolik sterjen bilan 7 xalqacha orasida joylashgan 6 purjinadan hamda 5 sterjnning pastiga maxkamlangan 8 qadalgichdan tashqil topgan.



Rasm. 5.

Agar mashina tanasi vertikal ygnalishda tebranma xarakat qilsa 8 qadalgich orqali 5 sterjen 1 ikki elkali richagni “O” o’qi atrofida goh soat strelkasi bo’yicha goh soat strelkasiga qarshi ygnalishida buradi. Natijada 3 pero yordamida 10 lentada 11 vibrogramma yozilib qoladi.

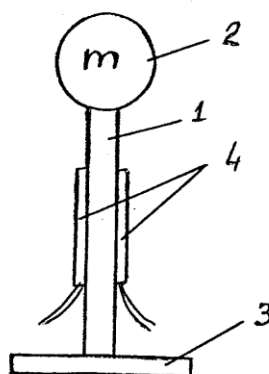
Yozilgan vibrogramma asosida titrash amplitudasini “A” xisoblash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$A = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5}{5 \cdot K} \quad (1)$$

bu erda a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 , - vibrogrammaning 5 ta nuqtasida yozilgan titrash kattaligi, mm.;

$K = 6$ - vibrografni kattalashtirish koeffitsenti.

Ilmiy tadqiqot ishlarida nazariy izlanishlar asosida jarayonni matematik tenglamalari keltirib chiqariladi. Bu tenglamalarda inertsia kuchlari xisobga olinadi. Ma’lumki inertsia kuchi jism tezlanish bilan xarakat qilayotganda yuzaga keladi. Tezlanishni akselerometrlar (Rasm-6) yordamida o’lchanadi. Oddiy bir inertsiyali akselerometr 1 balka, uni uchidagi, “m” massali 2 qo’rg’oshin shar, 3 kronshteyn xamda 1 balka tomonlariga elimlangan 4 simli tenzometrik o’zgartirib beruvchilardan tashqil topgandir.



Rasm. 6.

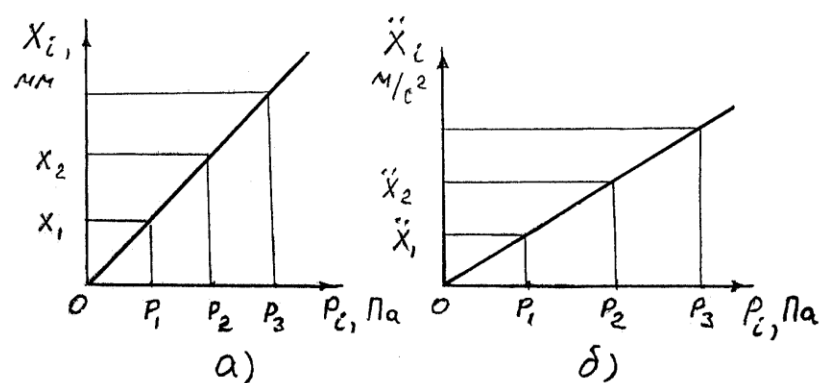
Ma’lumki inertsia kuchi

$$F = -mx \quad (2)$$

bu erdan tezlanish

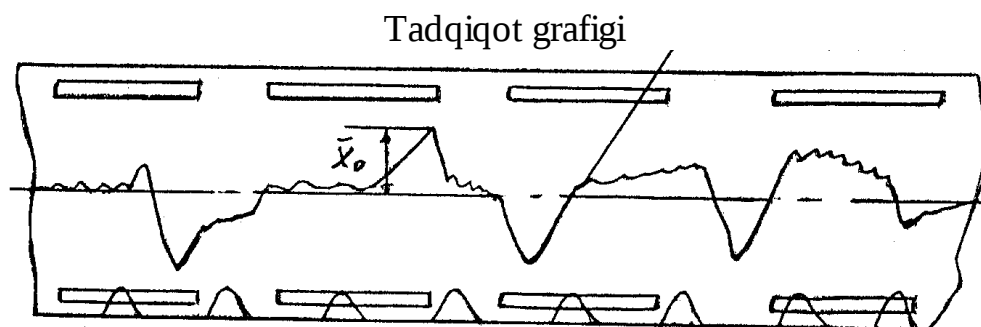
$$\ddot{X} = \left| \frac{F}{m} \right| \quad (3)$$

Tezlanishni o’lchasdan avval simli ko’prik qurilma va o’lchash blok sxemasi yig’iladi. Keyin Rasm-6 dagi akselerometr tarirovka qilinadi. Buning uchun akselerometr garizontal xolda tiskiga maxkamlanib sharli qismiga ma’lum kuch (P_i), bilan ta’sir etiladi, natijada P_i kuchga propotsional bo’lgan X_i balkani egilishlari qayd qilinadi va quyidagi grafik (Rasm-7a) chiziladi.



Rasm. 7.

So'ngra (3) formula yordamida tezlanishlar qiymati xisoblanadi. Bunda $F = P_i$ deb qabul qilinadi. Natijalar asosida Rasm-7b dagi grafik chiziladi. Rasm-7a va 7b lardagi grafiklar tarirovka grafiklari deyiladi. So'ngra yig'ilgan tajriba stendida quyidagi ko'rinishdagi (Rasm-8) ostsillogramma yozib olinadi.



Rasm. 8. Vaqt belgisi

Undan X_0 kattalik o'lchanib, Rasm-7a dan unga mos keladigan R_0 kuch topiladi, R_0 esa Rasm 7b ni abstsissasi o'qiga qo'yilib unga mos bglgan X_0 tezlanish topiladi. Tezlik va siljishni topish uchun esa tezlanish natijasi bir va ikki marotaba integrallanadi, ya'ni

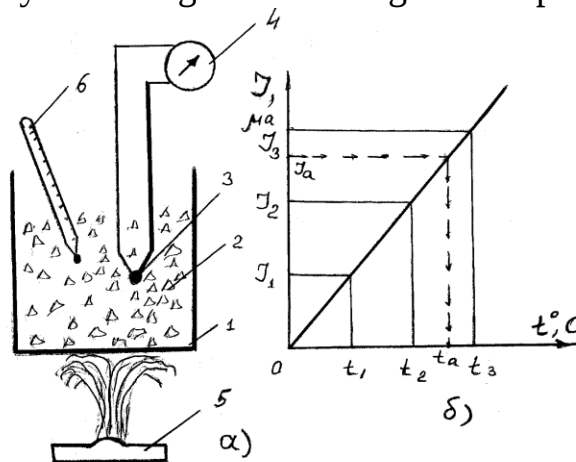
$$\int \ddot{x} dt = \dot{x} + c, \quad \int \int \ddot{x} dt dt = x + c$$

18 mavzu: Qattiq jismlarni va issiqligi sekin o'zgaruvchan suyuqliklarni temperaturasi o'lchash usullari.

