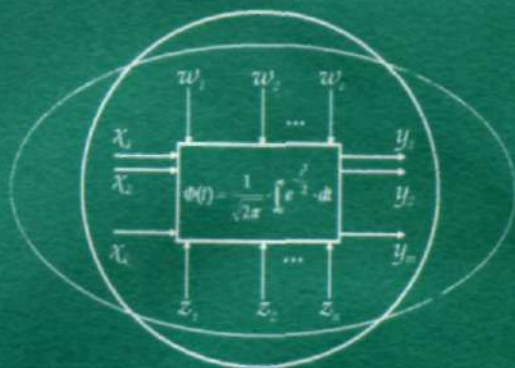


Uj 62
6213
B-16

A.RADJABOV

ILMIY TADQIQOT ASOSLARI



O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

A. Radjabov

ILMIY TADQIQOT ASOSLARI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta ta'lim vazirligi
tomonidan bakalavr va magistratura talabalari
uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*

B-15991

«TASHKENT-DUJON»
TOSHKENT — 2012

Taqrizchilar: **A. Muhammadiyev**, O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Fan va texnologiyalarni rivojlantirishni muvofiqlashtirish qo'mitasi bo'lim boshlig'i, texnika fanlari doktori, professor;
M. Ibragimov, Toshkent Davlat agrar universiteti dotsenti, texnika fanlari nomzodi.

O'quv qo'llanma O'zbekiston Oliy va O'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan «Ilmiy tadqiqot asoslari» fanining namunaviy dasturiga asosan yozilgan va **5430200** – «Qishloq xo'jaligini elektrlashtirish va avtomatlashtirish», **5520200** – «Elektroenergetika» (suv xo'jaligida), **5140900** – «Kasb ta'limi» (Qishloq xo'jaligini elektrlashtirish va avtomatlashtirish) bakalavr yo'nalishlari talabalari hamda **5A430201** – «Agrosanoat majmuyi elektrotexnik uskunolari va elektr ta'minoti» **5A520205** – «Elektr ta'minoti» (suv xo'jaligida) magistratura mutaxassisliklari bo'yicha tahsil olayotgan magistrantlarga mo'ljallangan.

O'quv qo'llanmada fan haqida tushuncha, uning jamiyat rivojlanishidagi o'rnini, ilmiy tadqiqot turlari, strukturasi va usullari, ilmiy tadqiqotlarda modellashtirish, eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish va tahlili, tadqiqot natijalariga statistik ishlov berish usullari, o'lchash texnikalari va usullari, ilmiy-texnik va patent ma'lumotlarini o'rganish tadqiqot natijalarini rasmiylashtirish masalalarining umumiy tomonlari yoritilgan.

O'quv qo'llanmadan texnika yo'nalishlari bo'yicha aspiranturada ta'lim olayotgan stajyor-tadqiqotchi izlanuvchilar va ilmiy tadqiqotlar olib borayotgan izlanuvchilar ham foydalanishlari mumkin.

SO'ZBOSHI

O'quv qo'llanma «Ilmiy tadqiqotlar asoslari» fanining O'zbekiston Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan namunaviy dasturi bo'yicha yozilgan.

Ilm-fan — jamiyatni, iqtisodiyotni, jumladan agrar soha iqtisodiyotini, rivojlanishini ta'minlovchi asosiy kuch hisoblanadi.

Qishloq xo'jaligi energetikasi bo'yicha tayyorlanayotgan bakalavrlar energetik obyektlar va elektrotexnik uskunalarni loyihalash, sozlash, montaj qilish, ta'mirlash va ekspluatatsiya qilish kabi malakaviy faoliyatlari bilan bir qatorda elektrlashtirilgan jarayonlar va elektrotexnologik qurilmalarni takomillashtirish, elektr energiyasidan foydalanishda energiya tejankorlikka erishishga oid tajribalar, sinovlar o'tkazish, uning natijalariga statistik ishlov berish va ilmiy tahlil etish hamda yangilik va ixtirolar yaratish bo'yicha tayanch bilimlarga ega bo'lishlari kerak.

Magistrlar va aspirantlar dissertatsiya mavzulari bo'yicha tadqiqotlar olib borishlari va dissertatsiya ishlarini tayyorlashlarida ilmiy tadqiqotlar olib borish usullari, metodologiyasi, nazariy va eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish, olib borish, natijalariga ishlov berish, tahlil qilish, tavsiya va ilmiy xulosalarni qabul qilish bo'yicha amaliy ko'nikmalarga ega bo'lishlari kerak.

Davlat tilida ilk bor chop etilayotgan ushbu o'quv adabiyotda, yuqorida qayd etilgan materiallar qishloq xo'jaligi elektrotexnik usunalari, elektrotexnologik qurilmalari va jarayonlari misolida yoritilgan. O'quv qo'llanmada, shuningdek, nazariy tadqiqotlar metodologiyasini ishlab chiqishda keng foydalaniladigan ehtimollik, ishonchlilik, ommaviy xizmat ko'rsatish, optimal boshqarish nazariyalari haqida qisqacha ma'lumotlar keltirilgan.

O'quv qo'llanma ilovasida keltirilgan matematik statistikaga oid ma'lumotlar hamda fan va texnikada ko'p qo'llaniladigan atamalar qisqacha izohli lug'ati tadqiqot olib boruvchilarga amaliy yordam beradi, deb o'ylaymiz.

O'quv qo'llanmani tayyorlashda ushbu fanni o'qitish jarayonida Toshkent Irrigatsiya va melioratsiya instituti dotsenti, t.f.n. **A.Rahmatov** va katta o'qituvchi **R.F.Yunusov**larning hamda muallifning uzoq yillar davomida to'plagan tajribalari va materiallaridan foydalanildi.

Muallif o'quv qo'llanmani o'qib chiqib, unga taqriz bergani va mavjud kamchiliklarni bartaraf etish va qo'llanmani takomillashtirish bo'yicha qimmatli maslahatlar bergan taqrizchilar professor **A.Muhammadiyev** va dotsent **M.Ibragimov**larga, o'quv qo'llanmani nashrga tayyorlashdagi texnik yordam ko'rsatgan «Umumiy texnika fanlari» kafedrası aspirantlari **A.Zokirov** va **N.Eshpo'latov**larga o'z minnatdorchiligini bildiradi.

O'quv adabiyot bo'yicha kamchiliklarini va istaklarini mamnuniyat bilan qabul qilishimizni ma'lum qilamiz va quyidagi manzilga yuborishingizni so'raymiz: Toshkent, 140, Universitet ko'chasi, 1-uy. Toshkent Davlat Agrar Universiteti «Umumiy texnika fanlari» kafedrası.

Taraqqiy etayotgan jamiyat va uning har bir a'zosi ilmiy-texnik rivojlanishning o'sib borishini bevosita ta'siri qamrovida bo'ladi.

Zamonaviy qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi, sanoat va iqtisodiyotning barcha sohalarini ilm-fan taraqqiyotining yutuqlarisiz tasavvur etib bo'lmaydi. Qishloq xo'jaligini elektrlashtirish va avtomatlashtirish hamda soha energetikasi uchun tayyorlanilayotgan oliy ma'lumotli bakalavr va magistrlar elektrlashtirish loyihalarini ishlab chiqish, texnologik jarayonlarni elektrlashtirish va elektr uskunalarini ekpluatatsiyalash bo'yicha malakaviy faoliyatlari bo'yicha ish yuritish bilan bir qatorda elektrlashtirilgan jarayonlar va elektrotexnologik qurilmalarni takomillashtirish bilan bog'liq u yoki bu shakldagi tadqiqotlar olib borish, elektr energiyasidan foydalanishda energiya tejankorligiga erishishga oid tajribalar, sinovlar o'tkazish, uning natijalariga statistik ishlov berish va ilmiy tahlil etish hamda yangilik va ixtirolar yaratish bo'yicha tayanch bilimlarga ega bo'lishlari kerak. Boshqacha aytganda, agrar soha energetikasi bo'yicha tayyorlanayotgan mutaxassis o'z faoliyati davomida u yoki bu darajada energetik qurilma va elektrotexnologik uskunalarda sinov tajribalar, amaliy tadqiqotlar o'tkazish usullarini bilishlari va natijalarga statistik ishlov berish bo'yicha bilimlarni egallashlari va shuningdek, ilm-fan yutuqlaridan ijodiy foydalana olishlari zarurdir. Yuqorida qayd etilgan bilimlarni egallashlarida, ushbu fanni o'rganishlarida mazkur qo'llanma yordam beradi deb o'ylaymiz.

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda ushbu o'quv qo'llanma quyidagilarga erishishni o'z oldiga maqsad qilib qo'yadi:

- talabalar, magistrantlar va aspiranlarni fanning mohiyati va uning jamiyat taraqqiyotidagi o'rni bilan tanishtirish;

- bo'lajak bakalavrlar, magistrlar va ilm bilan shug'ullanuvchi kadrlarni ilmiy tadqiqotlar strukturasi va asosiy usullari, shuningdek, ehtimollik nazariyasi asoslari, matematik modellashtirish usullari, o'lchash amaliyoti haqidagi bilimlarni egallashlariga ko'maklashish;

- eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish, olib borish va tahlil qilishga o'rgatish;

- patent izlanishlari olib borish tartibini o'rgatish;

- ilmiy tadqiqotlar natijalarini rasmiylashtirishga o'rgatish va h.k.lar.

1. Fan haqida tushuncha va uning jamiyat taraqqiyotida tutgan o'рни

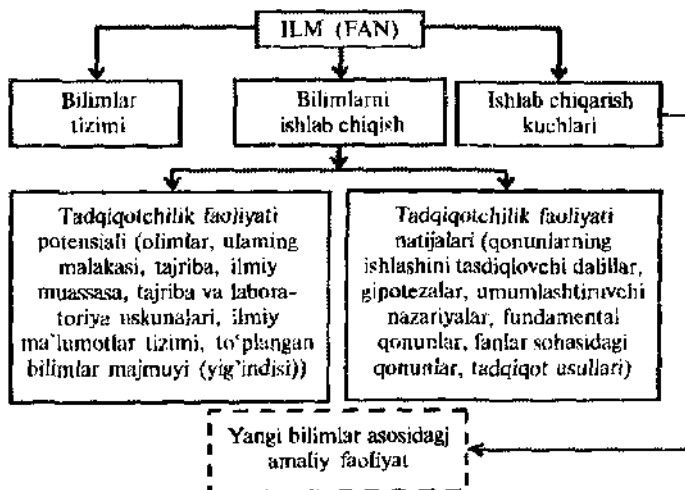
Fan yangi bilimlarni yaratish, o'zlashtirish va yangi usullar hamda masalalarni yechishga maqsadli yo'naltirilgan inson faoliyatini qamrab oluvchi murakkab ijtimoiy jamoaviy voqelikdir.

Fan bilimlarning oddiy algebraik yig'indisi (to'plami) emas, balki tartibga solingan, tizimlashtirilgan majmuidir. Boshqacha aytganda fan — bilimlar tizimidir.

Fanga insonning moddiy dunyo va jamiyat haqidagi bilimlarini kengaytirishga (boyitishga) yo'naltirilgan intellektual faoliyati, deb ham qarash mumkin.

Borliqni (voqelikni) chuqur anglab yetish va amalda qo'llash ikkita asosiy funksiyalardir. Boshqacha aytganda, fanni oldingi to'plangan bilimlar tizimi, ya'ni obyektiv borliqni o'rganish uchun asos bo'lib xizmat qiluvchi axborot tizimi va anglab yetilgan qonuniyatlarni amalda qo'llash sistemasi (tizimi) deb qarash mumkin va uni bir-biriga bog'liq elementlarning strukturaviy ko'rinishda sxematik ifodalash mumkin (1.1-rasm) [6].

Fanning ushbu funksiyalari fanni obyektiv borliqni anglashimizga xizmat qiluvchi, avvalgi to'plangan bilimlar va axborotlar va anglab yetilgan qonuniyatlarni hayotga tadbqiq tizimi sifatida qarashimizga imkon beradi. Fanni rivojlanishi — borliqni anglashni davom ettirish va uni hayotga tadbqiq etishda foydalaniladigan ilmiy asoslangan yechimlarni (bilimlarni) yaratishga, o'zlashtirishga tizimlashtirishga yo'naltirilgan inson faoliyatidir.



1.1-rasm. Fan (ilm) tushunchasining strukturasi.

XIX–XX asrlarda fanni texnika sohasida ko‘plab O‘zbekiston olimlari ilmiy izlanishlar olib borgan va uning rivojlanishiga ulkan hissalarini qo‘shgan. Geologiya sohasida jahondagi ko‘plab mamlakatlar akademiyalari faxriy akademigi Xabib Abdullayev yerning oltin belbog‘ini, ya‘ni yerning oltin zaxiralari haritasini tuzgan olimdir.

Hamid Raxmatulin – uzoq yillar M.V. Lomonosov nomidagi Moskva Davlat universitetida faoliyat yuritgan. Parashut nazariyasini yaratgan olimdir.

G‘ofur Rahimov – energetika sohasida nochtizali elektr zanjirlarini hisoblash metodikasini yaratgan energetik olimdir.

Hosil Fozilov – akademik, elektr energiyasini uzatish tarmoqlarini hisoblash metodikasini yaratgan energetik olimdir.

Muzaffar Xomudxonov – akademik, asinxron motorlarni boshqarishni chastotaviy rostlash usulini yaratgan energetik olimdir.

Mamlakatimizda fan va uning rivojlanishi davlat va jamiyat taraqqiyotidagi o‘rni muhim. Shu tufayli davlat tomonidan uning qo‘llab quvvatlanishiga katta e‘tibor berib kelinmoqda.

Fan tizimi xarakteristikasida qayd etilgan uchta tarkibiy qismdan biri ilmiy muassasalarda va jamoalarda olib borilayotgan tadqiqotlarni muvofiq lashtirish, 2006-yil 7-avgustdagi PF-436 sonli «Fan va texnologiyalarni boshqarish va muvofiqlashtirishni takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi Prezident Farmoniga asosan tashkil etilgan Respublika Vazirlar Mahkamasi qoshidagi **Fan va texnologiyalarni rivojlantirishni muvofiq lashtirish qo‘mitasi** tomonidan amalga oshiriladi (1.4-rasm).

Ushbu qo‘mita vazifalariga quyidagilar kiradi:

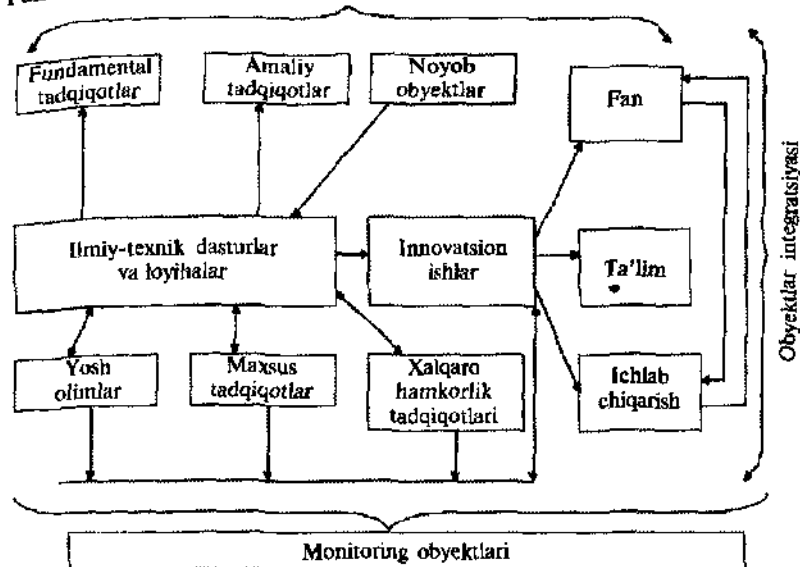
- O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi, Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi va boshqa vazirlik hamda idoralar bilan birgalikda jahon ilmiy yutuqlarini, mamlakatimizning ijtimoiy-iqtisodiy, jamoatchilik-siyosiy rivojlanishi vazifalarini hisobga olgan holda, fan va texnologiyalarni rivojlantirishni ustuvor yo‘nalishlarini ishlab chiqish;

- fan va texnologiyalarni rivojlantirishni ustuvor yo‘nalishlarini amalga oshirish bo‘yicha O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi, vazirliklar va idoralar ilmiy-tadqiqot institutlari, korxonalar, loyiha konstruktorlik tashkilotlari, oliy ta‘lim muassasalari faoliyatini muvofiqlashtirishni ta‘minlash;

- ilmiy-texnik dasturlar va loyihalarni amalga oshirilishi, shuningdek ilmiy-tadqiqot ishlar natijalarini iqtisodiyotning turli sohalarida, ishlab chiqarishda, ta‘limda foydalanishni samarali monitoringini tashkil qilish;

- o‘zaro manfaatli xalqaro ilmiy texnik hamkorlikni rivojlantirish mamlakatda ilmiy sohasiga chet el investitsiyalarini jalb etish, respublik ilmiy tashkilotlari, olimlari va mutaxassislarini xalqaro dasturlar va ilmiy loyihalar tanlovlarda faol qatnashishlariga imkon yaratish.

Fan va texnologiyalarni muvofiqlashtirish va boshqarish obyektlari



1.4-rasm. O'zbekistonda fan va texnologiyalarni rivojlanishini muvofiqlashtirishning namunaviy tizimi.

Fundamental tadqiqotlar dasturlari ro'yxati:

- 1F. Matematika, mexanika va informatika.
- 2F. Fizika va astronomiya.
- 3F. Kimyo, biologiya va tibbiyot.
- 4F. Qishloq xo'jaligi.
- 5F. Mashinasozlik va energetika.
- 6F. Yer to'g'risidagi fanlar.
- 7F. Bozor iqtisodiyoti, davlat va huquq nazariyasi.
- 8F. Ijtimoiy-gumanitar fanlar.

Bozor iqtisodiyoti qonun qoidalariga talablariga asosan, bugungi kunda ilmiy tadqiqot ishlari yuridik *sub'yektlar* va *jismoniy shaxslar*, davlat va nodavlat tashkilotlar (muassasalar) ilmiy ijodiy guruhlar, loyihalash va konstruktorlik korxonalarida olib borilmoqda.

Bugungi kundagi jahon sivilizatsiyasi, texnika va texnologiyalar sohasidagi erishilgan ulkan yengiliklar ilm-fan taraqqiyoti mahsulidir.

Mamlakatimizning iqtisodiy, ijtimoiy, siyosiy va madaniy rivojlanishida ilmiy-texnik taraqqiyot muhim ahamiyatga ega. Fan va ishlab chiqaruvchi kuchlarning rivojlanishi va o'sishi natijasida yuzaga kelgan ilmiy-texnik

taraqqiyot fan, texnika va ishlab chiqarishdan tarkib topgan murakkab dinamik sistema hisoblanadi. Ushbu sistemada fan g'oyalar generatori vazifasini bajarsa, texnika ularning moddiy tadbirig'i, ishlab chiqarish esa texnikaning faoliyat yuritish sohasi vazifasini bajaradi. Fanning bevosita ishlab chiqaruvchi kuchga aylanganligi, keng qamrovligi va ommaviyligi, turli fanlarning bir-biri bilan o'zaro bog'liqligiga va bir-biriga ta'sirchanligi, ilmiy tadqiqotga va uning obyektiga sistemali yondashuv uslublar qo'llanilishi kabilar fanning bugungi kundagi xarakterli tomonlari hisoblanadi [22].

2. Ilmiy tadqiqot turlari va uni olib borishning asosiy usullari

2.1. Ilmiy tadqiqotlarning turlari (klassifikatsiyalanishi), strukturasi va bosqichlari

Ilmiy tadqiqot (izlanish) uchta tarkibiy qism: insonning maqsadli faoliyati, ilmiy mehnat predmeti va ilmiy mehnat vositalaridan iboratdir.

Insonning maqsadli ilmiy faoliyati tadqiqot obyekti haqida (bo'yic yangi bilimlarga yoki obyektlar haqidagi (bo'yicha) mavjud bilimlar to'ldirishga erishishda anglab yetishni bilishning aniq usullaridan va ilmiy uskunalardan (o'lchov, hisoblash texnikalari) mehnat vositalaridan foydalanishga tayanadi.

Ilmiy mehnat predmeti tadqiqotining faoliyati yo'naltirilgan tadqiqot obyekti va u haqidagi (oldingi) bugungacha bo'lgan bilimlar. Tadqiqot obyekti moddiy dunyoning har qanday materiali (elektrotexnika uskunalari, elektrlashtirilgan qurilmalar, mashina va mexanizmlar), jarayon (texnologik, energetik, agrotexnika, elektromagnit, moddiy materiallar va h.k.lar) kiradi.

Ilmiy tadqiqotlar, ko'zlangan maqsadi, tabiat yoki ishlab chiqarish bilan bog'liqlik darajasi, ilmiy ishning xarakteri va chuqurligiga (qamrovi, qarab fundamental, amaliy va ishlanmalarga bo'linadi).

Fundamental tadqiqotlar prinsipial yangi bilimlarni (yaratish) berish va oldinda mavjud bilimlar sistemasini rivojlantirishga qaratiladi undan maqsad tabiatning yangi qonunlarini yaratish (kashf etish) voqelik orasidagi bog'liqliklarni ochib berish va yangi nazoratlar yaratish (Masalan, elektromagnit maydon nazariyasi agroinjeneriyada resurs tejamlorligi ilmiy – metodologiyasini yaratish, energiyani muhit harakatlantirish qonunini va h.k.lar).

Amaliy tadqiqotlar texnika sohasida yangi ishlab chiqarish vositalari iste'mol mahsulotlarini va h.k.larni yaratish yoki mavjudlarini takomillashtirishga yo'naltirilgan bo'lib, uni maqsadi fundamental tadqiqotlar to'plangan ilmiy omillarni amaliy tadqiqotlar orqali o'z o'rniga qo'yish

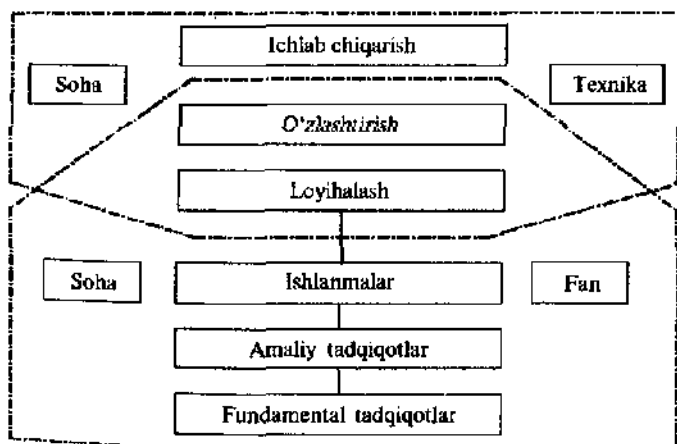
Masalan, urug'lik mahsulotlarni saralash elektrotexnologiyasi va texikasini yaratish, energiya tejamkor meva quritish texnikasini yaratish, asinxron motorlarni quvvat koeffitsiyentini ($\cos \alpha$) oshirish teznik vositasini ishlab chiqish va h.k.lar).

Ishlanmalar yoki loyiha-konstruktorlik ishlari (LKI) amaliy tadqiqotlar atijalarini (masalan texnika sohasida) texnik yechimlarni (mashina, urilma, material, mahsulot) ishlab chiqarish texnologiyalarini tajriba nusxasini yaratish va sinab ko'rish, yangiliklarni takomillashtirishda foydalanishga qaratilgan ilmiy tadqiqotning yakuniy qismidir. (Masalan, elektr paydoni yordamida urug'lik donlarni saralash texnologiyasini amalga shiruvchi texnik qurilmani yaratish, dielektrik don quritish usulni amalga shirish texnik qurilmasini ishlab chiqish, ichimlik suvga impulsli ishlov berish elektr qurilmani tajriba nusxasini ishlab chiqish va h.k.).

Yuqoridagi ilmiy-tadqiqotlar klassifikatsiyasi va ularni chegaralanishi o'pchilik hollarda shartli bo'lsada, ularni fanning muayyan bir sohasiga qishiligi birlashtirib turadi. (2.1-rasm).

2.1-rasmida keltirilgan sxemada loyihalash va o'zlashtirish bosqichlari ir vaqtning o'zida fan va texnika sohalariga tegishli hisoblanadi. Shuningdek, ndamental tadqiqotlar va ishlab chiqarish oralig'ida o'zaro bog'langan bosqichlar: amaliy tadqiqotlar — ishlanma — loyiha joylashgan.

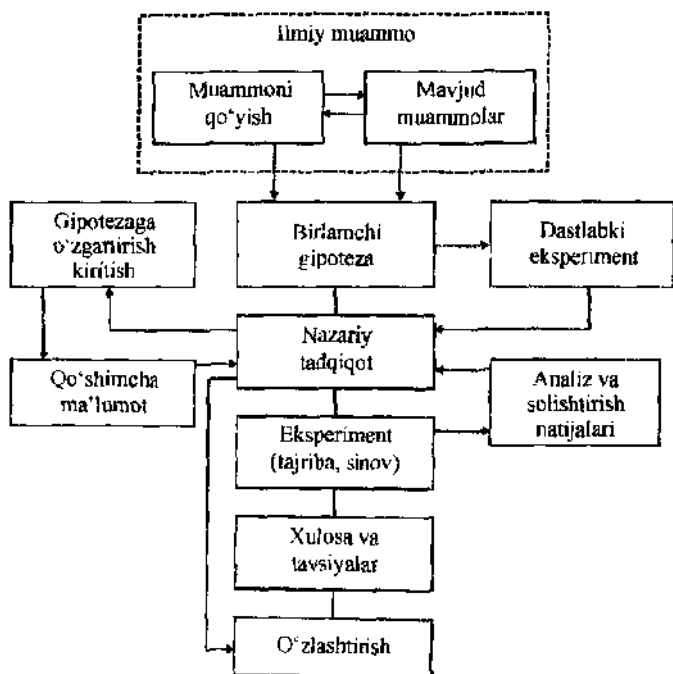
Ilmiy tadqiqotlar strukturasi. Ilmiy izlanishlar (tadqiqotlar) — obyektiv orliqni, qonuniyatlar va real dunyo voqeiklari orasida bog'liqlikni anglab etish — bilish jarayonidir.



2.1-rasm. Ilmiy tadqiqotlarning asosiy turlari — fan va ishlab chiqarishning o'zaro bog'liqlik sxemasi.

Bilish — ilmiy izlanishlar (tadqiqotlar) yordamida amalga oshiriladigan bilmaslikdan bilimga, chala yoki noaniq bilimlardan to'laroq va aniq bilimlarga inson onggi va tafakkuri yo'naltirilgan murakkab jarayondir. Ilmiy tadqiqotlar bosqichma-bosqich amalga oshiriladi va texnika yo'nalishida ko'pgina holatlarda 2.2-rasmda keltirilgan strukturaga monand ketma-ketlikda tashkil etiladi. Ilmiy tadqiqotlar olib borishni har bir bosqichida, ilmiy muammoni (masalani) umumiy yechimi bilan bog'liq ilmiy izlanishlar olib boriladi. Ilmiy tadqiqotning birinchi bosqichida nafaqat tadqiqot olib boriladigan muammo yoki masala shakllantiriladi, balki ishning muvaffaqiyatli yakuni ko'p tomonlama bog'liq bo'lgan ilmiy tadqiqot vazifalari ham aniq shakllantiriladi.

Ilmiy muammoni (masalani) shakllantirishga tadqiqot olib borilayotgan muammo yoki masalaga o'xshash masalalarning yechimlarini texnik va nazariy usullari va vositalari, hamda turdosh sohalardagi tadqiqot natijalari haqida ma'lumotlar yig'ish va tahlil etish kabi muhim ilmlar kiradi. Shuni ta'kidlash lozimki, ma'lumotlar yig'ish va ulardan masalani yechishda foydalanish tadqiqot ishlari tugaguncha ham davom etishi mumkin.



2.2-rasm. Ilmiy tadqiqot strukturasi.

Ilmiy muammoni (masalani) yechishning birlamchi gipotezasini ilgari surish va asoslash aksariyat hollarda ilmiy tadqiqotning birinchi bosqichida belgilangan ilmiy masalalar va tadqiqot mavzusiga oid to'plangan axborotlarning tahlili asosida shakllantiriladi. Muammoni yoki ilmiy masalani yechishga erishish bo'yicha shakllantirilgan bir necha birlamchi gipotezalar orasida eng maqbuli tanlab olinadi. Birlamchi ilmiy gipotezani ishonchligini aniqlash maqsadida ayrim hollarda birlamchi ekspertiza, ya'ni tajribalar o'tkazish zaruriyati ham tug'iladi. Ilmiy tadqiqotlarning nazariy izlanishlar bosqichida fundamental fanlardan olingan qonuniyatlarning tadqiqot obyekti-ga bog'lab analiz va sintez qilish va shuningdek, matematik apparatlardan, nazariy elektrotexnika va boshqa nazariy bilimlardan foydalanib hozirgacha ma'lum bo'lmagan yangi qonuniyatlarni ochishga erishish ko'zda tutiladi.

Nazariy tadqiqot qabul qilingan ilmiy gipotezani analitik rivojlantiradi va tadqiqot olib borilayotgan ilmiy muammoning nazariyasini yaratilishiga olib kelishi kerak. Boshqacha aytganda bilimlar tizimini tadqiqot olib borilayotgan muammo doirasida ilmiy umumlashtirishdir. Yaratilgan ushbu nazariya lanishlar olib borilayotgan muammoga oid voqelik va faktlarni oldindan ajratib (prodokazat) va tushintirib bera olish qobiliyatiga ega bo'lishi kerak.

Ekspperimental tadqiqotlar – ilmiy asosida qo'yilgan tajribadir. Ekspperimental tadqiqotlardan ko'zlangan maqsad ilmiy muammo (masala) echimining to'g'riligini tekshirib ko'rish bo'lib, uning natijasini tasdiqlashi yoki inkor etishi mumkin. Tadqiqot olib borilayotgan obyekt (muammo yoki masala) bo'yicha fundamental izlanishlar olib borilmagan yoki nazariy asoslari yetarli bo'lmagan hollarda eksperimental tadqiqotlar natijalari muammoni nazariy yechimlarini shakllantirishga (topishga) asos yaratadi.

Ilmiy tadqiqotning navbatdagi bosqichi eksperimental va nazariy tadqiqot-
r natijalarini solishtirib (taqqoslab) ko'rib ularni bir biriga mos kelishi
o'g'ri kelishi) haqida, hamda ilgari surilgan ilmiy gipotezani tasdiqlashi
iqida uzul-kesil xulosa qilinadi. Ayrim hollarda natijalar bir biridan
icha farq qilsa yoki umuman to'g'ri kelmasa ilmiy gipotezaga o'zgartirish
ritish yoki gipotezani inkor etishga to'g'ri keladi.

Tadqiqot natijalariga yakun yasash, olingan natijalar tadqiqot maqsadi vazifalariga to'la javob berishi hamda umumiy xulosa va tavsiyalarni takliflantirishi ilmiy izlanishning yakuniy bosqich vazifalariga kiradi.

Texnika sohasida, jumladan, energetika sohasida tadqiqotlar natijalarini zlashtirish (amalda tadbiq etish) bosqichi ham ko'zda tutiladi. Bunda dqiqot natijalarini yoki texnologik va konstruktorlik ishlanmalarini iste'olichiga yetkazish ishlari amalga oshiriladi.

Ilmiy tadqiqot turlari muayyan bir ketma-ketlikda bosqichma-bosqich
nalga oshiriladi. **Fundamental va amaliy tadqiqotlar quyidagi bosqichlar-**
in iborat bo'ladi:

1-bosqich. *Tanlangan mavzuning doiradavrlarini usulini va qonun etish.*

– bo'lajak tadqiqotlarga taalluqli muammolar bilan mamlakat va xorijiy adabiy manbalar bo'yicha tanishish, uning doiradavrlarini asoslash;

– muammolar bo'yicha tadqiqotlarning muhim yo'nalishlarini belgilash va tasniflash;

– mavzuni ifodalash va tadqiqot annotatsiyasini tuzish;

– texnikaviy topshiriqlarni ishlab chiqish va ilmiy tadqiqot ishlari (ITI) umumiy kalendar rejasini tuzish;

– kutilayotgan iqtisodiy yoki boshqa foydali samaralarni oldindan belgilash.

2-bosqich. *Tadqiqotning maqsadi va vazifasini ifodalash:*

– mamlakat va xorijiy nashrlar bibliografik ro'yxatini tanlash va tuzish (monografiya, darsliklar, maqolalar, patentlar, kashfiyotlar va b.), shuningdek, tanlangan mavzu bo'yicha ilmiy-texnikaviy hisobot tuzish;

– mavzu bo'yicha manbalar va referatlar annotatsiyasini tuzish;

– mavzu bo'yicha masalalarning ahvolini tahlil qilish;

– tadqiqot maqsad va vazifalarining bayonini tuzish.

3-bosqich. *Nazariy tadqiqotlar:*

– obyekt va tadqiqot predmetini tanlash, fizik mohiyatini o'rganish va tadqiqot topshiriqlarini asosida ishchi farazni shakllantirish;

– ishchi farazga muvofiq modelni aniqlash va uni tadqiq etish;

– tadqiq etilayotgan muammo nazariyasini ishlab chiqish, tadqiq natijalarini tahlil qilish.

4-bosqich. *Eksperimental tadqiqotlar (tasdiqlash, to'g'rilash yoki nazar tadqiqotlarni inkor etish uchun):*

– eksperimental tadqiqotlar maqsad va vazifalarini aniqlash;

– eksperimentni rejalashtirish va uni o'tkazish metodikasini ishlab chiqish;

– eksperimental qurilmalarni va eksperimentning boshqa vositalarini yaratish;

– o'lchov usullarini asoslash va tanlash;

– eksperimental tadqiqotlar o'tkazish va ularning natijalarini ishlab chiqish.

5-bosqich. *Ilmiy tadqiqotlarni tahlil qilish va rasmiylashtirish:*

– nazariy va eksperimental tadqiqotlar natijalarini taqqoslash, ularning farqlarini tahlil qilish;

– tadqiqot obyekti nazariy modelini aniqlashtirish va xulosalar;

– ishchi farazni nazariyaga yoki uning raddiga aylantirish;

– ilmiy va ishlab chiqarish xulosalarini shakllantirish, tadqiqot natijalarini baholash;

– ilmiy-texnikaviy hisobot tuzish va uni retsenziya qildirish.

6-bosqich. *Joriy etish va iqtisodiy samaradorlik:*

- tadqiqot natijalarini ishlab chiqarishga joriy etish;
- iqtisodiy samarani belgilash.

Ishlanmalarni, loyiha konstruktordlik ishlarini (LKI) bajarish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat bo'ladi:

1-bosqich. Dolzarbliqni asoslash va mavzuni shakllantirish, LKIning maqsad va vazifalarini shakllantirish (ITI 1-, 2-bosqichlaridagi ishlar bajariladi).

2-bosqich. *Texnikaviy topshiriq va taklif:*

– eksperimental namunani loyihalashda texnikaviy topshiriqni ishlab chiqish;

- texnikaviy-iqtisodiy asos;
- patega loyiqlikni tekshirish.

3-bosqich. *Texnikaviy loyihalash:*

– texnikaviy loyihalar talqinlarini ishlab chiqish va samaralirog'ini tanlash;

– ayrim qism va bloklarni ishonchlilik ko'rsatkichlarini tekshirish uchun yaratish;

– texnikaviy daraja va sifatni belgilash, texnikaviy-iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblash;

– texnikaviy loyihani kelishib olish.

4-bosqich. *Ishchi loyihalash:*

- ishchi loyihani ishlab chiqish;
- zarur konstruktordlik hujjatlarini tayyorlash.

5-bosqich. *Tajribaviy namuna tayyorlash:*

– ishlab chiqarishni texnologik tayyorlash: texnologik jarayonlarni ishlab chiqish, qurilmalarni, kesuvchi va qo'shimcha asbob-uskunalarni loyihalash va tayyorlash;

– tajribaviy namuna detallari, qismlari va bloklarini tayyorlash, ularni yig'ish;

- tajribaviy namunani aprobatiya qilish, me'yoriga yetkazish va sozlash;
- standda va ishlab chiqarishda sinash.

6-bosqich. *Tajribaviy namunani me'yoriga yetkazish:*

– tajribaviy namunaning qismlari, bloklari va uni to'la ravishda sinovdan keyin ishlashini tahlil qilish;

– ishonchlilik talablariga javob bermaydigan ayrim qismlar, bloklar va detallarni almashtirish.

7-bosqich. *Davlat sinovi:*

- tajribaviy namunani davlat sinoviga topshirish;
- davlat sinovini o'tkazish va sertifikatlash.

Shunday qilib, ilmiy tadqiqotlar qanday maqsadga qaratilganligi ilmiy chuqurligi bo'yicha uch asosiy turga tasniflanadi: fundamer (nazariy), amaliy va tajriba, konstruktorlik ishlanmalari. Fundamental amaliy ITI larning bajarilish jarayoni olti asosiy bosqichni, tajr konstruktorlik ishlanmalari esa yetti bosqichni o'z ichiga oladi. Ilt tadqiqotning barcha turlari joriy etish bilan yakunlanadi.

2.2. Ilmiy texnik muammo (masala), uni aniqlash, o'rganish va yechimi bo'yicha ilmiy gipotezani shakllantirish

Ilmiy muammo — hal qilinishi talab etilayotgan nazariy va am masala bo'lib, usiz ilmiy tadqiqot ishlarini bajarib bo'lmaydi.

Texnika yo'nalishida ilmiy muammolar, ishlab chiqarish texnik vosita va jarayonlarini u yoki bu jihatdan ma'lum talablarga javob bermayotganic energiya va boshqa resurslarni sarflarining yuqoriligi tufayli yuzaga keladig va yechimi jamiyat taraqqiyotida zarur bo'lgan masalalardan iboratc ilmiy muammolar fanda oldingi erishilgan natijalar orasidan o'sib chiqa Masalan.

Elektr motorlarni yaratilishi ko'plab fundamental, amaliy va ishlanma natijalari bilan bog'liq bo'lib, undan foydalanish jarayonida turli xil faktor ta'sirida ularni buzilmasdan ishlash muddati balgilangan muddatdan anc past bo'lib kelayotgani ularni ekspluatatsion ishonchligini oshir muammosini keltirib chiqaradi. Yuzaga kelgan ilmiy muammola yechimini topishda yangi bilimlar kerak bo'ladi va bunga esa ilmiy izlanish natijasida erishiladi. Har qanday ilmiy muammo ikkita uzviy bog'lang elementni o'zida mujassam qiladi: birinchisi, biz nimanidir bilishin (voqelik, jarayon, energetik qurilma va h.k.lar) ular haqida obyektiv bilin ega bo'lishimiz, ikkinchisi, yangi qonuniyatlar yoki oldingi oling bilimlarni amalda qo'llashni prinsipial yangi usulini yaratish imkoniy haqida farazga ega bo'lishimiz kerak.

Ilmiy muammoni qo'yish — muammoni izlash, muammoni qo'yish rivojlantirish (kengaytirish) bosqichlarini o'z ichiga oladi.

Muammoni izlash — ilmiy muammoni yuzaga kelishi ijtimoiy, iqtiso va texnik asoslar bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Ijtimoiy asosga ega bo'lg energetik muammo sifatida ekologik toza energiya ishlab chiqarish, muhi ifloslantirmaydigan ichki yonuv dvigatelini yaratish bilan bog'liq muamm misol qilib olishimiz mumkin. Ayrim muammolar unchalik ravsh bo'lmasada, shubhasiz bo'lib, yirik ilmiy texnik muammolar sirasiga kira Masalan, o'ta yuqori o'tkazuvchanlikka ega elektr energiyasini uzati tarmog'ini yaratish yoki bo'lmasa quyosh energiyasidan elektr energiy olish samarasini oshirish va h.k.lar. Ushbu yirik ilmiy texnik muammo

tarkibiga ko'plab mayda muammolar kirib ketadi. Amaldagi natijalar kutilgan ko'rsatkichlardan keskin farq qilishi natijasida muammolar yuzaga kelishi ko'p uchraydigan holdir. Masalan, nazariy va amaliy bilimlar asosida aniq va mukammal bajarilgan hisoblar bo'yicha yaratilgan elektrotexnik qurilma yoki uskuna, ulardan muayyan bir sharoitda foydalanish davomida tez-tez ishdan chiqib turishi, qurilma yoki uskunani pasportida belgilangan energetik ko'rsatkichlarni amaldagidan farq qilishi va h.k.lar. Elektrotexnik uskunalarining texnik ishonchligini, ekspluatatsion samaradorligini o'rganish bilan bog'liq, zaruriyat elektrotexnik uskunalar va elektrotexnik qurilmalarining ekspluatatsion ishonchligini oshirish muammosini yuzaga keltiradi.

Ilmiy muammolarni izlash va shakllantirishda ularni yechish uchun o'ylab qo'yilgan tadqiqotlardan kutilayotgan natijalarni amaliyot ehtiyojlari (talablari) bilan o'zaro munosabati quyidagi uchta prinsipga mos kelishi muhimdir:

- belgilab olingan yo'nalishda, ushbu muammoni yechimisiz texnikani kelajakda rivojlanish imkonini bormi?

- ko'zda tutilgan tadqiqotlar natijasi texnika sohasiga aniq nima beradi?

- belgilangan ilmiy muammo bo'yicha olib boriladigan tadqiqotlar natijasida olinishi ko'zda tutilayotgan bilimlar yangi qonuniyatlar, yangi usul, texnologiya va texnik qurilmalar bugungi kundagi fan va texnikadagi mavjudlariga qaraganda (nisbatan) katta amaliy ahamiyatga egami?

Muammoni qo'yish (shakllantirish). Ilmiy muammoni izlash va tanlash insonning ilmiy tafakkuri va amaliy faoliyatidagi eng murakkab va hali o'rganilmagan va ma'lum bo'lmagan bilimlarni izlab topishdek biri ikkinchisini inkor qiladigan jarayondir.

Muammoning to'g'ri shakllantirilishi va uni qo'yilishi, tadqiqotdan ko'zlangan maqsad, tadqiqot obyekti va tadqiqotlar olib borish chegaralarini belgilab olinishi qanchalik mukammal amalga oshirilganligi, ilmiy tadqiqot natijalariga erishishda muhim o'rin tutadi. Ushbu masala, ya'ni muammoni qo'yish aksariyat hollarda har bir tadqiqot mavzusi uchun individual yondashuv asosida hal etiladi.

Shu bilan birga ma'lum umumiylikka ega quyidagi qoidalar mavjudligini ham aytib o'tish lozim:

- ilmiy muammoga oid fan va texnikaning eng oxirgi yutuqlarini yaxshi bilishi va ilgaridan yechimi ma'lum muammoni qo'ymaslik, boshqacha aytganda muammoga oid ma'lum bilimlarni noma'lumlaridan aniq chegaralash;

- olib boriladigan tadqiqotlar chegarasi va tadqiqot obyekti aniq belgilab olish;

- ilmiy muammoni yechish usullarini aniqlash, ya'ni muammoni turini (ilmiy nazorat, amaliy, maxsus kompleks) tadqiqot olib borish metodikasini aniqlash.

Muammoni kengaytirish. qo'shimcha yechimlar bilan to'ldirish. Muammoni yechilishi davomida, qo'shimcha, ya'ni bosh muammoni yechimni to'ldiruvchi tadqiqotlar olib borish zaruriyati tug'ilishi mumkin. Masalan, elektr energiyasidan samarali foydalanish muammosini yechish ushbu bosh muammo boshqa ko'plab muammolarni yechish zaruriyatini vujudga keltiradi. Elektr uskunalarining ekspluatatsion ishonchiligi oshirish, noan'anaviy energiya manbalaridan foydalanish, energiya tejankor elektrotexnologik jarayonlarni ishlab chiqish va h.k. bosh muammolar – elektr energiyasidan foydalanish muammosini kengayishi va to'ldirilishini, boyitilishini ta'minlaydi.

Elektr uskunalarining ekspluatatsion ishonchiligi oshirish masalasi yechimiga erishish esa, o'z navbatida, ushbu masala ichida bir qancha yo'nalishdagi yechimlarga erishish bo'yicha tadqiqotlar o'tkazishni taqazo etadi. Masalan, elektr uskunalarini anormal rejimdan himoyalash vositalarini ishlab chiqish (yaratish), texnik servis ko'rsatish tizimini takomillashtirish, elektrotexnik uskunalarini konstruktiv takomillashtirish bo'yicha tadqiqotlar olib borish zaruriyatini yuzaga keltiradi.

Materiallarni o'rganish. Har qanday ilmiy tadqiqot ishlari oldingi tadqiqot tajribalari, tadqiqot materiallarini va ilmiy izlanish olib borilayotgan sohaga yaqin sohalaridagi tadqiqotlar materiallarini o'rnatish va tahlilidan boshlanadi. Tadqiqot mavzusi doirasida o'zidan oldingi olib borilgan tadqiqotlar natijasidan xabardor bo'lmagan izlanuvchi ko'p hollarda allaqachon yechimga ega muammo yoki masalaga behuda kuch va vaqtini sarflaydi.

Tadqiqot mavzusiga oid materiallarni o'rganishni ikkita bosqichga bo'lish mumkin:

Birinchi bosqich. Ma'lumotlar manbalarini aniqlash. Bu bosqichda tadqiqot mavzusiga oid yo'nalishda chop etilgan ilmiy asarlar (monografiyalar), brashyuralar, jumallarda chop etilgan maqolalar dissertatsiya ishlari va ularning avtoreferatlari, referativ jumallar, ilmiy to'plamlarda chop etilgan maqolalar internet saytlarida keltirilgan ma'lumotlar bilan tanishib chiqiladi.

Tanishib chiqilgan ma'lumotlar manbalari va ularda tadqiqot mavzusiga oid masalalar bo'yicha erishilgan yechimlar birjamchi ma'lumotlar kartochkasiga tushirilib ma'lumotlar kartotekasi shakllantiriladi. (2.3-rasm).

Ikkinchi bosqich. Bu bosqichda to'plangan ma'lumotlar manbalari o'rganib chiqiladi va ular tahlil qilinadi.

Har bir ma'lumot manbayida keltirilgan ma'lumotlar va yechilgan masalalar bilan oldin tanishib qarab chiqiladi va ular siz olib borayotgan tadqiqot mavzusiga yaqin bo'lsa, uni o'qib chiqib chuqur tahlil qilinadi.

Axborot manbalari bilan tanishib chiqish (qarab chiqish) jarayonida undagi keltirilgan annotatsiya, mundarijadagi bandlarni nomlanishidan uni siz olib borayotgan tadqiqotlar bilan qay darajada yaqinligi haqida

Prishep L.G. Qishloq xo'jaligi ishlab ishlab chiqarishida elektr dvigatellar- ning ekspluatatsion ishonchiligi Журнал. Механизация и электрoфикация с/х. 1985. №3. с. 36-37	Elektr matorlarning buzilmasdan davomiyligiga ta'sir etuvchi omillar va stator chulg'amlarini nosoz holga kelib qolish sabablari keltirilgan Elektr dvigatellarni ortiqcha yuklama- dan himoyalash vositasi va qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida foydalani- ladigan elektr uskunalariga texnik servis ko'rsatishni tashkil etish bo'yicha tavsiyalar berilgan
a)	b)

2.3-rasm. Birlamchi ma'lumotlar kartochkasi:

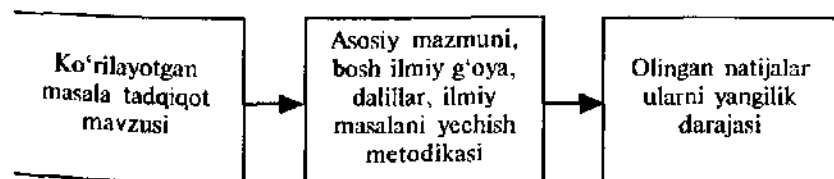
a) yuza qismi; b) orqa qismi.

ma'lum bir xulosaga kelinadi. Tanishib chiqilgan ma'lumotlar manbayida yechilgan muammo yoki masala siz olib borayotgan tadqiqotlar bilan bevosita bog'liq bo'lmasa bunday holda ushbu manba undagi yoritilgan masalalar haqida qisqacha xulosa shakllantirilib undan zarur bo'lganda foydalanish uchun konspekt tuzib qo'yiladi.

O'rganib chiqish jarayonida keltirilgan materiallar tadqiqot mavzusiga oid bo'lsa uni chuqur o'rganib chiqiladi va natijalari quyidagi tartibda qisqacha yozib olinadi (2.4-rasm).

Tadqiqot mavzusiga oid sizdan oldin olib borilgan ilmiy izlanishlar qayd etilgan ma'lumotlar (axborotlar) manbalarini o'qib o'rganib chiqish natijalari sxema bo'yicha (2.4-rasm) qayd etilishi va quyidagi tartibda tanqidiy tahlili amalga oshirilishi lozim:

- tadqiqot olib borilayotgan yo'nalishda fanni erishgan yutuqlarini qayd etish;
- tadqiqot olib borilayotgan sohadagi ilg'or usullar, original g'oyalarni aniqlash;



2.4-rasm. Ma'lumotlar manbayini o'qib o'rganib chiqish natijalarini qayd etish sxemasi.

— ilmiy tadqiqot mavzusiga oid muammoni (masalani) yechimi bo'yicha oldin olib borilgan tadqiqotlar kamchiliklarini ko'rsatish;

— tadqiqot mavzusiga oid izlanishlar olib borishni keyingi bosqichlarini belgilash;

Tadqiqot mavzusiga oid izlanishlarni tanqidiy tahlili, ayniqsa aniqlangan kamchiliklar asoslar va aniq dalillarga suyangan holda amalga oshirilishi va undagi kamchiliklar (tadqiqotlar yetarli darajada olib borilmaganligi, uslublari eskirganligi, o'ltov priborlarini yetarli aniqlik ko'rsatkichiga ega emasligi va h.k.lar) aniq ko'rsatilishi kerak.

Tadqiqot mavzusiga oid va unga turdosh sohalarida olib borilgan oldingi ilmiy izlanishlar natijalari o'rganilgan manbalarda ko'zlangan maqsadga erishishni ta'minlovchi faktorlarning muhimligi va salmog'ini baholashda mualliflar fikr va xulosalari bir xil bo'lmagan hollarda fikrlarni o'zaro to'g'ri kelishi (rangoviy) darajaviy korrelatsiya usulida matematik tahlili o'tkaziladi. Tahlil natijasi asosida belgilarni (alomatlarni) muhimligi haqidagi fikrlar (muvofiqlik) darajasi qiymati (kattaligi) aniqlanadi va bu kattalik **konkordatsiya koeffitsiyenti** deb ataladi.

Barcha o'rganilgan manbalarda mualliflar tomonidan faktorlarni muhimligi va salmog'ini baholanishi to'la o'zaro to'g'ri kelsa konkordatsiya koeffitsiyenti 1 ga teng bo'ladi.

Ma'lumotlar manbalarida keltirilgan belgilar rangi (darajasi) yig'indisi qancha kichik bo'lsa ushbu belgi ko'proq muhim ekanligini ko'rsatadi. Ilmiy tadqiqotning navbatdagi bosqichi ishchi gipotezani shakllantirish, ishlab chiqishdir.

Ishchi gipoteza. Fan va texnikadagi mavjud bilimlar tanlangan yo'nalishda yangi muammoni qo'yish (belgilash) yoki hali yechilmagan masalalarni ko'rsatib berish uchun yetarli bo'lsada ularni yechish uchun yetarlicha emas. Yuzaga kelgan yangi ilmiy muammoni yechish uchun yangi ilmiy bilimlar, yangi dalillar kerak bo'ladi. Tadqiqot o'tkazilayotgan muammoni (mavzuga) oid to'plangan dalillar ilmiy izlanish olib borishda muhim ahamiyatga ega bo'lsada ular o'z o'zidan ilmiy taraqqiyotni tashkil qilma va ular muammoni yechimiga erishish bo'yicha ma'lum bir takliflar yoki gipotezalarni ilgari surishga kerak bo'ladi.

Ishchi gipoteza — kuzatilayotgan dalillarni kelib chiqish sabab ehtimoli haqida yoki bo'lmasa voqelik va jarayonlarni nazarda tutilayotgan (ko'zda tutilayotgan) rivojlanish haqida tadqiqotchi tomonidan ilgari surilgan asoslangan taxmin (bashorat).

Ishchi gipotezada tadqiqot obyekti (voqelik, jarayon va h.k.) bo'yicha mavjud bilimlar doirasidan kengroq mazmunda shakllantiriladi, yangi ilmiy natijalarni izlashga asos bo'lib xizmat qiluvchi ehtimollik xarakteriga ega yangi g'oyalar ilgari suriladi. Fanning rivojlanishi shakli sifatida gipotezaning mohiyati va bahosi ham ana shundadir. Gipoteza bu shunday faraz y

taxminki (bashoratki), birinchidan, u fanning ushbu sohasidagi (masalan, energetika, texnika, termodinamika va boshqa sohalar) ilmiy asosda belgilangan farazlar va qonuniyalarga zid bo'lmashligi kerak, ikkinchidan, qilingan faraz yoki taxminni haqqoniylik (chinligi) ehtimolligiga asoslangan yoki asoslash mumkin bo'lishi kerak.

Agarda ilgari surilgan gipoteza (faraz yoki taxmin) amalda to'la o'z o'rnini egallagan ilmiy (pohleniyalarga) zid bo'lib chiqsa uni ilmiy gipotezalar qatoriga kiritib bo'lmaydi. Bunga misol qilib doimiy dvigatel yaratish ehtimolliги energiyani saqlanish qonuniga zidligi va bu farazni ilmiy gipoteza deb qabul qilib bo'lmaydi.

Ishchi gipotezadan talab qilinadigan minimal talab tadqiqot olib borilayotgan obyektidagi jarayonni yoki vaqtini kechishiga ta'sir etuvchi shartlar, ta'sir etuvchi ko'rsatkichlarni belgilab beradi.

Maksimal talab esa, tadqiqot olib borilayotgan obyektida jarayon yoki voqealikni kechishini to'la yoki unga yaqin darajadagi ehtimollikda ochib beradi, unga nazariy va eksperimental tadqiqotlar asosida ishchi gipotezani isbotlash yo'li bilan erishiladi. Asoslangan, isbotlangan va rivojlantirilgan ishchi gipoteza ilmiy, nazariy daraja o'sadi. Aniq va keng qamrovda yaratilgan ishchi gipoteza nazariy va eksperimental tadqiqotlar metodikalariga o'rganilayotgan vaqtlik yoki obyektini ifodalovchi o'lganadigan aniq parametrlarni kiritilishiga imkon beradi va bu esa o'z naybatida tadqiqotlarning keyingi bosqichlarida olib boriladigan ishlarni yengillashtiradi.

Tadqiqot mavzusiga oid materiallarni o'rganish va ularning tahlili ushbu o'quv adabiyotining 8-bobida batafsilroq yoritilgan.

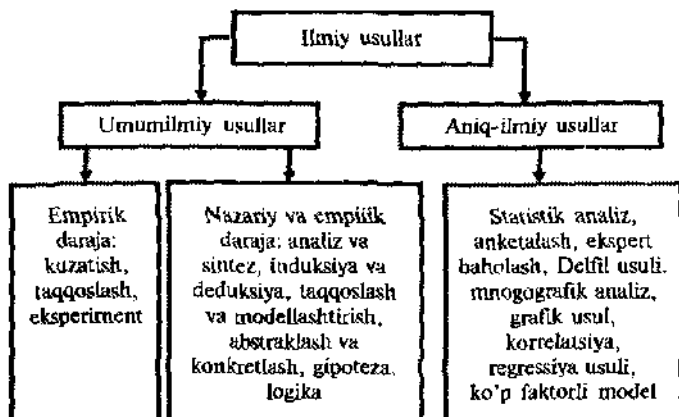
2.3. Ilmiy tadqiqotlar olib borishning asosiy usullari

Ilmiy tadqiqotlarni amalga oshirish ma'lum bir sistemaga va oldindan ishlab chiqilgan rejaga asosan olib boriladi. Ilmiy tadqiqotdan ko'zlangan maqsadga erishish aniq bir tadqiqot olib borish uslubiga tayangan holda va unga asosan amalga oshiriladi. Fanning alohida sohasining rivojlanishi bilan bog'liq obyektiv qonunlar umumiy va xususiyga bo'lingani kabi ilmiy tadqiqot usullari ham umumiy va xususiyga bo'linadi (2.5-rasm) [6, 23].

Tavsifiy — dalillar (asarlar) yig'ish va ularni dastlabki guruhlariga ajratish.

Mantiqiy-analitik — dalil va asoslarning tahlili. Ilmiy anglashning sifat va miqdoriy (matematik) usullaridan foydalanish.

Umuman, tadqiqotlar olib borishda juda ko'plab usullardan foydalaniladi. Ulardan ayrimlari turli xil fan sohalarida foydalanilishi mumkin. Masalan, matematik usullar, fanning turli sohalarida qo'llanilsa, tenzometrik o'lgash — mexanikada, sistemali yondashuv, termodinamik usul — energetikada va h.k. Aniq usullar aniq bir obyektning mohiyatini o'rganish, ko'zlangan ilmiy va amaliy muammoni yechish bilan bog'liq tadqiqot obyektining



2.5-rasm. Ilmiy tadqiqot usullari.

xususiyatlari va o'ziga xos tomonlarini o'rganishda qo'llaniladi. Masalan, energotexnologik jarayonlarda energiya tejamkorlik muammolari yechishda energetik balans tenglamasiga va energiyani saqlanish qonuniga asoslaniladi. Elektromagnit jarayonlarini o'rganishda Maksvell tenglamalar sistemasi va elektrodinamika qonunlaridan foydalaniladi.

Ilmiy tadqiqotlar olib borish borliq haqidagi obyektiv bilimlarni ishlab chiqish va nazariy tomondan sistemalashtirishdan iborat inson faoliyati sohasi bo'lib, u quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- ilmiy tushunchalar, tamoyillar va aksiomalar, ilmiy qonunlar, nazariyalar va farazlar, empirik ilmiy faktlar, uslublar, usullar va tadqiqot yo'llari tarzidagi uzluksiz rivojlanib boruvchi bilimlar tizimini;

- bilimlarning mazkur tizimini yaratish va rivojlantirishga yo'naltirilgan insonlarning ilmiy ijodi;

- insonlar ijodining ilmiy mehnat obyektlari, vositalari va ilmiy faoliyat sharoitlari bilan ta'minlovchi muassasani.

Tadqiqot olib borish faktlar to'plashdan boshlanadi, ular o'rganiladi va sistemalashtiriladi, umumlashtiriladi, ma'lum bo'lganlarni tushuntirish va yangilarini oldindan aytib berishga imkon beruvchi ilmiy bilimlar mantiqiy tuzilgan sistemalarni yaratish uchun ayrim qonuniyatlarni ochishdan iborat bo'ladi.

Tamoyil (postulat)lar va aksiomalar ilmiy bilishning boshlang'ich holati hisoblanadi, bular sistemalashtirishning boshlang'ich shakli bo'lib, ta'limot, nazariya va h.k. (masalan, kvant mexanikasidagi Bor postulati, Yevklit hodisasi aksiomalari va b.)lar asosida yotadi.

Ilmiy bilimni umumlashtirish va tizimlashtirishning oliy shakli bo'lib ta'rif hisoblanadi. U mavjud obyektlar, jarayonlar va hodisalarni umumlashtirib idroklashga, shuningdek, yangilarini oldindan aytib berishga imkon beruvchi tadqiqotlarning ilmiy tamoyillari, qonunlari va usullarini ifodalaydi.

Ilmiy bilim tizimida ilmiy qonunlar muhim tarkibiy qism bo'lib hisoblanadi, bular tabiat, jamiyat va tafakkurdagi eng ahamiyatli, barqaror va takrorlanuvchi obyekktiv ichki bog'liqlikni aks ettiradi. Odatda ilmiy qonunlar umumiy tushunchalar, kategoriyalar jumlasiga kiradi. Olimlar ilmiy natija (ijobiy yoki salbiy)ga erishish vositasi sifatidagi daliliy materiallarga yetarlicha ega bo'lmagan hollarda faraz (gipoteza)dan foydalanadilar. Faraz ilmiy taxmin bo'lib, tajribada tekshirishni talab etadi va nazariy jihatdan ishonchli ilmiy nazariya bo'lish uchun asoslanishi lozim.

Fan masalalarni hal qilish omili bo'lib, nazariyalar ishlab chiqish, borliq obyekktiv qonunlarini ochish, ilmiy faktlarni aniqlash va h.k.lar hisoblanadi. Bular ilmiy bilishning umumiy va maxsus usullaridir.

Umumiy usullar uch guruhga bo'linadi:

- empirik tadqiqot usullari (kuzatish, qiyoslash, o'lash, eksperiment);
- nazariy tadqiqot usullari (mavhumdan aniqlikka tomon borish va b.);
- empirik va nazariy tadqiqot usullari (tahlil va sintezlash, induksiya va deduksiya, modellash, abstraktlash va b.).

Kuzatish – bilish usuli. Bunda obyektni o'rganish unga aralashuvsiz amalga oshiriladi. Mazkur holda faqat obyektning xossasi, uning o'zgarish tavsifi qayd etiladi va o'lanadi (masalan, elektr ta'minoti liniyani yil mobaynida taqsimlash transformatoridan ajratib qo'yilish sonini kuzatish, elektr motorning bir yil mobaynida ishdan chiqish sonini kuzatish va boshqalar). Tadqiqot natijalari real mavjud obyektlarning tabiiy xususiyatlari va munosabatlari (bog'liqliklari) xususida bizga ma'lumot beradi.

Bu natijalar subyektning irodasi, sezgilari va istaklariga bog'liq emas.

Qiyoslash – bilishning keng tarqalgan usuli, «barcha narsalar qiyoslanganda bilinadi» tamoyiliga asoslanadi. Masalan, turli seriyali elektr motorlarni ishga tushish toki bo'yicha taqqoslash. Qiyoslash natijasida bir qancha obyektlar uchun umumiy va xos bo'lgan jihatlar aniqlanadi. Bu ma'lumki, qonuniyatlar va qonunlarni bilish yo'lidagi birinchi qadamdir.

Qiyoslash samarali bo'lishi uchun ikki asosiy talabga amal qilinishi zarur:

- birinchidan, bunda o'rtasida muayyan obyekktiv umumiylik bo'lishi mumkin bo'lgan obyektlargina taqqoslanishi kerak;
- ikkinchidan, obyektlarni taqqoslash ahamiyatli (bilish vazifasi sifatida) xossalari, belgilar bo'yicha amalga oshirilishi lozim.

Qiyoslashdan farqli o'laroq, **o'lash** bilishning ancha aniq vositasi hisoblanadi. Bu usulning qimmatli shundan iboratki, atrof borliqdagi obyekt-

lar haqida yuqori aniqlikka erishiladi. Ilmiy bilishning empirik jarayonida o'lchash, kuzatish va qiyoslashdagiga o'xshashdir.

Ekspiriment, empirik tadqiqotning yuqorida ko'rib o'tilgan usullaridan farqli o'laroq ancha umumiy ilmiy qo'yilgan tajriba hisoblanadi. Bunda faqat kuzatib va o'lchabgina qolinmay, balki obyekt yoki tadqiqot obyektining o'zi mavjud bo'lgan sharoit muayyan tarzda o'zgartiriladi. Masalan qishloq xo'jaligi mahsulotlarini quritish jarayoni eksperimental o'rganilganda quritish vaqti davomiyligiga ta'sir ko'rsatuvchi omillar quritish agentin harorati, namligi va tezligi o'zgartirilib jarayon o'rganiladi.

Ekspiriment natijasida bir yoki bir necha omillarni boshqa yoki boshqalarga ta'sirini aniqlash mumkin. Kuzatishdan farqli o'laroq eksperimental tajriba takrorlanishini ta'minlaydi, obyekt xususiyatini turli sharoitlarda tadqiq etish va obyektning «sof holda» o'rganishga imkon beradi.

Empirik tadqiqot usullari ilmiy bilishda muhim ahamiyatga ega. Ular faqat farazni dalillash uchun asos bo'libgina qolmay, balki ko'pincha yangi ilmiy kashfiyotlar, qonunlar va boshqalarning manbai hamdir.

Empirik va nazariy tadqiqotlarda tahlil va sintez, deduksiya va induksiya abstraktlash kabi universal usullar keng qo'llaniladi.

Tahlil usulining mohiyati tadqiqot obyektini fikran yoki xayolan tarkibiy qismlarga ajratib uning xossalari va xususiyatlarini alohida ajratib o'rganishdan iboratdir. Masalan, elektr uskunalarning ekspluatatsion samaradorligini oshirish muammosiga oid tadqiqotlarda ularning puxtaligi, buzilmasdan ishlashligi, ta'mirlashga yaroqliligi masalalari alohida o'rganiladi va natijalari asosida umumiy xulosalarga (yechimlarga) kelinadi. Mazkur holda obyektning ayrim unsurlarining mohiyati, ularning bog'liqligi va o'zaro ta'siri o'rganiladi.

Tahlildan farqli o'laroq **sintez** tadqiqot obyektini yaxlit bir butun sifatida qismlarining birligi va o'zaro bog'liqligida bilishdan iboratdir. Masalan mahsulotlarni quritish jarayoni davomiyligini o'rganishda unga ta'sir ko'rsatuvchi faktorlar issiqlik agenti temperaturasi, namligi, tezligi ta'sirlarini alohida o'rganib ularni umumiy ta'siri haqida xulosa qilish. Analizdan keyin sintez o'tkaziladi va ma'lum bir gipotezalar yaratiladi.

Tahlil va sintez usullari bir-biri bilan bog'liq va ilmiy-tadqiqot vaqtida biri ikkinchisini to'ldiradi. Ular o'rganilayotgan obyektning xossasi va tadqiqot maqsadiga bog'liq holda turli shakllarda qo'llanilishi mumkin. Empirik unsuriy-nazariy, tuzilmaviy-genetik tahlil va sintez usullari mavjuddir.

Empirik tahlil va sintez obyekt bilan yuzaki tanishishda qo'llaniladi. Bu holda obyektning ayrim qismlari ajratiladi, uning xususiyatlari aniqlanadi oddiy o'lchashlar va umumiy yuzasidagi narsalarni qayd etish amalga oshiriladi. Tahlil va sintezning bunday shakli tadqiqot obyektini o'rganishga imkon beradi, lekin ularning mohiyatini ochish uchun kamlik qiladi.

Tadqiq etilayotgan obyekt mohiyatini o'rganish uchun gumanitar-nazariy tahlil va sintezdan foydalaniladi.

Tadqiq etilayotgan obyekt mohiyatiga chuqurroq kirib borish uchun tuzilmaviy genetik tahlil va sintez imkon beradi. Tahlil va sintezning bunday shaklida tadqiqot obyektini mohiyatining barcha tomonlariga asosiy ta'sir ko'rsatuvchi eng muhim unsurlar ajratiladi.

Deduksiya va induksiya tadqiqot obyektini o'rganishda mantiqiy xulosalashda o'ziga xos «tahlil va sintez» hisoblanadi. Deduksiya umumiydan xususiyga bo'lgan mantiqiy xulosalarga asoslanadi. Masalan, temir, qalay va misning issiqdan kengayishi tajribada aniqlanib, unga asoslanib barcha metallar issiqdan kengayadi, degan xulosaga kelishdir. Bu usul matematika va mexanikada umumiy qonunlar yoki aksiomalarda xususiy bog'liqliklar chiqarilayotganda keng qo'llaniladi. Deduksiyaga qarama-qarshi bo'lib induksiya hisoblanadi. Bu ikki usul ham tahlil va sintez usullari singari ilmiy-tadqiqotda bir-biri bilan bog'liq va bir-birini to'ldiradi.

Empirik va nazariy tadqiqotlarda yuqorida ko'rib o'tilgan usullardan tashqari abstraktlashtirish usuli ham keng qo'llaniladi. Ilmiy abstraksiyalash — obyektning mavhumlashtirish, uning ichki jarayonlarini hisobga olmay moddiy nuqta yoki soddashaklida o'rganishdir. Bu usulning mohiyati shundaki, tadqiq etilayotgan obyekt ahamiyatsiz tomonlari, qismlaridan ajratib olishdan iboratdir, bu uning mohiyatini ochib beruvchi xossalarni ajratish maqsadida qilinadi.

Abstraksiyalash yordamida boshqa hodisa kontekstidan fikran ajratilgan fikrlashning umumlashtirilgan natijalari shakllanadi, bu ular o'zaro bog'liqligini kuzatishga imkon beradi. Abstrakt fikrlash ijodiy yondashishning zaruriy shartlaridandir.

Matematik abstraktlash ilmiy-tadqiqot — formallashtirish usulining asosi hisoblanadi. **Formalizatsiyalash** — tadqiqot olib borilayotgan (o'rganilayotgan) obyektning jarayonini, voqelikni matematik ifodalar bilan tasvirlash yoki matematik abstraksiyalashdir. Mazkur holda obyektning e'tiborli tomonlari (xossasi, belgisi, bog'liqligi) matematik termin va tenglamalarda ifodalanadi, bular bilan keyinchalik ma'lum qoida bo'yicha amallar bajariladi.

Modellashtirish — tadqiqot obyektining ayrim xususiyatlari va belgilarini o'rganish uchun unga o'xshash analogik qulay obyekt (model)da o'rganish usuli bo'lib texnika, energetika sohasida fizik va analitik usullar ko'proq qo'llaniladi. Modellashtirish fizik va matematik bo'ladi. Model ko'rsatkichlarini tahlil qilib obyekt haqida xulosaga kelinadi. Buning mohiyati tadqiqot obyektini (aslini) uning asosiy xossalarni ifodalovchi sun'iy sistema (model) bilan almashtirishdan iboratdir. Ilmiy tadqiqotdagi modellashtirish haqida kitobning 3-bobida to'liq to'xtalib o'tiladi.

Nazariy tadqiqot ko'pincha mavhumdan konkretga borish usuliga asoslanadi. Mazkur holda bilish jarayoni ikki nisbatan mustaqil bosqichga ajraladi.

Birinchi bosqichda konkret dan uning abstrakt ifodalangan haqiqiyisiga o'tiladi. Tadqiqot obyekti qismlarga ajratiladi va ko'plab tushuncha va mulohazalar yordamida tavsiflanadi, ya'ni u fikriy qayd etilgan mavhumlar majmuyiga aylanadi. Bu — abstraksiya darajasida tadqiqot obyekti ning tahlilidir.

Keyinchalik, bilishning ikkinchi bosqichida abstrakt dan konkretga borish amalga oshiriladi. Bunda tadqiqot obyekti ning yaxlitligi tiklanadi (sintez), lekin tafakkurda.

Shuni ta'kidlash o'rinliki, yuqorida ko'rib o'tilgan ilmiy bilish usullari qoidaga ko'ra birgalikda, bir-birlarini to'ldirgan holda qo'llaniladi.

Bilish mantiqi ahamiyatli bo'lgan, barqaror takrorlanuvchi va ayrimlikni aniqlash jarayoni sifatida tasavvur etiladi, bu o'rganilayotgan obyekt ni boshqalardan farqlaydi.

Bilish jarayonida tirik mushohadadan abstrakt fikrlashga va undan amaliyotga o'tish umumiy texnologiyasiga rioya etish muhimdir.

Shunday qilib, fan sohasi to'xtovsiz rivojlanayotgan bilimlar insoni va muassasalarning ana shu ijodiyotni ta'minlovchi ilmiy ijodlarini o'ichiga oladi. Ilmiy bilimlarni umumlashtirish va sistemalashtirish niri oliy shakli bo'lib nazariya hisoblanadi. U ilmiy tamoyillar va qonunla tadqiqot usullarini ifoda etadi. Tadqiqot metodlariga quyidagilar kiradi:

- empirik tadqiqotlar (kuzatish, qiyoslash, o'lchash, eksperiment usullari)
- nazariy tadqiqot (mavhumdan aniqlikka tomon borish va b.) usullari
- empirik va nazariy tadqiqotlar (tahlil va sintez, induksiya va deduksiya; modellash tirish, mavhumlashtirish va b.) usullari.

Olimlar ilmiy natijaga (ijobiy yoki salbiy)ga erishish vositasi sifatida yetarlicha daliliy materiallarga ega bo'lmagan hollarda faraz (gipoteza)da foydalanadilar, bu o'z navbatida tajribada sinab ko'rish va nazariy asoslashni talab etadi.

2.4. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini elektrlashtirishga oid ilmiy tadqiqotlarga misollar

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini elektrlashtirish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar qishloq xo'jalik mahsulotlarini yetishtirish, qayta ishlash va saqlash bilan bog'liq agrotehnika va texnologik jarayonlarini amalga oshirishda elektr energiyasidan samarali foydalanish, elektr uskunalarini ekspluatatsion ishonchligini oshirish va yuqori sifatli ekologi toza mahsulot olish muammolarini (masalalarini) yechishga bag'ishlangan.

Shuningdek, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi bino va inshootlarida ne'yoriy mikroiklim sharoitlarini ta'minlashda elektrotexnologik omillardan foydalanishga oid tadqiqotlar olib borilmoqda.

Respublika olimlari tomonidan bugungi kunda quyidagi yo'nalishlarda fundamental va amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda:

- qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida energiyadan foydalanish samaradorligini oshirishning ilmiy-metodologik asoslarini yaratish;

- urug'ni o'sishi va rivojlanishiga ta'sir ko'rsatish maqsadida urug'lik materiallarga, tuproqqa, qishloq xo'jalik ekinlariga elektrofizik ishlov berish elektrotexnologiyasini ishlab chiqish;

- qishloq xo'jaligi ekinlari, o'simliklari urug'larini tozalash va saralash elektrotexnologiyasini ishlab chiqish va tadbqiq etish;

- ipak qurti urug'ini tozalash, saralash va qurt bargiga elektr aktivlashtirilgan suvda ishlov berish elektrotexnologiyasini ishlab chiqish va tadbqiq etish;

- qishloq xo'jaligi mahsulotlarini quritish, meva va uzum sharbati olishni energiya tejankor elektrotexnologiyalarini yaratish va tadbqiq etish;

- qishloq xo'jalik oqava va ichimlik suvlariga magnit ishlov berish elektrotexnologiyasini ishlab chiqish va tadbqiq etish;

- qishloq xo'jaligi mahsulotlarini saqlashni samardortligini oshirishni elektrotexnologiyasi va texnik vositalarini yaratishni ishlab chiqish va tadbqiq etish;

- agrosanoat majmuida elektrotexnik uskunalarni energetik servisi, tekshiruvdan o'tkazish va auditi usullari va tizimini ishlab chiqish va tadbqiq etish;

- qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish bino va inshootlarida mikroiklim va ekologik muhit hosil qilish elektrotexnologiyasi metodologiyasini ishlab chiqish va tadbqiq etish;

- qishloq xo'jaligi mahsulotlarini quritish va saqlashni unifikatsiyalashgan texnologiyasi va texnik vositalarini ishlab chiqish va tadbqiq etish;

- qishloq xo'jaligi mahsulotlari dorivor o'simliklar va boshqa biologik materiallarni ionlashtirilgan issiq havo yordamida quritish elektrotexnologiyasi va texnik vositalarini ishlab chiqish va tadbqiq etish;

- qishloq xo'jaligi elektromexanik qurilmalari uchun energiya va resurs tejankor elektr yuritmalarini ishlab chiqish va joriy etish;

- meliorativ nasos stansiyalarida elektr motorlarni ekspluatatsion ishonchligini oshirish texnik vositalarini ishlab chiqish va tadbqiq etish va boshqa yo'nalishlarida.

Respublikada ilmiy kadrlar tayyorlash 2009-yilgacha 05.20.02 – «Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini elektrlashtirish», 2009-yildan 05.20.02 – «Qishloq xo'jaligida elektrotexnologiyalar va elektr uskunalar» mutaxassisligi bo'yicha amalga oshirilmoqda.

Ushbu mutaxassislik bo'yicha ilmiy tadqiqotlar quyidagi sohalarda olib borilmoqda:

- o'simlikshunoslik mahsulotlari va materiallari, tuproq, urug'lik materiallar va qishloq xo'jaligi oqava va ichimlik suvlarini elektrotexnologik obyektlar sifatida elektrofizik xususiyatlarini tadqiq etish.

- elektr va magnit ishlov berishni qishloq xo'jaligi ekinlari va hayvonlarini o'sishi va rivojlanishiga, urug'lik materiallarga, tuproqqa, oqava va ichimlik suvlarga va boshqa biologik obyektlarga ta'sirini tadqiq etish;

- o'simlikshunoslik va chorvachilikda, qishloq xo'jaligi korxonalarida, shirkat fermer va dehqon xo'jaliklarda, maishiy xo'jalik jarayonlari elektrotexnologiyalarini ishlab chiqish va tadqiq etish;

- o'simlikshunoslik va chorvachilikda ularni mahsulotlarini qayta ishlash va saqlash elektrotexnik uskunalar va elektrotexnologik qurilmalariga texnik talab me'yoriy asoslarini ishlab chiqish;

- o'simlikshunoslik va chorvachilik mahsulotlarini ishlab chiqish, qayta ishlash va saqlashda energiyadan foydalanishning samaradorligini oshirishning ilmiy metodologik asoslarini ishlab chiqish va tadqiq etish;

- chorvachilikda va dehqonchilikda mobil qurilmalarni elektrlashtirish tizimi va elementlarini ishlab chiqish va tadqiq etish;

- qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi va qishloq aholi yashash hududlari uchun an'anaviy va no'an'anaviy energiya manbalari bilan energiya ta'minoti tizimini ishlab chiqish va tadqiq etish;

- qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi va suv xo'jaligi obyektlari uchun nazorat o'lchov tizimini ishlab chiqish va tadqiq etish;

- qishloq aholisi uy-ro'zg'or energiya sig'imdor jarayonlari uchun resurs tejamkor va xavfsiz elektrlashtirilgan tizimi va texnik vositalarini ishlab chiqish va tadqiq etish;

- qishloq xo'jaligi iste'molchilarini ishonchli va tejamkor energiya va elektr ta'minotini yaratishni metodologik asoslarini ishlab chiqish;

- kam chiqindili, chiqindisiz va ekologik toza qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish jarayonlari uchun elektrotexnologik usullarni va vositalarini asoslash va tadqiqot o'tkazish;

- qishloq va suv xo'jaligi elektr uskunalarini energetik servisi – tekshiruvdan o'tkazish va auditi usullari va tizimini ishlab chiqish va tadqiq etish;

- o'simlikshunoslik va chorvachilikda qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqish, qayta ishlash va saqlash texnologik mashina va potok liniyalari elektr yuritmalari tizimi va elementlarini tadqiq etish va ishlab chiqish;

- an'anaviy va qayta tiklanuvchan energiya manbalari va biomassa energiyalaridan foydalanib qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqish, qayta ishlash va saqlash, urug'lik va ko'chat mahsulotlar, tuproq, qishloq xo'jaligi ekinlari, qishloq xo'jaligi oqava va ichimlik suvlariga ishlov berish energiya tejamkor texnologiyalari va texnikalarini ishlab chiqish va tadqiq etish;

– qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish va suv xo'jaligi obyektlarida elektr uskunalarini ta'mirlash va ekspluatatsiyalash usullari va texnik vositalarini va elektr xavfsizligi tizimini asoslash va ishlab chiqish;

– qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida energetik tizimlari va qurilmalarini ekspluatatsiyasi usullari, uslublari va texnik vositalarini asoslash va tadqiq etish;

– maishiy va ishlab chiqarish sharoitida odamlarni elektr jarohatlanishini kamaytirishni, chorva mollarini mahsuldorligini kamaytiruvchi elektr tokidan jarohatlanishdan ularni himoyalash va elektropotologiyani bartaraf etishni yangi usullari va texnik vositalarini ishlab chiqish;

– qishloq xo'jaligida elektr uskunalari va elementlari texnik holatini, ushbu obyektlarni ta'mirga loyiqligi, buzilmasdan, uzoq ishlashini diagnostikalash usullari va vositalarini tadqiq etish va asoslash.

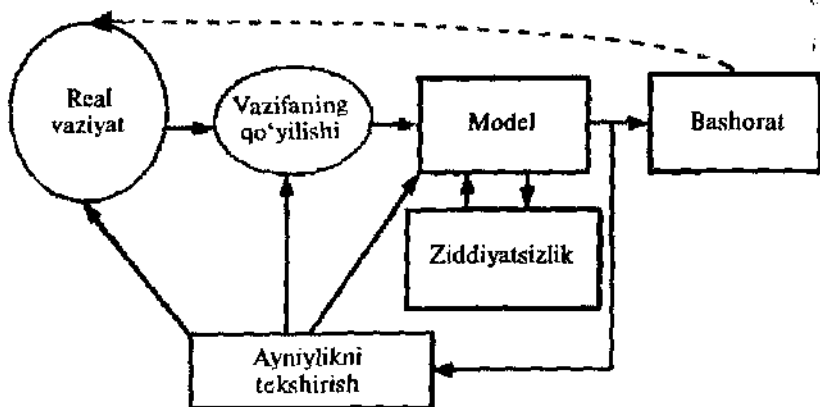
– elektrotexnologiya vositalari va elektr yoritish, nurlatish, qizitish va konditsioner qurilmalarni ishlab chiqish, ish rejimlarini tadqiq etish va ularni qo'llash usullarini ishlab chiqish.