Termoparalar tikuv mashinalarini idishdonlaridagi moylarni qizish temperaturasi, mashinalardagi podshinkalarni qizishini, igna yuritgichlarni va ignalarni qizish kattaligini o'lchash uchun ishlatiladi. Mis-konstantan qotishmasidan tayyorlangan termoparalar 400°S gacha bo'lgan, xromel-kopelli esa 800°S gacha bo'lgan, xromel-alyumelli- 1200°S gacha bo'lgan, platina yoki platina-rodidiy esa 1600°S gacha bo'lgan temperaturalarni o'lchashda ishlatiladi. O'lchashdan avval termopara tarirovka qilib olinadi. Buning uchun 1 idishga 2 muz parchalari to'ldiriladi, u erga 3 termoparalarning qalaylangan uchi joylashtiriladi uni ikki chikig'i o'rtasiga esa 4 galvanometr ulanadi (Rasm-13a).

So'ngra idishni tagiga 5 spirt lampasi yoki boshqa isitgich qo'yilib, muz eritiladi. Bunda termoparaning qattiq qalaylangan uchi qizib, uni simlarda EYuK yuzaga keladi, tokning kattaligi galvanometr yordamida o'lchanadi.

Bunda muzning erish temperaturasi esa 6 termometr bilan o'lchanadi. Natijalar asosida Rasm -13b da keltirilgan tok kattaligini temperaturaga bog'liqlik grafigi chiziladi. So'ngra 3 termopara temperaturasi o'lchashi kerak bo'lgan tadqiq qilinadigan ob'ektga maxkamlanadi (Masalan, tikuv mashinasini bosh valni podshipnikiga). Mashina ishlaganda bosh val bilan podshipnik orasidagi ishqalanish xisobiga podshipnik qiziydi va o'ziga maxkamlangan termopara uchini xam qizdiradi.



Rasm. 13.

EYuK hosil bo'lib, galvanometr qandaydir I_1 tokni ko'rsatadi. So'ngra tok qiymati Rasm-13b dagi grafikni ordinatasiga qo'yilib, unga mos keladigan t_a temperatura abstsissa o'qidan topiladi. Bu temperatura asosida podshinik bosh val orasidagi reaksiya kuchi hisoblanadi. Bu kattalik podshipnikka material tanlash uchun asos bo'ladi.

Adabiyotlar: [2(88-120betlar), 4(328-391betlar), 6,8,9,11,14,16,17].

Nazorat sovellari:

1. Simli va folgali o'zgartirib beruvchilarni bir-biridan farqi nimada?
2. Folgali sezgichlarni rozetkali, membranali va boshqa turlarini sxemalarini chizing.
3. O'zgartirib beruvchilarni markalarini yozing va tashqil etuvchilarini sharhlab bering.
4. Datchiklarni sezuvchanlik koeffitsienti qanday formula bilan hisoblanadi?
5. Nominal qarshilik deganda nimani tushunasiz?
6. O'lchash asboblarni o'rganishdan maqsad nima?
7. Qanday qilib askar kiymini isish temperaturasini o'lchash mumkin?
8. Termoparalar nima uchun ikki xil materialdan qilinadi?

Mavzu o'quv maqsadi-reja:

1. Tok va chastotani kuchaytiruvchi asboblari.
2. Tajriba grafiklarini yozuvchi va ko'rsatuvchi asboblari.
3. Elektron ostsilloqraflari.

1. Tok va chastotani kuchaytiruvchi asboblari.

Kuchaytirgichlar tajriba vaqtida manba energiyasi hisobiga elektr tebranishlar amplitudasini oshirib beradilar. Kuchaytirgichlar ma'lum chastotali o'zgaruvchi tokni xamda tovush chastotasini kuchaytirib beruvchilarga bo'linadilar.

Birinci kuchaytirgichlarda manba toki 3-35 kGts atrofida bo'lib, ilmiy tadqiqot ishlarida keng qo'llaniladilar. Tovush chastotasini kuchaytiruvchilar esa 20 Gtsdan yuqori signalli chastotani kuchaytirib beradilar. Tenzometrik o'lchashlarda 8 ANCh-7m, 8 ANCh-10m, TA-5, UTS-1, UT-4-1 va boshqa markali kuchaytirgichlar ishlatiladi. Bundan tashqari ixcham engil va arzon bo'lgan yarim o'tkazgichli kuchaytirgichlar ham ishlatiladi. Bularda energiya bilan ta'minlash o'zgaruvchan tok manbaidan hamda akkumulyatordan bo'lishi mumkin. Quyidagi jadvalda kuchaytirgichlarning texnik ta'riflari keltirilgan.

Jadval-2.

t/r	Nomlari	TA-5	UT-4-1
1.	Bir paytda o'lchanadigan kattaliklar soni	4	4
2.	Kuchaytirish chastotasi, Gts	7	-
3.	O'lchanadigan chastota oralig'i, Gts	0-1000	0-2000
4.	O'lchanadigan deformatsiya oralig'i, mkm/m	1-10000	1-5000
5.	Tenzorezistorlar qarshiligi, Om	100-400	50-500
6.	Chiquvchi tokning maksimal qiymati,	35	100
7.	Galvanometrlar qarshiligi, om	≤100	2,5
8.	O'lchamlari, mm:		
	Uzunligi;	300	362
	Eni;	225	245
	Balandligi	160	245
10	Og'irligi, kg	15	16

2. Tajriba grafiklarini yozuvchi va ko'rsatuvchi asboblari.

Ularga yoruq nur bilan ishlovchi (magnit-elektrli, shleyfli) va elektron ostsilloqraflar kiradi. Tadqiqot ishlarida ularni N115, N117, N117/1, K121, N145, NO43, N700, EO-7 va boshqa markalari ishlatiladi. Har turli o'zgartirib beruvchilar bilan birga ostsilloqraflar iplarni tarangligini, chokning mustaxkamligini buyumlarni deformatsiyalanish xossalari, mashinalardagi titrashni, detallardagi kuchlanishni, tezlanish va boshqa kattaliklarni o'lchash va tadqiq qilishda ishlatiladi. Bu

ostsillograflarda tadqiqot grafiklari fotoqog'oz, fotoplenka yoki yarimo'tkazgichli qog'ozlarga yozilishi mumkin.

Ostsillograflarda ilmoqli yoki ramli galvanometrlar ishlatilib, yozish materiali kassetalarda bo'ladi. Yoriq nur bilan ishlovchi ostsillograflar quyidagi elementlardan tashqil topgan:

O'lchash moslamasi (oynali galvanometr), optik tizim, yozish qog'ozini surish mexanizmi, shunt va qarshiliklar.

Portativ 12-kanalli K-115 magnit-elektrik ostsillografi elektrik jarayonlarni (turli mexAniq, fizik, ximik, biologik va boshqalarni tok yoki kuchlanishga aylantirib) 0 dan 15000 Gts chastota orasida yozib olish uchun ishlatilgan.

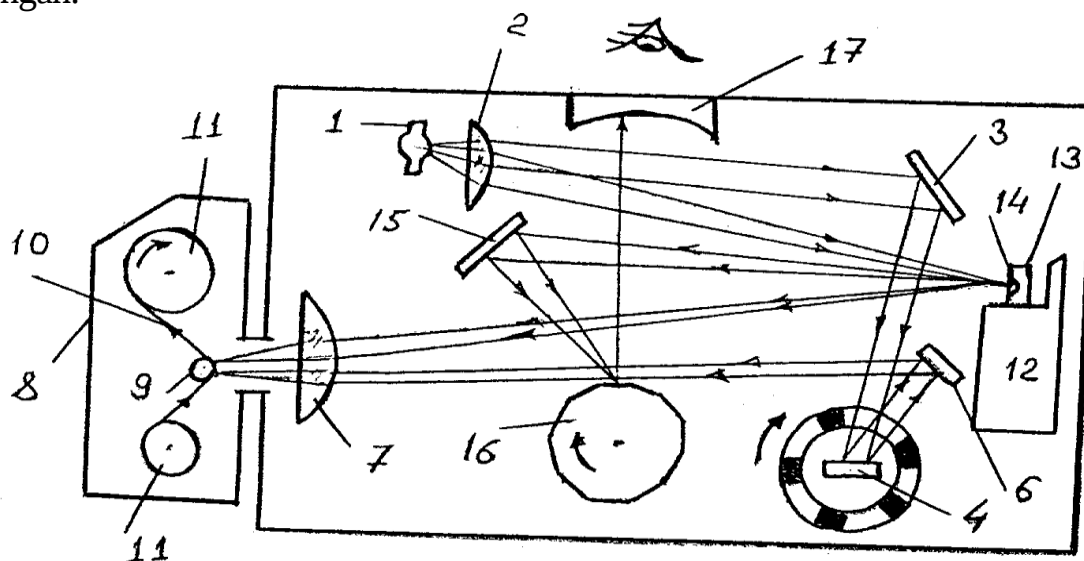
K-115 Ostsillografining texnik ta`rifi

1. Umumiy magnit blokida yig'ilgan MO10, MO14, MO17, MO1015 turli 12 ta galvanometrlar joylashgan yoki 11 ta ishchi galvanometr va 1 dona nol, ya'ni bazis chizig'ini chizuvchi galvanometr.
2. UF-67-120 ostsillograf qog'oz.
3. Ikki kasseta 25 m. dan fotolenta zaxirasili.
4. Fotolentani surilish tezligi 0,5-10000 mm/s.
5. Yozish tezligi:
 - 2000 mm/s, agar UF-67 fotoqog'oziga ruxli lampa bilan yozilsa;
 - 2600mm/s, agar fotoqog'ozga ruxli lampa bilan yozilib, keyin ximik yo'li bilan ochilsa;
 - 180mm/s, agar fotoqog'ozga cho'g'lanish lampasi bilan yozilib, keyin ximik yo'l bilan ochilsa;
6. Vaqt belgilari oralig'i: 2; 0,2; 0,02; 0,002 sek.
7. Yozish natijalarini kuzatish uchun ekran, grafikni yoyuvchi moslama bilan.
8. Manba, o'zgaruvchan tok, 127;220 v.
9. O'lchamlari, mm; 535 x 290 x 320.
10. Og'irligi, kg 35

Tizimga osillografdan tashqari P 133 manba bloki, stol, shunt magazinlari va qo'shimcha qarshiliklar kiradi. Shunt magazinlar va qarshiliklar uch turli qilib chiqariladi:

R115 turi uchta shunt sektsiyasi va uchta qarshiliklar sektsiyasidan tashqil topsa, R156 turi olti shunt sektsiyasidan, RR157 turi esa olti qarshiliklar sektsiyasidan tashqil topgan.

Ostsillograf metall quticha xolida bo'lib, uni chap tarafiga ichida plyonka yoki fotoqog'ozi bo'lgan kasseta joylashtiriladi (Rasm 14). Quticha ichida o'ng tarafda galvanometrlar bloki, uni oldida vaqtni belgilash moslamasi, yuqorida kuzatish ekrani joylashgan.



Rasm. 14.