3. Ilmiy tadqiqot ishlarida modellashtirish

Modellashtirish – ilmiy tadqiqot ishlarida ko'p qo'llaniladigan muhim usullaridan hisoblanadi. Model degani fransuzchadan olingan bo'lib, namuna degan ma'noni anglatadi va ilmiy tadqiqot ishlarida voqelik, jarayon yoki qurilmani o'rganish uchun uni asl nusxasi o'rniga qabul qilingan shakli – nusxasi olinishi va o'rganilishini bildiradi.

Ilmiy tadqiqot ishlarida tadqiqotchi tomonidan o'rganilayotgan obyektga o'xshash, uning ko'rsatkichlarini o'zida mujassamlashtirgan tizimi model deb qabul qilinadi. Modellashtirish uslubi buyum, jihoz yoki jarayonni tabiiy, real holda emas, balki uning modelida o'rganishdir. Odatda, agar obyektning o'z shaklida o'rganish qiyin (juda qimmat, xavfli, jarayon ko'p vaqt talab qilsa) bo'lsa, u holda model variantida o'rganiladi. Masalan. Yirik nasos stansiyadagi quvvati 1000 kVt quvvatli elektr motorni energetik xarakteristikasini yaxshilashga oid tadqiqotni ushbu elektr motorning aynan o'zida o'rganish uning bajarib turgan ishini to'xtatishga olib keladi va bu moddiy jihatdan qimmatga tushadi.

Voqelik (jarayon) nazariy o'rganilganda ham odatda uning modellaridan foydalaniladi. Modellashtirish ikki turga bo'linadi: fizik (ashyoviy yoki mexanik) yoki matematik (mantiqiy va ideal) bo'lishi mumkin. Fizik model obyektidan o'lchamlari bilan farq qilib, jarayon va uning parametrlarini bevosita o'rganish imkonini beradi. Mexanik modellar ko'proq mexanikada foydalaniladi.



3.1-rasm. Matematik model ishlab chiqish tarxi.

Agar obyekt jarayonlari, ularning kattaliklari, bog'liqliklari matematik ifodalar bilan ifodalangan bo'lsa, model matematik bo'ladi. Modellashtirish o'xshashlik bo'yicha bo'ladi. Umuman, jarayonlar modellashtirilishi darajasiga ko'ra turlicha bo'lishi mumkin.

Fizik model obyekt haqida to'laroq ma'lumotlar olishga imkoniyat beradi. Bu yerda faqat obyekt ko'rsatkichlarining bog'liqliklari emas, balki unda ketayotgan jarayonlar, hodisalar haqidagi bilimlarni chuqurlashtirish, matematik modelga aniqliklar kiritish mumkin. Fizik model ko'pincha obyektning konstruktiv o'zgarishlarining jarayonlarga ta'sirini o'rganishda qo'llaniladi. Originalda bu kuzatishlar qiyin, qimmat yoki umuman mumkin bo'lmaydi. Fizik modellar aerodinamika, gazogidroelektrodinamika, kosmik texnologiyalarda keng qo'llaniladi.

Texnikada ko'proq matematik modellashtirish qo'llaniladi va u nazariy xulosalarni to'laqonli olinishini ta'minlaydi, turli ko'rsatkichlarning bog'liqlik funksiyalarini ifodalash imkonini beradi.

3.1. Matematik modellashtirish

3.1.1. Matematik modellashtirish vazifalari va unga qo'yilgan talablar

Matematik model — o'rganilayotgan obyekt asosiy xossalarini ifodalovchi va u haqidagi ko'plab informatsiyani qulay shaklda tasvirlovchi sun'iy sistema.

Matematik model inson faoliyatining turli-tuman sohalariga tobora kengroq va chuqurroq kirib bormoqda, tadqiqotning samarali vositalaridan foydalanishga imkon bermoqda. Shuning uchun fan va texnikaning turli sohalaridagi mutaxassislarning matematik madaniyati o'suvi ko'zga tashlanmoqda. Ular jiddiy qiyinchiliklarsiz hisoblashning umumiy nazariy qoidalari va usullarini o'rganmoqdalar. Biroq faqat matematik bilimlarni egallash amaliyotda u yoki bu amaliy vazifani bajarish uchun hali yetarli bo'lmaydi, vazifani boshlang'ich ifodasini matematika tiliga o'tkazish bo'yicha malaka ham hosil qilish zarur, ya'ni aniq amaliy vaziyatlarda yuzaga keluvchi matematik vazifalarni qo'yish usullarini bilish zarur.

Matematik modellashirish vazifasi «mavjud olam»ni matematika tilida bayon etishdan iboratdir. Bu uning eng ahamiyatli xususiyatlari haqida ancha aniq tasavvurga ega bo'lish uchun imkon beradi va aytish mumkinki, bo'lajak hodisalarni bashoratlash mumkin bo'ladi. Bu holat ayni «matematik modellashirish» terminini ifodalaydi.

Ba'zi real vaziyatlar, qoidaga ko'ra, amaliyotda boshlang'ich nuqta hisoblanib, ular tadqiqotchi oldiga javob topish talab etiladigan vazifalarni qo'yadi.

Matematik tahlil etish mumkin bo'lgan vazifalarni ajratish (qo'yish) jarayoni ko'p hollarda davomli hisoblanadi va faqat matematik bilimlarnigina emas, balki o'sha sohadagi ko'plab malakalarni ham egallashni talab etadi. Bunday real vaziyat matematik modelda tasvirlanadi. 3.1-rasmda matematik modelni ishlab chiqish tarxi keltirilgan.

Real vaziyatni tahlil qilish natijasida matematik tavsiflashga imkon beruvchi vazifani qo'yish amalga oshiriladi. Ko'pincha vazifani qo'yish bilan barobar hodisaning asosiy yoki e'tiborli jihatlarini aniqlash jarayoni ham kechadi. Keyinchalik aniqlangan ahamiyatli omillar matematik tushuncha va qiymatlar tiliga o'tkaziladi, shuningdek, mazkur qiymatlar o'rtasidagi nisbat qoidalashtiriladi. Qoidaga ko'ra, bu modellashirish jarayonining eng qiyin bosqichidir, buni bajarish uchun hech qanday umumiy tavsiyalar berish mumkin emas.

Matematik model ishlab chiqilgandan so'ng u tekshiruvdan o'tkazilishi kerak. Shu o'rinda ta'kidlash joizki, model ayniyligini tekshirish qaysidir darajada vazifani qo'yish davomida amalga oshiriladi, chunki tenglama yoki boshqa matematik nisbat, modelda ifodalangan, muntazam ravishda boshlang'ich real vaziyatda qiyoslanadi.

Model ayniyligini tekshirishning bir necha jihatlar mavjud. Birinchidan, modelning matematik asosi ziddiyatsiz va matematik mantiqning barcha qoidalarga bo'ysunishi kerak. Ikkinchidan model boshlang'ich real vaziyatni aynan tasvirlashi kerak. Biroq, taklif etilayotgan modelning aynanligi haqidagi xulosa bunday tekshirishda sezilarli darajada sub'yektivdir. Modelni mavjud narsani tasvirlashga majbur etish mumkin, biroq u hali o'sha mavjudlik emas.

Real vaziyatlar turli maqsadlarda modellashiriladi. Ulardan asosiysi — yangi natijalarni yoki hodisaning yangi xossalarni oldindan aytib berishdir.

Ko'pincha bunday oldindan aytishlar barcha ehtimollarga ko'ra kelajakda o'z o'rniga ega bo'ladi. Bashorat hodisalarga ham taalluqli bo'lishi mumkin. Bularni bevosita eksperiment yo'li bilan tadqiq etish mumkin emas (kosmik tadqiqotlar programmlaridagi bashoratlar). Boshqa modellar o'lchov ko'lamini ancha qulay qilish maqsadida quriladi. Masalan, harorat uchun chiziqli shkala termometrda foydalaniladigan matematik model hisoblanadi. Texnikaviy obyektlardagi matematik modellar avtomatlashtirilgan loyihalash sistemalarida (ALS) keng qo'llaniladi. Bu modellarni mikro, makro va metomiqyoslarda bajarish mumkin, bular obyektidagi jarayonlarni ko'rib chiqish detallashtirilgan darajasiga ko'ra farqlanadi.

Mikromiqyodagi texnikaviy obyektning matematik modeli bo'lib xususiy hosilalardagi deferensial tenglamalar sistemasi hisoblanadi, bular belgilangan chegara shartlari bilan yaxlit muhitdagi jarayonlarni ifoda etadi.

Makromiqyodagi texnikaviy obyekt matematik modeli bo'lib, belgilangan boshlang'ich shartli oddiy deferensial tenglamalar sistemasi hisoblanadi.

Metomiqyosda avtomatlashtirilgan boshqaruv nazariyasi va ommaviy xizmat nazariyasini tadqiq etish predmeti bo'lgan obyektlar uchun matematik model tuziladi.

Modellashtirishning boshlang'ich jarayonida qabul qilinadigan muhim yechim hisoblanib ko'rib chiqilayotgan matematik o'zgaruvchanlik tabiatini belgilash hisoblanadi. Amalda ular ikki sinfga bo'linadi:

- *aniq o'lchash va boshqarish mumkin bo'lgan determinallangan o'zgaruvchilar;*

- *aniq o'lchash mumkin bo'lmagan va tasodifiy tavsifga ega bo'lgan stoxastik o'zgaruvchilar.*

Modellashtirish jarayoni u yoki bu matematik modelni olish bilan yakunlanmaydi. Matematik tildan boshlang'ich vazifani ifodalovchi tilga qayta o'tkazishni amalga oshirish zarur. Faqat olingan yechimni matematik mohiyatiga anglab qolmay, balki bular mavjud dunyoda nimani ifodalashligini ham anglamoq zarur.

Texnikaviy obyektlarning ko'plari murakkab sistemalar sinfiga taalluqli, ular o'zaro bog'liq o'zgaruvchilar ko'p miqdordaligi bilan tavsiflanadi. Bunday sistemalarni tadqiq etish quyidagilardan iborat:

- *kirish parametrlari;*
- *faktorlar va chiqish parametrlari;*
- *texnikaviy obyekt funksiyasi sifat ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liqlikni belgilash;*
- *texnikaviy obyekt chiqish parametrlarini optimallashtiruvchi faktorlar darajasi (ahamiyati)ni belgilash.*

Murakkab sistemalar matematik modellarini ishlashda ikki xil yondashuv mavjud: determinik va stoxastik. Determinik yondashishda model hodisa mexanizmini atroflicha tadqiq etish asosida ishlab chiqiladi va odatda differensial tenglamalar sistemasi ko'rinishida tasavvur etiladi. Bu holda optimallashtirish vazifasini bajarish uchun zamonaviy boshqaruv nazariyasi matematik apparati foydalanilishi mumkin. Determinik yondashish yaxshi tashkil etilgan sistemalarni o'rganish (tavsiflash) uchun foydalaniladi. Bular da bir fizik tabiatga ega, uncha ko'p bo'lmagan kirish parametrlariga bog'liq hodisa yoki jarayonni ajratish mumkin. Mazkur vaziyat determinik yondashish qo'llanishini cheklaydi.

Yaxshi o'rganilmagan (diffuziyali) sistemalarni o'rganish va matematik tavsiflash uchun stoxastik yondashishdan foydalaniladi. Bunday sistemalarda ayrim hodisalarni farqlash va «o'tib bo'lmaz to'siqlarni» aniq belgilash mumkin emas. Shunday yaxshi tashkil etilmagan sistemaga istalgan texnikaviy jarayonni misol qilib keltirish mumkin.

Yaxshi tashkil etilmagan sistemalar uchun hodisalar mexanizmi to'liq ma'lum emaslik xosdir, matematik modellarni ishlab chiqish va optimallashtirish eksperimental statistik usullar yordamida hal etiladi. Bunday hollarda texnikaviy obyekt modeli kibernetik sistema («qora yashik» sifatida) tasavvur etiladi, buning uchun tadqiqotchi chiqish parametrlari bilan ko'plab kirish parametrlari (mustaqil o'zgaruvchilar) o'rtasidagi bog'liqlikni izlaydi, bu vazifani u sistemada kechayotgan hodisalar mexanizmidan mutlaqo bexabar amalga oshiradi.

Matematik modellarga universallik (to'laqonlilik), ayniylilik, aniqlik va tejamlilik talablari qo'yiladi.

Matematik model universalligi deyilganda uning real obyekt xossasini to'liq ifodalashi tushuniladi. Ko'pgina matematik modellar obyekt kechadigan fizik yoki informatsion jarayonlarni aks ettirish uchun mo'ljallanganidir. Bunda obyekt unsurlarini tashkil etuvchi geometrik shakllar kabi xususiyatlar tasvirlanmaydi.

Modelning yuqori tejamlilikiga bo'lgan talab, bir tomondan va yuqori aniqlik hamda universallik darajasiga bo'lgan talab, ikkinchi tomondan, shuningdek, ayniylilik keng sohasi boshqa tomondan ziddiyatlidir. Bu talablarni barchasini uyg'unlikda qanoatlantirish yechilayotgan vazifa o'ziga xosligi loyihalashning iyerarxiklik darajasi va jihatlari bog'liq.

3.1.2. Matematik modellar tasnifi, turlari va shakllari

Quyidagilar matematik modellarning tasnifiy belgilari hisoblanadi:

- texnikaviy obyektning tasvirlanayotgan xossasining tavsifi;
- iyerarxik darajasiga taalluqlilik;

- bir daraja ichida tavsifning detallashtirilish darajasi;
- texnikaviy obyekt xossasini tasavvur etish usuli;
- modelni olish usuli.

Obyekt xossasining ifodalanish tavsifi bo'yicha matematik modellari funksional va tuzilmaviylarga bo'linadi.

Funksional modellar texnikaviy obyektida u ishlayotganda yoki tayyorlanayotganda kechadigan fizik yoki informatsion jarayonlarni aks ettiradi. Bu modellar faza o'zgaruvchilari, ichki, tashqi va chiqish parametrlarini bog'lovchi tenglamalar sistemalari sifatida namoyon bo'ladi.

Funksional modellarning odatdagi misoli bo'lib yoki elektrik, issiqlik, mexanik jarayonlar, yoki informatsiyaning qayta o'zgarish jarayonini tavsiflovchi tenglamalar sistemasi hisoblanadi.

Tuzilmaviy modellar texnikaviy obyekt tuzilish xossasini uning geometrik shakli elementlarining fazoda o'zaro joylashuvi va h.k.larni aks ettiradi. Bu modellar tipologik va geometrik modellarga bo'linadi.

Tipologik matematik modellarda obyekt unsurlarining tarkibi va o'zaro aloqasi aks etadi. Shunday modellar yordamida jihozlarni mutanosiblash, detallarni joylashtirish, qo'shilmalarni trassirovkalash, texnologik jarayonlarni ishlab chiqish va h.k. masalalar yechiladi. Tipologik matematik modellar grafalar, turli matritsalar, ro'yxatlar va shu kabilar tarzida beriladi.

Geometrik matematik modellar bevosita texnikaviy obyektning geometrik xossasini aks ettiradi va konstruksiyalash, konstruktorlik hujjatlarini rasmiylashtirish uchun, texnologik jarayonlarni ishlab chiqishda boshlang'ich ma'lumotlar kiritishda qo'llanadi. Geometrik matematik modellar liniyalar va sirtlar tenglamalari, algebraik nisbatlar, sohani tavsiflovchi, obyekt jismini tashkil etuvchi grafalar, ro'yxatlar va h.k.lar majmui sifatida aks ettirilishi mumkin.

Iyerarxik darajaga taalluqliligi bo'yicha matematik modellar mikrodaraja, makrodaraja va metodarajaga xos bo'lishi mumkin, ularda murakkab texnikaviy obyektlarning turli xossalari ifodalanadi.

Mikrodarajada matematik modellar obyekt elementlaridagi fizik holat va jarayonlarni aks ettiradi. Bu modellar (xususiyl hosilalardagi differensial tenglamalar sistemalari)da mustaqil o'zgaruvchilar bo'lib fazoviy koordinata va vaqt hisoblanadi.

Makrodarajada fazo ayrim detallar elementlarining sifatini farqlagan holda diskretlash amalga oshiriladi. Shu bilan birga mustaqil o'zgaruvchilar ichidan fazoviy koordinatalar chiqariladi. Tegishli matematik modellar (algebraik yoki oddiy differensial tenglamalar sistemalari)da erkin bo'lmagan o'zgaruvchilar vektorlari diskretlangan fazoning yiriklashtirilgan elementlari holatini tavsiflovchi fazoviy o'zgaruvchilarini hosil qiladi. Fazoviy o'zgaruvchilarga elektr toki, kuchlanish, tezlik, harorat, sarflar va h.k.lar kiradi. Bu o'zgaruvchilar elementlarni o'zaro va tashqi muhitga ta'sirida tashqi xususiyat yuzaga chiqarishini tavsiflaydi.

Metodalarajada matematik modellar ancha murakkab detallar majmuini ifoda etuvchi unsurlar o'zaro aloqasigagina taalluqli fazoviy o'zgaruvchilarni tavsiflaydi. Bunda abstraktlash yordamida fizik jarayonlar tavsifida loyihalananayotgan obyektga kechuvchi informatsiyaviy jarayonlarni ifodalashga ega bo'linadi. Metodalarajada turli-tuman matematik modellardan foydalaniladi: oddiy, differensial tenglamalar sistemalari, mantiqiy modellar sistemalari, ommaviy xizmat ko'rsatish sistemasi imitatsiya modeli, topologik modellar.

Har bir daraja ichki tavsifini detallashtirish darajasi bo'yicha matematik modellar to'liq va makromodellarga bo'linadi. Birinchisi loyihalananayotgan obyekt barcha elementlararo aloqasining ahvolini tavsiflasa, ikkinchisi unsurlarni yiriklashtirib ajratishdagi aloqani tavsiflaydi.

Texnikaviy obyekt xossasini ifodalash usuli bo'yicha matematik modellar quyidagi asosiy shakllarga ega bo'lishi mumkin.

Analitik shakl — modellarni kirish va ichki parametrlar funksiyasi sifatida chiqish parametri ifodasi ko'rinishida modelning yozilishi. Bu modellar yuqori tejamkorligi bilan ajralib turadi, lekin sezilarli yo'l qo'yishlar qabul qilinganda va cheklanishlar belgilanganida ularning aniqligi pasayadi va ayniqlik sohasi torayadi.

Algoritmik shakl — chiqish parametrlarini kirish va ichki parametrlar bilan aloqalarini yozish, shuningdek, metodnigina tanlangan raqamli usuli algoritm shaklida bajariladi. Algoritmik modellar ichida kirish ta'siri vaqt bo'yicha berilganda obyektga fizik yoki informatsion jarayon imitatsiyasi uchun mo'ljallangan imitatsion modellar muhim tabaqani tashkil etadi. Dinamik obyektning oddiy differensial tenglamalarning sistemalari sifatidagi dinamik obyekt modeli shunday modelga misol bo'la oladi.

Tarxli yoki grafik shakl — modelni ba'zi bir grafika tilida, masalan, diagrammalar, grafalar, muqobil tarxlar va h.k.lar tilida yozish. Matematik modellarning bunday shakli soddaga va inson idroklashi uchun qulay. Bunda model elementlarini bayon etishning yagona qoidasi bo'lishi kerak.

Yuqorida qayd etilgan shakldagi matematik modellarni olish uchun formal va noformal usullardan foydalaniladi. Formal usullar elementlarining modellari ma'lum bo'lgan sistemaning matematik modelini olishda qo'llaniladi. Noformal metodlarga kelsak, bulardan elementlar matematik modellarni olish uchun turli iyerarxik darajalarda foydalaniladi. Bu modellar asosida modellashtirilayotgan texnikaviy obyektga yuz beradigan qonuniy jarayonlar va hodisalarni o'rganish, turli omillarni farqlash, turli qabul qilingan va asoslangan yo'l qo'yishlar va h.k.lar yotadi. Bu operatsiyalarni bajarilish natijasiga universallik, aniqlik va matematik modellarning tejamlilik darajasi bog'liqdir.

olishda qo'llaniladi. Birinchilari ko'rilayotgan obyektga xos jarayonlar va ular qonuniyatlarini tadqiq etish natijasida, ikkinchilari tashqi kirish va chiqishlarda fazoviy o'zgaruvchanlikni o'lchash yo'li bilan va o'lchash natijalarini ishlab chiqish asosida obyekt xossasining tashqi ko'rinish o'rganish natijasida yaratiladi.

3.1.3. Matematik modellarni ishlab chiqish usullari

Matematik modellar, qoidaga ko'ra, muayyan texnikaviy soha mutaxassisleri tomonidan turli eksperimental tadqiqotlar va avtomatik loyihala sistemasi (ALS) vositalari yordamida tuziladi.

Modellashtirishning ko'pgina operatsiyalari evristik tavsifga ega. Bir bir qator qoidalar va yo'llar borki, bular matematik modellar olib metodikasini tashkil etadi:

1. Texnikaviy obyekt xossasini belgilash, mazkur obyekt modelda: ettirilishi va bo'lajak model universallik darajasini belgilab beruvchi hisoblanadi.

2. Ilmiy-texnikaviy, patent va ma'lumotnomalar, prototiplarni bay etish, eksperimental tadqiqotlar natijalari singari turli manbalar bo'yicha modellashtirilayotgan texnikaviy obyektning tanlangan xossalari haqida aprior informatsiyalar to'plash.

3. Matematik model tuzilishini sintezlash, kirish va chiqish parametrlarining konkret raqamli qiymatlarisiz model tenglamalari umumiy ko'rinishini hosil qilish. Modellashtirishning bu operatsiyasi eng mas'ul va qiyinchilik bilan formallashtiriladi.

4. Matematik modellarning parametrlari raqamli qiymatlarini belgilash quyidagicha amalga oshiriladi:

— ikkinchi bosqichda to'plangan aprior informatsiyalarni hisobga olib o'ziga xos hisob munosabatlaridan foydalanish;

— eksperimental topshiriqni yechish, bunda maqsadli funktsiya bo'yicha obyektning chiqish parametrlari ma'lum qiymatlarini modeldan foydalanib natijalari bilan mos kelish darajasi hisoblanadi;

— eksperimentlar o'tkazish va ularning natijalarini ishlab chiqish.

5. Modelda olingan aniqlikni baholash va uning ayniqlik sohasini belgilash.

6. Matematik modelni foydalanilayotgan kutubxonada qabul qilinayotgan model shaklida tasavvur etish.

Shuni ta'kidlash zarurki, keltirilgan usullarning 2...5 bosqichlari istalgan natijaga tadbiriy ravishda yaqinlashishga ko'ra bir necha marta bajarilishi mumkin.

Shunday qilib, ilmiy tadqiqotlarda matematik modellar keng qo'llanadi va tadqiqot obyekti ko'plab informatsiyani qulay shaklda ifodalovchi sun'iy sistemalar hisoblanadi. Modellashtirishdan maqsad «mavjud olam»ni matematika tilida tavsiflashdan iboratdir. Modellashtirish jarayoni muayyan tarzda bajariladi. Bunda matematik modellar universallik (to'laqonlilik), ayniylilik, aniqlik va tejamkorlik talablariga javob berishi lozim. Matematik modellar texnikaviy obyektlar xossasini aks ettiruvchi, darajaviy bosqichga taalluqlilik tavsifi, bitta tenglama ichidagi tavsiflashni qismlarga ajratish darajasi, texnikaviy obyektlar xossasini namoyon qilish usuli, model olish usuli bo'yicha tasniflanadi.

3.2. Fizik modellar va asosiy ko'rsatkichlar

Fizik model qurishda modelni obyektga o'xshashligi saqlanishi zarur, ya'ni geometrik va fizik o'xshashligi mavjud bo'lishi kerak. Geometrik va fizik o'xshashlik model va sof obyektning bir ma'noligi sharti deb yuritiladi. Modelni soddalashtirish uchun ba'zi bir fizik ko'rsatkichlar hisobga olinmasligi mumkin. Masalan, jarayonni o'rganilayotganda obyektning asl nusxasi materialidagi ichki kuchlanishni tadqiqot olib berilayotgan jarayonga ta'siri bo'lmasa, unda modelni xohlagan materialdan tayyorlash mumkin. Yaratilayotgan model va obyektning asl nusxasi bir xildagi parametrlar bilan xarakterlanishi (ifodalanishi) kerak. Masalan, elektr motor modeli va asl nusxasi elektr quvvati, aylanish chastotasi, nominal kuchlanishi kabi umumiy kattaliklar bilan ifodalanishi kerak. Asl obyekt va modelning o'xshashligi ularni ifodalovchi kattaliklarni o'xshashlik koeffitsiyenti yoki aylantirish ko'paytirgichi deb nomlanuvchi masshtab bilan bog'lanishi orqali ifodalanadi. Asl obyekt ko'rsatkichidan modelga va uni teskarisiga erishish ushbu aylantirish ko'paytirgichiga ko'paytirish orqali amalga oshiriladi. Masalan, asl obyekt massasi m_a , uzunligi l_a va tezligi v_a bilan ifodalanagan bo'lsa, uning dinamik o'xshashlik modeli quyidagicha ifodalanadi. Asosiy ko'rsatkichlar uchun o'xshashlik koeffitsiyentlari quyidagicha bo'ladi:

$$m_m = \frac{m_a}{k_m}; \quad l_m = \frac{l_a}{k_l}; \quad v_m = \frac{v_a}{k_v}, \quad (3.4)$$

bu yerda: k_m, k_l, k_v — massasi, uzunligi va tezliklarining o'xshashlik koeffitsiyentlari.

Xalqaro o'lchovlar sistemasi SI da birlamchi kattaliklar deb yuritiluvchi asosiy uchta o'lchov birligi mavjud: uzunlik — L [m], massa — m [kg], vaqt — T [sek].

Ikki lamchi kattaliklarning o'lchov birliklarini birlamchi kattaliklar bilan bog'liqligi o'lchashlari aniqlovchi tenglamadan kelib chiqadigan formula orqali ifodalanadi. Masalan, kuchlar uchun aniqlovchi tenglama bo'lib Nyutonning ikkinchi qonuni formulasi qabul qilinadi, ya'ni $F = ma$;

(m — massa, a — tezlanish) $a = \frac{d^2l}{dt^2}$ da bo'lganini hisobga olib hamda uni o'lchamlarga ta'siri yo'qligi uchun differensiyalash belgisini tashlab yuborib, kuch uchun o'lchamlar formulasini quyidagicha ifodalaymiz:

$$\begin{aligned} \text{Kuch: } [F] &= [M] \cdot [L] \cdot [T]^{-2}; & \text{Tezlik: } [v] &= [L] \cdot [T]^{-1}; \\ \text{Ish: } [A] &= [M] \cdot [L]^2 \cdot [T]^{-2}; & \text{Quvvat: } [N] &= [M] \cdot [L]^2 \cdot [T]^{-3}. \end{aligned}$$

O'xshashlik (moslik) koeffitsiyentiga, shuningdek, (vaqtning o'xshashlik koeffitsiyenti) k_t ham kiradi ($k_t = t_a/t_m$).

Misol. 1:10 masshtabda yaratilgan avtomobil modelida, ya'ni $k_m = 10$, vaqt (davriy) o'xshashlik koeffitsiyenti $k_t = 3,16$, massasining o'xshashlik koeffitsiyenti $k_m = 100$ bo'lganda avtomobil tezligi 20 m/s bo'lgan. $x \approx 20$ m/s tezlanishi $a = 2,5$ m/s² bo'lgan natural obyekt uchun ushbu ko'rsatkichni asl qiymati quyidagicha topiladi.

$$\text{Tezlik uchun: } v_a = k_v \cdot v_m = \frac{k_t}{k_l} \cdot v_m = \frac{10}{3,16} \cdot 20 = 63,2 \text{ m/s}.$$

$$\text{Tezlanish uchun: } a = k_a \cdot a_m = \frac{k_t}{k_l^2} \cdot a_m = \frac{10}{3,16^2} \cdot 2,5 = 2,5 \text{ m/s}^2.$$

Fizik modellashirishni amalga oshirishda o'xshashlik sharoitlarini bajarilishi bilan bir qatorda, ya'ni o'xshashlik koeffitsiyentlarini tanlashdan tashqari o'rganilayotgan obyekt yoki jarayonni asl nusxasi va modelini ifodalovchi strukturalari bo'yicha bir xil bo'lgan ammo yechimlari bir biridan modelining masshtabiga farq qiluvchi tenglamalar bilan ifodalanishiga erishish kerak.

4. Ehtimollar nazariyasi va amaliy tadqiqotlar natijalariga matematik-statistik usul bilan ishlov berish

Ilmiy izlanishlarda albatta tajribalar o'tkaziladi, aktiv yoki passiv kuzatuvlar natijalari olinadi, ilmiy xulosalarga kelinadi. Jiddiy xulosalarga kelish va olingan natijalar ishonchli bo'lishi uchun kuzatuv va o'lchovlar ko'p marotaba qaytarilishi kerak. Injener texnik xodimlarning qishloq xo'jaligi elektrotexnik qurilmalarini loyihalash va ekspluatatsiyalash bilan bog'liq faoliyatda keng miqyosda statistik materiallarga ishlov berish ishlariga duch keladi. Matematik statistika asoslangan xulosalarga erishish maqsadida

statistik ma'lumotlarga ishlov berish uslublari va klassifikatsiyasini o'rganadigan matematikaning bir yo'nalishi bo'lib u ehtimollik nazariyasiga asoslangan. Boshqacha aytganda matematik statistika kam zaruriyatli katta hajmdagi kuzatilayotgan tasodifiy kattaliklarni uncha katta bo'lmagan kattaliklarga imkon qadar ko'p ma'lumotga son jihatidan kam sonli ma'lumotlarni almashtirish usullari haqidagi ta'limdir (3, 15, 17).

Ko'p marotaba olingan o'lchovlar, kuzatuvlarga asoslanib natijalar olish, ilmiy-amaliy xulosalarga kelish statistik usul hisoblanadi. Obyekt, jarayon yoki mexanizm haqida uning ko'rsatkichlarini o'lchashda xatoliklar chegaralanadi. Masalan, texnik izlanishlarda 5% gacha xatolik bo'lsa normal hol hisoblanadi.

Matematik statistika tasodifiy hodisalarni va voqealiklarni hamda ularning o'zgarish qonuniyatlarini o'rganadi. Bunda tasodifiy natijalar ko'p marta bir xil sharoitda olinib borilib, jamlanadi, ularga matematik ishlov berilib xulosalarga kelinadi.

Masalan, elektr motorning ishdan chiqish sabablarini, muddatini o'rganish uchun xo'jalikdagi barcha elektr motorlarning ro'yxatini olib ularni bir, ikki yoki besh yil davomidagi ishdan chiqish holatlari o'rganiladi, ishlab turgan motorlar holati diagnostika qilinadi. Izolyatsiya qarshiligi, yuklanish darajasi, atrof muhit sharoiti, kunlik, yillik ish grafigi kuzatiladi. Bu o'lchovlar, kuzatuvlardan olingan natijalar tahlil qilinib, o'rtacha qiymat, har bir o'lchov natijasidagi o'rtacha qiymatdagi og'ishlar tahlil qilinadi, qo'pol xatoliklar (o'lchov xatoliklari, tasodifiy yuzaga kelgan tashqari ta'sir natijasidagi xatoliklar) yakunlari tashlab yuboriladi.

Tasodifiy ehtimollik xarakteriga ega ommaviy hodisa va voqealarni tahlil qilish va ularni umumlashgan xarakteristikalarini olish maqsadida maxsus matematik statistik ishlov berish yo'li bilan kerakli ma'lumot olish metodikasini ishlab chiqishda matematik statistika keng qo'llaniladi.

Ko'p marotaba qaytariladigan hodisa va voqealar ommaviy deb hisoblanadi va ular shartlarni o'zgarmasligiga qaramasdan katta yoki kichik darajada bir-biridan farq qiladi, boshqacha aytganda tasodifiy kattaliklarga egadir.

4.1. Ehtimollar nazariyasi haqida umumiy tushunchalar

4.1.1. Umumiy ma'lumotlar

Tashqi dunyoning har qanday voqeligi (hodisasi) ma'lum tarzda ko'plab boshqa voqealar bilan bog'liq. Ushbu voqealiklarni o'rganish natijasida o'rganilayotgan voqealiklarga xos asosiy ichki bog'lanishlarni ifodalovchi ma'lum bir qonuniyatlar aniqlanadi (topiladi). Turli voqealiklarni o'rganishda ko'p hollarda hisobga olinmagan bog'lanishlar yuzaga keltirgan asosiy qonuniyatlardan ayrim cheklanishlar kuzatiladi (3).

Bitta tajribani bir necha bor takroriy o'tkazilganda natijalarni bir-biridan qandaydir farq qilishiga olib keluvchi voqeliklarni tasodifiy voqeliklar deyiladi. Masalan, biron bir jism massasi bir necha marotaba o'lchanganda ayrim omillar ta'sirida o'lchov asbobi har safargi ko'rsatishi bir-biridan farq qilishi mumkin. Dielektrik qo'lqopni dielektrik mustahkamligi tekshirilganda, ikkinchi darajali omillar (elektrodlarni holati, rezina sifati va h.k.lar) ta'sirida uni teshib o'tish kuchlanishi har gal bir-biridan farq qilishi mumkin. Bitta tajribani ko'p marotaba takrorlab ko'rish natijasida tasodifiy og'ishlarni o'ziga xos o'zgarish qonuniyati yuzaga keladi va undan tasodifiy voqeliklarni tadqiq etishda foydalanish mumkin.

Bir xil sharoitda cheklanmagan marta qaytariladigan tasodifiy voqeliklarni ommaviy tasodifiy voqeliklar deyiladi. Ommaviy tasodifiy voqeliklarni kuzatganimizda aynan ularga xos ma'lum qonuniyat yoki barqarorlikni ko'ramiz. Kub shaklidagi tomonlariga 1 dan 6 gacha bo'lgan raqamlar yozilgan o'yin toshini (zarikni) 5 marta tashlaganimizda 6 raqami 4 marta tushishi yoki 50 marta tashlaganimizda 3 yoki 13 marta tushishi mumkin. Tajriba ko'p marta qaytarilganda 6 raqami tajribalar sonining $1/6$ marotabasida tushishi mutloqo ehtimoli, chunki uning 6 ta bir xil (simmetrik) tomonlari bor. Ushbu zarikdagi 6 raqamining tushishi stabilashib boradi va ma'lum bir $x/6$ soniga (bu yerda x — tajribalar soni) yaqinlashadi.

Tasodifiy voqeliklarda kuzatilayotgan o'ziga xos maxsus qonuniyatlari ehtimolliklar nazariyasi predmeti hisoblanadi.

Ehtimollik nazariyasi injenerlik amaliyotida, birinchi navbatda turli texnik energetik (turli texnologik jarayonlardagi) uskunalar va qurilmalarning ishlash ishonchligi aniqlash, ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatini nazorat qilish, ishlab chiqarishni tashkil qilish kabi masalalarni hal qilishda keng o'rin tutmoqda.

4.1.2. Tasodifiy voqeliklar (hodisalar) va ularning ehtimolligi

Texnika sohasini energetika yo'nalishida faoliyat yuritayotgan mutaxassislar (energetiklar) energetik obyektlarni loyihalashda, qurishda va ekspluatatsiya qilishda qo'ygan masalani muvaffaqiyatli bajarilishiga olib keladigan yechimlar qabul qilishiga to'g'ri keladi. Masalan, loyihalash ishlari olib borilayotganda bunday yechim, tashqi elektr ta'minoti va ichki elektr tarmoqlarini eng maqbul sxemalarini tanlash yoki elektr ta'minoti liniyalari simlari kesimi yuzasini, transformatorning quvvatini qabul qilish va h.k.lar. Qurilish montaj ishlarini bajarishda alohida va kompleks ishlari rejasini va takomillashgan texnologiyasini yaratish.

Elektr uskunalarni ekspluatatsiyalashda, samarali himoya vositalarini qo'llash, texnologik mashinalar uchun elektr motor quvvatini to'g'ri tanlash va h.k.lar. Yuqorida keltirilgan misollardagi elektr quvvatni to'g'ri voqelik

(hodisa, jarayon) qurilma haqida ma'lumotlar qanchalik batafsil va aniq bo'lsa qabul qilingan yechimlar mavjud obyektiv optimal yechimga shunchalik yaqin bo'ladi.

Bizni o'rab olgan borliqdagi har qanday hodisalarni «yuzaga keldi», «yuzaga kelmadi» voqelik hisoblanadi. Voqelik odatda lotin alfavitining katta harflari (A, B, C, D va h.k.) bilan ifodalanadi (belgilanadi). Agarda ma'lum kompleks shartlar bajarilganda A voqelik yuzaga kelsa, bunday voqelik ishonchli voqelik deyiladi. Masalan, elektr zanjiri uzilganda unga ulangan elektr lampa o'chadi. Ma'lum kompleks shartlar buzilmaganda (bajarilganda) A voqelik hech qachon yuzaga kelmaydi (ro'y bermaydi), yuzaga kela olmasa bunday voqelik amalga oshmaydigan (yuzaga kelmaydigan) voqelik deyiladi. Masalan, havo elektr energiyasi uzatish tarmoqlari atrof muhit harorati $+20^{\circ}\text{C}$ bo'lganda muzlashi yuzaga kelmaydigan voqelik. Ayrim hollarda, masalan, yechimini izlanganda u yoki bu voqelikni yuzaga kelishi yoki yuzaga kelmasligini oldindan bashorat qilib bo'lmaydi.

Voqelik yoki hodisani yuzaga kelishi yoki kelmasligi haqida yetarli ma'lumotlar bo'lmaydigan holda uni tasodifiy deb qaraladi (qabul qilinadi). n marotaba o'tkazilgan tajriba natijasida A voqelikning paydo (sodir) bo'lishi m marotaba yuzaga kelganda A voqelikning sodir bo'lish chastotasi m ni n ga nisbati orqali ifodalanadi. Tajribalar soni katta bo'lmagan hollarda voqelikning qaytarilishi — chastotasi tasodifiy xarakterga ega bo'ladi va bir tur tajribalardan ikkinchi turga o'tganda o'zgarishi mumkin.

Tajribalar soni ko'payganda voqeliklar chastotasi tasodifiylik xarakterini yo'qotadi va voqelikning ehtimolligi deb ataluvchi ma'lum bir o'rtacha doimiy kattalikka yaqinlashib borib stabilashuv tendensiyasi namoyon bo'ladi. Ushbu ehtimollik tajribalarning ko'p marotaba qaytarilishi bilan bog'liq bo'lganligi uchun uni *statistik ehtimollik* deb yuritiladi.

Ehtimolliklar nazariyasi — voqelik, hodisa va jarayonlarni ularni ehtimollik imkoniyatlari nuqtai nazaridan taqoslash (solishtirish) haqidagi fan sohasidir. Voqeliklarni ularni imkoniyatlari nuqtai nazarda taqoslash darajasi. (o'lchovi) mavhum son bo'lib voqelik ehtimolligi deb yuritiladi va $P(A)$, $P(B)$, ..., $P(M)$ belgilari bilan belgilanadi. Ehtimollik quyidagi asosiy xususiyatlarga ega:

1. Voqelikning ehtimolligi «0» yoki «1» sonlari oralig'idagi sonlar bilan ifodalanadi ($0 \leq p(A) \leq 1$).

2. Ishonchli voqelik ehtimolligi «1» ga teng.

3. Yuzaga kelmaydigan (amalga oshmaydigan) voqelikning ehtimolligi «0» ga teng bo'ladi.

Amalda katta miqdorda tajribalar o'tkazishni talab qilinishi ehtimolliklarni statistik hisoblashda qiyinchiliklar tug'diradi. Bunday hollarda tajribalar o'tkazmasdan voqelik ehtimolligini bevosita hisob yo'li bilan aniqlash ham mumkin. Masalan, oltita teng tomonli toshni juft raqamlari bilan belgilangan tomonlarini (2, 4, 6 sonlar yozilgan) tushishi ehtimolligi

qiziqtirsa, toshni tashlab tajriba o'tkazmasdan ham A voqelikni ehtimolligi $3/6$ yoki $1/2$ deb hisoblansa bo'ladi. bunday hulosaga kelishimizda tajriba o'tkazilgandagi (toshni bir necha marotaba tashlab ko'rib) turli xil natijalarni teng (tomonlarni tushishi) imkoniligi (teng ehtimollikligi) nazarda tutiladi.

$A, B, \dots, M$ voqeliklardan birontasini boshqalarga qaraganda kam ehtimolligi (imkoniyatligi) to'g'risida biron bir asos bo'lmasa, ular teng ehtimolli hisoblanadi.

$A, B, \dots, M$ voqeliklardan birontasini yuzaga kelishi boshqalarining vujudga kelishiga yo'l qo'ymasa, ularni *birga yuzaga kelmaydigan voqeliklar* deyiladi.

$A, B, \dots, M$ voqeliklardan birontasini yuzaga kelishligi muqarrar bo'lsa, ushbu voqeliklar *yagona ehtimol voqelik* hisoblanadi.

Birga yuzaga kelmaydigan va yagona ehtimol voqeliklar qarama-qarshi voqeliklar hisoblanadi.

A voqelikka qarama-qarshi voqelik $\bar{A}$ belgi bilan belgilanadi. Qarama-qarshi voqelik $\bar{A}$ ga birlamchi voqelik A bo'ladi.

Birga yuzaga kelmaydigan va yagona ehtimol voqeliklar majmuasi $A, B, \dots, M$ voqeliklar to'la guruhi hisoblanadi.

Olti tomonli o'yin toshini tashlaganimizda $A_1, A_2, \dots, A_6$ tomonlarini tushishi mos ravishda 1, 2, ..., 6 ga to'g'ri kelishi voqeligi teng ehtimollikga ega bo'ladi. Bir marta tashlanganda toshni A_1 va A_2 tomonini tushishi bir yo'la mumkin bo'lmagani uchun bu xil birga yuzaga kelmaydigan voqelik bo'ladi. Tajriba o'tkazganda har bir tajribada (toshni tashlaganda) tomonlardan bittasi albatta tushishi muqarrar bo'lishi voqelikni yagona yuzaga kelishi hisoblanadi. Toshni tashlaganda toq va juft sonli tomonlariniga tushishi, ya'ni A va B voqeliklarni birga yuzaga kelmaydigan va yagona yuzaga keladigan voqelik hisoblanadi. Binobarin, ular birgalikda voqeliklarni to'la guruhini tashkil etadi.

Ushbu ikki voqelik bir vaqtda sodir bo'lmaydi va qarama qarshi voqeliklar hisoblanadi. $A = \bar{B}$, $B = \bar{A}$ transformator podstantsiyasi shinasida kuchlanish 9,5 kVt bo'lishi (A voqelik) 9,5–10,5 kVt oralig'ida bo'lishi (C voqelik) bo'lishi ehtimol (mumkin).

Ushbu voqeliklar bir-biri bilan birga yuzaga kelmaydi, teng ehtimollikga ega emas va voqeliklarni to'la guruhini tashkil etadi. Voqeliklar ehtimollikini $P(A)$ hisoblashda voqeliklarning ijobiy (maqbul) natijalari soni (m) va teng ehtimollik (yagona ehtimollik) va birga yuzaga kelmaydigan voqeliklarni umumiy soni (n) ga nisbati orqali topiladi:

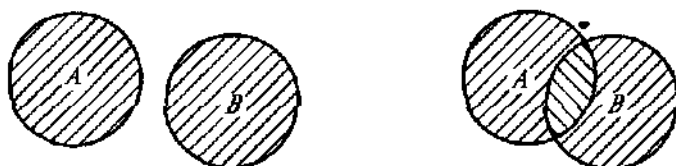
$$P(A) = \frac{m}{n}. \quad (4.1)$$

Ehtimollikni aniqlashning ushbu usuli klassik usul bo'lib, ehtimolliklarni bevosita hisoblash usuli deb ataladi va urfda teng ehtimollik va ijobiy yakunlari hisoblanadi.

4.1.3. Ehtimolliklarni qo'shish va ko'paytirish

Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish jarayonlarida (masalan, chorvachilik mahsulotlarini qayta ishlashda) texnologik jarayonlarni amalga oshiruvchi elektr dvigatellardan bittasi yoki bir nechtasini ishdan chiqishi mumkin. Demak A yoki B voqelik alohida va bir vaqtda sodir bo'lishi mumkin.

A va B voqeliklar yig'indisini uchunchi voqelik C deb qabul qilamiz. Uchunchi voqelik C faqat A voqelik yoki faqat B voqelik yoki ikkalasini bir vaqtdagi sodir bo'lishini ifodalaydi (4.1-rasm).



4.1-rasm. A va B voqeliklarning sodir bo'lish ehtimolligi grafik tasviri.

Bir vaqtda sodir bo'lmaydigan voqeliklarni qo'yish. Bir vaqtda sodir bo'lmaydigan A va B voqeliklar bir vaqtda yuzaga kelmaydi. Ikki ta bir vaqtda sodir bo'lmaydigan voqeliklardan birontasini A yoki B voqelik yuzaga kelish ehtimolligi $P(A+B)$ ushbu voqeliklarni yuzaga kelish ehtimolliklari $P(A)$, $P(B)$ ning yig'indisiga tengdir: $P(A+B) = P(A) + P(B)$.

Bir vaqtda sodir bo'lmaydigan bir nechta voqeliklarni qo'shishning umumlashgan teoremasi bir vaqtda sodir bo'lmaydigan bir nechta voqeliklardan (A_1 yoki A_2 yoki A_3 ... yoki A_n) birontasini sodir bo'lish ehtimolliklari yig'indisiga tengdir:

$$P(A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n) = P(A_1) + P(A_2) + P(A_3) + \dots + P(A_n) \text{ yoki}$$

$$P \sum_{i=1}^n A_i = \sum_{i=1}^n P(A_i). \quad (4.2)$$

Voqeliklarni to'la guruhi ehtimolliklari yig'indisi 1 ga teng:

$$\sum_{i=1}^n P(A_i) = 1. \quad (4.3)$$

1-misol. Podstansiya shinalaridagi kuchlanish kuzatilganda sodir bo'ladigan voqeliklar ehtimolini aniqlaymiz.

Podstansiya shinasida kuchlanish: belgilangan normada (9,5 kVt dan 10,5 kVt gacha) bo'lish ehtimoli B voqelik deb olamiz va uni ehtimolligi $P(B) = 0,87$.

9,5 kVt dan past bo'lish ehtimolligi (A voqelik) $P(A) = 0,05$;
10,5 kVt dan yuqori bo'lish ehtimolligi (C voqelik) $P(C) = 0,08$.

Podstansiya shinasida belgilangan normadan boshqa kuchlanish sodir bo'lishi (voqelik) ehtimoli $P(D)$ ni aniqlang.

A , B va C voqelik bir vaqtda sodir bo'lmaydigan va faqat alohida sodir bo'ladigan voqeliklar bo'lib voqeliklarni to'la guruhini tashkil etadi.

Podstansiya shinasidagi kuchlanish belgilangan normasi (voqelik B) – (9,5–10,5 kVt) bo'lib undan boshqa qiymati 9,5 dan kam (voqelik A) va 10,5 dan katta (voqelik C) bo'lganligidan kelib chiqqan holda quyidagi 2 ta usulni qo'llab D voqelikning sodir bo'lish ehtimolini hisoblaymiz.

I usul: $D=A+C$ =(yoki A , yoki C) qo'shish teoremasini qo'llab topamiz
 $P(D)=P(A)+P(C)=0,05+0,08=0,13$.

II usul: D voqelik B voqelikka zid (qarama qarshi) voqelik ekanligini ($P(D))=P(B)$) inobatga olib topamiz: $P(D)+P(B)=1$;

$$P(D)=1-P(B)=1-0,87=0,13.$$

Shartli ehtimolliklar

Bir nechta $A, B, \dots, N$ voqeliklarning har birini amalga oshirilishi ehtimolligi qolganlarining har qandayini sodir bo'lish yoki sodir bo'lmasiligiga bog'liq bo'lmagan voqeliklar deyiladi. Buning teskarisi esa bir-biriga bog'liq bo'lgan voqelik deyiladi.

Masalan, o'zaro elektr bog'lanmagan manbalarda ulangan bir-biridan ancha uzoqda joylashgan podstansiyalar shinalaridagi kuchlanishni o'zgarishini o'rganamiz.

Birinchi podstansiya shinalarida kuchlanish nominaldan katta bo'lishini A voqelik, ikkinchi podstansiya shinalarida kuchlanishning nominaldan katta bo'lishini B voqelik sodir bo'lishi deb qabul qilsak shu bilan birga A voqelikni, ya'ni birinchi podstansiya shinasida kuchlanishning ko'tarilishi ehtimolligi ikkinchi podstansiya shinalaridagi kuchlanishning oshishi, ya'ni B voqelik sodir bo'lishi yoki bo'lmasiligiga bog'liq emasligi. Ushbu voqeliklar bir-biriga bog'liq bo'lmagan voqeliklar deyiladi. Ayrim hollarda A va B voqelik o'zaro bog'liq holda sodir bo'ladi. Masalan, issiqxonaga o'rnatilgan rostanmaydigan qizitish qurilmaga berilayotgan kuchlanishni nominaldan oshib ketishi (voqelik A) ikkinchi voqelik, ya'ni qurilma iste'mol qilayotgan tokni oshishiga olib keluvchi B voqelikni sodir bo'lishiga olib kelsa, bunday voqeliklar bir-biriga bog'liq voqeliklarga kiradi.

Ko'p hollarda qishloq xo'jalik elektr uskunalari ekspluatatsiyalashda u yoki bu voqelikni yuzaga kelishini boshqa bir voqelik sodir bo'lganda ehtimolligini aniqlash zaruriyati tug'iladi. Masalan, tarmoqdagi kuchlanishni

o'shishi yuzaga kelganda transformatorni yuklama tokini ma'lum miqdordan o'shishini sodir bo'lishini aniqlash; ayrim muhit temperaturasi o'shishi yuzaga kelganda yarim o'tkazgichli asboblari o'rnatilgan avtomatik rostlash sxemasini ishlamay qolish ehtimolligini aniqlash; tashqi muhit harorati keskin pasayishi yuzaga kelganda isitiladigan issiqxonalar haroratini o'rnatilgan darajadan pasayib ketish ehtimolligini aniqlash va h.k.lar.

Ushbu guruh masalalarni quyidagicha ta'riflash mumkin: biror bir A voqelik B voqelik bilan bog'liq va B voqelik sodir bo'lganda A voqelikning yuzaga kelishini aniqlash. Agar B voqelik A voqelikka bog'liq bo'lmasa, unda A voqelik ham B voqelikka bog'liq emas. A voqelik ehtimolligi, biron-bir B voqelik yoki $B_1, B_2, \dots, B_k$ voqeliklarning sodir bo'lish sharti orqali hisoblansa, bunday voqelik *shartli voqelik* deyiladi va u $P(A|B)$ yoki $P(A|B_1, B_2, \dots, B_k)$ ko'rinishida belgilanadi. Shartli ehtimollik $P(A|B)$ ni ehtimolliklarni bevosita hisoblash usuli bilan aniqlash talab qilinmoqda, deylik. Teng imkonli n ta natijalar orasidan m tasi B voqelikka qulaylik tug'diradi. Ba'zi bir ushbu m natijalardan A voqelik yuzaga keladi. Faraz qilaylik, ushbu m natijadan n tasida yuzaga keldi. Ba'zi B voqelik sodir bo'lganda A voqelikning yuzaga kelish ehtimolligi qiziqtirayotgan ekan, A voqelik uchun teng imkonli natija etib n natijaning hammasi emas, balki B voqelik yuzaga kelishiga olib keluvchi m natijani olish mumkin.

Binobarin: $P(A|B) = m/n$.

Boshqacha aytganda, B voqelik sodir bo'lish sharti bajarilganda A voqelikning nisbiy ehtimolligi A va B voqeliklarni birgalikda sodir bo'lgandagi r natijalar sonini B voqelik sodir bo'lish natijalar soni m ga nisbati bilan belgilanadi.

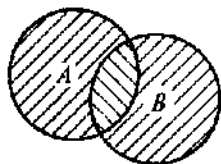
A va B voqeliklar bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda $P(A|B) = P(A)$;
 $P(A|B) = P(B)$.

A va B voqeliklar birga sodir bo'lmaydigan holda $P(A|B) = P(A|B) = 0$.

Voqeliklarni ko'paytirish

Texnologik liniyaning elektr uskunalaridan ikkitasini bir vaqtda ishchi holatda (soz) bo'lish voqeligi, ya'ni (A va B voqelik sodir bo'lishi) uchinchi voqelikni yuzaga keltirishi, ya'ni texnologik liniyaning normal ishchi holati C voqelikning sodir bo'lishiga olib kelishi mumkin (4.2-rasm). $A * B = (A \text{ va } B \text{ birgalikda}) = C$.

Ikkita voqelik A va B ning birgalikda sodir bo'lishidan yuzaga keladigan C voqelik A va B voqeliklar ko'paytmasi (birgalikda sodir bo'lishi) deb ataladi.



4.2-rasm. Ehtimolliklarni ko'paytirish teoremasiga oid A va B voqeliklarning bir vaqtda sodir bo'lishining grafik tasviri.

Ehtimolliklarni ko'paytirish

Ikki voqeliklar ko'paytmasi ehtimolligi birinchisi sodir bo'lgan holatda, voqeliklardan birining ehtimolligini ikkinchisini shartli ehtimolligiga ko'paytmasiga teng:

$$P(AB) = P(A)P(B) = P(B)P(A|B),$$

$$C = AB = (A \text{ va } B).$$

B voqelik sodir bo'lishiga n ta teng imkoniyatli, birgalikda sodir bo'lmaydigan va yagona natijalardan m ta natija qulay imkon yaratadi desak, B voqelik albatta sodir bo'lish ehtimolligi $P(B) = m/n$.

Bir nechta o'zaro bog'langan voqeliklarning birgalikda amalga oshirilish ehtimolligi (va A_1 va A_2 va $A_3 \dots$ va A_n) ulardan birinchisi ehtimolligining birinchi voqelik sodir bo'lish sharti bajarilgan holda ikkinchisining shartli ehtimolligiga, birinchi ikkitasi sodir bo'lish sharti bajarilgan holda uchinchisining shartli ehtimolligiga ko'paytmasiga teng:

$$P(A_1 A_2 A_3 \dots A_n) = P(A_1) P(A_2|A_1) P(A_3|A_1 A_2) \dots P(A_n|A_1 A_2 \dots A_{n-1}).$$

Bir nechta o'zaro bog'liq bo'lmagan voqeliklarning birgalikda sodir bo'lishi ($A_1 A_2 \dots A_n$) ushbu voqeliklar ehtimolliligi ko'paytmalariga teng:

$$P(A_1 A_2 A_3 \dots A_n) = P(A_1) P(A_2) P(A_3) \dots P(A_n).$$

Ehtimolliklarni qo'shish va ko'paytirishga misollar.

2-misol. Donni tozalash texnologik liniyasini avtomatik boshqarish sxemasining ishlamay qolish sababi texnologik liniyada foydalanilayotgan N ta relelardan bittasining ishdan chiqishidir. Sxemaning ishlashi uchun N ta rele har birini navbatma-navbat tekshirib ko'riladi. N ta relening hammasini ishdan chiqish ehtimolliligi bir xil deb qarab, N ta releidan n tasini tekshirib ko'rish ehtimolligini aniqlaymiz ($1 \leq n \leq N$).

Yechish. 1 sonli releni ish holatida (soz) bo'lish voqeligini A_1 deb qarab chiqamiz.

Avtomatik boshqarish sxemani N ta relesidan (elementidan) bittasi nosoz qolgan $N-1$ ta soz holatida:

$$P(A_1) = \frac{N-1}{N}, \quad P(B_1) = 1 - P(A_1) = \frac{1}{N}.$$

Bitta releni tekshirishga to'g'ri kelishning ehtimolligini quyidagicha ifodalaymiz:

$$p_1 = P(\bar{A}) = \frac{1}{N}.$$

Ikkita releni tekshirishga to'g'ri kelish ehtimolligi p_2 ni topish uchun, avvalo, birinchi rele soz (ish holatida) bo'lganda qolgan $(N-1)$ relelar

orasida bitta nosoz rele borligini tekshirish, binobarin:

$$P(\bar{A} | A_1) = \frac{1}{1-N}.$$

Ehtimolliklarni ko'paytirish teoremasiga asosan:

$$p_2 = P(\bar{A}_1 | A_2) = P(A_1) P(\bar{A}_2 | A_1) = \frac{N-1}{N} \cdot \frac{1}{N-1} = \frac{1}{N}.$$

Yuqoridagi tartibda $p_3, \dots, p_n$ larni topamiz:

$$p_3 = P(A_1 A_2 \bar{A}_3) = P(A_1) P(\bar{A}_2 | \bar{A}_1) P(\bar{A}_3 | \bar{A}_1 \bar{A}_2) = \frac{N-1}{N} \cdot \frac{N-2}{N-1} \cdot \frac{1}{N-2} = \frac{1}{N};$$

$$p_n = P(A_1 A_2 \dots A_{n-1} \bar{A}_n) = \frac{1}{N}.$$

Qo'shishning umumlashgan teoremasi

A va B voqeliklarni birgalikda sodir bo'lish mumkin deb qarab, ularni yig'indisi $C=A+B$ ehtimolligini topish kerak. Sodir bo'lishi (yuzaga kelishi) mumkin bo'lgan n natijalardan A voqelikka m_1 tasi B voqelikka m_2 tasi sharoit yaratib beradi. A va B voqeliklar qo'shma bo'lganligi uchun ularni sodir bo'lishiga sharoit yaratib beruvchi m_1 va m_2 natijalar orasida A va B voqeliklarni bir yo'la sodir bo'lishiga olib keluvchi (sharoit yaratib beruvchi) m_3 natijalar mavjud, ya'ni C voqelikni yuzaga keltiruvchi natijalar $m=m_1+m_2-m_3$ tenglama orqali ifodalanadi.

Binobarin:

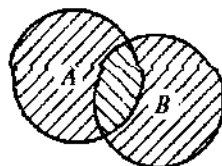
$$P(C) = \frac{m_1+m_2-m_3}{n} = \frac{m_1}{n} + \frac{m_2}{n} - \frac{m_3}{n}$$

yoki $P(A+B) = P(A) + P(B) - P(AB).$

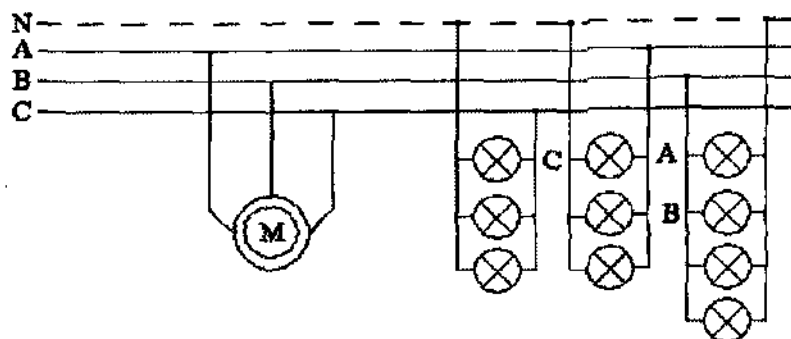
Ikkita qo'shma voqeliklardan bittasining, A yoki B ning, yuzaga kelish ehtimolligi ularning birgalikda sodir bo'lishi (yuzaga kelishi) ehtimolligisiz A va B voqeliklarni sodir bo'lish ehtimolliklari yig'indisiga teng (4.3- rasm).

3-misol. 380 V li elektr tarmoqqa elektr dvigatel va yoritish lampalari ulangan (4.4- rasm).

Elektr motor (kuch yuklama) barcha simlarda bir xil yuklama hosil qiladi va ularning yuzaga kelish ehtimolligi 4.1-jadvalda keltirilgan.



4.3-rasm. Ehtimolliklarni qo'shish umumiy teoremasiga oid.



4.4- rasm. Elektr tarmoqqa elektr dvigatel va yoritish lampalarining ulanish sxemasi.

4.1-jadval

P, kVt	10	8	6	4	2	0
Ehtimolligi	0,6	0,2	0,1	0,05	0,03	0,02

Yoritish yuklama elektr lampalar tomonidan A, B, C fazalarda yuzaga keladigan yuklamalar interval qatori 4.2- jadvalda keltirilgan.

4.2-jadval

Faza	Yuklama intervallari, kVt				
	10-8	8-6	6-4	4-2	2-0
A	0,7	0,1	0,1	0,06	0,04
B	0,5	0,25	0,25	0,03	0,02
C	0,6	0,2	0,15	0,04	0,01

Bitta fazaga to'g'ri keladigan yuklamalar ehtimolligi o'rtacha qiymatini aniqlang.

Yechish. Fazalar bo'yicha umumiy yuklama taqsimlanishini topamiz. Buning uchun 4.1- va 4.2-jadvallarda keltirilgan elektr yoritgichlar va dvigatellar quvvatlari va ehtimollik ko'rsatkichlari ko'paytmasi yig'indilarini fazalar bo'yicha taqsimlab chiqamiz (4.3-jadval).

4.3-jadvaldan ko'rinib turibdiki, fazalarga to'g'ri keladigan yuklamalar bir-biridan juda ham kam farq qiladi., Demak fazalar assimetriyasi yo'q. degan xulosaga kelamiz.

Faza	Yuklama intervallari, kVt									
	0-18	8-16	6-14	4-12	12-10	10-8	8-6	6-4	4-2	-0
A	0,42	0,2	0,15	0,101	0,072	0,036	0,012	0,006	0,002	0,001
B	0,3	0,25	0,22	0,112	0,058	0,036	0,016	0,006	0,002	0,0
C	0,36	0,24	0,19	0,103	0,057	0,032	0,012	0,005	0,001	0,0
O'rtacha ehtimollik	0,36	0,23	0,187	0,105	0,0623	0,0347	0,0133	0,0057	0,0017	0,003

Ushbu amalni bir-biriga bog'liq bo'lmagan voqeliklarning (elektr yoritgich yuklamalar sodir bo'lishi — A voqelik va kuch yuklamalarining sodir bo'lishi — B voqelik) sodir bo'lish ehtimolliklarini ko'paytirish teoremasini va bir biriga mos kelmaydigan voqeliklarning sodir bo'lishini qo'shish teoremasini qo'llab bajaramiz. Masalan, A faza yuklamasining 18—16 kVt oralig'ida sodir bo'lish ehtimolligi yoritish va kuch yuklamalarining ikki xil qiymatida yuzaga keladi (4.4-jadvalning 2- va 3-ustunlari). A fazaga to'g'ri keladigan yuklamalar ehtimolligi 0,20 ga teng ekan.

4.4-jadval

Interval	Kuch yuklama	Elektr yoritgich, kVt	Ehtimolligi		$P_{kuch} \cdot P_{yoir}$
			P_{kuch}	P_{yoir}	
18-16	10	8-6	0,6	0,1	0,06
	8	10-8	0,2	0,7	0,14
Umumiy ehtimollik					0,20

To'la ehtimollik, gipoteza teoremasi

Qishloq xo'jalik mahsulotlarini ishlab chiqish va qayta ishlash texnologik liniyalarda u yoki bu texnologik qurilmani ishdan chiqishi texnologik liniyani to'xtatib qolish ehtimolligini ortishiga olib keladi. Bunday holda ayrim texnologik uskunalarni ishdan chiqish ehtimolligini hisobga olgan holda liniyani to'xtamasdan ishlash ehtimolligini va uni texnologik jarayonni amalga oshirishga ta'sirini aniqlash zaruriyati yuzaga keladi. Shunga o'xshash masalaga texnologik jarayonni rostdashning murakkab tizimlarini tahlil qilishda ham duch kelamiz. Tizimdagi ishdan chiqish ehtimolligi turlicha bo'lgan ayrim rostlagichlarni buzilishini tizimga va jarayonga ta'sirini tahlil qilish zaruriyati tug'iladi. Bunday holda, tizimda bevosita yuzaga keladigan

voqeliklarning (n) shartimomil topish imkonlari bo'lsa, n voqeliklarni voqeliklarning to'la guruhini tashkil etuvchi birgalikda sodir bo'lmaydiga voqeliklarga nisbatan nisbiy ehtimolligi topiladi.

Ushbu masalani yechishda qo'shish va ko'paytirish teoremlarini birlashtiruvchi to'la ehtimollik formulasidan foydalaniladi. Biron bir A voqelik, bir nechta birgalikda sodir bo'lmaydigan va yagona sodir bo'ladiga voqeliklardan tashkil topgan $H_1, H_2, \dots, H_n$ voqeliklar to'la guruhini tashk

etadi va $\sum_{i=1}^n P(H_i) = 1$. Bu voqeliklarni A voqelik uchun gipoteza deb yurita

miz. A voqelik ehtimolligini to'la ehtimollik formulasi bo'yicha quyidagich aniqlaymiz:

$$P(A) = \sum_{i=1}^n P(H_i)P(A/H_i).$$

4-misol. Avtomatik boshqaruv qurilmasi ikkita rostlagich yordamida ishlaydi. Qurilmaning buzilish ehtimoli:

- ikkala rostlagich soz bo'lganda $q_{1,2}=0,01$;
- birinchi rostlagich soz bo'lganda $q_1=0,10$;
- ikkinchi rostlagich soz bo'lganda $q_2=0,20$;
- ikkalasi buzilganda $q_0=0,60$.

Rostlagichlarning buzilmasdan ishlash ehtimolligi:

- birinchisini $p_1=0,95$;
- ikkinchisini $p_2=0,90$.

Qurilma avtomatik elementlarining ishlashi bir-biri bilan bog'liq emas. Qurilmani buzilmasdan ishlash ehtimolligini aniqlang (A voqelik ehtimolligi).

Yechish. Quyidagi gipotezalarni ko'rib chiqamiz:

- $H_{1,2}$ – ikkala rostlagich ham soz holatda;
- H_1 – birinchi rostlagich soz holatda (ikkinchisi nosoz holatda);
- H_2 – ikkinchi rostlagich soz holatda (birinchisi nosoz holatda);
- H_0 – ikkala rostlagich ham nosoz holatda.

Gipotezalar ehtimolligi:

$$\begin{aligned} P(H_{1,2}) &= p_1 p_2; \\ P(H_1) &= p_1 (1 - p_2); \\ P(H_2) &= p_2 (1 - p_1); \\ P(H_0) &= (1 - p_1) (1 - p_2). \end{aligned}$$

Qabul qilingan gipotezalar uchun A voqelikning shartli ehtimolliklar

$$\begin{aligned} P(A|H_{1,2}) &= 1 - q_{1,2}; \\ P(A|H_1) &= 1 - q_1; \\ P(A|H_2) &= 1 - q_2; \\ P(A|H_0) &= 1 - q_0. \end{aligned}$$

Ikkinchi manba — determinial kattaliklarni o'ldiruvchi noaniqligi ta'siri.

Tasodifiy kattaliklarning yuzaga kelish manbayi sababidan qat'iy nazar ular asosida ma'lumot bir qonuniyat yotadi va bu kattaliklar (voqeliklar) qancha ko'p o'rganilsa ularni ifodalovchi qonuniyatlarda shuncha aniqlashadi (oydinlashadi).

4.3. Tasodifiy kattaliklar, ularning taqsimlanishi va miqdoriy xarakteristikalari

Statistik ma'lumotlar (tajriba yoki kuzatuv natijalari ma'lumotlari) — tasodifiy kattaliklar deb qaraladi va matematik statistik usullardan foydalanib, ularning ehtimolligi aniqlanadi.

O'rganilayotgan obyektni, jarayonlar yoki voqeliklarni to'la qamrovli kuzatish juda kam hollarda uchraydi va buni amalga oshirish ba'zan jismoniy imkoniyatlar bilan cheklansa, ba'zan katta moddiy xarajatlar bilan bog'liq bo'ladi. Masalan, barcha Toshkent va Farg'ona issiqlik elektr stansiyalari oralig'idagi yuqori kuchlanishli elektr uzatish tarmoqlarini nosoz holatga kelishini tarmoqni to'la uzunligi misolida o'rganish katta mablag' va juda ko'p vaqt talab qiladi. Xuddi shuningdek, zavodda ishlab chiqarilayotgan 100 mingta yoritish lampalarni barchasini xizmat muddatini ularni to'la sonida o'rganib chiqish umuman zavodda ishlab chiqilgan lampalarni yo'qqa chiqarishga olib kelgan bo'lar edi.

Yuqoridagi va shunga o'xshash hollarda o'rganilishi kerak bo'lgan obyektlar majmuidan chegaralangan soni tasodifiy ajratib olinadi. Masalan, 300 km uzunlikdagi 220 kV liniyani bir qismidagina tashqi muhit sharoiti murakkab bo'lgan, ya'ni 10—15 km tanlab olinib ushbu oralikdagi liniya misolida o'rganiladi. Zavodda ishlab chiqilayotgan quvvati 100 Vt li 10 ming dona cho'g'lanma lampadan 100 donasi ixtiyoriy tanlab ajratib olinib ularni ishlash muddati o'rganiladi.

O'rganilishi kerak bo'lgan umumiy obyektlar *bosh to'plam* (yuqoridagi misoldagi zavodda tayyorlangan 10 ming dona lampa $N=10000$) va ulardan o'rganish uchun ajratib olingan qismi *tanlama to'plam* (yuqoridagi misolda 100 ta $n=100$) deb yuritiladi.

Bosh to'plamdagi o'rganilayotgan kattaliklar va tanlama to'plamdagi kattaliklar sonini ularning *hajmi* deb ataladi. Bosh to'plam soni N ni cheksiz deb tanlama to'plam soni n ni chegaralangan deb hisoblanadi. Tanlama to'plam kattaliklar xarakteristikalari bo'yicha bosh to'plam haqida to'la xulosaga kelish uchun bosh to'plam obyektlaridan (N) tanlama to'plam kattaliklar (n)ni bosh to'plam to'g'ri ifodalashi kerak, boshqacha aytganda tanlama to'plam orasida reprezentivlik (vakolatlilik) sharti bajarilishi kerak.

Injenerlik amaliyotida matematik statistikaning asosiy vazifasi:

– statistik ma'lumotlar asosida tasodifiy kattaliklarning taqsimlanish qonunini aniqlash;

– eksperimental tadqiqotlar va kuzatuv natijalari asosida olingan tasodif kattaliklar taqsimlanish chastotani u yoki bu nazariy taqsimlanish qonuniga to'g'ri kelishini tekshirib ko'rish kerak;

– taqsimlanishning noma'lum parametrlarini topish.

Tasodifiy kattaliklarni taqsimlanishi deganda ehtimolliklar nazariyasidagi tasodifiy kattaliklarni yuz berishi mumkin bo'lgan qiymatlarini ularning ehtimolligiga mosligini tushunilsa (o'rganilsa), matematik statistikada tanlama to'plamdagi tasodifiy kattaliklar qiymatlarini ularning chastotasiga mosligi tushuniladi. O'rganilayotgan uzluksiz tasodifiy kattaliklarda (voqeliklardan), ya'ni bosh to'plam hajmi qayd etilgan N ta natijada n tasini tanlab-ajratib olinadi. Ajratib olingan kattalik qiymatlari to'liq diapazoni bir xil uzunlikdagi (h) intervallar I ga bo'linadi. Har bir intervall uchun (x_i, x_{i+1}) unga to'g'ri keluvchi natijalar soni m_i va tasodifiy kattalikning chastotasi ω_i ni topamiz:

$$\omega_i = \frac{m_i}{n}. \quad (4.11)$$

Intervallar chastotasi yig'indisi 1 ga teng bo'ladi: $\sum_{i=1}^l \omega_i = 1$.

Natijalar bo'yicha statistik intervalli qator va taqsimlanishining statistik funksiyasi (grafigi) quriladi.

Taqsimlanishining statistik funksiyasi quyidagicha analitik ifodalanadi:

$$f^*(x) = \frac{n_x}{n}, \quad (4.12)$$

bu yerda: n_x – ajratib (tanlab) olingan kattaliklar soni x dan kam bo'lgan soni; n – ajratib (tanlab) olingan kattaliklar soni.

Xulosa qilib aytganda, tasodifiy kattaliklarni taqsimlanishi statistik funksiyasi bosh majmuini taqsimlanishi nazariy funksiyasiga yaqinlashishiga xizmat qiladi.

Amalda, tasodifiy kattaliklarni tahlil qilish va kerakli xulosalar qilishda to'laroq ma'lumotga ega bo'lish uchun ularni taqsimlanish funksiyalaridan ko'ra taqsimlanish zichligi funksiyasidan ko'proq foydalaniladi.

Taqsimlanish zichligi variatsion qatorni gistorammasi va chastotalar poligoni orqali ifodalanadi.

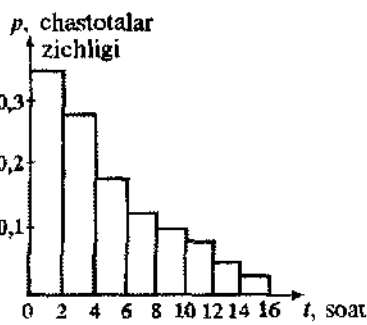
Variatsion qator poligoni gistogrammasi asosi intervallardan (x_i, x_{i+1}) balandligi chastotalar zichligidan $\left(\frac{p^*}{n}\right)$ iborat pog'onali joylashgan to'rtburchaklardan tashkil topgan grafik tasvir bilan ifodalanadi.

4.7-rasmda 10 kVt quvvatli iste'molchini ta'minlovchi elektr tarmoqda nosozlik yuzaga kelishi natijasida iste'molchiga energiya yetkazib berishdagi uzilish vaqti davomiyligi chastotasi gistogrammasi keltirilgan.

Ushbu gistogrammada uzluksiz tasodifiy taqsimlanish chastotasiga statistik o'xshashligini (analogini) ifodalaydi.

Tasodifiy kattaliklar intervali taqsimlanish xarakteriga ega bo'lgan holda modal va medional intervallar bo'yicha ish olib borish to'g'ri bo'ladi.

Masalan, 4.8- jadvalda biron bir tasodifiy kattalikni kuzatish natijasida uning x_i qiymatini n_i marotaba qayd etilganligi keltirilgan.



4.7-rasm. Chastotalar gistogrammasi.

4.8-jadval

x_i	2	6	10	14
n_i	12	18	24	6
p_i^*	0,2	0,3	0,4	0,1

Bu yerda p_i^* — tasodifiy kattalikni chastotasi.

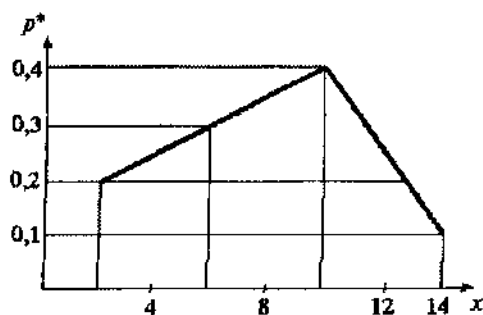
4.8-jadvalda keltirilgan x_i va n_i lar bo'yicha tanlab olingan kattaliklar sonini va tasodifiy kattaliklarni ushbu qiymatlarini yuzaga kelishni aniqlaymiz, chastotasi (p_i^*) ni hisoblaymiz va 4.8-jadvalga kiritamiz. Intervalllarda keltirilgan tanlab olingan kattaliklar soni bo'yicha tanlab olingan kattaliklar umumiy sonini (n) hisoblaymiz:

$$p_i^* = \frac{n_i}{n}.$$

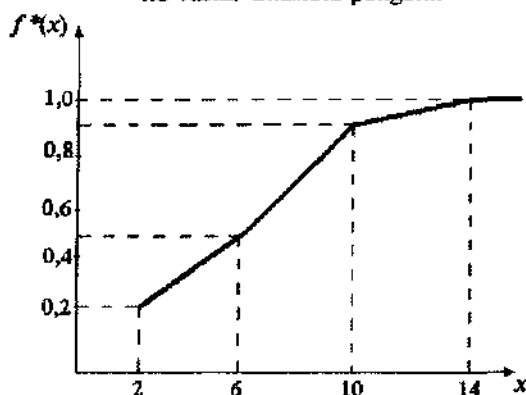
Jadvalda keltirilgan misol uchun 3-interval n_3 modal interval hisoblanadi. Mediana esa 2- va 3-intervallar chegaralarida joylashgan.

4.8-jadvalda x_i va n_i larni diskret kattaliklari bo'lgan hol uchun chastotalar poligoni quriladi (4.8-rasm) va undan foydalanib statistik qator uchun taqsimlanish funksiyasi chiziladi (4.9-rasm).

Qishloq xo'jaligi elektrotexnik uskunalari va elektrotexnologik qurilmalarini ekspluatatsiyalash davomida ularni ish jarayonini xarakterlovchi energetik, texnologik va boshqa ko'rsatkichlarini ifodalovchi tasodifiy voqealiklar sodir bo'lishi mumkin.



4.8-rasm. Chastota poligoni.



4.9-rasm. 4.8-jadvaldagi statistik qator uchun taqsimlanish funksiyasi garifi.

Masalan, ma'lum bir vaqt oralig'ida elektr yoritkich lampalarni, e motorlarni ishdan chiqishi, avtomatik uzgichlar iste'molchilarni elektr basidan uzib qo'yishi, o'lchov priborlarning buzilmasdan ishlash vaqti *miyligi va shunga o'xshash voqeliklar sodir bo'lishi tasoddiy xarakterga bo'lishi* mumkin. Ushbu tasoddiy voqeliklarni biron bir vaqt oralig'ida bo'lishini takrorlanishini miqdori (chastotasini) ifodalovchi ko'rsatkich *discret tasoddiy katta*lik deb yuritiladi. Boshqacha aytganda tajribalar o'tkazilganiga aynan qandayligi ma'lum bo'lmagan va tajribalar davomida qayd etilishi mumkin bo'lgan ko'p sonli kattaliklardan biri tasoddiy kattalik bo'lishi mumkin.

Bir-biridan tarqoq joylashgan va sonli ko'rsatkichlar bilan ifodalangan voqeliklar **diskret tasoddiy voqeliklar** deb ataladi.

Masalan, bir yil davomida N – sonli lampalardan ishdan chiqishi, o'z moliyati yoki podstantsiyadagi liniyalarni himoyalash vositasini ishlab ko'rib (o'chirib qo'yish) soni va boshqalar:

Tajribalar, kuzatuvlar soni (n) katta bo'lganda n tajriba natijasida A voqelikning m marotaba sodir bo'lish ehtimolligini (P_{mn}) Laplasning asimptolik formulasi yordamida quyidagicha hisoblanadi:

$$P_{mn} = \frac{1}{\sqrt{npq}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}; \quad t = \frac{m-np}{\sqrt{npq}}.$$

Hisob ishlarini osonlashtirish uchun $\phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}}$ funksiya qiy-matlari adabiyotlar yoki ma'lumotnomalarda keltiriladi.

Amalda n tajriba davomida A voqelikni k_1 dan kam bo'lmagan k_2 dan ko'p bo'lmagan marotaba sodir bo'lish ehtimolligini aniqlash ko'proq uchraydi. Ushbu holda Laplas funksiyasini quyidagi shaklda ifodalaymiz:

$$P_{n(k_1 k_2)} = \Phi(t_2) - \Phi(t_1);$$

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} \cdot dt - \text{maxsus funksiya.}$$

Tajribalar soni n katta bo'lgan va $npq < 9$ bo'lgan hollarda Puasson formulasidan foydalaniladi:

$$P_{mn} \approx \frac{\lambda^m e^{-\lambda}}{m!}; \quad \text{bu yerda } \lambda = np.$$

7-misol. Zavodda tayyorlanayotgan cho'g'lanma lampalardan N foizi ($N\%$) standart talablariga javob beradi. Ishlab chiqarilgan umumiy lampalar sonidan (bosh majmuadan) ajratib olingan 100 dona ($n=100$) cho'g'lanma lampalardan:

- t tasining nostandartligi ehtimolligi;
 - k tadan kam bo'lmagan nostandartlari borligi ehtimolini aniqlang.
- Ushbu masalani 2 variant uchun yechimini toping:
- $N=80\%$; $t=18$ ta; $k=16$ ta;
 - $N=95\%$; $t=7$ ta.

Yechish. 1-variant uchun. Nostandart lampani aniqlash ehtimoli

$$p = 1 - \frac{N}{100} = 0,2; \quad q = 1 - p = 0,8; \quad npq = 100 \cdot 0,2 \cdot 0,8 = 16 > 9.$$

Laplas asimptatik formulasi bilan 100 ta lampadan 18 tasining nostandartlik ehtimolini topamiz:

$$P_{18,100} = \frac{1}{\sqrt{npq}} \cdot \phi(t); \quad t = \frac{18-np}{\sqrt{npq}} = \frac{18-20}{4} = -\frac{1}{2}.$$

2-ilova, 2.1-jadvaldan $\varphi(-1/2)=\varphi(1/2)$ uchun to'g'ri keladigan $\varphi(t)$ ni qabul qilamiz: 0,3521 [1].

$$P_{18,100} = \frac{1}{4} \cdot 0,3521 = 0,088.$$

$k=16$ uchun 100 ta lampadan kamida 16 ta nostandart lampalar aniqlanish ehtimolini topamiz:

$$P_{100(m \geq 16)} = P_{100(16,100)} = \frac{1}{\sqrt{25}} \int_{t_1}^{t_2} e^{-\frac{t^2}{2}} dt;$$

$$t_1 = \frac{k-np}{\sqrt{npq}} = \frac{16-100 \cdot 0,2}{4} = -1;$$

$$t_2 = \frac{n-np}{\sqrt{npq}} = 20.$$

Laplas funksiyasi orqali ($P_{100(16,100)}$) ni hisoblaymiz:

$$P_{100(16,100)} = \Phi(20) - \Phi(-1) = 0,5 + 0,34134 \approx 0,84.$$

($\Phi(20)=0,5$ va $\Phi(-1)=0,34134$ qiymatlar 2-ilovadan olingan [1].)

2-variant uchun. $P=1-\frac{N}{100}=0,05$; $npq = 100 \cdot 0,05 \cdot 0,95 < 9$ aniqlanadigan ehtimollikni Puasson teoremasi yordamida ifodalaymiz:

$$\lambda = np = 100 \cdot 0,05 = 5;$$

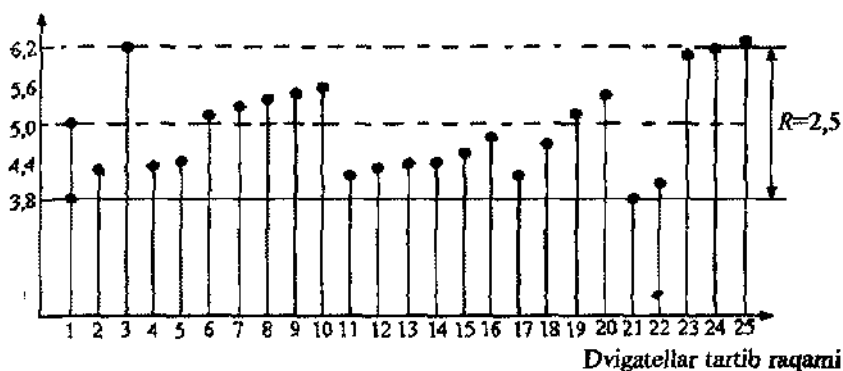
$$P_{100(7)} = \frac{5^7 \cdot e^{-5}}{7!} = 0,104 \text{ (2-ilova, 2.3-jadval).}$$

4.2. Ilmiy tadqiqotlarda statistik yondashuv

O'rganilayotgan tasodifiy ehtimollik xarakteriga ega voqealiklar yoki ommaviy hodisalar qayd etilgan kuzatuv yoki eksperiment natijalarini tahlil qilish va ularni umumlashgan xarakteristikalarini olish maqsadida kuzatuv yoki tajribalar natijalariga maxsus matematik ishlov berish yo'li bilan kerakli ma'lumotlar olish usullarini ishlab chiqish matematik statistikaning asosiy vazifasi hisoblanadi. Boshqacha aytganda matematik statistikaning vazifasi ilmiy va nazariy xulosalar hosil qilish maqsadida statistik ma'lumotlarni to'plash va ishlab chiqish metodlarini yaratishdir.

1-misol. Parrandachilik fabrikasidagi 4A seriyali quvvati 5 kVt 150 dona asinxron motorlarni bir xil sharoitda (yuklamalari va atrof muhit sharoitlari bir xil) buzilmasdan ishlashi o'rtacha vaqtini aniqlash kerak. Qo'yilgan masalani yechish uchun 150 ta motordan ($N=150$ ta bosh majmuadan) 25 tasini ($n=25$ ta tanlama majmuani) ajratib olib, ularni buzilmasdan ishlash vaqtini kuzatib natijalarni 4.7-jadvalda qayd etamiz.

Dvigatellarning buzilmasdan ishlash vaqti



4.5-rasm. Elektr motorlar buzilmasdan ishlash vaqtini kuzatish natijalarining sochilgan holda joylashishi.

4.7-jadval

Kuzatish natijalari:

№1-5,0y;	№6-5,2y	№11-4,5y	№16-4,4y	№21-3,8y
№2-4,3y	№7-5,3y	№12-4,6y	№17-4,0y	№22-3,9y
№3-6,0y	№8-5,5y	№13-4,7y	№18-4,9y	№23-6,1y
№4-4,3y	№9-5,6y	№14-4,8y	№19-5,8y	№24-6,2y
№5-4,6y	№10-5,7y	№15-5,1y	№20-5,9y	№25-6,3y

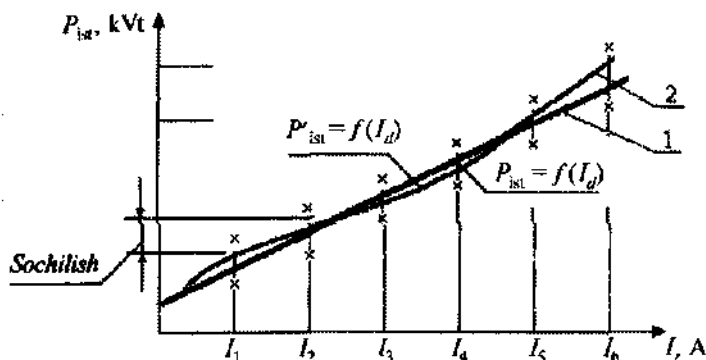
Qayd etilgan natijalardan faqatgina bitta xulosaga kelish mumkinki, ya'ni o'rganilayotgan 25 ta elektr motorning ishlash muddati 3,8 yildan 6,3 yilgacha oraliqda o'zgaradi (4.5-rasm). Boshqacha aytganda ushbu oraliqdagi tasodifiy sochilgan natijalar qayd qilingan.

3,8 yil va 6,3 yil oraliq'ida qayd etilgan tasodifiy kattaliklar (voqeliklar) bir nechta omillarga: dvigatellar ulangan elektr ta'minot tizimidagi kuchlanish, chastota, motorlar yuklamalarining o'zgarishiga va h.k.larga bog'liq bo'lib, ushbu omillar boshqarilmaydigan omillar hisoblanadi.

Boshqa bir misol: mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok elektr dvigatelning iste'mol quvvati (P_{ist}), kuchlanish ($U_d = const$) o'zgarmas bo'lganda, elektr motor iste'mol qilayotgan tok kuchiga (I_d) proporsional tarzda o'zgaradi ($I_d = I_{ya} + I_s$ elektr dvigatel yakor va stator toklari yig'indisi).

Ushbu bog'liqlikni analitik, ya'ni formula yordamida quyidagicha ifodalash mumkin:

$$P_{ist} = I_d \cdot U_d . \quad (4.10)$$



4.6-rasm. O'zgarmas tok motorning iste'mol quvvatini (P_{ist}) dvigatel yakor zanjiri orqali o'tayotgan tok kuchiga (I_d) bog'liqlik grafigi $P_{ist} = f(I_d)$.

Ushbu analitik bog'liqlik to'g'ri chiziq bo'lib, uni 4.6-rasmdagi grafil orqali ifodalash mumkin.

Kuchlanish U o'zgarmas bo'lganda yakor toki I ning turli qiymat uchun dvigatel iste'mol quvvatini aniq hisoblash mumkin.

Matematik formula, ya'ni $P_{ist} = I_d \cdot U_d$ yordamida qurilgan grafikning $P_{ist} = f(I_d)$ aniqligi eng yuqori darajada bo'ladi, ya'ni tokning I_{d1} , I_{d2} , I_{d3} , I_{d4} , I_{d5} , I_{d6} qiymatlari uchun formula yordamida hisoblab topilgan quvvatlar P_{ist1} , P_{ist2} , P_{ist3} , P_{ist4} , P_{ist5} , P_{ist6} tasodifiylik ehtimolligidan holi.

Ushbu grafikni eksperiment (tajriba) natijalari bo'yicha qurilganda, ya'ni o'rganilayotgan elektr motorni tarmoqqa ulanish zanjiriga o'rnatilgan vattmetr orqali iste'mol qilayotgan quvvatini (P'_{ist}) va ampermetr bo'yicha tokini o'lchash natijalari 4.6-rasmda belgilab chiqilganda uchta takrorlangan tajribada tokning bir xil qiymatiga turli xil quvvat to'g'ri kelishini ko'ramiz.

Birinchi misolda olingan natijalar (voqeliklar) tasodifiylik ehtimollik elektr tarmoqda kuchlanish U ni tok chastotasi f ni, motorning yuklanish o'zgarib turishi va boshqa boshqarilmaydigan omillar bilan bog'liqdir.

Ikkinchi misolda esa formula bo'yicha qurilgan grafikdan $P = f(I_s)$ vattmetr va ampermetr ko'rsatkichlari bo'yicha qurilgan grafik — $P = f(I_s)$ orasidagi farq, ya'ni o'lchov natijalarini tasodifiylik ehtimolliigi o'lchov aniqligiga bog'liq.

Shunday qilib yuqoridagi misollar tahlili tasodifiy voqelik yoki tasodifiy kattaliklarni yuzaga kelishini ikkita manba mavjud bo'lishi mumkin degan xulosa olib keladi.

Birinchi manba — tadqiqot olib borilayotgan obyektga katta miqdordagi boshqarilmaydigan, ko'p hollarda hisobga olinmaydigan omillar ta'siri.

A voqelikning to'la ehtimolligi topamiz:

$$P(A)=p_1p_2(1-q_{1,2})+p_1(1-p_2)(1-q_1)+p_2(1-p_1)(1-q_2)+(1-p_1)(1-p_2)(1-q_0).$$

Hisoblash natijalari 4.5-jadvalda keltirilgan.

4.5-jadval

Qurilmaning ishdan chiqishi	Ehtimollik		Shartli ehtimollik $P(A H)$	To'la ehtimollik
	Rostlagich- ning ishlashi	Gipoteza		
$q_{1,2}=0,01$	$p_1=0,95$	$H_{1,2}=0,855$	0,99	0,846
$q_1=0,1$	$p_2=0,90$	$H_1=0,095$	0,90	0,085
$q_2=0,2$		$H_2=0,045$	0,80	0,036
$q_0=0,6$		$H_0=0,005$	0,40	0,002
A voqelik ehtimolligi				0,969

5-misol. Zavodda ishlab chiqarilayotgan elektr dvigatellar *R* ehtimollikda nuqsonga ega bo'lishi mumkin. Sifat nazorati sexiga topshirilgan har bitta dvigatel uchta nazoratchi (kontroller)ning faqat bittasi tomonidan baholanadi. Agar elektr dvigatellarda nuqsanlar bor bo'lsa, nazoratchi tomonidan uning aniqlash ehtimolligi P_i ($i=1,2,3$) deb belgilanadi. Elektr dvigatel nuqsoni sexda aniqlanib, uni yaroqsiz deb ko'rsatilmasa, u keyingi bosqich sifat nazorati OTK dan o'tkaziladi va bu yerda undagi nuqsan p_0 ehtimollikda aniqlanadi.

Elektr dvigatellardagi nuqsanlarning aniqlanish ehtimolligi quyidagi voqeliklarda sodir bo'lishi mumkin.

A – elektr dvigatel yaroqsiz deb topilgan;

B – elektr dvigatel nuqsoni sexda aniqlangan;

C – elektr dvigatel nuqsoni OTKda aniqlangan.

Yechish. *B* va *C* voqeliklar bir vaqtda sodir bo'lmaydigan voqeliklar ekanligini inobatga olib, $A=B+C$ tenglama orqali ifodalaymiz. *A* voqelikning sodir bo'lish ehtimolligi:

$$P(A)=P(B+C)=P(B)+P(C);$$

Elektr dvigatelning sexda yaroqsiz deb topish voqeligi $P(B)$ sodir bo'lishi uchun elektr dvigatel nuqsonga ega bo'lishi (*M* voqelik) va uning aniqlanishi (*N* voqelik) sodir bo'lishi kerak.

$$P(B)=P(MN)=P(M)P(N|M).$$

Mavjud nuqsонning sexda aniqlanishi ehtimolligini to'la ehtimollik formulasi bilan aniqlaymiz:

$$P(N|M) = \frac{1}{3} (p_1 + p_2 + p_3).$$

Elektr dvigatelning nuqsonini sexda topilish ehtimolini quyidagi formula orqali topamiz:

$$P(B) = \frac{p_1 + p_2 + p_3}{3}.$$

Yuqoridagi tartibda $P(C)$ ni hisoblaymiz:

$$P(C) = p \left(1 - \frac{p_1 + p_2 + p_3}{3} \right).$$

$P(B)$ va $P(C)$ bo'yicha A voqelikning ehtimolligini (elektr motorning yaroqsiz deb topilishi) aniqlaymiz:

$$P(A) = p \frac{p_1 + p_2 + p_3}{3} + pp_0 \left(1 - \frac{p_1 + p_2 + p_3}{3} \right).$$

Gipotezalar teoremasi (Beysa formulasi)

Ayrim hollarda bizni qiziqtirayotgan A voqelikni bevosita kuzatib bo'lmaydi va uning sodir bo'lishi yoki bo'lmastligi to'g'risidagi xulosaga boshqa bir voqelikni kuzatish orqali kelinadi. Masalan, tuman podstansiyasidagi navbatchi podstansiyadan chiqayotgan liniyadagi yuklamani o'lchov asbobi orqali kuzatish imkoniga ega bo'lsada, uni keltirib chiqarayotgan sababini, (iste'molchilarning tarmoqdan ajratilishi yoki qo'shimcha ulanishi, o'lchov transformatoridagi yoki ikkilamchi yoki o'lchov asboblarda elektr zanjiri uzilganligi va boshqalar) bilmaydi, lekin kuzatish asboblardagi yuklamaning o'zgarish xarakteriga qarab ko'proq ehtimollikka ega sabab haqida xulosaga kelishi va u bo'yicha biron yechim qabul qilishi mumkin. Bu turdagi masalalarning yechimini topishda Beysa formulasidan foydalaniladi.

Aprior ehtimolligi $P(H_i)$, $i=1,2,3,\dots,n$ va $\sum_{i=1}^n P(H_i) = 1$ bo'lgan, $H_1, H_2, H_3, \dots, H_n$ bir biri bilan bir vaqtda sodir bo'lmaydigan gipotezalar to'la guruhi misolida Beysa formulasini ifodalaymiz.

Motorning izolatsiyasini sinash natijasida A voqelik sodir bo'ladi. H_i — gipoteza ehtimolligini o'zgarishini ko'rib chiqamiz. Buning uchun $P(H_i/A)$ ni topamiz:

$$P(A)P(H_i/A) = P(H_i)P(A|H_i);$$

$$P(H_i/A) = P(H_i)P(A|H_i)/P(A).$$

Ushbu tenglamaning to'la ehtimollik qiymati $R(A)$ ni qo'yib, Beysa formulasining quyidagi ifodasini olamiz:

$$P(H_i/A) = \frac{P(H_i)P(A/H_i)}{\sum_{i=1}^n P(H_i)P(A/H_i)}, \quad i=1,2,3, \dots, n.$$

Tajribalarni takrorlashni asoslash

Elektr uskunalarni ekspluatatsiyalashda ularning biron bir ko'rsatkichini o'rganish bilan bog'liq tajribalar o'tkazish yoki kuzatuvni bir xil sharoitda bir necha marotaba takroran o'tkazishga to'g'ri keladi. Ushbu holatda bir biridan bog'liq bo'lmagan tajribalar yoki kuzatuvlar natijasida biron voqelikni bir, ikki, uch yoki undan ham ko'p marotaba yuzaga kelish imkoniyatini baholash zaruriyati tug'iladi. Bir biri bilan bog'liq bo'lmagan (mustaqil) tajribalar deb ularning har birida biron bir (ayrim) voqelikni sodir bo'lishi boshqa tajribalar natijalariga bog'liq bo'lmagan tajribalarni ataymiz.

Bir biriga bog'liq bo'lmagan n ta tajribaning har birida A voqelikning sodir bo'lish ehtimolligi p , sodir bo'lmashlik ehtimoligi esa $q=1-p$. n ta tajribada A voqelikning m marotaba sodir bo'lishida (yuzaga kelishi) ehtimoligini P_m bilan belgilaymiz. Masalan, uchta tajribada ($n=3$) A uchun natijaning (voqelikning) sodir bo'lishi 3, 2, 1 va 0 sonlarda qayd etilishi mumkin. 3 ta tajribada A voqelik sodir bo'lishi natijalari va ehtimolligi 4.6-jadvalda keltirilgan.

4.6-jadval

Natijalar	$\bar{A}\bar{A}\bar{A}$	$\bar{A}\bar{A}A$	$\bar{A}A\bar{A}$	$\bar{A}AA$	$A\bar{A}\bar{A}$	$A\bar{A}A$	$AA\bar{A}$	AAA
Ehtimoligi	q^3	q^2p	q^2p	q^2p	p^2q	p^2q	p^2q	p^3
m	0	1	1	1	2	2	2	3

Uchta tajribadan birontasida ham A voqelik sodir bo'lmashlik ehtimolligi $P_0=3P_0-P(\bar{A}\bar{A}\bar{A})$, 3 ta tajribaning bittasida A voqelik sodir bo'lsa $P_1=3q^2p$; $P_1=P(\bar{A}\bar{A}A)$ yoki $\bar{A}\bar{A}\bar{A}$ yoki $\bar{A}A\bar{A}$ va uchta tajribaning ikkitasida A voqelik sodir bo'lsa:

$$P_2=3q^2p; \quad P_2=\{yoki \bar{A}\bar{A}A yoki \bar{A}AA yoki AA\bar{A}\}; \quad P_3=P^3. \quad (4.4)$$

P_m ehtimollikni $(q+p)^3$ binomni yoyish orqali aniqlasa bo'ladi.

n tajribada A voqelikning sodir bo'lishi m marotaba, sodir bo'lmashlik ehtimoli $n-m$ bo'lganda bir-biri bilan bog'liq bo'lmagan ehtimolliklarni ko'paytirish teoremasiga asosan $p^m \cdot q^{n-m}$ ko'paytma bilan ifodalanadi.

Bunday natijalar soni n elementdan m bo'yicha qancha (sochitaniy) tuzish mumkin bo'lsa shuncha bo'lishi mumkin.

$$C_n^m = \frac{n(n-1)\dots(n-m+1)}{m!} = \frac{n!}{m!(n-m)!} \quad (4.5)$$

Ushbu natijalarning barchasining sodir bo'lish ehtimolligi bir xil bo'lgani uchun A voqelikning n tajribada m marotaba sodir bo'lish ehtimolligi P_{mn} bitta natijaning ehtimolligini natijalar soniga ko'paytmasi bilan ifodalanadi va Bernulli formulasi deb yuritiladi:

$$P_{mn} = C_n^m p^m q^{n-m} = \frac{n!}{m!(n-m)!} \cdot p^m q^{n-m} \quad (4.6)$$

P_{mn} — Nyuton binomi $(q+p)^n$ ning yoyilgan a'zolarini aks ettiradi va shuning uchun uni ham ehtimolliklarning binomal taqsimlanishi deb hisoblaymiz.

Amalda n tajribalar A voqelikning kamida (eng kamida) k marotaba sodir bo'lish ehtimolligini $P_n(k)$ aniqlash zarur bo'ladi va uni ehtimolliklarni qo'shish teoremasi bo'yicha aniqlanadi:

$$P_n(k) = P_{kn} + P_{k+1,n} + P_{k+2,n} + \dots + P_{nn} = \sum_{m=k}^n C_n^m p^m q^{n-m} \quad (4.7)$$

Kamida 1 ta voqelik sodir bo'lish ehtimolligi:

$$P_{n(1)} = 1 - q^n \quad (4.8)$$

Biron bir voqelikni R dan kam bo'lmagan ehtimollikda kamida bir marotaba sodir bo'lishini tasdiqlash uchun o'tkazilishi kerak bo'lgan tajribalar soni quyidagicha topiladi:

$$n \geq \frac{\ln(1-P)}{\ln(1-p)} \quad (4.9)$$

6-misol. Kun mobaynida bir birlik mahsulot olishga sarflanayotgan solishtirma energiya sarfi belgilangan me'yordan oshishi ehtimoli 0,8 bo'lgan hol uchun yaqin 7 kun ichida 4 kun davomida solishtirma energiya sarfini me'yordan ortiq bo'lmashlik ehtimoli aniqlansin.

Yechish. Misol shartiga ko'ra energiya sarfini $n=7$ kun davomida kuzatish mobaynida $m=4$ kun davomida uning miqdorini me'yordan oshish ehtimolini ($P_{4,7}$) topamiz; $R=0,8$ bo'lgani uchun $q=1-r=1-0,8=0,2$ bo'lishini inobatga olgan holda ehtimollik $P_{4,7}$ ni Bernulli formulasi yordamida aniqlaymiz:

$$P_{4,7} = C_7^4 p^4 q^3 = \frac{7(7-1)(7-2)(7-3)(7-4)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} (0,8)^4 \cdot (0,2)^3 = 0,115.$$

Ma'lum bir vaqt oralig'ida bir biriga cheksiz yaqin istalgancha kattaliklar bilan ifodalangan kattaliklar **uzluksiz tasodifiy kattaliklar** deb ataladi.

Masalan, elektr tarmog'iga ulangan ko'p sonli iste'molchilar tomonidan iste'mol qilinayotgan energiya miqdorini bir sutka davomida o'zgarishi.

Qishloq xo'jaligi elektr uskunalari ekspluatatsiyalash jarayonida ularni holatini, energetik ko'rsatkichlarini o'rganish bilan bog'liq qator tajribalar o'tkazishga to'g'ri keladi.

Misol, elektr motorlarni kapital ta'minlangandan keyin izolatsiyasini sinash yoki elektr iste'molchilari tomonidan 1 soat davomida iste'mol qilinayotgan energiya miqdorini o'lchash va h.k.lar.

Eksperimentlar yoki o'lchash natijalari odatda o'lchanayotgan kattaliklar son qiymatlaridan iborat qatorni tashkil qiladi va uni ko'pincha **variatsion qator** deb ataladi [3, 70-bet].

Variatsion qator tajriba yoki o'lchash natijalari bo'yicha olingan tasodifiy ketma-ketlikda joylashgan tasodifiy kattaliklardan iborat qatordir.

O'rganilayotgan voqeelikni (jarayonni) kechishi va tasodifiy omillarning unga ta'siri to'g'risida to'la tasavvurga ega bo'lish uchun variatsion qatordagi tartibsiz joylashgan tasodifiy kattaliklarni tartiblashtiriladi. Tasodifiy kattaliklar joylashgan pastki va yuqori chegaralari oralig'i bir xil o'lchamda (oraliqda) bo'laklarga (intervallarga) bo'linib chiqiladi.

4.2-bandda keltirilgan tovuqxonadagi 4A seriyali elektr motorlarning buzilmasdan ishlash vaqtini aniqlash bo'yicha qayd etilgan natijalar (4.7-jadval) ushbu voqeeliklarni (tasodifiy kattaliklarni) 3,8–6,3 yil oralig'ida o'zgarishini ko'rsatadi.

O'lchangan kattaliklarning eng katta va eng kichik qiymati farqi 2,5 yilni tashkil etadi. Variatsion qatordagi tasodifiy kattaliklar soni n dan katta bo'lsa, natijalarni tahlil qilishda qulay holatga keltirish uchun eng katta va eng kichik qiymatlarni teng oralikda qismlarga (intervallarga) ajratib chiqamiz. Bizning misolimiz uchun 3,8–6,3 oralikda qayd etilgan kuzatish natijalarini 5 ta qismga 0,5 yil oralig'dagi qismlarga bo'lamiz.

Intervallar oralig'i: (3,8–4,3); (4,3–4,8); (4,8–5,3); (5,3–5,8); (5,8–6,3).

4.9-jadvalda keltirilgan materiallar yoki 4.10-rasmda keltirilgan chastotalar poligoni tasodifiy kattalikni (X) empirik (statistik) taqsimlanishi yoki chastotalar taqsimlanishini ifodalaydi va eksperiment yoki kuzatish natijalarini ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$) butun oralik (interval) bo'yicha taqsimlanishini ko'rsatadi.

Intervallar soni k ni quyidagi formula bo'yicha qabul qilish ham mumkin:

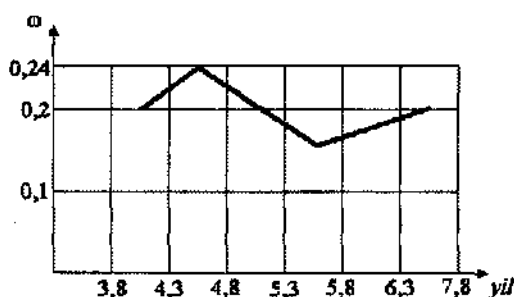
$$k = 4 \log n. \quad (4.13)$$

Kuzatuv yoki eksperiment natijalari asosida qurilgan tasodifiy kattaliklarni empirik taqsimlanishini biron bir ma'lum nazariy taqsimlashga keltiriladi yoki approssimatsiyalanadi (yaqinlashtiriladi). Boshqacha aytganda o'rga-

Tajriba natijalarini tartibli holatda ifodalash va ishlov berish jadvali

i - intervaldagi tasodifiy kattaliklar	3,8 3,9 4,0 4,1 4,2	4,4 4,5 4,6 4,6 4,7 4,8	4,9 5,0 5,1 5,2 5,3	5,5 5,6 5,7 5,8	6,9 6,0 6,1 6,2 6,3	
i - intervaldagi qayd etilgan kattaliklar soni chastotasi, m_i	5	6	5	4	5	$n = 25$
Interval (oralik)	3,8-4,3	4,3-4,8	4,8-5,3	5,3-5,8	5,8-6,3	
Tasodifiy kattaliklarning i -intervaldagi qaytarilishining nisbiy chastotasi $\omega_i = \frac{m_i}{n}$	$\frac{5}{25} = 0,2$	$\frac{6}{25} = 0,24$	$\frac{5}{25} = 0,2$	$\frac{4}{25} = 0,16$	$\frac{5}{25} = 0,2$	1,0
$\sum x$	20,3	28,4	25,5	22,6	30,5	
$\sum x^2$	412,09	816,5	650,2	510,7	930,2	

Bu yerda: n – variatsion qatordagi tasodifiy kattaliklar soni ($n=25$);
 m_i – berilgan intervaldagi tasodifiy kattaliklar soni.



4.10-rasm. Chastotalar poligoni (taqsimlanishning empirik grafigi).

nilayotgan ko'rsatkichlarni o'zgarish qonuniyatini ifodalash uchun tasodifiy kattaliklar asosida tuzilgan empirik taqsimlanishni unga yaqin bo'lgan nazariy taqsimlanishga almashtiriladi.

Tasodifiy kattaliklarni empirik taqsimlanish jadval yoki grafik ko'rinishda tasvirlanadi va bu orqali o'rganilayotgan voqeliklarni o'zgarishi (jarayon parametrlari, kattaliklari) haqida kengroq ma'lumotga ega bo'lamiz.

Shu bilan birga tasodifiy kattaliklarni taqsimlanishini miqdoriy son xarakteristikasini (ko'rsatkichlarini) bilish zarur bo'ladi.

Matematik statistikada tasodifiy kattaliklarni sochilish va sochilish markazini holat xarakteristikalari orqali miqdori (soni) ifodalanadi.

Sochilish markazi tasodifiy kattaliklarni eng ko'p sodir bo'lishi qayd etilgan intervalga to'g'ri keladi. 4.9-jadvalda keltirilgan misolda sochilish markazi 4,4–4,8 oralig'idagi intervalga to'g'ri keladi, boshqacha aytganda, atrofida tasodifiy kattaliklar tig'iz joylashgan intervaldagi tasodifiy kattaliklarning o'rtacha qiymati.

Tasodifiy kattaliklarni sochilish markazidan u yoki bu darajada og'ishini miqdoriy ko'rsatkichi sochilish xarakteristikasi hisoblanadi.

Tasodifiy kattaliklarni sochilish va sochilish markazi holat xarakteristikalari tasodifiy kattaliklarni statistikasi yoki statistik o'lehamlari deyiladi.

Sochilish markazi holat xarakteristikasi quyidagi miqdoriy (son) ko'rsatkichlar bilan baholanadi:

o'rtacha arifmetik qiymat – $(\bar{x})$;

mediana yoki o'rtacha qiymat – (x) ;

moda – M_0 .

Tasodifiy kattaliklarning miqdoriy xarakteristikalaridan yana bittasi bu matematik kutilgan natija bo'lib uni ko'p hollarda **taqsimlanish markazi** deb ataladi. Tasodifiy kattalik (voqelik) X , $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ ehtimolliklar bilan faqat $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ qiymatlardagi qiymatlarga ega bo'lganda diskret tasodifiy kattalikni matematik kutilgan natijasi $M(X)$, $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$ ehtimolliklarga ega $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ qiymatli kattaliklarni ko'paytmalari yig'indisi bilan aniqlanadi.

$$M(X) = x_1 \cdot p_1 + x_2 \cdot p_2 + x_3 \cdot p_3 + \dots + x_n \cdot p_n = \sum_{i=1}^n x_i \cdot p_i. \quad (4.14)$$

Tajriba yoki kuzatuvni n marotaba takrorlash natijasida tasodifiy kattalik X m_1 marotaba x_1 qiymatni, m_2 marotaba x_2 qiymatni, m_k marotaba x_k qiymatni qabul qiladi, deb olamiz. Bu yerda n barcha kattaliklarni o'rtacha arifmetik qiymati quyidagicha topiladi.

$$\bar{x} = \frac{x_1 \cdot m_1 + x_2 \cdot m_2 + \dots + x_k \cdot m_k}{n} = x_1 \cdot \frac{m_1}{n} + x_2 \cdot \frac{m_2}{n} + \dots + x_k \cdot \frac{m_k}{n}. \quad (4.15)$$

Formuladagi $\frac{m_j}{n} = \omega_j - x_j$ tasodifiy kattalikning chastotasi. Tajriba yoki kuzatuvlar soni cheksiz katta bo'lganda chastota ω_j taqriban uning ehtimolligi P_j ga teng deb olinadi.

Bunday holda, **matematik kutilish** — $M(X)$ taqriban, tasodifiy kattalikning kuzatilayotgan miqdorini o'rtacha arifmetik qiymatiga teng deb qabul qilinadi.

Uzluksiz tasodifiy kattalik X ning qabul qilishi mumkin bo'lgan qiymatlari bo'yicha ma'lumotlarga ega cheksiz kichik interval (oraliq) dx ga tushish ehtimolligi ehtimollikning elementiga teng: $[f(x)dx]$. Bundan kelib chiqqan holda taqsimlashish zichligi $f(x)$ bo'lgan uzluksiz tasodifiy kattalikni matematik kutilishi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$M(X) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x) \cdot dx. \quad (4.16)$$

Matematik kutilish ko'p hollarda tasodifiy kattaliklarning **taqsimlanish markazi** deb yuritiladi.

4.7-jadvalda keltirilgan variatsion qator uchun variatsion qatorning o'rtacha arifmetik qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^l x_i, \quad (5.17)$$

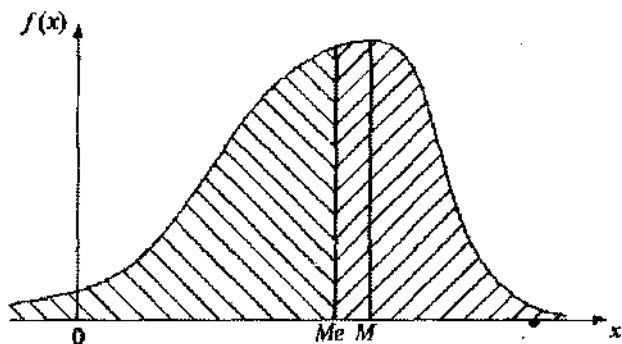
$$\begin{aligned} x = \frac{1}{25} (5,0 + 4,3 + 6,0 + 4,3 + 4,6 + 5,2 + 5,3 + 5,5 + 5,6 + \\ + 5,7 + 4,5 + 4,6 + 4,7 + 4,8 + 5,1 + 4,4 + 4,0 + 4,9 + \\ + 5,8 + 5,9 + 3,8 + 3,9 + 6,1 + 6,2 + 6,3) = 5,06 \text{ yil} \end{aligned}$$

Variatsion qatorni tashkil etuvchi tasodifiy kattaliklar soni katta miqdorda bo'lsa, hisoblash aniqligini ma'lum darajada pasayishini oldindan bilgan holda arifmetik o'rtacha qiymatni ($\bar{x}$) variatsion qatorni intervallarga bir necha bo'laklarga bo'linib hisoblanadi:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^K u_i m_i, \quad (4.18)$$

bu yerda: u_i — i - intervaldagi tasodifiy kattaliklarning o'rtacha qiymati; m_i — i - intervaldagi tasodifiy kattaliklar soni (o'lovlar chastotasi); K — intervallar soni.

Variatsion qatorining muhim miqdoriy ko'rsatkichlardan biri uning **modasi** (M) bo'lib, u variatsion qatorda eng ko'p uchraydigan tasodifiy kattaliklar qayd etilgan intervaldagi kattaliklarni o'rtacha qiymatidir.



4.11-rasm. Tasodifiy kattaliklarning taqsimlanish zichligi grafigi.

4.9-jadvalda keltirilgan variatsion qatorda tasodifiy kattaliklar eng ko'p qayd etilgan interval 4,3–4,8 yil oralig'ida bo'lib, intervalning o'rtasi 4,5 ga to'g'ri keladi: $M=4,5$ yil. Chastotalar poligonida esa empirik grafigdagi ω ning eng katta qiymati joylashgan nuqta bilan belgilanadi, ya'ni grafigda ham $M=4,5$ y.

Tasodifiy kattaliklarning sochilish markaziga nisbatan taqsimlanishi simmetrik joylashgan bo'lsa, variatsion qator o'rtacha arifmetik qiymati $\bar{x}$ va modasi M ga teng bo'ladi.

Tasodifiy kattaliklarning miqdoriy xarakteristikalaridan biri **mediana** bo'lib, taqsimlanish grafigi hosil qilgan maydon yuzasini teng ikkiga bo'luvchi tasodifiy kattalikning qiymatidir (4.11-rasm).

Tasodifiy kattaliklarning empirik taqsimlanishi xarakteristikasi uchun o'rtacha kvadratik va modasini topishning o'zi yetarli emas, chunki ikkita o'rtacha kvadratik va modalari bir-biriga teng yoki qariyb teng bo'lgan taqsimlanish poligonlari ikki xil shaklni ifodalashi mumkin. Shuning uchun, ulardagi tasodifiy kattaliklarning sochilishidagi farqlarni hisobga olishda sochilish xarakteristikasidan foydalaniladi.

Tasodifiy kattaliklarning sochilishini yoki sochilish markazidan har xil masofada joylashishini quyidagi ko'rsatkichlar yordamida aniqlaymiz: tasodifiy kattaliklarning **sochilish kengligi** (oralig'i) R ; **o'rtacha kvadratik og'ish** yoki **standart** $-\sigma$; **dispersiya** $-\sigma^2$; **variatsiya koeffitsiyenti** $-v$.

Qiymatning sochilish kengligi (R) bu tasodifiy kattaliklar eng katta va eng kichik qiymatlarining farqi bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$R = x_{\max} - x_{\min} . \quad (4.19)$$

4.7-jadvalda keltirilgan variatsion qator uchun $R=6,3y-3,8y=2,5y$ il.

O'rtacha kvadrat og'ish (σ) (dispersiya) tasodifiy kattaliklarining sochilish ko'rsatkichlari:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} . \quad (4.20)$$

4.7-jadvalda keltirilgan variatsion qatorning o'rtacha kvadratik og'ishi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(3,8-5,06)^2 + (3,9-5,06)^2 + \dots + (6,2-5,06)^2 + (6,3-5,06)^2}{25}}$$

$$\text{Dispersiya } \sigma^2 \text{ (sochilish): } \sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 .$$

$$4.7\text{-jadval bo'yicha: } \sigma^2 = \frac{1}{25} (3,8 - 5,06)^2 + \dots + (6,3 - 5,06)^2 = 0,546 .$$

Variatsiya koeffitsiyenti v solishtirma dispersiya koeffitsiyenti deb ham yuritiladi va quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\% .$$

$$4.7\text{-jadvalda keltirilgan variatsion qator uchun } v = \frac{0,7389}{5,06} = 0,122 .$$

Tasodifiy kattaliklarning taqsimlanish qonunlari

Tajribalar yoki kuzatuvlar natijalariga statistik yondashuvda tasodifiy kattaliklarni realizatsiya qilish, ya'ni to'plash vaqtidagi qiymatlari belgilash (olish) cheklangan. Odatda bir necha o'n marotaba o'lchovlar yoki kuzatuvlar bilan chegaralanadi. Masalan yuqoridagi parrandachilik fabrikasidagi A4 seriyali asinxron motorning buzilmasdan ishlash vaqtini o'rganishda tasodifiy kattaliklarni realizatsiya soni 25 ta, ya'ni 25 ta elektr motorni kuzatish bo'yicha olingan, ya'ni ularni sonini 50 yoki 100 taga yetkazish real sharoitda amalga oshirib bo'lmaydi.

Tasodifiy kattaliklarning elektrik taqsimlanish chastotasi ularning xarakteristikalarini kabi ma'lum darajada va ularning qiymatlari variatsion qator hajmining oshishiga bog'liq holda barqaror ko'rsatkichga yaqinlashib boradi. 4.7-jadvaldagi variatsion qator uchun kuzatuvlar soni $n=25$ dan kam bo'lgan hol uchun o'rtacha arifmetik ko'rsatkich $\bar{x}$ quyidagi qiymatlarga ega bo'ladi.

4.10-jadval

Variatsion qator hajmi, n	4	5	5	5	6
O'rtacha arifmetik ko'rsatkich, $\bar{x}$	5,650	4,060	5,100	6,180	4,600

Xuddi shunday nabarqarorlik kuzatuvlar soni 5, 15, 25 taga teng bo'lganda tasodifiy kattaliklar chastotasi quyidagi qiymatlarga ega bo'ladi.

4.11-jadval

Interval, yil		3,8-4,3	4,3-4,8	5,3-5,8	5,8-6,3	4,8-5,3
Takrorlanish chastotasi ω	$n=5$	0,400	0,200	0,000	0,200	0,200
	$n=15$	0,134	0,334	0,267	0,067	0,200
	$n=25$	0,200	0,240	0,200	0,200	0,160

Tajriba natijalari va kuzatuvlar sonini oshib borishi variatsion qatorning xarakteristikalarini ko'rsatkichlarini (o'rtacha, dispersiya va h.k.lar) hamda nisbiy chastotasi empirik taqsimlanishini birdan bir doimiy kattalikka yaqinlashishiga olib keladi va $n \rightarrow \infty$ holda tasodifiy kattaliklarning taqsimlanish qonunini ifodalaydi.

Tasodifiy kattaliklarni nazariy taqsimlashish qonuniga katta yoki kam darajada eksperiment taqsimlanish qonunining yaqinlashuvi tasodifiy kattaliklarni mumkin bo'lgan qiymatlarini va ularga to'g'ri keluvchi ehtimolliklari orasidagi bog'liqlikni ifodalovchi matematik modeli hisoblanadi.

Tasodifiy voqelik yoki kattaliklarning *ehtimolligi* deganda variatsion qatorning hajmi n cheksiz oshib borganida empirik taqsimlanishni nisbiy chastotasi yaqinlashgan (intilgan) doimiy kattalik tushiniladi.

Amalda esa kuzatishlar soni katta bo'lganda tasodifiy voqelik yoki hodisaning ehtimolligi son qiymati etib tasodifiy voqelik yoki hodisaning nisbiy chastotasi qabul qilinadi:

$$p(A) = \frac{m}{n}, \quad (4.21)$$

bu yerda: n — variatsion qatordagi tasodifiy kattaliklar soni (variatsion qatorning hajmi); m — variatsion qatordagi tasodifiy kattaliklarning qiymatli natijalari.

Nazariy taqsimlanish uchun guruhlashuv markazi bu kutilayotgan matematik natija, boshqacha aytganda variatsion qator hajmi n cheksiz oshganda ($n \rightarrow \infty$) o'rtacha arifmetik ko'rsatkichi ($\bar{x}$) yaqinlashgan tasodifiy kattalikning qiymati ($\bar{x} \rightarrow M$). Ilmiy tadqiqotlarda statistik usullar odatda o'rganilayotgan ko'rsatkichlarni kuzatuv natijalarini empirik taqsimlashishini

ifodalashga olib keladi. Tajriba va kuzatuvlardan olingan taqsimlanishni nazariy taqsimlanish qonuni bilan appraksimatsiyalash (yaqinlashtirish) kerak.

Bunday appraksimatsiyalash tadqiqot natijalarini ifodalash va tahlil etish imkonini beradi. Boshqacha aytganda olingan empirik taqsimlanish uchun yig'ilgan statistik materiallarni muhim xususiyatlarinigina aks ettiruvchi nazariy taqsimlanish grafigini qabul qilish kerak.

Ko'pgina empirik taqsimlanishlar Gauss-Laplas qonuni nomi bilan nomlanib kelinayotgan ko'p tarqalgan normal taqsimlanish hisoblanuvchi nazariy taqsimlanishlarga bo'ysunadi.

Ko'plab bir-biriga bog'liq bo'lmagan yoki qisman bog'liq bo'lgan sabablarni umumiy ta'siri natijasida sodir bo'lgan tasodifiy kattaliklar normal taqsimlanishga bo'ysunadi.

Tasodifiy kattaliklarni normal taqsimlanish qonuniyati shakllanishining asosiy sharti olinayotgan natijalarga barcha tasodifiy sabablar bir xilda ta'sir ko'rsatishi va ular orasida alohida ustunlikka ega sabablar bo'lmashligidir.

Normal taqsimlanish qonuni quyidagi funksiya bilan ifodalanadi:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (4.22)$$

bu yerda: σ — o'rtacha kvadratik og'ish; μ — kutilgan matematik natija.

To'g'ri burchakli koordinatalar sistemasi obsissa o'qi bo'ylab tasodifiy kattalik qiymatini (x), ordinata o'qi bo'ylab esa unga to'g'ri keladigan qiymatni qo'ysak, qo'ng'iroq shaklini tasvirlovchi grafikni beradi va bunday egri chiziq Gauss egri chizig'i deb yuritiladi.

Normal taqsimlanish grafigining maksimal ordinatasi $f(x)$ o'rtacha arifmetik kattalik ($\bar{x}$) kutilayotgan matematik natija σ ga teng bo'lgan holatga to'g'ri keladi ($\bar{x} = \sigma$) va grafikni simmetrik joylashgan ikkita qismga bo'luvchi o'qi hisoblanadi. (4.12-rasm).

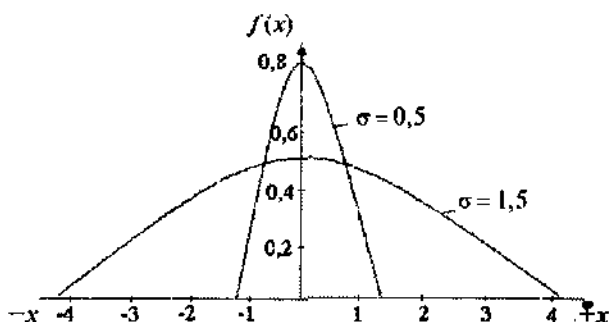
$x=\mu$ tenglik sharti bajarilganda, $f(x)$ quyidagi matematik ifoda bo'yicha hisoblanib topiladi:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}. \quad (4.23)$$

Normal taqsimlanish egri chizig'i shakli uni xarakterlovchi parametrlari:

o'rtacha kvadratik og'ishi σ va $\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$ ifodadan biriga bog'liq.

Formuladagi $\frac{x-\mu}{\sigma}$ ni tasodifiy kattaliklarning normallangan og'ishi t ga almashtirsak, uni quyidagicha ifodalash mumkin:



4.12-rasm. O'rtacha kvadratik og'ishning normal taqsimlanish grafigi shakliga ta'siri.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}, \quad (4.24)$$

$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}}$ ning son qiymati 2-ilovaning 2.1-jadvalida keltirilgan.

Grafik tasvir shakli o'rtacha kvadratik og'ishning (σ) qiymatiga bog'liq bo'lib, u qancha katta qiymatga ega bo'lsa normal taqsimlanish grafigi maksimal nuqtasi $\bar{x}$ o'qiga shuncha yaqin joylashgan bo'ladi, ya'ni yassi ko'rinishga ega bo'ladi.

Tajribalar natijasi bo'yicha olingan empirik taqsimlanishni nazariy taqsimlanish qonuni bilan apprxsimatsiyalash, ya'ni tasodifiy kattaliklarni normal taqsimlanish grafigini qurish uchun ehtimollik ko'rsatkichlarni ($\bar{x}, \sigma$) empirik taqsimlanishdan aniqlangan statistik ko'rsatkichlar bilan almashtirish kerak:

$$\bar{x} = 5,06 \text{ yil}; \quad \sigma = 0,7389 \text{ yil.}$$

Binobarin ushbu hol uchun nazariy takrorlanishlar darajasini (chastotasini) hisoblash quyidagi formula yordamida amalga oshiriladi.

$$f(x) = \frac{1}{0,7389\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-5,06)^2}{2 \cdot (0,7389)^2}}. \quad (4.25)$$

Kutilgan matematik natija μ o'rtacha kvadratik og'ishning normal taqsimlanish grafigining maksimal ordinatasi qiymati $\bar{x}$ ga to'g'ri keladi.

Tasodifiy kattaliklarning taqsimlanishini yuqoridagi formula bo'yidagi hisoblangan nazariy va 4.9-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida qab qilingan empirik chastotalari 4.12-jadvalda keltirilgan.

4.12-jadval

	Intervallar				
	3,8–4,3	4,3–4,8	4,8–5,3	5,3–5,8	5,8–6,3
Empirik, ω	0,2	0,24	0,2	0,16	0,2
Nazariy, ω					

Tanlash usullari haqida tushuncha

Ko'plab tadqiqot ishlarida, masalan, elektr uskunalarni ekspluatatsiya ishonchligini aniqlashda umumiy xususiyatlarga ega katta sonli umum (bosh to'plamdan) uskunalaridan bir qismigina (tanlama to'plam) ajrat olinib, ular misolida obyekt xususiyatlari o'rganiladi. Masalan, korxonada 100ta bir xil seriyali elektr dvigatellardan 25 tasi ajratib olinib ularning ishonchligi o'rganiladi. 25 ta elektr motorlarning tanlama to'plamining ishonchligini o'rganish natijalari asosida 100 ta elektr motor (bosh to'plam bo'yicha) xulosa qilinadi. Amaliyotda bosh to'plamdan to'plamni tanlashni ikki turi qo'llaniladi:

– bosh to'plamni ajratish talab qilinadigan tanlash (oddiy qaytarilmaydigan va oddiy qaytariladigan tasodifiy tanlash).

– bosh to'plamni qismlarga ajratgandan keyin tanlash (tipik tanlash bosh to'plamning tipik qismlaridan olinadigan tanlash, mexanik tanlash bosh to'plam tanlamaga nechta obyekt kiritilishi lozim bo'lsa shuncha guruhlariga mexanik tarzda bo'linadi va har bir guruhdan bittadan obyekt tanlanadi, seriyali tanlash – bosh to'plamdan bittadan emas seriyalab olinadi).

Tanlama usulining asosiy belgisi – bosh to'plamdan (masalan, 100 ta bir xil seriyali elektr motorlardan) bir qismini tadqiqot o'tkazish uchun tasodifiy ajratib olish (masalan, xohlagan 25 tasini tavakkaliga ajratib olish). Bu degani 100 ta elektr motordan har qaysisi ajratib olinayotgan 25 ta motor guruhi ichiga tushish ehtimolligiga ega. Shuning uchun, bosh to'plamdan (100 ta elektr dvigateldan) ajratib olingan 25 ta elektr dvigatellari bosh to'plamga xos xususiyatlarni to'g'ri ifodalashda vakolatlikka ega (tanlama to'plam) hisoblanadi va tasodifiy tanlab ajratish hisoblanadi. Odatda, bosh to'plamdan taqsimlanish qonuni noma'lum bo'lib bu haqidagi ma'lumot manbayi, majmuadagi x ta tasodifiy kattaliklardan ajratib olingan n ta kattaliklardan olingan natijalar hisoblanadi. Tanlama to'plam kattaliklari

(25 ta elektr motorlarni buzilmasdan ishlash muddati bo'yicha) variatsion qatori bo'yicha ularni empirik taqsimlanishi va miqdoriy ko'rsatkichlari (o'rtacha arifmetik $\bar{x}$, dispersiya σ^2 va boshqalar) hisoblab topiladi.

Tanlash usuli empirik taqsimlanish va uning xarakteristikalarini baholar deb qaraladi, ya'ni bosh to'plamni noma'lum parametrlarini (matematik natija, o'rtacha kvadratik og'ish va boshqalar) taqribiy qiymatidir.

Baholashning nuqtaviy va intervalli usullari mavjud: statistik xarakteristikani nuqtaviy baholash birgina son, qiymat bilan amalga oshiriladi. Bosh to'plamni dispersiyasi va matematik natijani baholashda tanlab (ajratib) olingan kattaliklarni o'rtacha arifmetik ko'rsatkichi $\bar{x}$ va tanlab olingan (tuzatish kiritilgan) dispersiya σ^2 lardan foydalaniladi. (Bu yerda

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \text{ formula yordamida hisoblanadi}).$$

Statistik baholar baholanayotgan parametrlarning «yaxshiroq» yaqinlashishlarini berish uchun quyidagi talablarni qanoatlantirishi lozim:

– *siljimagan baho* deb matematik kutilish, istalgan hajmli tanlama bo'lganda ham baholanayotgan, ξ_0 parametriga teng bo'lgan ξ_B statistik bahoga aytiladi, ya'ni $M(\xi_B) = \xi_0$;

– *siljigan baho* bu matematik kiritilishi $M(\xi_B)$ baholanayotgan parametr ξ_0 ga teng bo'lgan bahoga aytiladi;

– *effektiv baho* deb (tanlamaning hajmi n berilganda) mumkin bo'lgan eng kichik dispersiyaga ega bo'lgan statistik bahoga aytiladi.

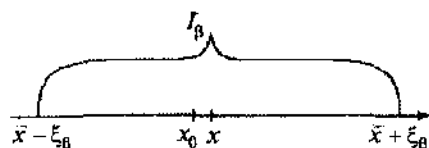
Katta hajmli (n katta) tanlamalar qaralganda baholarga asoslilik talabi qo'yiladi. *Asoslilik baho* deb baholanayotgan parametr $n \rightarrow \infty$ da ehtimol bo'yicha yaqinlashadigan statistik bahoga aytiladi.

Masalan, siljimagan bahoning dispersiyasi $n \rightarrow \infty$ da nolga intilsa, u holda bunday baho asosli bo'ladi.

Nuqtali baholash muayyan bir bahoni aniqligi to'g'risida ma'lumot bermaydi. Nuqtali baholashni ushbu kamchiliklari statistik xarakteristikani ishonchli interval baholash usullaridan foydalanish yo'li bilan bartaraf etiladi. *Intervalli baho* deb ikkita son – intervalning uchlari bilan aniqlanadigan bahoga aytiladi.

Statistik xarakteristikani ishonchli baholash, tanlama to'plam ma'lumotlari bo'yicha, ichida (oralig'ida) oldindan belgilangan ehtimollikda (ishonchli ehtimollikda) bosh majmuani taqsimlanish parametrlarini haqiqiy, lekin kattaliklar intervali ma'lum bo'lmagan qiymatlari joylashgan o'sha ishonchli intervalni aniqlash imkonini beradi.

O'rtacha uchun ishonchli (doveritelniye) chegaralari ishonchli interval chegaralari bosh to'plamni dispersiyasi va o'rtacha kattaliklari noma'lum bo'lganda quyidagi formula yordamida topiladi:



yuqori chegarasi: $I_{yu} = \bar{x} + \xi_\beta$;

pastki chegarasi: $I_p = \bar{x} - \xi_\beta$.

Ishonchli interval esa quyidagicha ifodalanadi:

4.13-rasm. Ishonchlilik intervalining chegaralanishi.

$$I_\beta = [(\bar{x} - \xi_\beta); (\bar{x} + \xi_\beta)]. \quad (4.26)$$

Natijalar qatori tahlil qilinib ishonchli interval aniqlanadi. Haqiqiy yechim (natija) bor interval:

$$I_\beta = [(\bar{x} - \xi_\beta); (\bar{x} + \xi_\beta)]. \quad (4.27)$$

Ishonchlilik intervali I_β ning 4.13-rasmdagi aks ettirilishidan quyidagilar kelib chiqadi.

Ishonchli ehtimollikning belgilab berilgan qiymati β uchun, ξ_β bosh to'plamni o'rtacha tanlama to'plamga almashtirishda yuzaga kelgan xatolik miqdoriy kattaligini ifodalaydi va quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\xi_\beta = \pm t_\beta \frac{\sigma}{\sqrt{n}}, \quad (4.28)$$

bu yerda: σ — tanlab olingan o'rtacha kvadratik og'ish; n — tanlama to'plamning hajmi; $t_\beta - \beta$ va n larning berilgan qiymatlari bo'yicha 4.13-jadvaldan olinadigan kattalik.

Texnika sohasidagi ilmiy izlanishlardagi amaliy hisoblarda ishonchli ehtimollik β 95% deb qabul qilinadi.

4.7- va 4.9-jadvallarda keltirilgan materiallar bo'yicha 4A seriyali elektr motorning buzilmasdan ishlash vaqtini topishdagi xatolik kattaligini aniqlaymiz.

Variatsion qatorning miqdoriy (son) ko'rsatkichlaridan hisoblanuvchi o'rtacha kvadratik og'ishi (dispersiyasi) $\sigma=0,738$ yil.

4.13-jadval

ξ_β ning son qiymatlari

Tanlama to'plam hajmi, n	0	5	0	0	0	20	>120
Ishonchli ehtimollik, β							
$\beta=0,90$	1,73	1,71	1,70	1,68	1,67	1,66	1,64
$\beta=0,95$	2,09	2,06	2,04	2,02	2,00	1,98	1,96
$\beta=0,99$	2,85	2,79	2,75	2,70	2,66	2,62	2,58

Tasodifiy kattaliklarning bosh to'lamidan tanlab ajratib olingan tanlama to'plamdagi kattaliklar soni $n=25$ ta, ishonchlilik ehtimolligi $\beta=0,95$ deb qabul qilib, 4.13-jadvaldan $n=25$, $\beta=0,95$ ga to'g'ri kelgan t_{β} ni qabul qilamiz: $t_{\beta}=2,06$:

t_{β} ni hisoblaymiz:

$$t_{\beta} = \pm 2,06 \cdot \frac{0,738}{25} = \pm 0,06 \text{ yil.}$$

Demak, yuqoridagi misol uchun ishonchli interval kengligi

$$2E_{\beta} = 2 \cdot 0,06 = 0,12 \text{ yil.}$$

Uning yuqori chegarasi: $I_{yu} = \bar{X} + E_{\beta} = 5,06 + 0,06 = 5,12 \text{ yil.}$

Uning quyi chegarasi: $I_q = \bar{X} - E_{\beta} = 5,06 - 0,06 = 5,00 \text{ yil.}$

Yuqoridagi natijalar tahlili ishonchlilik interval kengligi 0,12 yil ekanligini (ya'ni ancha tor ekanligini) va tanlab ajratib olingan tanlama to'plamdagi kattaliklarni o'rtacha qiymati (5,06 yil), bosh to'plamni matematik natijaga to'g'ri ekanligini ko'rsatdi. Tajriba va o'lchovlar amalga oshirilganda ularni aniqlik darajasi yoki chegaraviy xatolik ko'rsatkichi belgilangan bo'ladi.

Ushbu qo'yilgan talabni (aniqlik darajasi yoki xatolik qiymatidan chiqib ketmaslik) qanoatlantirishi o'rganilayotgan bosh to'plamdan tanlab ajratib olib o'rganilayotgan tanlama to'plamdagi kattaliklarni soniga bog'liq. Boshqacha aytganda tanlama soni n qanchaga teng bo'lganda 3 formuladagi tenglikni qanoatlantiradi, ya'ni ushbu formula bo'yicha hisoblangan xatolikning miqdoriy qiymati (E_{β}) belgilangan (chegaralangan, normalangan) qiymatiga teng bo'lishligini ta'minlaydi.

Bosh to'plamni o'rtacha tanlama to'plamga o'tkazilganda yuzaga keldigan xatoning (E_{β}) miqdoriy ko'rsatkichidan nisbiy ko'rsatkich orqali ifodalab, n ning qiymatini quyidagicha ifodalaymiz:

$$n = \frac{t_{\beta}^2 \cdot \sigma_i^2}{E_{\beta}^2}, \quad (4.29)$$

$\Delta = \frac{E_{\beta}}{\delta}$ — nisbiy xatolik yoki xatolik Δ ning son qiymati, odatda har bir tadqiqot izlanish uchun belgilangan bo'ladi va $\Delta \leq 0,5$ bo'lishligi maqsadga muvofiq.

Berilgan ishonchli ehtimollik β doirasida ruxsat etilgan xato chegarasidan chiqib ketmasligi uchun tajribalar sonini aniqlash uchun 4.14-jadvalda ma'lumotlar keltirilgan.

Tanlama hajmi (tajribalar soni)ning aniqlash jadvali

Berilgan ishonchli ehtimollik, β	Nisbiy xato, Δ					
	1,0	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
$\beta=0,80$	3	7	11	19	42	182
$\beta=0,90$	4	11	18	31	71	282
$\beta=0,95$	6	16	26	45	102	408
$\beta=0,99$	10	29	46	81	173	729

Misol. 35/10 kV pasaytiruvchi transformator podstantsiyasining 10 kV li shinasi kuchlanish kattaligini kuzatish jarayonida 24 marta o'lchangan o'lchov natijalari 4.15-jadvalda keltirilgan. Ushbu olingan kuzatish natijalari asosida kuchlanish miqdorlari U ning matematik kutilishi m uchun variatsion qatorning o'rtacha matematik ko'rsatkichini va $\beta=0,9$ ishonchli ehtimollik bo'lganda ishonchlilik intervalini toping.

4.15-jadval

O'l. tar. ra-qami	10 kV shinadagi kuchlanish U , kV	O'l. tar. ra-qami	10 kV shinadagi kuchlanish U , kV	O'l. tar. ra-qami	10 kV shinadagi kuchlanish U , kV	O'l. tar. ra-qami	10 kV shinadagi kuchlanish U , kV
1	10,9	7	10,7	13	10,3	19	10,0
2	10,8	8	10,6	14	10,2	20	9,9
3	10,9	9	10,5	15	10,2	21	9,8
4	10,9	10	10,5	16	10,1	22	9,9
5	10,8	11	10,5	17	10,1	23	10,2
6	10,8	12	10,4	18	10,0	24	10,6

Yechish. 1. 10 kV li shina $n=24$ marta takroran o'lchangan kuchlanishlardan tashkil topgan variatsion qatorning o'rtacha arifmetik ko'rsatkichini ($\bar{U}$) topamiz:

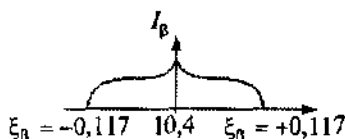
$$\bar{U} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{U}_i = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} U_i = 10,4 \text{ kV.}$$

1. Bosh to'plam dispersiyasining aralashmagan bahosini topamiz:

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n (U_i - \bar{U})^2}{n-1} = \frac{[(U_1 - \bar{U})^2 + (U_2 - \bar{U})^2 + \dots + (U_{n-1} - \bar{U})^2]}{24-1} = 0,122 \text{ kV}^2.$$

O'rtacha kvadratik chetlanishni topamiz:

$$\sigma^* = \sqrt{\bar{D}} = \sqrt{0,122} = 0,349 \text{ kV}^2.$$



2-ildovanning 2.2-jadvalida keltirilgan Laplas funksiyasi jadvalidan ishonchli ehtimollik $\beta=0,9$, ya'ni $2\Phi(t)=0,9$ uchun argumentni qabul qilamiz: $t_\beta=1,645$.

4.14-rasm. Ishonchli interval.

Klassik baholashning aniqligini topamiz:

$$\xi_\beta = t_\beta \frac{\beta^*}{\sqrt{n}} = 1,645 \frac{0,349}{\sqrt{24}} = 0,117 \text{ kV}.$$

Ishonchli interval chegaralarini aniqlaymiz (4.14-rasm).

Statistik gipotezalarini tekshirish

Odatda tasodifiy kattaliklarning taqsimlanish qonuniyati ma'lum bo'lmaydi. Tasodifiy kattaliklarni (miqdorlarni) biron-bir ko'rinishga ega deb taxmin qilinishi bu — *gipoteza*. Tasodifiy kattaliklarning taqsimlanishi yoki statistik xarakteristikasi haqida oldindan qilingan biron-bir taxmin (faraz) *statistik gipoteza* deb ataladi. Boshqacha aytganda, ma'lum taqsimot parametrining taxmin qilinayotgan kattaligi ilgari surilgan gipoteza demakdir. Gipoteza statistik, nol va konkurent, oddiy va murakkab turlarga bo'linadi.

Elektr motorning izolatsiyasi 5 yilda yaroqsiz holga kelishi haqidagi faraz (gipoteza) statistik gipoteza bo'la olmaydi, chunki unda taqsimotning na ko'rinishi haqida na parametrlari haqida biron bir ma'lumot berilmagan. 5A seriyali elektr motor muayyan bir ish rejimi va atrof muhit ko'rsatkichlari sharoitida buzilmasdan ishlash muddati (tasodifiy miqdorlarni taqsimoti normal funksiya bo'yicha bo'lganda) matematik kutilish $\mu=4,2$ yil degan nolinchii gipotezani olg'a suramiz. Bunda gipotezani quyidagicha yozma ifodalaymiz: $H_0: m=4,8$.

Olg'a surilgan gipoteza rad qilinsa, u holda zid gipoteza o'rinli bo'ladi.

Nolinchii (asosiy) gipoteza deb, olg'a surilgan H_0 gipotezaga aytiladi.

Konkurent (alternativ) gipoteza deb, nolinchii gipotezaga zid bo'lgan H_1 gipotezaga aytiladi.

Masalan, elektr zanjiriga ulangan lampa zanjir butun bo'lganda yoniq holda bo'ladi, deb olg'a surilgan nolinchii gipoteza H_0 ga zanjir butun bo'lganda lampa yonmagan holda bo'ladi, deb surilgan konkurent gipoteza H_1 gipoteza bo'ladi yoki nolinchii gipoteza normal taqsimotlari matematik kutilishi a ni 10 ga teng ($a=10$) degan taxmindan iborat bo'lsa, u holda konkurent gipoteza a ni 10 ga teng emas ($a \neq 10$) degan taxmindan iborat bo'lishi mumkin va quyidagicha yoziladi: $H_0: a = 10$; $H_1: a \neq 10$.

Oddiy gipoteza deb, faqat bitta taxminni o'z ichiga olgan gipotezaga aytiladi. Masalan, ko'rsatkichli taqsimot parametri λ ni 5 ga teng deb qabul qilinganda H_0 nolinchii gipoteza $H_0: \lambda = 5$ oddiy gipoteza hisoblanadi. Normal taqsimotning matematik kutilishi μ ni 3 ga teng deb olg'a surilgan taxmin (σ - dispersiyasi ma'lum bo'lganda) oddiy gipoteza hisoblanadi.

Chekli yoki cheksiz oddiy gipotezalardan iborat gipoteza *murakkab gipoteza* deb ataladi.

Masalan, yuqoridagi misoldagi ko'rsatkichli taqsimot parametri $\lambda > 5$ deb olg'a surilgan taxmin murakkab gipoteza hisoblanadi, ya'ni: $H_1: \lambda = \beta, (\beta = 5, 6, 7, 8, \dots)$.

Olg'a surilgan gipotezani to'g'ri yoki noto'g'riligini statistik usullarni qo'llab tekshirish *gipotezani statistik tekshirish* deb ataladi.

Gipotezani statistik tekshirishda ikki holatda noto'g'ri xulosaga kelish va ikki xil xatoga yo'l qo'yilishi mumkin:

birinchi tur xato — to'g'ri gipoteza rad qilinishi;

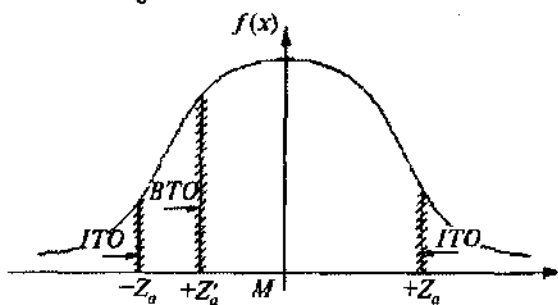
ikkinchi tur xato — noto'g'ri gipoteza qabul qilinishi;

Birinchi tur xatoga yo'l qo'yish ehtimolligi qiymatdorlik darajasi degan ko'rsatkich orqali aniqlanadi va α simboli bilan belgilanadi. Qiymatdorlik darajasi ko'pincha 0,01 yoki 0,05 qiymatlarda beriladi ($\alpha = 0,01, \alpha = 0,05$). $\alpha = 0,05$ bo'lganda gipotezani tekshirish mobaynida 100 ta holatdan 5 tasida birinchi tur xatoga yo'l qo'yildi, deganini anglatadi.

Qiymatdorlik darajasi qiymati bo'yicha nolinchii gipotezani rad etilishi bir yoki ikki tomonlama *kritik og'ish* Z_α bilan chegaralangan kritik sohasi deyiladi (4.15-rasm).

Tasodifiy miqdorlar normal taqsimotida o'rtacha miqdor haqidagi gipotezalarni tekshirishda kriteriya sifatida tanlama (tanlab olingan) o'rtachaning normallangan chetlanishini bosh to'plamning matematik kutilishi ($\bar{x}$) dan

qabul qilinadi: $Z = \frac{\bar{x} - M}{\sigma} \sqrt{n}$.



4.15-rasm. Gipotezani statik tekshirishga oid chizma (BTO — bir tomonlama og'ish, ITO — ikki tomonlama og'ish).

5A seriyali 20 ta elektr motorlarni buzilmasdan ishlash vaqti davomiyligi o'rtacha arifmetigi o'rganilganda variatsion qatorning tanlama qiymati deylik. $\bar{X}=4,2$ yil bir tomonlama kritik soha uchun qiymatdorlik darajasini $\alpha=0,05$ deb qabul qilib, 4.16-jadvaldan kritik chetlanish Z_α ning qiymatini qabul qilamiz: $Z_\alpha=1,64$.

4.16-jadval

Kritik chetlanish qiymatlari

Qiymatdorlik darajasi, α	Ikki tomonlama kritik soha, Δ					
	0,1	0,05	0,02	0,01	0,002	0,001
Kritik chetlanish, Z_α	1,64	1,96	2,33	2,58	3,09	3,29
Qiymatdorlik darajasi, α	Bir tomonlama kritik soha, Δ					
	0,05	0,025	0,010	0,005	0,001	0,0005

Buzilmasdan ishlash vaqti davomiyligi 4,0 yil degan taxminni olg'a suramiz, ya'ni nolinchgi gipotezani $H_0: \mu=4,0$ yil ko'rinishda ifodalaymiz.

Kritik chetlanishni hisoblaymiz:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\sigma} \sqrt{n} = \frac{4,2 - 4,0}{0,739} \cdot \sqrt{20} = \frac{0,2}{0,739} \cdot 4,45 = \frac{0,89}{0,739} = 1,2.$$

Gipotezani tekshirish $Z < Z_\alpha$ tengsizlik orqali aniqlanadi, ya'ni hisoblash orqali tanlama to'plamni o'rtacha arifmetik miqdori $\bar{X}$ bo'yicha hisoblangan chetlanish Z miqdordan olingan kritik chetlanish Z_α dan kichik bo'lsa, gipoteza inkor qilinmagan bo'ladi. Gipotezaning inkor etilishi yoki inkor etilmasligini tekshirishning ikkinchi yo'li $\bar{X}$ ni deb qabul qilib tenglamani $\bar{X}_k$ ga nisbatan yechiladi.

$$\bar{X}_k = \mu + \frac{\sigma}{\sqrt{n}} Z_\alpha;$$

$$\bar{X}_k = 4,0 + \frac{0,739}{\sqrt{20}} \cdot 1,64 = 4,0 + \frac{0,739}{4,4} \cdot 1,64 = 4,0 + 0,303 = 4,3;$$

$$\bar{X}_k = 4,3 \text{ yil}.$$

Demak, $\bar{X}_k = 4,3 > \bar{X} = 4,2$ bo'lgani uchun gipoteza $H_0: \mu=4,0$ yil inkor etilmaydi.

5. Ilmiy tadqiqotlarda o'lchov texnikasi

5.1. O'lchash, o'zgaruvchilar va o'lchanadigan kattaliklar

Qishloq xo'jaligi elektr uskunalarini ekspluatatsiyalash jarayonida, kapital va joriy ta'mirlangan elektrotexnik uskunalarini sinovdan o'tkazish elektrotexnologik jarayonlarning energetik ko'rsatkichlarini o'rganish va amaliy tadqiqotlar o'tkazishda o'rganilayotgan kattaliklar va energetik hamda texnologik ko'rsatkichlarning miqdoriy qiymatlarini o'lchash zaruriyati tug'uladi.

O'lchash davomida miqdoriy kattaliklar o'rganilayotgan jarayon voqelik yoki hodisani nafaqat o'zgarish qonuniyatlari, balki miqdoriy va sifat bog'liqliklarini ham ochib beradi.

O'lchash tajriba asosida aniqlangan biror fizik kattalikni uning bir birlik deb qabul qilingan kattaligi (etalon) bilan solishtirish (taqqoslash) jarayonidir. Masalan, elektr zanjirdan oqayotgan tok kuchini (I) zanjirga ulangan ampermetr shkalasida qayd etilgan son ko'rsatkich tok kuchini bir birlik deb qabul qilingan kattaligi (etalon) Amper (A) bilan taqqoslanadi. Xuddi shunday elektr ta'minot tizimida kuchlanishni o'lchashda kuchlanishni bir birlik deb qabul qilingan kattaligi Volt (V) bilan taqqoslanadi.

Agar o'lchanayotgan kattalik miqdori A bo'lsa va o'lchov birligi a bo'lsa, o'lchanilayotgan kattalikning son miqdori $n = A/a$ bo'ladi.

O'zgaruvchi ham deb ataluvchi o'lchanadigan kattaliklar bog'liq bo'lmagan, mustaqil bog'langan va tashqi o'zgaruvchi bo'lishi mumkin.

Bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchi (kattalik) faqat tadqiqotchi izmi bilan o'zgartiriladi. Masalan, o'zgarmas tok motorni sun'iy mexanik xarakteristikasini qurish uchun uni zanjirdagi qarshilikni o'zgartirishni tadqiqotchi amalga oshiradi yoki elektr motorni buzilmasdan ishlash muddatini tashqi muhit parametrlariga bog'liqligini o'rganishda elektr motor qo'yilgan, sun'iy iqlim hosil qilish kamerada haroratni, namlikni yoki havoni kimyoviy tarkibini tadqiqotchi o'zgartiradi.

Bog'langan o'zgaruvchi (kattalik) — bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchini o'zgarishi natijasida o'zgaruvchi fizik kattalik. Masalan, o'zgarmas tok motorining yakor zanjiridagi qarshilikni o'zgartirganda yakorni aylanish chastotasi yoki sun'iy iqlim hosil qilish kamerasi haroratini, namligini yoki havoni kimyoviy tarkibini o'zgartirilishi elektr motorning buzilmasdan ishlash muddatini o'zgarishiga olib keladi.

Tashqi o'zgaruvchi — tadqiqotchi xohishidan tashqari eksperiment natijalariga ta'sir ko'rsatuvchi sodir bo'ladigan fizik kattaliklar. Masalan, mexanik xarakteristikasi o'rganilayotgan elektr motor ulangan elektr tarqoqda kuchlanish va chastotaning o'zgarishi tashqi o'zgaruvchi hisob-

inadi. Bog'liq bo'lmagan kattaliklarni ilmiy izlanishlarda o'zgartirilib o'lchab azorat qilishimiz mumkin. Boshqa kattaliklarga bog'liq bo'lgan kattaliklar boshqa kattaliklar bilan birga o'zgaradi, shuning uchun ular faqat azorat qilinadi.

Tashqi kattaliklar faqat hisobga olinishi mumkin: tashqi muhit harorati, hamol tezligi va shunga o'xshashlar.

O'lchov asboblari statsionar va ko'chma bo'ladi. Masalan, elektr tarmoq imlari o'rganilayotganda izolatorlarning grlyandfarni sinash uchun ko'chma inash stendidan foydalaniladi. Elektr mashinalar, taransformatorlarni kapital i'mirlangandan keyingi sinash statsionar stendlarda o'tkaziladi.

Fizik asosiga ko'ra o'lchov priborlari va vositalari mexanik, optik, pnevmatik, gidravlik, akustik, elektr va maxsus turlariga bo'linadi (klassifikatsiyalanadi).

Noelektrik o'lchov priborlari va vositalari, asosan, statik va sekin o'zgaruvchan jarayonlarda qo'llaniladi. Murakkab va tez o'zgaruvchan jarayonlarda ularning ko'rsatkichlarini elektr o'lchov priborlari va vositalari yordamida o'lchanadi. Elektr o'lchov priborlari va vositalari ishlash prinsipi bo'yicha elektromagnit, elektrodinamik, magnitoelektrik, elektrostatik, induksion va elektron turlarga bo'linadi.

Elektr o'lchov priborlari va asboblaridan foydalanib, elektr ta'minot tizimidan uzatilayotgan energiya (W), quvvat (S, P, Q), tok kuchi kattaligi (I), qishloq xo'jaligi elektr uskunalarining energetik ko'rsatkichlari ($S, P, Q, \cos\varphi$), energotexnologik jarayonlar parametrlari (T, φ, v) va h.k. kattaliklarni o'lchash mumkin.

Ilmiy izlanishlarda o'lchanadigan kattaliklar turlicha bo'lishi mumkin:

geometrik: hhiziqli, hajmiy o'lchamlar, burchak, siljish, amplituda;

kinematik: tezlik, tezlanish, aylanish chastotasi soni;

dinamik: massa, sarf miqdori, kuch, kuchlanish, bosim, kuch momenti, ish, quvvat.

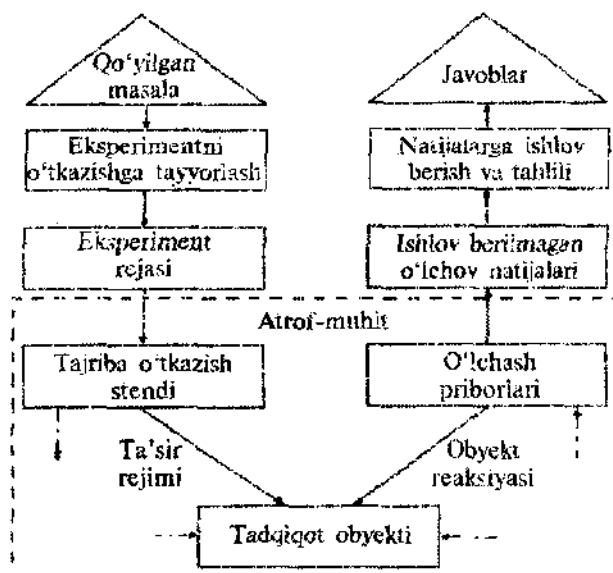
boshqalar: vaqt, harorat, rang, yoritilganlik, yorug'lik kuchi, akustik, qattiqlik, zichlik, gaz tarkibi, nurlanish;

elektr: tok, kuchlanish, energiya, quvvat, $\cos\varphi$, $tg\varphi$, $tg\delta$, η , K .

Eksperimental izlanishlarda o'lchov muhim o'rin tutadi.

Har qanday eksperimental tadqiqotlarda o'lchov priborlari va vositalaridan foydalaniladi va ularni to'g'ri tanlanilishi tadqiqot natijalariga bevosita daxldor omil hisoblanadi.

Odatda eksperiment natijalari tadqiqotdan ko'zda tutilgan masalani yechish bo'yicha qo'yilgan savolga javob berishga xizmat qiladi va bu jarayon moddiy (texnik) qurilmalar (tajriba stendi, o'lchov priborlari va h.k.lar) hamda intellektual-tashkiliy elementlarning o'zaro bog'liqligini mujassamlashtiruvchi tizimda amalga oshiriladi (5.1- rasm).



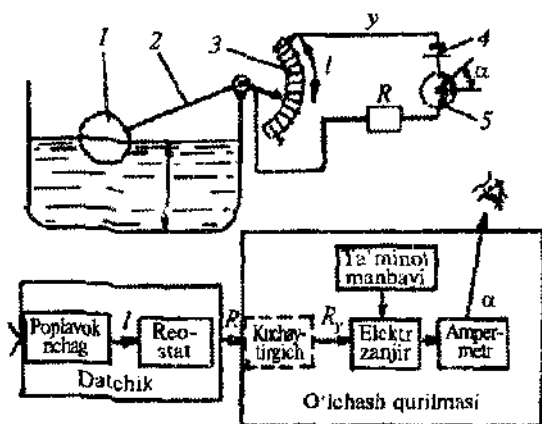
5.1-rasmi. Eksperimental tadqiqotlarni ifodalovchi murakkab tizim sxemasi.

5.2. Noelektrik kattaliklarni o'lchash priborlari va qurilmalari

5.2.1. O'lchash apparatlarining umumiy xarakteristikalarini

Qishloq xo'jaligi elektr iste'molchilari elektr energiyani iste'mol qilib uni boshqa tur energiyaga aylantirib (mexanik, issiqlik, yorug'lik) yoki bevosita texnologik jarayonlarni amalga oshirishga, ya'ni ish bajarishga xizmat qiladi. Shunday ekan, energotexnologik uskunalarni o'rganilayotganda nafaqat energetik, balki texnologik parametrlarini ishlab chiqilayotgan mahsulot sifat ko'rsatkichlarini o'lchash zaruriyati tug'iladi. Tadqiqot obyekti o'rganilayotgan parametrlari o'lchanayotgan kattalikni elektr signalga aylantirish prinsipi asosida qurilgan o'lchash apparatida hisobga olinadi. Aksariyat noelektrik kattaliklarni o'lchash elektr priborlari kuchlanish manbayiga ulangan datchikdan (o'zgartirgich) ro'yxatga oluvchi yoki o'lchash qurilmadan va kuchaytirgichlardan (signalni kuchaytirish zarur bo'lgan hollarda) tashkil topgan bo'ladi [20, 77-bet].

O'lchanilayotgan kattaliklarni o'zgartirish (boshqa o'lchashga o'ng'ay kattalikka aylantirish) sxemasi 5.2- rasmda keltirilgan minorali nasos qurilmaning bakidagi suvning sathini (h) iste'molchilarga yetkazib berilayotgan



5.2-rasm. O'lanayotgan kattalikni bir turdan boshqa turga aylantirish (o'zgartirish) sxemasi.

uvning hajmini o'lchash (nazorat qilish) misolida ko'rib chiqamiz. O'lchayotgan kattalik qiymat bakdagi suvning sathi h bakdagi richagli uzatkichga 2) o'rnatilgan poplavok (1) tomonidan qabul qilinadi. h ning o'zgarishi reostatni (3) harakatlanuvchi moslamasining surilishi va reostatning elektr anjiriga ulangan qismi l ning o'zgarishiga (uzatishga yoki qisqartirishga) olib keladi.

Reostatning elektr qarshiligi R unga bir tekisda joylashtirib o'ralgan im o'ramning kengligi l ga bog'liq holda o'zgaradi. Binobarin suv sathining o'zgarishi reostatning elektr manbayiga ketina-ket ulangan o'lchash pribori elektr zanjiriga ulangan qismini o'zgarishiga bu esa zanjirdagi tok kuchini o'zgarishiga olib keladi. O'lchash pribori shkalasini suv sathi ko'rsatkichi orqali gradurovka qilinsa ushbu priyor orqali suv sathi h ni o'lchab, bakdan ste'molchilarga yetkazib berilayotgan suv miqdorini hisob yo'li bilan aniqlash mumkin.

O'zgartirgich — o'lchanayotgan kattaliklarni (harorat, chiziqli siljish, namlik, bosim, yorug'lik oqimi va h.k.far) qabul qiluvchi va uni o'lchash yoki elektr priyorlarda yozib olish (saqlab qolish), kuchaytirish, liniya bo'y-lab uzatishga qulay kattalikka aylantirib beruvchi qurilma. Masalan, rezistiv o'zgartirgichlarda reostatning harakatlanuvchi kontaktiga mahkamlangan o'lchanayotgan kattalikning o'zgarishiga olib keluvchi qurilmaga chiziqli yoki burchakli og'ishi (siljishi)ni qabul qilib, reostatning elektr zanjiriga ulangan qismining mos ravishda qarshiligining o'zgarishiga olib keladi.