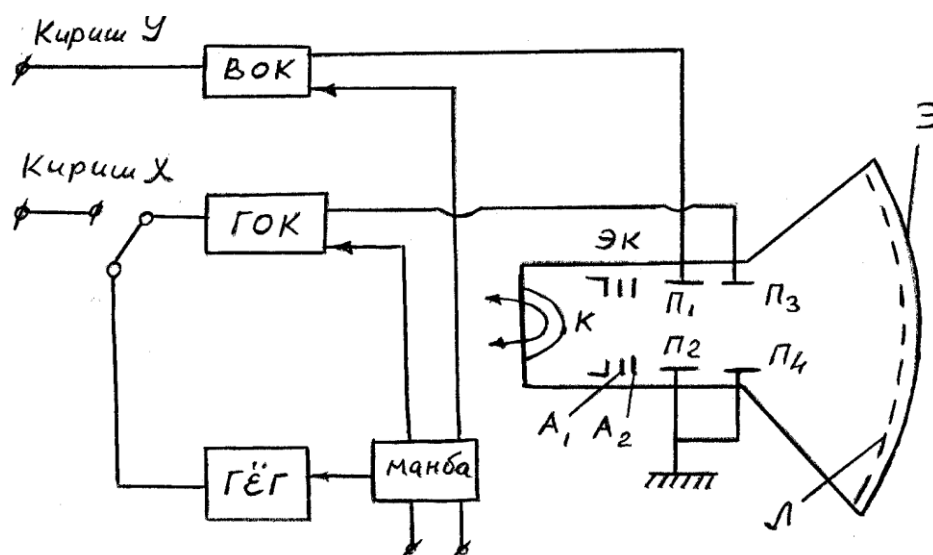
Rasmda: 1. Rtutli lampa, 2. Yarim sferik linza, 3. Oyna, 4. Vaqt belgilagichi oynasi, 5. Aylanuvchi difragma, 6. Oyna, 7. Yig'uvchi yarimsferik linza, 8. Kasseta, 9. Rolik, 10. Fotoqog'oz, 11. galtaklar, 12. Doimiy magnit bloki, 13. Galvanometr. 14. Galvanometr oynasi, 15. Oyna, 16. Oynali aylanuvchi baraban, 17. Kuzatish ekrani.

Galvanometrlar bloki doimiy magnit tizimi, o'zgaruvchan xalqa va oynadan tashqil topgan.

Elektron ostsillograflar.

Tez yuz beruvchi va qaytariluvchan jarayonlarni EO-7 ostsillografi bilan tadqiq qilish oson va qulay. Uning asosiy elementi elektr-nur trubkasi ENT bo'lib, ekrani lyuminofor, ya'ni elektronlar urilganda chaqnovchi modda bilan qoplangan.

ENT vakuum balloni bo'lib, ichida elektronlar chiqaruvchi katod K va ularni tortuvchi musbat anodlar $A1$ va $A2$ joylashgan. (Rasm15). Ular elektronlar nur chizig'ini yig'ib ekranga uzatadi va ekranda dog' xolida chaqnash yuz beradi. Boshqaruvchi elektrod BE dog'ning chaqnash yorug'ligini rostlaydi. $P1, P2, P3, P4$, plastinalar o'zaro juft va perpendikulyar joylashgan bo'lib, yorug' nurni ekranda vertikal va gorizantal yo'nalish bo'ylab og'dirish vazifasini o'taydilar.



Rasm.15.

Tadqiq qilinayotgan kattalikka mos kuchlanish o'zgartirib beruvchidan elektr zanjiri orqali kirish U ga uzatiladi, so'ngra vertikal kuchaytirgich VOK dan P1 va P2 nurni vertikal og'diruvchi (U bo'ylab) plastinkalarga uzatiladi, o'zgartirilayotgan kattalikka mos kuchlanish esa kirish X ga uzatilib, gorizantal kuchaytirgich GOK orqali P3 va P4 nurni gorizantal og'diruvchi plastinalarga uzatiladi.

Asosiy kirish X uzib qo'yiladi, kuchlanish gorizantal yoyish generatori orqali nurni bir teks uzatuvchi P3 va P4 plastinalarga uzatiladi. Shunday qilib tadqiq qilinayotgan kattalik ostsillograf ekranida vaqtga bog'liq xolda ko'riladi.

Elektron ostsillograf EO-7 asosan tebranish kabi bir tekis qaytaruvchi jarayonlarni, shuningdek sekin va noteks o'zgaruvchi jarayonlarni kuzatish uchun ishlatiladi (masalan, tikuv mashinalari detallarini xarakat traektoriyasini, ipni uzatishdagi grafikni o'zgarish qonuniyatini va boshqalar. Grafiklarni ekrandan fotografiya qilish bilan yoki maxsus kinokamera bilan rasmga olinadi.

Adabiyotlar: [1 (7-97betlar), 2(88-120betlar), 6, 11, 14 (170-183betlar), 16, 17, 18, 19 (7-97betlar), 20].

Nazorat sovellari:

1. "Fizika" va "Elektrotexnika" fanlarini o'rganganda tanishgan o'zingiz bilan kuchaytirgichlarni sxemalarini chizib bering?
2. Kuchaytirgichlarning vazifalari nimadan iborat?
3. Yorug'lik- nur bilan ishlovchi ostsillografni ishlash printspini tushuntirib bering?
4. Yorug'lik-nur bilan ishlovchi K 115 ostsillografidagi galvanometr tadqiq jarayoni uchun qanday tanlanadi?
5. Qanday masalalarni xal qilish va tadqiqotning qaysi turlarida elektron ostsillograflar qo'llaniladi?

21 mavzu: Ilmiy tadqiqot ishlarini turlari va bosqichlari.

Mavzu o'quv maqsadi-reja:

1. Ilmiy tadqiqot turlari va maqsadi.
2. Tadqiqot ishlarining bosqichlari.
3. Goya, tajriba, mukobillik me'zoni.

1. Ilmiy tadqiqot turlari va maqsadi. ITI quyidagilarga bo'linadi:

1. Nazariy.
2. Nazariy tajribaviy.
3. Tajribaviy (laboratoriyada va sanoatda qo'llanuvchan).
Xal qilinishi lozim bo'lgan masala bo'yicha ITI quyidagilarga bo'linadi.
 1. Buyumni ishlash yo'lini yoki mexanizmni ishlash tamoilini ochib beruvchi nazariy tajribaviy ishlar.
 2. Yangi yaratilgan kiyimning yoki mashinaning strukturasi, xossalari, qo'llanishi sharoitini o'rganishga bag'ishlangan ishlar.
 3. Dastlabki (aprior) tajribalar.
 4. Kiyim, maxsulot yoki mashina sifatini aniqlashga va standartlarni yaratishga bag'ishlangan ITI.
 5. Ilmiy ishlar usulini yaratishga bag'ishlangan ITI (priborlar, o'zgartirib beruvchilarni yaratish).