Tenzometrik o'zgartirgich detallardagi zo'riqishni qabul qilib o'zining simdan yoki plyonkadan tayyorlangan sezgir elementini qarshiligini o'zga-

rishi hisobiga chiqish signalini hosil qiladi, ya'ni o'zi ulangan kuchlanish manbayida zanjir qarshiligi o'zgarishiga olib keladi.

O'zgartirgichlar aktiv va passiv turlarga bo'linadi. Aktiv o'zgartirgichlar passiv o'zgartirgichlardan farqli o'laroq energiya manbayisiz o'lanayotgan kattalikni to'g'ridan to'g'ri elektr signaliga aylantirib beradi. Passiv o'zgartirgichlarga pyezoelektrik va induksion o'zgartirgichlar va texogeneratorlar kiradi. Aktiv o'zgartirgichlarga rezistiv o'zgartirgichlar (kontaktli, tenzor-ezistorli sig'imli) va elektromagnit o'zgartirgichlar kiradi.

Datchiklar o'zgartirish prinsipidan qat'iy nazar biron bir aniq kattalikni (miqdorni) o'lchashni ta'minlay oladigan muayyan bir konstruktiv ijro etilgan o'zgartirgichdir. Masalan, detallarda zo'riqishni o'lchaydigan tenzometrik datchik, suvning sathini o'lchaydigan qolqovuchli datchik va h.k.lar. O'rganilayotgan kattalik (miqdor) datchikni o'zgartirishdan chiqqanda (chiqish signali) kuchsiz bo'lgan holda uni kuchaytirish zaruriyati tug'iladi. Kuchaytirgich o'lchash qurilmasining oraliq elementi hisoblanadi.

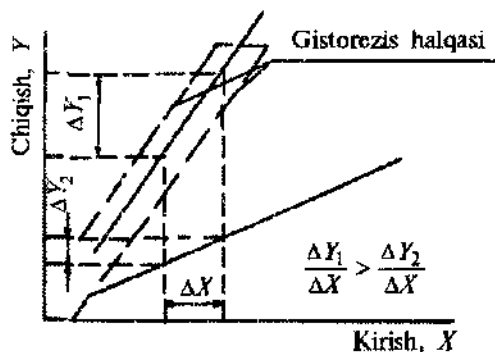
O'lchov tizimining asosiy elementi hisoblanuvchi datchiklar qator talablarga javob berishi kerak:

– o'lchanayotgan kattalikning o'zgarishiga nisbatan yuqori sezgirlikka ega bo'lishi, ya'ni chiqish kattaligi (chiqish signali) ΔY ning o'zgarishini o'lchanayotgan kirish kattaligining o'zgarishi ΔX ga nisbati imkon qadar

katta songa to'g'ri kelishi (5.3-rasm, $S = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$);

– xarakteristikasining vaqt va tashqi muhit parametrlariga nisbatan stabiligi;

– tashqi ta'sirlarga turg'unligi (mexanik, kimyoviy), chidamli bo'lishi va h.k.lar.



5.3-rasm. O'zgartirgichni (datchik)ning sezgirlikni tushuntirishga oid sxema.

5.2-rasmdagi silv sathi o'zgarishi ($h_1 - h = \Delta h$) natijasida reostat qarshiligining o'zgarishi ($R_1 - R_2 = \Delta R$) qancha katta bo'lsa, reostat, elektr manbaya va qayd etish priborlari ketma-ket ulangan zanjirdagi tok kuchi ham shuncha katta bo'ladi. Bu deganimiz datchikning sezgirlik darajasi yuqori demakdir.

5.2.2. Datchiklar va o'zgartirgichlar

Noelektrik kattaliklarni o'lchashda rezistiv (rezistorli, reostat yoki reoxordli, tenzorezistorli), fotoelektrik, pyezoelektrik, induktiv va termoelektrik o'zgartirgichlar va o'lchash qurilmalaridan foydalaniladi.

Rezistiv o'zgartirgichlar noelektrik kattaliklarning o'zgarishini o'lchash apparatining elektr zanjiri qarshiligining o'zgarishiga aylantiradi. Bundaylarning oddiy rezistiv o'zgartirgichlarga reostatli yoki reoxordli o'zgartirgichlar kiradi.

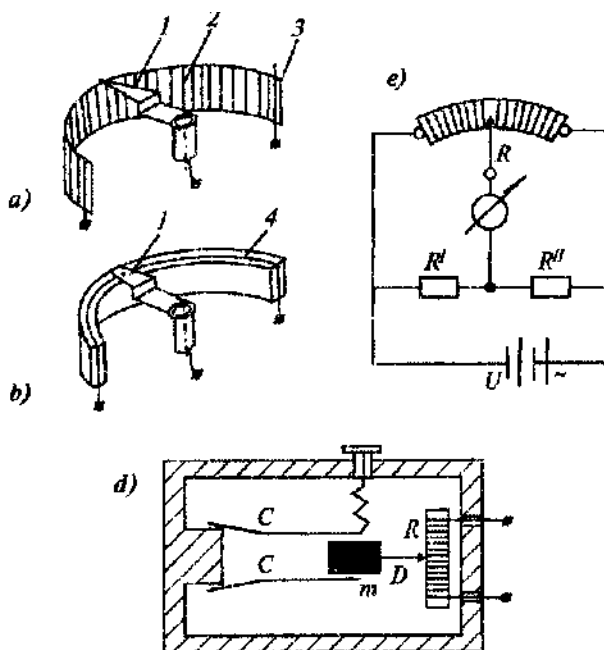
Reostatli (reoxordli) o'zgartirgichda yurgichi o'lchanadigan noelektrik kattalikning o'zgarishiga mos holda zanjir qarshiligini chiziqli yoki ba'zi bir boshqa qonuniyatiga mos holda o'zgartirib siljiydi. Reostatli (5.4-a rasm) o'zgartirgich yurgichi 1 karkas 3 ga zichlab o'ralgan chulg'am sim tarmoqlari 2 bo'ylab siljiydi. Reoxordda (5.4-b rasm) yurgich 1 tortilgan sim 4 bo'ylab siljiydi. Reostat o'zgartirgich most sxemasiga qo'shiladi (5.4-d rasm), bu yurgichning siljishi bilan tokning chiziqli bog'liqliligini ta'minlaydi.

Reostatli o'zgartirgichlar ko'pincha burilish burchagining suyuqlik sathini o'lchashda hamda tezlanish datchiklarida foydalaniladi. Reostatli datchik yurgichi (mili) (D) yassi prujinalar (C)ga osilgan massa (m)ga birlashtiriladi va reostat (R) bo'ylab siljiydi (5.4-d rasm).

Tenzorezistorlar. Keng diapozonli rezistiv o'zgartirgichlar sifatida shuningdek, tenzorezistorlar, tenzoqarshiliklar olinadi. Bular deformatsiyalanganida (cho'zilish va siqilish) o'z qarshiliklarini o'zgartiradi. O'lchami kichik, yengilligi va montaji qulayligi uchun tenzorezistorlar noelektrik kattaliklarni o'lchashda keng tarqalgan.

Tenzorezistorlar simli va falgali bo'ladi. Simli tenzorezistorlar yassi simli spiral (to'r) bo'lib, bir necha cho'lg'ardan iborat, u yupqa qog'oz yoki lakli plyonkali asosga yelimlangan bo'ladi. Spiral ustidan qog'oz yoki plyonka bilan himoya qilingan.

Simli tenzorezistorlar turli seriyalarda ishlab chiqariladi, ularning nominal qarshiligi 50 dan 500 Om gacha va to'rlarining uzunligi 5 mm dan 30 mm gacha o'lchamda bo'ladi. Egiluvchanlik deformatsiya chegarasida maksimal nisbiy deformatsiyasi 0,3% dan oshmasligi kerak. Ular ko'pincha 002...0,03 mm diametrli konstantan simidan tayyorlanadi.



5.4-rasm. Reostatli o'zgartirgichlar sxemalari:

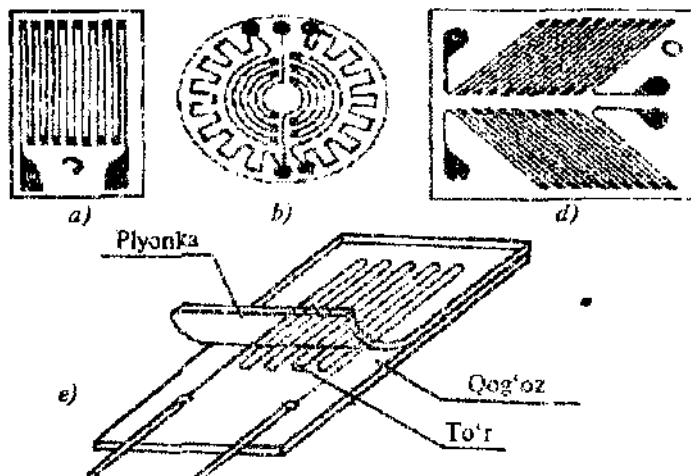
- a) reostatli; b) reoxordli; d) ko'priq sxemasiga ulangan reostatli;
 e) reostatli o'zgartirgichli tezlanish datchigi.

Falgali tenzorezistorlar to'ri (reshetkasi) yupqa (0,004...0,012 mm) to'g'ri burchakli kesimli falga polosadan tayyorlanadi, lakli asosga yelimlanadi. Falgali tenzorezistorlarni simlidan quyidagi afzalliklari bor: 1) ishchi tok kuchi — 30 mA o'rniga 0,2 A gacha oshirilgan, bu ularning sezgirligini keskin oshiradi; 2) har qanday shakl va rasmi tenzoto'rni tayyorlash imkonini, bu ularning o'rnatilishini osonlashtiradi va o'lchashning har xil sharoitiga yaxshi moslashishni ta'minlaydi.

Tenzorezistorlar ishlatish jarayonida deformatsiyalanuvchi deta'lga yelimlanadi, masalan, elektr motor yoki ishchi mashinaning valida hosil bo'lgan aylantirish momenti o'lchashda ularning valiga yelimlanligiga bog'liq. O'lchash aniqligi tenzorezistorlari zo'riqish yoki deformatsiyalanish o'lchayotgan deta'lga yelimlanish sifatiga bog'liq bo'ladi.

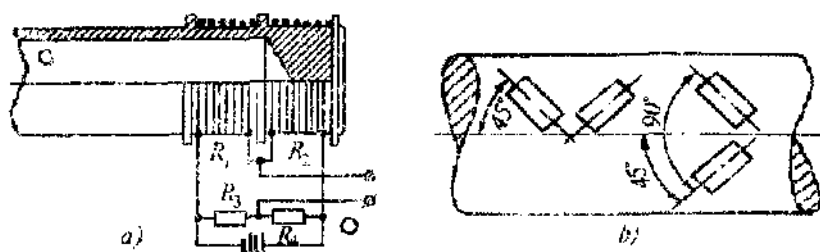
Tenzoqarshiliklar bir marotaba foydalanishga mo'ljallangan.

Ular to'g'ridan to'g'ri har xil uzellarda zo'riqish va deformatsiyani o'lchash imkonini beradi. Ular qalin tubli quvur ko'rinishidagi bosim datchiklarda (bergichlarida) ham qo'llaniladi (5.6-rasm).



5.5-rasm. Falgali (a, b, d) va simli (e) termorezistorlar:

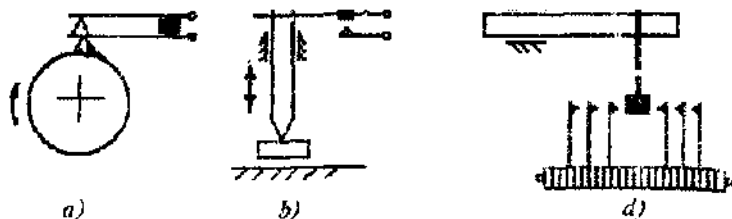
a) siqilish va cho'zilish kuchlanishini o'lchash uchun; b) membrana va liafnagualarda bosimni o'lchash uchun; d) buralish kuchlanishini o'lchash uchun.



5.6-rasm. Simli tenzorezistorlarning quvurda bosimni o'lchash (a) va valning buralish kuchlanishini o'lchashdagi (b) foydalanish sxemalari.

Metall quvunga (stakan) tenzorezestor yelimlanadi; bu yerda R_1 — ishchi va R_2 qarshiliklar harorat o'zgarishini korrektsiyalash uchun o'rnatilgan. Ikkala tenzorezistor o'ralgan tenzosezgir sim — stakanda bosim oshishini qabul qiladi, chunki uning simlarida cho'zuvchi elastik deformatsiya yuzaga keladi.

Aylantirish momentini o'lchash uchun valni burovchi deformatsiya va uning zo'riqishidan foydalaniladi. Valga rozetka ko'rinishida (5.6-a rasm) tenzorezistor yelimlangan yoki falgali o'zgartirgichdan foydalaniladi (5.5-rasm).



5.7-rasm. Kontaktli o'zgartirgichlar:
 a) bir kontaktli (valni aylanish chastotasini o'lash uchun);
 b) ikki kontaktli; d) ko'p kontaktli.

Rezistiv o'zgartiruvchilar kontaktli bo'lishi mumkin. Ular o'laydig: kattalik (ko'pincha, mexanik siljish) kontaktlarning yopilgan yoki ochilg: holatiga olib keladi, u esa qurilmaning elektr zanjirini boshqaradi. Odatd kontaktning yopilishi zanjirda qarshilikni diskret (pog'onali) o'zgartirac ya'ni o'lash diskret bo'ladi (5.7-rasm).

Kontaktli o'zgartirgich g'ildirak, val va boshqalarning aylanishlar soni aniqlash uchun ham qo'llaniladi. Buning uchun 5.7-a rasmdagi datchi dan foydalaniladi.

Sig'imli o'zgartirgichlar. Bu kondensatorlar, ularning sig'inda o'lanadigan noelektrik kattalik ta'sirida o'zgaradi. Bu bilan siljish, bosir qalinlik, buralish, burchak, suyuqlik sathi kabilarni o'lash mumkin, anan u o'ta katta aniqlikni talab qiladi.

Fotoelektrik o'zgartirgichlar. Bularda fotoeffekt hodisasidan foydalanilac bunda chiqish xabar kattaligi o'zgartiruvchiga tushadigan yorug'lik oqir kattaligi bilan bog'liq.

Fotoelektrik o'zgartiruvchili datchiklar (fotoelementlar) odatda yari o'tkazgichlardan tayyorlaniladi. Yarim o'tkazgichlar, (kadmiy, selen) ich fotoeffektiga ega va yorug'lik oqimi ta'sirida o'zining qarshiligini o'zgartirac shuning uchun ularni ko'pincha fotoqarshilik (fotorezistorlar) deb yuritilac

Hozirgi davrda FSK (sera-kadmiyli) tipidagi fotoqarshiliklar keng ta qalgan, ular yuqori sezgir, ko'p hollarda kuchaytirish talab qilmaydi. Che lanmagan xizmat muddatga ega va turg'un (stabil) xarakteristikaga ega.

Fotorezistorlar qo'llanish saxosi juda keng. Masalan, 5.8-rasmda fot elektr o'zgartirgich yordamida sarfni o'laydig: asbobning sxeme keltirilgan. Datchik ichki yonish dvigatelini yoqilg'i beruvchi apparatlarda oldin yoqilg'i yo'liga sarfni o'lash asbobi korpusi ulanadi. Ichida ik yengil qanotchali parrak 2 joylashgan, ular yoqilg'i oqimi ta'sirida o tayanchlari 5 da aytanadi. Yoritgich 4 linza 3 orqali yoritgichning opt

o'qida joylashgan fotorezistorni 7 yoritadi. Ular oralig'ida bayroqcha 6 aylanadi, u qanotchali parrakning bir aylanishida ikki marta nurning yo'lini to'sadi. Shunday qilib, elektrik fotorezistor ulangan zanjirda tok impulsi uyg'otiladi, uning soni qanotli parrakning aylanish chastotasiga proporsionaldir. Oxirgisi esa sarfini o'lchagich korpusi orqali vaqt birligida o'tadigan yoqilg'i massasi bilan bog'liq. Fotoelektrik o'zgartirgichlar ko'chalarini yoritish tizimini avtomatik boshqarish sxemalarida keng qo'llaniladi.

Pyezoelektrik o'zgartirgichlar.

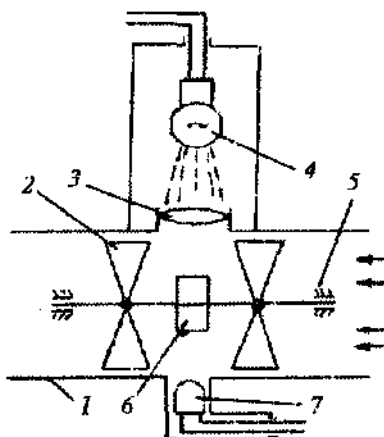
Ular pyezomateriallarda yuzaga keladigan pyezoelektrik effektga asoslangan.

Bunday effekt mexanik kuch ta'sirida (materialida zo'rliqish paydo bo'lganda) pyezoelementning kristal qirralarida elektr zaryadlar hosil bo'lishiga asoslangan. Pyezoelektrik material sifatida kvars kristallari qo'llaniladi. Ularning qirralarida kristall boshi o'qiga parallel bo'lgan parallelepiped kesiladi: optik — Z (5.9-a rasm), X — elektrik va Y — mexanik. Agar pyezoelement cho'zilsa yoki siqilsa X o'qi bo'ylab bo'ylama pyezoeffekt, y o'qi bo'ylab ko'ndalang pyezoeffekt yuzaga keladi, Z o'qi bo'ylab yuzaga kelgan elastik deformatsiya effekt chaqirmaydi.

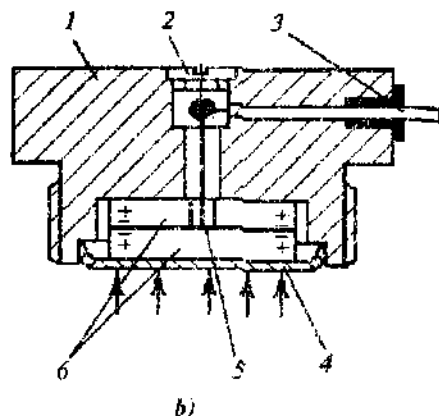
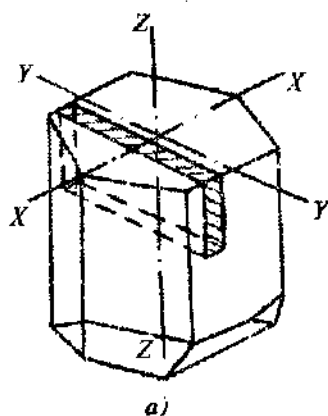
Pyezoelektrik o'zgartirgich dinamik jarayonlarning o'ta yuqori chastotali datchiklarida qo'llaniladi statik kuchni o'lchashda ulardan foydalanish tavsiya etilmaydi. Bunday prinsipda ishlaydigan pyezokvars o'zgartirgichli datchik sxemasi 5.9-b rasmda keltirilgan. Membrana 4 ga bosim ikkita parallel qo'shilgan kvars plastinkalar 6 orqali beriladi. Ularga zaryad latun falga 5 orqali korpus 1 da joylashgan kabel 3 ga beriladi. Tiqin 2 falgani kabelga kavsharlashni qulaylashtiradi.

Induktiv o'zgartirgichlar. Bu tipdagi aktiv o'zgartirgichlar elektr zanjirini (konturini) magnit maydoni bilan kesishishida undagi hosil bo'lgan elektr yurituvchi kuchning hosil bo'lish hodisasiga asoslangan. Bunday o'zgartirgichlar aylanish chastotasini o'lchashda foydalaniladi va ular taxogeneratorlar deb ataladi (5.10-rasm).

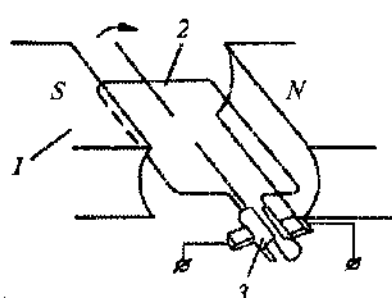
O'zgarmas magnit maydoni 1 da val bilan bog'liq ramka 2 aylanadi, uning aylanish chastotasini aniqlash zarur. Ramkadagi e.d.s. kollektor 3



5.8-rasm. Fotoelektrik o'zgartirgich yordamida suyuq mahsulotlarning sarfini o'lchash sxemasi.



5.9-rasm. Pyzelektrik o'zgartirgichlar:
a) pyezokristall (kvars kristali); b) probka tipidagi bosim datchigi.



5.10-rasm. Induksion o'zgartirgich sxemasi (taxogenerator).

orqali o'lchash zanjiriga beriladi. Ramka aylanish soni bilan e.d.s. o'rtasida chiziqli aloqa mavjud.

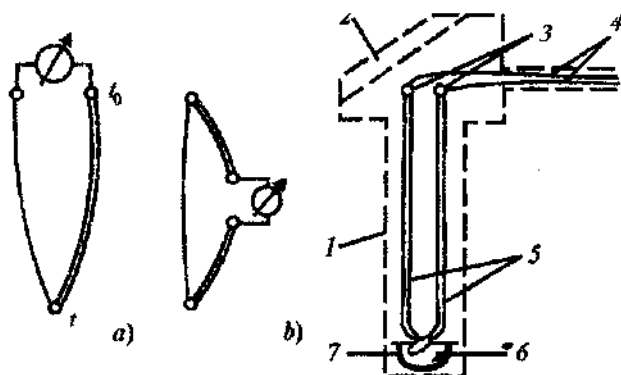
Induksion o'zgartuvchilar kichik siljishning chiziqli tezlik datchiklarida ham foydalanishlari mumkin. masalan, dvigatel klapanlari yoki tebranishlari bilan bog'liq tadqiqotlarda.

Termoelektrik o'zgartirgichlar.

Ishlash prinsipi termoelektrik effektga asoslangan issiqlik o'zgartirgichlarga kiradi. Bu effektning ma'nosi

shundaki, uchlari kavsharlanib ulangan ikki xil elektr o'tkazuvchan materialdan iborat berk zanjirni kavsharlangan tugunlaridan birida va elektr zanjir orqali elektr toki oqadi, qizdirib ikkinchisidagi haroratni bir xilda ushlab turilsa kavsharlangan tugunlar orasida termoelektr yurituvchi kuch paydo buladi. Zanjirdan oqayotgan tok kuchi qizdirilayotgan tugun haroratiga proporsional o'zgaradi. Bunday o'zgartirgichlardan haroratni o'lchashda foydalaniladi (5.11-a rasm).

Bunday o'zgartirgichlarning elektr o'tkazuvchi simlari quyidagi materialdan tayyorlangan: 500°C gacha harorat uchun mis-kopeliya, 1250°C gacha harorat uchun xromel-alyumel (kengroq tarqalgan juft), platino-radiy-platina, 1600°C gacha harorat uchun platina asosidagi sof metallardan.



5.11-rasm. Termoelektrik o'zgartirgich:

a) termoelektrik effekt olish sxemasi; b) termopara: 1 — himoyalash korpusi; 2 — qopqoq; 3 — kontaktlar; 4 — ulash simi; 5 — o'tkazgich; 6 — kavshirlangan kontakt; 7 — himoyalovchi qopqoqcha.

Harorat 1600°C dan yuqori bo'lgan hollarda o'tkazgich simlar qiyin eriydigan metallardan qilinadi, odatda, volfram-molibdendan. Termoelektrik o'zgartirgichlarning harorat datchigi termopara deyiladi (5.11-b rasm) va kattaligi o'ta sekin o'zgaradigan $\mathcal{E}$ ni o'lchash uchun qo'llaniladi. Masalan, dvigatel karteridagi moyning temperaturasi o'lchash uchun.

Sirtning temperaturasi o'lchash uchun ham o'sha termometrlar qo'llaniladi, ammo unda himoya korpusi 1 ishlatilmaydi.

O'zgartiruvchining har xil turlari ilmiy tadqiqotda, texnikada va hayotda yanada keng qo'llaniladi. Tadqiqotchining yaratuvchiligi bilan ularning amalda va ilmiy maksadda keyingi takomillanishi ko'pgina jihatdan bog'liq.

Bergichlar (datchiklar) ishlab chiqazgan elektrik xabarlar o'lchash qurilmalariga beriladi. Ular esa tadqiqot qilinayotgan kattalikning son qiymatini baholash uchun xizmat qiladi.

O'lchash qurilmasini tanlash o'lchanadigan kattalik xarakteri va uning vaqt birligida o'zgarish tezligi bilan bog'liq. Bu tez o'lchov qurilmasining tez ta'sirlilikini aniqlaydi. Tadqiqot qilinayotgan kattalikning o'rtacha miqdorini o'lchashda yoki vaqt birligida sekin o'zgaradigan jarayonlar uchun kam tez ta'sirlik qurilmalar qo'llaniladi. Tez o'zgaradigan jarayonning oniy qiymatini o'lchash uchun esa buning teskarisi. Ular ikki guruhga bo'linadi:

— ko'zga ko'rinarli ko'rsatgichlar, ya'ni milli, optik, sonli qurilmasi bor asboblari. Bular statik yoki sekin o'zgaradigan kattaliklarni o'lchash uchun xizmat qiladi. Natijalari odatda son ko'rinishida olinishi kerak. Bunda ko'pgina xatolarga yo'l qo'yiladi va ko'p vaqt ketadi. Bular ichida sonli tablosi bori biroz yaxshi, chunki ularda avtomatik holda son qiymati olinadi;

— qayd qiluvchilar (registratorlar), tez o'tadigan jarayonlarni qayd qilish asboblari, uzluksiz jarayonning oniy qiymatlarining hammasi foto-, kineplyonka, qog'ozlarga yozib olinadi.

Odatda, ilmiy tadqiqotda bir vaqtda bir necha kattalik o'lchanadi, ba'za har xil fizik tabiatlisi ham. Bir necha o'lchanadigan kattalikning bunda sinxron qayd qilinishi ko'p kanalli qayd qiluvchilar yordamida bajariladi.

O'lchanadigan qurilmaning turi ko'pincha datchik ishlab chiqadigan xabarning quvvati bilan bog'liq. Shunday nuqtayi nazaridan o'zgartirgichlarni uch guruhga bo'lish mumkin:

— qudratli o'zgartirgichlar (o'nlab millivolt) — kontaktli, reostatli va reoxordli, taxogeneratorlar, termoparalar, induksion va induktiv. Bular o'lchash zanjirida kuchaytirgichlarsiz ishlaydi (o'ta kichigidan tashqari);

— kam quvvatli o'zgartirgichlar (o'nlab mikrovatt) — simli tenzorezis torlar, sig'imli, fotoqarshiliklilar. Bularni qo'llaganda elektr zanjiriga kuchaytirgich qo'shiladi;

— katta kirish qarshiligi talab qiladigan o'zgartirgichlar. Bularga pyezoelektrik o'zgartirgichlar kiradi.

5.2.3. Qayd qiluvchi apparaturalar

Ko'zga ko'rinarli ko'rsatgichlar. Ular qatoriga milli turdagi magnitoelektrik o'lchash mexanizmlar (ampermetr, voltmeter, ...), hamda hozirgi davrda keng qo'llanilayotgan sonli ko'rsatgichlar kiradi.

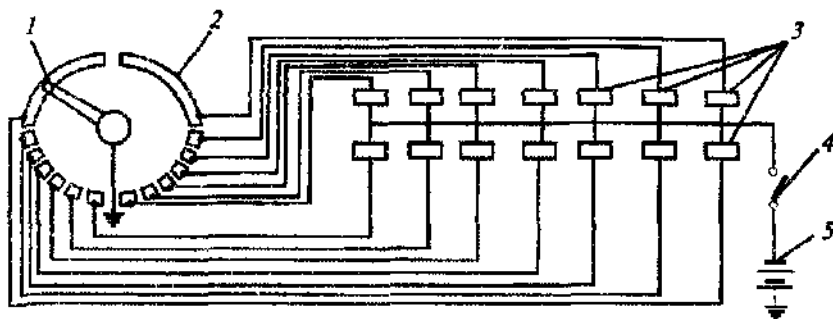
Sonli ko'rsatgichlarga yig'indi hosil qiladigan ko'rinadigan hisobrat'minlaydigan elektromagnit hisoblagichlar ham kiradi. Bularga misol elektrokontaktli o'zgartirgichlar bo'ladi. Bularga elektromagnit hisoblagichlar komplekti ham kiradi. Oxirgisi u yoki bu uzatmaning qo'shilishlar sonini ko'rsatadi va shu kabilar.

O'ziyurar q/x mashinalari rul g'ildiragining burilish burchagi bo'linish hisoblagich kompleksidagi kontaktli o'zgartirgich yordamida olish sxemas 5.12-rasmda keltirilgan. Rul g'ildiragiga harakatchan kontakt 1 berkitilgan u qimirlamas kontakt 2 bo'ylab sirpanadi.

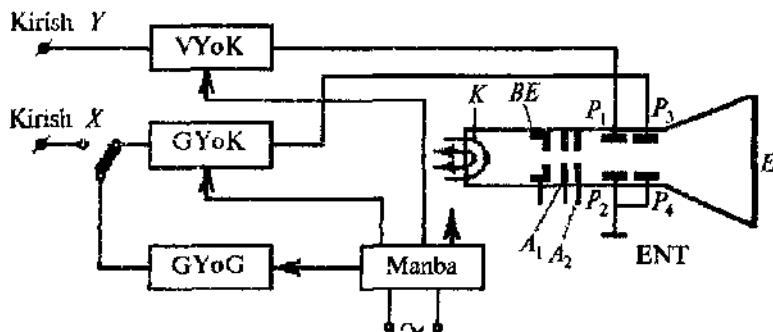
Ularning soni o'lchash aniqligi nuqtayi nazaridan aniqlanadi, ammo odatda neytraldan har ikki tomonga 7—9 ta kontakt qilinadi. Qimirlama kontakt bilan elektro impuls hisoblagich 3 birga ulangan. U qo'shigich bilan zanjirga qo'shiladi. Energiya akkumulyatorlar batareyasi 5 dan taminlanadi.

Tez kechadigan davriy jarayonlarni elektron-nurli ossillograf yordamida qayd etish qulayroq. Uning soddalashtirilgan sxemasi 5.13-rasmda keltirilgan.

Ossillografning asosiy elementi elektronlar urilganda yorug'lik (nur) chiqaruvchi ekran E o'rnatilgan lyuminozor bilan qoplangan elektron nur trubka (ENT) hisoblanadi. ENT ichida musbat anodlar A_1 va A_2 larg



5.12-rasm. Elektrimpulsi schetchikli kontaktli o'zgartirgich yordamida burilish burchagini o'lchash sxemasi.



5.13-rasm. Elektron nurli ossillografning blok sxemasi.

tomon harakatlanuvchi elektronlar chiqaruvchi katod K o'rnatilgan havosi so'rib olingan ballondir. Anodlar ekranda yorug' dog'lar hosil qiluvchi elektronlar oqimini yig'ib beradi. Boshqaruvchi elektrod (BE) bu dog'larning (oqirning) yorqinligini rostlaydi.

Og'diruvchi plastinkalar P_1 , P_2 , P_3 va P_4 juft va o'zaro perpendikular joylashgan bo'lib, nurning gorizonta va vertikal og'ishini ta'minlaydi. O'rganilayotgan kattalikka mos kuchlanish datchikdan elektrik zanjir orqali ossillografning Y kirish kanaliga beriladi, keyin vertikal yoyilishni kuchaytirgichi $VYoK$ orqali vertikal og'diruvchi P_1 va P_2 plastinkalarga (Y o'qi buyicha og'ish), o'lchanadigan parametriga mos kuchlanish esa X kirishga va gorizonta yoyilishni kuchaytiruvchi ($GYoK$) orqali P_3 va P_4 gorizonta og'diruvchi plastinalarga gorizonta yoyilish generatoridan ($GYoG$) beriladi, u nurmi vaqtda tekis siljitadi. Shunday qilib, o'rganilayotgan kattalik ossillograf ekranida vaqt bilan bog'liq holda tasvirlanadi.

O'zi yozar ko'rsatkichlar. Ko'rsatkichlarning bu guruhiga o'zi yozar elektr yozuv asboblari magnito elektrik ossilograflar va magnitograflar kiradi. Sekin o'zgaruvchi jarayonni qayd qilish uchun o'zi yozar ampermetr va voltmetrlar, tez va yuqori chastotali jarayonlarni magnitoelektrik ossilograflar bilan qayd qilinadi.

Ular shleyfli va tebratkichli ossilograflar deb nomlanadi (N-700, N-105, Kd-11, ...). Bunday ossilograflarning asosiy qismi — shleyf (tebratkich) bo'lib, ingichka metalli tolasidan tayyorlangan ilgak 6 yoki sim g'altakli yengil ramka 1 dan iborat bo'ladi (5.14-a, b rasmlar).

Ramka (ilgak) prujinali tortki 3 bilan tortilib turadi, unga datchikdan to'g'ridan-to'g'ri yoki kuchaytirgich orqali signal beriladi. Ilgak (yoki ramka) o'zgarish magnit (zazoriga) tirgishiga joylashtiriladi va undan impulsli tok o'tganda elektromagnit induksiya ta'sirida buriladi. Ramka 1 ga ko'zga 2 berkitilganligi uchun optik sistema 8 orqali, tebratkich 6 ga yoritkichdan jo'natilgan yorug'lik nuri (5.14-b rasm) neytral holatdan buriladi va fotokamera 5 dagi yorug'lik sezuvchi foto qog'ozga tebratkich kuchlanishi o'zgarish egri chizig'ini chizadi. U esa o'lganadigan kattalikka proporsionaldir. Yozish tugagach (bir vaqtda 20 tadan ortiq kattalik yozilishi mumkin) qog'oz qorong'ilikda proyavka qilinadi va quritilganidan keyin ossilograf lentasi rasshifrovka qilishga tayyor bo'ladi.

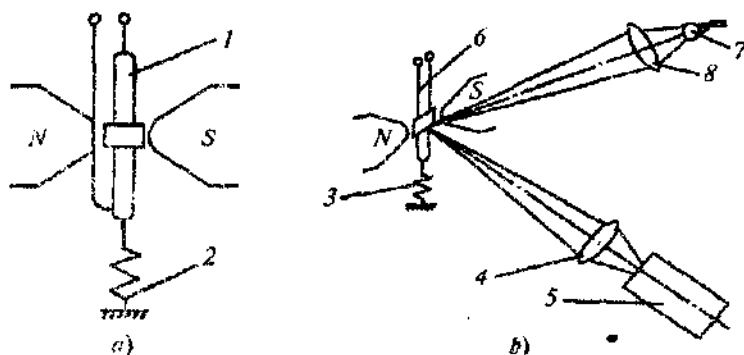
Ko'p kanalli magnitoelektrik ossilografda olingan avtomobil tormozlash kamerasida bosim o'zgarishi 5.15-rasmda keltirilgan. Tormozlash suyuqligi magistralidan yuborilayotgan suyuqlik bosimi pasayadi (1 va 2 egri chiziqlar), traktor va pritsep (3 va 4 egri chiziqlar) tormoz kamerasidagi bosim esa oshishi kuzatiladi.

Ossilografdan olingan ma'lumotni o'zida saqlovchi ferromagnit lentali ham qo'llaniladi. Ularning afzalligi fotolentadagi yozuvning kimyoviy ishlov berish jarayonsiz to'g'ridan — to'g'ri EHM ga yoki maxsus analizatorga kiritilish orqali natijani yozma olish mumkinligidir.

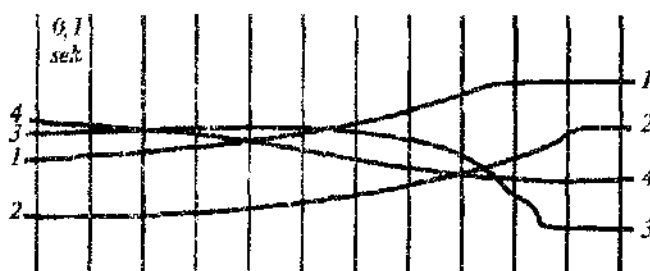
Sanoatda ishlab chiqilayotgan HO36 markali magnitograflar yozish uchun yetti yo'lakka, to'rt tezlikka ega. Ular 750 m rulondagi lenta bilan ta'minlangan bo'ladi.

Signal kuchsiz bo'lganida foydalaniladigan kuchaytirgichlarda kirish «bo'sag'asi», ya'ni o'lgashga tashqi ta'sirlar iloji boricha kichik bo'lishi kerak. Undan tashqari, hisobga olishni boshlashdagi boshlang'ich darajani va kuchaytirish koeffitsiyentining (stabilligi) doimiyliги ta'minlanishi kerak. Odatda amplitudali modulatsiyalangan o'zgaruvchan tok kuchaytirgichlar qo'llanilganda o'lgashda yuqori aniqlikka erishiladi.

Signalni modulatsiyalashga datchik ulangan o'zgaruvchan tok ko'priklari o'lgagichni yuqori chastotali manbaga ulash yo'li bilan erishiladi.



5.14-rasm. Magnitoelektrik (tebranuvchan) ossillografiyning prinsipial sxemasi:
a) ramkali vibrator; b) vibratorning optik sxemasi.



5.15-rasm. Avtomobil tormozini harakatga keltiruvchi yuritmada bosimning o'zgarishining ossillografik yozuvi:

tormozni harakatga keltiruvchi yuritmada bosimning pasayishi:

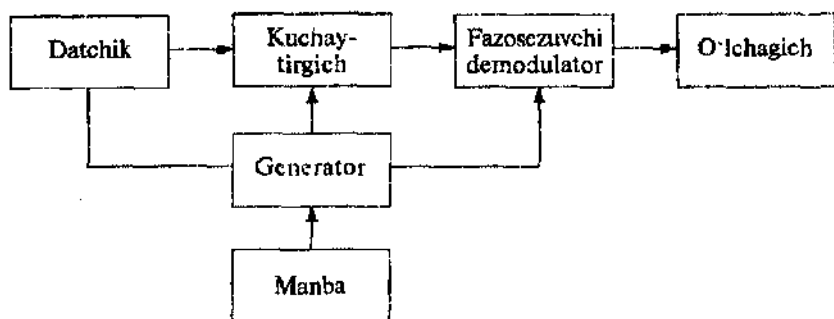
1 — avtomobilda; 2 — pritsepda;

tormoz kameralarida bosimning oshishi:

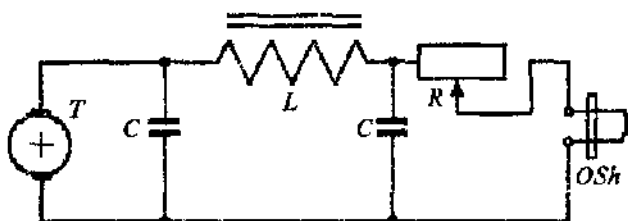
3 — avtomobilda; 4 — pritsepda;

Bunda ko'priqli o'lchagichning chiqishida o'rganilayotgan o'zgaruvchining amplitudasi bo'yicha modulatsiyalangan kuchlanish hosil bo'ladi. O'lchov ko'prigini o'zgaruvchan tok manbayiga ulanishi parametrik o'zgartirgichli hamda datchiklarda qo'llash mumkin.

Modulatsiyalangan signal keragicha kuchaytiriladi va fazosezuvchi demodulatorga beriladi (5.16-rasm). Demodulator nafaqat egilgan (bukilgan) signalni ajratib oladi, balki ulaning ishoralari yoki fazalarini ham aniqlaydi. Tutib turuvchi chastota ko'prikdan chiqish signalinikidan 5...8 marta katta. Yuqorida ko'rib chiqilgan sxema tenzorezistorli, sig'inli va induktivli o'zgartirgichlar bilan ishlaydigan barcha kuchaytirgichlar uchun asosiy hisoblanadi.



5.16-rasm. O'zgaruvchan tok kuchaytirgichlarning blok sxemasi.



5.17-rasm. LC-filtrli ossillografning shleyfiga (OSh) taxogeneratorning (T) ulanish elektr zanjiri.

Jumladan, 8ANCH-7M, TACH, TUP-101 va boshqa markali 4...19 kanali tenzostansiyalar yuqoridagi sxemaga asoslangan.

Ossillograf yordamida o'lchashda elektr zanjiri qayd qilish apparaturasi datchiklari turiga to'la mos bo'lishi kerak. Elektr zanjir eksperimentning vazifasi va sharoitlari bilan bevosita bog'liq holda tanlanadi. Masalan, 5.17-rasmda taxogeneratordan (aktiv o'zgartirgichdan) chiqqan signolni yozib olish uchun ossillografning shleyfiga yuborishning 2 simli elektr zanjiri sxemasi keltirilgan. Bu yerda zanjirga ulangan LC (induktivlik-sig'im) filtr vazifasini bajaradi.

5.3. O'lchashlar aniqligi

Har qanday tadqiqot natijalarining ishonchiligi o'lchashning aniqligiga bog'liq. Xatolardan holi o'lchash bo'lmaydi. Xato esa uning masshtabi (kattaligi) va xarakteriga qarab jiddiy oqibatlarga (olingan natijalarni noaniqligi va noto'g'ri xulosa chiqarishga) olib kelishi mumkin.

Aniqlik o'lchash natijasini o'lchanayotgan kattalikni haqiqiy qiymatiga to'g'ri kelishi (moslik) darajasi qancha kichik bo'lsa xato shuncha katta va aksincha. Xatoning uchta manbasi mavjud:

- datchik bilan bog'liq bo'lib uni o'lchanadigan kattalikni noto'g'ri sezishi. Masalan, tenzoqarshilik elastik elementga yomon yelimlangan va uning to'ri (reshetkasi) deformatsiyasi elastik element deformatsiyasiga mos kelmaydi;

- o'lchash qurilmasida, uning mexanik va elektrik elementlarining noto'g'ri faoliyat ko'rsatishi (ishlashi) natijasida yuzaga kelgan noaniqlik;

- tadqiqotchining tajribasizligi yoki charchaganligi tufayli o'lchov asboblarni ko'rsatkichini noto'g'ri o'qishi yoki ossilogrammani ishlashida xatoga yo'l qo'yishi sababli yuzaga kelgan noaniqlik.

Xatoliklarning ushbu uch manbayi ikki turdagi xatoliklarni kelib chiqishiga olib keladi:

- sistematik, ya'ni o'lchash qurilmasidagi yuzaga kelgan ayrim kamchiliklar bilan bog'liq bo'lgan aniq sababga ko'ra (masalan: qo'zg'aluvchi qismlarni korpusiga tegib harakatlanishi, lyuft paydo bo'lishi, ya'ni salt qo'zg'alish yuzaga kelganda va h.k.lar) paydo bo'ladigan xatolar. Ular odatda o'lchanilayotgan kattalikni haqiqiy qiymatidan bir tomonda paydo bo'ladi va ketma-ket olingan hisobotlar hisob soni bilan bog'liq emas. Sistematik xatoga misol sifatida 5.18-a rasmdagi taxometrli o'lchash qurilmasidan olingan natija ko'rsatishlari grafigi keltirilgan. Sistematik xato bo'lganida o'lchash asbobining ko'rsatishiga (o'lchash natijasiga) mos o'zgartirish kiritiladi.

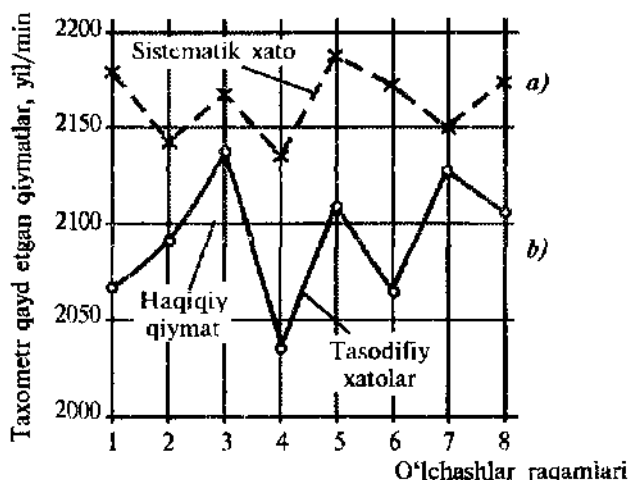
- tasodifiy xatoni sodir bo'lish sababi no'malum bo'lib uning oqibatida ketma-ket olingan natijalarda doimiy o'zgarmas kattalikni o'lchaganda natijalar har xil chiqadi. O'lchashning xatosini aynan tasodifiy xatolar xarakterlaydi. O'lchashdagi tasodifiy xatoni to'liq bartaraf etib bo'lmaydi, ammo tajribada yuzaga kelishi mumkin bo'lgan xatosini bilib berish bajarilgan. O'lchashning aniqligini aniqlash barcha hollarda zarurdir.

Tasodifiy xatolar qiymati va xarakteri bo'yicha quyidagilarga bo'linadi:

- absolut xato Δ o'lchangan a_i kattalik bilan uning haqiqiy qiymati x o'rtasidagi farqi, ya'ni $\Delta = a_i - x$. Absolut xato hamisha o'lchanadigan kattalik o'lcham birligiga ega, agar y chiziqli bo'lsa, Δ ham chiziqli bo'ladi;

- nisbiy xato Δ_0 xatoning kattalikning haqiqiy qiymatiga nisbatidir, ya'ni, $\Delta_0 = \pm(\Delta/x)$. Nisbiy xatoning o'lchamsiz, ulushli yoki foizli ifodasi quyidagicha bo'ladi: $\Delta_0 = \pm(\Delta \cdot 100/x)\%$ da o'lchash aniqligi baholanadi;

- chegaraviy xato Δ_{ch} eng katta tasodifiy absolut xato bo'lib, u o'lchash qurilmani to'g'ri ekspluatatsiyalangan hollarda va sistematik xatolarni yo'qotilgandan keyin yoki tuzatish kiritilgach paydo bo'ladigan xatodir.



5.18-rasm. Taxometrli o'lchash qurilmasidan olingan xatoliklarning ko'rinishi.

Ba'zi bir o'lchash asboblarning va usullarning o'lchash chegaraviy xatolari quyidagi jadvalda keltirilgan. (5.1-jadval) va ular taxminiy cho'tlab ko'rishida qo'llanilishi mumkin [2, 91-bet].

Avtomashinaning joyidan qo'zg'alishidan ma'lum bir tezlikka erishguncha bosib o'tgan yo'lni aniqlash kerak bo'lsin. Buni aniqlashni turli xil usulda amalga oshirish mumkin.

Birinci usul — avtomashinaning g'ildiragiga kontaktli o'zgartirgichli datchik o'rnatib, undan chiqish signalini o'zi yozar yoki ossilograf lentasiga uzatib yozib olish orqali. G'ildirakning ishechi radiusi chizgich (lineyka) bilan o'lchanadi.

Ikkinchi usul shundan iboratki, o'lchash uchun lenta olib unda, mashinani o'rmondan siljiganidagi va berilgan tezlikka erishgan vaqtidagi belgilar oralig'i masofasi aniqlanadi. Ikkinchi usul oddiy bo'lib ko'rinsada aniqroqdir, chunki masofani metal o'lchash lenta bilan o'lchashda 0,3 % gina chegaraviy xato bo'ladi, ossilografdagi yozib olish esa besh marta ko'p xatolik berishi mumkin.

Tajriba jarayonida, o'zaro u yoki bu funksional bog'liqdagi bor bir necha kattaliklarni o'lchanishligini taqazo etadi.

Kattaliklarning har birini o'lchanishi ma'lum bir xatolarsiz amalga oshirishning iloji yo'q, agar bu kattaliklarni bir emas bir necha bor o'lchangan bo'lsa, unda bir necha bor o'lchashlarning statistik deb ataluvchi xatosi aniqlanadi. Bunday holda, tasodifiy xato o'lchashlar natijalarining o'rtacha arifmetik ko'rsatkichi va o'rtachadan o'rtacha kvadrat og'ishi bilan baholanadi.

Ayrim o'lchash qurilmalarning chegaraviy xatolari

T/b t.r.	O'lchash qurilmalari va o'lchash usullari	O'lchashning eng ko'p qiymatiga nisbatan chegaraviy xato, %
1.	Metali o'lchov lentasi (20 m)	0,20–0,30
2.	Optik burchak o'lchagich	0,50–2,00
3.	Markazdan qochma taxometr	0,40–2,50
4.	Taxogenerator	2,50–4,00
5.	Texnik tarozi	0,80–1,20
6.	Prujinali dinamometr	1,00–3,50
7.	Standart sekundoimer	0,40–0,70
8.	Yutuvchi gazoanalizator	0,50–5,00

Xatolar nazariyasida, tasodifiy xatolar birinchidan normal taqsimlanish qonuniga bo'ysunishi (taqsimlanishi) va ikkinchidan biron kattalik qancha ko'p marotaba qayta o'lchanilsa tasodifiy kattaliklarning umumiy o'rtachasi shunchalik kichik bo'ladi.

O'rtacha kvadrat og'ish (standart) — o'lchanayotgan kattalikning o'rtacha arifmetik qiymati aniqlik ko'rsatkichi (darajasi) o'lchashning eng ko'p o'rtacha arifmetik xatosi a tasodifiy xato haqidagi Gauss qonunidan kelib chiqqan holda $\pm 3\sigma$ ga teng deb qabul qilinadi. Yuzaga kelishi mumkin bo'lgan eng katta (chegaraviy) statistik nisbiy xato (δ_r) quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{\Delta r(\bar{a})}{\bar{a}} = \pm \frac{3\sigma}{\bar{a}} \quad (5.1)$$

Shunday qilib, o'lchash aniqligi: bir karralik o'lchash uchun — chegaraviy xato bo'yicha, ko'p karralik o'lchash uchun — yuzaga kelishi mumkin bo'lgan eng katta statistik xato (nisbiy) bo'yicha baholanadi.

Bir-biri bilan funksional bog'langan bir necha har xil kattaliklarning ko'p marotaba takroran o'lchovlar natijalari tasodifiy xatolari 5.2-jadvalda ko'rsatilgan.

Natijalarining statistik xatolari formulasi nafaqat tajriba natijalarini ishlash uchun xizmat qiladi, balki tadqiqotning har xil usullari natijalarini taqqoslashda ham ishlatiladi va ma'qulroq sharoitini aniqlash uchun ham ishlatiladi.

Xatolar nazariyasi va yuqorida keltirilgan ba'zi formulalar agar oxirgi natijalarning zaruriy aniqligi berilgan bo'lsa, tajriba jarayonida ayrim kattaliklarni qanday aniqlik bilan o'tkazish lozimligini aniqlaydi.

Natijalar xatolarini aniqlash formulalari

Kattaliklarni o'lash		Funksional bog'liqlik	Natijalar xatolari	
			O'rta kvadrat	Nisbiy
Mashina harakatining yig'indi vaqti		$T = t_{ish} + t_{solt}$	$\delta_t = \pm \sqrt{\delta_{t_{ish}}^2 + \delta_{t_{solt}}^2}$	$\delta_t = \pm \frac{1}{T} \sqrt{\sigma_{t_{ish}}^2 + \sigma_{t_{solt}}^2}$
Mashinaning o'rta texnik tezligi		$v_t = \frac{l}{T}$	$\delta_v = \pm \sqrt{\left(\frac{1}{T^2} \cdot \sigma_l^2 + \left(\frac{l}{T^2}\right)^2 \sigma_T^2}$	$\sigma_v = \pm \frac{1}{v} \sqrt{\frac{\sigma_l^2}{l^2} + \left(\frac{l}{T^2}\right)^2 \sigma_T^2}$
Ish bajarib o'tgan yo'li		$l = 2\pi r_k n_k$	$\sigma = \pm q \cdot \pi \sqrt{n^2 \sigma_r^2 + r^2 \sigma_n^2}$	$\delta = \pm \frac{2\pi}{l} \sqrt{n^2 \sigma_r^2 + r^2 \sigma_n^2}$
Harakat qarshilik	Havoning	$P_\omega = K_\omega F_a \frac{v^2}{13}$	$\delta_{P_\omega} = \pm \frac{1}{F_v} \sqrt{v^2 \sigma_p^2 + 4F^2 \sigma_v^2}$	$\delta_{P_\omega} = \pm \frac{1}{F_v} \sqrt{v^2 \sigma_p^2 + 4F^2 \sigma_v^2}$
	Qiyalikning	$P_i = G_m \cdot \sin \alpha$	$\sigma_P = \pm \sqrt{\sigma_G^2 \sin^2 \alpha + \sigma_\alpha^2 G^2 \cos^2 \alpha}$	$\delta_P = \pm \frac{1}{G} \sqrt{\sigma_G^2 + G^2 \sigma_\alpha^2 \cot^2 \alpha}$

6. Nazariy tadqiqotlar olib borish metodologiyasi

Nazariy tadqiqotlar ilmiy muammoni (vazifani) yechish bo'yicha ilgari surilgan gipotezani mavjud qonunlar, nazariyalardan foydalanib analitik yechimiga erishishni ko'zda tutadi. O'rganilayotgan voqelik, hodisa yoki jarayonni ifodalovchi kattaliklarni tadqiqot obyektiga ta'sir ko'rsatuvchi boshqariluvchi va boshqarilmaydigan faktorlar ta'sirida o'zgarish qonunlarini, parametrlarini analitik usulda aniqlash orqali erishiladi. Texnik obyektlarda olib borilayotgan nazariy tadqiqotlarda tadqiqotdan ko'zlangan maqsad va o'rganilayotgan voqelik, hodisa yoki jarayonni xususiyatlariga ko'ra turli modellardan foydalaniladi [23].

Ushbu bobda tadqiqot obyektlarini o'rganishda qo'llash mumkin bo'lgan matematik modellar turlari hamda tadqiqot obyekti sistemasi ko'rinishda tadqiq etish usullari haqida umumiy ma'lumotlar keltirilgan.

6.1. Tadqiqot obyektlari matematik modellari

Topologik matematik modellar — texnikaviy obyekt unsurlarining tarkibi va o'zaro aloqasini grafalar, turli matritsalar, ro'yxatlar va boshqalar yordamida ifodalaydi.

Bunday modellar texnologik jihozlar komponovkasini, yig'ilish tarxini, detallar joylashishini, qo'shilmalar trassirovkasini, texnologik jarayonlar uzilishini va h.k.larni ifodalaydi. Grafalar tarzidagi matematik modellar ALSda konstruktorlik va texnologik loyihalashdagi sintez topshirig'ini bajarishda programmaviy ta'minotni, ma'lumotlar bazasini loyihalashda makromiqyosda tahlil masalasini yechishda keng foydalaniladi.

Matritsa ko'rinishidagi topologik modellar — konstruktorlik va texnologik loyihalashni avtomatlashtirishda binar munosabatlar, aralashlik, muvo-iqlik va boshqalar insidentligi matritsa ko'rinishidagi topologik modellar keng qo'llanadi. Ulardan obyektlar tuzilish xossalarini, obyektlararo ko'plab aloqalarni tavsiflash uchun, informatsiya ta'minotini formalashtirish va h.k. uchun foydalaniladi.

Dinamik sistemalar imitatsiyaviy matematik modeli — mazkur klassdagi modellar muayyan vaqt mobaynida turlicha berilgan kirish ta'sirlari bo'lgan obyektida fizik yoki informatsion jarayonlar imitatsiyasi uchun mo'ljallangan, qani ular tadqiq qilinayotgan obyektning vaqt mobaynida xususiyatini aks ettiradi.

Oddiy differensial tenglamalar sistemasi tarzidagi dinamik sistemalar modeli, elektr va elektron tarmoqlar, shuningdek, sistema orqali talabnomalar o'rnatish jarayoni imitatsiyasi uchun mo'ljallangan ommaviy xizmat ko'rsatish sistemasining modeli imitatsiyaviy matematik modellarga misol bo'la oladi.

Imitatsiyaviy matematik modellardan murakkab obyektlar hayotiy sikli turli bosqichlarida, ayniqsa, ularni loyihalash, tayyorlash va ekspluatatsiya qilishda keng foydalaniladi. Loyihalashda ular parametrik va tuzilmaviy sintez, ko'p talqinli tahlil o'tkazish uchun; tayyorlashda obyektning optimal miqdoriy va sifat ko'rsatkichlarini ta'minlash; ekspluatatsiya qilishda — avval harakatga tushirishda «tor» joyni izlash, so'ng ta'minlangan miqdoriy va sifat ko'rsatkichlarni saqlash uchun qo'llanadi.

ALSda imitatsiyaviy matematik modellar ALS funksional kichik sistema tarkibida, shuningdek, uning ishlash ko'rsatkichlarini baholash uchun foydalanishi mumkin.

Ommaviy xizmat ko'rsatish sistemasining imitatsiyaviy matematik modeli — ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi ehtimollar nazariyasining bo'limi sifatida telefon tarmoqlari rivoji bilan bog'liq tarzda yuzaga keldi. Shuning uchun bu nazariyada telefoniya terminlaridan keng foydalaniladi: talabnoma, chaqiriq, buyurtma, aloqa kanallari, so'zlashishning uzunligi

sh.k. Biroq, hozirgi vaqtda ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi usul natijalari murakkab sistemalar funksiyasini tahlil qilishda, turli soha (transport, ishlab chiqarish, aloqa tizimi, tibbiy xizmat qo'rsatish, ta'minot imi va h.k.)da, ishonchlilik nazariyasi muammolarini hal etishda muvaffiyatli foydalanilmoqda.

Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi amalga oshirilishiga tasodifiy nillar ta'sir etuvchi ko'plab bir jinsli elementar operatsiya (talabnoma)lardan iborat istalgan operatsiyani tadqiqi bilan bog'liq keng miqyosdagi amaliy zifalarni hal etadi.

Sistema modellari — tuzilma — nimaningdir, masalan, sistemaning tarkibiy qismlari o'zaro joylashuvi va bog'liqligi.

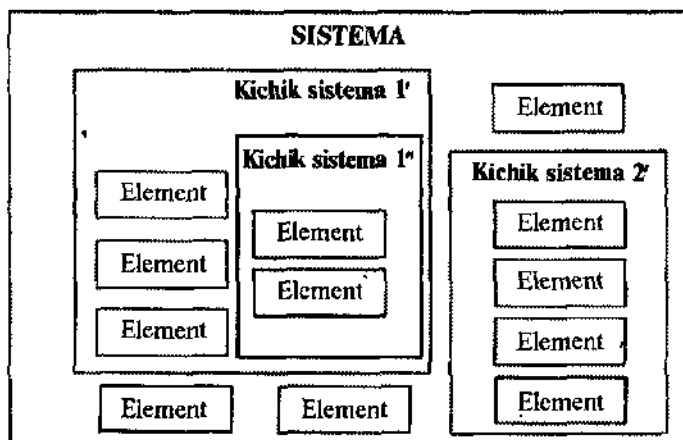
Har qanday sistema yaxlitligi va o'ziga xos — ayrimligi bilan tavsiflanadi, ular tashqi xususiyat sifatida namoyon bo'ladi. Ichki jihati esa bir jinsli bo'lmaydi va turli tarkibiy qismlarga ega bo'ladi. Sistemaning ajralmas qismlari unsurlar deyiladi, birdan ortiq unsurdan tashkil topgan qism esa kichik sistema (podsystema) deb ataladi.

Iyerarxiya ma'nosida turli darajadagi kichik sistemalar farqlanadi.

Sistema tashkil topgan unsurlar va kichik sistemalar sisterna tarkibi modeli sifatida tasvirlanadi. Shunday modelga misol 6.1-rasmda keltirilgan.

Mazkur sistema uch unsur va birinchi darajadagi ikki kichik sistema 1' va 2' dan tashkil topgan. O'z navbatida 1' kichik sistema uch unsur va ikki darajadagi ikkinchi darajadagi 1'' kichik sistemadan iborat, 2' kichik sistema esa to'rt unsurlidir.

Sistema tarkibi modeli sistema qanday qismlar (kichik sistema va unsur)dan iboratligini belgilaydi.



6.1-rasm. Sistema tarkibining modeli.

6.2. Sistemaviy tadqiq etish usullari

Sistemani tadqiq etishda — bilimning analitik va sintetik usullaridan teng foydalaniladi: tahlil va sintez. Tahlil usulining mohiyati tadqiq obyektini ikran yoki amalda tarkibiy qismlarga ajratishdan iboratdir. Mazkur holda obyekt ayrim unsurlarining mohiyati, ularning aloqasi va o'zaro ta'siri y'rganiladi. Tahlildan farqli o'laroq, sintez usulining mohiyati esa bilish, yaxlit bir butunni tadqiq etish, uning qismlari o'zaro aloqasini o'zaro sirlikda deb qarashdadir.

Tahlil va sintez usullari o'zaro bog'liq va biri ikkinchisini to'ldiradi.

Tahlilda sistema qismlarga ajratiladi, bunda faqat uning xossasigina jo'qolmay (bo'laklarga ajratilgan avtobus yurmaydi), balki sistemaning qismi o'ziga xos xususiyatni ham yo'qotadi (avtomobildan ajratilgan rul boshqarmaydi). Tahlil faqat sistema tuzilishinigina belgilaydi va u qanday ishlashini aniqlaydi, lekin u nimaga va nima uchun shunday qiladi degan masalani oydinlashtirmaydi. Bu masalani bilishning sintez usuli hal etadi. U sistema funksiyasini belgilaydi, tuzilishini emas.

Analitik usul yaxshi natijaga olib keladi, qachonki, sistemani bir-biriga bog'liq bo'lmagan qismlarga ajratishga muvaffaq bo'linsa, ya'ni superpozitsiya tamoyiliga amal qilinsa. Bu holda sistema qismlarini alohida ko'rib chiqib, ular umumiy samaraga qo'shadigan ulush haqida to'g'ri tasavvurga ega bo'lish mumkin. Biroq, bunday hollar kamdan-kam uchraydi. Ko'pincha har bir qismning umumsistema samarasidagi ulushi boshqa qismlar ulushiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun sistema qismlari eng yaxshi ishlaganida ham umumiy samara yuqori bo'lmaydi.

Sistemani tadqiq etishda analitik usul sintez bilan, sintetik usul esa tahlil bilan to'latiladi.

Tahlil va sintez ancha sodda operatsiyani o'z ichiga oladi: muvofiq tarzda kompozitsiya va agregatlash. Dekompozitsiyada yaxlit qismlarga ajratiladi, agregatlashda qismlar bir butunga birlashtiriladi. Bu operatsiyalar algoritm-lashtirilishi mumkin, buni quyida ko'rib o'tamiz.

Butunni qismga ajratib dekompozitsiyalashda sistema kichik sistemalarga, maqsadlar maqsadchalarga, vazifalar kichik vazifalarga ajratiladi. Bu jarayon yaxlitning murakkabligiga bog'liq holda yana davom etishi mumkin, bu daraxtsimon (iyerarxiya) tuzilmaga olib kelishi mumkin.

Dekompozitsiya algoritmi sistemaning har qanday dekompozitsiyasi asosi bo'lib, uning modeli hisoblanadi.

Tadqiqot objekti hamon, qoidaga ko'ra, murakkab, kuchsiz tuzilgan va yomon formallashtirilgan ekan, demak dekompozitsiyani ekspert bajaradi. Natijada u tuzgan daraxtsimon tuzilma uning vakolati va qo'llanayotgan dekompozitsiya usuliga bog'liq bo'ladi.

Ekspert yaxlitni odatda oson qismlarga ajratadi, lekin qoidaga ko'ra taklif etilayotgan qismlar jamlanmasi to'laqonligi va keragidan ortiqchaligini isbotlashda qiyinchilikka duch keladi. Yaxlitni dekompozitsiyalashda qismlar miqdori asos sifatida olingan modelda qancha bo'lsa, shuncha bo'ladi. Dekompozitsiya to'liqligiga kelsak, bunda u modelning mukammalligiga bog'liq.

Dekompozitsiya — yaxlitni qismlarga bo'ysunganlik, taalluqlilik belgilari saqlangan holda ajratish

Yuqorida ta'kidlanganidek, tadqiq etilayotgan yoki yaratilayotgan sistemalar formal tur: tarkib modeli, tuzilmaviy model va tuzilmaviy tarx tarzidagi modellarda tasvirlanadi.

Shunday qilib, dekompozitsiya muraqqa yaxlitni ancha mayda va oddiy qismlarga ajratishdan iborat. Dekompozitsiya uchun sistemaning mohiyatli modeli asos bo'ladi. Dekompozitsiya to'laqonligi va oddiyligiga mohiyatlilik, elementarlik tushunchasi yordamida, shuningdek, modellarni muntazam ravishda yanada detallashtirish va dekompozitsiya algoritmi interativligi yordamida erishiladi.

Agregatlash va sistema emerjentligi. Agregatlash — ko'plab unsurlarni bir butun yaxlit qilib birlashtirish va mazkur ko'plab unsurlar munosabatini o'rnatish.

Ko'plab unsurlar qanday hosil bo'lishi va ana shu ko'plab unsurlararo qanday munosabat o'rnatilishi (ya'ni aniqlanishi yoki majbur etilishi)ga bog'liq suratda agregatlashning haddan ziyod ko'plab masalalari hosil bo'ladi. Natijada agregatlar deb ataluvchi unsurlar turlari majmui yuzaga keladi. Quyidagilar sistemaviy tadqiqotlarda odatdagi agregatlar hisoblanadi: konfigurator, agregatlar-operatorlar va agregatlar-tuzilmalar.

Konfigurator — muayyan muammo bo'yicha sistemaviy tadqiqotlar o'tkazish uchun yetarli bo'lgan o'rnatilayotgan sistemani tavsiflovchi turli tillar yig'indisi.

Konfiguratorga turli misollarni ko'rib chiqamiz. Radiotexnikada ayni bitta priborda quyidagi konfiguratorlardan foydalaniladi: blok-tarx, tamoyilli (funksiyali) tarx, yig'uv tarxi. Blok-tarx priborni tarkibi bo'yicha o'ziga konstruktiv blok kiruvchi sistema tavsiflaydi. Tamoyilli (funksional) tarx priborni boshqacha qismlarga ajratishni nazarda tutadi, ya'ni ayrim funksiyani bajaruvchi qismlarga, uning ishi uchun zarur bo'lganlarga; bu qismlarni birlashtiruvchi aloqa kanallariga va mazkur kanallar bo'yicha informatsiya beriladigan yo'nalishga (ishoratlar bilan ko'rsatiladi). Shu bilan birga priborlar bir xil tamoyilli tarxlarga, ammo turlicha blok — tarxlarga ega bo'lishi mumkin va aksincha. Nihoyat, yig'ish tarxi yig'ish o'tkaziladigan hajm ko'lamiga bog'liq holda priborni qismlarga ajratish natijasi hisoblanadi.

Ta'kidlash zarurki, konfiguratorda asosiy tadqiqot obyekti tahlil qilish konfigurator har bir tilida ayrim o'tkazilishi zarurligida emas (bu o'z-o'zidan ayon), balki, sintez, loyihalash, ishlab chiqarish va obyektni ekspluatatsiya qilish barcha (konfigurator) tillarida tavsiflar mavjud bo'lganidagina mumkinligiga bog'liqdir.

Uch o'lchamli jins sirtini «sirtki» tillarda tavsiflashda konfigurator bo'lib, texnikaviy chizmachilikda qabul qilingan uch ortogonal proyeksiyaning majmui hisoblanadi.

Barcha agregatlar uchun bitta umumiy xususiyat — emerjentlik xos. Sistemalarning bu o'ziga xoshiga shundan iboratki, yaxlitning xossasi uning qismlari xossasi, majmuyiga to'g'ri kelmaydi. Qismlarni yaxlitga birlashtirishda, qandaydir yangi sifatli hosil bo'ladi, ya'ni yangi sifat yuzaga keladi.

Bu yangi sifat sistemaning ichki bir butunligi (yaxlitligi)ning namoyon bo'lishi hisoblanadi. U mavjud bo'ladi, toki yaxlitlik mavjud ekan. Emerjentlik xossasi rasmiy tarzda tan olingan. Masalan, ixtiro talabnomalariga davlat ekspertizasida patentga loyiq deb, avval ma'lum bo'lmagan unsurlarning birlashmasi hisoblanadi, agar u yangi foydali xossaning yuzaga kelishiga sabab bo'lsa.

Shunday qilib, agregatlashning turli shakllari mavjud, ya'ni ko'plab unsurlarni bir butun yaxlitlikka birlashtirish va mazkur ko'plab unsurlarning munosabatini o'rnatish. Agregatlashning eng ko'p tarqalgan turi quyidagilardir: konfigurator (tasniflash, tartiblashtirish va h. k.) va agregat tuzilmalar (aloqalarni konfigurator barcha tillarida tavsiflash). Barcha agregatlar uchun bitta umumiy xususiyat — emerjentlik xos, u sistemaning ikki yaxlitligi va agregatlash natijasi hisoblanadi. Qismlarni yaxlit qilib birlashtirishda yangi xossa yuzaga keladi.

6.3. Nazariy tadqiqotlar olib borishda qo'llaniladigan qonunlar va nazariyalar to'g'risida umumiy ma'lumotlar

Ilmiy muammoni yechimi bo'yicha ilgari surilgan gipotezani tekshirishda mavjud qonunlar va nazariyalarga asoslanadi. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishida elektrotexnologik va energetik jarayonlarda energiyadan samarali foydalanishga oid nazariy tadqiqotlarda energiyani saqlanish qonuni, energiyani muhitda harakatlanish qonuni, termodinamika qonunlari, elektrostatika, elektrodinamika qonunlari, elektro-texnikaning nazariy asoslari qonunlari, biologika qonunlari va boshqa qonunlaridan foydalaniladi. Elektrotexnik uskunalar elektrotexnologik qurilmalarni energetik xarakteristikalarini, ko'rsatkichlarini yaxshilashga oid tadqiqotlarda elektr va magnit zanjirlari qonunlari elektromagnit maydon nazariyasi va tenglamalar sistemasi (Umov—

Poyting, Maksvel, Faradey tenglamalari) va h.k. elektr va magnit jarayonlarini ifodalovchi boshqa tenglamalar, tenglamalar sistemalarida foydalaniladi.

Ilmiy tadqiqot olib borilayotgan elektrotermik jarayonlarda, masala qishloq xo'jalik mahsulotlarini quritish energiya tejamkor elektrotexnologiyasiga oid tadqiqotlarda energetik balans tenglamasi, Joule-Lenz qonunlari, issiqlik va massasi almashuvini ifodalovchi issiqlik balans va material balar tenglamalari orqali ifodalanadi va ular asosida o'rganilayotgan voqeliklar jarayon va ularni ifodalovchi kattaliklarni analitik (matematik bog'liqliklarga grafik tasvirlar) ifodalari olinadi.

Qishloq xo'jaligi mahsulotlari ishlab chiqarishda energiyadan foydalanish samaradorligiga oid fundamental va amaliy tadqiqotlarda energiyani muhitga harakatlanish qonuni, termodinamika qonunlari va energetik balar tenglamalaridan foydalanib nazariy yechimlar ishlab chiqiladi.

Biologik obyektlarga elektrofizik ta'sirlar va ulardan texnologiya maqsadlarida foydalanishda biofizika qonunlari va elektromagnit maydon qonunlari tahlili asosida nazariy tadqiqotlar olib boriladi.

Informatsiyalar (ma'lumotlar) nazariyasi asoslari

Informatsiya nazariyasi tabiatda va texnikada yuzaga kelgan, yuzaga kelishi ehtimoli bo'lgan informatsiyani aloqa tarmoqlari orqali uzatish maksimal tezligini topish va uni noaniqlik ehtimolligini eng kichik miqdorigacha kamaytirishni ta'minlovchi ma'lumotni kodlash va o'qishni rasad kadmokasini optimal usullarini anglab chiqish masalalarini yechishga bag'ishlangan nazariyadir.

Informatsiya nazariyasi kibernetikaning bo'limlaridan biri sifatida informatsiyalarni uzatish, saqlash, ajratib olish va klassifikatsiyalash usullarini baholash va matematik ifodalash imkonini beradi hamda u ehtimollik nazariyasi, matematik statistika, guruhlar nazariyasi, o'yinlar nazariyasi usullari va matematikaning boshqa bo'limlariga tayanadi.

Qishloq xo'jaligiga oid tadqiqotlar olib borishda informatsiyalar nazariyasi u yoki boshqa qurilmalarni yoki sistemaning holati yoki ish rejimi haqidagi to'la bo'lmagan yoki yetarli ishonchlikka ega bo'lmagan ma'lumotlardan foydalanish bilan bog'liq quyidagi masalalarni yechishda foydalanish mumkin:

— chorvachilik binosini shamollatish sistemasi holati va sozligi haqidagi ma'lumotlar;

— qishloq xo'jaligi obyektlari elektr ta'minoti podstantsiyasi shinasidagi kuchlanishni nominaldan (belgilanganidan) og'ishi haqidagi ma'lumot;

— qishloq xo'jaligi mahsulotlarni saqlash omborxonasini isitish tizimini holati va sozligi haqidagi ma'lumot yuqoridagi misollardan sistemalarning ish faoliyatida ma'lum tasodifiylik elementlari sodir bo'lishi mumkin ekan, demak sistema yoki uning qurilmalarining holati noaniq ekanligi haqida gapirish tabiiydir.

Har qanday fizik sistemani holati u haqidagi jamlangan ma'lumotlar orqali ifodalanadi. Sistema yoki qurilmaning holati aniq bo'lsa unda har qanday ma'lumot yangilikga ega emas ma'lumot sifatida o'z kuchini yo'qotadi.

Misol. Ikki elektr uskunaning birinchisini ishdan chiqish ehtimolligi 0,02, ikkinchisini 0,35, binobarin qurilmaning buzilmasdan ishlash ehtimolligi birinchisini $1 - 0,02 = 0,98$, ikkinchisini $1 - 0,35 = 0,65$ ga teng.

Birinci qurilmaning holatida noaniqlik kichkina, ikkinchisida esa uning ishdan chiqish ehtimoli katta bo'lgani uchun (0,35) noaniqlik katta.

Sistemaning noaniqligi uning turli holatlari ehtimolligi qiymatiga bog'liq, boshqacha aytganda ushbu ehtimolliklar funksiyalari hisoblanadi va ularning tekis taqsimlanishiga bog'liq.

Sistemaning biron bir holati ishonchli bo'lsa (ushbu holat ehtimolligi 1 ga teng bo'lsa), boshqa holatlar bo'lishi mumkin emas va bunday holda noaniqlik darajasi (ko'rsatkichi) nolga teng.

Sistemaning noaniqligi obstrik o'lchash (bahosi) etib ushbu sistema holatlari ehtimolligiga bog'liq eptropiya deb nomlanuvchi maxsus xarakteristikasi qabul qilingan. Ikki teng ehtimollik holatiga ega oddiy sistemani noaniqlik holati birga teng.

Masalan, elektr manbayiga uzib-o'chirgich orqali ketma-ket ulangan cho'g'lanma lampani uzib-o'chirgich zanjirni ulash yoki uzishiga qarab ikki holat ehtimolligi yonib turgan yoki o'chik holati bo'lishi mumkin.

Teng ehtimollik holatlar sonining (n) oshishi sistema noaniqligining ortishiga olib keladi, ya'ni tajribaning u yoki bu natijasi yuzaga kelishini oldindan ayta olish ehtimolligi kamayadi. Shunday ekan noaniqlikni miqdoriy o'lchami sistema holatlar soni funksiyasi orqali ifodalanadi.

Bir vaqtda o'tkazilgan ikki tajribada mos ravishda n va m teng ehtimollikka ega natijalar qayd etilsa teng ehtimol natijalar soni $n \cdot m$ ni tashkil qiladi va bunday tajribani noaniqligini har bir tajriba noaniqliklari yig'indisi deb qabul qilish mumkin:

$$f(n \cdot m) = f(n) + f(m).$$

Yuqorida shakillantirilgan shartlarga, ushbu funksiyani logarifimik bog'liqligi noaniqlik o'lchovi to'g'ri keladi. Ushbu funksiya $\log(n \cdot m)$ — teng ehtimolliklarga ega natijalarga bog'liq bo'lib, n ning oshishi $\log n$ ning oshishiga olib keladi.

Agar sistemaning holati oldindan ishonchli ma'lum bo'lsa uning entropiyasi «0» ga teng bo'ladi. Sistemaning entropiyasi deb sistemaning turli holatlari ehtimolliklarini ushbu ehtimolliklarni (p_i) teskari ishora bilan olingan logarifmlari ($\log_2 p_i$) bilan ko'paytmalari yig'indisiga aytiladi:

$$M(x) = -p_1 \log p_1 - p_2 \log p_2 - p_n \log p_n = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i.$$

Oddiy ikkita teng ehtimollik holatiga ega sistema uchun yuqoridagi tenglama quyidagicha ifodalanadi:

$$H(x) = -\frac{1}{2} \log \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \log \frac{1}{2} = \log 2 = 1.$$

Entropiyaning ushbu o'lchov birligi «bit» deb ataladi.

Binobarin, teng imkoniyatli sistemaning entropiyasi holatlar soni logarifmiga teng bo'ladi.

Agar sistemaning holati oldindan ishonchli ma'lum bo'lsa, uning entropiyasi 0 ga teng bo'ladi.

Sistemaning entropiyasi deb sistemaning turli holatlari ehtimolliklarini (P_i) ushbu ehtimolliklarni teskari ishora bilan olingan logarifmlari ($\log_2 P_i$) bilan ko'paytmalari yig'indisiga aytiladi.

Biron bir teng ehtimolli n holatli (har bir holatning ehtimolligi $P_i = \frac{1}{n}$) X sistemaning entropiyasi quyidagicha ifodalanadi:

$$H(X) = -n \frac{1}{n} \cdot \log \frac{1}{n} = -\log 1 + \log n = \log n.$$

1-misol. Ishlash ehtimoli bir xil bo'lgan (0,7) ikki pribordan tashkil topgan sistemaning entropiyasini aniqlang. Birinchi va ikkinchi priborlarning ishlamay qolishi (buzilishi) bashorati (gipotezasi) bir xil ehtimolli. Ikkala priborning bir vaqtini o'zida ishlamay qolishi (buzilish) ehtimoli 0,05.

Yechish. Sistema holatlarini belgilab olamiz:

Birinchi holat: X_1 — ikkala pribor ishchi holatda ($P_1=0,7$); X_2 — ikkala pribor bir vaqtda buzuv holatda ($P_2=0,05$); X_3 — priborlardan bittasi ishlamay qolishi holati (P_3).

Sistema yuqoridagi 3 ta holatlardan bittasida mavjud (ishlashi) bo'lishi mumkinligini e'tiborga olib uchinchi holatning bo'lish ehtimolligini topamiz:

$$P_3 = 1 - P_1 - P_2 = 1 - 0,7 - 0,05 = 0,25.$$

Sistemaning entropiyasini topamiz.

2-ilovaning 2.7-jadvalida keltirilgan $f(p) = -p \log_2 p$ funksiya qiymatlari jadvalidan foydalanib topamiz:

$$H(X) = -\sum_{i=1}^3 P_i \log P_i = 0,360 + 0,216 + 0,500 = 1,076.$$

2-misol. Tovuxonada havo haroratining kerakli ko'rsatkichi ikkita mustaqil sistemadan (X va Y) iborat murakkab sistema yordamida ta'minlaniladi.

X – issiq havo yetkazib beruvchi sistema uchta holatda bo'lishi mumkin:

1. Sistema ishchi holatda (ishonchligi $P(x_1)=0,7$).
2. Avtomatik qurilmasi buzuvchi holatda (ishonchligi $P(x_2)=0,2$).
3. Havoni qizitib berish elementi buzuvchi holatda ($P(x_3)=0,1$).

Y – havoni so'rib olish sistemasi ikkita holatda bo'lishi mumkin:

1. Sistema ishchi holatda ($P(y_1)=0,85$);
2. ($P(y_2)=0,15$).

Sistamani tashkil etuvchilari (X va Y) mustaqil bo'lsa, murakkab sistemaning entropiyasini toping.

Yechish. X sistemaning entropiyasini topamiz:

$$H(X) = -\sum_{i=1}^3 P_i \log P_i = -P(x_1) \log P(x_1) - P(x_2) \log P(x_2) - P(x_3) \log P(x_3) = \\ = -0,7 \log 0,7 - 0,2 \log 0,2 + 0,1 \log 0,1 = 1,156.$$

Y sistemaning entropiyasini topamiz:

$$H(Y) = -\sum_{j=1}^2 P_j \log P_j = -P(y_1) \log P(y_1) - P(y_2) \log P(y_2) = \\ = -0,85 \log 0,85 - 0,15 \log 0,15 = 0,610.$$

X va Y sistemalardan tashkil topgan murakkab sistemaning entropiyasini $H(XY)$ topamiz:

$$H(XY) = H(X) + H(Y) = 1,156 + 0,610 = 1,766.$$

Ishonchlilik nazariyasi asoslari

Elektrotexnik uskunalar va elektrotexnologik qurilmalar ishlash jarayonida nafaqat doimiy, balki turli tasodifiy ta'sirlarga ham uchraydi. Bunday ta'sirlar: yuklamalar o'zgarishi, tashqi muhit va iqlimni o'zgarishi, elektr ta'minot tizimida energiya sifat ko'rsatkichlarini nominaldan og'ishi va h.k.lar, o'z navbatida elektrotexnik uskunalar va elektrotexnologik qurilmalarning tez eskirishiga, energetik ko'rsatkichlarini pasayishiga va nihoyat ularning butunlay ishdan chiqishiga olib keladi.