2. Tadqiqot ishlarining bosqichlari.

U quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

1. Mavzuni tanlash va asoslash.
2. Tayyorlanish bosqichi.
3. Texnologik jarayonni nazariy taxlili.
4. Dastlabki (aprior) tajribani o'tkazish.
5. Asosiy tajribani o'tkazish.
6. Nazariy va tajribaviy tadqiqotlar natijasini taxlil qilish.
7. Ilmiy tadqiqot xisobotini yozish va fikr muloxazalarni bayon etish.

3. Tadqiqot xisobotining strukturasi.

Ilmiy ishni bajarilayotganda uslubiy dastur asosida uning rejasi keltirilgan bo'lishi kerak. Yozilgan xisobot DAVST 19600-74 asosida ro'yxatlangan bo'lishi lozim. Bunda xisobotda matematik formulalar, jadvallar, statistik va tajribaviy natijalar, grafiklar, sxemalar, fotografiyalar, ostsillogrammalar, diagrammalar, sanoatda qo'llanishi va qo'llanilganligi xaqida aktlar bo'lish kerak.

Hisobot albatta quyidagi qismlardan tashqil topgan bo'lishi lozim:

1. Hisobotning yuzi.

2. ITI ni bajaruvchilar ro'yxati.
3. Ish referati.
4. Mundarija.
5. Kirish.
6. Adabiyotlar, dissertatsiyalar, jurnallar, maqolalar, patentlar va avval bajarilgan ITI lar taxlili.
7. Tanlangan ishning yo'nalishi tasdiqi.
8. Hisobotning asosiy qismi (tajribaning mazmuni va olingan natijalar).
9. Xotima (xulosa va takliflar).
10. Ishlatilgan patent materiallar ro'yxati.
11. Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.
12. Ilovalar.
13. Qisqartmalar, simvollar va maxsus terminlar ro'yxati.

Adabiyotlar: [1 (5-18 betlar), 2 (5-42 betlar), 3 (5-32 betlar), 5, 15 (3-25 betlar)].

4. Tajribani dasturlash va o'tqazishdan maqsad.

Tajribani o'tkazishdan va rejalashdan maqsad quyidagilar:

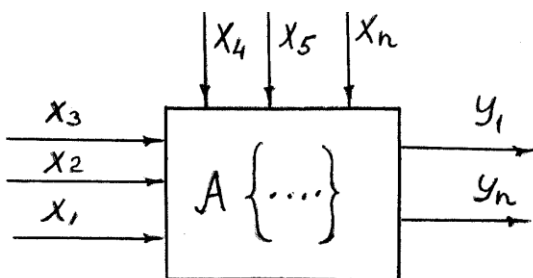
1. Uning matematik modelini qurish, bu model regressiya modeli deyiladi;
2. Kuzatilayotgan tajribada yoki ob'ektda yuz berayotgan xodisalarni o'rganish uchun;
3. Tadqiq qilinayotgan jarayonni yoki ob'ektni muqobillash (optimallashtirish) uchun;
4. Tajriba o'tkazish uchun lozim bo'lgan o'lchamlarni tanlash uchun.

Bu vazifalar amalga oshirilgach, tajribani kibernetik modeli quriladi.

5. Tajribani kibernetik modeli (Eshbi qutichasi).

Texnologik jarayonni ma'nosini yoki yangi yaratilayotgan mashina mexanizimi yoki uskunani ishlash va tamoilini asoslash maqsadida, shuningdek yaratilayotgan ob'ektning muqobil o'lchamlarini aniqlash uchun jarayonni matematik modelini qurish lozim bo'ladi.

Matematik modelni qurishda qora quticha, ya'ni Eshbi qutichasidan foydalaniladi (Rasm. 16).



Rasm. 16.

Matematik model quyidagi ko'rinishda bo'ladi $u = A \{x_1; x_2\}$.

Bu erda $x_1; x_2; x_3; \dots x_n$; - kiruvchi, ta'sir qiluvchi omillar;

$u_1; u_2; u_3; \dots u_n$; - chiquvchi omillar;

$A \{ \dots \}$ - kiruvchi omillarni chiquvchi omillarga aylantirish operatori.

Tajriba o'tkazilgandan so'ng uning matematik regression formulasi ishlab chiqiladi va uning asosida omil yuzi va sirlari grafiklari quriladi, so'ngra muqobillash (optimallashtirish) kattaligi haqida fikr yuritiladi.

6. Tajribaning turlari.

Ikki turli tajribalar ma'lum, ya'ni sust va jadal tajribalar. Sust tajriba, bunda tajriba o'tkazuvchi tajriba nixoyalanguncha uning borishiga hech qanday o'zgartirish kiritmaydi.

Jadal tajriba, bunda tajriba o'tkazayotgan shaxs uni tomom bo'lishini kutmasdan uni borishiga o'zgartirish kiritadi yoki butunlay tajriba strategiyasini o'zgartiradi. Tajribada ko'pincha bir omilli va ko'p omilli rejalash qo'llaniladi. Murakkab jarayonlarni tadqiq qilishda ko'p omilli rejalash qo'l keladi, chunki bunda kam tajriba o'tkazilib aniq natijaga ega bo'linadi. Tajribaning borishiga noma'lum kattaliklar va jarayonlarni ta'sirini bekorlash uchun unda randomizatsiya (extimallashtirish) ko'zda tutiladi, ya'ni extimol raqamlar jadvaliga asosan tajriba extimoliy ketma-ketlikda o'tkaziladi.

Omili dasturlash quyidagi turdagi tajribalarni o'tkazishda ishlatiladi:

1. TOT - to'liq omilli tajriba.
2. BOT - bo'liq omilli tajriba.
3. EMU - extimoliy muvozanat usuli.
4. JKU - jadal ko'tarilish usuli.
5. MKT - markaziy kompazitsion tajriba.
6. DT - dispersion taxlil.
7. GU - gradient usul.
8. NGU - nogradient usul.

22 mavzu: Birinchi va ikkinchi tartibli to'liq omilli tajriba (TOT).