Qishloq xo'jaligi elektr energiya ta'minoti tizimi va elementlari, texnologik mashinalarning elektrotexnik uskunalari va elektrotexnologik qurilmalarning ishonchli ishlashlariga ko'plab obyektiv (ish davomida izolatsiyalarni eskirishi, kontaktlarning yemirilishi, elektr va magnit zanjirlarining elektr va magnit xususiyatlarini o'zgarishi) va subyektiv (loyihalash jara-

yonida sxemalarni va energetik qurilmalarni parametrlarini tanlashda yo'qo'yilgan kamchiliklar, noaniqliklar, ekspluatatsion rejimlarni buzilishi va h.k.lar) faktorlar ta'sir ko'rsatadi va ko'pchilik hollarda ushbu faktorlar murakkab bog'liqliklarda bo'ladi.

Elektr uskunalar va elektrotexnologik qurilmalarning ishlash ishonchligini pasayishi ularni ekspluatatsiyalashdagi harajatlarni oshishiga, avariya holatlarni yuzaga kelishiga va mahsulot ishlab chiqarish ko'rsatkichlarini pasayishiga olib keladi. Yakuniy mahsulot ishlab chiqarish potok liniyalarda, qishloq xo'jaligi obyektlarini energiya ta'minoti tizimida elementlar soni qancha ko'p bo'lsa tizimning ishlash ishonchligini pasayishi ehtimolligi shuncha oshadi. Shu boisdan, qishloq xo'jaligi elektr uskunolari ularni elektr ta'minot tizimi elementlarini yaratishda (ishlab chiqishda), loyihalashda ularni yuqori ishonchligiga erishish muhim ahamiyatga ega va uni ishonchlik nazariyasiga asoslangan holda amalga oshiriladi.

Ishonchlilik nazariyasi obyektlardan (materiallar, texnik va elektr uskunalar) foydalanishni maksimal samaradorligiga erishish uchun loyihalash, ishlab chiqish (yaratish) va ekspluatatsiyalash usullarini o'rganuvchi kompleks ilmiy mustaqil fan sohasidir.

Obyekt deganda, loyihalash, ishlab chiqish, ekspluatatsiyalash, tadqiqotlar olib borish va sinash davrida (jarayonlarida) ishonchligi ko'rib chiqilayotgan, ma'lum bir maqsadda foydalaniladigan predmetni tushunamiz. Obyektlar elektr energiyasini uzatish tizimi, ularni elementlari, elektr uskunalar himoya vositalari, apparatlar, o'lchov asboblari va h.k.lar bo'lishi mumkin.

Obyektlarning ishonchligini baholashda ishonchlilik ko'rsatkichlaridan foydalaniladi.

Obyekt ishonchligi uning quyidagi xossalari bilan xarakterlanadi:

Ishonchlilik — o'rnatilgan shart sharoitlar to'la bajarilganda unga yuklatilgan (uning uchun belgilangan) funksional vazifasini bajarish xossasi (xususiyati).

Ishlash (ish) qobiliyati — belgilangan vazifani o'rnatilgan ko'rsatkichlarni ta'minlab bajarishdagi holati.

Nosozlik holati (nosozligi) — unga qo'yilgan talab va normativ ko'rsatkichlardan biron bittasini ta'minlay ololmaslik holati (ishlab turgan obyekt ham nosoz bo'lishi mumkin).

Obyekt ishonchligi uning quyidagi xususiyatlari bilan bog'langan:

Buzilmasdan ishlashi — ma'lum vaqt davomida ishchanlik holatini uzluksiz saqlash xususiyati. Biron bir vaqt davomida buzilmasdan ishlash ehtimolligi bilan baholanadi.

Chidamliligi — belgilangan xizmat ko'rsatish ta'mirlash shartlari bajarilganda obyektning ishlash qobiliyatini saqlab turish xususiyati.

Ta'mirlashga yaroqliligi — ta'mirlash va texnik xizmat ko'rsatish orqali qayta tiklanishga moslasha olishlik xususiyati.

Saqlanishi — saqlanib turish va saqlanishdan keyin yoki bir joydan ikkinchi joyga ko'chirib o'tilgandan keyin ishlash qobiliyati va soz holatini uzluksiz asrab qolish xususiyati.

Obyekt ishonchliligini tashkil etuvchi bitta yoki bir nechta xossalari son xarakteristikasi ishonchlilik ko'rsatkichi deyiladi.

Ishonchlilikni quyidagi asosiy son ko'rsatkichlari energetikaga va mexanikaga oid tadqiqotlarda keng qo'llaniladi.

Buzilmasdan ishlash ehtimolligi: ishonchlilikning ushbu ko'rsatkichi obyektni buzilmasdan ishlash haqidagi statistik ma'lumotlar bo'yicha quyidagi formula orqali hisoblanad:

$$\bar{P}(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0}, \quad (6.1)$$

bu yerda: N_0 — tadqiqot o'tkazilayotgan obyektlar soni; $n(t)$ — t vaqt davomida buzilgan (ishlamay qolgan) obyektlar soni.

Katta sonlar qonuniga binoan obyektlar soni (N_0) yoki kuzatuvlar soni katta bo'lganda buzilmasdan ishlashning statistik baholanishi $\bar{P}(t)$ obyektni buzilmasdan ishlash ehtimolligi $P(t)$ ga juda ham yaqinlashadi (amalda bir-biriga teng bo'ladi). Masalan, 6 oy davomida barchasi bir xil maqsadda foydalanilayotgan, bir xil sharoitda ekspluatatsiya tadqiqot obyekti borilayotgan 50 ta 5A seriyali asinxron elektr motorlardan 10 tasi ishlamay

qolgan. Ularni buzilmasdan ishlash ehtimolligi $\bar{P}(6 \text{ oy}) = \frac{50-10}{50} = \frac{40}{50} = 0,8$.

Ishdan chiqishlar (buzilishlar) soni oqimi (λ) ni qiymati berilgan vaqt oralig'ida (Δt), ishdan chiqqan (buzilgan) obyektlar soni Δn ning obyektlarning umumiy soniga nisbati bo'yicha hisoblanib topiladi:

$$\lambda = \frac{\Delta n}{N \Delta t}. \quad (6.2)$$

Obyektning buzilishi (ishdan chiqishi) ehtimolligi — $Q(t)$ berilgan ishlash davomiyligi doirasida aniq ekspluatatsiyalash shartlarida hech bo'lmaganda obyektning bitta buzilishi sodir bo'lishi ehtimolligi:

$$Q(t) = P(T \leq t) = 1 - P(t), \quad (6.3)$$

$$Q(t) = \frac{n(t)}{N_0}. \quad (6.4)$$

$$T_{o'r} = \frac{8760}{\lambda} \text{ (soat) yoki } T_{o'r} = \frac{1}{\lambda} \text{ (yil)}. \quad (6.5)$$

Yuqoridagi miqdoriy ko'rsatkichlardan tashqari ishonchlilikni kompleks ko'rsatkichlari tayyorlik koeffitsiyenti va texnik foydalanish koeffitsiyentlari bilan ham baholalanadi.

Obyektning ishlamay qolish (ishdan chiqish) intensivligi:

$$K_T = \frac{T_{ish} + T_{rez}}{T_{ish} + T_{rez} + T_{av}}, \quad (6.6)$$

bu yerda: T_{ish} — obyektning ishlash vaqti; T_{av} — avariya holatdagi vaqti; T_{rez} — rezervda turgan vaqti.

Agrar soha energetikasiga oid tadqiqotlar olib borishda ishonchlilik nazariyasiga oid keng va batafsil ma'lumotlar zarur bo'lgan hollarda matematik statistikaga oid adabiyotlardan foydalaniladi.

Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi (OXKN) haqida

Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi iste'molchilarni energiya bilan ta'minlash murakkab energetik tizimlarida, qishloq xo'jaligi elektr uskunalar va elektrotexnologik qurilmalariga servis xizmat ko'rsatish tizimini tashkil etish va boshqarish bilan bog'liq masalalarni yechishda foydalaniladi. Har qanday ommaviy xizmat ko'rsatish tizimini xizmat ko'rsatuvchi qurilmalar (xizmat ko'rsatish kanallari) majmuasi deb qarash mumkin. Ommaviy xizmat ko'rsatish tizimi bir va ko'p kanalli bo'lishi mumkin.

Xizmat ko'rsatish kanallari — aloqa tarmoqlari, pribor va moslamalar, biron texnik yoki tashkiliy ishlarni amalga oshiruvchi odamlar (masalan yuqori kuchlanishli havo elektr tarmoqda yuzaga kelgan nosozlikni bartaraf etishga safarbar qilingan elektriklardan tashkil topgan tezkor brigada) va boshqalar bo'lishlari mumkin.

Ommaviy xizmat ko'rsatish tizimining ishi *kanallar soni* va *xizmat ko'rsatish unumiga* bog'liq, biron bir vaqt davomida qancha xizmat ko'rsatishi bilan xarakterlanadi.

Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasining vazifasiga buyurtmalar oqimi intensivligi va xarakteri, kanallar soni, kanallarni unumdorlik ko'rsatkichi (unumdorligi) va kiruvchi oqim xarakteri orasidagi bog'liqliklarni o'rnatish kiradi. Masalan, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarish obyektlari (parrandachilik fabrikasi, nasos stansiyasi elektr uskunolari, energiya ta'minot tizimi elektrotexnik uskunolari) elektr uskuna va jihozlarini ta'mirlashni tashkil etishda ularni o'z vaqtida (qisqa vaqt davomida) ta'mirlash uchun ta'mirlash zavodlari

ti sexlar sonini to'g'ri aniqlash muhim ahamiyatga ega, aks holda mirlanishi kerak bo'lgan elektr uskunalar ta'mirlash korxonalarida (sexlar) uzoq turib qolishi va buning oqibatida ishlab chiqarish korxonalarida hisolat ishlab chiqarish to'xtab qolishi iqtisodiy zararga olib keladi.

Ta'mirlash korxonalari sonini asossiz oshirilishi ishdan chiqqan elektexnik uskunalarning qayta tiklanishini tezlatmada, ularni qurish va jihozlari bilan bog'liq xarajatlarini oshishiga olib keladi. Shunday ekan ta'mirlanishi kerak bo'lgan elektr uskunalarini uzoq vaqt ta'mirlash korxonalarida qolmasligini ta'minlovchi va shu bilan birga katta harajatlar talab naydigan ta'mirlash korxonalari sonini optimalligini ta'minlovchi yechimni topish kerak bo'ladi. Ushbu yechimni topishda ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasidan foydalanish yuqori samara beradi.

Shuningdek, avtomatlashtirilgan potok liniyalarni joyihalashda har xil xarakterli uskunalar o'zaro bog'liqlikda ishlashini ta'minlashda elektr energiya iste'molchilariga energiyani taqsimlash va yetkazib berish tizimini joylashtirishda ushbu nazariya katta ahamiyatga egadir. Turli tizimlarda muvofiqlik nazariyasini qo'llashda ham ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi muhim rol o'ynaydi. Qishloq xo'jaligi elektr uskunalarining ekspluatatsiya ishonchligini ta'minlash (oshirish) borasida yuqori samaradorlikka erishishda texnik servis tizimini ishlab chiqishda ham ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi yuqori samara beradi.

Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasidan foydalanishda qo'llaniladigan asosiy tushuncha va so'zlar haqida to'xtalib o'tamiz.

Voqeliklar ketma-ketligi **oqim** deb nomlanadi.

Xizmat ko'rsatishga talablar oqini **talabnomalar oqimi** deyiladi.

Xizmat ko'rsatish tizimiga kelib tushgan xizmat ko'rsatilishi zarur bo'lgan talabnomalar oqini **kirish oqimi** deyiladi.

Bir birlik vaqt ichida kelib tushgan talabnomalar sonini matematik aniqlash kirish oqimining **o'rtacha intensivligi** deyiladi.

Xizmat ko'rsatish tizimidan chiqib ketuvchi talabnomalar oqimi **chiquvchi oqim** deb yuritiladi.

Xizmat ko'rsatish zaruriyatni qondirish hisoblanadi.

Xizmat ko'rsatish vositalari (qurilma, inson ulardan tashkil topgan birlashtirilgan va h.k.lar) **xizmat ko'rsatuvchi apparatlar** yoki **qurilmalar** deb ataladi.

Bir jinsli (bir xil talabni qanoatlantiruvchi) xizmat ko'rsatuvchi apparatlar majmua **xizmat ko'rsatuvchi tizim** deyiladi.

Xizmat ko'rsatish intensivligi yoki tezligi bir birlik vaqt davomida xizmat ko'rsatilgan talabnomalar o'rtacha soni (μ) bilan xarakterlanadi va uning iqtisodiy qiymati xizmat ko'rsatilishining o'rtacha davomiyligiga (t_{sk}) teskari kattalik bilan aniqlanadi:

$$\mu = \frac{1}{\sigma_{\text{sk}}}$$

(6.7)

Talabnomalar oqimi xarakteriga, intensivligi, kanallar soni, kanallarning o'tkazovchanlik qobiliyati (umimidorligi) va kirish oqimi xarakterlaridan kelib chiqqan holda tadqiqotlar olib borishda turli matematik apparatlar foydalaniladi.

Voqeeliklar, talabnomalar oqimi va ularning xususiyatlariga ko'ra oddiy, yoki statsionar: Puasson oqimi, Palma oqimi, Erlang tizimi oqimi turli uchraydi. Ommaviy xizmat ko'rsatish tizimi ochiq va yopiq shaklda mavjud bo'lishi mumkin.

Optimal boshqarav nazariyasi asoslari

Ilmiy tadqiqotlardan ko'zlangan maqsadga erishishda tadqiqot natijasi mumkin bo'lgan yuqori texnik, texnologik, iqtisodiy samaraga erishish bosh me'zon etib belgilanadi va uni amalga oshirishning asosida optimal boshqarish nazariyasi yotadi.

Agrar soha energetik muammolarini yechishda optimal boshqarish nazariyasidan foydalanib quyidagi masalalarni yechish mumkin:

- elektr va issiqlik yuklamalarini boshqarish qilishda;
- ikki tomonlama energiya bilan ta'minlangan elektr uzatish liniyalari tarmoqlanish nuqtasini tanlashda;
- texnik servis ko'rsatish korxonaning ko'chma brigadasini yuqori kuchlanishli havo elektr liniyasini tekshirib chiqish bo'yicha harakat trayektoriyasini (marshrutini) aniqlashda;
- elektr ta'minoti tizimining ishonchiligi darajasini oshirish bo'yicha variantlar tanlashda va h.k.larda.

Yechilayotgan masala va ko'zlangan maqsaddan kelib chiqqan holda ilmiy tadqiqotlarda optimal boshqarishni turli usullari qo'llaniladi.

Differensial hamda variatsion hisoblar o'zgaruvchi parametrlar orasidagi analitik bog'liqliklarni tadqiq etib, funksiya va funksional bog'lanishlarni ekstremumini aniqlashda qo'llaniladi. Bu usul o'zgaruvchi differensiyalanayotgan funksional ifoda bilan o'zaro bog'liq bo'lganda yoki uzluksizlikda uzilishlar bo'lganda haqiqiy funksional ifodalarni ketma-ket yaqinlashuvchi yo'li bilan differensiyalanadigan funksiyalarga almashtirilganda ko'proq qo'llaniladi. Ushbu usul ko'p ekstremal masalarni (tadqiqot etishda) yechishda ham qo'llaniladi.

Optimallashtirishni sonli (miqdoriy) usuli erkin o'zgaruvchilarni va ularni qiymatlari kombinatsiyalarini ajratib qilib maqsadli funksiyasi ularga nisbatan

qiymatlarini hisoblashni ko'zda tutadi. Hisoblash texnikalarini jadal rivojlantirishi ilmiy tadqiqotlarda matematik programmalash usullarini ham qo'llanishiga asos yaratdi.

Bir eksperimentli tadqiqotlarda chiziqli programmalash usuli keng foydalaniladi va undan foydalanib chiziqli chegaralanish mavjud bo'lganda maqsadli funksiyani chiziqli shaklga ega bo'lganda optimal rejimni aniq chiziqli programmalash usuli nochiziqli masalalarni ko'plab yechish jarayonlari uchun mos bo'lib xizmat qiladi.

Dinamik programmalash usuli ko'p ekstremal masalalarni yechishda hisoblash ishlari hajmini keskin qisqartirish va maqsadli funksiyani global minimumini topish imkonini beradi.

Dinamik programmalashni bosh g'oyasi optimal boshqarish masalalarini ko'p bosqichli (ko'p qadamlı) jarayonlar ko'rinishida uning har bir bosqichini ketma-ket optimallashtirishdan iborat.

Bir nechta tashkilotlar ishtirokida amalga oshirilayotgan murakkab inshootlar, yuqori kuchlanishli elektr uzatish tarmog'ini loyihalash va qurilishi bo'yicha ishlarni to'rtli rejalashtirish (setevoy planirovka) va boshqarish usulidan foydalanib bajarish yaxshi natijalar beradi. Ikki va undan ko'p tomonlar manfaatli qarama-qarshi (yoki birgalikda bo'lmagan) bo'lgan ko'pchilik konflikt holatlarda optimallashtirish masalasini yechishda o'yinlar nazariyasi usulidan foydalaniladi.

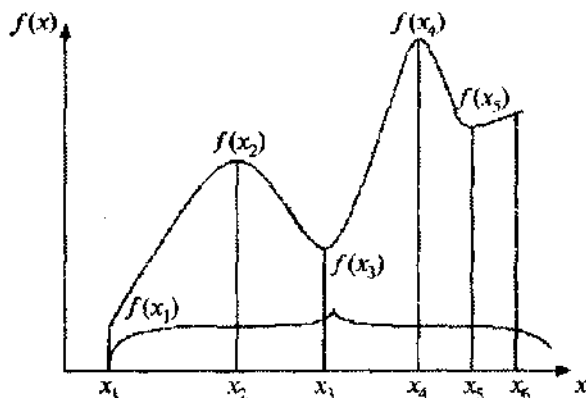
Optimal boshqaruvni har qanday usullarini qo'llashni asosiy g'oyasi mazmuni sistemani barcha qismlarini bitta kompleksda va ularni garmonik mosligida (muvofigligida) qarashdan iborat sistemali yondashuvdan foydalanishdir. Bunday yondashuvda xususiy manfaatlar umumiyga bo'ysunadi.

Ushbu yondashuv qishloq xo'jaligi obyektlarini energiya ta'minoti tizimini loyihalashda optimal yechimini topishda, bir tomondan ularni energiya bilan ta'minlovchi energetika tizimi manfaatini, ikkinchidan elektr energiyasi iste'molchilar manfaatini (energiya sarfi, ta'minot ishonchligi) hisobiga olishni ko'zda tutadi. Bundan tashqari obyektlarni qurishda ishtirok etuvchi tashkilot va korxonalar, elektr tarmog'ini trassasida joylashgan xo'jaliklar va boshqa obyektlar manfaatlari inobatga olinishi kerak.

Optimal boshqarishning analitik usuli o'zgaruvchilar orasidagi analitik bog'liqliklarni tadqiq etish asosida funksiyalar va funkcionallarning ekstremumini (maksimum va minimumlarni) topishni ko'zda tutadi.

6.2-rasmida o'rganilayotgan voqealik, kattalik yoki jarayonni ko'rsatkichi ifodalangan tasodifiy kattaliklarning matematik kutilishi $f(x)$ ni biron bir D oraliqdagi tasodifiy kattaliklar $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6)$ bilan bolqlik funksiyasi keltirilgan.

Ushbu grafikdagi D oraliqning biron bir qismidagi x_0 nuqtasida $f(x_0)$ funksiyaning qiymati unga qo'shni bo'lgan barcha nuqtalarigidan katta



6.2-rasm. Tadqiqot o'tkazilayotgan obyektning matematik kutilishini ($f(x)$) taqsimlanish funksiyasi.

(kichik) bo'lsa, ushbu nuqta lokal maksimum (minimum) nuqta deb ataladi. Funksiyaning o'zi $f(x_0)$ lokal maksimum (minimum) deb ataladi.

6.2-rasmda $f(x_3)$, $f(x_5)$ lar lokal minimum, $f(x_2)$, $f(x_4)$ lar lokal maksimum nuqtalar deyiladi.

Bitta funksional bog'liqlik grafigida lokal minimumlar (maksimumlar) bir nechta bo'lishi mumkin, bu holda ular orasidagi eng kichik qiymatga ega $f(x)$ ni global minimum, eng katta qiymatga ega $f(x)$ ni global maksimum deb ataladi. 6.2-rasmda $f(x_3)$ global minimum, $f(x_4)$ global maksimum hisoblanadi.

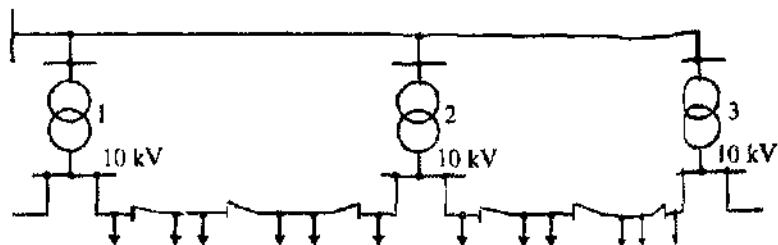
Qishloq xo'jaligi iste'molchilarini (chorvachilik komplekslari, sug'orish tizimi yirik nasos stansiyalari, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlovchi korxonalarini issiqlik energiyasi bilan ta'minlovchi energetik qurilmalarini (yirik issiqlik stansiyasi) eng muqobil rejimini tanlashda **Logranj usulini** qo'llash mumkin.

Loyihasi ishlab chiqilayotgan elektr ta'minoti tarmoqlari shaklini (konfiguratsiyasini) tanlashda, podstansiyalarni o'rnatilish joyini va ularga o'rnatiladigan transformator quvvatini tanlashda, ikki tomonlama energiya bilan ta'minlanadigan liniyalarni ajralish nuqtasini topishda eng maqbul variantini topishda ekstremumni to'g'ridan to'g'ri izlash usuli ko'p qo'llaniladi.

Ekstrimumni to'g'ridan-to'g'ri izlash usuli mustaqil o'zgaruvchilarni qiymatlarini har xil kombinatsiyalarida maqsadli funksiya qiymatlarini taqqoslashga asoslangan bo'lib, uning yechilishida interatsion jarayon asos qilib olinadi. U quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi.

Maqsadli funksiya ifodasi va erkin o'zgaruvchilar tanlanadi. Mustaqil o'zgaruvchilarni ma'lum bir ketma-ketlikda manfiy va musbat tomonga

15 kV



6.3-rasm. Ikki tomonlama energiya manbayiga ulangan elektr tarmoq'i sxemasi.

orttirib berib, har bir qiymat uchun maqsad funksiyasi qiymatlari hisoblandi va uning ekstrimumga yaqinlashishiga erishiladi.

Bir ekstrimal masalalarda maqsad funksiyasini minimallashtirishda *ekstrimumni to'g'ridan-to'g'ri izlashni*; ko'r-ko'rona tavakkal va gradiyent usuli, tezkorona va koordinata bo'yicha pasayish hamda relaksatsion usullaridan ham foydalanish mumkin.

Maqsadli funksiyani optimallashtirish shartini topishda ikki va undan ko'p kriteriyalar bo'yicha tanlashga to'g'ri kelganda ko'p kriteriyali optimallashtirishdan foydalaniladi.

Ushbu usul 6.3-rasmda ko'rsatilgan ikki tomonlama energiya manbasiga ulangan elektr tarmoqni qaysi nuqtasida ajratish eng maqbulligini aniqlash misolida qo'llash kerak.

Ajratish nuqtasini tarmoqning qayerida deb belgilashimizga (qabul qilishimizga) qarab, nafaqat tarmoq qismlarida aktiv quvvat isrofi, balki elektr energiyasi iste'molchilarini energiya bilan ta'minlash ishonchligi ham o'zgaradi. Bundan kelib chiqadiki, optimalga erishishga ikkita shart: quvvat isrofining minimalligi va elektr ta'minoti ishonchligining maksimalligi lozim bo'ladi.

7. Eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish, o'tkazib va natijalari tahlili

7.1. Eksperimental tadqiqotlar turlari va ularning boshqichlari

Ilmiy-texnik va amaliy tadqiqotlardan ko'zlangan maqsadga erishishda ilgari surilgan ilmiy gipotezani to'g'ri yoki noto'g'riligini isbotlashda yoki texnologik rejim, ekspluatatsion ko'rsatkichlar va boshqa ko'rsatkichlarni optimallashtirish, aniqlash va belgilashda albatta eksperimental tadqiqotlar

olib borilishi zaruriyati tug'iladi. Eksperimental tadqiqotlar o'tkazish katta miqdorda mehnat va moddiy harajatlar va shuningdek, ko'p vaqt sarflash bilan bog'liqdir. Undan tashqari ishlab turgan energetik tizim, elektrotexnik uskunalar, energotexnologik qurilmalar, elektrlashtirilgan texnologik potok liniyalarga taalluqli eksperimental tadqiqotlar o'tkazishda ularning normal ekspluatatsion rejimlarini buzilishiga olib keladi.

Eksperimental tadqiqotlar o'tkazish bilan bog'liq yuqoridagi katta moddiy harajatlarni, vaqt sarflanishini va ishlab turgan energetik obyektlarni ekspluatatsion rejimlarini buzilishini kamaytirishga eksperiment rejalashtirish va uning tahlili usullarini qo'llash orqali erishish mumkin. Matematik statistika apparatini qo'llash orqali eksperiment jarayonini formallashtirish quyidagilarga imkon beradi:

- tajribalar sonini kamaytirish, yuqori aniqlikdagi o'lchov natijalariga erishish kabi ba'zi bir xususiyatlarga ega eksperimentning matematik modelini olishga;

- eksperiment natijalariga eng zamonaviy usullardan foydalanib ishlov berish va ishlov berilgan natijalar bo'yicha aniq formallashtirilgan qoidalar asosida yechimlar qabul qilish.

Eksperimental tadqiqot – yangi ilmiy bilimlar olishning asosiy usullaridan biri.

Eksperimentdan bosh maqsad nazariy qoidalarni tekshirish (ishchi gipotezani tasdiqlash), shuningdek, ilmiy tadqiqot mavzusini yanada kengroq va chuqurroq o'rganishdir [27, 109-bet].

Eksperimental tadqiqotlar **identifikatsiyalash** – nazariy tadqiqot natijalari va eksperiment davomida olingan funksional va analitik bog'liqliklarni tekshirish va tasdiqlash yoki **optimallashtirish** – eksperimental yo'l bilan o'rganilayotgan jarayon parametrining eng maqbul qiymatini yoki maqsad funksiyasini aniqlash maqsadida olib boriladi.

Maqsad funksiyasi – mustaqil variatsiyalanuvchi o'zgaruvchilarni (faktorlarni) tadqiq etilayotgan bog'liq bo'lgan o'zgaruvchi bilan o'zaro bog'lovchi funksiyadir, ya'ni $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$. Bu yerda y – tadqiq etilayotgan maqsad funksiya; $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ – o'zaro bog'liq bo'lmagani o'zgaruvchilar faktorlar.

Eksperiment maqsadi identifikatsiyalash bo'lsa, **maqsad funksiyasi formulalar orqali ifodalanadi**.

Eksperiment maqsadi optimallashtirish bo'lsa, **maqsad funksiyasi regressiya koeffitsiyentlari no'malum polinomli tenglama bilan matematik modellashtiriladi va regressiya tenglamasi olinadi**:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n$$

bu yerda: β_i – regressiya koeffitsiyenti.

Ekspirimentlar tabiiy va sun'iy bo'lishi mumkin.

Tabiiy eksperimentlar ishlab chiqarish, turmush va h.k. larda ijtimoiy hodisalarni o'rganishda muhimdir.

Sun'iy eksperimentlar esa texnika va boshqa fanlarda keng qo'llanadi.

Obyekt yoki jarayon modeli xususiyatiga, eksperimentlarni tanlash va o'tkazishga bog'liq holda ular laboratoriya va ishlab chiqarish turlariga bo'linadi.

Laboratoriya eksperimentlari maxsus modelashtiruvchi qurilmalar, asboblarda namunaviy priborlar va tegishli apparatlarni qo'llab o'tkaziladi. Ular kam harajat qilgan holda qimmatli ilmiy informatsiya olish imkonini beradi. Lekin, eksperimental tadqiqotning bunday natijalari hamma vaqt ham jarayon yoki ob'jekt ishining borishini to'liq aks ettira bormaydi.

Ishlab chiqarish eksperimentlari atrof muhit turli tasodifiy omillarini hisobga olgan holda mavjud sharoitlarda o'tkaziladi. Bunday eksperimentlar laboratoriyadagidan murakkab, tajriba naturasi (mavjud jarayon yoki ob'jekt) tajimdorligi oqibatida puxta fikrlash va rejalashtirishni talab etadi.

Eksploatatsiya qilinadigan ob'jektning turli dala sinovlari ham ishlab chiqarish tadqiqotlariga kiradi.

Tegishli metodika va shakl bo'yicha tashkilotlar yoki muassasalardan, korxonalardan u yoki bu tadqiq etilayotgan masala bo'yicha materiallar to'plash ishlab chiqarish eksperimentlarining bir turi hisoblanadi.

Ekspirimental tadqiqotlarni samarali o'tkazish uchun eksperiment metodologiyasi ishlab chiqiladi. U quyidagi asosiy bosqichlarni o'z ichiga oladi:

- eksperimentning reja — programmasini ishlab chiqish;
- o'lchamlarni baholash va eksperiment o'tkazish vositalarini tanlash;
- eksperimentni o'tkazish;
- eksperiment natijasida olingan ma'lumotlarni ishlab chiqish va tahlil qilish.

7.2. Eksperimentni rejalashtirish va faktorlar tenglamasi

7.2.1. Texnikaviy ob'ektning kibernetik modeli

Yaxshi tashkil etilmagan sistemalarga taalluqli murakkab texnikaviy ob'ektlar uchun kibernetik model $k+n+l$ kirishli (faktorlarli) va m chiqishli (sistemalar ishlash sifatining ko'rsatkichili) «qora quti» tarzida namoyon bo'ladi.

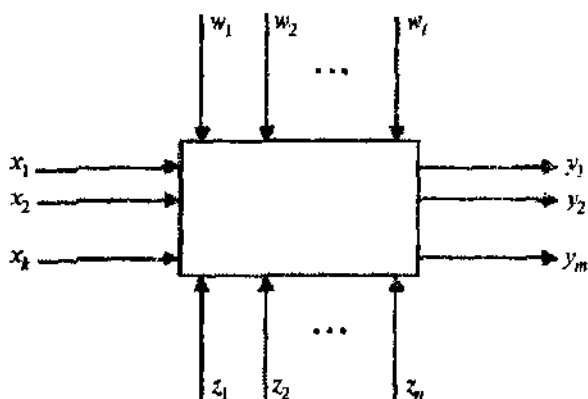
Chiqish parametrlaridan har bir y_m k -o'lchovli vektori $X = (x_1, x_2, \dots, x_k)$ bilan belgilanuvchi kirishlarning nazorat ostidagi boshqariluvchi qismi, n -o'lchovli vektor $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ bilan belgilanuvchi kirishlarning

nazorat ostidagi boshqarilmaydigan qismini va k -o'lovchi vektor $W = (w_1, w_2, \dots, w_l)$ bilan belgilanuvchi nazorat qilinmaydigan qisim holatiga bog'liq (7.1-rasm).

Harakati nazorat etilmaydigan qo'zg'atuvchi kirish parametrlari shunda namoyon bo'ladi, qachonki sistema (texnikaviy obyekt)ning chiqish parametri ma'lum nazorat ostidagi boshqariladigan va boshqarilmaydigan kirish parametrlarida birdek tavsiflanmaydi. Tasodifiy qo'zg'atuvchi parametrlar tatta bo'lgan texnikaviy obyekt stoxastik obyekt hisoblanadi. Uni o'rganish uchun ehtimollik nazariyasi matematik apparatidan foydalaniladi.

Texnikaviy obyektning eksperimental-statistik tadqiq etishda kirish va chiqish parametrlari o'rtasidagi aloqa odatda polinom tarzida matematik nodelda tasvirlanadi. Uning koeffitsiyentini baholash uchun ishlash arayonida texnikaviy obyektning holatini tavsiflovchi statistika materialiga ega bo'lish zarur. Mazkur informatsiya yoki passiv eksperiment yo'li bilan, ya'ni texnikaviy obyektning ishlashini oddiy kuzatish yo'li bilan, ya'ni texnikaviy obyekt ishlashiga faol aralashish va tajribalarni boshqariladigan kirish parametrlar yo'l qo'yilgan soha miqyosi muayyan nuqtalarida o'tkazib olinishi mumkin.

Yaxshi tashkil etilmagan sistemalar taalluqli murakkab texnikaviy obyektlar uchun passiv eksperiment keng tadbiqini topmadi. Eksperimentni ejalashtirish esa kuchli eksperimental-statistik tadqiqot va murakkab yaxshi tashkil etilmagan sistemalarni optimallashtirish hisoblanadi. Eksperimentni ejalashtirish ko'r-korona izlashni istisno qiladi, tajribalar sonini sezilarli



7.1-rasm. «Qora quti»:

$x_1, x_2, \dots, x_k$ — nazorat ostidagi boshqariladigan kirish parametrlari;
 $z_1, z_2, \dots, z_n$ — nazorat ostidagi boshqarilmaydigan kirish parametrlari;
 $w_1, w_2, \dots, w_l$ — nazorat qilinmaydigan kirish parametrlari.

darajada qisqartiradi va oqibatda eksperiment muddati va unga ketadigan xariflar ham kamayadi, shuningdek, matematik model olish imkonini beradi.

Eksperimentni rejalashtirish usullarining asosiy afzalligi uning universalligidir, ya'ni tadqiqotlarning ko'plab sohalarida yaroqliligidir: energetika, metallshunoslik va metallurgiya, mashinasozlik va materiallarga ishlov berish, kimyo va kimyoviy texnologiya, tibbiyot va biologiya, elektronika va hisoblash texnikasi va boshqalarda.

Eksperimentni rejalashtirishning zamonaviy statistik usullari [2, 8, 9, 10] va boshqa adabiyotlarda batafsil keltirilgan.

Shunday qilib, yaxshi tashkil etilmagan sistemalar taalluqli murakkab tekislikdagi obyektning tadqiq qilish uchun ko'plab kirish (faktorlar) va chiqish (sistema ishlashining sifat ko'rsatkichlari)ga ega «qora kuti» ko'rinishidagi kibernetik model eng ma'qul deb hisoblanadi. Eksperimental statistik tadqiqotlarda aloqaning bunday modeli kirish va chiqish parametrlariga ega bo'lib, polinomlar ko'rinishidagi matematik modelda ifodalanadi.

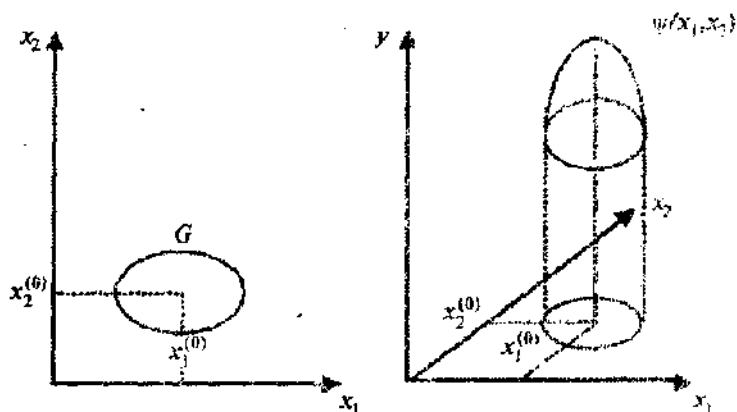
7.2.2. Eksperimentni rejalashtirish, reja-programmasini ishlab chiqish

Eksperimentni rejalashtirishdagi asosiy tushuncha va modellar

Eksperimentni rejalashtirish matematik modeli «qora kuti» tarzidagi kibernetik modelga asoslangan (7.1-rasmga q.). Shunday kibernetik sistemalar ko'rib chiqishida nazorat ostida boshqariladigan kirish parametrlari $x_1, x_2, \dots, x_k$ faktorlar deyiladi, chiqish parametrlari $y_1, y_2, \dots, y_m$ optimalashtirish parametri (mezoni) deyiladi.

Faktorlar miqdoriy va sifatli bo'lishi mumkin. Birinchisiga kirish parametrlari taalluqli bo'lib, ularni miqdoriy baholash — o'lchash, tortish va h.k. bo'lishi mumkin. Sifat faktorlariga miqdoriylardan farqli o'laroq, raqamli shkala mos kelmaydi. Biroq ular uchun ham shartli tartibli shkala qurish mumkin, u sifat faktori tenglamalari va natural sonlar qatori o'rtasidagi munosiblik o'rnatadi.

Faktorlar boshqariladigan bo'lishi va texnikaviy obyektga bevosita ta'sir etish talabiga javob berishi kerak. Faktorning boshqariluvchanligi deyilganda bu tushuncha tajriba davomida faktor tanlangan kerakli darajasini doimiy yoki o'zgaruvchan reja bo'yicha uning o'zgarishini ta'minlash va saqlab qolish imkonini tushuniladi. Bevosita ta'sir talabi deyilganda faktorning boshqa faktorlarga funksional bog'liqligi istisno ekanligi tushuniladi, chunki bunday bog'liqlik mavjud bo'lsa, ularni boshqarish qiyin.



7.2-rasm. Faktor fazosi (a) ruxsat etilgan sohasi va aks sado sirti (b).

Tajriba o'tkazishda har bir faktor bir necha qiymatlardan birini, tenglama deb ataluvchini qabul qilish mumkin. Faktorlarning qayd etilgan tenglamalar to'plami kibernetik sistema ehtimoliy holatlaridan birini aniqlaydi. Bu qayd etilgan tenglamalar to'plamiga faktor fazosi atalmish faktorlar fazosidagi ko'p o'lchamli muayyan nuqta mos keladi.

Tajriba faktor fazosidagi barcha nuqtalarda amalga oshirilmaydi, faqat faktor fazosi sohasidagi ruxsat etiladiganiga taalluqli nuqqalardagina amalga oshiriladi. 7.2-rasmda misol tariqasida ikki faktor — x_1 va x_2 uchun ruxsat etilgan soha G ko'rsatilgan.

Kibernetik sistema faktorlar qayd etilgan har bir daraja to'plamiga turlicha munosabat ko'rsatadi. Biroq faktorlar tenglamalari va aks munosabat (javob) o'rtasida muayyan aloqa mavjud. Bu aks munosabat javob funksiyasi, uning geometrik obrazi javob yuzasi deb ataladi.

Javob funksiyasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$y_i = \psi_i(x_1, x_2, \dots, x_k) \quad (i = 1, 2, \dots, m).$$

Tabiiyki, tadqiqotchiga bog'liqlik tur y oldindan ma'lum emas. U rejalashtirilayotgan eksperiment ma'lumotlari bo'yicha quyidagiga yaqin tenglama hosil bo'ladi:

$$y_e = \psi_e(x_1, x_2, \dots, x_e).$$

Bu eksperimentni shunday amalga oshirish kerakki, tajribalarning eng kam sonida, maxsus ifodalangan qoidalar bo'yicha faktorlar darajasini turlicha qo'rinishlarida matematik model olish mumkin bo'lsin va kibernetik sistema kirish parametrlari optimal qiymatini topish mumkin bo'lsin.

Javob funksiyasini yetarlicha aniqlikda k o'zgaruvchandan d darajadagi polinom ko'rinishida tasavvur etish mumkin.

$$M\{y\} = \eta = \beta_0 + \sum_{1 \leq i \leq k} \beta_i x_i + \sum_{1 \leq i \leq j \leq k} \beta_{ij} x_i x_j + \dots + \\ + \sum_{i_1, i_2, \dots, i_k} \beta_{i_1 i_2 \dots i_k} x_{i_1}^{j_1} x_{i_2}^{j_2} \dots x_{i_k}^{j_k}, \quad \sum j = d \quad (7.1)$$

bu yerda: $M\{y\}$ yoki η — javobning matematik kutilgani.

Mazkur polinom kibernetika sistemasining u yoki bu jarayonini tavsiflash aniqligi qator tajriba (darajasi)ga, ya'ni qator so'nggi a'zolari darajaning qanday ko'rinishi bilan qatnashishiga bog'liq.

Tadqiqotning birinchi bosqichida tajribalar sonini kamaytirish uchun, ko'pincha faqat chiziqli a'zolardan iborat va birinchi tartibli birgalikdagi harakatlarga ega modellar cheklanadi.

$$M\{y\} = \eta = \beta_0 + \sum_{1 \leq i \leq k} \beta_i x_i + \sum_{1 \leq i \leq j \leq k} \beta_{ij} x_i x_j + \dots + \beta_{i_1 i_2 \dots i_k} x_{i_1} x_{i_2} \dots x_{i_k}. \quad (7.2)$$

Deyarli muqim (optimal) modeldagi sohani tavsiflash uchun faqat ikkinchi, ba'zan uchinchi tartibdagi a'zolar hisobga olinadi.

Rejalashtirilayotgan eksperiment natijalari bo'yicha regressiya tanlanma koeffitsiyentlari b_0, b_i, b_{ij} belgilanadi, bular regressiyalar nazariy koeffitsiyentlari $\beta_0, \beta_i, \beta_{ij}$ lar uchun baho hisoblanadi, ya'ni

$$b_i \rightarrow \beta_i, b_{ij} \rightarrow \beta_{ij}, \\ b_0 \rightarrow \beta_0 + \sum \beta_{ii} + \sum \beta_{iii} + \dots$$

Natijada model (regressiya tenglamasi) eksperiment ma'lumotlar asosida olingan, modeldan farqli o'laroq quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$M\{y\} = \eta = b_0 + \sum_{1 \leq i \leq k} b_i x_i + \sum_{1 \leq i \leq j \leq k} b_{ij} x_i x_j + \dots + b_{i_1 i_2 \dots i_k} x_{i_1} x_{i_2} \dots x_{i_k}, \quad (7.3)$$

bunda $M\{y\} = \eta$ javob matematik kutilgan bahosi.

Regressiya tenglamasi o'rganilayotgan faktorlar kibernetika sistemasi jarayoniga ta'siri, faktorlar birgalikdagi harakati va optimal sohaga harakat yo'nalishi haqida tasavvur beradi. Giperploskostli javob sirti uncha katta bo'lmagan qismining shunday approksimatsiyasi deyarli muqim (optimal) sohaga tushish uchun zarur. Ko'rsatilgan sohaga tushgandan so'ng model yordamida masala yechilgan hisoblanadi. Agar optimal sohaning ayni tavsifi zarur bo'lsa, unda polinomlarning ancha yuqori darajasiga — ikkinchi, ba'zan uchinchisiga o'tiladi.

Shunday qilib, kibernetik sistemada sistema faktorlari va aks ta'sir qiymatlari o'rtasida muayyan aloqa mavjuddir. Bu aks ta'sir aks-sado

funksiyasi deyiladi, uning geometrik tarzi esa aks-sado sirti deb ataladi. Aks-sado funksiyasini yetarlicha aniqlik bilan k o'zgaruvchandan d darajadagi polinom ko'rinishida tasavvur qilish mumkin. Mazkur polinom tavsiflanayotgan aniqlikdagi kibernetik sistemadagi u yoki bu jarayon qatorlar darajasiga bog'liqdir.

Eksperiment reja-programmasini ishlab chiqish

Eksperiment reja-programmasi eksperimental tadqiqotlarning metodologik asosidir.

Reja-programma quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- tadqiqot mavzulari ro'yxati va ishchi gipoteza mazmuni;
- eksperiment metodikasi va uni bajarish uchun zarur materiallar,
- priborlar, qurilmalar va h. k.lar ro'yxati;
- bajaruvchilar ro'yxati va ularning kalendar ish rejasi;
- eksperimentni bajarish uchun harajatlar ro'yxati.

Eksperiment metodikasi — metodlar, eksperimental tadqiqotlarning maqsadga muvofiq usullari majmuyi. Umumiy tarzda u quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- eksperiment maqsad va vazifasini;
- faktorlar tanlash va ular o'zgarish darajasini;
- vositalar va o'lchashlar zarur miqdorini asoslashni;
- eksperiment mohiyati va tartibining bayonini;
- eksperiment natijalarini ishlab chiqish va tahlil qilish usullarini asoslash.

Eksperimentning maqsad va vazifasi ishchi gipoteza va tegishli nazariy ishlanmani tahlil qilish asosida aniqlanadi. Vazifa aniq bo'lishi, ular soni uncha ko'p bo'lmashligi lozim: oddiy eksperiment uchun — 3 majmua eksperiment uchun esa 8...10 ta.

Jarayon yoki obyektga ta'sir etuvchi faktorlarni tanlash qabul qilinayotgan gipotezaga muvofiq nazariy ishlanmalarni tahlil qilish asosida amal oshiriladi. Barcha faktorlar mazkur eksperiment uchun avval muhim darajasiga ko'ra saralanadi, so'ngra ulardan asosiylari va yordamchi ajratiladi.

Faktorlar soni uncha ko'p bo'lmaganda (3 gacha bo'lganda) ular muhimlik darajasi bir faktorli eksperiment bo'yicha aniqlanadi. Agar faktor soni katta bo'lsa, yuqorida ko'rib o'tilganidek, ko'p faktorlik tahlil qo'llani

O'lchash vositalari eksperimentning maqsad va vazifasidan, o'lchanadigan parametrlar tavsifi va talab etilayotgan aniqlikdan kelib chiqib tanlanadi.

Qoidaga ko'ra, standart, yalpi ishlab chiqiladigan o'lchash vositasi (mamlakatda, chet elda ishlangan)dan foydalaniladi. Ayrim hollarda kam o'lchovlar pribor va apparatlari bunyod etiladi.

O'lchash texnikasining nazariy va fizik asosi, fizik kattaliklarni o'lchash sullari [17, 18, 19] ishlarda mufassal ko'rib o'tilgan.

Eksperiment o'tkazishning mazmun va tartibi — metodikaning markaziy ismi. Unda eksperiment o'tkazish jarayoni to'la loyihalalanadi:

- kuzatish va o'lchash operatsiyalarini o'tkazish ketma ketlikda tuziladi;
- eksperiment o'tkazishning tanlangan vositalarini hisobga olgan holda ar bir operatsiya ayrim-ayrim mufassal tavsiflanadi;
- operatsiyalar sifatini nazorat qilishda qo'llanadigan usullar tasvirlanadi;
- kuzatish va o'lchash natijalarini yozish uchun daftar tutiladi.

Eksperimental ma'lumotlarni ishlab chiqish va tahlil qilish usullarini soslash metodikani muhim bo'limi hisoblanadi.

Eksperimentlarning natijalari namoyish etishning ko'rgazma shakliga e'tilinishi lozim (jadvallar, grafik, nomogrammlar va h. k.) toki ularni qiyoslash va tahlil qilish mumkin bo'lsin. Alohida e'tibor ishlab chiqish matematik usullari — empirik bog'liqlik, faktorlar va chiqish parametrlari o'rtasidagi aloqa approksimatsiyasi, mezonlar, ishonchli intervallar o'rnatish va boshqaga qaratiladi. Bu ishlab chiqish usullari mufassal ishlarda ko'rib chiqilgan.

Eksperiment metodikasi ishlab chiqilgandan so'ng eksperimental tadqiqot hajmi va mehnat talabligi aniqlanadi. Ular nazariy ishlanmalar chuqurligi va qabul qilingan o'lchash vositalari tavsifi (aniqlik, ishonchlik, tez harakatlantirish va h. k.)ga bog'liq. Tadqiqotning nazariy qismi qanchalik aniq ifodalanagan bo'lsa, eksperiment hajmi va mehnat talabligi shuncha kam bo'ladi.

Tabiiyki, hajm va mehnat talablik eksperiment turiga bog'liq. Dala sinovlari, qoidaga ko'ra, ko'p mehnat talabdir.

7.2.3. Eksperimentni rejalashtirishda faktorlar tenglamalari

Kibernetik sistemaning har bir faktori o'z kattaligini o'zgartirish muayyan chegarasiga ega, buning ichida u islatilgan qiymatni yoki qator diskret qiymatlarni qabul qilishi mumkin. Barcha bu qiymatlar majmuyi faktorning belgilash sohasini tashkil etadi.

Eksperimentni loyihalashda har bir faktorni aniqlash sohasida uning lokal kichik sohasi mavjuddir, ya'ni oralig'ida tadqiqot o'tkaziladigan o'sha faktor o'zgarishi intervali bor.

Ko'rsatilgan lokal kichik sohalarni tanlash har bir faktor x_i ($i=1, 2, \dots, k$) uchun x_0 asosiy (nol) daraja va o'zgarish intervali Δx_i yil tanlashga olib keladi. Buning uchun aprior informatsiya asosida faktorlar taxminiy qiymati belgilanadi, ular kombinatsiyasi kibernetik sistema eng yaxshi chiqish natijasini beradi. Faktorlar qiymati bu kombinatsiyasiga faktor fazosi boshlang'ich nuqtasi mos keladi, undan eksperiment rejasini tuzishda foydalaniladi. Boshlang'ich nuqta koordinatalari faktorlar asosiy (nol) darajasi deyiladi.

Δx_i , x_i faktorlar o'zgarish intervallari ham aprior informatsiya asosida tanlanadi, masalan, javob sirtining o'rganilayotgan egriksi to'g'risidagi. Demak, sirt egriligi qancha kam bo'lsa, Δx_i o'zgarish intervali shuncha katta bo'lishi mumkin. Mazkur aprior informatsiya dastlabki bir faktorli eksperimentlardan yoki nazariy taxminlardan olinishi mumkin. Bundan tashqari, o'zgarish intervali ba'zi bir ulush sifatida, tegishli faktorni aniqlash sohasi o'lchamidan aniqlanishi mumkin. O'zgarish tor intervali belgilash sohasining 10% gacha-sini tashkil etadi, o'rtachasi — 10% dan 30% gacha, kengi — 30% dan oshiq.

Ma'lum asosiy daraja va faktor o'zgarish intervalida uning yuqori va quyi darajasi teng:

$$x_{i0} = x_{i0} + \Delta x_i, x_{iH} = x_{i0} - \Delta x_i. \quad (7.4)$$

Shartlarni yozish soddalashtirish va eksperiment natijalarini ishlab chiqish uchun natural o'zgaruvchilar x_i dan, cheksiz $-x_i$ (me'yorlangan) o'zgaruvchilarga o'tiladi, bular quyidagicha aniqlanadi:

$$x_i = \frac{x_i - x_{i0}}{\Delta x_i}. \quad (7.5)$$

Bu holda $x_{i0} = 0$, $x_{i0} = +1$, $x_{iH} = -1$, ya'ni har bir faktor asosiy darajasiga 0 mos keladi, yuqori darajaga «+1», quyi darajaga «-1».

Ikki darajada eksperimentni rejalashtirish turli kibernetik sistemalar matematik modelini olishda keng qo'llaniladi. Barcha faktorlar ikki daraja o'zgaruvchi shunday rejalar 2^k tur reja deb nomlanadi, bunda k — faktorlar soni.

Shunday qilib, kibernetik sistemalar («qora yashik»)ni tadqiq etishda har bir faktor o'z kattaligini o'zgartirish muayyan chegarasiga ega. Mazkur chegara (o'zgarish intervallari)da u istalgan qiymatga yoki bir qator diskret qiymatlarga ega bo'lishi mumkin. O'zgarish intervallari aprior informatsiya asosida aniqlanadi. Kibernetik sistema matematik modellarini olish uchun faktorlar ko'pincha ikki darajada o'zgaradi.

To'liq faktorli eksperiment (2^k reja)

Ikki darajada o'zgaruvchi mustaqil faktorlarning barcha ehtimoliy takrorlanmas kombinatsiyalari amalga oshiriladigan eksperiment to'liq faktorli eksperiment (TFE) deb ataladi. Bu kombinatsiyalar miqdori $N = 2^k$.

TFEni uch faktorli kibernetika sistemasida ($N = 2^3$) rejalashtirishni ko'rib o'tamiz. Uning uchun matematik model regressiya tenglamasiga (7.3) ko'ra quyidagi ko'rinishga ega:

$$M\{y\} = b_0 + \sum_{i=1}^3 b_i x_i + \sum_{1 \leq i < j}^3 b_{ij} x_i x_j + b_{123} x_1 x_2 x_3. \quad (7.6)$$

Ko'rsatilgan matematik modelni TFE usulida topish quyidagi bosqichlardan iborat:

- eksperimentni rejalashtirish;
- eksperiment o'tkazish;
- regressiya taniama koeffitsiyentlari statistik mohiyatini tekshirib, dinamik sistema matematik modelini olish;
- tiklanish (tanlama) dispersiya bir jipsligini tekshirish;
- matematik tavsif ayniyligini tekshirish.

Uch faktor uchun TFE rejalashtirish matritsasi 7.1-jadvalda keltirilgan. Bunda x_1, x_2, x_3 ustunchalari reja matritsasini tashkil etadi. Shular bo'yicha boshqa tajriba sharti aniqlanadi. $x_0, x_2, x_1x_2, x_2x_3, x_1x_2x_3$ ustunchalar faktorlar bo'ylab ehtimoliy kombinatsiyasini ko'rsatadi. bular faktorlar birgalikdagi ta'kidati summasini baholashga imkon beradi. x_0 (fiktiv o'zgaruvchan) ayanchasi erkin raqam β_0 ni baholash uchun jadvalga kiritilgan. x_0 qiymat barcha tajribalarda bir xil va +1 ga teng.

TFE rejalashtirish matritsasi bir qator xususiyatga ega. Bu xususiyatlar ularni rejalashtirilayotgan eksperiment natijalari bo'yicha matematik model olishning optimal vositasiga aylantiradi.

Birinchii xossa — eksperiment markaziga nisbatan mutanosiblik. Bu xossa quyidagicha ifodalanadi: har bir vektor-ustuncha unsurlarining algebrak yig'indisi, x_0 fiktiv o'zgaruvchan ustunchadan boshqa, nolga teng:

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 0; i = 1, 2, \dots, 2^k - 1, \quad (7.7)$$

bu yerda n — jadvaldagi turli nuqtalar soni, v — reja nuqtasining tartib raqami.

7.1-jadval

2-tur rejalashtirish matritsasi va tajribalarning natijalari

Reja nuqta raqami	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	Optimal- lashtirish parametri
1	+1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	-1	Y_1
2	+1	+1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	Y_2
3	+1	-1	+1	-1	-1	+1	-1	+1	Y_3
4	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	Y_4
5	+1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	Y_5
6	+1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	-1	Y_6
7	+1	-1	+1	+1	-1	-1	+1	-1	Y_7
8	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	Y_8

Ikkinchi xossa shunday ifodalanadi: har bir vektor-ustuncha unsurlari-ning kvadrati yig'indisi reja nuqtalarining soniga teng.

$$\sum_{v=1}^n x_{iv}^2 = n, i = 0, 1, 2, \dots, 2^k - 1. \quad (7.8)$$

Uchinchi xossa — rejalashtirish matritsasining *ortogonal vektor-ustunchalar*. Mazkur xossa quyidagi ifodaga ega: *rejalashtirish matritsalarining istalgan ikki vektor-ustunchasi unsurlari hosila yig'indisi nolga teng.*

$$\sum_{v=1}^n x_{iv} x_{jv} = 0; i, j = 0, 1, 2, \dots, 2^k - 1 \quad (7.9)$$

Ortogonallik xossasidan tenglamalar me'yoriy sistemasi matritsasining *diagonaligi* va regressiya tenglamasi koeffitsiyentlari o'zaro mustaqil bahosi, shuningdek, bu koeffitsiyentlarni *hisoblash soddaligi* kelib chiqadi.

2-tur rejalashtirish matritsasi regressiya sakkiz koeffitsiyentini baholashga imkon beradi: $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{123}$. Biroq undan regressiya ($b_{11}, b_{22}, \dots$) kvadratl koeffitsiyentlarini baholashda foydalanib bo'lmaydi, chunki vektor-ustuncha x_1^2, x_2^2, x_3^2 bir-biri bilan va x_0 ustuncha bilan mos tushadi.

Ekspirimentni rejalashtirishda eksperimentni qunt bilan o'tkazishlikka jiddiy talab qo'yiladi. Buni shu bilan izohlash mumkinki, eksperiment rejasini amalga oshirish natijalarini statistik baholash eksperimentdagi kamchiliklarni albatta ko'rsatadi. Vaholanki, tadqiqotning an'anaviy usullari (bir faktorli eksperiment) eksperiment xatosini topish va olingan bog'liqliklarning ishonchligini (ayniyligini) tekshirishni ko'zda tutmaydi. Bundan tashqari faktorlar o'zgarish intervalini tanlashga e'tibor (haqdan ziyod diqqat) bilan yondoshishi lozim.

Ekspirimentni rejalashtirishning o'ziga xos xususiyatlaridan quyidagilarni ta'kidlash mumkin. Agar faktorlar bir jinsligini ta'minlash mumkin bo'lmasa, masalan, sinov butun hajmi uchun ishlanayotgan material bir jinsligiga erishish mumkin bo'lmasa, unda materiallar turli partiyasi miqdorini aniqlash lozim va rejalashtirish matritsasini tegishli tarzda ortogonal bloklarga taqsimlash zarur. Shundan so'ng vaqt mobaynida eksperiment sharoiti o'zgaruvchanligi ta'sirini istisno qilish uchun har bir blok chegarasida tajribalarning tasodifiy tadrijiylikda bo'lishi tavsiya etiladi, ya'ni tajribalarni tasodifiy raqamlar jadvali yordamida vaqt mobaynida randomilash zarur.

TFE o'tkazishdan maqsad kibernetik sistemaning regressiya tenglamasi ko'rinishidagi tavsifini olish hisoblanadi. $N = 2^3$ turdagi rejalashtirish matritsasi uchun regressiya tenglamasi (7.8) tenglama ko'rinishida keltirildi.

Yuqorida ta'kidlanganidek, rejalashtirish matritsasi ortogonalligi regressiya tenglamasi koeffitsiyentlarini hisoblashni sezilarli tarzda soddalashtiradi. Demak, bi koeffitsiyentlar faktorlari istalgan miqdori quyidagi tengamaga ko'ra hisoblanadi:

$$b_i = \frac{\sum_{v=1}^n x_{iv} y_v}{n}, \quad (7.10)$$

unda: $i = 0, 1, 2, \dots, k$ — faktor tartib raqamli (x_0 fiktiv o'zgaruvchini ham qo'shganda); y_v o'rtacha javob (ya'ni chiqish parametrining o'rtacha qiymati), v tartib raqamli nuqtadagi r tajriba bo'yicha

$$y_v = \frac{\sum_{j=1}^r y_{vj}}{r}. \quad (7.11)$$

Birinchi tartibli o'zaro harajatda b_{ij} koeffitsiyentlaridagi tenglamaga o'xshash tenglamada hisoblanadi.

$$b_{ij} = \frac{\sum_{v=1}^n x_{iv} x_{jv} y_v}{n}; \quad i, \dots, j; \quad i, j = 1, 2, \dots, k. \quad (7.12)$$

Shunday qilib, TFE ni rejalashtirish matritsasi bir qator xususiyatlarga ega bo'lib, rejalashtirilayotgan eksperiment natijalari bo'yicha matematik model olishning samarali vositasi hisoblanadi. Quyidagilar shunday xususiyatga kiradi: eksperiment markaziga nisbatan mutanosiblik; vektor-ustunlalar ortogonalligi; matritsalar dioganalligi va h. k.

Kasr, faktor eksperiment javob sirti bo'ylab burama yuqorilash

To'liq faktorli eksperiment (TFE) faqat chiziqli effektagina emas, balki ular o'zaro harakati barcha effektlariga taalluqli regressiya koeffitsiyentlarini ayrim-ayrim belgilash imkonini beradi. Biroq, TFE dan foydalanish hamma vaqt ham samarali emas, ayniqsa, faktorlar soni ko'p bo'lganda. Chunki TFE $N = 2^k$ tajribalar sonini chiziqli effektlar k baholovchi sonidan incha ko'proq qo'yishni talab etadi, TFE $\Delta \approx 2k - k$ tajribalar ko'plab ortiqchaligiga ega.

Kasrli faktor eksperimentlar (KFE) ancha kam ortiqchalikka ega, bular TFE ning muayyan qismini aks ettiradi. Mazkur holda tajribalar giperkubning xarha 2^k cho'qqilarida emas, balki ulardan ba'zilaridagina amalga oshiriladi. Tabiiyki, bunda ba'zi informatsiyalar yo'qotiladi. Biroq, giperkub cho'qqisini oqilona tanlash yo'li bilan chiziqli birinchi bosqichi uchun yetarlicha o'zaro harakat effekti qismini olish mumkin.

Mustaqil faktorlar $k+p$ uchun KFE rejasini olish uchun k faktorlar uchun TFE tuzish zarur va eng yuqori tartibdagi o'zaro harakati effektlarini qolgan mustaqil faktorlar r chiziqli effektiga tenglashtirish lozim. Bunda qolgan r faktorlar darajasi o'zaro harakatga mos ustunchalar qimmat kombinatsiyalariga muvofiq o'zgarishi lozim. Shunday yo'l bilan olingan KFE 2^{k+p} tur TFE dan kasrli replika hisoblanadi. Faktorlar chegaraviy sonidagi reja mazkur miqdor tajribalar va berilgan model uchun tig'iz deb ataladi. 2^k tur reja tig'iz emas deyiladi.

Shuni ta'kidlash joizki, KFE rejalashtirish matritsasi o'zining optimal – ortogonal, rotatable xususiyatlarini yo'qotmaydi. KFE to'liq tavsifi [11, 14, 20] ishlarda keltiriladi.

Rejalashtirilayotgan TFE va KFE natijalari asosida olingan regressiya tenglamalari faqat kibernetika sistemalari jarayoniga va ular o'zaro harakatiga faktorlar ta'siri to'g'risidagina tasavvur berib qolmaydi, balki uning xossasini optimallashtirishga ham imkon beradi, ya'ni sistema chiziqli parametrlari ekstremal qiymatlarini ta'minlovchi faktor darajalarini topishga ham imkon beradi.

Bunday optimallashtirish turli usullarda amalga oshirilishi mumkin. Bulardan javob sirti bo'ylab buralib yuqorilash usuli amalda eng ko'p qo'llaniladigan bo'ldi. Bu usul 1951 yilda Boks va Uilsonlar tomonidan taklif etiladi. Buralib yuqorilash – javob sirti bo'ylab gradiyent usulini faktorli eksperiment bilan qo'shib foydalanish yo'li bilan maqsadli qadamlab «siljish».

Buralib yuqorilash usuli bilan chiqish parametri ekstremal qiymatini (ekstremum nuqtasini) izlash quyidagicha amalga oshiriladi.

– TFE yoki KFE eksperimentni rejalashtirishning tegishli matritsasi bo'yicha amalga oshiriladi.

– eksperimentning olingan natijalarini statistik tahlil qilish yo'li bilan regressiya koeffitsiyenti hisoblab chiqiladi ((7.12) va (7.14) tenglamaga qarang) va ular ahamiyatligini va ((7.19) tenglamaga qarang) dispersiyalar bir jinsligi ((7.17) va (7.18) tenglamalarga qarang) hamda matematik model ayniyligi ((7.22) tenglamaga qarang) aniqlanadi. Regressiya koeffitsiyentlari vektor–gradiyentni tashkil etuvchilar hisoblanadi;

– parametrlarning tanlangan qiymati asosida faktorlar o'zgarishi, t_i qadam (asosiy darajaga nisbatan) va buralib yuqorilash chizig'idagi ularning koordinati $x_i^{(h)}$ aniqlanadi.

$$t_i = \lambda b_i \Delta x_i,$$

$$\xi_i^{(\eta)} = \xi_{i0} + \eta \lambda \beta_i \Delta \xi_i; i = 1, 2, \dots, k; \eta_i = 1, 2, \dots, \quad (7.13)$$

bunda h – buralib yuqorilash yo'nalishidagi qadam tartib raqami.

λ parametr turlicha tanlanadi. Tanlashning eng ko'p tarqalgan usuli quyidagichadir:

— $|b_i|\Delta x_i$ hosila absolut qiymati eng katta hisoblangan faktor topiladi. Bu faktor tayanch hisoblanadi.

$$|\beta_b|\Delta \xi_b = \mu \alpha \xi \{ |\beta_i|\Delta \xi_i \}; \quad i = 1, 2, \dots, k; \quad (7.14)$$

buralib yuqorilash yo'nalishiga birinchi qadam uchun $\lambda = \lambda_1$ qiymat shunday tanlanadiki, tayanch faktor bo'yicha qadam Δx_b yoki uning qismi o'zgarish intervaliga teng bo'lsin, ya'ni

$$\lambda_1 |b_b|\Delta x_b = \mu \Delta x_b,$$

$$0 < \mu \leq 1.$$

bunda: $0 < \mu \leq 1$; undan $\lambda_1 = \frac{\mu}{b_b}$;

— tenglama bo'yicha tanlangan qiymat λ_1 ni hisobga olib, faktorlar o'zgarish qadami va buralib yuqorilash chizig'idagi keyingi nuqtalar koordinati aniqlanadi;

— buralib yuqorilash nuqtalarida eksperiment amalga oshiriladi, bulardan keyin chiqish parametri bo'yicha eng yaxshi eksperiment tanlanadi. Bu faktor eksperimentlari qiymati keyingi eksperimentlar turkumida asos qilib olinadi;

— ekstremum nuqtasini izlash kibernetik sistema chiziqli modelining barcha koeffitsiyentlari b_i ($i = 1, 2, \dots, k$) ahamiyatsiz bo'lmaguncha davom etadi. Bu ekstremum sohasi chiqishidan dalolat beradi.

Shunday qilib, to'liq faktorli eksperiment (TFE) tajribalar haddan ziyod ko'pligiga ega. Shuning uchun qator hollarda kasri faktorli eksperiment (KFE)dan foydalaniladi, bu TFEning bir qismi hisoblanadi. KFE kamroq orshiqchalikka ega, ammo uni amalga oshirishda informatsiyaning bir qismi yo'qotiladi.

TFE yoki KFE natijalari asosida olingan regressiya tenglamasi faktorlarning kibernetik sistema jarayoniga ta'siri haqida tasavvur beribgina qolmay, balki uning xossasini optimallashtirish imkonini ham beradi. Bunday optimallashtirishning usullaridan biri bo'lib, aks-sado sirti bo'ylab keskin ko'tarilish hisoblanadi.

7.3. Eksperimentni o'tkazish

Eksperiment — ilmiy tadqiqotning eng muhim va ancha mehnat talab bosqichi.

Eksperiment ishlari tasdiqlangan reja-programma va eksperiment metodikasiga muvofiq o'tkaziladi. Eksperimentga kirishilar ekan sinovlarni o'tkazish metodikasi va ketma-ketligi tugal aniqlanadi.

Eksperimental tadqiqotlar o'tkazish jarayonida quyidagi qator asosiy qoidalarga rioya qilish lozim;

- eksperimentchi o'lchash natijalariga subyektiv ta'sirga yo'l qo'ymay tadqiq etilayotgan jarayon yoki obyekt parametrining barcha tavsifini vijdonan qayd etishi lozim;

- eksperimentchi ehtiyotsizligiga yo'l qo'yib bo'lmaydi, chunki bu hol ko'pincha katta xatolik va soxtalashtirishga, oqibatda, eksperimentlarni qayta takrorlashga olib keladi;

- eksperimentchi kuzatish va o'lchash daftarini albatta yuritishi kerak, uni tartibli va hech qanday tuzatishlarsiz to'ldirib borish lozim;

- eksperiment jarayonida bajaruvchi o'lchash vositalari ishini, ular to'g'ri ko'rsatayotganligini va qurilma, jihoz, stend va h.k.lar ishi barqarorligini, atrof muhit holatini muntazam kuzatishi, ish zonasiga begonalarni kiritmasligi shart;

- eksperimentchi o'lchov vositalarini, ular to'g'riligini nazorat qilgar holda ishchi tekshiruvini muntazam o'tkazishi kerak;

- o'lchashlar o'tkazish bilan bir vaqtda bajaruvchi natijalarni dastlabki ishlab chiqish va tahlil qilishni o'tkazishi lozim. Bu tadqiq etilayotgan jarayonni nazorat qilish, eksperimentni to'g'rilash, metodikani yaxshilash va eksperiment samaradorligini oshirishga imkon beradi;

- eksperimentchi texnika xavfsizligi, sanoat sanitariyasi va yong'inni oldini olish bo'yicha yo'riqnomalar talabiga amal qilishi lozim.

Yuqorida qayd etilgan barcha qoidalarga ayniqsa ishlab chiqarish eksperimentini o'tkazayotganda amal qilish kerak.

Shunday qilib, ilmiy ma'lumotlar olishning asosiy usullaridan biri bo'lib, eksperimental tadqiqotlar hisoblanadi. Eksperimentlar tabiiy va sun'iy, laboratoriyadagi va ishlab chiqarishdagiga bo'linadi. Har qanday eksperimental tadqiqotlar metodologiyasining asosi bo'lib reja-programma, metodika va eksperiment o'tkazish qoidasi hisoblanadi.

7.4. Eksperiment natijalariga ishlov berish usullari

7.4.1. O'lchashlar natijalarini grafik tasvirlash usullari

Grafik tasvir eksperiment natijalari haqida ko'rgazmali tasavvur beradi, tadqiq etilayotgan jarayon fizik mohiyatini yaxshiroq tushunishga imkon yaratadi, funksional bog'liqlik tavsifini aniqlaydi va unga nisbatan minimum yoki maksimum belgilaydi.

O'lchash (yoki kuzatish) natijalarini grafik tasvirlash uchun ko'pincha koordinatalar to'g'ri burchakli sistemasidan foydalaniladi. X o'qi bo'ylab faktor qiymatlari $x_1, x_2, \dots, x_n$, Y o'qi bo'ylab esa unga mos jarayon chiqish parametri chiqish qiymatlari $y_1, y_2, \dots, y_n$ (7.3-rasm) qo'yiladi.

Asinxron motorning statori qizish jarayonini o'rganish natijasi

Stator harorati t , grad	20	35	39	50	54	65	60	80
Ishlash vaqti τ , min	0	2	7	7	9	12	14	18

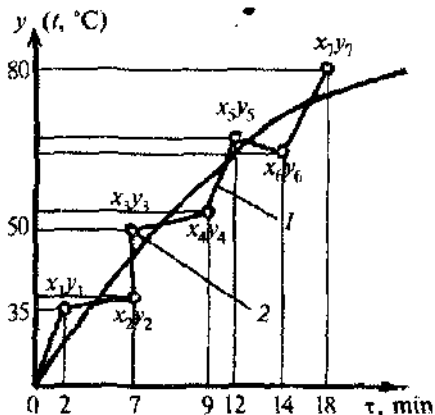
Agar $x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_n, y_n$ iqtalar kesmalar bilan birlashtirilsa, bunda siniq egri chiziq I hosil bo'ladi, u eksperiment ma'lumotlari bo'yicha $y=f(x)$ funktsiya o'zgarishini tavsiflaydi. Bu siniq egri chiziqni barcha eksperiment nuqtalari yaqinidan o'tuvchi bir tekisdagi egri chiziqqa aproksimatsiyalaydi.

Ba'zan 1...2 grafada nuqtalar egridan keskin uzoqlashadi. Bu holda avval hodisaning fizik mohiyati tahlil qilinadi. Agar $y=f(x)$ funksiyasining bunday keskin sakrash uchun asos bo'lmasa, bunda chetga chiqishni qo'pol xato yoki adashish deyish mumkin.

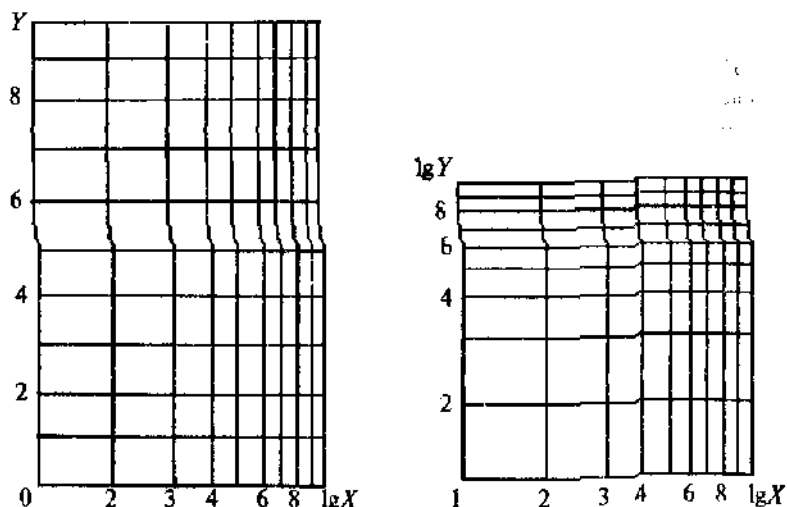
$y=f(x)$ eksperimental funksiyasi grafik tasviriga koordinata to'ri ni tanlash jiddiy ta'sir etadi. Ular bir tekis yoki bir tekismas bo'lishi mumkin. Bir tekis koordinata to'rlari ordinata va absissalari bir tekis shkalaga ega.

Bir tekismas koordinata to'rlaridan eng ko'p tarqalgani yarim logarifmik (7.4-a rasm), logarifmik (7.4-b rasm), ehtimoliydir. Ulardan turli sabablarga ko'ra foydalaniladi. Xususan, yarim logarifmik, logarifmik koordinata to'rlaridan, odatda, faktorlar va (yoki) chiqish parametrlari o'zgarish intervali katta bo'lganda foydalaniladi. Bundan tashqari, ular ko'plab egri chiziqli funksiyalarni to'g'riylaydi.

Grafiklarni chizishda quyidagi amaliy mulohazalarga amal qilish lozim:



7.3-rasm. Asinxron dvigatel statori qizish egri chizig'i grafigi:
1 — bevosita o'lchamlar natijasi bo'yicha chizilgan egri chiziq;
2 — aproksiyalovchi bir maromdagi egri chiziq.



7.4-rasm. Yarimlogarifimik (a) va logarifimik (b) koordinata to'rlari.

— koordinata to'ri va grafik masshtabni to'g'ri tanlash kerak. Masshtab qancha katta bo'lsa, grafikdan olinadigan qiymat aniqligi shuncha yuqori bo'ladi. Biroq, grafiklar, qoidaga ko'ra, 200×150 mm hajmdan osh ketmasligi kerak;

— koordinata o'qlari bo'yicha masshtabni grafik tor yoki keng bo'lib qolmaydigan qilib tanlash kerak;

— grafikni millimetrlı qog'ozga chizish maqsadga muvofiq.

7.4.2. Empirik formulalarni tanlash usuli

Empirik formulalar analitik formulalarga yaqin ifodalar hisoblanadi. Eksperiment ma'lumotlari asosida olingan algebralik ifodalar, empirik formulalar deyiladi. Ular faktor berilgan qiymati (x_1 dan x_n gacha) va chiziqli parametri (y_1 dan y_n gacha) o'lchangan qiymatlar chegarasida tanlanadi.

Bu formulalar, imkon boricha, oddiy va faktorning ko'rsatilish chegarasida eksperiment ma'lumotlariga yaqori aniqlikda mos bo'lishi kerak.

Empirik formulalarni tanlash jarayoni **ikki bosqichda** amalga oshiriladi. **Birinchi bosqichda** koordinata sistemasi to'g'ri to'rtburchak turicha nuqtalar ko'rinishida o'lchash natijalari qo'yiladi, ular orasidan approkslovchi e'lon o'tkaziladi (7.3-rasmga q.). So'ng formula turi mo'ljallab tanlanadi. **Ikkinchi bosqichda** qayd qilingan formulaga eng muvofiq tarzda parametrlar hisoblanadi.

Empirik formulani tanlash eng sodda ifodalardan boshlanadi. Shunday foda bo'lib, chiziqli tenglama hisoblanadi.

$$y = a + bx,$$

bunda: a va b — doimiy parametrlar, ular qiymati quyidagi tenglamalar sistemasidan aniqlanadi:

$$y_1 = a + bx_1,$$

$$y_n = a + bx_n$$

bunda x_1, y_1 va x_n, y_n — approksiyalovchi to'g'ri chiziqlarning chekka nuqtalari koordinati.

Egri chiziqli eksperiment grafiklarda $y=ax^b$, $y=ax^b+e$, $y=ae^{bx}+e$ tur approksimatsiyalovchi formula tanlanadi. Bu formulalarga mos keluvchi egriklar tenglamasi va parametrlar aniqlanadi.

7.4.3. Nazariy-eksperimental tadqiqotlar natijalarini tahlil qilish, xulosa va takliflarni formulalashtirish

Nazariy va eksperimentlar tadqiqotlarni birgalikda tahlil qilishdan asosiy maqsad — eksperiment natijalari bilan ishchi gipoteza ilgari surgan fikrlarni qiyoslash.

Nazariy (ishchi gipotezaga muvofiq) va eksperimental ma'lumotlarni qiyoslashda turli mezonlardan foydalaniladi. Masalan, eksperimental ma'lumotlarni berilganlardan, nazariy bog'liqlik asosidagi hisoblashlar tufayli olingan minimal, o'rtacha va maksimal chetga chiqish.

Ammo, eng ishonchli deb, eksperimentalga nazariy bog'liq ayniy (muvofig) mezonlar hisoblanadi.

Ishchi gipotezani eksperiment ma'lumotlari bilan qiyoslash natijasida quyidagi hollar kuzatilishi mumkin:

- ishchi gipoteza to'liq yoki deyarli to'liq eksperimentda tasdiqlanadi. Bunday vaziyatda ishchi gipoteza nazariy qoida, nazariyaga ko'ra isbotlangan bo'ladi;

- ishchi gipoteza eksperimentda qisman tasdiqlanadi, qolgan hollarda unga zid bo'ladi. Mazkur holda ishchi gipoteza eksperiment natijasiga to'liq yoki deyarli to'liq moslanishi uchun modifikatsiyalanadi. Ishchi gipoteza o'zgarishini tasdiqlash maqsadida to'g'rilovchi eksperiment o'tkaziladi. Shundan so'ng gipoteza, birinchi galdagi kabi, nazariyaga aylanadi;

- ishchi gipoteza eksperimentda tasdiqlanmaydi. Bunday holda avval qabul qilingan gipoteza to'liq ko'rib chiqiladi, ya'ni yangisi ishlab chiqiladi. Salbiy ilmiy natijalar esa yangi gipoteza izlash doirasini toraytirish imkonini beradi.

Gipoteza nazariy qoida deb tan olingach, xulosalar va (yoki) takliflar ifoda topadi, ya'ni tadqiqot natijasida olingan yangi, mohiyatligi ilgari suriladi. Asosiy xulosalar miqdori 5...10 tadan oshmasligi kerak. Asosiy xulosalar bilan bir qatorda ayrim holda boshqa xulosalar ham qilish mumkin (2-darajali kabi).

Barcha xulosalar ikki guruhga bo'linadi: ilmiy va ishlab chiqarish. Ilmiy xulosalarda yangilik hisssasi ko'rsatiladi, bular bajarilgan tadqiqotlar tufayli fanga kiritilgan bo'ladi. Ishlab chiqarish xulosalari, foyda bilan bog'liq bo'ladi, bularni iqtisodiyot sohasida o'tkazilgan eksperimentlar beradi (yoki berishi mumkin).

Rezyume eksperiment natijalari grafik ta'siri tadqiq jarayoni fizik mohiyatini yaxshi tushunishga imkon beradi. Nazariy va eksperiment natijalar qiyoslashib eksperimentni tasdiqlovchi bir necha ishchi gipoteza belgilanadi.

7.5. Hisoblash eksperimenti

Hisoblash eksperimentining asosini matematik modelashtirish, amaliy matematika (nazariy asosi), elektron hisoblash mashinalari (texnikaviy asosi) tashkil etadi.

Hisoblash eksperimentidan fan va texnikaning turli sohalarida, murakkab amaliy masalalarni yechishda vosita sifatida foydalaniladi. Foydalanib hal etiladigan masalalarning xilma-xil bo'lishligiga qaramasdan hisoblash eksperimentlari, shartli ravishda quyidagi bosqichlarga bo'lingan. Ular umumiy *texnologik turkumga* xosdir.