Mavzu o'quv maqsadi-reja:

1. Birinchi tartib uch omilli tajribani va natijalarini ishlab chiqarish misoli.
2. Ikkinchi tartib ikki omilli tajribani (rotatabelli rejalar) misoli.
1. Birinchi tartib rejalar.

Misol. Maxsulotga namli-issiqli ishlov berishda uchta (u) omillar ta'sirini o'rganish talab qilinadi:

x_1 – temperatura (t) isitish oralig'i 100-200°S;

x_2 – maxsulotga ta'sir qiluvchi (R) bosim 20-60 kgs/sm²;

x_3 – vıderjka (τ) vaqti 10-30 sek.

Formulalar $x_v = x_0 + \Delta x$ va $x_n = x_0 - \Delta x$ hisobga olgan holda tajriba shartlarini jadvalga kiritamiz

4 jadval.

Faktorı	x_n	x_0	x_b	Δx_i
$x_1, ^\circ S$	100	150	200	50
$x_2, kGs/sm^2$	20	40	60	20
x_3, sek	10	20	30	10

Regressiyani chiziqli tenglama koeffitsientlarini aniqlash uchun TOT $N=2^3=8$ tanlaymiz:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3$$

Rejallashtirishni kodlangan matritsasini tuzamiz.

5 jadval.

No	x_0	x_1	x_2	x_3	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$	$x_1 x_2 x_3$	$\bar{y}$
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	2
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	6
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	4
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	8
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	10
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	18
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	8
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	12

Regressiya koeffitsientlarini hisoblaymiz:

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^N y_i}{N} = \frac{2+6+4+8+10+18+8+12}{8} = \frac{68}{8} = 8,5$$

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^N x_{ji} y_i}{N},$$

$$\begin{aligned} b_1 &= \frac{(-1)2 + (+1)6 + (-1)4 + (+1)8 + (-1)10 + (+1)18 + (-1)8 + (+1)12}{8} = \frac{20}{8} = 2,5; \\ b_2 &= \frac{(-1)2 + (-1)6 + (+1)4 + (+1)8 + (-1)10 + (-1)18 + (+1)8 + (+1)12}{8} = \frac{-4}{8} = -0,5; \\ b_3 &= \frac{(-1)2 + (-1)6 + (-1)4 + (-1)8 + (+1)10 + (+1)18 + (+1)8 + (+1)12}{8} = \frac{28}{8} = 3,5; \\ b_{12} &= \frac{(+1)2 + (-1)6 + (-1)4 + (+1)8 + (+1)10 + (-1)18 + (-1)8 + (+1)12}{8} = \frac{-4}{8} = -0,5; \\ b_{13} &= \frac{(+1)2 + (-1)6 + (+1)4 + (-1)8 + (-1)10 + (+1)18 + (-1)8 + (+1)12}{8} = \frac{4}{8} = 0,5; \\ b_{23} &= \frac{(+1)2 + (+1)6 + (-1)4 + (-1)8 + (-1)10 + (-1)18 + (+1)8 + (+1)12}{8} = \frac{-12}{8} = -1,5; \\ b_{123} &= \frac{(-1)2 + (+1)6 + (+1)4 + (-1)8 + (+1)10 + (-1)18 + (-1)8 + (+1)12}{8} = \frac{-4}{8} = -0,5. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_0 &= 8,5; & b_1 &= 2,5; & b_2 &= -0,5; & b_3 &= 3,5; \\ b_{12} &= -0,5; & b_{13} &= 0,5; & b_{23} &= -1,5; & b_{123} &= -0,5. \end{aligned}$$

Regressiya koeffitsientlarni ahamiyatliligini (znachimost) tekshirish uchun rejani markazida qo'shimcha uchta tajriba o'tqazamiz va ega bo'lamiz $u_{10}=8$; $u_{20}=9$; $u_{30}=8,8$ va uchta qoshimcha tajribalarni chiqish parametrlari o'rtacha qiymatini u_0 Aniqlaymiz:

$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^3 y_{i0}}{3} = \frac{8+9+8,8}{3} = 8,6;$$

$$S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^3 (y_{i0} - y_0)^2}{2} = \frac{(8-8,6)^2 + (9-8,6)^2 + (8,8-8,6)^2}{2} = \frac{0,56}{2} = 0,28.$$

$$\text{Dispersiya: } S_y = \sqrt{0,28} = 0,55$$

Regressiya koeffitsientlarni dispersiyasi:

$$S_{b0}^2 = \frac{S_y^2}{N}; \quad S_{b0} = \frac{S_y}{\sqrt{N}} = \frac{0,55}{\sqrt{8}} = \frac{0,55}{2,83} = 0,19.$$

Styudent kriteriy bo'yicha koeffitsientlar ahamiyatliligini baholaymiz:

$$t = |b_i|/S_{b0}.$$

Bizning misol uchun:

$$t_0 = |b_0|/S_{b0} = 8,5/0,19 = 44,74.$$

$$t_2 = |b_2|/S_{b0} = |-0,5|/0,19 = 2,6;$$

$$t_{12} = |b_{12}|/S_{b0} = |-0,5|/0,19 = 2,6;$$

$$t_{23} = |b_{23}|/S_{b0} = |-1,5|/0,19 = 7,9;$$

$$t_1 = |b_1|/S_{b0} = 2,5/0,19 = 13,2;$$

$$t_3 = |b_3|/S_{b0} = 3,5/0,19 = 18,4;$$

$$t_{13} = |b_{13}|/S_{b0} = 0,5/0,19 = 2,6;$$

$$t_{123} = |b_{123}|/S_{b0} = |-0,5|/0,19 = 2,6.$$

Erkinlik darajani soni $k = m-1 = 3-1 = 2$ va ahamiyatlilik darajasi $\alpha=0,05$ (yoki ishonchli extimollik $q = 0,95$ bilan) uchun Styudent kriteriy qiymatini 6 ilovadan topamiz - $t_{kr(f)} = 4,3$.