Birinchí bosqichda tadqiq etilayotgan obyektning *matematik modeli* yaratiladi, u qoidaga ko'ra differensial yoki integrodifferensial tenglamalar ko'rinishida bo'ladi. Matematik modelni tuzish ko'pincha u yoki bu fan (fizika, kimyo, biologiya, tibbiyot, iqtisodiyot va h.k.) sohalarining mutaxassislari tomonidan bajariladi. Matematiklar yuzaga kelgan matematik vazifalarni yechish imkonini baholaydilar va modelni boshlang'ich tadqiqotini o'tkazadilar: masala to'g'ri qo'yilganmi, u yechimga egami, u birginami va h.k.larni aniqlaydilar.

Ikkinchi bosqichda shakllantirilgan matematik masala yoki aytish mumkinki, *hisoblash algoritmini* hisoblash usuli ishlab chiqiladi. U algebraik tenglamalar xalqalari majmuidan iborat bo'ladi, shular bo'yicha hisoblash olib boriladi va bu formulalarni qo'llash muntazamligini belgilovchi mantiqiy sharoit yuzaga keltiriladi.

Shuni ta'kidlash joizki, ayni bir matematik masalani hal qilish uchun ko'plab hisoblash algoritmlari — yaxshi va yomonlari ishlab chiqiladi. Shuning uchun algoritmini samarali hisoblashni ishlab chiqish zarurati yuz keladi, buning uchun raqamli hisoblash nazariyasidan foydalaniladi.

Uchinchi bosqichda ishlab chiqilgan hisoblash algoritmini EHMda *ajari*sh *programmasi* tuziladi.

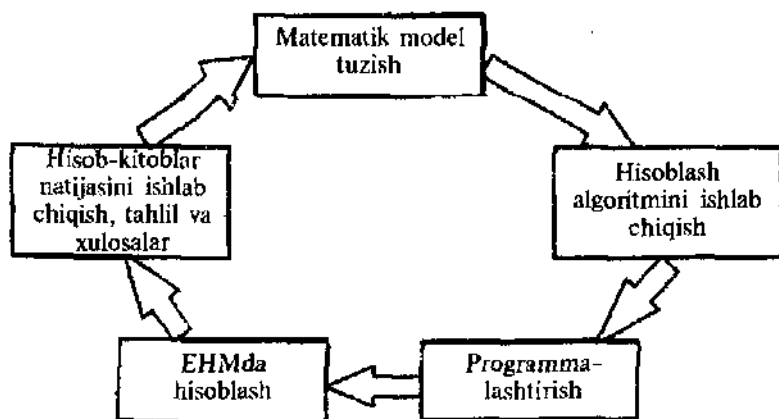
To'rtinchi bosqich hisoblash eksperimentini bajarish bilan bog'liq. EHM hisoblash jarayonida tadqiqotchini qiziqtirgan qar qanday informatsiyani o'rish mumkin. Tabiiyki, mazkur informatsiyani aniqligi matematik modelni ishonchligi bilan belgilanadi. Shunga ko'ra jiddiy amaliy tadqiqotlarda *va*'zan hozirgina tuzilgan programma bo'yicha to'laqonli hisoblashni o'tkazish darhol boshlanmaydi. Bundan avval programmani «sozlash» uchun zarur bo'lgan *test hisob-kitoblari* o'tkaziladi.

Dastlabki hisob-kitoblarni o'tkazishda matematik model testlanadi: o'rganilayotgan obyekt, jarayon yoki hodisani u qanchalik yaxshi tavsiflaydi, qay darajada haqiqatga yaqinligi aniqlanadi. Buning uchun yetarlicha ishonchli o'lchashlar bo'lgan ba'zi nazorat eksperimentlarini «taftishlash» o'tkaziladi. Bunda eksperiment va hisoblash natijalari taqqoslanadi, matematik model aniqlanadi.

Beshinchi bosqichda hisob-kitob natijalarini ishlab chiqish EHMda amalga oshiriladi, ular atroflicha tahlil o'tkaziladi va xulosa qilinadi. Bunda xulosalarning ikki turi bo'lishi mumkin: yoki matematik modelni, yoki olingan natijalarni turli mezonlar bo'yicha tekshiruvdan o'tkazib aniqlash zarurligi belgilanadi, bular ilmiy yutuqqa aylanadi hamda buyurtmachiga beriladi. Amalda esa har ikki xulosalar ko'pincha uchrab turadi.

Hisoblash eksperimenti texnologik turkumining ko'rib o'tilgan tarxi 7.5-rasmda keltirildi.

1. Matematik model tuzish. 2. Hisob-kitoblar natijasini ishlab chiqish, tahlil va xulosalar. 3. Hisoblash algoritmini ishlab chiqish. 4. EHMda hisoblash. 5. Programmalashtirish.



7.5-rasm. Hisoblash eksperimenti texnologik turkumining tarxi.

EHMda amaliy masalalarni yechish — murakkab ilmiy ishlab chiqarish jarayoni, ularning egallash va boshqarish uchun uni o'rganish zarur.

Hisoblash eksperimentidan fan va texnikaning ko'pgina sohalarida turli amaliy masalalarni hal etishda foydalaniladi.

Yadro energetikasida fizik jarayonlarda sodir bo'ladigan hodisalarni mufassal modellashirish asosida reaktorlarning ishlari bashoratlanadi. Bunda hisoblash eksperimenti tabiiysiga juda yaqin o'tadi, bu butun tadqiqot turkumini tezlashtiradi va harajatlarni kamaytiradi.

Kosmik texnikada uchuvchi apparatlar trayektoriyasi, og'ish masalasi hisoblanadi, radiolokatsiya ma'lumotlari, yo'ldoshdan olingan tasvirlar va h.k.lar ishlab chiqiladi.

Ekologiyada bashoratlash va ekologik tizimlarni boshqarish masalasi hal etiladi.

Kimyoda kimyoviy reaksiyalar hisoblanadi, ular konstantasi aniqlanadi, jadallashtirish maqsadida makro va mikro darajada kimyoviy jarayonlar tadqiq etiladi va h.k.

Texnikada billurlar va plyonkalar olish jarayoni, belgilangan xossali materiallarni yaratish texnologik jarayonlari va h.k.lar hisob-kitob qilinadi.

Hisoblash eksperimentini qo'llash eng muhim sohasi fizikadir. Masalan, mikrodunyodagi chiziqsiz jarayonlarni o'rganishda bu qo'l keladi.

Yuqorida keltirilgan va hisoblash eksperimentini qo'llashning boshqa misollari amaliy muammolarga nazariy tahlil qilish asosida yangi zamonaviy metodologiyasining samaraliligidan dalolat beradi.

Shunday qilib, hisoblash eksperimenti murakkab amaliy masalalarni hal qilishda fan va texnikaning turli sohalarida keng qo'llanadi. Hisoblash eksperimentini asosi bo'lib matematik modellashirish, nazariy asosi bo'lib amaliy matematika, texnikaviy asosi bo'lib EHM hisoblanadi. hal qilinadigan masalalarning turli-tumanligidan qat'iy nazar hisoblash eksperimenti uchun umumiy texnologik turkum xosdir. U o'z ichiga besh bosqichni oladi: matematik model tuzish; hisoblash algoritmini ishlab chiqish, programma-lashtirish, EHMda hisoblash; hisob-kitoblar natijasini ishlab chiqish, tahlil va xulosalar.

7.6. Eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish va natijalariga ishlov berishni chorva mollari suyuq chiqindilarini ozonlash jarayoni misolida o'rganish [32]

Chorva mollari chiqindilaridan ajratib olingan suyuq fraksiya tarkibida katta miqdorda mikroblar mavjudligi sababli ulardan o'g'it yoki boshqa maqsadlarda foydalanish uchun ularni samarali zararsizlantirish usullardan biri ozonlash hisoblanadi. Eksperimental tadqiqotlar o'tkazishda o'rgani-

layotgan jarayon haqida kerakli ma'lumotlarni eksperiment o'tkazishga kam vaqt va mehnat sarflab erishish uchun tadqiqotlarni matematik rejalashtirish metodikasi qo'llaniladi. Eksperimental tadqiqot oldiga tashqi ta'sirlar va obyekt parametrlarini ishlov berish sifati bilan bog'lovchi jarayonining matematik modelini qurish vazifasini qo'yiladi.

Chorva mollari chiqindilarini ozonlash yo'li bilan to'la tozalash va zararsizlantirish jarayoni matematik modelni tuzish uchun, qo'yilgan talablarni hisobga olgan holda, faktorlarni aniqlash kerak va ularni variatsiyalanish oraliqlari belgilanadi.

Aniq faktorlarni tanlashda ularga quyidagi talablar qo'yiladi [10, 7]:

1. Faktorlar boshqariladigan bo'lishi kerak, boshqacha aytganda faktorning aniqlik soxasi ichida ushbu faktorga har qanday (daraja) qiymat berish va uni kerakli vaqt davomida bir xil darajada ushlab turish kerak.

2. Faktorlar obyektga bevosita ta'sir qiladigan bo'lishi kerak, ya'ni boshqa faktorlarning funksiyasi bo'lmashligi kerak. Faktorlarning bu xususiyati ularni bir ma'noligini ifodalaydi.

3. Faktor ko'rsatkichlarini o'lchov aniqligi optimallashtirish parametrlar kattaliklarini o'lchov aniqligidan yuqori bo'lishi kerak.

4. Faktorlar bir-biri bilan mos keladigan bo'lishi kerak. Bu degani, eksperiment ichida faktorlarni aniqlashda faktorni aniqlangan ichki ko'rsatkichlari ixtiyoriy ularning qiymatlari har qanday kombinatsiyasi va bir-biriga bog'liq bo'lmagan xolda mumkin.

Dastlabki olib borilgan tadqiqotlar va axborot manbalardan olingan ma'lumotlarga asoslanib ozonlash jarayoniga ta'sir ko'rsatuvchi faktorlar etib quyidagilar olinadi: ozon bilan ishlov berish vaqti (min); suyuq chiqindining harorati (gradus); ozon generatortga beriladigan havo sarfi (litr/min); ozon generatortga beriladigan kuchlanish (kB); ozonli-havoning tarkibidagi ozon konsentratsiyasi (mg/litr); 1 litr ishlov beriladigan oqava chiqindiga to'g'ri keladigan ozonning sarf me'yori (mg/litr); suyuq chiqindining tiniqligi (sm); oqova chiqindidagi muallaq zarrachalarning boshlang'ich konsentratsiyasi chiqishi (mg/litr); oqova chiqindidagi boshlang'ich umumiy mikroblar zararlanish (1 ml dagi miqdori); muhitning pH i; ishlov berilayotganda oqava chiqindining balandligi (m); oqava chiqindidagi KKZ (kislorodga kimyoviy zaruriyat) va KBZ (kislorodga biologik zaruriyat) miqdori (mgO₂/litr); oqava chiqindining koli-indeksi (dona/litr).

Ushbu ko'rsatkichlarni faktor sifatida ishlatish imkoniyati va maqsadga muvofiqligini tahlil qilamiz.

Azon konsentratsiyasi yoki uning o'lchami (dozasi) murakkab funksiya bo'lganligi sababli ularni faktor sifatida ishlatib bo'lmaydi:

konsentratsiya — bu kuchlanish va havo sarfi funksiyasi;

me'yor (doza) — konsentratsiya va ishlov berish vaqti funksiyasi.

Ushbu holat esa yuqoridagi faktorga qo'yilgan 2-talabga javob bermaydi. Faktorlarlar sifatida muallaq zarrachalarni ozon dozasini umumiy mikroblar sonini, KKZ, KBZ va koli-indeksini qo'llash talabi faktorlarga qo'yilgan 1-talab bilan cheklanilgan. Ushbu kattaliklarga (faktorlarga) ixtiyoriy miqdorlar berib ma'lum vaqtda ularni bir xil ushlab turish amalda mumkin emas.

Chorva suyuq chiqindisida pH 6,8–8 intervalida o'zgarib turadi. pH ning ushbu intervalda o'zgarishi tadqiqotchilar tomonidan o'rganilib uni ozonlashtirish jarayoni samaradorligiga ta'sir etmasligi aniqlangan [25].

Ishlov berilayotgan chorva mollari suyuq chiqindisi balandligini o'zgarishi tozalash va zararsizlantirishga mikroblarni o'ldirishiga emas uning ozonga sezgirliги foiziga ta'sir ko'rsatadi.

Qolgan faktorlarni quyidagicha tasniflash (klassifikatsiyalash) mumkin:

- chorva mollari suyuq chiqindisi holatini ko'rsatadigan faktorlar (temperatura va tiniqlik)

- tashqi ta'sir etuvchi parametrlarni birlashtiradigan faktorlar (kuchlanish, havo sarfi, ishlov berish davomiyligi).

Ushbu faktorlarning chegaraviy ko'rsatkichlari quyidagi talablarga asoslanib belgilanadi.

Chorva mollari suyuq chiqindisi temperaturasi qish faslida 6° gacha tushadi, yozgi vaqtda 22° gacha oshadi.

Tadqiqotlar davomida xaroratning ushbu ko'rsatkichlariga ishlov berilayotgan texnologik muhitni (suyuq chiqindi oqavani) sovitish va qizdirish yo'li bilan erishilgan.

Chorva mollari suyuq chiqindilarini dastlabki holatini ekspress-analizini o'tkazishda uning tiniqligi ko'rsatkichidan foydalanish mumkin. Oqovalarni biologik tozalashdan keyin uning tiniqligini oshishi organik ifloslanishini kamayganligini ko'rsatadi. Chorva mollarining suyuq chiqindilarida organik moddalar miqdorini kamayishi o'z navbatida oqavani bakterial ifloslanishini pasayishiga olib keladi. Chunki oqava tarkibida chiqarib tashlangan organik moddalar ularni himoyalovchi muhit hisoblanadi. Oqavaning tiniqligi 2,5 dan 14 sm gacha tebranadi.

Kuchlanish 9700 V ga yetganida razryad hosil bo'ladi, 17500 V ga yetganda razryad dielektrikni teshib o'tadi. Ushbu kattaliklardan kelib chiqib kuchlanish qiymati pastki chegarasini 10 kV yuqori chegarasini 17 kV etib qabul qilamiz. Kuchlanish past bo'lganda ajralib chiqayotgan ozon miqdori kam bo'lishiga kuchlanishni o'ta yuqori bo'lishi esa energiya sarfini oshishiga olib keladi. Eksperimental tadqiqotlar oldiga kerakli konsentratsiyadagi ozon ishlab chiqishini ta'minlay oladigan shunday qiymatini tanlash kerakki bunda kuchlanishni minimal bo'lsin.

Ozonator orqali harakatlanayotgan havo miqdori kamaysa generator chiqishida ozon konsentratsiyasi oshadi, lekin ishlov berilayotgan mahsulot

(material) bilan ozonli-havo muhitning aralashish samaradorligi kamayadi. Eksperimental tadqiqotlarda havo sarfi 5,4 dan 50 gacha o'zgartirilgan. Havodagi ozonning ma'lum bir konsentratsiya kuchlanishni va havo sarfini turli xil birikmalari kombinatsiyalariga to'g'ri kelishi mumkin.

Misol, 1 l ozon-havo aralashmasida 2,4 mg ozon konsentratsiyasini hosil qilish uchun kuchlanish va xavo sarfi quyidagi ikki xil kombinatsiyasida olish mumkin: $U_1=10,8$ kV, $V_1=8$ litr/min va $U_2=16,5$ kV, $V_2=46,4$ litr/min aralashma chiqishi mumkin. Tadqiqotlar olib borishda kuchlanish (U) va tezlikning (V) qiymatlari va nisbatlaridan foydalaniladi. Yuqoridagi tahlilni hisobga olgan holda ikkita faktor o'rniga kuchlanish (U) va havo sarfi (V) ularning nisbati orqali bitta ko'rsatkich solishtirma kuchlanish orqali ifodalaymiz. Solishtirma kuchlanish 0,2--3,15 kV·min/litr intervalda o'zgaradi.

Yana bitta faktor bu ishlov berish davomiyligi. O'tkazilgan dastlabki eksperimental tadqiqotlarga asosanib ishlov berish davomiyligini 5 dan 25 min gacha oraliqda olamiz.

Eksperimentni rejalashtirish tadqiqotning matritsasini tuzish uchun faktorlarni xaqiqiy qiymatlarini kodlangan (o'lchamsiz) qiymatlarga almashlash kerak. Faktorlarning haqiqiy « x_i » va kodlangan x_i faktorlar quyidagi ifoda bilan o'zaro bog'langan:

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\epsilon}, \quad (7.15)$$

bu yerda: x_i — i -faktorning kodlangan qiymatlari; X_i — i -faktorning tabiiy haqiqiy qiymatlari; X_{i0} — i -faktorning nolinch darajasi tabiiy qiymatlari; ϵ — faktorning ma'lum variatsion intervali.

Har bir faktorni kodlangan qiymatlarini hisoblaymiz, boshidan asosiy nolinch daraja va variatsiyalash intervallarni boshlang'ich qiymatlarini belgilab va olingan natijalarni 7.3-jadvalga kiritamiz.

To'liq faktorli eksperiment o'tkazish uchun kamida 5 marotaba takrorlanish shartiga binoan tajribalar o'tkazish kerak (3.3-ilova):

$$mN = m2^K = 5 \cdot 2^4 = 80$$

bu yerda: m — takrorlanadigan tajribalar soni; N — takrorlanmaydigan tajribalar soni; 2 — faktorlarning darajalar soni (yuqorigi va pastki); K — faktorlar soni.

Tenglamani quyidagi ko'rinishda ifodalab ko'ramiz:

$$\begin{aligned} y = & b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{14}x_1x_4 + \\ & + b_{23}x_2x_3 + b_{24}x_2x_4 + b_{34}x_3x_4 + b_{123}x_1x_2x_3 + b_{124}x_1x_2x_4 + \\ & + b_{134}x_1x_3x_4 + b_{234}x_2x_3x_4 + b_{1234}x_1x_2x_3x_4 \end{aligned} \quad (7.16)$$

Faktornlarni kodlar bilan ifodalash

Variatsiyalash intervali va faktorlar darajasi	Ishlov berish vaqti, min, x_1	Solishtirma kuchlanish, kV·min/litr, x_2	Oqovanning (chiqindining) harorati, x_3	Tiniqlik, sm x_4
Nolinchi daraja $x_{i0}=0$	10	1,6	12	8
Variatsiyalash intervali	2	0,2	2	2
Pastki daraja $x_i=-1$	8	1,4	10	6
Yuqori daraja $x_i=+1$	12	1,8	14	10

Kasr faktorli eksperiment (KFE) usulini qo'llanilsa, tajribalar sonini minimallashtirish imkonini beradi [7]. Kasr faktorli eksperiment bu to'liq faktorli eksperimentni ma'lum bir qismi. Bizning misolimiz uchun KFE 2^{4-1} , bu to'liq faktorli eksperimentga mos kelmoqda (TFE) 2^3 .

Yuzaga keltiruvchi (generatsiyalovchi) nisbatlarni tanlaymiz: $x_4=x_1x_2x_3$ va unga asosiy keskin farqni topamiz: $I=x_1x_2x_3x_4$ va shuningdek regressiya koeffitsiyentlarini umumiy baholashni aniqlovchi nisbatlarni topamiz:

$$x_1=x_2x_3x_4; \quad x_3=x_1x_2x_4; \quad x_2=x_1x_3x_4; \quad x_4=x_1x_2x_3;$$

$$x_1x_2=x_3x_4; \quad x_2x_3=x_1x_4; \quad x_1x_3=x_1x_4.$$

Eksperiment natijalari bo'yicha jarayonning matematik modelini quyidagicha ifodalaymiz.

$$y_I = b_0^I + b_1^I x_1 + b_2^I x_2 + b_3^I x_3 + b_4^I x_4 + b_{12}^I x_1 x_2 + b_{13}^I x_1 x_3 + b_{23}^I x_2 x_3, \quad (7.17)$$

$$y_{II} = b_0^{II} + b_1^{II} x_1 + b_2^{II} x_2 + b_3^{II} x_3 + b_4^{II} x_4 + b_{12}^{II} x_1 x_2 + b_{13}^{II} x_1 x_3 + b_{23}^{II} x_2 x_3, \quad (7.18)$$

bu yerda: y_I, y_{II} — suyuqlikdagi muallaq moddalar va mikroblar umumiy soni (MUS).

Eksperiment natijalari asosida aniqlangan model koeffitsiyentlari haqiqiy chiziqli effektlar va birgalikdagi o'zaro ta'sirlar baholaydi.

$$b_1 \rightarrow \beta_1 + \beta_{234}; \quad b_2 = \beta_2 + \beta_{134}; \quad b_3 \rightarrow \beta_3 + \beta_{124}; \quad b_4 = \beta_4 + \beta_{123};$$

$$b_{12} = \beta_{12} + \beta_{34}; \quad b_{13} = \beta_{13} + \beta_{24}; \quad b_{23} = \beta_{23} + \beta_{14}.$$

Yuqoridagi model tenglamasi koeffitsiyentlaridan chiziqli effektlar koeffitsiyentlarni baholari eng katta o'zaro ta'sirlar effektlar koeffitsiyentlarini baholanishi bilan o'zaro bog'liqligini ko'ramiz (yuqoridagi misol uchun uch marotabali o'zaro bog'lanish). Bu esa uch marotaba o'zaro ta'sir koeffitsiyentlarini minimal deb hisoblab chiziqli koeffitsiyentlarni imkon darajasidagi eng yuqori aniqlikdagi bahosini topish imkonini beradi.

Uchta o'zaro ta'sirlar (faktorlar) $x_1 x_2 x_3$ o'rniga x_4 faktorni qabul qilib tajribalar ketma-ket almashinishini hisobga olgan holda matritsasini tuzish mumkin 2^{4-1} (3.2-ilova).

Eksperiment matritsasini tuzishdan oldin tajribalar o'tkazishda yuzaga kelishi ehtimol bo'lgan sistematik xatoliklarni tajribalarni randomizatsiyalash yo'li bilan yo'q qilish kerak. Ushbu xatoliklar o'lchash priborlarda, tadqiqotchining e'tiborsizligida yuzaga kelishi mumkin.

Randomizatsiyaning mazmuni shundaki tajribalar tartibini tasodifiyligini yuzaga keltirish kerak va buning uchun tasodifiy sonlar jadvalidan foydalaniladi [10].

Tajribalar o'tkazish tasodifiy qator eksperiment matritsasiga joylashtiriladi (8-jadval).

Tadqiqot natijalarini o'rtachasini topish uchun qo'pol xatoliklarni aniqlash usulidan foydalaniladi [26].

Olingan hisob natijalari 3.4 va 3.5-ilovalarda keltirilgan.

(7.17) va (7.18) tenglamalar tarkibidagi koeffitsiyentlar quyidagi formulalardan foydalanilib hisoblanadi [27]:

$$b_0 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}, \quad (7.19)$$

$$b_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n x_{iu} x_{ju} y_u}{n}, \quad (7.20)$$

$$b_i = \frac{\sum_{i=1}^n x_{iu} y_u}{n}. \quad (7.21)$$

Koeffitsiyentlarni hisoblangan qiymatlari 2.6- ilovada keltirilgan.

Regressiya koeffitsiyentlari monandligi Styudent kriteriyasi bo'yicha baholanadi. Quyidagi shart bajarilsa:

$$|b_i| \geq \Delta b_i = t_{(0.01; f(y))} \frac{S\{y\}}{\sqrt{nm}}. \quad (7.22)$$

Koeffitsiyentlar monand deb hisoblanadi [34], bu yerda $t_{(0,01;f_{\{y\}})}$ - Student kriteriysining jadval bo'yicha qiymati, 8-adabiyotning 3-ilovasida olingan;

$f_{\{y\}}$ - dispersiyaning tiklanishini (qaytarilishini) ozodlik darajasi soni;

$$S_{\{y\}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i S_i^2}{\sum_{i=1}^n f_i}} - \text{o'rtacha kvadratik og'ish.}$$

(7.17) tenglama uchun b_3^I ; b_{12}^I va b_{13}^I lardan tashqari barcha koeffitsiyentlar monandligi ishlatiladi. (7.18) tenglamada b_3^{II} ; b_{12}^{II} ; b_{13}^{II} va b_{23}^{II} koeffitsiyentlar monand emasligi aniqlandi.

(7.17 va 7.18) modellarni adekvatligi (mosligi) Fisher kriteriysi bo'yicha tekshiriladi [27].

$$F = \frac{S_{ad}^2}{S_{\{y\}}^2} \leq F_{(0,01;f_{ad};f_{\{y\}})}.$$

Dispersiyaning adekvatligi (mosligi) ko'rsatkichi quyidagicha aniqlanadi:

$$S_{ad}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y} - \hat{y})^2}{f_{ad}},$$

bu yerda: f_{ad} - to'g'rilangan dispersiya adekvatligi ozod erkinlik darajalar soni; $\hat{y}$ - model bo'yicha aniqlangan qiymatlar.

Hisoblar natijasi ikkala matematik modellarning adekvatligini tasdiqladi (3.5-3.7-ilovalar).

Shunday qilib, eksperimental tadqiqotlar va ularni natijalariga ishlov berilgandan so'ng quyidagi modellar olinadi:

$$y_I = 283,65 - 52,6x_1 - 18,3x_2 - 81,6x_4 + 34x_2x_3, \quad (7.23)$$

$$y_{II} = 26801,5 - 4109x_1 - 2941,5x_2 - 9154,5x_4. \quad (7.24)$$

Jarayonni optimallashtirish bitta parametr bo'yicha oshiriladi. Bi-organayotgan chorva mollari suyuq chiqindilarini zararsizlantirish jarayoni uchun mahsulotning o'ziga xos tomonini hisobga olib, ikkinchi ko'rsatkichni - umumiy mikroblar sonini optimallashtirishni qabul qilamiz.

Eksperiment matritsasi-umumiy rejasi

№	Tajribaning tasodifiy natijalari						x_0	x_1	x_2	x_3	x_4	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$	$\bar{y}_I$	$\bar{y}_{II}$
	32	8	5	34	35	+										
1	32	8	5	34	35	+	+	-	-	-	-	+	+	+	404,0	46900
2	13	16	7	14	26	+	+	+	-	-	+	-	-	+	201,0	17110
3	4	25	21	38	17	+	-	+	-	+	-	+	-	-	201,6	18480
4	3	24	30	29	6	+	+	+	-	-	+	-	-	-	325,2	27400
5	23	27	10	22	11	+	-	-	+	+	+	+	-	-	256,0	21850
6	40	39	2	36	33	+	+	-	+	-	-	-	+	-	334,8	33112
7	15	19	12	1	37	+	-	+	+	-	-	-	-	+	397,0	36412
8	18	9	31	20	28	+	+	+	+	+	+	+	+	+	149,6	13148

Optimal shartni topishda ko'rilayotgan jarayon keskin yuksalish usulni qo'llash mumkin [27]. (7.24) tenglamadan foydalanib, gradient bo'yicha harakatlantiramiz. Tadqiqot natijalari 7.5-jadvalda keltirilgan. Keskin yuksalish ushbu funksiyaning gradiyenti bo'ylab harakatlanishni ifodalaydi:

$$\text{grad} y_{II} = b_{1j} + b_{2j} + \dots + b_{KZ} . \quad (7.25)$$

Faktorlarni regressiya tenglamasi koeffitsiyentlariga proporsional holatda o'zgartirib optimumga eng qisqa yo'l bilan erishishga intilamiz. 9-jadvalda b_{E_i} ning eng katta qiymatiga ega faktor uchun k_i ning qiymatini birga teng deb qabul qilib, qolgan x_i uchun quyidagi nisbatdan topamiz:

$$K_i = |b_{E_i}| / |b_{E_i}|_{\max} .$$

$K_i = 1$ li faktor uchun gradient bo'yicha yangi harakat interval tanlanib qolgan faktorlar uchun ε^* qiymatini ushbu intervalni unga mos K_i ga ko'paytirish yo'li bilan topiladi. y_{II} model adektiv bo'lgani uchun, navbatdagi eksperimentlarni faktorlardan biri o'zgarish intervali chegarasidan chiqib ketishi namoyon bo'ladigan tajribadan boshlanadi. Bizning misolda x_2 ni (solishtirma kuchlanish) samarador hisoblanadi, shuning uchun birinchi tajribada keskin yuksalishni $X_2 = 1,9 \text{ kV} \cdot \text{min/litr}$ deb qabul qilamiz. Qolgan faktorlarni qiymati nolinch darajaga harakat qadamini qo'shish yo'li bilan topiladi. Qadamma-qadam harakatlanish jarayoni javob funksiyasi qiymati boshqalarga nisbatan ancha kichik bo'lib qolganida to'xtatiladi (bizning misolda 5-tajribaga to'g'ri keladi).

Keskin ko'tarilib boruvchi usulda tadqiqotlar natijalari

Gradiyent bo'yicha harakat bosqichlari	x_1	x_2	x_3	y_{H1}	y_{H2}	y_{H3}	y_{H4}	y_{H5}	Qo'pol xatolik	$\bar{y}_H$
Nolinch daraja	10	1,6	8							
Interval o'zgarish oralig'i	2	0,2	2							
Regressiya koeffitsiyenti	4109 8218	2941 588	9154 18308							
Harakat qadami	0,448 0,896	0,032 0,064	1 2							
Yaxlitilgan qadamlar	1	0,11	3							
Tadqiqotlar:										
Xayolan	11	1,9	10							
Xayolan	12	2	12							
Bajarilgan	13	2,1	14	2100	5100	7900	6000	25000	25000	5275
Xayolan	14	2,2	14							
Bajarilgan	15	2,3	14	200	500	300	229	400		326
Xayolan	16	2,4	14							
Bajarilgan	17	2,5	14	101	70	170	115	3	3	114

Shunday qilib, ozon qurilmasining parametrlari $\tau=15$ min va $U/V = 2,3$ kV·min/litr oqova massa $\Pi_p=14$ sm bo'lganda, $UMS=326$ dona/ml ni tashkil etadi va bunga $B_{m,z}=28$ mg/litr to'g'ri keladi ($B_{m,z}$ – oqova massadagi muallaq zarrachalar miqdori).

$UMS=326$ dona/ml va $B_{m,z}=28$ mg/litr kabi qiymatida optimal muhit o'rnatilgan bo'lishi kerak, o'zaro nisbatlardan organik va biologik zararlantirishning eng kichik darajasi hisoblanadi [34,35].

Xulosalar:

1. Chorva mollari suyuq chiqindilarini tozalashda va zararsizlantirishda ozonlashni qo'llash yuqori samara beradi. Ishlov berish davomiyligi 15 min beriladigan ozon dozasi 200 g/m^3) BPK₅ $97 \text{ mgO}_2/\text{litrdan}$ $27 \text{ mgO}_2/\text{litr}$ icha kamayadi, koli-titr ko'rsatgichi 0,04 dan 4,3 gacha ortadi.

2. Ozonlashni oqavalarga ishlov berishni oxirgi bosqichda o'tkazish a'qul hisoblanadi. Shunda oson parchalanadigan organik ifloslanish ologik yo'l bilan yo'qotiladi, qiyin oksidlanadiganlarini esa ozonlash lan tozalanadi.

3. Chorva mollari chiqindilarini suyuq qismini tozafash va zararsiz- ntirish jarayonini nazorat qilishda, muallaq zarrachalar miqdori va umumiy ikroblar sonini (UMS) kamaytirishda ozonlash eng qulay hisoblanadi.

4. Oqovalarni ozonlash jarayoniga optimallashtirish parametrlar $B_{m,z}=28 \text{ g/litr}$, $UMS=326 \text{ dona/ml}$; ishlov berish vaqti 15 min; solishtirma ichlanish $2,3 \text{ kV}\cdot\text{min/litr}$; tiniqligi 14 sm.

Oqovaning temperaturasi ishlov berishda ozonlashga ta'sir etmaydi.

Oqova tarkibida quyidagilar bo'lgan:

suzib turgan modda (zarracha)lar miqdori $420 \pm 100 \text{ mg/litr}$;

umumiy mikroblar soni $350 \cdot 10^3 \pm 250 \cdot 10^3 \text{ dona/ml}$.

7.7 Optimallashtirishga oid eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish, o'tkazish va ishlov berishni uzum mevasiga uritishdan oldin elektr impulsli ishlov berish jarayonida o'rganish

Uzum mevasini quritish jarayoni vaqtini (davomiyligini) va energiya g'imini kamaytirishga erishish uchun quritishdan oldin unga ishlov berishni ko'plab usullari mavjud. Ular orasida eng samarador va texnologik talablarga javob beruvchi zamonaviy usul bu elektr impulsli ishlov berish [29]. Elektr impulsli ishlov berish jarayonini kechishi (qonuniyati) va eng maqbul parametrlarini aniqlash uchun nazariy-eksperimental tadqiqotlar olib boriladi.

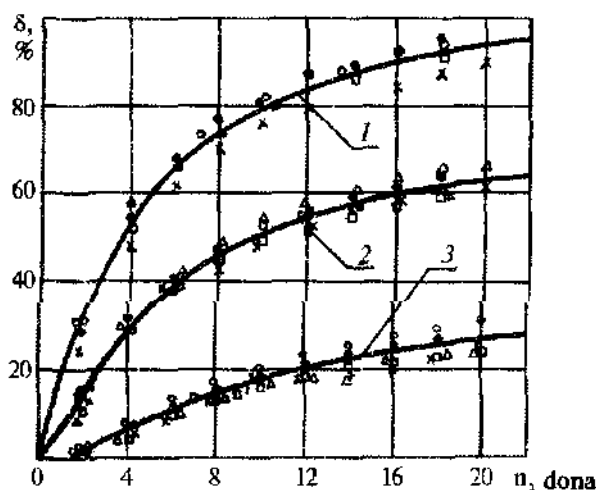
Elektr ishlov berish jarayonining samaradorligini bevosita baholashni keng foydalanib kelinayotgan usullaridan biri elektr ishlov berilayotgan mahsulot (mugit) to'qimalari hujayralarining elektr o'tkazuvchanligi orqali baholashdir. Bu usulda dielektrik materialga bir-biridan 10 mm masofada o'rnatilgan ignasimon zanglamaydigan elektrodnlarni mahsulot to'qimalariga kiritilib unga 10^3 Gs chastotali 4—5 V kuchlanish manbayiga ulab to'qimalar orqali oqib o'tayotgan tok kuchi va berilgan kuchlanish bo'yicha uning to'la qarshiligi topiladi. Jonsizlanish darajasini (S) uzum mevasini ishlov

berishdan oldingi va ishlov berilgandan keyingi to'la qarshiliklari bo'yicha hisoblanadi. Ammo bu ko'rsatkich har xil uzum navlari mevalarining biologik xususiyati, kimyoviy tarkibi va boshqa xarakteristikajari bir-biridan farq qilish sababli har xil qiymatlarga ega bo'lishi mumkin va bunday holatda S ning bir xil qiymati turli xil nav uzum mevalari holatini adektiv baholay olmasligi sababli tadqiqotlar natijalarini umumlashirish imkonini bermaydi. Ushbu ko'rsatkich S ning turli nav uzum mevalari uchun kritik qiymat S_{max} ham har xil bo'ladi. Qora kishmish uchun 23 n. b., nimrang toyfi uchun 16 n.b. va hokazo. Ishlov berish jarayonida impulslar soni va boshqa parametrlarni o'zgartirib borib S ning joriy ko'rsatkichini uning

kritik qiymatiga (S_{max}) bo'lib, foiz hisobida qiymati $S = \frac{S'}{S_{max}}$ bo'yicha

elektr ishlov berishning asosiy parametrlari U , C , n ta'sirini eksperimental o'rganib chiqib $S = f(U, C, n)$ bog'liqlik grafisini ifodalaymiz.

7.6-rasmda keltirilgan $S = f(U, C, n)$ grafik tasviri analitik ifodalash va elektr ishlov berish jarayoni optimal parametrlarini aniqlashda ko'p faktorli eksperimentlarni rejalashtirishni matematik nazariyasidan foydalanamiz.



7.6-rasm. Turli nav uzum mevasi to'qimalarining jonsizlanish darajasini elektr impulsli razryadlar soniga bog'liqlik grafigi;

○ — qora kishmish; ● — oq kishmish; ■ — toyfi; ▲ — muskat; × — nimrang;

1 — $U = 4$ kV; $C = 0,77$ mkF;

2 — $U = 2$ kV; $C = 0,77$ mkF;

3 — $U = 3$ kV; $C = 0,77$ mkF;

Optimallashtirish maqsadi uzum mevasi donalari qobig'ini mexanik rikastlantirmasdan uning to'qimalaridagi hujayralarini jonsizlantirishni uqori darajasiga eng kam energiya sarflab erishishni ta'minlaydigan elektr impulsli ishlov berish jarayoni parametrlarini aniqlash hisoblanadi. Optimallashtirish kriteriyasi (me'zoni) etib uzum mevasi to'qimalari hujay-

larini nisbiy jonsizlanish darajasini qabul qilamiz ($S = \frac{S}{S_{\max}}$). Quyidagi

hisolda toyfi navli uzumning mevasini quritishdan oldin elektr impulsli ishlov berish jarayonini optimal parametrlarini aniqlashni ko'rib chiqamiz.

Ekspirimental tadqiqotlar asosida jarayonni kechishini belgilovchi asosiy faktorlar va ularning o'zgarish darajalarini (chegaralarini) qabul qilamiz (7.6-jadval).

7.6-jadval

Faktorlar va ularning chegaralari (darajalari)

Faktorlar	Faktorlarning belgilanishi		O'lchov birligi	Darajasi (o'zgarish chegarasi)		
	natural	kodlangan		-1	0	+1
Impuls hosil qiluvchi kuchlanish	U	X_1	kV	2	3	4
Yig'uvchi kondensator sig'imi	C	X_2	mkF	0,1	0,55	1,0
Impulslar soni	n	X_3	dona	1	7	13

Elektr impulsli ishlov berish jarayonida biologik mahsulotni hujayralarini jonsizlanish jarayonini kechishi (javob yuzani o'zgarishi) noxiziqli xarakterga ega bo'lganligi uchun uning matematik modelini ikkinchi darajali polinom tenglama orqali ifodalaymiz [30]:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^3 b_i x_i + \sum_{i=1}^3 b_{ii} x_{ii}^2 + \sum_{i(j)}^3 b_{ij} x_{ij} \quad (7.26)$$

(7.24) tenglamani (modelni) regressiya koeffitsiyentlarini topishda 3 ta markaziy nuqtani ichiga olgan 15 nuqtadan iborat $k = 3(BB_3)$ o'ltinchi faktorlari D-optimal ikkinchi tartibli planidan foydalanamiz (qo'llaymiz).

Ekspiriment natijalariga ishlov berish, modelni regression va dispersion analizlari algoritmi blankasidan foydalanib bajaramiz [31].

Hisob natijalari asosida jarayonni (7.26) tenglamaga adektiv quyidagi modelni qabul qilamiz:

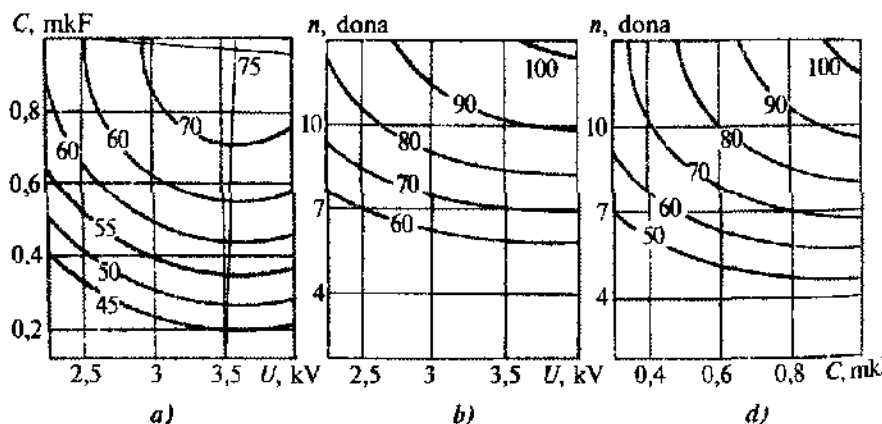
$$y = 62,3 + 8,5x_1 + 17,5x_2 + 34,0x_3 - 6,8x_1^2 - 9,3x_2^2 - 18,8x_3^2 - 0,25x_1x_2 + 5,25x_1x_3 + 10,75x_2x_3. \quad (7.27)$$

Qabul qilingan modeldan foydalanishni o'ng'aylashtirish uchun undagi faktorlarni kodlangan belgilanishini naturalga o'tkazamiz.

$$\delta = -92,8 + 43,5U + 63,2C + 8,2n - 6,8U^2 - 45,9C^2 - 0,52n^2 + 0,88Un + 3,98Cn. \quad (7.28)$$

Matematik modelni (7.27, 7.28 tenglamalar) tahlilini javob yuzani ikki o'lchamli kesimi usuli bo'yicha amalga oshiramiz (7.7-rasm).

7.7-rasmida keltirilgan bog'liqliklar tahlili quyidagilarni ko'rsatadi. Kondensator sig'imi o'zgarmas bo'lganda ($C=\text{const}$) kuchlanishni optimaldan og'ishi hujayralarni o'lish darajasini kamayishiga olib keladi. Hujayralarni o'lish darajasiga kuchlanishni optimaldan pasayishining ta'siri optimaldan ortishidan ko'ra kattaroq. $U=\text{const}$ bo'lganda kondensator sig'imini optimaldan og'ishi ham elektr ishlov berish samarasini (hujayralarni jonsizlanishini) pasayishiga olib keladi (7.7-a rasm). Kondensator sig'imini optimaldan kamayishini elektr ishlov berish samarasini pasayishiga ta'siri uni optimaldan ortishiga nisbatan kattaroqligini ko'ramiz.



7.7-rasm. Uzum mevasi donasining jonsizlanish darajasini ifodalovchi javob yuzasi bo'yicha ikki o'lchamli kesimi (grafikda bir xil darajada jonsizlanish chizig'i ko'rsatilgan):

$a - x_3=0$; $b - x_3=0$; $d - x_3=0$.

Kuchlanish va sig'imning optimal qiymatlari $U=(3,5-4,0)$ kV va $C=0,8-1$ mkF ga ta'riflangan. Hujayralarni belgilangan jonsizlanish darajasiga $U=(3,5-4,0)$ kV kuchlanishda impulslar sonini eng kam qiymatida o'rnatish kerak. Kuchlanishni ushbu qiymatidan pasayishi esa impulslar sonining oshirishini talab qiladi.

Kuchlanish o'zgarish bo'lganda kondensator sig'imini kamayishi kerakli jonsizlantirishga erishish uchun impulslar sonini unga mos ravishda oshirishni talab qiladi. Kerakli jonsizlantirish darajasiga erishish optimal kuchlanishni kondensator sig'imi va impulslar soni bilan bog'liqligini matematik ifodasini (7.28) tenglamani kuchlanish bo'yicha xususiy hosilasidan hosil qilinadi:

$$U_{opt} = 3,199 - 0,041C + 0,065n. \quad (7.29)$$

(7.27) tenglama tahlili sig'imni 0,1 dan 1 mkF gacha o'zgarishi U_{opt} ni 1,004 dan 0,04 kV ga o'zgarishiga olib keladi va bu o'z navbatida kondensator sig'imi U_{opt} ga ta'siri sezilarsizligini ko'rsatadi. U_{opt} ga impuls soni ko'proq ta'sir ko'rsatishini kuzatish mumkin. Impuls soni n 1 dan 3 gacha o'zgarganda U_{opt} ni 3,2 dan 4 kV gacha oshirishga olib keladi.

Kondensatorning optimal sig'imi kuchlanish va impulslar soni bilan bog'liqlik tenglamasini (7.28) tenglamani C bo'yicha xususiy hosilasi asosida quyidagicha ifodalaymiz:

$$C_{opt} = 0,6885 - 0,0061U + 0,043U. \quad (7.30)$$

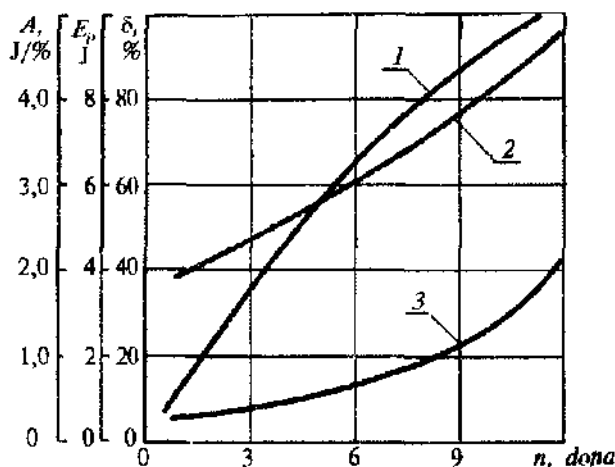
Kuchlanishni 2 dan 4 kV gacha o'zgarishi C_{opt} ni 0,012 dan 0,024 mkF gacha o'zgarishiga olib keladi va bu uning ta'siri katta emasligini ko'rsatadi. Jonsizlantirishni optimal darajasiga erishish uchun (C_{opt}) har bir impulsdan keyingi impuls 0,043 mkF ga oshirilishi kerak. Boshqacha aytganda impuls soni 1 dan 13 gacha o'zgarganda C_{opt} 0,74 dan 1,24 mkF gacha o'zgaradi.

Kondensatorida yig'ilgan energiya uni razryadlanish vaqtida uzum mevasi lonasiga to'raligicha o'tadi deb hisoblab, $U_{opt}=f(C,n)$ va $C_{opt}=f(U,n)$ bog'liqlikdagi katta bo'lmagan ta'sirlarni tashlab yuborib bitta impuls optimal energiyasini impuls soniga bog'liqligini quyidagicha ifodalaymiz:

$$E_{i,opt} = 3,5255 + 0,3633n + 0,0104n^2 + 0,001n^3. \quad (7.31)$$

Uzum donasini to'qimasi hujayralarini jonsizlanish darajasini optimal haroratda 1 foizga (1%) oshirishga sarflanadigan energiyani impuls soni bilan bog'liqligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$A = \frac{E_{i,opt}}{\delta_n - \delta_{n-1}} = \frac{3,5255 + 0,3633n + 0,0104n^2 + 0,001n^3}{14,28 - 0,84n}. \quad (7.32)$$



7.8-rasm. Razryad kuchlanishi va kondensator sig'imi optimal bo'lganda (U_{opt} va C_{opt}) uzum mevasi to'qimalari jonsizlanishi δ (1-grafik), bitta impuls energiyasi E_i (2-grafik) va solishtirma energiyasi A (3-grafik)larning elektr razryadli impulslari soniga bog'liqligi grafiklari.

(7.32) formula va 7.8-rasm 3-grafikdan belgilangan jonsizlantirish uchun impulslar sonini oshib borishi solishtirma energiya sarfini ham ortib borishini ko'ramiz.

Kuchlanish (U) va kondensator sig'im (C) larning optimal va o'zgarmas deb qabul qilib ($U_{opt} = \text{const}$, $C_{opt} = \text{const}$) (7.28) tenglama impulslar soni bo'yicha xususiy hosilasini olib, uzum mevasi to'qimalari hujayralarini o'lish (jonsizlanish) darajasini (δ) impulslar soni n bog'liqlik ifodasini olamiz:

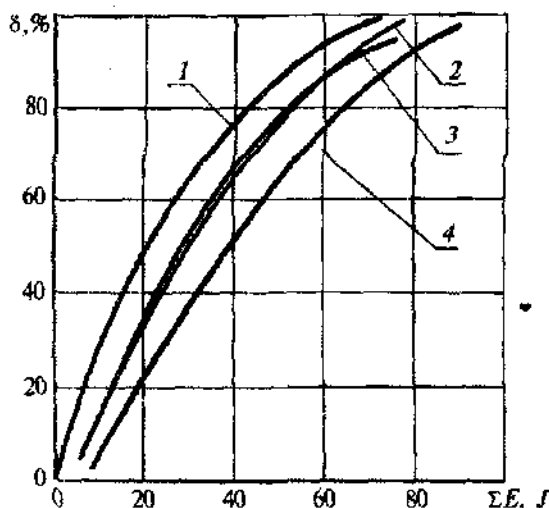
$$\delta = -2,71 + 13,65n - 0,407n^2. \quad (7.33)$$

(7.32) formula bo'yicha qurilgan 7.8-rasm 1-grafikda jonsizlantirish δ ni 95% dan kam bo'lmasligi uchun n 10–11 tani tashkil etishi kerakligini ko'ramiz. 1 kg uzumga ishlov berish uchun esa 60–65 J energiyaga ega razryaddan 1500–2000 ta impuls berilishi kerakdir.

Elektr ishlov berish parametrlarining quyidagi qiymatlarida:

1 – (U_{opt} va C_{opt}); 2 – $U=3,8$ kV va $C=0,9$ mkF; 3 – $U=4$ kV va $C=0,77$ mkF; 4 – $U=4$ kV va $C=1,0$ mkF.

Elektr ishlov berish parametrlarini optimaldan o'zgarishi solishtirma energiya sarfini ortishiga olib keladi (7.8-rasm, 3-grafik).



7.9-rasm. Uzun mevasi to'qimalari jonsizlanishi (δ) unga kiritilayotgan umumiy energiya miqdoriga bog'liqligi.

Elektr ishlov berishni optimallashtirishga yo'naltirilgan eksperimental tadqiqodlar va ularga stasistik ishlov berish, aniqlangan elektr ishlov berish optimal parametrlari 1 dona uzum mevasida ko'rib chiqildi.

Ishlab chiqarish texnologiyasida uzum donolab emas bir bosh yoki uni bo'lib shingillarga ajratilgan holda ularga ishlov beriladi.

Uzum navi uning mevasi donalari ulcham va masasini inobatga olgan holda ishlov berilayotgan uzum boshi yoki shingilini balandligidan (qalinligidan) kelib chiqib quyidagi elektr impulsli ishlov berish parametrlarini optimalga yaqin deb qabul qilishimiz mumkin.

$$U_{opt} = 3,6 - 4,0 \text{ kV}; C_{opt} = 0,8 - 1,0 \text{ mkF}.$$

Ushbu parametrlarda sig'imli impulsli manbada hosil bo'lgan bitta impuls energiyasi $W_i = 6,0 - 6,5 \text{ J}$ ga to'g'ri keladi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki:

- uzum mevasi to'qimalari xo'jayralarning elektr impulsli ishlov berish jarayonida jonsizlantirish uzum naviga bog'liq emas va faqat empulsli razryad parametrlariga bog'liq;

- uzum mevasi to'qimalar xo'jayralarini jonsizlantirishda minimal energiya sarfi va impuls sonida yuqori samaraga erishish uchun navbatdagi beriladigan impulsli razryad energiyasini noxiziqli 4—9 J ga noxiziqli o'rishi kerak.

8. Axborot-bibliografik resurslar, intellektual mulk va patent materiallar

8.1. Axborot-bibliografik resurslar va ulardan foydalanish

Har qanday ilmiy texnik izlanish ma'lum bir maqsadga yo'naltirilgan bo'ladi, biror ishchi, ilmiy farazni amalga oshirish, tekshirib ko'rish uchun o'tkaziladi. Ilmiy faraz nazariy va amaliy masalalarni yechib amalga oshiriladi. U izlanishlar davomida tekshiriladi, to'g'rilanadi yoki xato qo'yilgan bo'lsa, umuman bekor qilinishi ham mumkin. Shuning uchun yo'nalish bo'yicha keng qamrovli izlanishlar olib borilishi, birlamchi ma'lumotlar to'planishi, o'rganilishi zarur. Ma'lumotlarni o'rganib yo'nalish bo'yicha qo'yilgan masalalarni ilmiy yangiligi aniqlanadi. Ilmiy texnik va patent ma'lumotlariga Axborot va bibliografik ma'lumotlar manbalariga quyidagilar kiradi: monografiyalar, o'quv qo'llanma va darsliklar, turli ma'lumotlar to'plangan adabiyotlar, dissertatsiyalar va ularning avtoreferatlari, ilmiy maqolalar to'plamlari, ilmiy texnik va referativ jurnallar, ilmiy anjumanlardagi ma'ruzalarning tezislari, patentlar, internet tarmog'i saytlari materiallari, samarali takliflar to'plamlari tarmoqlar bo'yicha va h.k. [6].

Ma'lumotlarni o'rganishda oxirgi 15–20 yil ma'lumotlari to'la olinishi kerak. Ilmiy ma'lumot matni bilan tanishishda avvalo uning nomlanishiga, mavzusiga, mundarijasiga etibor beriladi. Agar zarur ma'lumotlar bo'lsa, muallifi, nomlanishi nashr qilingan joyi va vaqti, hajmi yozib olinadi. Asosiy material referat qilinadi. Bu ma'lumotlar maxsus kartaga yozib borilsa va ular o'z tartib raqamiga ega bo'lsa yaxshi bo'ladi, keyinchalik foydalanishga qulay bo'ladi.

Kartalar sistemalashtirilishi yoki alfavit bo'yicha joylashtirilishi mumkin. Ma'lumotlar maxsus daftarga yozib borilishi ham mumkin.

8.1.1 Axborot va bibliografik ma'lumotlar manbalari va tahlili

Ilmiy tadqiqot mavzusi bo'yicha muammolarni yoki masalalarni yechishga oid olib borilgan tadqiqotlar haqida ma'lumotlarni axborot manbalarini izlab topish ularda keltirilgan eng zamonaviy yechimlarni tahlil etish zaruriyati tug'iladi. Bunday zaruriyatni faqat masalani qo'yishda balki butun tadqiqotlar davomida ham yuzaga keladi.

Axborot va bibliografik ma'lumot manbalarga quyidagilar kiradi:

Axborot resurslar — ishonchli ma'lumotni samarali olish uchun tashkil qilingan ma'lumotlar majmuyi.

Axborot-bibliografik resurslar — jamoa yoki uning alohida a'zosini (axborotlardan foydalanuvchilarni) ehtiyojini qondirish uchun foydalani-ladigan hujjatlar, dalillar va boshqa turli xil ma'lumotlar manbalari majmuyi.

Kutubxona bibliografik resurslar — o'z faoliyatini amalga oshirish uchun kutubxona qaramog'ida bo'lgan ma'lumotlar va moddiy-texnik potensial (imkoniyat) va kadrlar.

Axborot mahsuloti — biron bir axborot tizimining (masalan, Resurs markazi, Axborot markazi) faoliyati natijasi.

Bibliografik mahsulot — bibliografik ma'lumotlar yozilgan axborot mahsulotining biri.

Bibliografik ko'rsatgich — katta hajmli murakkab tuzilishli (strukturafi) va ilmiy ma'lumot apparatli bibliografik qo'llanma.

Bibliografik ko'rsatgichlar tor, aniq mavzuni (muammoni) yoki keng, ko'p aspektli (jihatli), ayrim hollarda butun bir bilim tarmog'i va boshqa materiallarni yoritadi (ifodalaydi). Bibliografik ko'rsatgichlar odatda ilmiy-ma'lumot (ma'lumot-qidiruv) apparatiga, ya'ni mundarija va qo'shimcha ko'rsatgichga ega bo'ladi.

Bibliografik ko'rsatgichlarga, shuningdek, chop etiladigan nashrlar ro'yxati, bibliografik blyutenlar kiradi.

Bibliografik ro'yxat — oddiy strukturali bibliografik qo'llanma; u tor mavzu yoki masala bo'yicha materiallarni yoritadi va shuning uchun unda ma'lumot-qidiruv apparati bo'lmaydi.

Bibliografik obzor — asar xarakteristikasini tushintirish va daliliy ma'lumotlar bilan bog'lovchi bibliografik qo'llanma.

Bibliografik obzorda kirish (kirish qismi), analitik qism va xulosalar majburiy tarkibiy qism hisoblanadi.

Ma'lumotlar manbayi tahlili

Axborot manbalari bilan ishlashning bu bosqichi informativ harakatlarga ega bo'lib ma'lumotlarni dastlabki manbalarini ishlash va biryo'la ularni mazmuni bilan dastlabki tanishuvni amalga oshirish.

Ma'lumotlarning nashriy manbalariga kitoblar va davriy nashrlar kiradi. Davriy nashrlar gazeta va jurnal hamda ayrim maxsus nashrlar (ilmiy ma'lumotlar blyuteni, statistik to'plamlar va h.k.lar) kiradi.

Gazeta va jurnallar boshlang'ich ma'lumot manbalari sifatida davriy nashrlarni tanlashda (uchun) kriteriya (mezon) bo'lib xizmat qiladi.

Kitoblar nashrlar tematik yo'nalishlari bo'yicha va hajmi bo'yicha klassifikatsiyalanadi.

Elektron ma'lumot manbalariga Internet va boshqa elektron ko'rinishdagi turli kompyuter tashuvchilarda tarqatiladigan ma'lumotlar kiradi.

Dastlabki ma'lumot manbalarini izlash, to'plash, sistemaga tushirish va analiz qilishdan nisbatan yangi vosita *ixtisoslashgan informatsion-izlanish tizimidan* (IIT) yirik kutubxona va axborot-bibliografik resurs markazlarda foydalaniladi. IIT ning negizini ochiq turdagi universal operatsion sistema va amaliy dasturlash vositalari bilan (masalan, BD tipdagi *Paradox* yoki uning analogi boshqaruv sistemasi) ta'minlangan (masalan, *Lunix*) katta quvvatli personal kompyuter yoki bitta tarmoqqa birlashtirilgan kompyuterlar tashkil etadi.

Daslabki ma'lumotlar manbalarini izlash, yig'ish, sistemalashtirish va ta'hlili asosiy vositalari

Tadqiqot ishlarda ma'lumot manbalarini izlash, yig'ish va sistemalashtirishda axborot resurs markazlari kutubxonalar va boshqa ma'lumotlarni saqlash obyektlari fondidagi kataloglardan foydalaniladi.

Kataloglar *alfavitli, predmetli-alfavitli, predmetli, bibliografik, arxivlik, bosh sistematik* va *maxsus* turlarga bo'linadi.

Alfavitti katalog — kutubxona, resurs markazi va boshqa saqlash obyektlaridagi ma'lumotlar manbalarini alfavit bo'yicha sistemalashtirilgan to'yxati.

Alfavitti katalogga odatda manba haqida eng kam ma'lumotlarga ega bo'lgan hollarda murojaat qilinadi. Masalan, manbaning nomi va muallifning ismi sharifidan ma'lum bo'lganda.

Tematik katalog — tematika bo'yicha sistemalashtirilgan katalog bo'lib, u manbadagi ma'lumotlar yo'nalishlari bo'yicha tuziladi.

Ushbu katalogdan tadqiqot mavzusi bo'yicha (dissertatsiya ishi mavzusi, ilmiy loyiha mavzusi) qisqa vaqt ichida ma'lumotlar bilan tanishib chiqish va manbalarni tanlay olishda ko'proq foydalaniladi.

Predmetli katalog — manbalar predmetlar bo'yicha sistemalashtirilgan va tematikdan farqi predmet bo'yicha ma'lumotlar alfavit bo'yicha tizimlashtiriladi. Ushbu katalogdan qisqa vaqt ichida aniq bir predmetga (voqiyilik, hodisa, jarayon, texnika va boshqalarga) regishli ma'lumotlarni o'rganib chiqib manbalar tanlashda ko'prik hisoblaniladi. Masalan, elektrdan tozalash jarayoniga oid ma'lumot manbalarini urganish va tanlash, asinxron dvigatellarni qisqa tutashuv rejmlariga oid materiallar va hakoza.

Xronologik katalog — ma'lumot manbalarini nashr etilish vaqti (davri) bo'yicha xronologik tartibda sistemalashtirilgan katalog. Ushbu katalog asosiy ma'lumot vaqti (yili, oyi) hisoblanadi. Bunday kataloglardan ma'l

mot manbayini nashr etilganligi bo'yicha taxminiy yoki biron bir vaqt oralig'idagi ma'lumot manbalari o'rganilishi kerak hollarda ko'proq foydalaniladi.

Arxiv katalog – ko'pchilik hollarda alfavit tartibida sistemaga solingan arxivda saqlanayotgan ma'lumotlar manbalari. Bo'nday katalogdan ma'lumotlar manbalarini izlash uchun manbaning nomi va uning muallifi haqida yoki nashr etilgan vaqt haqida ma'lumot bo'lishi kerak. Bosh sistemalashtirish katalog (BSK) – yuqoridagi kataloglar tizimidan farqli biron bir prinsip bo'yicha (masalan: ilmiy bilimlar sahasi, o'quv fanlar tizimi va hokozalar bo'yicha) sistemalashtirilgan ma'lumotlar manbayi.

8.1.2 Axborot resurslarining elektron shakllari

Bugungi kunda CD-ROM disklarda va ma'lumot tashish vositalarining bazalari va ma'lumotlar bazalarida katta hajmda ma'lumotlar mavjud va ulardan tadqiqotlar mavzulariga oid ma'lumotlardan kutubxonalar, Axborot markazlari, muziylar, arxivlar, ta'lim muassasalari va boshqa tashkilotlarda foydalanish mumkin.

Ma'lumotlar bazasi (MB) – ko'zlanilgan maqsadga yetish uchun yetarli bo'lgan va undagi ma'lumotlarni avtomatik qayta ishlash imkonini beruvchi mashinada o'qiy oladigan ko'rinishdagi ma'lumotlar to'plami.

Ma'lumotlar banki (MBn) – ma'lumotlarni izlash saqlash, ularga ishlov berishni ta'minlovchi bitta yoki bir nechta ma'lumotlar bazasi va boshqaruv tizimlaridan iborat avtomatlashtirilgan axborot tizimi.

Amalda quyidagi ma'lumotlar banki (MBn) ko'proq foydalanib kelinadi:

Hujjatli MBn – unda har bir yozuv (qayt etilgan ma'lumot) bitta hujjatga tegishli bo'lib, uning bibliografik ma'lumoti va mumkin bo'lgan boshqa ma'lumotlar keltirilishi.

Bibliografik MBn – ularga faqat bibliografik materiallar va referat yoki tahrir keltiriladi.

Internetda ma'lumotlarni qidirib topish metodikasi

Internet bugungi kunda eng boy ma'lumotlar manbayiga aylanib bormoqda. Undagi to'plangan ma'lumotlar hajmi milliard betdan ortiqni tashkil etadi va bunday katta hajmdagi ma'lumotlar manbalarini katalogini ishlab chiqish muammasi mavjuddir.

Internet maqomining kengayishi unga kiritilgan ma'lumotlar manbalarini sistemalashtirishdan intensivroq kechishi qayd qilinmoqda. Natijada *World Wide Web* Internet saytida ma'lumot qidirib topish murakkab masalaga aylangan.

Ushbu muammoni yechimiga erishishda maxsus qidirib topish kataloglar yordam beradi.

Qidirib topish katalogi. Internetda katalog va Internet ko'rsatgichlar orqali ma'lumotlar manbalari qidiriladi.

Yirik Internet katalog *Yahoo (www.yahoo.com)* hisoblanadi.

Ma'lumotlar manbayini Internet qidiruvda quyidagilarga e'tibor qaratish kerak:

– kalit so'zlari guruhi bo'yicha qidiruv bitta so'z bo'yicha to'g'ri chiziqli qidiruvdan samaraliroq;

– so'zlar guruhini yozish uchun turli sistemalarda turli qoidalar foydalanilgani sababli har safar bir xil ishlashining o'ziga xos tamonlari yaxshi o'zlashtirilgan odat tusiga kirib qolgan qidirish sistemastidan foydalanish ma'qul;

– bitta so'z bo'yicha qidirish majburiy bo'lib qolganda hollarda, muhim bir resurs esdan chiqib qolmasligi uchun bir nechta qidiruv sistemalardan foydalanish ma'qul hisoblanadi.

Ma'lumot manbalarini qidirib topish sistemalardan Rossiyada ko'proq amalda «*Rambler*» (www.rambler.ru), «*Yandex*» (www.yandex.ru) va *Aport 2000 (WWW.aport.ru)*, chet el mamlakatlarida *Google (www.google.com)*, *Altavista (www.altavista.com)*, *Fost Search (www.alltweb.com)*, *Norther Light (www.northernleg.com)* foydalaniladi.

Axborot qidiruvchi tizim va saytlar manzillari 4-ilovada keltirilgan.

8.2. Intellektual mulk va patent materiallar

Patentlar dunyo miqyosida 1990-yil holati bo'yicha 30 mln ga yaqin qayd qilingan. Shundan AQShda – 5 mln, Angliyada – 3,5 mln, Fransiyada – 2,5 mln, Germaniyada – 2,2 mln, Rossiyada – 2 mln, Yaponiyada – 1,85 mln patent olingan. 1985-yil 1-yanvardan ixtirolarning xalqaro klassifikatorining (IXK) 4-redaksiyasi kuchga kirdi va hozirgacha undan foydalanilmoqda.

Bu klassifikatorda 60000 bo'lim bor. Ular 8 qismdan, 18 klassdan, 618 nimklassdan, 6701 guruhdan, 51395 nimguruhdan tashkil topgan. Qismlar lotin harflari bilan belgilanadi A...H, boshqa bo'limlari raqamlar bilan belgilanadi.

Ixtiroga ariza berilganda shu yo'nalish bo'yicha patent izlanish ma'lumotnomasi ham beriladi. U tashkilot tomonidan tasdiqlanishi zarur.

Samara beruvchi biror vosita bo'lib hizmat qiluvchi har qanday taklif ixtiro deb tan olinishi mumkin.

Ixtiro bo'lishi mumkin, yangi qurilma, yangi uslub, moddalar (kimyoviy, fizikaviy, aralash, qotishma) qo'llanilishi yangi maqsadda bo'lsa.

Tan olingan yangilik, ixtiroga mualliflik guvohnomasi beriladi. Mualliflik guvohnomasini olish uchun tegishli joyga **quyidagi hujjatlar beriladi: muallifning arizasi, ixtironi yorituvchi ma'lumotnoma, chizmalar, referat, yangilik haqida xulosa, yangilik ixtiro formulasi, laboratoriya sinovlari yakunlari, ekspertiza akti (yangilik to'g'risida).**

Ixtiro yozuvi, ixtiro formulasi va chizmalari bilan asosiy hujjat bo'lib, obyektni to'la ifodalashi, ixtironi texnik mazmunini yoritishi, barcha ma'lumotlarni o'z ichiga olishi zarur.

Ma'lumotnomada quyidagilar bo'lishi zarur: ixtironing nomlanishi, calqaro klassifikator bo'yicha shifri, ixtirodan foydalanish yo'nalishi, texnika sohalari, ixtironing o'xshash nusxasi haqida ma'lumotlar, ixtiro prototipi, u da yaqin yechimi haqida ma'lumotlar, prototipning avvalgi ishlanmaning samchiliklari, ixtironing maqsadi, ixtiro mazmuni va yangilikning xususiyatlari, avvalgi ishlanmadan farqlari, chizmalar, grafik materiallar, chajarilish yo'llari, uslublari, texnik-iqtisodiy va boshqa turdagi samaradorligi, ixtiro formulasi, ma'lumotlar manbaalari, patent hizmati rahbari imzosi, mualliflar imzosi. Ixtiro ochiq nashr qilinishi uchun ekspert kengashida ko'rib chiqiladi va tasdiqlanadi. Tegishli tashkilotlarda ko'rib chiqilgan ixtiro tan olinsa, unga mualliflik guvohnomasi beriladi.

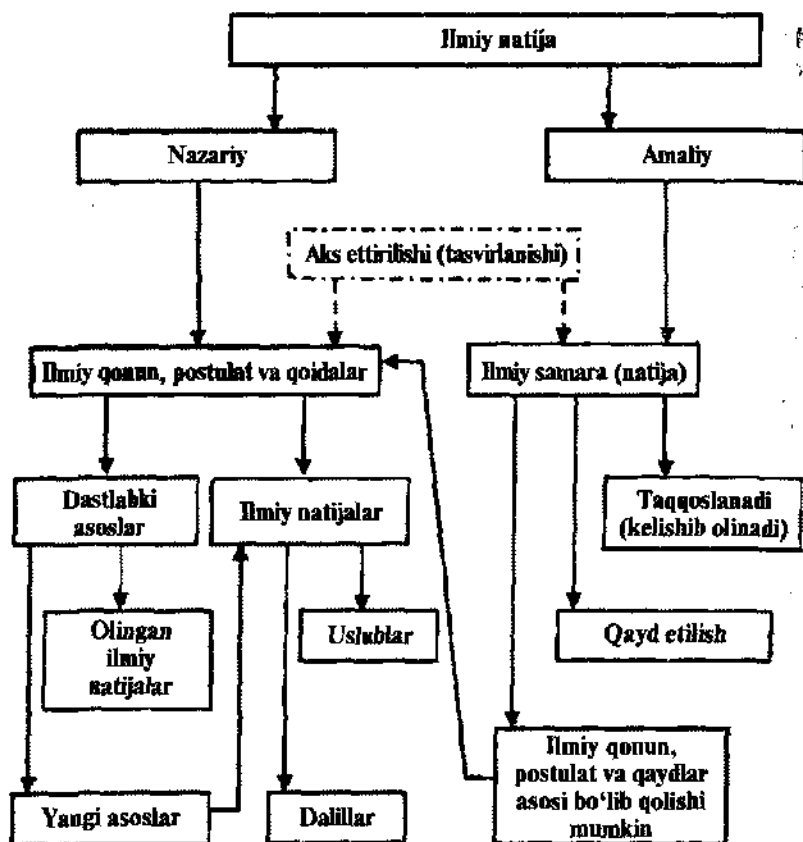
8.2.1. Intellektual mulk va mualliflik huquqi haqida umumiy tushunchalar

Ilmiy tadqiqot natijalari intellektual mulk hisoblanadi va qamrovi, shakli, mazmuniga ko'ra turlicha bo'lishi mumkin (8.1-rasm).

Natijalar ikkita yirik turga nazariy va amaliyga bo'linadi va ular xam o'z navbatida turlicha ko'rinishlarda aks ettiriladi.

Intellektual mehnatni intellektual mahsulotga aylantirish jarayonini ta'minlash huquqiy boshqaruvni maxsus shoxobchasi avtorlik va patent nuquqini shakllantirdi. Insonning ijodiy faoliyati maxsus intellektual mulkni ifodalaydi va u har qanday korxona, yuridik tashkilot va mamlakatning asosiy kapitali hisoblanadi. Intellektual resurslar moddiy tabiatga ega bo'lsada jismoniy eskirmaydi, tugamaydi va qayta tiklanuvchan hisoblanadi, tez va sifatli kengayadi va ishlab chiqarish jarayonida har qanday katta masshtabda ko'payadi. Ushbu mulkning muhim xarakteristikalaridan biri uning egasi undan o'zi xohlaganidek foydalanishi mumkin va boshqalar uning egasi roziligisiz qo'llay olmaydi.

Bunday huquqiy holat muallifning alohida huquqi deb yuritiladi. Shu bilan birga huquqi chegarasiz emas. Uni amalga oshirilishida boshqalar huquqini hurmat qilinishi kerak. Masalan, intellektual mulk egasiga himoya hujjatlari va mualliflik huquqiga muddat belgilangan.



8.1-rasm. Ilmiy natijalar klassifikatsiyasi (6-bo'yicha).

Obyekt xarakteriga ko'ra alohida huquqlar uchta guruhga bo'linadi:

Birinchi guruh. Mualliflik huquqi obyektlariga maxsus registratsiya talab qilinmaydigan obyektlar.

Ikkinchi guruh. Mualliflik huquqi obyektlarini amalda joriy etuvchi b biriga yaqin huquqlarini qamrab oladi.

Uchinchi guruh. Intellektual sanoat mulki huquqini o'z ichiga oladi insonning moddiy faoliyati doirasida foydalanilgan intellektual mehnat natijasiga va shuningdek savdo almashuvlarda foydalaniladigan qonun bilan himoyalangan simvollar va belgilariga alohida huquqdir.

Ilmiy kashfiyotlar mualliflari xalqaro assosatsiyasi 1979-yil prizidiumida jabul qilingan «Ilmiy kashfiyotlar xalqaro assosatsiyasiga ilmiy kashfiyotlar, o'yalar va gipotezalarga diplom berish uchun ekspertizaga buyurtma materiallari taqdim etish tartibi haqidagi qoidalar»da ro'yxatga olinadigan quyidagi ijod obyektlari belgilangan:

1. Ilmiy kashfiyot — tabiiy fanlar sohasida oldin ma'lum bo'lmagan va tashkil qilinish mumkin bo'lgan hodisa, xususiyat, qonunlar yoki moddiy dunyo obyektlarini kashf etilishi bilan bog'liq kashfiyotlar.
2. Ilmiy g'oya — bugungacha ma'lum bo'lmagan hodisa, xususiyat, qonun yoki noma'lum bo'lgan aloqani mohiyatini tushuntirishni (ochib berishni) umumlashtirilgan nazariy prinsiplari.
3. Ilmiy gipoteza — avval ma'lum bo'lmagan hodisa, xususiyat, qonun yoki tushunchalar, konsepsiyalar orasidagi ma'lum bo'lmagan aloqalar haqidagi ilmiy asoslangan taxmin bashorat.

O'zbekistonda intellektual mulk huquqini belgilash ixtiro va patentlarni ro'yxatga olish O'zbekiston Respublikasi intellektual mulk bo'yicha Agentlik tomonidan amalga oshiriladi.

Mualliflik huquqi

Muallif — ijodiy mehnati bilan intellektual mulk obyektini yaratgan jismoniy shaxs.

Mualliflik huquqi obyektlariga ilmiy maqolalar, monografiyalar, konstruktorlik va texnologik yechimlar yaratilgan geografik kartalar, EHM uchun dasturlar, har qanday tilda va shaklda ifodalanishi mumkin bo'lgan ma'lumotlar banki va h.k.lar kiradi.

Inson tafakkuri bilan yaratilgan «asar» intellektual mulk ijodiy xarakterga va uni ifodalanishi tabiiy shaklda bo'lishi kerak. Yaratilgan asarning ijodiy xarakteri uning g'oyaning yangiligi ilmiy konsensiyaning yangiligi, yangi mazmun va shaklda mujassamlashgan originalligidadir.

Mualliflik huquqi obyektlariga shuningdek intellektual mehnat mahsulining hosilalari (yasamalari) ham kiradi. Masalan, bir tildan boshqa tilga tarjima qilingan asar, annotatsiya, referat, obzorlar va boshqa asosiy ilmiy mahsulini (asarni) qayta ishlash mahsulotlari yoki asosiy asarni tarkibiy hosilalari kiradi.

Hosila asar va tarkibiy asar bir-biridan quyidagi belgilari bilan farq qiladi.

Hosila asarda muallifning (intellektual mulk huquqi egasi) ijodiy hissasi bitta yoki oldindan ma'lum bo'lgan bir nechta asosiy asarlarni qayta ishlab (bunga boshqa tilga o'girish ham kiradi) yangi xususiyat xossani yaratganligida tarkibiy asar ma'lum materiallarni o'zgartirmasdan tanlash va joylashtirishdagi ijodiy yondashuvida yaratiladi. Masalan, muayyan bir energiya

iste'molchilari uchun yaratilgan qayta tiklanuvchan energetik resurslar asosidagi lokal energiya ta'minoti tizimi yaratilgan asosiy (mavjud) asar bo'lsa, boshqa regionda joylashgan boshqa energiya iste'molchilari uchun asosiy asardagi elementlar, ya'ni quyosh, shamol va suv energiya manbalaridan yangi energetik xususiyat va parametrdagi tarkibiy asar yaratilsa, uni muallifning ijodiy mahsuli deb hisoblasha bo'ladi.

Muallifning yaratgan asari uchun alohida huquqi qonun bilan himoyalangan mualliflik huquqi obyekti uning to'laligi va tarkibiy qismlariga ham bir xildir. Mualliflik huquqi moddiy bo'lmagan (ma'naviy) va moddiy (iqtisodiy) qismlarga bo'linadi.

Mualliflik huquqi muallifning umri bo'yi va vafotidan so'ng 50 yilgacha meros sifatida merosxo'rlariga o'tadi.

8.2.2. Ixtironing patenthoppik shartlari, obyekti va talabnoma

Ixtiro yangi bo'lib, ixtirolik darajasi bo'lsayu, sanoatda qo'llaniladigan bo'lsa uni huquqiy qo'riqlanishi ta'minlanadi. Texnika sohasida ma'lum bo'lmasa u yangi hisoblanadi. Agar u mutaxassis uchun texnikadan aniq kelib chiqadigan bo'lmasa ixtiroviy darajaga ega bo'lmaydi.

Ixtiro sanoatda, qishloq xo'jaligida, sog'likni saqlashda va xalq xo'jaligining boshqa sohalarida foydalanilishi belgilangan bo'lsa sanoatda qo'llaniladigan hisoblanadi.

Ixtiro qilindi deb e'lon qilingan kungacha dunyoda hammaga barovar ma'lum bo'lgan har qanday ma'lumot holati texnika darajasi deyiladi. Ma'lumot agar (barcha tanishadigan) manbalarda bo'lsa u hammaga ma'lum hisoblanadi.

Ixtiroga patent berilishi so'ralgan talabnoma bitta yoki o'zaro bir maqsadni tashkil qiladigan darajada ixtironing borlik talabi bog'langan biron bir guruhga taalluqli bo'lishi mumkin. Ixtironing yaxlitligi quyidagi hollarda rioya qilingan hisoblanadi: talabnoma ixtironing bir obyektiga mos bo'lsa, ya'ni birgina qurilmaga, usulga, moddaga yoki ilgari ma'lum qurilmaning, usulning va moddaning yangicha qo'llanilishi.

Yo'riqnomaga ko'ra ixtiro qilish birinchiligi patent boshqarmasiga yozuvi, formulasi va chizmalari (agar ularning yozuvida chizmalarga ilova bo'lsa) bo'lgan patent berish uchun talabnoma tushib ro'yxatdan o'tkazilgan kundan boshlanadi. Talabnomada keltirilgan me'yoriy ma'lumotlardan ba'zilar mavjud bo'lmasa, u holda yetishmaydigan ma'lumot bilan to'ldirilgan topshirilgan kundan boshlab hisoblanadi.

Taklif quyidagi hollarda ixtiro deb tan olinmaydi: ilmiy nazariy va matematik usullar; xo'jalikni uyushtirish va boshqarish usullari; shartli belgilar, jadval, qoida, aqliy operatsiyalarni bajarish, qoida va usullari; EHM uchun algoritmlar va dasturlar; loyiha va qurilishning, imoratning.

hududning rejalaniş sxemalari; estetik talabni qondirishgagina yo'naltirilgan buyumning tashqi ko'rinishiga taalluqli xulosa; integral mikrosxema topologiyasi; o'simlik navlari va hayvonlar nasllari; jamoatga gumoniylik va moral prinsiplariga qarshi xulosalar.

Ixtiro obyektı. Qurilma, usul, modda, mikroorganizm shtampi; o'simlik va jonivor kletkasi, hamda ilgari ma'lum qurilma, usul, modda shtamlarning yangicha maqsadda qo'llanilishi kabilar ixtiro obyektlari bo'lishlari mumkin.

Ixtiro obyektı qurilma bo'lgan holda qurilmalarga ixtiro obyektı sifatida quyidagilar kiradi: ko'rilişni tavsiflaydigan belgilar, qurilmani tavsiflanish uchun xususan quyidagi belgilar foydalaniladi: konstruktiv elementi borligi, elementlari orasida bog'liqlik borligi, elementlarining o'zaro joylashishlari, elementlarini yoki butun qurilmaning bajarilish shakllari, xususan geometrik shakli, elementlari oralaridagi aloqaning bajarilish shakli; elementlari parametrlari va boshqa tavsiflari va ularning aloqalari; element yoki butun qurilma tayyorlangan material; element funksiyasini bajaruvchi muhit.

Ixtiro obyektı usul bo'lgan holda usullarga ixtiro obyektı sifatida material obyektning ustida bajaradigan ta'sir jarayoni. Usulning tavsifi uchun, xususan quyidagilar foydalaniladi: ta'sir yoki ta'sirlar yig'indisi borligi; ta'sirlarning vaqtda bajarilish tartibi; ta'sir, rejim moddani foydalanish. Mikroorganizm shtampini foydalanish, o'simlik va jonivorlar moddaning kletkalarga ta'sir etish sharoitlari.

Ixtiro obyektı ilgari ma'lum bo'lgan qurilma. Usul, modda, shtamlarni yangicha qo'llash bo'lganida yangicha qo'llanishga ma'lum moddaning jamoat talabini qondirish uchun birinchi qo'llanishi teng kuchli deyiladi.

Ilgari ma'lum qurilma usul modda shtamlarning tavsifi uchun yangicha qo'llanishida buning ko'rsatmasi foydalaniladi. Har qanday ixtiroga talabnoma berishdan oldin o'rganilgan materialni quyidagi algoritmgaga solib ko'rish lozim va uning natijasi bilangina ish ko'rish ma'qul.

Ixtiroga patent olishga talabnoma yo'riqnomaga asosan patent boshqarmasiga beriladi. Ixtiro muallifidan, jumladan patentni O'zbekiston Respublikasi Davlat sanoat mulki fondiga so'ralayotganida ham, sharti bor hollarda ish beruvchidan; muallif tomonidan ko'rsatilgan fizik va yuridik shaxslar yoki ularning merosxo'rlaridan; talabnoma patent boshqarmasida ro'yxatdan o'tgan patentga ishonarlilar orqali berilishi ham mumkin.