Agar $t_j < t_{kr(f)}$, unda koeffitsient ahamiyatsiz bo'ladi va uni tenglamadan chiqarib tashlash kerak, ya'ni $b_2, b_{12}, b_{13}, b_{123}$ koeffitsientlar ahamiyatsiz. Ahamiyatsiz koeffitsientlarni chiqarib tashlagandan keyin regressiya tenglama quyidagi ko'rinishni qabul qiladi:

$$\hat{y} = 8,5 + 2,5x_1 + 3,5x_3 - 1,5x_2x_3 \quad (1)$$

$$\hat{y}_1 = 8,5 + (-1)2,5 + (-1)3,5 - (+1)1,5 = 8,5 - 2,5 - 3,5 - 1,5 = 1;$$

$$\hat{y}_2 = 8,5 + (+1)2,5 + (-1)3,5 - (+1)1,5 = 8,5 + 2,5 - 3,5 - 1,5 = 6;$$

$$\hat{y}_3 = 8,5 + (-1)2,5 + (-1)3,5 - (-1)1,5 = 8,5 - 2,5 - 3,5 + 1,5 = 4;$$

$$\hat{y}_4 = 8,5 + (+1)2,5 + (-1)3,5 - (-1)1,5 = 8,5 + 2,5 - 3,5 + 1,5 = 9;$$

$$\hat{y}_5 = 8,5 + (-1)2,5 + (+1)3,5 - (-1)1,5 = 8,5 - 2,5 + 3,5 + 1,5 = 11;$$

$$\hat{y}_6 = 8,5 + (+1)2,5 + (+1)3,5 - (-1)1,5 = 8,5 + 2,5 + 3,5 + 1,5 = 16;$$

$$\hat{y}_7 = 8,5 + (-1)2,5 + (+1)3,5 - (+1)1,5 = 8,5 - 2,5 + 3,5 - 1,5 = 8;$$

$$\hat{y}_8 = 8,5 + (+1)2,5 + (+1)3,5 - (+1)1,5 = 8,5 + 2,5 + 3,5 - 1,5 = 13.$$

Fisher kriteriyi bo'yicha olingan tenglamani adekvatligini tekshiramiz

$$F_{ad} = S_{ad}^2 / S_y^2; \quad S_{ad}^2 = \sum_1^N (\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2 / N - n$$

$S_u^2 = 0,28$; $n = 4$ – regressiya tenglamadagi ahamiyatli koeffitsientlarni soni.

Qoldiq dispersiyani hisoblash uchun jadval tuzamiz.

6 jadval.

No	$\bar{y}_i$	$\hat{y}_i$	$\bar{y}_i - \hat{y}_i$	$(\bar{y}_i - \hat{y}_i)^2$
1	2	1	1	1
2	6	6	0	0
3	4	4	0	0
4	8	9	-1	1
5	10	11	-1	1
6	18	16	2	4
7	8	8	0	0
8	12	13	-1	1

$$\Sigma = 8$$

Dispersiyani adekvatligi: $S_{ad}^2 = 8 / 4 = 2$.

Unda Fisher kriteriyini hisobiy qiymati:

$$F_{ad} = 2 / 0,28 = 7,14.$$

$\alpha = 0,05$; $k_1 = 4$; $k_2 = 2$ uchun Fisher kriteriyini jadvaldagi qiymatini aniqlaymiz.

$k_1 = N - m - 1 = 8 - 3 - 1 = 4$ yoki $k_1 = N - n = 8 - 4 = 4$ – dispersiyani erkin baholash soni;

$k_2 = m - 1 = 3 - 1 = 2$ – har bitta nuqtani erkin darajalar soni.

Unda Fisher kriteriyini jadvalli qiymati:

$$F_{kr}(k_1; k_2) = 19,25$$

Chunki $7,14 < 19,25$ olingan tenglama tajribani adekvat ta'riflaydi.

Olingan tenglamadan amaliy foydalanish uchun uni quyidagi formulaga binoan natural ko'rinishga o'tqazish qulay:

$$x_j = (X_i - X_{0i}) / \Delta X_i \quad (2)$$

bu erda x_j – omilni kodlangan (normalashtirilgan) qiymati;

X_i, X_{0i} – omilni natural qiymati;

ΔX_i – o'zgartirish intervali.

Unda (2) binoan topamiz

$$x_1 = (t - 150)/50; \quad x_2 = (R - 40)/20; \quad x_3 = (\tau - 20)/10$$

Bu almashtirishlardan keyin tenglama (1) natural ko'rinishga o'tqaziladi:

$$\begin{aligned} \epsilon &= 8,5 + 2,5 \left(\frac{t-150}{50} \right) + 3,5 \left(\frac{\tau-20}{10} \right) - 1,5 \left[\left(\frac{p-40}{20} \right) \left(\frac{\tau-20}{10} \right) \right] = \\ &= 8,5 + 2,5(0,02t-3) + 3,5(0,1\tau-2) - 1,5[(0,05p-2)(0,1\tau-2)] = \\ &= 8,5 + 0,05t - 7,5 + 0,35\tau - 7 - 1,5[0,005\tau - 0,1p - 0,2\tau + 4] = \\ &= 8,5 + 0,05t - 7,5 + 0,35\tau - 7 - 0,0075p\tau + 0,15p + 0,3\tau - 6 = \\ &= -12 + 0,05t + 0,15p + 0,65\tau - 0,0075r\tau. \end{aligned}$$

$$u = -12 + 0,05t + 0,15r + 0,65\tau - 0,0075r\tau \quad (3)$$

Ilova

Styudentni taqsimlanishni kritik nuqtalari.