O'zbekiston Respublikasidan tashqaridagi shaxslar yoki chet ellik yuridik shaxslar yoki chet ellarda muqim bo'lish joyli yoki ularning patent ishonarlilari Patent boshqarmalarida qayd etilgan patent ishonarlilari orqali talabnomalar beriladi.

Ixtiroga talabnoma o'zida quyidagilarni qamrashi lozim: patent berishlarini so'ralgan ariza; ixtironing uni bajarishga yetarli bo'lgan to'liq ochib beradigan yozma bayoni; to'liq uning bayoniga asoslangan, uning mohiyati

bildiradigan ixtiro formulasi; agar ixtiro mohiyatini tushunish uchun zarur bo'lsa, chizma va boshqa materiallar; referat; keng ma'lum (tarqalgan) spravochnik, ensiklopediya va shu kabilardagidan bo'lak, o'xshash va prototiplar yozilgan manbalardan nusxalar.

Agar muallif patentni O'zbekiston Respublikasi Davlat sanoat mulk fondiga so'ramasa, yoki soliq to'lashdan ozodligi, hamda uning miqdorini kamaytirishga asoslari bo'lmagan holda ixtiroga talabnomaga belgilangan holda soliq to'langanligini tasdiqlovchi hujjat qo'shib yuborilishi lozim.

Patent ishonarli orqali beriladigan talabnomaga uning vakolatini (huquqini) tasdiqlovchi hujjat qo'shib yuboriladi.

Patent ishonarlining vakolatini tasdiqlovchi hujjatlari u tuziladigan mamlakatning qonunchiligida ko'zda tutilgan tartibda rasmiylashtirilgan bo'lishi lozim.

Chet ellik ariza beruvchining yashovchi mamlakatida tuzilgan bo'lsa, u O'zbekiston Respublikasining chet eldagi konsulida legallashtirilgan bo'lish kerak, o'zarolik shartida legallashtirish talab etilmaydigan hollardan tashqari.

Kelishilgan, bitimli (konvension) talabnomaga birinchi talabnoma nusxasi qo'shiladi. Agar birinchi talabnomalar bir necha bo'lsa, hammasining nusxasi qo'shiladi.

Yangi mikroorganizm shtammiga o'simlik va jonivor kletkalariga ularning olinishiga yoki foydalanishiga beriladigan talabnomaga maxsus vakolatli kolleksiya — depozitorning deponirovat qilgani haqidagi hujjat qo'shiladi. Deponirovat qilish sanasi ixtironing egalik sanasidan oldir bo'lishi kerak.

Patent berishni so'ragan ariza o'zbek yoki rus tillarida beriladi. Boshqa hujjatlari o'zbek, rus va boshqa tillarda berilishi mumkin. Agar talabnoma hujjatlari boshqa tilda bo'lsa, unga o'zbek yoki rus tilida tarjimasi qo'shiladi.

Patent olish uchun ariza, ixtironing mohiyatini tushunish uchun zarur bo'lgan uning yozma bayoni, ixtiro formulasi, chizma va boshqa materiallar hamda referat uch nusxada yuboriladi. Qolgan hujjatlar bir nusxada yuboriladi.

Patent ishonarlilikning vakolatini tasdiqlovchi hujjat talabnoma bilan bir vaqtda yuboriladi.

Konvension egalikka so'ralayotgan bo'lsa birinchi talabnoma nusxasi 3 oydan kech bo'lmagan muddatda beriladi.

Deponirovka haqidagi hujjat talabnoma bilan bir vaqtda beriladi.

Hujjatlar tarjimasi 2 oy mobaynida berilishi mumkin.

Patent berishlarini so'ragan ariza maxsus shakl ko'rinishida beriladi.

Ariza muallif va talab qiluvchilar yoki ular vakolat bergan shaxslar tomonidan izmolonadi. Agar vakolat berilgan shaxs tomonidan imzolangan bo'lsa unga hujjat ham qo'shiladi.

8.2.3. Ixtironing bayoni va ixtiroi bajarishni ta'minlaydigan ma'lumotlar

Ixtironing bayoni, uning formulasi aniqlaydigan huquqiy qo'riqlanadigan mini tasdiqlab mohiyatini uni bajara olish uchun yetarli darajada to'liq rishi kerak.

Ilgari noma'lum bo'lgan, moddiy dunyoning xossa va ko'rinishlarini sh darajasiga mutloq o'zgarish kiritadigan mavjud qonuniylikning qlanishi kashfiyot deyiladi va bunga diplom beriladi.

Ixtironing bayoni uning nomidan boshlanib, so'ralayotgan ixtiro taalluqli lgan xalqaro kvalifikatsiyalangan indeksning (XKI) ta'sirdagi redaksiyasi rikasining indeksi ko'rsatiladi va unga quyidagilar kiradi. Ixtiro taalluqli nika sohasi, texnikaning pog'onasi (uzgovni), ixtironing mohiyati, ixtiroi arish imkonini beradigan ma'lumotlar.

Ixtiro bayonining zarur ma'lumoti bor manba qismlariga yoki ularga unlayiga imo (ilova) bilan almashtirishga yo'l qo'yilmaydi (adabiyot manbalari, ixtiro bayonlari va shu kabilar).

Ixtironing nomi uning maqsadini tavsiflaydi, ixtiro mazmuniga mos keladi, qoida sifatida XKIning rubrikasini aniqlaydi.

Ixtiro nomi muallif nomi yoki maxsus nom bilan to'ldirilishi mumkin va birlikda keltiriladi.

Ixtiro bayonining mazmuni. Texnika sohasiga taalluqli ixtiro bayoni bo'limida uning qo'llanilish sohasi ko'rsatiladi. Agar ular ko'p bo'lsa muhimrog'i ko'rsatiladi.

Texnika darajasi bayoni bo'limida o'xshash va prototiplar haqida ma'lumotlar keltiriladi.

Ixtiro analogi — bu egalik (prioritet) sanasigacha ma'lum bo'lgan shu maqsadli vosita, unda belgilarining jamligi ixtironing belgilari jamligiga o'xshash bo'ladi.

Prototip — ixtiroga o'z belgilari bo'yicha eng o'xshashidir.

Har bir analog haqida keltiriladigan ma'lumotga, jumladan prototip haqida ham informatsiya manbayining bibliografik ma'lumoti kiradi, unda taklif etilayotgan ixtironing muhim belgilari bilan mos keladigan hamda talab kilingan texnik yechimni olishga qarshilik ko'rsatadigan sabablarini ham ko'rsatib analog belgilari keltirilgan bo'ladi.

Agar analoglar bir necha bo'lsa, oxirigisi prototip qilib yoziladi.

Agar ixtiro ilgari ma'lum bo'lgan qurilma usul, modda va shu kabilarga luqli bo'lib ularni yangicha qo'llashga yo'naltirilgan bo'lsa, uning analogi ra ma'lum narsalar bo'ladi.

Ixtironing mohiyati. Ixtironing mohiyati u ta'minlaydigan texnik yechimga hishga yetarlicha bo'lgan muhim belgilari yig'indisida ifodalanadi.

Belgilari erishiladigan texnik natijaga ta'sir etadigan bo'lsagina muhimlaqatoriga kiradi, ya'ni ko'rsatilgan natija bilan sabab-oqibat aloqasida bo'ls.

Ixtiro mohiyatini ochuvchi ma'lumotlar ixtironing mohiyati bo'limichechilishga talab qilinayotgan ixtiro yo'nalgan masala batafsil ochiladuni amalga oshirganda olinishi mumkin bo'lgan texnik natija ko'rsatiladShu jumladan prototipdan farqlaydigan belgilarini ajratgan holda ixtironi tavsiflaydigan hamma muhim belgilari keltiriladi. Ayni holda ular ixtironing so'ralayotgan huquqiy qo'riqlash hajmi tarqalgan hamma hollar yetarlicha bo'lgan va ixtironi xususiy holdagina tavsiflaydigan bajarishniir konkrent shaklida yoki uni olishdagi sharoitda foydalanishini taminlaydiga sabablarga bo'lib keltiriladi.

Talab qilinayotgan ixtironing muhim belgilari bilan erishiladigan texn.natijalar orasidagi sabab — oqibat aloqasi mavjudligini ko'rsatish lozim.

Ixtironing mohiyatini ochishda muallifga ma'lum bo'lgan boshqa texn.natijalarni ham keltirish tavsiya etiladi. Texnik natija aylantirish momentu kamaytirish, ishqalanish koeffitsiyentini pasaytirish, tiqilib qolishni bartar qilish, silkinishni pasaytirish, shishga qarshi aktivligini oshirish, dorinir tasirini lokalizatsiya qilishi, quyma defektini bartaraf qilish, ishchi qismnir muhit bilan kontakti yaxshilash kabilar ko'rinishida bo'lishlari mumki.

Ma'lum qurilma va usulli ixtironi bayon etishda (uni yangicha qo'llas uchun) ma'lum obyektning uning ma'lum vazifasi va ochilgan xossalari yangicha qo'llashga undaydigan tavsifi keltiriladi.

Figuralar ro'yxati bo'limida ularning o'zlaridan tashqari, ularning h.birida nima ko'rsatilganligi qisqacha keltirish lozim.

Ixtironi bajarishni ta'minlaydigan ma'lumotlar. Umumiy holatlar. «Ixtironi bajarish mumkinligini tasdiqlovchi ma'lumotlar» bo'limida «Ixtironir mohiyati» bo'limida ko'rsatilgan texnik natijaning olinish imkoni ko'satiladi.

Mohiyati, xususiy funksional darajasida umumlashtirilgan umum.tushunchalar bilan ifodalangan bajarilishi imkoni talabnomaning umum.tushunchalarida keltirilgan belgini bajaradigan materiallari bayonida to'g'ridan-to'g'ri yoki buni olish uchun qo'llanilishi mumkin bo'lgan vosi yoki usulga ko'rsatilib ta'kidlanadi.

Ixtironi tavsiflashda qiymatning oralig'i (intervali) ko'rinishida ifodlangan miqdoriy belgilardan foydalanilganda bu oraliqda texnik natija olish imkoni ko'rsatiladi. Qiymatlar intervali huquqlarining maksimi ta'minlanishi uchun uning tashqarisida ko'rsatilgan texnik natijani olish imkoni sharoiti yo'qlik shartini tanlash maqsadga muvofiq.

Qurilmali ixtironi bajarish. Imkonini tasdiqlovchi ma'lumotlar, quri.maga taalluqli ixtironi bajarish imkonini tasdiqlaydigan ma'lumotlar quri.maning konstruksiyasini oluvchi statik holatidagi bayonni qamrayc

instruktiv elementlarni yozganda chizma figuralariga ishora qilinadi. Konstruktiv elementlarining sonli belgilanishi ularni matnda eslash tartibida bir raqamidan boshlab o'sib boruvchi raqamlar bilan keltiriladi.

Statik holatidagi ishlanishi yozish tugaganidan keyin ishlashida (ta'sirida) yoki uni foydalanish usuli yoziladi. Bunda ham chizmada ko'rsatilgan konstruksiyaning sonli belgilanishiga, zarurat bo'lsa boshqa (epyura, kesma, grafik va shu kabi) materiallarga ham ishora qilinadi.

Usuli ixtironi bajarish imkonini tasdiqlovchi ma'lumotlar. Usulga taalluqli ixtironi bajarish imkonini takidlovchi ma'lumotlar moddiy obyekt qatoriga moddiy obyekt ustidan ta'sirning birin kefilganligiga (operatsiya prinsiplari) hamda ta'sir o'tkazishning sharoiti bunda qo'llaniladigan qurilmaning konkret rejimi (harorat, bosim va shu kabi)larni qamraydi. Ma'lum vositadan (qurilma, modda va shu kabi.) foydalanilganligi bilan xarakterlanadigan usulni yozishda norma'lum vositadan foydalanilganda ularning tavsiflari keltiriladi va zarurati bo'lsa grafik ko'rinishi ilova qilinadi.

Yangi maqsadda foydalanishga taalluqli ixtironi qo'llash imkonini tasdiqlovchi ma'lumotlar. Qurilma usul, modda, shtamm va shu kabilarni yangi maqsadda qo'llanilishga doir ixtirolarda ularning shu maqsadda qo'llanilish imkonini tasdiqlovchi ma'lumotlar keltiriladi.

Bayonnoma talab qiluvchi yoki uning vakili tomonidan imzolanadi.

8.2.4. Ixtiro formulasi, uning maqsadi va grafik qismi

Ixtiro formulasida patent beriladigan uning maqsadini bildiradigan va huquqiy qo'riqlanishning hajmini aniqlashda xizmat qiladigan tavsifi keltiriladi.

Ixtiro formulasi strukturasi umumiy holat, bir zvenoli, ko'p zvenoli, mustaqil punktli, bog'liqli punktlilardan iborat.

Bir zvenoli formula birgina ixtironi xarakterlaydi, xolos.

Ko'p zvenoli formula rivajlangan bir ixtironi xarakterlaydi yoki xususiy tomonlarini ham qamraydi. Ushbu mulohaza gruppada ixtirolarga ham taalluqlidir.

Bir ixtironi tavsiflaydigan ko'p zvenoli bir mustaqil punktiga ega va uning ortidan keladigan bog'liq punkti bo'ladi.

Ixtirolar guruhini tavsiflaydigan ko'p zvenoli formula guruhning barini tavsiflaydi. Bunda ularning har biri bog'liqlik punktini qo'shgan holda tavsiflanishi mumkin. Ular bog'liq bo'lmazlik shartiga bo'ysungan bo'lishadi.

Ixtirolar guruhini tavsiflaydigan formulani bayon qilishda quyidagi qoidaga rioya qilinadi:

— alohida ixtironi tavsiflaydigan bog'liqmas punkti formulaning boshqa punktlariga imo qilinadi;

— bog'liq punktlar bo'ysungan bog'liqmas punkti bilan birga guruhlanadi.

Ixtiro formulasi bog'liqmas punkti yetarli bo'lgan muhim belgilar yig'indisini qamraydi. So'ralayotgan huquqiy hajmining hamma hollarda namoyon bo'ladigan texnik natijani olishga yetarli bo'lishi ta'minlanadi.

Bog'liqmas punkt odatda muhim belgilarini qamraydigan prototip belgilari bilan mos keladigan, ixtironing maqsadini bildiradigan, cheklangan qismdan tuziladi va farqli qismi ixtironi prototiptan farqlaydigan muhim belgilarini qamraydi.

Cheklovchi qism farqlanuvchisidan shuning bilan farqlanadiki, «otlicha-yushisya tem, chto...» degan so'z birlashmasi bilan bo'linadi.

Formulaning bog'liqmas punktiga ixtironing bajarilishini yoki foydalanishni xususiy holda tavsiflaydigan quyidagi belgilari qo'shiladi. Bog'liq punkt o'zidan oldingi punktlar bilan bog'liqda chiqishi mumkin.

Ixtiro formulasini tuzish. Formula ixtironing hamma muhim belgilari yig'indisi bilan mantiqiy aniqlovchisi ko'rinishida tushuntiriladi. U bitta gap (jumla) ko'rinishida yoziladi. Formulada belgilar shunday ifodalanadiki, toki unda ularning bir xilligi taminlanish imkoni bo'lsin.

Qurilma formulasida statik holatda tavsiflanadi. Formulada elementning aniq bir funksiyani bajarish uchun harakatchan qilib ko'rsatilishi mumkin.

Harakatni tavsiflash uchun felni (glagolni) usul belgisi sifatida foydalaniladi uchinchi shaxs ko'pchilikda ularni ta'sir holida yoziladi. Ixtiro obyektini ma'lum qurilma, usul, moddalarni yangi mohiyatda qo'llanilsa, quyidagi strukturadagi formuladan foydalaniladi; qo'llanilishi (ma'lumki, qurilmaning, usulning va shu kabilarning nomi yoki tavsifi keltiriladi) sifatida (ko'rsatilgan qurilma va usulning yangi maqsadi keltiriladi).

Ixtiro formulasi talabgor yoki uning vakili tomonidan imzolalanadi.

Ixtiro bayonining mohiyatini tushunishda zarur bo'lgan hollarda chizma va boshqa materiallar keltiriladi. Ular matn bilan moslashtiriladi. Ular grafik materiali, fotosurat, jadval, diagramma ko'rinishlarida bo'lishlari mumkin. Grafik materiallarining nomi keltiriladi, uning past burchagida mualliflar ismi shariflari keltiriladi.

Referat ixtiro bayonning qisqartirilgani. Zarur bo'lsa unga chizma yoki ximik formula kiritiladi va unda qo'shimcha material ham keltirish mumkin. Referat hajmi 1000 bosma belgigacha bo'lishi mumkin. Har bir varoq faqatgina bir tomondan foydalaniladi, unda qator kam tomoniga parallel joylashtiriladi. Talabnomaning har bir hujjati alohida varoqdan boshlanadi.

Talabnomaning hujjatlari 210x297 mm o'lchamli (A4) bo'lgan oq qog'oz formatida bajariladi, ixtiro hujjatlari keltirilgan qog'oz chetlarida (gardishlarida) foydalanilmay qolgan joylar o'lchamlari chap, yuqori va quyi tomonlaridan 20 mm dan, o'ng tomonidan — 10 mm.

Talabnomaning ikkinchi va har qaysi navbatdagi varag'i arab soni bilan nomerlanadi. Qora rangdagi shrift bilan ikki oraliqdan (interval) bosh harfi eng kam 2,1 mm qilib bosiladi.

Grafik simvollar, lotincha nomlar, lotin va grek harflari, matematik va fizik formulalar qora rangdagi siyoh, pasta yoki tush bilan yozilgan bo'lishi mumkin. Formulalar mashinkada pechatlangan yoki qo'l bilan yozilgan bo'lishi mumkin lekin ularni aralash holda bajarilishiga ruxsat berilmaydi.

Ixtironing grafik materiallari chidamli silliq oq qog'ozga qora o'chirilaydigan chiziqlar bilan ranglamasdan bajariladi. Hajmi uni $2/3$ gacha ichraytirilganida ham yetarli aniqlikni ta'minlaydigan bo'lishi kerak. Son va harflarni qavsiga aylanaga olinmaydi va ularning balandligi 3,2 mm dan kam bo'lmashi kerak.

Chizma yozuvsiz bajariladi («suv», «par», «ochik», «yepik», «AV bo'yicha ushbu» kabilar bundan istisno). To'g'ri burchakli proyeksiyada chizilgan shakllar (ma'qul), aksonometriya ham berilishi mumkin. Chizmada o'q chiziqlar ko'rsatilmaydi. Chizmaning har bir elementi o'zaro proporsional bajariladi. Bir vaqtda bir necha shakl joylashishi mumkin. Grafik qismlar elementlari arab sanoq soni bilan belgilanishi va matn bilan mos bo'lishi kerak.

Grafiklar matnda va formulada keltirilmaydi.

Talabnoma hujjatlarida axborot, manbalari bibliografiyasi ko'rinarli qilib keltirilishi lozim. Hujjatlarni imzolaydiganlarning ismi shariflari keltiriladi. Vazifador shaxs imzolasa vazifasi ko'rsatilib muhrlanadi.

Talabnoma muallif, uning merosxo'ri yoki patent boshqarmasida qayd qilingan patent ishonarli orqali patent boshqarmasiga beriladi.

9. Ilmiy tadqiqot natijalarini rasmiylashtirish

9.1. Ilmiy tadqiqot natijasi haqida ma'lumotlar turlari

Har qanday ilmiy tadqiqot natijasi — umumiy boylik va mulkdir. Ular har xil yo'llar bilan butun jamoa e'tiboriga yetkazilishi kerak, albatta eng avval shu sohada ishlovchi mutaxassislarning.

Mutaxassislarga informatsiya berishning o'ta har xil shakllari mavjud. Ko'psirli amaliyot quyidagi asosiy shakllarini ishlab chiqqan:

— ilmiy tadqiqot ishlari haqida hisobot, u 19600-74 GOST talablariga asosan tuziladi va deponirovka qilinishi mumkin;

— ixtiroga talabnoma;

— o'ynomalarda, institutlar ilmiy to'plamlarida yoki maxsus ilmiy ishlar to'plamlarida va shu kabilar maqolalar;

— har xil ilmiy anjumanlarda ma'ruzalar;

— xabarnoma, odatda 5, 10 minut davomida qisqa xabarlar beriladi;

— obzor ish boshlashdan oldingi va shu kungacha tadqiqot olib
layotgan yoki unga turdosh mavzular bo'yicha bajarilgan ilmiy tadq
natijalarini odilona tanqidiy yig'ilmasi;

— referat — ilmiy tadqiqot ishlar natijalari haqida keltirilgan qisqa ma’lu

– avtoreferat – dissertatsiyaning qisqartirilgan mazmuni;

— monografiya — kitob, broshyura koʻrinishidagi ilmiy ishlar toʻp boʻlib, unda muayyan bir ilmiy masala yoki muammo yoritilib, u vechimlari va vechilish usullari keltiriladi;

– dissertatsiya – mustaqil yoki ilmiy rahbar rahbarligida yoki mahalliy hatchiligida bajariladigan ilmiy tadqiqot ishi bo'lib unda u aktual masala yoki muammoning yangi yechimlari hal qilinish usullari keltirilgan va ilmiy unvon olish uchun uni ilmiy jamoa oldida himoya qilinadi

Ilmiy tadqiqot natijalari bo'yicha ma'lumotlarning yuqorida keltiril-
lardan boshqa ham ko'pgina shakllari ham mavjud.

Ilmiy ma'lumotlarning keng ko'lamda ommalashtirilish maqsadida doirada (ilmiy muassasa, respublika, xalqaro va boshqa) simfoziyuml keng foydalanilib kelinmoqda. Bugungi kunda ilmiy tadqiqotlar natija ilmiy yangiliklar va boshqa turdagi ma'lumotlarni keng ommaga ja hamjamiyatiga yetkazishda internet tizimidan foydalanish joriy qiling

9.2. Ilmiy referat va hisobotlarning strukturasi, mazmunlari va tili

Ilmiy tadqiqot ishining har qanday informatsion materiali aniq talabga javob berishi kerak:

— kompozitsiyasi (ko'rilishi) aniq bo'lishi;

– tushuntirilishi mantiqiy ketma-ketlikni ta’minlashi;

– muallifning ilgari surayotgan farazining himoyasini asoslovchi dalil shonarli bo'lishi;

– yangi holatlarni ifodalanishi aniq qisqa qaytarishlarsiz bo'lishi;

— ishining umumiy natijalari hamda undagi yangiliklar aniq va biridan ajratilgan holda tushunarli darajada keltirilishi;

– xulosalar o'z tasdig'iga ega, qisqa va aniq qayd qilingan, shu bilan birga umumiy va bugungi kunda ma'lum bo'lgan materiallar haqida xulosalardan holi bo'lishi;

— ilmiy va amaliy xarakterdagi ishlanmalar takliflar asoslangan va bo'lishi kerak.

Referat mustaqil ilmiy hujjat sifatida uning tituli (yuza) varag'i bo'la qisqa kirishi, (analitik obzor) asosiy qismi, xotima, foydalangan material ro'yxati bo'ladi. Zarurat bo'lsa, referat, qo'shimcha ma'lumotlar ilova qilinishi mumkin.

Referatning kirish qismida mavzuning dolzarbligi, yuzaga kelgan uammo qisqacha yoritiladi, muammoni, vazifani yechish borasidagi umumiy yondashuv yoritiladi.

Asosiy qismda (yoki analitik obzorda) tadqiqot olib borilayotgan mavzu irasida va unga turdosh soha bo'yicha bugungacha mavjud ilmiy yechimlar dqiqot natijalari qisqacha tahlili keltiriladi.

Tahlil qilinayotgan material ma'lum bir xronologik ketma-ketlik prinsipi osida ko'rib chiqilishi tadqiqot olib borilayotgan mavzu va soha ilmining rojlanishi xarakterini to'la ochilishini ta'minlaydi.

Dastlabki manbalar tahlili quyidagicha bajarilishi zarur:

– birlamchi manba muallifi tomonidan ilgari surilgan ishchi gipotezani kutug'i va kamchiligi ochiladi;

– muallif qabul qilgan matematik modeli, shartli qabul qilganlari (dopusheniya)si va cheklanishlari, nazariy natijalari baholanadi;

– tajriba o'tkazish usulubi, o'tkazilish sharoiti, rejalatirilishi, tajriba uskunlari va ularning zamonaviyligi, tajribaning aniqqligi baholanadi;

– manba muallifi tomonidan qabul qilingan xotima va takliflari tahlil qilinadi.

Ma'lumotlar o'rganib chiqilgandan keyin tadqiqot mavzusiga yoki unga turdosh ilmiy tadqiqotlarga oid ilmiy ishlari o'rganilib chiqilgan dastlabki holatni, uslublari, olingan natijalari, xulosalarini solishtiriladi, tadqiqot qilinayotgan masala holatiga umumiy baho beriladi, o'z nuqtai nazari ifodalanadi va shu masalada noaniq bo'lib qolgan, oxirigacha ishlanmagan texnik texnologik uslubiy muammolar haqida xulosaviy xotima qilinadi. Bugungacha olib borilgan (mavzu bo'yicha yoki unga yaqin yo'nalishlarda) tadqiqotlarni mualliflari qaysi tomonlari bo'yicha qo'shimcha tadqiqotlar olib borilishi va qaysi yo'nalishda o'z tadqiqotlarini olib borish kerakligi aniq keltiriladi.

Xotima (zaklyucheniye) masalani tahlili va keyingi tadqiqi ifodasidan kelib chiqib xulosaning qisqa tushuntirilishini qamraydi.

Adabiyotlar ro'yxati referatni tuzishda foydalanilgan hamma manbalarni qamrashi kerak, u alfavit tartibida nomerlangan holda joylashadi. Referat matnida har qaysi manbaga ishora qilinadi, u kvadrat qavs ichida nomer ko'rinishida bo'ladi.

Hamma yordamchi material referatning ilovasiga kiritiladi. Referatda ilova shart emas, usiz bo'lgani ma'qul.

Referatning umumiy hajmi 15 varaq qo'lyozmadan oshmasligi kerak.

Ilmiy tadqiqot haqida hisobot o'ziga quyidagi bo'lim va elementlarni qamraydi: bet (titul) varag'i, bajaruvchilar ro'yxati, referat, mundarija, qisqartirishlar, simvollar va maxsus atamalar ro'yxati va ularning aniqlovchilari (zarurati bo'lsa), asosiy adabiyotlar qisqa ro'yxati va ilova. Hisobot 19600-74 GOSTga rioya qilingan holda tuziladi.

Hisobotdagi referatni mustaqil shunday hujjatdan farqi, unda tadqiqot ishining asosiy mazmunini haqida qisqa ma'lumot (maqsadni tushuntirishga yetarli) keltiriladi.

Referatda keltiriladigan materiallar tarkibi:

— mashinkada yozilgan matn, sxema, chizma, grafiklar, fotosuratlar va hisobot ilovalari miqdori ko'rsatiladi;

— ketma-ket qatorda vergul bilan ajratib yozilgan tayanch iboralar (5–15 so'zdan iborat) ro'yxati;

— referatning asosiy matni (hajmi bir betdan oshmasligi kerak).

Masalan, ilmiy hisobot 105 bet mashinada bosilgan matn, 8 ta sxema, 5 ta chizma, 15 ta grafik, 10 ta rasm va 15 bet hajmda hisobotga ilovalardan iborat.

Kalit so'zlar — hisobot matnini ochib beruvchi tayanch iboralar jamligi. Kalit so'zlar jamligi hisobot mazmuni haqida yetarlicha tushuncha beradigan bo'lishi kerak.

Kalit so'zlar hisobotlarni maxsus sistema bo'yicha kodlashda ham foydalaniladi.

Hisobotda quyidagi bo'limlar o'rin olgan: kirish, analitik obzor (masala holati); tanlangan tadqiqot yo'nalishini asoslashga oid materiallar tadqiqot olib borish uslubi; tadqiqot mazmuni va natijalari; xotima (xulosa va takliflar).

Hisobotning kirish qismida ishning maqsadi qisqa bayoni uning yangiligiga va o'tkazilishi zarurligini asoslash bo'yicha materiallar keltiriladi. Unda shuningdek, muammoning hozirgi holati tavsifi ham berilishi ham mumkin.

Analitik obzorda ish yo'nalishini asoslash, boshqa yo'nalishlar bilan taqqoslanganda uning afzallik va maqsadga muvofiqligi asosida ochib berilgan bo'lishi kerak.

Tadqiqot uslubi, mazmuni va natijalari tadqiqot xarakteridan kelib chiqqan holda ketma-ket keltiriladi. Uslub asoslangan va batafsil yozilgan bo'lishi kerak. Nazariy bo'limida matematik xulosalarni barcha oraliq amallar bilan keltirish shart emas. Zarur bo'lgan hollarda ularni ilovada keltiriladi.

Eksperiment natijalari keltirilganda uning aniqligi va ishonchligi ham keltirilishi kerak.

Natijalar tahlili qismi nazariy va eksperimental tadqiqotlar natijalari taqqoslanadi.

Hisobotda tajriba natijalari jadval yoki grafik ko'rinishda keltirilgan bo'lsa, ulardagi miqdoriy ko'rsatkichlarni takroran tushuntirish shart emas. Ularni o'zgarish qonuniyatlari sabablarini ochib beriladi.

Xotima va takliflar. Hisobotning bu bo'limi chuqur o'ylab puxta asoslangan natijalarga ko'ra yoziladi. Xotima nafaqat jami, balki butun

ishning ko'zgusi. Xotima ichki mantiq va ketma-ketlikka ega bo'lishi kerak. Xotimada tadqiqot qanday bajarilganligi emas, balki qanday natija va nima yangilik bergani aks ettirilishi kerak.

Hisobotga kiritilgan namoyish materiallari uning ma'nosi bilan aniqlanadi, ularning soni matnga aniqliq va konkretlik berish uchun yetarli bo'lishi kerak. Hamma namoyish materiallar (chizmalar, grafiklar) uning xarakteriga qaramasdan rasm deb nomlanadi.

Ilmiy til. Ilmiy ishning tiliga asosiy talab — u dokladmi, hisobotmi yoki maqolarni qat'iy nazar mantiq qoidalari asosida tugallangan fikr bo'lishi kerak. Haqiqatdan ham, har qanday ilmiy qo'lyozma yoki bosma matn muallifning mantiqiy fikrlashini ifodalaydi. Shuning uchun ilmiy ish eng avval yetarlicha tushunarli va aniq bo'lishi kerak.

Stilistik xatolarning sabablaridan biri — bu muallifning asoslanmagan ilmiylashtirishga intilishidir. Muallifga ilmiydek tuyo'ladigan jummalarni yuqori talaffuz etish uchun notabiiy frazalar tuzish, amalda uning hisobot yozishni bilmasligini ko'rsatadi.

Ilmiy so'z stili — bu shaxsi ko'rsatilmasdan olib boriladigan monolog bo'lib u uchinchi shaxs tomonidan keltiriladi. O'quvchi yoki eshituvchining hamma e'tibori muallif shaxsiga emas uning mazmuniga va logik tushuntirilishiga qaratilgan bo'lishi kerak.

Ilmiy nashrlarda, hisobotlarda, makolalarda, kitoblarda «mening» fikrimcha emas «bizning» fikrimizcha degan jumladan foydalanish, e'lon qilinayotgan (chop etilayotgan) ilmiy xulosalarda (natijalar) ijodiy jamoani ham hissasi borligini e'tirof etadi.

Ilmiy nasharlarda (hisobot, maqola va boshqalarda) atamalardan to'g'ri foydalanish o'ta muhim. Atama deganda so'z yoki so'zlar birligi tushuniladi va ular ilm-fanda qo'llaniladigan aniq tushuncha yoki ko'rinishlarni belgilaydi. Masalan, xronometroj so'zi (atama) — ishlab chiqarish jarayonini uning qismlarini davomiyligini vaqt bo'yicha o'lcash yo'li bilan o'rganish degani. Bu bitta so'z butun bir jumla almastiradi.

Umuman atamalarni butun hisobot yoki maqola davomida bir xilligini buzmaslik lozim. Bir narsani har xil atamaslik kerak. Masalan, bir jumlada elektr motor boshqasida esa elektr dvigatel deb atash nashriy yoki boshqa ilmiy materialni tushunishni qiyinlashtiradi.

9.3. Ilmiy tadqiqot ishlari to'g'risidagi hisobotlarni rasmiylashtirish

Ilmiy tadqiqot ishlari (ITI) to'g'risidagi hisobotlarni rasmiylashtirish umumiy talablari, shakli va qoidalari umumqabul qilingan mezonlarda belgilangan.

ITI hisobotlariga quyidagi talablar qo'yiladi:

- tuzilishning aniqligi;
- materiallarni bayon qilishning mantiqiy ketma-ketligi;
- dalillashning ishonchliligi;
- ifodalashning qisqa va aniqligi;
- ish natijalari bayonining aniqligi;
- xulosalarning isbotlanishi va tavsiyalarining asosiligi.

Hisobotlarni rasmiylashtirish umumiy talablari va qoidalari «ilm tadqiqot ishlari to'g'risidagi hisobot» bo'yicha Davlat standarti 7.32-91, berilgan.

ITI haqidagi hisobot quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- bosh varaq;
- bajaruvchilar ro'yxati;
- referat;
- mundarija (sarlavha);
- qisqartmalar, belgilar va maxsus terminlar ro'yxati, zarur holda ular tushuntirish beriladi;
- asosiy qism;
- adabiyotlar ro'yxati;
- ilova.

Referat o'tkazilgan ITI asosiy mazmunini ifodalash kerak, uning hisobotning hajmi, tasvirlar miqdori va tavsifi, jadvallar miqdori, hisobot yozilgan til, asosiy so'zlar ro'xati va referat matni haqidagi ma'lumot bo'lishi lozim.

Referat matni quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- bajarilgan ish mohiyatni va tadqiqot usulini ifodalovchi asosiy qism;
- referat asosiy qismi mazmunini ochib beruvchi aniq ma'lumotlar;
- olingan natijalarning o'ziga xosligi, samaradorligi, qo'llanilishi mumkin bo'lgan sohalarga taalluqli qisqacha xulosalar.

Referatning eng maqbul hajmi 1100–1200 bosma belgi.

Hisobotning asosiy qismi quyidagi bo'limlarni o'z ichiga oladi:

- kirish;
- analitik sharh (masalaning qo'yilishi);
- ishning tanlangan yo'nalishini asoslash;
- bajarilgan ish metodikasi, mazmuni va natijalarini ifodalovchi hisobot bo'limlari;
- xulosa (xulosa va takliflar).

Kirish ish bag'ishlangan ilmiy-texnikaviy muammo (masala)ning zamonaviy ahvolini, shuningdek, ishni maqsadini qisqacha tavsiflash kerak. Kirish qismida tavsiflanayotgan ishdagi yangilik va dolzarblik nimadar iboratligini bayon etish va uni o'tkazish zarurligini asoslash zarur.

Analitik sharhda tadqiqotni metodikasi va hal etish vositalari bo'yicha adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlar, ITI oldida turgan masalani yangicha hal etish yo'llari bayon qilinishi lozim. Ishning tanlangan yo'lini asoslash boshqa mumkin bo'lgan yo'nalishlarga taqqoslash bo'yicha afzalliklariga asoslanadi. ITI tanlangan yo'nalishi va ishchi gipoteza ITI o'tkazish aniq shartlarini hisobga olgan holda analitik sharhda mavjud bo'lgan tavsiyalarga asoslanishi kerak. ITI-ning tanlangan yo'lini asoslash ishning maqsadga muvofiqligi (yoki zarurligi)ni asoslash bilan almashtirmasligi kerak. ITI tanlangan yo'nalishi tegishli topshiriqlar bilan asoslanmasligi lozim.

Bajarilgan ish metodikasi, mazmuni va natijalarni ifodalovchi hisobotning qismlari barcha oraliq va yakuniy natijalar, shu jumladan salbiylari bilan birgalikda to'la va tadjriy tarzda bayon etilishi kerak.

Tadqiqot metodikasi tadqiqot o'tkazish metodologiyasini tanlashni asoslanishini, bunda foydalanilayotgan yoxud ishlab chiqilayotgan texnikaviy vositalar, matematik yoxud tadqiqot natijalarini ishlab chiqishning boshqa metodini asoslangan informatsiyaning tegishli manbayiga havola qilingan holda o'z ichiga olishi kerak.

Mazmun va bajarilgan ish natijalari qismida quyidagilar ko'rsatilishi lozim: maqsad, muayyan eksperimentlar programmasining, ular mohiyatining tavsifi; olingan ma'lumotlar aniqligi va ishonchligi baholanishi hamda nazariy ma'lumotlar bilan taqqoslanishi. Bunday taqqoslash bo'lmaganda u hol asoslanishi kerak. Olingan natijalar ta'kidlanishi va ularni qo'llanilish imkoniyati tavsiflanishi zarur.

Ilovada asosiy matnga qo'shilganda ko'p joyni egallaydigan qo'shimcha materiallar beriladi. Quyidagilar ana shunday materiallar hisoblanadi:

- oraliq matematik qistirmalar va hisob-kitoblar;
- yordamchi raqamli ma'lumotlar jadvali;
- sinov bayoni va hujjatlari;
- eksperiment o'tkazishda qo'llanilgan apparatlar va priborlar tavsifi, o'lchashlar va sinashlar;
- joriy texnikaviy yechimlar yo'riqnomasi, metodikasi, tavsifi, qo'shimcha tarzdagi tasvirlar va sh.k.

Matn qismi, tasvirlar, jadval va formulalar ilmiy tadqiqot ishi haqidagi hisobotni rasmiylashtirish qoidalariga bo'lgan me'yoriy talablarga muvofiq rasmiylashtiriladi.

Hisobotda beriladigan tasvirlar miqdori mazmuniga ko'ra belgilanadi va bayon etilayotgan material ravshan va aniq bo'lishi uchun yetarli miqdorda berilishi lozim. Tasvirlar shunday tayyorlanishi kerakki, qismlari va yozuvlar sifatli reproduksiya yoki kompyuterda aks ettirish imkonini ta'minlaydigan bo'lishi lozim. Mikrofilmi tayyorlanishi zarur bo'lgan hisobotlar uchun shtrixli tasvirlar va fotosuratlarini asl nusxasi qo'shimcha qilinishi kerak. Nusxa va rangli rasmlar qo'shilmaydi.

Barcha tasvirlar (fotografiya, taxtlar, chizmalar va b.) rasmlar deb ataladi. Rasmlar har bir qism ichida arab raqamlari bilan tadriijiy ravishda raqamlanadi. Rasm raqami bob tartib raqami va rasm tartib raqamida iborat, bir-biri bilan nuqta yordamida ajratilgan bo'lishi kerak. Masalan «2.1-rasm» (ikkinchi bob, birinchi rasm).

Hisobot matnida rasimga havola qilinganda uning aniq tartib raqami ko'rsatish kerak, masalan, «2.1-rasm», «2.2-rasm». Ayni bir rasimga takror havolaga yo'l qo'yiladi. Bunda havola qisqartirib so'z «qarang» bilan beriladi, masalan, «qarang 2.1-rasm» yoki «7.2-rasimga qarang».

Rasmlar ularga matnda havola qilingandan so'ng hisobot tekstida ketma ket joylashtiriladi. Rasmlarni shunday joylashtirish kerakki ularni hisobotni varaqlamay ko'rish mumkin bo'lsin. Agar rasmlarni bunday joylashtirish imkonini bo'lmasa, ularni shunday joylashtirish lozimki, toki hisobotni soz strelkasi bo'ylab aylantirish mumkin bo'lsin. Hisobotda A4 qo'g'oz formatidan katta bo'lgan rasmlarni berish tavsiya etilmaydi.

Har bir rasm batafsil tavsifiy yozuvga ega bo'lishi lozim. Ostyotda rasm tartib raqami bilan bir qatarga qo'shib joylashtiriladi. Rasmda yozuvlar hisobotdagi barcha rasmlar hajmi bo'yicha bir xil shriftida bajariladi. Hisobotlardagi ilmiy tadqiqotning raqamli materiallari jadval tarzida joylashtiriladi. Har bir jadval tavsifiy sarlavhaga ega bo'lishi kerak. Jadval yuqorisida «jadval» va uning tartib raqam joylashadi. Jadval tartib raqam xuddi rasmdagi kabi bo'ladi. Sarlavha «jadval» so'zidan yuqorida joylashadi. «Jadval» so'zi va sarlavha yozma harflarda yoziladi. Jadval grafalari sarlavha katta harflarda yoziladi, sarlavhachalar esa kichik harflarda.

Hisobot matnida zarur hollarda formulalar joylashtiriladi. Formulalarda so'ng simvollar, koeffitsiyentlar va boshqa eksplikatsiyalarga tushuntiri beriladi. Eksplikatsiyalarda simvollar va raqamli koeffitsiyentlar qiym formula tagidan ular formulada qanday tartibda berilgan bo'lsa xuddi shunday tartibda keltiriladi. Har bir simvol va raqamli koeffitsiyentni qiymati yan qatordan berilgani ma'qul. Eksplikatsiyaning birinchi satri «bunda» so'z bilan boshlanadi. Bu so'zdan keyin ikki nuqta qo'yilmaydi.

Formula oxirida yoki nuqta, yoki vergul qo'yiladi. Eksplikatsiya keltirilayotgan holdagina vergul qo'yiladi.

Formulalar bob ichida arab raqamlari bilan tartiblanadi. Formulaning tartib raqami bob tartib raqami va formulaning tartib raqamidan iborat bo'lishi kerak. Har ikkala tartib raqami nuqta bilan ajratiladi va qavs ichida beriladi. Masalan, «(1.02)» (birinchi bob ikkinchi formula). Formula tartib raqami sahifaning o'ng tomonida formulaning quyidagi qatori bilan bir xil satrda beriladi. Matnda formulaga havola qilinganda uning aniq tartib raqami qavs ichida berilishi zarur, masalan: «(1.02) formulada».

Hisobotga adabiyotlar ro'yxati ilova qilinadi. Ro'yxatga barcha foydalaniladigan manbalar kiritiladi.

Monografiyalar, maqolalar, standartlar, kashfiyotlar, ma'ruza tezislari, gazetadagi maqolalar, ITI hisobotlari, deponentlangan materiallar, kataloglar va boshqa materiallar haqidagi ma'lumot OAKning 1985-yil 5-sonida e'lon qilingan talablarga muvofiq rasmiylashtiriladi.

Rezyume. ITI to'g'risidagi hisobotlarni rasmiylashtirish umumqabul qilingan mezonlarga muvofiq amalga oshiriladi. Hisobotlar o'z ichiga quyidagilarni olishi kerak: bosh varaq, bajaruvchilarning ular bajargan ishlar qisqacha mazmuni berilgan ro'yxat, referat, sarlavha, qisqartmalar ro'yxati, simvollar va maxsus terminlar, asosiy qism, adabiyotlar ro'yxati va ilova. Metodikani ifodalovchi, bajarilgan ishning mazmuni va natijalari haqidagi hisobotning qismlari to'liq va tadriijiy tarzda barcha oraliq va yakuniy natijalar, shu jumladan salbiylari bilan birga bayon etilishi kerak.

9.4 Ilmiy materiallarni nashrga tayyorlash

Ilmiy materiallarni nashr qilish — ilmiy xodim, ilmiy muassasa yoki korxona jamoasi bajaradigan ilmiy tadqiqot va tajriba konstruktorlik ishlari natijalariga mualliflik huquqini oshkora himoya qilish shakllaridan biri.

Ilmiy materiallarni nashr qilish yoki oshkora yoki yopiq tarzda amalga oshirilishi mumkin. Ochiq matbuotda muayyan talablarga zid bo'lmagan ishlar e'lon qilinadi.

Ilmiy materiallar quyidagi ko'rinishda e'lon qilinishi mumkin:

- monografiya;
- davriy jurnallardagi maqola;
- OQ'YU, ITI asarlar to'plamidagi, xalqaro, soha va boshqa xil konferensiyalar to'plamidagi maqola;
- rasmiy kengash va konferensiyalarning dokladlari tezisi;
- reformativ jurnallardagi maqola;
- davlat qaydnomasiga ega ITI bo'yicha hisobotlar;
- kashfiyot va ochilgan yangilikka potentlar;
- respublika ilmiy-texnikaviy kutubxonalarda deponentlangan ishlar;
- gazetadagi maqolalar.

Ilmiy materiallarni nashrga tayyorlash o'z ichiga quyidagi bosqichlarni oladi:

- ilmiy materialni nashr qiluvchi noshir qo'ygan talablarni o'rganish;
- tanlangan ilmiy ish bo'limi mazmunini yozma bayon qilish;
- sof patentlikka ko'ra maqola mazmunini tekshirish;

- ochiq matbuotda e'lon qilish uchun maqolani ekspertizadan o'tkazish kashf etish, yangilik yaratish unsurlarini yo'qligi;
- maqolani ichki va tashqi taqrizga berish;
- maqolani noshirga topshirish.

Ilmiy materiallarni rasmiylashtirish talabi material turiga bog'liq va quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- qog'oz va uning hajmiga bo'lgan talab;
- chap, o'ng tomon, yuqori, quyidan qoldiriladigan ochiq joy hajmi
- sahifalarga tartib raqamlarini qo'yish;
- rasmiylashtirish muharriri;
- jadval va rasmlarni berilishiga talablar;
- bosish shrifti va intervali;
- bayon etilish tili;
- boshqa tildagi annotatsiyalarga bo'lgan talab.

Nashr etilayotgan ilmiy material kirish qismidan amalda bayon etilayotgan ilmiy material mazmuni va bayon qilinayotgan mavzu bo'yich xulosadan iborat bo'lishi kerak. Agar muallif ma'lum ilmiy ishlarga havol qilsa yoki ulardan foydalansa ular adabiyotlar ro'yxatida ko'rsatilishi kerak.

Muallif patent sofligiga ilmiy maqola mustaqil tekshiruvini amalga oshirishi, buni maqolani nashrga tayyorlash jarayonida bajarish kerak. Patent sofligiga ko'ra tekshiruv o'z ichiga prototiplar va analoglarni topish ferqli tomonlarni belgilashni oladi.

Har bir nashrga ekspertiza dalolatnomasi tuziladi. Buni mazkur is bajarilgan tashkilot tuzadi, ochiq matbuotda e'lon qilish imkoni va mazmur tegishli xulosa beradi.

E'lon qilishga taqdim etilayotgan ilmiy materialga ayrim hollarda taqri talab qilinadi. Taqriz ichki yoki tashqi bo'lishi mumkin. Ichki taqriz is bajarilgan tashkilot mutaxassis tomonidan beriladi. Tashqi taqriz esa boshq tashkilot mutaxassis tomonidan yoziladi.

Shuni ta'kidlash joizki, ishlab chiqarish bosqichida bo'lgan ilmiy tadqiqat ishlarining materiallari, agar tugallanmagan va muayyan aniq xulosala yoki yakunga yetmagan bo'lsa e'lon etish uchun tavsiya qilinmaydi.

Shunday qilib, ilmiy materiallarni nashr qilish — ilmiy xodim, ilmi muassasa yoxud korxona jamoasi bajargan ilmiy tadqiqot va tajrib konstruktorlik ishlari natijasiga mualliflik huquqini oshkora himoya qilis shakllaridan biri. Muallif (yoki mualliflar) ilmiy tadqiqotlarni ularni e'lon qilishga tayyorlash bosqichida patent sofligiga mustaqil tekshirishni amalga oshirishlari shart.

10. Ilmiy tadqiqotlarning joriy etilishi va samarasi

10.1. Ilmiy-tadqiqot ishlari natijalarini joriy etish, ularning samaradorlik mezonlari

Joriy etish — texnikaviy-iqtisodiy samarani bevosita yoki bilvosita ta'minlovchi ilmiy mahsulotni ishlab chiqarish yoki iste'mol sohasiga berishdir.

Ilmiy mahsulot buyurtmachi yoki iste'molchiga hisobotlar, yo'riqnomalar, metodika, muvaqqat ko'rsatmalar, texnikaviy shartlar, texnikaviy loyiha va h.k.lar tarzida beriladi. Iqtisodiyotning ko'pgina so'falarida undan mavjud mahsulotni raqobatbardoshligini ta'minlash uchun takomillashtirish yoki yangisini yaratishda foydalaniladi. Bunday holda joriy etish jarayoni ikki bosqichda joriy etiladi: birinchi bosqich — tajribaviy-ishlab chiqarishga joriy etish, ikkinchi bosqich — seriyali.

Birinchi bosqichda konstruksiyalar, mashinalar, materiallar va h.k.larning tayyorlangan tajriba namunalari rejalashtirilgan turlicha ishlab chiqarish sharoitlarida, shuningdek, tasodifiy tabiiy omillar ta'sirida qunt bilan o'rganiladi. Eksploatatsiya ko'rsatkichlari va harajatlar, ishonchlilik va uzoq muddatlilik, tayyorlash va eksploatatsiya qilishning texnologiyaviyligi, ekologik va antropotexnik ko'rsatkichlar va h.k.larga alohida e'tibor qaratiladi.

Tajriba-ishlab chiqarish natijalari bo'yicha turli hujjatlar bilan tushuntirish xati tayyorlanadi. Bularda tajriba namunalariga konstruksiyaviy, texnologik, eksploatatsiyaviy, iqtisodiy, ekologik, ergonomik, tibbiy-gigiyenik, yong'inga qarshi va boshqa xususiyatlari bo'yicha baho beriladi. Hujjatlar buyurtmachining va ITIning bajargan ilmiy-tadqiqot tashkilotining vakillari tomonidan imzolanadi.

Joriy etishning birinchi bosqichi katta moliyaviy harajatlarni talab etadi. Chunki tajriba namunasini tayyorlash ko'p mehnat talab qiladi va ko'pincha to'g'rilash qayta o'zgartirishlar qilishga majbur bo'linadi.

Yangi mahsulot namunasi tajriba-ishlab chiqarish sinovidan so'ng ikkinchi bosqichda seriyani ishlab chiqarishga joriy etiladi. Bunda joriy etish hajmi buyurtmachi tomonidan haridor bozori talabidan kelib chiqilgan holda belgilanadi.

Ilmiy mahsulotni joriy etishni tezlashtirish uchun ilmiy-tadqiqot tashkiloti loyihalash tashkiloti bilan birlashadi. Bunday vaziyatda barcha ishlarga bitta markaz rahbarlik qiladi. Natijada joriy etish muddati qisqaradi, mahsulot sifati va raqobatbardoshligi oshadi. Rivojlangan mamlakatlarda mazkur muammo texnoparklar yordamida hal etiladi. Texnopark bir yoki bir necha ITI bilan yaqin aloqaga ega, ilmiy va informatsiya muhitini rivojlantirish bilan shug'ullanuvchi, ilmiy mahsulot yangi texnologiyalar

bozoriga jadal kirib borishi uchun ilmiy mahsulot ishlab chiqarish bazasini o'zlashtirishga baza yaratuvchi tashkilot (yuridik shaxs)dir. XX asrning 90-yillarning boshlarida jahonda 340 ga yaqin texnopark tuzilgan edi.

Fan ijtimoiy ishlab chiqarish turlaridan biridir.

Ilmiy tadqiqotlar samarasi turlicha bo'ldi:

— iqtisodiy samaradorlik (milliy daromadning oshishi, ish samaradorligi va mahsulot sifatining oshishi, ilmiy tadqiqotlarga bo'lgan harajatning kamayishi);

— ijtimoiy-iqtisodiy samaradorlik (og'ir mehnat sharoitini bartaraf etish atrof muhitni tozalash, tibbiy-gigiyenik sharoitini yaxshilash va h.k.);

— mamlakat mudofaa qudratini mustahkamlash;

— mamlakat ilmiy salohiyatining obro'si.

Ilmiy tadqiqotlar samaradorligini baholash uchun ular natijasi qanday darajadiligini tasvirllovchi turli mezonlar qo'llanadi.

Fundamental nazariy tadqiqotlarni samaradorlikning miqdoriy ko'rsatkichlari bilan baholash qiyin. Ular, odatda, ishlanmalar boshlangandan so'ng ancha keyin samara bera boshlaydi. Bundan tashqari, ular natijasida iqtisodiyotning turli sohalarida foydalaniladi. Shuning uchun kutilayotgan samarani baholash qiyin. Bunday tadqiqotlar uchun, qoidaga ko'ra, sifa mezonlari belgilanadi: hodisaning yangiligi, mamlakat fanining obro'si, ish xalqaro miqyosda keng tan olinishi, mamlakat mudofaa imkoniyotiga qo'shilgan hissa: monografiyalar va ular olimlarining ishlaridan turli mamlakatlarda foydalanilishi va b.

Amaliy-ilmiy tadqiqotlar va tajriba-konstruktorlik ishlanmalar turli miqdoriy mezonlar [33] bilan baholanadi, shulardan asosiysi — iqtisodiy samaradorlik. Bu joriy etishga bo'lgan harajat, joriy etish ko'larini, muddat va h.k. omillarga bog'liq.

Ilmiy xodimning ish samaradorligi ishlanmaning yangiligi, e'lon qilingan maqolalar soni, ishdan ko'chirmalar olish va h.k. bilan baholanadi.

Yangilik mezonini — bu, avtorlik guvohnomasi va patentlar miqdori ko'chirma(ishtiboh)lar olish — ilmiy xodim ishlariga havolalar soni. Iqtisodiy baholash esa kamdan-kam qo'llanadi.

Ilmiy-tadqiqot guruhi (yoki tashkilot) mehnat samaradorligiga quyidag mezonlar bo'yicha baholanadi: mehnat samaradorligi, joriy etilgan mavzula miqdori, ilmiy mahsulotni tadbiq etishdan kelgan iqtisodiy samara, olingan avtorlik guvohnomasi va patentlar soni, sotilgan litsenziyalar soni va b.

10.2. Ilmiy tadqiqotlar iqtisodiy samaradorligini hisoblash

Ilmiy tadqiqotlar samaradorligi — ilmiy ijod bilan shug'ullanish va kishilik jamiyati farovonligini oshirishga yo'naltirilgan ilmiy-texnikaviy mahsulot (ITM) yaratish strategiyasi va taktikasining asosi.

Ilmiy tadqiqotlar iqtisodiy samarasini hisoblash ularni amalga oshirish bosqichlariga muvofiq amalga oshiriladi. Shu munosabat bilan mo'ljallanayotgan va haqiqiy iqtisodiy samaradorlik bir-biridan farqlanadi. Mo'ljallanayotgan samara ilmiy tadqiqot ishini asoslashda va uni ish rejasiga kiritishda belgilanadi. Mazkur holda hisob-kitoblar taxminan, bashoratlanayotgan joriy etish ko'lamini hisobga olgan holda yiriklashtirilgan ko'rsatkichlar bo'yicha olib boriladi.

Kutilayotgan iqtisodiy samaradorlik ilmiy tadqiqotlar bajarilish jarayonida hisob-kitob qilinadi. U ilmiy mahsulot ishlab chiqarishga joriy etiladigan muayyan yilga bashorat qilinadi. Kutilayotgan samaradorlik mo'ljaldagidan ko'ra ancha aniq mezon hisoblanadi.

Haqiqiy iqtisodiyot samaradorlik ilmiy mahsulot ishlab chiqarishga joriy etilgandan so'ng belgilanadi, hisob-kitob ilmiy tadqiqotlar va joriy ish uchun amalda ketgan xarajatlar bo'yicha olib boriladi. Bunda haqiqiy samara ko'pincha kutilayotgandan kam bo'ladi. U iqtisodiy samaradorlikning og'ir ishonchli mezoni hisoblanadi.

Kutilayotgan yoki haqiqiy iqtisodiy samaradorlik quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi:

$$C = X_{qx2} - X_{qx1} \quad (10.1)$$

unda: X_{qx1} va X_{qx2} - oldingi (tayanch variant)ga va yangi variant (ilmiy tadqiqotlar natijalari asosi)ga muvofiq qilingan xarajatlar quyidagicha hisoblanadi:

$$X_{qx} = T + E_m K, \quad (10.2)$$

unda: T - mahsulot birligi tannarxi, so'm; k - ITM yaratishga qo'yilgan kapital mablag', so'm; E_m - iqtisodiy samaradorlik me'yoriy koeffitsiyenti ($E_m = 0,15$).

Ilmiy-tadqiqot iqtisodiy samaradorligini hisolash metodikasi ishlarda [3] keltirilgan.

Shunday qilib, ishlab chiqarishga yakunlangan ilmiy tadqiqotlarni joriy etish ITI ning yakuniy bosqichi hisoblanadi. Joriy etish jarayonini rallashtirish uchun ilmiy-tadqiqot tashkilotlari loyihalovchilar bilan hamkorlashib texnoparklar, texnopolislar tashkil etadi. Ilmii tadqiqotlarning natijalarini joriy etish baholashning asosiy mezoni bo'lib, haqiqatdagi iqtisodiy samaradorlik hisoblanadi.

11. Amaliy mashg'ulotlar uchun misol va masalalar

Ehtimollik nazariyasiga oid masalalar

1-misol. $T=1000$ soat oralig'idagi har qanday daqiqada elektr motorning ishdan chiqish ehtimolligi (voqelik A) bir xil imkoniyatga ega.

Ushbu vaqt oralig'ida A voqelikning sodir bo'lish ehtimolligi $p = 0,1$ ga teng. Undan tashqari $T=600$ soat vaqt davomida elektr motorning buzilishi sodir bo'lmagan. Qolgan 400 soat davomida A voqelikning, ya'ni elektr motorning ishdan chiqish ehtimolligini aniqlang.

Yechish. T vaqt oralig'ida A voqelik sodir bo'lish ehtimolligi ushbu voqelikni, t vaqt davomida yuzaga kelish ehtimolligi $\frac{t}{T} \cdot p$ bilan, t vaqt davomida ushbu voqelik yuzaga kelmaslik ehtimolligi $(1 - \frac{t}{T} \cdot p)$ avval yuzaga kelmagan bo'lsa, qolgan vaqt mobaynida A voqelikning yuzaga kelishi nisbiy ehtimolligi (P) ko'paytmasi bilan yig'indisiga teng bo'ladi:

$$p = \frac{t}{T} p + \left(1 - \frac{t}{T} p\right) P, \text{ bundan } P = \frac{p \left(1 - \frac{t}{T}\right)}{1 - \frac{t}{T} p} = 0,1 \frac{0,1 - 0,6}{1 - 0,6 \cdot 0,1} = 0,043.$$

2-misol. Elektr zanjiri elementlaridan 3 tasining ishdan chiqishi ehtimolliligi 0,1; 0,2; 0,3. Ushbu elementlarni ketma-ket va parallel ulanganda elektr zanjirda uzilishni sodir bo'lish ehtimolligini aniqlang;

Yechish. Elementlarni ishdan chiqish ehtimolligini bir-biriga bog'liq bo'lmagan voqelik va ularni $A_1=0,1$, $A_2=0,2$, $A_3=0,3$ deb zanjirni uzilishi yuzaga kelishini B voqelik deb qabul qilamiz.

Elementlar parallel ulanganda zanjirni uzilishi voqeligi $P_1(B)$ uchala voqelik (elementlarni ishdan chiqishi) sodir bo'lganda yuzaga keladi:

$$P_1(B) = P(A_1 A_2 A_3) = P(A_1) P(A_2) P(A_3) = 0,1 \cdot 0,2 \cdot 0,3 = 0,006.$$

Elementlar ketma-ket ulanganda elektr zanjirni uzilish voqeligi $P_2(B)$ elementlarni uchtasidan birontasini uzilishi voqeligi sodir bo'lsa yuzaga keladi.

B voqelikning yuzaga kelmaslik ehtimolliligi, ya'ni, zanjir uzilmaslik ehtimolligi $P_2(\bar{B})$ esa uchta ketma-ket ulangan elementlarni ishdan chiqishi sodir bo'lmaganda, ya'ni $\bar{A}_1, \bar{A}_2, \bar{A}_3$ yuzaga keladi.

$$P_2(\bar{B}) = P(\bar{A}_1 \bar{A}_2 \bar{A}_3) = P(\bar{A}_1) P(\bar{A}_2) P(\bar{A}_3) = (1-0,1)(1-0,2)(1-0,3) = 0,504.$$

Uchta element ketma-ket ulangan zanjirda uzilish yuzaga kelish ehtimolligi $P_2(B)$ ni unga qarama-qarshi voqelik ehtimolligi $P_2(B)$ orqali yidagicha topiladi:

$$P_2(B) = 1 - P_2(B) = 1 - 0,504 = 0,496.$$

3-misol. Elektr motorlarni ta'mirlash korxonasining yig'uv bo'limida gan birinchi sexda ta'mirlangan 14 ta, ikkinchi sexda ta'mirlangan 6 ta igatel statorlaridan 2 tasi sinovdan o'tkazish uchun olib ketildi. Ularning ontasini birinchi sexda tayyorlanganligi ehtimolligini aniqlang.

Yechish. Statorlarni birinchi sexda tayyorlanganligini A_i voqelik deb ilaymiz ($i=1,2$). A_1 va A_2 voqeliklar birgalikda sodir bo'lishini hisobga b quyidagi formula bilan ifodalaymiz: $P(A_1+A_2)=P(A_1)+P(A_2)-P(A_1A_2)$. $+A_2$ voqeliklar bir-biriga bog'liqligini inobatga olgan holda $P(A_1+A_2)=P(A_1)+P(A_2)-P(A_1)P(A_2|A_1)$ ni topamiz.

A_1 voqelik sodir bo'lsa, ya'ni, birinchi stator birinchi sexda ta'mirlangan 'lsa unda yig'uv sexida qolgan 19 ta ta'mirdan chiqqan statordan 13 tasi inchi sexda ta'mirlangan. Demak, $P(A_2|A_1)=13/19$.

$P(A_1)$ bilan $P(A_2)$ o'zaro tengligini hisobga olgan holda, ya'ni $A_1)=P(A_2)=14/20$ bo'lganligi uchun quyidagi natijani olamiz:

$$(A_1+A_2) = 14/20 + 14/20 - 14/20 \cdot 13/19 = 35/38.$$

4-misol. Elektr dvigatel statorida nosozlik izolatsiyani buzilishi yoki chlanishning nominaldan oshishi natijasida sodir bo'lishi mumkin.

r vaqt davomiyligida elektr motor ishdan chiqdi:

$q_1=0,1$ – kuchlanishning nominaldan oshish ehtimolligi;

$q_2=0,2$ - izolatsiyaning buzilish ehtimolligi;

Elektr motorni ishdan chiqishiga birdan bir sabab stator izolatsiyasini zilishi ekanligini ehtimoliigini aniqlang.

Kuzatilayotgan holat uchun quyidagi gipotezalani shakllantirish mumkin:

H_1 – kuchlanishni oshishi va izolatsiyani buzilishi sodir bo'lmagan;

H_2 – izolatsiya buzilgan, kuchlanish nominaldan oshmagan;

H_3 – kuchlanish nominaldan oshgan, izolatsiya buzilmagan;

H_4 – kuchlanish nominaldan oshgan, izolatsiya buzilgan;

Gipotezalar ehtimolligi:

$$P(H_1)=(1-q_1)(1-q_2)=(1-0,1)(1-0,2)=0,9 \cdot 0,8=0,72;$$

$$P(H_2)=q_2(1-q_1)=0,2(1-0,1)=0,2 \cdot 0,9=0,18;$$

$$P(H_3)=q_1(1-q_2)=0,1(1-0,2)=0,1 \cdot 0,8=0,08;$$

$$P(H_4)=q_1q_2=0,1 \cdot 0,2=0,02.$$

A voqelikning ushbu gipotezalarga ehtimolligi:

$$P(A|H_1)=P(A|H_2)=P(A|H_3)=P(A|H_4)=1.$$

Beysa formulasi bo'yicha $P(H_2/A)$ ni hisoblaymiz:

$$P(H_2/A) = \frac{P(H_2)P(A/H_2)}{\sum_{i=1}^n P(H_i)P(A/H_i)} = \frac{0,18 \cdot 1}{0,72 \cdot 0 + 0,08 \cdot 1 + 0,18 \cdot 1 + 0,02 \cdot 1} = 0,643.$$

5-misol. Funktsiyani taqsimlanishi bo'yicha taqsimlanish zichligini toping:

$$F(x) = \begin{cases} x < 0 \text{ bo'lganda } 0, \\ x \geq 0 \text{ bo'lganda } 1 - e^{-ax}. \end{cases}$$

Yechish. Taqsimlanish zichligini quyidagi formula bo'yicha topamiz:

$$F(x) = \begin{cases} x < 0 \text{ bo'lganda } 0, \\ x \geq 0 \text{ bo'lganda } (1 - e^{-ax})' = ae^{-ax}. \end{cases}$$

6-misol. Funktsiyaning taqsimlanish zichligi bo'yicha taqsimlanish funksiyasini toping:

$$f(x) = \begin{cases} x < 0 \text{ bo'lganda } 0, \\ -\frac{\pi}{2} \leq x < \frac{\pi}{2} \text{ bo'lganda } \frac{1}{2} \cos x. \end{cases}$$

Yechish. Taqsimlanish funksiyasini quyidagi formula orqali topamiz:

$$F(x) = \begin{cases} x < -\frac{\pi}{2} \text{ bo'lganda } 0 \\ -\frac{\pi}{2} \leq x < \frac{\pi}{2} \text{ bo'lganda } \int_{-\infty}^x f(x) dx = \int_{-\frac{\pi}{2}}^x \frac{1}{2} \cos x dx = \frac{1}{2} (\sin x + 1) \\ x \geq \frac{\pi}{2} \text{ bo'lganda } 1. \end{cases}$$

7-misol. Podstansiyaning havo razryadi chaqmog'ining to'g'ridan to'g'ri zararlantirishidan himoyalaniшни modelda aniqlashda impulsli kuchlanish generatoridan uchta razryad (sun'iy razryad) berish orqali omalga oshirilgan. Har bir tajribada hosil qilingan sun'iy razryadni (sun'iy chaqmoqni) har bir tajribada podstansiya tushish ehtimolligi (A voqelik) 0,4 ga teng bo'lganda razryadni podstansiya tushish soni (X) tasodifiy kattalik miqdori deb qarab uni son xarakteristikasini aniqlang.

Yechish. Uchta tajriba (uchta razryad hosil qilinganda) razryadni podstansiya to'g'ridan-to'g'ri tushish ehtimolligi, ya'ni A voqelikni sodir bo'lishini quyidagi formula orqali topamiz:

$$P_{i3} = C_3^i p^i (1-p)^{3-i} = \frac{3!}{i!(3-i)!} (0,4)^i \cdot (0,6)^{3-i}, \quad i = 0, 1, 2, 3,$$

11.1-jadvalda keltirilgan taqsimlanish qatori bo'yicha kattaliklarning son ko'rsatkichlarini aniqlaymiz.

11.1-jadval

x_i	0	1	2	3
p_i	0,216	0,432	0,288	0,064

$$M(X) = \sum_{i=0}^3 x_i p_i = 0 \cdot 0,216 + 1 \cdot 0,432 + 2 \cdot 0,288 + 3 \cdot 0,064 = 1,2,$$

$$D(X) = \sum_{i=1}^3 [x_i - M(X)]^2 p_i = (0-1,2)^2 \cdot 0,216 + (1-1,2)^2 \cdot 0,432 + \\ + (2-1,2)^2 \cdot 0,288 + (3-1,2)^2 \cdot 0,064 = 0,72,$$

$$\sigma_X = \sqrt{D(X)} = \sqrt{0,72} \approx 0,84.$$

Tajriba natijalariga statistik ishlov berishga oid masalalar

1-masala. 11.2-jadvalda tarmoqdagi yuklama miqdori haqida ma'lumotlar berilgan. Natijalar 10 kun davomida soat 16.00 da olingan.

O'rtacha arifmetik qiymat va o'rtacha kvadrat og'ishni aniqlang.

Yechish. 1. O'rtacha arifmetik qiymatni aniqlaymiz:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = \frac{1}{10} (12 + 13 + 8 + 6 + 13 + 14 + 13 + 11 + 13 + 8) = \frac{115}{10} = 11,5.$$

11.2-jadval

T.r.	Kuzatuv natijalari x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	T.r.	Kuzatuv natijalari x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	12	0,9	0,81	6	14	2,9	8,41
2	13	1,9	3,61	7	13	1,9	3,61
3	8	-3,1	9,61	8	11	-0,1	0,01
4	6	-5,1	26,01	9	13	1,9	3,61
5	13	1,9	3,61	10	8	-3,1	9,61
				Σ	115	17,7	69,07

2. Dispersiyasini aniqlaymiz:

$$\delta_x^2 = (\delta_x^*)^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{69,07}{9} = 7,67.$$

3. O'rtacha kvadratik og'ish:

$$\delta_x = \delta_x^* = \sqrt{\delta_x^2} = \sqrt{7,67} = 2,77.$$

4. Saralab olingan o'rtacha uchun o'rtacha kvadratik og'ishini topamiz:

$$\delta_{\bar{x}} = \frac{\delta_x^*}{\sqrt{n}} = \frac{2,77}{10} = 0,277.$$

2-masala. 11.3-jadvalda keltirilgan 25 kun davomida soat 16 da tarqoqdagi quvvatni o'lchash natijalari bo'yicha o'rtacha qiymat ($\bar{x}$), dispersiya (σ_x^2), bosh tanlamaning o'rtacha kvadratik og'ishi (σ_x) uchun tanlama baholari aniqlansin.

Yechish. 1) O'rtacha qiymat ($\bar{x}$) ni o'rtacha arifmetik qiymat (m) ga teng deb qabul qilib quyidagicha topamiz:

$$m \approx \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{250}{25} = 10.$$

11.3-jadval

T/r	Kuzatuv natijalari x_i	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$	T/r	Kuzatuv natijalari x_i	$(x_i - \bar{x})$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	12	2	4	14	10	0	0
2	13	3	9	15	14	4	16
3	8	-2	4	16	9	-1	1
4	6	-4	16	17	8	-2	4
5	13	3	9	28	6	-4	16
6	14	4	16	19	11	1	1
7	13	3	9	20	12	2	4
8	11	1	1	21	9	-1	1
9	13	3	9	22	10	0	0
10	8	-2	4	23	8	-2	4
11	7	-3	9	24	8	-2	4
12	11	1	1	25	7	-3	9
13	9	-1	1	Σ	250		152

2) Bosh majmua dispersiyasini (σ_X^*) quyidagicha topamiz.

$$\sigma_X^2 \approx \bar{D} = (\sigma_X^*)^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} = \frac{152}{24} = 6,33.$$

Ba'zi arifmetik hisoblar natijalari $(x_i - \bar{x})$, $(x_i - \bar{x})^2$ 11.3-jadvalda keltirilgan.

3) Bosh tanlama o'rtacha kvadratik og'ishini quyidagicha topamiz:

$$\sigma_X \approx \sigma_X^* = \sqrt{6,33} = 2,52.$$

4) Tanlama uchun o'rtacha kvadratik og'ishni quyidagicha topamiz:

$$\sigma_{\bar{x}}^* = \frac{\sigma_X^*}{\sqrt{n}} = \frac{2,52}{\sqrt{25}} = 0,5.$$

3-masala. 11.4-jadvalda elektr motorlarni quvvatiga qarab (guruhlarga bo'lingan) ta'mirlash baholari keltirilgan. Jadvalda keltirilgan kattaliklar asosida chiziqli regressi tenglamasining ($Y = kx + b$) korrelatsiya koeffitsiyentini (r_{tan}) toping va chastotalar gistogrammasini quring, (y_i, n_i) hamda tanlama o'rtacha baho ($\bar{y}$) va tanlama o'rtacha kvadratik og'ish ($\sigma_{\bar{y}}^*$) larni toping.

11.4-jadval

y bo'yicha baholar intervali, so'mda	O'rtacha baholar intervali y_i	Elektr motor quvvati x_i , kVt							Ta'mirlanishlar soni n_j	Ta'mirlanishlar narxi chastotalari zichligi ω_i
		0,6	1,1	2,2	4	7,5	13	22		
		Ta'mirlanishlar soni n_j								
0-10	5	3	4	2	1				10	0,020
10-20	15	2	22	5	3	1			13	0,026
20-30	25			2	5	1	2	1	13	0,026
30-40	35			1	1	3	4	2	11	0,022
40-50	45					1	1	1	3	0,006
Ta'mirlanishlar soni n_i		5	8	10	10	6	7	4	50	

Yechish. 1) 11.4-jadvalda keltirilgan ma'lum quvvatli (x_i) motorning mirlanish soni (n_j), korrelatsiya qatori jadval diagonali bo'yicha lashganligi, tadqiq etilayotgan ko'rsatkichlar X va Y musbat korrelatsiya

koeffitsiyentli chiziqli regressiya qatoriga mosligini ko'rsatadi, ya'ni $Y = kx + b$ tenglama bilan ifodalash mumkin.

2) O'rtacha tanlama qiymatlarni ($\bar{x}$ va $\bar{y}$) hisoblaymiz.

O'rtacha tanlama qiymat ($\bar{x}$, $\bar{y}$) tanlama to'plam belgisining arifmetik o'rtacha qiymatiga aytiladi. Agar n hajmli tanlama belgisining barcha $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ qiymatlari turlicha bo'lsa, $\bar{x}$ quyidagicha topiladi.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}.$$

Agar n hajmli belgining $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ qiymatlari mos ravishda $n_1, n_2, n_3, \dots, n_k$ chastotalarga ega bo'lsa, $\bar{x}$ quyidagicha hisoblanadi:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n n_i x_i}{n}.$$

Bizning misol uchun ushbu formuladan foydalanamiz.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^7 n_i x_i}{n} = \frac{5 \cdot 0,6 + 8 \cdot 1,1 + 10 \cdot 2,2 + 10 \cdot 4,0 + 6 \cdot 7,5 + 7 \cdot 13 + 4 \cdot 22}{50} = 5,96,$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^5 n_i y_i}{n} = \frac{10 \cdot 5 + 13 \cdot 15 + 13 \cdot 25 + 11 \cdot 35 + 3 \cdot 45}{50} = 21,8$$

Yig'indilarni topamiz:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^7 n_i (x_i - \bar{x})^2 &= \sum_{i=1}^7 n_i x_i^2 - 50 \bar{x}^2 = 5 \cdot 0,6^2 + 8 \cdot 1,1^2 + 10 \cdot 2,2^2 + 10 \cdot 4^2 + \\ &+ 6 \cdot 7,5^2 + 7 \cdot 13^2 + 4 \cdot 22^2 - 50 \cdot 5,96^2 = 1900; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^5 n_i (y_i - \bar{y})^2 &= \sum_{i=1}^5 n_i y_i^2 - 50 \bar{y}^2 = 10 \cdot 5^2 + 13 \cdot 15^2 + 13 \cdot 25^2 + \\ &+ 11 \cdot 35^2 + 3 \cdot 45^2 - 50 \cdot 21,8^2 = 7090; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^5 n_{ij} (x_i - \bar{x})(y_j - \bar{y}) &= \sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^5 n_{ij} x_i y_j - 50 \bar{x} \bar{y} = 3 \cdot 0,6 \cdot 5 + 4 \cdot 1,1 \cdot 5 + \\ &+ 2 \cdot 2,2 \cdot 5 + 1 \cdot 4 \cdot 5 + 2 \cdot 0,6 \cdot 15 + 2 \cdot 1,1 \cdot 15 + 5 \cdot 2,2 \cdot 15 + \dots + \\ &+ 1 \cdot 22 \cdot 45 - 50 \cdot 5,96 \cdot 21,8 = 2415. \end{aligned}$$

Tanlama to'plam korrelatsiya koeffitsiyentini (r_{tanl}^*) topamiz:

$$r_{\text{tanl}}^* = \frac{\sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^5 n_{ij} (x_i - \bar{x})(y_j - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^7 n_i (x_i - \bar{x})^2 \sum_{j=1}^5 n_j (y_j - \bar{y})^2}} = \frac{2415}{\sqrt{1900 \cdot 7090}} \approx 0,66.$$

Tanlama regressiya koeffitsiyentni (k_{YX}) quyidagicha topiladi.

$$k_{YX} = \frac{\sum_{i=1}^7 \sum_{j=1}^5 n_{ij} (x_i - \bar{x})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^7 n_i (x_i - \bar{x})^2} = \frac{2415}{1900} = 1,27.$$

Regressiya tenglamasi o'ng tomonidagi o'zgarmas tashkil etuvchisi b ni topamiz:

$$b = \bar{y} - k_{YX} \bar{x} = 21,8 - 1,27 \cdot 5,96 = 14,23.$$

Regressiya tenglamaga hisoblangan k_{YX} va b koeffitsiyentlarni qo'yib, uni quyidagicha ifodalaymiz:

$$Y = 1,27\bar{x} - 14,23.$$

x_i quvvatli har bir elektr motorni ta'mirlash o'rtacha bahosini $\bar{y}_{xi}$ quyidagicha formulada hisoblaymiz:

$$\bar{y}_{xi} = \frac{\sum x_i y_i}{n_i};$$

$$\bar{y}_{0,6} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 15}{5} = 9;$$

$$\bar{y}_{1,1} = \frac{4 \cdot 5 + 2 \cdot 15 + 2 \cdot 25}{8} = 12,5;$$

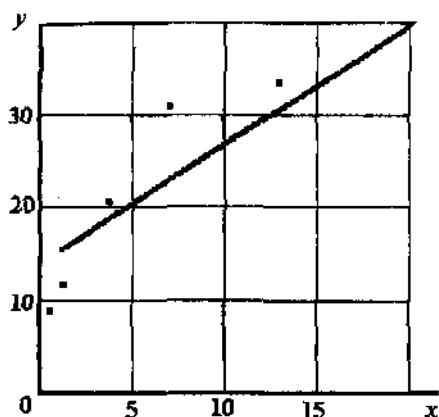
$$\bar{y}_{2,2} = \frac{2 \cdot 5 + 5 \cdot 15 + 2 \cdot 25 + 1 \cdot 35}{10} = 17;$$

$$\bar{y}_4 = \frac{1 \cdot 5 + 3 \cdot 15 + 5 \cdot 25 + 1 \cdot 35}{10} = 20,5;$$

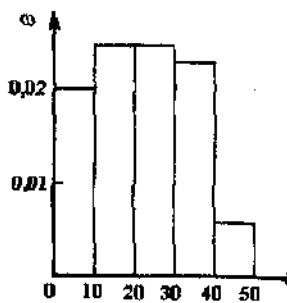
$$\bar{y}_{7,5} = \frac{1 \cdot 15 + 1 \cdot 25 + 3 \cdot 35 + 1 \cdot 45}{6} = 31,7;$$

$$\bar{y}_{13} = \frac{2 \cdot 25 + 4 \cdot 35 + 1 \cdot 45}{7} = 33,6;$$

$$\bar{y}_{22} = \frac{1 \cdot 25 + 2 \cdot 35 + 1 \cdot 45}{4} = 35.$$



11.1-rasm. Chiziqli regressiya grafigi va elektr motor quvvatlari x_i ga mos keluvchi ularni ta'mirlash.



11.2-rasm. Chastotalar gistogrammasi.

11.4-jadvalda keltirilgan elektr motor quvvatlari (x_i) uchun hisoblang ta'mirlash o'rtacha baholari ($\bar{y}_{xi}$) funksional bog'liqligi grafigini olish uchun ($x_i, \bar{y}_{xi}$) nuqtalarni koordinatalari bo'yicha grafigini chizamiz (11.1-rasm).

Chastotalar gistogrammasini qurish uchun (y_i, n_i) ta'mirlash baholar chastotasi zichligini (ω_j) topamiz:

$$\omega_j = \frac{P_j^*}{h} = \frac{n_j}{\sum n_i h}.$$

Barcha narxlar intervali $h=10$ so'mga tengligini hisobga olib ω_j hisoblaymiz:

birinchi interval uchun: $\omega_1 = \frac{10}{50 \cdot 10} = 0,02;$

ikkinchi interval uchun: $\omega_2 = \frac{13}{50 \cdot 10} = 0,026;$

uchinchi interval uchun: $\omega_3 = \frac{13}{50 \cdot 10} = 0,026;$

to'rtinchi interval uchun: $\omega_4 = \frac{11}{50 \cdot 10} = 0,022;$

beshinchi interval uchun: $\omega_5 = \frac{3}{50 \cdot 10} = 0,006.$

Ta'mirlash narxlarini intervallari va hisoblangan ω , bo'yicha chastotalar gistogrammasini quramiz (11.2-rasm).

Bosh tanlamaning o'rtacha kvadratik og'ishi (σ_Y^*) ni quyidagi formula bilan hisoblaymiz:

$$\sigma_Y^* = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^5 n_j (y_j - \bar{y})^2}{50-1}} = \sqrt{\frac{7090}{49}} \approx 12.$$

4-masala. 11.5-jadvalda keltirilgan 35/10 kV pasaytiruvchi podstantsiyaning 10 kV shinasida kuchlanish qiymatini 24 marotaba o'lchash natijalari bo'yicha kuchlanishni (U) matematik kutilishi (m) uchun o'rtacha qiymat $\bar{U}$ ni toping va ishonchlilik ehtimoli $\beta = 0,9$ ga mos keluvchi ishonchlilik intervalini quring.