Erkinlik darajani soni k	Ahamiyatlikni α darajasi (ikki tomonlama kritik oblasti)					
	0,10	0,05	0,02	0,01	0,002	0,001
1	6,31	12,7	31,82	63,7	318,3	637,00
2	2,92	4,30	6,97	9,92	22,33	31,60
3	2,35	3,18	4,54	5,84	10,22	12,90
4	2,13	2,78	3,75	4,60	7,17	8,61
5	2,01	2,57	3,37	4,03	5,89	6,86
6	1,94	2,45	3,14	3,71	5,21	5,96
7	1,89	2,36	3,00	3,50	4,79	5,40
8	1,86	2,31	2,90	3,36	4,50	5,04
9	1,83	2,26	2,82	3,25	4,30	4,78
10	1,81	2,23	2,76	3,17	4,14	4,59
11	1,80	2,20	2,72	3,11	4,03	4,44
12	1,78	2,18	2,68	3,05	3,93	4,32
13	1,77	2,16	2,65	3,01	3,85	4,22
14	1,76	2,14	2,62	2,98	3,79	4,14
15	1,75	2,13	2,60	2,95	3,73	4,07
16	1,75	2,12	2,58	2,92	3,69	4,01
17	1,74	2,11	2,57	2,90	3,65	3,96
18	1,73	2,10	2,55	2,88	3,61	3,92
19	1,73	2,09	2,54	2,86	3,58	3,88
20	1,73	2,09	2,53	2,85	3,55	3,85
21	1,72	2,08	2,52	2,83	3,53	3,82
22	1,72	2,07	2,51	2,82	3,51	3,79
23	1,71	2,07	2,50	2,81	3,49	3,77
24	1,71	2,06	2,49	2,80	3,47	3,74
25	1,71	2,06	2,49	2,79	3,45	3,72
26	1,71	2,06	2,48	2,78	3,44	3,71
27	1,71	2,05	2,47	2,77	3,42	3,69
28	1,70	2,05	2,46	2,76	3,40	3,66
29	1,70	2,05	2,46	2,76	3,40	3,66
30	1,70	2,04	2,46	2,75	3,39	3,65
40	1,68	2,02	2,42	2,70	3,31	3,55
60	1,67	2,00	2,39	2,66	3,23	3,46
120	1,66	1,98	2,36	2,62	3,17	3,37
∞	1,64	1,96	2,33	2,58	3,09	3,29
	0,05	0,025	0,01	0,005	0,001	0,0005
	Ahamiyatlikni α darajasi (bir tomonlama kritik oblasti)					

Fisher-Snedekorning F taqsimlanishni kritik nuqtalari.

(k_1 – katta dispersiyani erkinlik darajasini soni)

(k_2 - kichik dispersiyani erkinlik darajasini soni)

Ahamiyatlikni darajasi $\alpha = 0,05$												
k_2	k_1											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	161,0	200,0	216,0	225,0	230,0	234,0	237,0	239,0	241,0	242,0	243,0	244,0
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,36	19,37	19,38	19,39	19,40	19,41
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,88	8,84	8,81	8,78	8,76	8,74
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,93	5,91
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,78	4,74	4,70	4,68
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,03	4,00
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,63	3,60	3,57
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,34	3,31	3,28
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,13	3,10	3,07
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,97	2,94	2,91
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,86	2,82	2,79
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,92	2,85	2,80	2,76	2,72	2,69
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,84	2,77	2,72	2,67	2,63	2,60
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,77	2,70	2,65	2,60	2,56	2,53
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,70	2,64	2,59	2,55	2,51	2,48
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,45	2,42
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,62	2,55	2,50	2,45	2,41	2,38

ADABIYOTLAR

Asosiy

1. Augambaev M. i dr. Основы планирования научно – исследовательского эксперимента. Т. 1993г. (658/ А-27).
2. Zakin Ya.X., Rashidov N.R.”Основы научного исследования”. 1979\1983 (001/3-389).
3. Tixomirov V.B. Планирование и анализ эксперимента. М., 1974 (677.6\т-462).
4. Muxamedov B.E. Metrologiya, texnologik parametrlarni o’lchash usullari va asboblari. Т. 1991. (389/ М-96).
5. Borodyuk V.P. i dr. Statisticheskie metody v inzhenernykh issledovaniyax (laboratornyy praktikum). М, 1983.
6. Ayzenberg L.G. i dr. Texnologicheskie izmereniya i kontrolno izmeritelnye pribory v tekstilnoy i legkoy promyshlennosti. Uch. pos. М, 1990 (67/А-361).
7. Alyavdin L.A. Планирование и анализ исследовательского эксперимента применительно легкой промышленности. М, 1969. (67\А-608).

Qo’shimcha

8. Shkatov E. F. Texnologicheskie izmerniya i KIP na predpriyatiyax ximicheskoy promyshlennosti. Uch. pos. М., 1986. (66/Sh- 663).
9. Petrov I.K. Texnologicheskie izmerniya i pribory v piщевой promyshlennosti. М., 1985, 681/P-305).
10. Xadjaev S.S. “Ilmiy tadqiqot vositalari va usullari“ fanidan uslubiy ko’rsatma. Т., ТТЕSI, 1996.
11. Turichin A.M. Elektricheskie izmereniya neelektricheskix velichin. М, 1966, (621,31/ Т-879).
12. Shenk X. Teoriya inzhinernogo eksperimenta. /Per. s ang. М, 1972.
13. Xiks Ch.R. Основные printsiпы планирования эксперимента. Per s ang. М., 1970 (001/X-448).
14. Kuliikovskiy K.L. i dr. Metody i sredstva izmereniy. Uch. pos. М., 1986 (681/K-903).
15. Adler Yu.P. Vvedenie v планирование эксперимента. М., 1969 (519/N-74).
16. Til R. Elektricheskie izamereniya neelektricheskix velichin. Per s nem. М., 1987 (621/T-409).

17. Novitskiy P.V., Levshina E.S. Elektricheskie izmereniya fizicheskix velichin. M., 1983 (621.3/L-382).
18. Sevastyanov A.G. Metody i sredstva issledovaniya mexAniqo-
texnologicheskix protsessov tekstilnoy promyshlennosti. M., 1983. (677/S-
281).
19. Artamonov V.M. i dr. Svetoluchevyye ostsillografyy. L., 1982.
20. Bodner V.A. i dr. Izmeritelnyye pribory. T., 2 M., 1986 (681/B-752).
21. Novitskiy L.A. Laboratomo-opticheskie pribory. Uch. pos. M., 1979
(681.4/L-125).
22. Mansurov X.M. Avtomatika va ishlab chiqarish protsesslarini avtomatlashtirish.
T., O'qituvchi. 1987. - 296 b.
23. Atamalyan E.G. Pribory i metody izmereniya elektricheskix velichin. M. 1989.
- 383 s. (621.3/a-92).
24. Evtixiev N.N. i dr. Izmerenie elektricheskix i neelektricheskix velichin. M., 1990.
- 349 s. (621.3/I-374).