11.4-jadval

i	U_i , kV	i	U_i , kV	i	U_i , kV	i	U_i , kV
1	10,9	7	10,7	13	10,3	19	10,0
2	10,8	8	10,6	14	10,2	20	9,9
3	10,9	9	10,5	15	10,2	21	9,8
4	10,9	10	10,5	16	10,1	22	9,9
5	10,8	11	10,5	17	10,1	23	10,2
6	10,8	12	10,4	18	10,0	24	10,6

Yechish. 11.5-jadval bo'yicha kuchlanishning o'rtacha qiymati $\bar{U}$ ni topamiz:

$$\bar{U} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n U_i = \frac{1}{24} \sum_{i=1}^{24} U_i = 10,4 \text{ kV}.$$

Quyidagi formuladan foydalanib bosh majmua dispersiyasini siljimagan baholanishini hisoblaymiz. Siljimagan baholanish $\bar{D}$ statistik dispersiya D^* dan farqli o'laroq tanlama baho ξ_β ning matematik kutilishi $M(\xi_\beta)$ uni izlanilayotgan qiymati ξ_0 ga teng bo'lgan holda baholash quyidagiga ega bo'ladi:

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n (U_i - \bar{U})^2}{n-1} = 0,122 \text{ kV}^2.$$

Kuchlanishning o'rtacha kvadratik og'ishini quyidagicha topamiz:

$$\sigma^* = \sqrt{D} = \sqrt{0,122} = 0,349 \text{ kV}.$$

$2F(t)=0,9$ bo'lganda Laplas funksiyasi jadvaldan (2-ilova, 2.2-jadval argumentni qiymati t_β ni qabul qilamiz ($t_\beta=1,645$). Klassik baholash aniqlig e_β ni topamiz:

$$e_\beta = t_\beta \frac{\sigma^*}{\sqrt{n}} = 1,645 \cdot \frac{0,349}{4,9} = 0,117 \text{ kV}.$$

Ishonchli interval quyidagi chegaralarga ega:

$$\bar{U} \pm e_\beta = 10,4 \pm 0,117 \text{ kV}.$$

Shuni ta'kidlash lozimki, biron bir ξ_0 kattalikni tasodifiy kattalik sifatida ishonchlilik intervalini aniqlashda ξ_0 ning koordinatasi emas, ishonchlilik intervali chegaralari orqali baholash kerak. Shunday qilib, ishonchlilik chegaralarini aniqlab $\xi_0 \pm e$, berilgan β ishonchlilik ehtimolliligiga ega berilgan ξ_0 nuqtaning ishonchlilik intervalini yopadimi (qoplab oladimi) yo'qmi degan savolga javob olamiz.

Tajribalar natijasi bo'yicha regressiya tenglamalarni tuzishga oid misollar

1-masala. Tajriba rejasi jadvali (matritsasi) va regressiya tenglamasini tuzish
Uch faktorli ikki pog'onali tajriba matritsasi va regressiya tenglamasini tuzish.

11.4-jadva

T.r.	X_0	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$	Qayta o'lchash			$Y_{o'rt}$
									Y_1	Y_2	Y_3	
1	+	-	-	-	+	+	+	-	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	$Y_{o'rt}$
2	+	+	-	-	-	-	+	+	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	$Y_{o'rt}$
3	+	-	+	-	-	+	-	+	Y_{31}	Y_{32}	Y_{33}	$Y_{o'rt}$
4	+	+	+	-	+	-	-	-	Y_{41}	Y_{42}	Y_{43}	$Y_{o'rt}$
5	+	-	-	+	+	+	-	+	Y_{51}	Y_{52}	Y_{53}	$Y_{o'rt}$
6	+	+	-	+	-	-	-	-	Y_{61}	Y_{62}	Y_{63}	$Y_{o'rt}$
7	+	-	+	+	-	+	+	-	Y_{71}	Y_{72}	Y_{73}	$Y_{o'rt}$
8	+	+	+	+	+	-	+	+	Y_{81}	Y_{82}	Y_{83}	$Y_{o'rt}$

Tajriba rejasi jadvalini (matritsasi) tuzish uchun tajribalar sonini (N) aniqlaymiz. Tajribalar soni (N) o'rganilayotgan jarayonga ta'sir ko'rsatuvchi faktorlar soni (m) va pog'onalar soni (n) orqali quyidagi formula bilan topiladi:

$$N = n^m.$$

Tajriba matritsasini 11.5-jadvalga kiritamiz.

Regressiya tenglamasini quyidagi ko'rinishda qabul qilamiz:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{12}x_1x_2 + a_{23}x_2x_3 + a_{13}x_1x_3 + a_{123}x_1x_2x_3.$$

2-masala. Suv ko'tarib beruvchi nasos qurilmasida o'tkazilgan eksperiment natijalari 11.6-jadvalda keltirilgan. Bu yerda W_i – nasosning suv ko'tarib berish unumi, P_i – agregat quvvati. P_i ni W_i bo'yicha chiziqli regressiya tenglamasini tuzing.

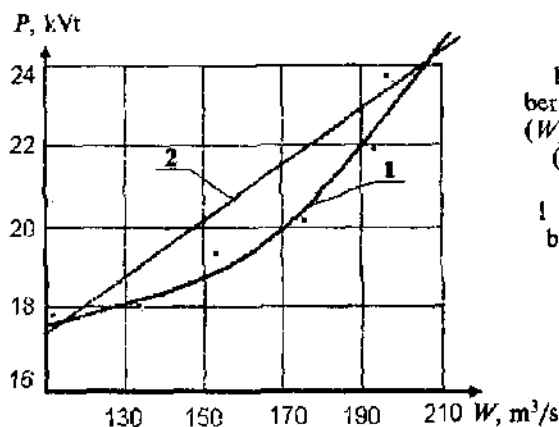
11.6-jadval

T.r.	i	$W_i, \text{m}^3/\text{s}$	P_i, kVt	$W_i P_i, 10^{-3} \text{ kVt} \cdot \text{m}^3/\text{s}$	$W_i^2, 10^{-3} \text{ m}^6/\text{s}^2$
1	1	140	18,5	2,59	19,6
2	2	150	18,5	2,78	22,5
3	3	160	20,5	3,28	25,8
4	4	170	22,0	3,74	21,9
5	5	180	21,5	3,84	32,4
6	6	190	23,5	4,46	36,1
7	7	200	26,0	5,2	40
8	8	1190	150,5	25,92	205,2
O'rt.qiymat		170	21,5	—	—

Yechish. 11.6-jadvalning pastki qatorlarida $\sum_{i=1}^7 W_i$ va $\sum_{i=1}^7 P_i$ hamda $\bar{W}$ va $\bar{P}$ larning o'rtacha qiymatlari keltirilgan.

$\sum_{i=1}^7 W_i \cdot P_i$ va formulalar yordamida 11.5-jadvalning 3- va 4-ustunlarini o'ldiramiz.

Olingan natijalar bo'yicha chiziqli regressiya tenglamasini qabul qilib, tenglama koeffitsiyentlarini aniqlaymiz:



11.4-rasm. Suv ko'tarib beruvchi nasos unumdorligi (W) va elektr motor quvvati (P) orasidagi bog'liqlik grafigi:

1 — eksperiment natijalari bo'yicha; 2 — regressiya tenglamasi bo'yicha.

$$k = \frac{\sum_{i=1}^7 W_i \cdot P_i - \bar{P} \cdot \bar{W} \cdot n}{\sum_{i=1}^7 W_i^2 - \bar{W}^2 \cdot n} = 0,1196 \text{ kWt} \cdot \text{soat} / \text{m}^3;$$

$$b = \bar{P} - k\bar{W} = 21,5 - 0,1196 \cdot 170 = 1,17 \text{ kWt}; \quad P = 0,1196W + 1,17.$$

3-masala. Meva saqlash omborxonasida olma saqlanadi. Mahsulot saqlanish darajasi asosiy parametr bo'ladi (y), uning birlamchi mahsulotlarga nisbatan foizlarda olingan miqdori ko'rinishida ifodalaymiz. Me'yoriy hujjatlarga ko'ra, mahsulotning saqlanishi davomida (meva 4–6 oy saqlanganda) ruxsat etilgan namlikni yo'qotish darajasi 6 % gacha, chiqindiga chiqishi (chirishi) 10% gacha ruxsat etiladi. Bu yo'qotishlar meva 4–6 oy saqlanganda bo'ladi.

Mahsulotning yaxshi saqlanishiga ta'sir ko'rsatuvchi faktorlarni tahlil qilamiz. Ular boshqariluvchi, bir-biriga bog'liq bo'lmasligi kerak:

X_1 — havoning harorati. Harorat oshsa mahsulot tez qurib, chirish jarayoni tezlashadi, pasaysa muzlaydi. Harorat o'rtacha 0 °C atrofida ushlab turilishi kerak. Haroratni 5°C dan –1°C gacha pasaytirib kuzatish mumkin.

X_2 — havoning nisbiy namligi. Namlik normadan kichik bo'lsa, mevaning namlikni yo'qotishi tezlashadi, chiriydi; yuqori bo'lsa (100%) mahsulotda kasallanish ko'payadi. Optimal qiymatini (85 dan 95)% gacha oralig'ida qidiramiz. Meva mahsuloti saqlanish jarayonida nafas olib turadi, ya'ni kislorod (O_2) iste'mol qilib, karbonat angidrid (CO_2) chiqaradi. Bu jarayonga havoning ionlanish darajasi ham ta'sir qiladi. Chunki O_2^- va CO_2^+ manfiy va musbat qutbga ega bo'lgan ionlar bo'lib, atmosfera potensialiga bog'liq

Omillar nemi	Belgilanishi		O'lchov birligi	O'zgarish oralig'i	O'rtacha qiymati	Qadami
	Absolut	Shartli				
Harorat	t, s	X_3	$^{\circ}C$	+5...-1	+2	2 $^{\circ}C$
Nisbiy namlik	W	X_2	%	85...95	90	5%
Ionlar miqdori	n	X_1	Ion/sm ²	10 ⁵ ...10 ⁷	10 ⁶	10

vishda modda almashinish jarayoni ketadi. Birlamchi ma'lumotlarni zingacha o'tkazilgan tajriba va amaliy saqlanish darajalariga qarab olamiz.

Jarayonni optimallashtirish uchun saqlanish natijalarini olamiz (11.7-dval) va quyidagi modelni o'rganamiz:

$$Y = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + a_{12}X_1X_2 + a_{23}X_2X_3 + a_{13}X_1X_3 + a_{123}X_1X_2X_3.$$

Bu yerda Y qilib mahsulotni saqlanish darajasi olindi. Natijalar institut y'jaligida olingan. Har bir natija 5 marta qayta o'lchab olinib, 5% gacha itolikka aniqlangan. Modelning koeffisiyentlarini quyidagi ifodadan ydalanib topamiz:

$$a_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X_{ij} \bar{Y}_n$$

1 yerda: N — tajribalar soni; X_{ij} — faktorlar kodli qiymati; $\bar{Y}_n$ — tajriba kunining o'rtacha qiymati, mahsulot saqlanishi darajasi, %.

Ma'lumotlarni ishlab chiqib quyidagi yakuniy ifodaga ega bo'lamiz:

$$Y = 79 + 2,44x_1 + 2,34x_2 - 6,4x_3 + 0,2x_1x_2 + 0,68x_2x_3 + 0,3x_1x_2x_3.$$

Bu model saqlanish jarayonidagi omillarning alohida va birgalikdagi 'sirlarini ko'rsatadi.

Eng kuchli ta'sir qiluvchi omil harorat bo'ladi. $a_3 = -6,4$ manfiy, nunki harorat ortganda mahsulot saqlanish darajasi pasayadi. Havoning sbiy namligi va ionlari miqdori deyarli bir xil ta'sir ko'rsatgan:

$$a_1 = 2,44; \quad a_2 = 2,34.$$

Bu modelni o'rganib, havoning haroratini saqlash qurilmasi yoki nlashtirish qurilmasi yoki saqlash usulini taklif qilish va mualliflik ivohnomasini olish uchun hujjatlar tayyorlash mumkin.

Ixtiro uchun ma'lumot tayyorlash va rasmiylashtirishga oid misollar

4-masala. Qishloq xo'jalik mahsulotlari (uzum, mevalar)ni quritish texnologiyasini o'rganish va jarayonining regressiya tenglamasini tuzish.

1. Meva mahsulotlarini uzoq muddatga saqlash uchun uni quritish mumkin. Mevada uning turiga qarab 15—35% quruq moddalari bor. Suv esa mevada bog'langan va bog'lanmagan bo'ladi. Quritish jarayonida bog'lanmagan suv tez chiqib ketsada bog'langan suvning mevadan chiqishi qiyin bo'ladi. Buning uchun qo'shimcha usullar qo'llaniladi, qaynoq suvga botirib olinadi, kasallanishini kamaytirish uchun olingugurt tutunida dudlanadi. Elektr maydonida yuqori kuchlanishli impuls bilan ishlov beriladi, yoki ularning kombinatsiyasi amalga oshiriladi.

2. Uzum elektrokaliifer yordamida quritiladi va quritishdan oldin yuqori kuchlanish impulsida ishlov beriladi. Bu yerda optimallashtirish ko'rsatkichi mahsulot sifati, miqdor jihatidan olingan namligi bo'ladi. Unga ta'sir etuvchi omillar quyidagilar bo'lishi mumkin:

X_1 — quritish agenti (havo) harorati, °C;

X_2 — elektr maydon kuchlanishi, kV;

X_3 — quritish vaqti, min;

X_4 — havo oqimining tezligi, m/s;

X_5 — mahsulotni quritish kamerasidagi joylashish zichligi, kg/m³.

Bu omillarining ichidan eng muhimlarini ajratib olishimiz kerak. Eng muhim omil harorat — havoning harorati mahsulotni qurish tezligini ta'minlashi kerak, lekin uni kuydirmaslik ham kerak, demak: 80 °C—90 °C atrofida bo'lishi kerak. Quritilgan mahsulot sifatini yaxshilash uchun quritish kamerasi bir necha zonali qilib ishlanadi. Bu yerda chiqib ketayotgan havo bilan kirayotgan havo aralashtirilib qurilmantiig F.I.K oshiriladi. Chunki quritish kamerasidan chiqayotgan havo 60—70 °C haroratga ega bo'ladi va yuza qismi qobig'ida yoriqlar hosil qilish va bog'langan suvdagi bog'lanishlarni buzish uchun unga elektr razryad bilan ishlov beriladi. Bunda kuchlanish impuls 5—10 kV atrofida bo'ladi. Kuchlanish impuls generatoridan olinadi.

Quritish vaqti mevaning standart namlikka yetilishi bilan nazorat qilinadi va 4—5 soatni tashkil qiladi. havo oqimining tezligi mevani fiziologik holati bilan belgilanadi, yani namlik oqimini tezligi (intevsivligi) bilan belgilanadi. Havo oqimi tezligi doimiy bo'ladi. U elektrokaliifer unumdorligi bilan belgilanadi.

Mahsulotni quritish kamerasidagi so'rilarga joylashtirib quritiladi, u yerdan saqlash kamerasiga olinadi. Mahsulot zichligi barcha mevalarga issiq, havo bilan kontakt bo'lishini ta'minlash kerak. Odatda so'rilarga bir qavat qilib meva joylashtiriladi.

Demak, omillar jadvali 11.8-jadval kabi bo'ladi.

Omil nomi	Belgilanishi		O'lchov birligi	O'zgarish og'irligi	O'rtacha qiymati	Qadami
	Haq.	Shartli				
Harorat	$t, ^\circ\text{C}$	X_1	$^\circ\text{C}$	80–100	90	10
Kuchlanish	V	X_2	kV	5–10	7,5	2,5

Jarayonni quyidagi ifoda bilan model ko'rinishida tasvirlaymiz:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_{1,2}x_1x_2.$$

Ma'lumotlarga tayanib mahsulot sifatini optimallashtirish uchun model koeffitsiyentlarini aniqlaymiz. (KXEEK kaf. ITI hisobotlari, 1981–1990-y.)

Koeffitsiyentlar musbat bo'lsa, omil to'g'ri proporsional, manfiy bo'lsa, teskari proporsional bo'ladi. Koeffitsiyentning absolut qiymati esa uning jarayon o'zgarishiga ta'sir darajasini ko'rsatadi.

Statistik ma'lumotlarga ishlov berib, modelni aniqlaymiz:

$$y = 50 + 15x_1 + 6,5x_2 - 0,9x_1x_2.$$

bu yerda y – mevdan olingan namlik miqdorini ko'rsatadi.

Demak, ikkala omil ham proporsional ta'sirga ega bo'lib, havo harorati muhimroq ekan.

5-masala. 10/0,38 kV kuchlanishli podstantsiyadan energiya bilan ta'minlanayotgan parrandachilik korxonasida maksimal quvvatdan foydalanish soatlari sonining har xil qiymatlarida yillik energiya iste'moli ko'rsatkichi A_i maksimal quvvati S_i 11.9-jadvalning 2- va 3-ustunlarida keltirilgan podstantsiyaning hisobiy yuklamasi va parrandachilik korxonasida elektr energiya iste'moli ko'rsatkichlari orasidagi korrelatsion bog'liqlik aniqlansin.

Yechish. 1) Ikki tasodifiy kattaliklar (korxonaning yillik energiya iste'moli A_i va maksimal quvvat S_i) orasidagi bog'liqliklar korrelatsiya koeffitsiyenti bilan ifodalanadi.

2) Korrelatsion koeffitsiyentni topish uchun yil mobaynida iste'mol qilingan energiya miqdori (A_i) va maksimal quvvatlar (S_i) qayd etilgan 2- va 3-ustunda keltirilgan variatsion qatordan foydalanib, jadvalning 4–8-ustunlarini to'ldiramiz. Buning uchun energiya iste'moli va maksimal quvvat kattaliklari keltirilgan variatsion qatorning o'rtacha qiymati $\bar{A}$ va $\bar{S}$ larni hisoblaymiz:

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^{12} S_i}{n} = \frac{40+70+160+120+150+220+230+260+320+340+370+420}{12} = \frac{2640}{12} = 220 \text{ kV}\cdot\text{A}.$$

T.r.	S_i , kV·A	A_i , kV·A· s·10 ³	$S_i - \bar{S}$, kV·A	$(S_i - \bar{S})^2 \cdot 10^{-2}$, (kV·A) ²	$A_i - \bar{A}$, kV·A· s·10 ³	$(A_i - \bar{A})^2 \cdot 10^{-2}$, (kV·A·s) ² ·10 ⁶	$(S_i - \bar{S})(A_i - \bar{A}) \cdot 10^{-2}$, (kV·A) ² ·s·10 ⁵
1	40	40	-180	324	-680	4624	1224
2	70	280	-150	225	-440	1936	660
3	100	250	-120	144	-470	2209	564
4	120	150	-100	100	-570	3249	570
5	150	450	-70	49	-270	729	189
6	220	600	0	0	-120	144	0
7	230	1070	10	1	350	1225	35
8	260	1000	40	16	280	784	112
9	320	800	100	100	80	64	80
10	34	700	120	144	-20	4	-24
11	370	1500	150	225	780	6084	1170
12	420	1800	200	400	1080	11664	2160
	2640	8640		1728		32716	6740
O'rt. qiy- mat	220	720					

11.9-jadvalning 4-, 5-, 6-, 7-, 8-ustunlarini jadvalning yuqori qismidagi formulalardan foydalanib to'ldiramiz:

$$S_i - \bar{S} = 40 - 220 = -180 \text{ (4-ustun birinchi qatoriga);}$$

$$(S_i - \bar{S})^2 \cdot 10^{-2} = (-180)^2 \cdot 10^{-2} = 324 \text{ (5-ustun birinchi qatoriga);}$$

$$A_i - \bar{A} = 40 - 720 = -680 \text{ (6-ustun birinchi qatoriga);}$$

$$(A_i - \bar{A})^2 \cdot 10^{-2} = (-680)^2 \cdot 10^{-2} = 4624 \text{ (7-ustun birinchi qatoriga);}$$

$$(S_i - \bar{S})(A_i - \bar{A}) \cdot 10^{-2} \cdot 10^3 = (40 - 220)(40 - 720) \cdot 10^{-2} \cdot 10^3 = 1224 \text{ (8-ustun birinchi qatoriga).}$$

Qolgan 2, 3...12-qatorlar yuqoridagi formulalar yordamida hisoblangan qiymatlar bilan to'ldiriladi.

3) Tanlanma to'plam korrelatsiya koeffitsiyentini topamiz:

$$r^* = \frac{\sum_{i=1}^{12} (S_i - \bar{S})(A_i - \bar{A})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{12} (S_i - \bar{S})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{12} (A_i - \bar{A})^2}} = \frac{6740}{\sqrt{1728 \cdot 32716}} = 0,897.$$

Korrelatsiya koeffitsiyentining ushbu qiymati elektr energiya iste'moli bilan podstantsiyaning hisobiy quvvati orasida bog'liqlik borligini ko'rsatadi.

4) Chiziqli regressiya tenglamaning parametrlarini topamiz:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^{12} (S_i - \bar{S})(A_i - \bar{A})}{\sum_{i=1}^{12} (S_i - \bar{S})^2} = \frac{6740}{1728} = 3,9;$$

$$b = 720 - 3,9 \cdot 220 = -138.$$

5) Topilgan parametrlar orqali chiziqli regressiya tenglamasini olamiz:

$$A = kS - b = 3,9S - 138.$$

Statistik gipotezani tekshirish bo'yicha misollar

1-masala. O'zgarmas yuklamali ketma-ket elektr zanjirning turli nuqталarida tok kuchi (I) uch xil priborda qayd etilgan: o'lhagich kleshida I_1 , hitga o'rnatilgan priborda (ampermetrda) I_2 va laboratoriya priborida I_3 . O'lash natijalari $I_1=2,5$ A, $I_2=4$ A, $I_3=3$ A ni qayd etdi. Tanlamaning muallaq o'rtachasini toping.

Yechish. Uchala o'lov usulida ham matematik kutilish (MK) bir-biriga mos keladi va ularni haqiqiy qiymatlari $MI_1=2I_2=MI_3=m$. Har bir o'lov dispersiyasini $DI_1=5$, $DI_2=2$, $DI_3=1$ deb hisoblab, quyidagi formuladan foydalanib tanlamaning muallaq o'rtacha qiymatini (I_{mual}) topamiz:

$$\bar{x}_{\text{mual}} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{\sigma_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\sigma_i^2}}, \quad \bar{I}_{\text{mual}} = \frac{\sum_{i=1}^3 \frac{I_i}{DI_i}}{\sum_{i=1}^3 \frac{1}{DI_i}} = \frac{\frac{2,5}{5} + \frac{4}{2} + \frac{3}{1}}{\frac{1}{5} + \frac{1}{2} + 1} = 3,23.$$

2-masala. Ikkita o'lov priborlarni o'lash aniqliklarini topish uchun biron bir kattalik o'lab ko'rilgan. O'nta o'lov bo'yicha ($n_1=10$) birinchi pribor uchun tuzatilgan tanlama dispersiya (σ_1^2) hisoblangan ($\sigma_1^2 = 1,11$), $n_2=15$ ta o'lov bo'yicha ikkita pribor uchun tuzatilgan dispersiya (σ_2^2) hisoblangan ($\sigma_2^2 = 0,52$). Qiymatdorlik darajasi $\alpha=0,05$ ga teng bo'lganda ikkala priborning o'lash aniqligini bir xil deb yoki ikkinchi pribor o'proq aniqlikni ta'minlaydi, deb bo'ladimi?

Yechish. Berilgan qiymatdorlik darajasi $\alpha=0,05$ konkurentlik qilayotgan poteza $H_1: D(X) > D(Y)$ bo'lganda nolinch gipotezani $H_0: D(X) \leq D(Y)$ tekshiramiz. Ushbu hol uchun o'ng tomonlama kritik sohasini quramiz.

Qiymatdorlik darajasi va erkinlik darajalari ($k_1=10-1=9$; $k_2=15-1=14$ bo'yicha 2-ilovaning 2.5-jadvalidan kritik nuqtani F_{kr} topamiz:

$$(0,05; 9; 14)=2,65=F_{kr}.$$

$$\text{Kuzatiladigan qiymatni topamiz: } F_{kuz} = \frac{1}{\sigma_0^2} = \frac{1,11}{0,52} \approx 2,1.$$

$F_{kuz}=2,1 < F_{kr}=2,65$ shartga ko'ra nolinchgi gipotezani rad etishga asos yo'q, demak ikkinchi pribor kattaroq aniqlik beradi deyishga ham asos yo'q.

3-masala. Priborlar klassini aniqlashda priborning ko'rsatishini ruxsa etilgan sochilishini (σ_0) 1,02 deb olinadi: $\sigma_0=1,02$. O'rganilayotgan pribord biron bir kattalikni (tok kuchi I , kuchlanish U , elektr quvvat P va h.k.lar 11 marotaba o'lchash o'tkazilgan va tuzatilgan tanlama dispersiya ($\sigma^2=2,54$ hisoblangan. Yuqoridagilarni hisobga olib ushbu priborni standart talabig javob beradi, deb bo'ladimi?

Yechish: Qiymatdorlik darajasi α ni 0,01 deb qabul qilib ($\sigma=0,01$ konkurent gipotezaga ($H_1: M(\sigma^2) > \sigma_0^2$) qarshi nolinchgi gipotezar $H_0: M(\sigma_0^2) > \sigma^2$ tekshirib ko'ramiz.

O'ng tomonlama kritik sohani quramiz. Qiymatdorlik darajasi va erkinli darajasi soni $k=n-1=10$ uchun 2-ilova 2.6-jadvaldan kritik nuqtani (x_{kuz}^2 qabul qilamiz: $x_{kuz}^2(0,01; 10)=23,2$. Kriteriyani kuzatilayotgan qiymatir kuzatilayotgan kritik nuqtani (x_{kuz}^2) hisoblaymiz:

$$x_{kuz}^2 = \frac{(n-1)\sigma^2}{\sigma_0^2} = \frac{10 \cdot 2,54}{1,02} = 24,9 > x_{kr}^2 = 23,2.$$

Yuqoridagi shartni bajarilishi nolinchgi gipotezan rad etadi, ya'ni tuzatilga va gipotetik dispersiyalar orasidagi farq ancha katta va bu farq tasodifi hodisa yoki faktorlardan deb hisoblab bo'lmaydi. Binobarin sinalyotga pribor standart talabiga javob bermaydi.

4-masala. 502 kun davomida o'rmonchilik mahsulotlarini qayta ishlas korxonasidagi yog'och arralash qurilmaning elektr motorlarini ortiqch yuklama yuzaga kelishi tufayli elektr tarmoqdan avtomatik uzib qo'yilis soni 11.10-jadvaldaniing 1-, 2-ustunlarida keltirilgan.

Jadvalning 1-ustunida m_i - i marotaba uzilish sodir bo'lgan kunk soni, 2-ustunda p_i - uzilish sodir bo'lishi ehtimolligi. $p_i = \frac{m_i}{n}$ bu yerda n - tanlama hajmi ($\sum m_i = 5,02$).

Pirsonning muvofiqlik kriteriyasidan (χ^2) foydalanib, kuzatuvlar natija larini Puasson taqsimot qonuniga mosligi to'g'risidagi gipotezani, qiymat dorlik darajasi (α) 0,05 ga teng deb qabul qilib tekshiring.

	m_i	p_i	np_i	$m_i - np_i$	$(m_i - np_i)^2$	$\frac{(m_i - np_i)^2}{np_i}$
0	120	0,252	126	-6	36	0,29
1	148	0,319	159,5	-11,5	132,25	0,85
2	133	0,227	113,5	19,5	380,25	3,35
3	66	0,121	60,5	5,5	30,25	0,49
4	28	0,053	26,5	1,5	2,25	0,08
5	4	0,019	9,5	-5,5	30,25	3,18
6	1	0,006	3	-2	4	1,33
Σ	502					9,57

Yechish. Kuzatuv natijalari asosida Puasson qonuni taqsimlanish parametri $\bar{\lambda}$ ning bahosi $\bar{\lambda}$ ni quyidagi formuladan hisoblab topamiz:

$$\bar{\lambda} = \frac{\sum_{i=0}^6 im_i}{n} = \frac{750}{502} = 1,47; \quad \left(n = \sum_{i=0}^6 m_i = 502 \right).$$

Bir kunda iste'molchini (elektr motorni) elektr tarmog'idan i -marotaba uzilib qolishi sodir bo'lganda Puasson taqsimlanish qonuni bilan ifodalanishini adolatli hisoblab $p_i = P(i, \bar{\lambda})$, deb belgilab nazariy ehtimollik (p_i)ni topamiz. (2-ilova, 2.3-jadval).

Ushbu ehtimolliklarni topish uchun $\lambda=1$ va $\lambda=2$ orasida λ bo'yicha interpolatsiyalaymiz va jadvalni 3- va 4-ustunida keltirilgan p_i hamda np_i larning qiymatlarini olamiz.

11.10-jadvalda keltirilgan materiallardan foydalanib kriteriyani kuzatilgan qiymatni (x_{kuz}^2) topamiz:

$$x_{kuz}^2 = \sum_{i=0}^6 \frac{(m_i - np_i)^2}{np_i} = 9,57.$$

Ozodlik darajasi sonini topamiz: $r = k - 2$; bu yerda k - tanlamada qatorlar soni $k=7$; demak $r = 7 - 2 = 5$.

$p(x^2 > x_{kr}^2(\alpha, r)) = \alpha$ formula bo'yicha qiymatdorlik darajasi $\alpha=0,05$ ga o'g'ri keluvchi kritik sohasini quramiz. 2-ilovaning 6-jadvalidan kriteriyani kritik qiymatini $x_{kr}^2(0,05; 5) = 11,1$ qabul qilamiz.

$x_{kuz}^2 = 9,57 < x_{kr} = 11,1$ tengsizlik kuzatuvlar natijasi Puasson taqsimlanishiga to'g'ri kelishi to'g'risidagi gipotezani inkor qiluvchi asos yo'qligini o'rsatadi (Puasson qonuni taqsimlanishidan chetlashish juda kichkina).

1-masala. Ikkita priborlardan tashkil topgan va ikkalasini ishlash ehtimolligi $P_1=0,7$ bo'lganda sistemani entropiyasini aniqlang. Birinchi ikkinchi priborni ishdan chiqishi bo'yicha taxmin gipoteza teng ehtimollik ega ikkala priborni bir vaqtda ishlamay qolish (ishdan chiqish) ehtimolli $P_2=0,05$.

Yechish. Sistemaning holatini belgilab olamiz:

ikkala pribor ishlab turgan holat — x_1 ($p_1 = 0,7$);

ikkala pribor ishdan chiqqan holat — x_2 ($p_2 = 0,05$);

ikkita pribordan bittasi ishdan chiqqan holat — x_3 (p_3).

Sistema yuqoridagi 3 ta holatdan bittasini ifodalay olishini hisob olib, x_3 ni quyidagicha topamiz: $p_3 = 1 - p_1 - p_2 = 1 - 0,7 - 0,05 = 0,2$

2-ilova, 2.7-jadvaldan foydalanib sistemaning entropiyasini aniqlaymi

$$H(X) = -\sum_{i=1}^3 p_i \log p_i = 0,360 + 0,216 + 0,500 = 1,076 \text{ bit.}$$

Demak, ushbu sistemani entropiyasi teng ehtimollikka ega ikkita hol sistema entropiyasiga yaqin ekan.

2-masala. Chorvachilik binosi ichidagi havoning harorati bir-biri bila bog'liq bo'lmagan ikkita sistema ta'siriga bog'liq. Issiq havo berish sistem X (birinchi sistema) 3 xil holatda mavjud bo'lishi mumkin: sistema ish holatda $p(x_1) = 0,7$; avtomatika qurilmasi nosoz holatda $p(x_2) = 0$; qizitish uskunasi nosoz holatda $p(x_3) = 0,1$.

Shamollatish sistemasi Y (ikkinchi sistema) ikkita holatda bo'lish mumkin: sistema ishchi (soz) holatda $p(y_1) = 0,85$; sistema nosoz holat $p(y_2) = 0,15$. Holati ma'lum bo'lmagan X va Y sistemalardan tashkil topga murakkab sistema entropiyasini toping.

Yechish. 2-ilova, 2.2-jadvaldan foydalanib X sistema holatini aniqlaymi

$$H(X) = -\sum_{i=1}^3 p_i \log p_i = 1,156 \text{ bit.}$$

Y sistema entropiyasini aniqlaymiz:

$$H(Y) = -\sum_{i=1}^2 p_i \log p_i = 0,610 \text{ bit.}$$

X , Y sistemalardan tashkil topgan murakkab sistema entropiyasini topami

$$H(X, Y) = 1,156 + 0,610 = 1,766 \text{ bit.}$$

Sistemaning ushbu entropiyasi uchta va to'rtta teng ehtimolli holatda sistemalar entropiya oralig'ida joylashgan.

Ishonchlilik nazariyasiga oid masalalar

1-masala. Zavodda ishlab chiqarilgan $N_0=1000$ dona avtomatik uzgichni loydan o'tkazish kerak. Sinov vaqtida quyidagilar qayd etildi: $t=3000$ at davomida 1000 ta avtomatik uzgichdan 80 tasi ishdan chiqdi, $t=3500-3000=500$ soat vaqt oralig'ida yana $\Delta n=100$ ta avtomatik gich ishdan chiqdi.

3000–3500 soat ishlash vaqtidagi avtomatik uzgichlarning ishdan chiqish intensivligi (λ) va buzilmasdan ishlash ehtimolligini (P) toping.

Yechish. 1. Avtomatik uzgichlarning 3000–3500 soat vaqt oralig'ida idan chiqish intensivligini quyidagi formula bilan hisoblaymiz:

$$\lambda = \frac{\Delta n}{N_{o'rt} \cdot \Delta t},$$

bu yerda: $N_{o'rt} - \Delta t$ interval davomida ishlab turgan avtomatik uzgichlar soni.

$$\lambda = \frac{100}{(920-820) \cdot 0,5 \cdot 500} = 2,3 \cdot 10^{-4} \text{ (soat)}^{-1}.$$

2. Buzilmasdan ishlash ehtimolligini topamiz:

$$P_{(3250)} = \frac{N_0 - n(3500)}{N_0} = \frac{1000-180}{1000} = 0,82$$

bu yerda: $n(3500) - 3500$ soat ish vaqti davomida ishdan chiqqan avtomatik uzgichlar soni: $80+100=180$ ta.

2-masala. Parrandachilik fermasida zaxira elektr ta'minlash manbayi sifatida dizel elektr stansiyasidan foydalaniladi. Dizel elektr stansiyaning buzilishi intensivligi $\lambda=0,0002 \text{ (soat)}^{-1}$, qayta tiklanish o'rtacha vaqti $T_{q.t.o'r}=200$ soat, qayta ishlashga tayyorlik koeffitsiyenti ($T_{b.i.t}$)ni toping.

Yechish. 1) Dizel stansiyaning buzilishidan oldin buzilmasdan ishlab berish o'rtacha vaqti:

$$T_{b.i.b} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,0002} = 5000 \text{ soat}.$$

2) Stansiyaning qayta ishlashga tayyorlik koeffitsiyentini topamiz:

$$T_{q.i.t.} = \frac{T_{b.i.b}}{T_{b.i.b} + T_{q.t.o'r}} = \frac{5000}{5000+200} = 0,962.$$

3-masala. 35 kV kuchlanish manbayiga ketma-ket ulangan nominal kuchlanishi 6 kV 6 ta kondensatorlardan tashkil topgan batareyaning ishonchlilikini aniqlang. Kondensatorlarning intensivligi $\lambda=0,01 \text{ (yil)}^{-1}$.

Yechish. Batareya intensivligini topamiz:

$$\lambda_b = \sum_{i=1}^6 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,01 + 0,01 = 0,06.$$

Yil davomida buzilmasdan (ishdan chiqmasdan) ishlash ehtimoli $P(t)$ ni topamiz.

$$P(t) = e^{-\lambda} = e^{-0,06} = 0,942.$$

Ishdan chiqish (buzilish) ehtimoli

$$Q(t) = 1 - e^{-\lambda} = 1 - e^{-0,06} = 0,058.$$

Kondensatorlar batareyasiga, ishdan chiqish buzilish intensivligi $\lambda_{c.s.} = 0,024$ ga teng, eruvchan saqlagich ulangan ushbu kompleksni (majmuani) ishdan chiqish (buzilish) intensivligi λ_{maj} quyidagicha aniqlanadi.

$$\lambda_{maj} = \lambda_b + \lambda_{c.s.} = 0,06 + 0,024 = 0,084.$$

Majmuani 1 yil mobaynida buzilishsiz (ishdan chiqmasdan) ishlash ehtimolligini topamiz:

$$P_{maj}(t) = e^{-\lambda_{maj}} = e^{-0,084} = 0,919.$$

Majmuani ishdan chiqish (buzilish) ehtimolligini topamiz.

$$Q(t) = 1 - e^{-\lambda_{maj}} = 1 - e^{-0,084} = 0,081.$$

4-masala. Chorvachilik ferma ulangan uzunligi 10 km 35 kV yuqori kuchlanishli havo liniyasi, liniya boshidagi moyli uzgich va iste'molchi tomonda joylashgan ajratkich saqlagich va transformatorlardan tashkil topgan. Elektr ta'minot tizimi majmuani bir oy va 1 yil davomida buzilmasdan ishlash ehtimolligini toping.

Yechish. 1. Ishonchlilik nuqtayi nazaridan barcha ketma-ket ulangan elektrotexnik uskunalar o'zaro ketma-ket ulangan elementlardan tashkil topgan sxemani tashkil etadi.

Elektr uskunalar ishonchlilik ko'rsatkichlari jadvalidan ishdan chiqish intensivligini qabul qilamiz.

Moyli o'chirgich — $\lambda_{m.o.} = 0,002$; ajratkich — $\lambda_{aj} = 0,015$; transformator — $\lambda_{tr} = 0,002$; havo liniyasi — $\lambda_{h.l.} = 0,002$; eruvchan saqlagich — $\lambda_{c.s.} = 0,002$.

2. Yuqoridagi ketma-ket elementlardan tashkil topgan tizim (sistema)ning ishdan chiqish intensivligini topamiz:

$$\lambda_s = \lambda_{m.o.} + \lambda_{aj} + \lambda_{tr} + \lambda_{h.l.} + \lambda_{c.s.} = 0,002 + 0,015 + 0,02 + 0,26 + 0,01 = 0,307.$$

3. Sistemaning 1 yil davomida buzilmasdan (ishdan chiqmasdan) ishlashi ehtimolligini ($P(1,0)$) topamiz: $P(1,0) = e^{-\lambda_s \cdot 1,0} = e^{-0,307 \cdot 1,0} = 0,75.$

4. Sistemaning bir oy mobaynida buzilmasdan ishlash ehtimolligini hisoblaymiz:

$$P\left(\frac{1}{12}\right) = e^{-\lambda t} = e^{-0,307 \cdot \frac{1}{12}} = 0,779.$$

5-masala. Nasos stansiyasi ishdan chiqish oqimi parametri $\lambda = 0,05 \frac{1}{\text{yil}}$ bo'lgan ikkita parallel ulangan transformator orqali energiya bilan ta'minlanadi. Parallel ulangan ikkita transformator orqali energiya ta'minoti bitta transformator orqali energiya ta'minoti sxemasinikina keragida ishonchliligi qanchaga yuqori bo'ladi. (Ikkala transformator ham yakka o'zi nasos stansiyani energiya bilan ta'minlay oladi).

Yechish. 1. Har bir transformatorning 1 yil davomida buzilmasdan ishlash ehtimolligini aniqlaymiz:

$$P(1,0) = e^{-\lambda} = e^{-0,05} \approx 0,951.$$

2. Ikkala transformatorning 1 yil davomida ishdan chiqish (ishlamay qolish) ehtimolligini topamiz:

$$Q(1,0) = q^2(1,0) = (1 - \lambda)^2 = (1 - 0,951)^2 \approx 0,0024.$$

3. Bitta transformatorning ishdan chiqish ehtimolligini topamiz:

$$P(t) = 1 - Q(t) = 1 - 0,0024 = 0,9976.$$

Demak, ikki transformatorli energiya ta'minoti tizimi ishonchliligi itta transformatorli tizim ishonchliligiga nisbatan 0,046 ga oshdi:

$$(0,046 = 0,9976 - 0,951).$$

4. Ikkita parallel ulangan transformatoridan tashkil topgan guruhning buzilishgacha ishlab qo'ygan o'rtacha vaqti $T_{(o'r)1,2}$ ni topamiz:

$$T_{(o'r)1,2} = \frac{3}{2\lambda} = \frac{3}{2 \cdot 0,05} = 30 \text{ yil}.$$

5. Har bir transformatorning buzilishgacha ishlab qo'ygan o'rtacha vaqti

$$T_{o'r1} = T_{o'r2} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,05} = 20 \text{ yil}.$$

6-masala. Parrandachilik fabrikasi ikkita podstansiyadan ikki zanjirli 10 kV li liniya orqali energiya bilan ta'minlanadi. Birinchi liniyaning o'tkazish qobiliyati — $S_1=0,7$, buzilmasdan ishlash ehtimolligi — $P_1=0,8$, ikkinchi liniyani o'tkazish qobiliyati $S_2=0,3$ buzilmasdan ishlash ehtimolligi — $P_2=0,9$.

Liniyaning ishga tushishga tayyorlik koeffitsiyenti (K_i)ni toping.

Yechish. Texnik obyektni ishga tushishga tayyorlik koeffitsiyentini topamiz:

$$K_{t,t} = P_1 q_1 S_1 + P_2 q_2 S_2 = 0,7 \cdot 0,8 + 0,8(1 - 0,8) \cdot 0,7 + 0,9(1 - 0,9) \cdot 0,3 = \\ = 0,72 + 0,056 + 0,054 = 0,83$$

Agarda ushbu liniyalarning ishonchligi yuqori bo'lganida ($P_1=0,9$ va $P_2=0,8$) ishga tushishga tayyorlik koeffitsiyenti 0,87 bo'lar edi.

7-masala. Birinchi kategoriya elektr energiyasi iste'molchilari 1000 soat ishlash davrida buzilmasdan ishlash ehtimolligi 0,95 ga, ya'ni $P(1000)=0,95$ ga teng transformator podstantsiyasidan energiya bilan ta'minlanishi kerak. Zaxira elektr ta'minoti uchun podstantsiyaning ishonchligiga teng ishonchlikdagi, ya'ni $P_n(1000)=0,95$ ishonchlikdagi dizel elektr stansiyasi o'rnatilgan. Ushbu dizel stansiya asosiy podstantsiyada nosozlik yuzaga kelib o'chirilganida ishga tushadi. Elektr ta'minot tizimining buzilmasdan ishlash ehtimolligi va tizimni birinchi bor ishdan chiqishigacha (buzilishigacha) o'rtacha ishlash davomiyligini aniqlang.

Yechish. 1. Ushbu masalani yechishni sistemani bir karrali (marotabali) zaxiralash sharti misolida, ya'ni $m=1$ xil uchun ko'rib chiqamiz.

Buning uchun $P_s(t) = e^{-\lambda_0 t} (1 + \lambda_0 t)$ formuladan foydalanamiz.

Bu yerda $\lambda_0 t = 1 - e^{-\lambda_0 t} = 0,05$.

$$P_s(t) = 0,95(1 + 0,05) = 0,9975.$$

2. Sistemada birinchi ishdan chiqish sodir bo'lguncha o'rtacha ishlash davomiyligini quyidagi formuladan topamiz:

$$T_s = T_0(m+1) = 2T_0.$$

Sistemaning $t = 1000$ soat ishlash vaqti davomida $\lambda_0 t = 0,05$ ga teng bo'lgani uchun $\lambda_0 = 0,5 \cdot 10^{-4}$ soat⁻¹ ga, sistemaning bitta elementni birinchi bor buzilishigacha o'rtacha ishlash davomiyligi

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_0} = \frac{1}{0,5 \cdot 10^{-4} \cdot \text{soat}^{-1}} = 20000 \text{ soat}.$$

Zaxira ta'minot tizim uchun esa

$$T_s = 2T_0 = 40000 \text{ soat}.$$

8-masala. Aholi yashash punkti har birining ishdan chiqish buzilish

intensivligi $\lambda = 0,1 \frac{1}{\text{yil}}$ bo'lgan ikkita manbadan elektr energiyasi bilan

ta'minlanadi. Iste'molchilar ikkala energiya manbasi orqali energiya bilan ta'minlanayotganda (manbalar parallel ishlayotganda) va ikkinchi manba birinchisi buzilgandan keyin ishga tushganda 1 yil davomida ($t=1$ yil)

uzluksiz elektr ta'minoti ehtimolligi ($P(t)$) va buzilguncha ishlab berish o'rtacha vaqtini toping.

Yechish. 1. Iste'molchi ikkita parallel elektr manbayidan (elektr tarmoqdan) energiya olayotgan bo'lsa uzluksiz energiya ta'minoti ehtimolligini P_t topamiz:

$$P_t(t) = 2e^{-\lambda t} - e^{-2\lambda t} = 2e^{-0,1 \cdot 1} - e^{-2 \cdot 0,1 \cdot 1} = 1,8096 - 0,8187 = 0,9909.$$

2. Buzilguncha ishlab berish o'rtacha vaqtini topamiz:

$$T_{o'r} = \frac{3}{2\lambda} = \frac{3}{2 \cdot 0,1} = 15 \text{ yil}.$$

3. Birinchi energiya manbayi ishdan chiqqandan (buzilgandan) keyin zaxiradagi ikkinchi energiya manbayi ulanganda ta'minot tizimini uzluksiz energiya ta'minoti ehtimolligi $P'_t(t)$ va buzilishgacha ishlab berish o'rtacha vaqtini ($T'_{o'r}$) topamiz:

$$P'_t(t) = e^{-\lambda_0 t} (1 + \lambda_0 t) = e^{-0,1 \cdot 1} (1 + 0,1 \cdot 1) = 0,9955,$$

$$T'_{o'r} = T_0(m+1) = \frac{1}{\lambda}(m+1) = 20 \text{ yil}.$$

Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasiga oid misollar

1-masala. Agroenergoservis korxonasi ko'chma tezkor brigadasining 7 soat ish mobaynida ($t=7$) 4 ta talabnoma ($i=4$) kelib tushgan. Sakkizinchi soat davomida yana bitta talabnoma tushish ehtimolligini aniqlang ($f_j(t)$).

Yechish. 1. Talabnoma oqimi parametri λ ni topamiz.

λ — bir birlik vaqt davomida sistemaga kiritilgan talabnomalar sonining matematik kutilishidir:

$$\lambda = \frac{1}{m_t} = \frac{1}{t} = \frac{1}{7} = \frac{4}{7} = 0,57.$$

2. Sakkizinchi soat davomida yana bitta talabnoma tushish ehtimolligini quyidagi birinchi tartibli Erlang qonuni tenglamasi bo'yicha topamiz:

$$f_j(t) = \frac{\lambda(\lambda t)^j}{j!} \cdot e^{-\lambda t} = 0,57(0,57 \cdot 7)^4 \cdot e^{0,547} = 0,12.$$

2-masala. Agroenergoservis korxonasiga tushayotgan talabnomalarni uzatish natijasida korxonaga tushayotgan talabnomalar oqimi talabnomalar oralig'i vaqti intervali matematik kutilishi $m_t = 4$ min va dispersiyasi $D_t = 3,2$ min² ekanligi aniqlangan. Ushbu talabnomalar oqimini xarakteristikasi aynan bir xil bo'lgan normallashtirilgan Erlang oqimiga almashtiring.

Yechish. 1. Quyidagi formulalardan foydalanib talabnomalar soni matematik kutilishi normallashtirilgan Erlang oqimi tartibini topamiz:

$$\lambda = \frac{1}{m_t} = \frac{1}{4} = 0,2; \quad j+1 = \frac{1}{D_f \cdot \lambda^2} = \frac{1}{3,2 \cdot 0,063} \approx 4,9.$$

Binobarin normallashtirilgan Erlang oqimi tartibi $j = 4$, ya'ni talabnomalar haqiqiy oqimi to'rtinchi tartibli Erlang oqimi bilan almashtirilishi bo'ladi.

To'rtinchi tartibli Erlang oqimi zichligini quyidagicha ifodalaymiz:

$$f_4(t) = \frac{(\lambda t)^j}{j!} \cdot e^{-\lambda t} = \frac{(0,25t)^4}{4!} \cdot e^{-0,25t} = 0,21 \quad (t > 0).$$

Zichlikning maksimal qiymati $t = \frac{j}{\lambda} = \frac{4}{0,25} = 16$ min: to'g'ri keladi va

u 0,21 ga teng.

3-masala. Parrandachilik fermasida uchta texnologik liniyaga operator xizmat ko'rsatadi. Har bir liniya bir sutkada 2 marta to'xtaydi. Sozlash uchun operator 60 minut vaqt sarflaydi ($t_{x,k}=60$ min). Ommaviy xizmat ko'rsatish tizim (OXKT) xarakteristikalarini toping. Operatorni bandlik ehtimolligi (P_{band}), (smena davomida nosozliklar soni) tuzatib ulguradigan ish unumi (A) ta'mir talab nosoz liniyalar o'rtacha soni.

Yechish. 1. Quyidagilarni aniqlaymiz: Nosoz bo'lgan (obyekt) $n=$ (uchta texnologik liniya);

$$\text{voqelik xizmat ko'rsatish oqimi intensivligi } \mu = \frac{1}{t_{x,k}} = \frac{1}{60 \text{ min}} = \frac{24}{1} = 24$$

har bir elementni nosozlik oqimi intensivligi $\lambda=2$;

$$\text{yuklama intensivligi } \rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{2}{24} = \frac{1}{12}.$$

2. Nosozlik yo'qligi ehtimolligini ($P_{n,y}$) topamiz:

$$P_{n,y} = \left[1 + n\rho + n(n-1)\rho^2 + n(n-1)(n-2)\rho^3 + \dots + 1\rho^n \right]^{-1} = \\ = \frac{1}{1 + 3 \cdot \frac{1}{12} + 3(3-1)\left(\frac{1}{12}\right)^2 + 3(3-1)(3-2)\left(\frac{1}{12}\right)^3} \approx 0,77.$$

x_1, x_2, x_3 holatlar ehtimolligi p_1, p_2, p_3 larni topamiz:

$$p_1 = n \cdot \rho \cdot P_{n,y} = 3 \cdot \frac{1}{12} \cdot 0,77 = 0,192,$$

$$p_2 = n(n-1) \cdot p^2 \cdot p_{n,y} = 3 \cdot (3-1) \left(\frac{1}{12}\right)^2 \cdot 0,77 = 0,030,$$

$$p_3 = n(n-1)(n-2) \cdot p^3 \cdot p_{n,y} = 3(3-1)(3-2) \left(\frac{1}{12}\right)^3 \cdot 0,77 = 0,0026.$$

3. Operatorni bandlik ehtimolini topamiz:

$$P_{o,b} = 1 - p_{n,y} = 1 - 0,77 = 0,23.$$

4. Operatorni smena davomida tuzatib ulguradigan nosozliklar sonini jamiz:

$$A = (1 - p_{n,y}) \mu = (1 - 0,77) \cdot 24 = 5,5.$$

Optimal boshqaruv nazariyasiga oid misollar

1-masala. 11.3-rasmida keltirilgan qishloq podstansiyasini 10 kV shinasini km masofada joylashgan rayon podstansiyasining 35 kV shinasidan 1-50 markali sim orqali energiya bilan ta'minlanadi. Ushbu elektr uzatish iyasini quyidagi variantlarda amalga oshirish mumkin:

a) energiya yetkazib beruvchi bitta liniya va bitta transformator (11.5-a rasm);

b) energiya yetkazib beruvchi bitta liniya va ikkita transformator (11.5-b rasm);

d) energiya yetkazib beruvchi ikkita liniya va bitta transformator (11.5-d rasm);

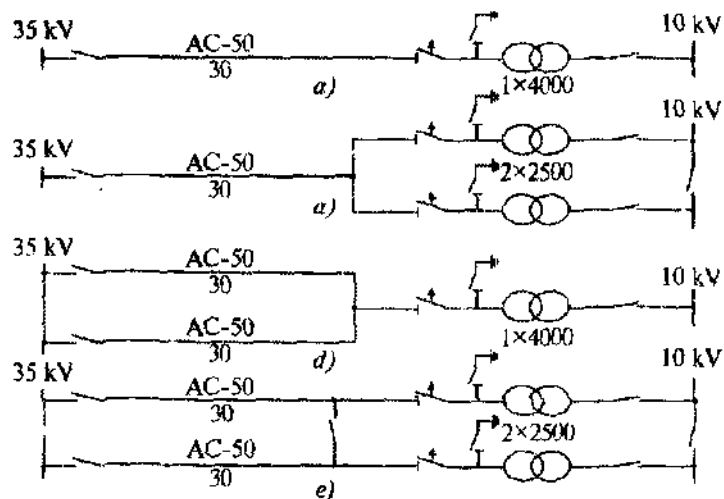
e) energiya yetkazib beruvchi ikkita liniya va ikkita transformator (11.5-e rasm).

Elektr ta'minoti sxemasi elementlari ishonchliligi ko'rsatkichi λ 11.11-jadvalda keltirilgan. 11.3-rasmida keltirilgan elektr ta'minot sxemalarni uzluksiz energiya bilan ta'minlash ehtimolliklarini aniqlang.

Yechish. Elektr ta'minot tizimini 1 yilda buzilgan holatda bo'lishi nisbiy vaqtini aniqlaymiz:

$$q = \sum_{i=1}^n \frac{\lambda_i \tau_{av,i}}{8760} + \frac{\tau_{pl,i}}{8760},$$

bu yerda: λ_i — sxema elementlari ishonchliligi ko'rsatkichlaridan biri ishdan chiqish chastotasi (chastota yetkazuv) 11.11-jadvalda keltirilgan; — $\tau_{av,i}$ — sxema elementlari nosozligini avariya dan keyin tuzatishga ketgan vaqti; $\tau_{pl,i}$ — sxema elementlarini ta'mirlash va sinash maqsadida planli o'chirilish vaqti davomiyliigi.



11.5-rasm. 35 kV rayon podstansiyadan 10 kV qishloq podstansiyasiga energiya uzatish liniyasining elektr sxemasi variantlari.

11.11-jadval

Ishonchlilik ko'rsatkichlari	Sxema elementlari nomlari						
	Moyli uzgich 35 kV	35 kV Havo liniyasi sim AC-50	Ajrat-kich	Qisqa tutashtargich	Transformator 35/10 kV	Moyli uzgich 10 kV	Shina 10 kV
λ_{11} , 1/yil. (1/100 km·yil)	0,02	0,8-1,0	0,03	0,03	0,01	0,005	0,03
τ_{avar} (soat/bitta buzil)	10	8	15	15	90	10	4
τ_{ptm} (soat/100 km·yil)	10	90	10	10	20	18	4

Liniya rezervlanganda rejali ta'mirlash va sinash bilan bog'liq vaqt yuqoridagi formulada hisobga olinmaydi. Liniyada rezervlanganida avariya natijasida sxemadagi uzilish sodir bo'lish ehtimolligi formuladagi $\frac{\lambda_1 \tau_{av.1}}{8760}$ nisbatning kvadrati bilan hisoblanadi.

$\lambda_{i,i}, \tau_{av,i,i}, \tau_{pl,i}$ larning 11.11-jadvalda keltirilgan qiymatlarini formulaga o'qib, sxemaning har bir varianti uchun uning nosozliklar (ishdan chiqish, uzilish) ehtimoli q_i ni topamiz:

a-sxema uchun:

$$q_a = \frac{\lambda_{m,u}(35)\tau_{av,m,u}(35) + \lambda_{h,l}\tau_{av,h,l} + \lambda_{aj}\tau_{av,aj} + \lambda_{q,t}\tau_{av,q,t} + \lambda_{tr}\tau_{av,tr} +}{8760} +$$

$$+ \frac{\lambda_{m,u}(10)\tau_{m,u}(10) + \lambda_{shin}\tau_{av,shin} + \tau_{pl,m,u} + \tau_{h,l} + \tau_{aj} + \tau_{q,t} + \tau_{tr} + \tau_{m,u}(10) + \tau_{shin}}{8760}$$

$$= \frac{0,02 \cdot 10 + 0,9 \cdot 8 + 0,03 \cdot 15 + 0,03 \cdot 15 + 0,01 \cdot 90 + 0,005 \cdot 10 + 0,03 \cdot 4}{8760} +$$

$$+ \frac{10 + 90 + 10 + 10 + 20 + 18 + 4}{8760} = 18,8 \cdot 10^{-3};$$

b-sxema uchun:

$$q_b = \frac{\lambda_{m,u}(35)\tau_{av,m,u}(35) + \lambda_{h,l}\tau_{av,h,l} + \lambda_{aj}\tau_{av,aj} + \lambda_{q,t}\tau_{av,q,t} + \lambda_{tr}\tau_{av,tr} +}{8760} +$$

$$+ \frac{\lambda_{m,u}(10)\tau_{m,u}(10) + \lambda_{shin}\tau_{av,shin} + \tau_{pl,m,u} + \tau_{h,l}}{8760} =$$

$$= \frac{4,08}{8760} + \frac{10 + 90}{8760} = \frac{104,8}{8760} = 11,4 \cdot 10^{-3};$$

d-sxema uchun:

$$q_d = \frac{4,08}{8760} + \frac{\tau_{aj} + \tau_{q,t} + \tau_{tr} + \tau_{m,u}(10) + \tau_{shin}}{8760} =$$

$$= \frac{4,08}{8760} + \frac{10 + 10 + 20 + 18 + 4}{8760} = \frac{4,08}{8760} + \frac{62}{8760} = 7,3 \cdot 10^{-3};$$

$$e-sxema uchun: q_e = \frac{4,08}{8760} = 0,48 \cdot 10^{-6}.$$

11.3-rasmdagi a, b, d, e sistemalarning buzilmasdan ishlash ehtimolligi P ni topamiz: $P = 1 - q$;

$$P_a = 1 - q_a = 0,9812;$$

$$P_b = 1 - q_b = 0,9886;$$

$$P_d = 1 - q_d = 0,9927;$$

$$P_e = 1 - q_e = 0,99999947 \approx 1,0.$$

2-masala. 110–35/10 kV rayon elektr stansiyaga ulangan iste'molchilarning iste'mol qilgan energiyasi 2003-yilda – 100 mln. kVt · s, 2005-yilda – 120 mln. kVt · s, 2008 yilda – 157,5 mln. kVt · s tashkil qilgan bo'lsa, 2013-yilda taxminan qancha energiya iste'mol qilishini aniqlang.

Yechish. $A_i = mt + nt^2 + lt^3$ ko'rinishdagi kvadratik ko'rinishdagi polinomdan foydalanib, ko'rilayotgan davr oralig'idagi har qanday yil uchun A_0 , m va n larni parametrini topamiz.

ILOVALAR

1-ilora. Fan va texnika sohasida faoliyat yuritishda ko'p uchraydigan terminlar qisqacha izohli lug'ati

Abstraksiya — 1) narsalar va ular o'rtasidagi munosabatlarning bir qator xossalarni fikran ajratish; 2) uning mohiyatini ochib beruvchi xossalarni ajratish maqsadida ko'rib chiqilayotgan hodisaning jiddiy bo'lmagar tomonlarida ularning idroklash jarayonida ajratish natijasida hosil bo'ladigan ayrim tushuncha.

Agnostitsizm — falsafiy ta'limot, obyektiv borliq va haqiqatning obyektiv mohiyatini bilishni rad etadi, fanning vazifasini hodisalarning bilish bilan chegaralaydi, narsalar mohiyati va tabiiy hamda ijtimoiy jarayonlarni rivojlanish qonuniyatlarini bilish mumkin emas deb hisoblaydi.

Adekvat — teng, ayniqlik, to'la muvofiqlik.

Akademizm — ilmiy va ta'lim faoliyatidagi sof nazariy yo'nalish.

Aksioma — 1) biror nazariyaning shu nazariya boshqa qoidalarini isbotlash asosida yotuvchi ilk, boshlang'ich qoida, buning miqyosida u (boshlang'ich holat) isbotlarsiz qabul qilinadi; 2) isbotlash talab etilmaydigan sohaqiqat.

Aktual — dolzarb, hozirgi vaqt uchun ahamiyatli.

Algoritim — 1) qat'iy belgilangan qoida bo'yicha tadbiq etiladigan operatsiyalar tizimi, u tadrjij ravishda bajarilgandan so'ng qo'yilgan masalan yechimga olib keladi; 2) boshlang'ich berilganlarni izlanayotgan natijaga keltiruvchi mohiyatni belgilovchi va operatsiyalar ketma-ketligining ifodasi

Alternativa — muqobillik; bir-birini inkor etuvchi ikki imkoniyatdar birini tanlash zarurati.

Analiz — tahlil: 1) yaxlitni tarkibiy qismlarga fikran yoki fizik ajratishdar iborat ilmiy tadqiqot usuli; 2) bo'laklarga ajratish, nimanidir ko'rib chiqish

Analog — o'xshash; boshqa narsa, hodisa yoki tushunchaga muvofiq biror narsa, hodisa yoki tushuncha.

Analogik — o'xshovchi; tenglik, muvofiqlik.

Apriori — tajribaga bog'liq bo'lmagan, tajribagacha.

Aprobatsiya — tekshirish, sinashga asoslangan qo'llab-quvvatlash, tasdiqlash

Argument — 1) isbotlashning asosi bo'lib xizmat qiluvchi mantiqiy dalil; 2) mustaqil o'zgaruvchan qiymat, funksiya deb ataluvchi boshqa qiymatning o'zgarishi uning o'zgarishiga bog'liq.

Artefakt — 1) harakat belgilari bilan birgalikdagi sun'iy-moddiy mujasama (masalan, texnikaviy vosita); 2) tadqiqot sharoitlarining ta'siri ostida biologik obyektni tadqiq etishlik vaqtida yuzaga keladigan biologik hosil bo'lish yoki jarayon.

Bakalavr — oliy ta'limdagi birinchi ilmiy daraja.

Bibliografiya — 1) vazifasi nashr va qo'lyozma mahsulotlarini hisobga olish va u haqdagi ma'lumotlardan iborat ilmiy va amaliy faoliyat tarmog'i; 2) mavzu bo'yicha adabiyotlarning to'liq yoki saralangan ro'yxat.

Biosfera — muhit, yerdagi hayot mavjud bo'lgan hudud. Uning tarkibi, tuzilishi va energetikasi tirik organizmlarning o'tmishdagi yoki zamonaviy faoliyati asosida belgilanadi.

Verifikatsiya — nazariy qoidalar chinligini tekshirish, ishonchligini tajriba yo'li bilan aniqlash.

Gipoteza — faraz; biror hodisani tushuntirish uchun ilgari surilayotgan va ishonchli ilmiy nazariya bo'lishi uchun tajribada tekshirishni hamda nazariy jihatdan asoslashni talab etuvchi ilmiy fikr.

Gnoseologiya — nazariy bilish, ilmiy bilish manbalari, shakllari va usullarini, uning haqiqat ekanlik shartlarini, insonning hayotni o'rganish iqtidorini o'rganuvchi falsafa bo'limi.

Deduksiya — umumiy mulohazalardan xususiyyga yoki boshqa umumiy fikrlarga olib keluvchi mantiqiy xulosa.

Disertatsiya — ilmiy daraja olish uchun taqdim etiladigan va ilmiy tadqiqotchi tomonidan oshkora himoya etiladigan ilmiy ish, tadqiqot.

Ideya — g'oya: 1) narsa yoki hodisa haqidagi umumiy tushuncha; moddiy dunyoni inikosi bo'lgan inson tafakkurining mahsuloti; 2) nazariy sistema, mantiqiy qurilmalar asosida turadigan belgilovchi tushuncha; 3) fikr, tafakkur.

Iyerarxiya — qismlarning yoki butun unsurlarining oliydan quyiga tomon joylashuvi.

Imitatsiya — kimgadir, nimagadir taqlid qilish, qayta tiklash.

Induksiya — xususiyy ayrim hollarda umumiy xulosaga, ayrim faktlardan umumlashmalarga olib keluvchi mantiqiy xulosa.

Informatsiya — 1) nima haqidadir xabar; 2) saqlash, qayta ishlash va kuzatish obyekti hisoblanuvchi ma'lumot.

Kategoriya — daraja: 1) narsalar, obyektiv dunyo (modda, vaqt, fazo, aloqadorlik, harakat, miqdor, sifat va h.k.) hodisalarining diqqatga sazovor xossalari va munosabatlarini aks ettiruvchi umumiy tushuncha, 2) biron-bir belgilarining umumiyliги asosida birlashtirilgan narsalar, hodisalar, shaxslar darajasi, guruhi.

Kibernetika — boshqaruv jarayoni va informatsiyani mashinalarda, tirik mavjudotlarda, jamiyatda uzatishning umumiy qonuniyatlari haqidagi fan.

Kinematika — jismlar harakatini geometrik jihatdan, shu harakatni yuzaga keltiruvchi ularning massasi va fizik sabablarini hisobga olmagan holda ko'rib chiquvchi mexanika bo'limi.

Klass — sinfi: umumiy belgilarga ega bo'lgan narsalar va hodisalarning majmuyi, darajasi, guruhi.

Klassifikator — biror obyektning muntazam ro'yxati, bu ularning har biriga o'z o'rnini va muayyan belgisini topishga imkon beradi.

Klassifikatsiyalash (классификация) — sinflash: muayyan bilim tarmog'i yagona tizimida obyektlar sinflari o'rtasidagi qonuniy aloqani aks ettiruvchi umumiy belgilarga bog'liq holda u yoki bu obyektlarni sinflar bo'yicha taqsimlash.

Kalit so'z (ключевое слово) — asosiy termin: ilmiy hujjat yoki uning qismi mazmunini eng to'liq o'ziga xos tarzda tavsiflovchi so'z yoki so'z birikmasi.

Kompleks — mujassama: yaxlit bir butunlikni tashkil etuvchi narsa, voqea, hodisa yoki xossa ularning jamlanmasi, birikmasi.

Konstruktsiya — 1) qandaydir narsa, mashina, pribor, inshoot va h.k.lar-ning qanday maqsadga mo'ljallanganligini belgilovchi qurilish, qurilma va qismlarning o'zaro joylashuvi.

Konsepsiya — qarash: 1) qarashlar tizimi, hodisalar, jarayonlarni biror tarzda tushunilishi.

Konyunktura — 1) sharoitlar majmuyi va ularning o'zaro bog'liqligi, yuzaga kelgan vaziyat, biror sohadagi narsalarning maqomi; 2) muayyan davrdagi iqtisodning joriy ahvolini tavsiflovchi belgilar majmuyi.

Kriteriy — mezon: 1) biror narsani baholash, aniqlash yoki tasniflash uchun asos bo'ladigan belgi.

Kuzatish (наблюдение) — bilish usuli bo'lib, bunda obyekt unga hech bir aralashilmagan holda tadqiq etiladi.

Magistr — oliy ta'limning ikkinchi akademik darajasi, universitet yoki unga tenglashtirilgan oliy o'quv yurtini tugatgan va bakalavr darajasiga ega shaxslarga beriladi.

Magistrant — magistrlik darajasini olish uchun imtihonlar topshirgan, lekin hali dissertatsiya yoqlamagan shaxs.

Majmua (совокупность) — qo'yilgan maqsadni hisobga olgan holda guruhlangan ko'plab unsurlar.

Mashina — energiyani o'zgartirish, shaklni, xossani, holatni yoki mehnat qurolining vaziyatini boshqacha qilish, axborotni to'plash, uzatish, saqlash, ishlab chiqish va foydalanish uchun muayyan maqsadga muvofiq harakatni amalga oshiruvchi mexanizm yoki mexanizmlar mutanosibligi.

Metod — usul: 1) tabiat hodisalari va ijtimoiy hayotni tadqiq etish va bilish usuli; 2) yo'l, usul yoki harakat tarzi.

Metodika — biror ishini maqsadga muvofiq bajarish usullari, yo'llarining majmuyi.

Metodologiya — 1) bilishning ilmiy usuli haqidagi ta'limot; 2) biror fanda qo'llaniladigan usullar majmuyi.

Mexanika — moddiy jismlarning kuch ta'siri ostida fazoda joylashishining o'zgarishini va muvozanatini o'rganuvchi fan.

Me'yorlashtirish (нормализация) — 1) me'yor, tarzni belgilash; 2) me'yorga, me'yoriy holatga keltirish.

Model — namuna: 1) yalpi ishlab chiqarish uchun biror bir buyumning namunasi; 2) narsani kichraytirilgan ko'rinishdagi tarzi; 3) tabiatda va jamiyatdagi biror hodisa yoki jarayonning tasviri yoki tavsifi, tarxi.

Modellashtirish (моделирование) — bilish obyektini uni modellarida tadqiq etish; aniq mavjud narsalar va hodisalar modelini tuzish.

Obzor — tavsif: boshlang'ich manbani tahlil qilish natijasida olingan biror mavzu bo'yicha sistemalashtirilgan ilmiy ma'lumotlarni o'z ichiga oluvchi ilmiy hujjat.

Obyekt — 1) bizdan tashqarida va bizning ongimizga bog'liq bo'lmagan holda mavjud tashqi dunyo, u idroklash, sub'yektning amaliy ta'sir o'tkazuvchi manba hisoblanadi; 2) biror faoliyat yo'naltirilgan narsa, hodisa.

Obyektiv (объективный) — bizdan va ongimizdan tashqarida mavjud bo'lgan tashqi narsa, voqea-hodisa.

Optimal (оптимальный) — eng qulay va yaxshi.

Optimizatsiya — optimallashtirish: biror funksiyaning eng ko'p yoki eng kam ahamiyatini topish yoxud turli imkoniyatlar ichidan eng yaxshisini ajratish.

Paradoks — 1) umum qabul qilingan, oqilona fikrga zid fikr, mulohaza; 2) odatdagi tasavvurlarga mos kelmaydigan kutilmagan hodisa.

Prinsip — tamoyil: 1) biror nazariya, ta'limot va h. k.ning asosiy boshlang'ich holati; yo'naltiruvchi g'oya, faoliyatning asosiy hodisasi; 2) biror mexanizm, pribor o'rnatma harakati, qurilma asosi.

Produkt — mahsulot: inson mehnatining moddiy yoki nomoddiy natijasi.

Proyekt — loyiha: 1) yangi bunyod etilayotgan bino, inshoot, mashina, pribor va h.k.larning texnikaviy hujjat tizmalari, hisoblari, maketlari; 2) reja, o'ylangan fikr.

Protssess — jarayon: 1) biror hodisaning borishi, rivojlanish holati, bosqichning tadrijiy sur'atda almashinishi va h.k.; 2) biror natijaga erishish uchun qaratilgan tadrijiy harakatlar majmuyi.

Publikatsiya — 1) biror hodisaning borishi, rivojlanish holati, bosqichi-ning tadrijiy o'zgarishi va h.k.; 2) qandaydir natijaga erishish uchun tadrijiy harakatlar yig'indisi.

Publik (публичный) — ochiq, oshkora.

Ratsional — oqilona, asoslangan, maqsadga muvofiq.

Sintez — ongda bir butunlikda, birgalikda va o'zaro aloqadagi qismlar sifatida mavjud bo'lgan biror narsa, hodisani ilmiy tadqiq etish usuli; qo'shilma, umumlashma.

Sistema — 1) bir-birlari bilan ko'plab qonuniy tarzda bog'langan unsurlar (narsalar, hodisalar, qarashlar, bilimlar va h.k.); 2) harakatlar qat'iy ketma-ketligi muayyan aloqada reja asosida, to'g'ri joylashgan qismlarning shartli tartibi.

Sistemotexnika — murakkab sistemalarni tahlil va sintez qilish muammolarini o'rganuvchi ilmiy-texnikaviy fan.

Struktura — tuzilma: biror narsaning o'zaro joylashuvi va tarkibiy qismlarining bog'lanishi, qurilish.

Subyekt — 1) tashqi dunyo (obyekt)ni idrok etayotgan va o'z amaliy faoliyati mobaynida unga ta'sir o'tkazadigan inson; 2) huquq va majburiyatlarni zimmasiga oluvchi (jismoniy yoki yuridik shaxs).

Subyektiv — 1) muayyan shaxs, sub'yektga xos xususiyat, shaxsiy; 2) bir yoqlama, obyektivlikdan holi; ishtiyoqiy, atayin.

Sxema — chiziq: 1) sistema, qurilma yoki o'zaro joylashuv, biror narsaning qismlari bog'liqligini ifodalovchi chizma; 2) umumiy, asosiy tarzda tasvirlash yoki tavsiflash; xomaki nusxa, reja, belgilash; 3) biror narsaning mavhum soddalashtirilgan tavsifi, umumiy tayyor tenglama.

Tavtologiya — safsata: ayni bir narsani boshqa so'zlar bilan takrorlash.

Taksonomiya — odatda iyerarxik tuzilishga ega bo'lgan mavjudlikning murakkab tashkil etilgan sohasini tasniflash va sistemalashtirish nazariyasi.

Tezis — doklad, ma'ruza, xabar va h.k.larni qisqacha ifodalangan asosiy qoidalari.

Tema — mavzu: bayon, tasvir, tadqiqot, muhokama predmeti.

Tematika — mavzular majmuyi, doirasi.

Tendensiya — 1) qarashlar yoki amaliyotdagi yo'nalish; 2) biror hodisa voji takomillashadigan yo'nalish.

Teoriya — nazariya: 1) tabiat va jamiyat rivojining obyektiv qonuniyat-rini ifodalovchi ijtimoiy amaliyot, tajribani umumlashtirish; 2) biror fan o'zi uning qismi umumlashtirilgan qoidalarining majmuyi.

Termin — atama: fan, texnika, san'atda qo'llanadigan muayyan ishunchani aniq ifodalaydigan so'z yoki so'zlar birikmasi.

Terminologiya — atamashunoslik: fan, texnika, san'at va h.k.larning ror sohasida qo'llanadigan atamalar majmuyi.

Test — 1) aqliy rivojlanish, qobiliyat, iroda va insonning boshqa ruhiy ziologik tabiatini belgilash sinov o'tkaziladigan topshiriqlarning standart takli; 2) muayyan ijtimoiy tadqiqotlar uchun foydalaniladigan so'rovnoma.

Texnologiya — 1) ishlab chiqarish jarayonida xomashyo, material yoki arim fabrikatlar holati, xossasi shaklini o'zgartirish, ularga ishlov berish, iyyorlash usullarining majmuyi; 2) xomashyolar, materiallar yoki yarim-brikatlarga tegishli ishlab chiqarish qurollari yordamida ta'sir etish usullari aqidagi fan.

Tip — tur: narsalar guruhi uchun namuna, model, nimanidir shakli.

Tipizatsiya — turlash: qator buyumlar yoki texnik tavsifdagi jarayonlar chun umumiylik asosida namunaviy konstruksiyalar yoki ishlab chiqarish rayonlarini tanlash yoki ishlab chiqish.

Traktat — narsaga yondoshishlikni belgilashni o'z oldiga maqsad qilib o'yan mulohaza shaklidagi ilmiy ish.

Unifikatsiya — uyg'unlashtirish: biror narsani yagona sistema, shakl, ir toifalilikka keltirish.

Fakt — 1) haqiqatda mavjud, o'ylab topilmagan voqea, hodisa; biror xminni tekshirishdan iborat qandaydir xulosa, mulohaza uchun xizmat iluvchi qat'iy belgilangan bilim, tajribadagi ma'lumot; 2) obyektiv mavjud o'lgan haqiqat, aniqlik.

Faktor — omil: harakatlantiruvchi kuch, biror jarayon, hodisaning sababi; biror hodisa, jarayondagi o'ziga xos vaziyat.

Fan — inson faoliyat sohasi, uning funksiyasi turmush haqidagi obyektiv bilimlarni ishlab chiqarish va nazariy jihatdan sistemalashdan iborat.

Formula — barcha xususiy hollar uchun muayyan sharoitlarda ilova qilinuvchi biror qoida, munosabat, qonun va h.k.larni aniq umumiy belgilash.

Formulirovka — ifodalash: biror fikr, qarorni qisqa va aniq bayon etish.

Fundamental — negiz: chuqur, asoslangan.

Xarakteristika — tavsif: kimningdir, nimaningdir o'ziga xos xususiyat, sifat, jihatlarni ifodalash, belgilash.

Evristika — 1) yo'naltiruvchi savollar yordamida ta'lim berish tizimi; 2) nazariy tadqiqotning mantiqiy usullari va uslubiy qoidalarining majmuyi va haqiqatni izlash.

Ekzamen — imtihon: bilim, o'quv, kuch va h.k.larni tekshirish.

Ekspерiment — tajriba: ilmiy asosdagi tajriba, aniq belgilangan sharoitlarda tadqiq etilayotgan hodisani kuzatish, hodisaning borishini kuzatish va uni mazkur sharoitlarni takrorlagan holda ko'p marta qayta o'tkazish imkoniyati.

Ekspertiza — asoslangan xulosa bergan holda maxsus bilimni talab etuvchi biror masalani tadqiq etish.

Ekstrapolatsiya — hodisaning bir qismida kuzatish tufayli olingan xulosani boshqa qismiga tadbiq etishdan iborat ilmiy tadqiqot usuli.

Element — unsur: biror narsaning tarkibiy qismi.

Empirik — tajribaga asoslangan.

Ensiklopediya — qomus: barcha fanlar yoki fanlarning ayrim tarmoqlari bo'yicha bilimlar majmuyini o'z ichiga oluvchi ilmiy ma'lumotnoma tarzidagi nashr.

Eruditsiya — iqtidor: biror fanning muayyan sohasidagi yoki ko'plab sohalardagi chuqur bilim; iqtidorlilik.

Effekt — samara: harakat, biror narsaning natijasi.

**2-ilova. Tadqiqotlar natijalariga statistik ishlov berishda
foydalaniladigan ma'lumotlar**

2.1-jadval

$$\phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{t^2}{2}} \text{ funksiya qiymatlari}$$

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.0	0.3989	3989	3989	3988	3986	3984	3982	3980	3977	3973
0.1	3970	3965	3961	3956	3951	3945	3939	3932	3925	3918
0.2	3910	3902	3894	3885	3876	3867	3857	3847	3836	3825
0.3	3814	3802	3790	3778	3765	3752	3739	3726	3712	3697
0.4	3683	3668	3653	3637	3621	3605	3589	3572	3555	3538
0.5	0.3521	3503	3485	3467	3448	3429	3410	3391	3372	3352
0.6	5332	3312	3292	3271	3251	3230	3209	3187	3166	3144
0.7	3123	3101	3079	3056	3034	3011	2989	2966	2943	2920
0.8	2897	2874	2850	2827	2803	2780	2756	2732	2709	2685
0.9	2661	2637	2613	2589	2565	2541	2516	2492	2468	2444
1.0	0.2420	2396	2371	2347	2323	2299	2275	2251	2227	2203
1.1	2179	2155	2131	2107	2083	2059	2036	2012	1989	1965
1.2	1942	1919	1895	1872	1849	1826	1804	1781	1758	1736
1.3	1714	1691	1669	1647	1626	1604	1582	1561	1539	1518
1.4	1497	1476	1456	1434	1415	1394	1374	1354	1334	1315
1.5	0.1295	1276	1257	1238	1219	1200	1182	1163	1145	1127
1.6	1109	1092	1074	1057	1040	1023	1006	989	973	957
1.7	0.940	0925	0909	0893	0878	0863	0848	0833	0818	0804
1.8	0.790	0775	0761	0748	0734	0721	0707	0694	0681	0669
1.9	0.656	0644	0632	0620	0608	0596	0584	0573	0562	0551
2.0	0.0540	3529	0519	3508	0498	0488	0478	0468	0459	0449
2.1	0440	0431	0422	0413	0404	0396	0389	0379	0371	0363
2.2	0355	0347	0339	0332	0325	0317	0310	0303	0297	0290
2.3	0283	0277	0270	0264	0258	0252	0246	0241	0235	0229
2.4	0224	0219	0213	0208	0203	0198	0194	0189	0184	0180
2.5	0.0175	0171	0167	0163	0158	0154	0151	0147	0143	0139
2.6	0136	0132	0129	0126	0122	0119	0116	0113	0110	0107
2.7	0104	0101	0099	0096	0093	0091	0088	0086	0084	0081
2.8	0079	0077	0075	0073	0071	0069	0067	0065	0063	0061
2.9	0060	0058	0056	0055	0053	0051	0050	0048	0047	0046
3.0	0.0044	0043	0042	0040	0039	0038	0037	0036	0035	0034
3.1	0033	0032	0031	0030	0029	0028	0027	0026	0025	0025
3.2	0024	0023	0022	0022	0021	0020	0020	0019	0018	0018
3.3	0017	0017	0016	0016	0015	0015	0014	0014	0013	0013
3.4	0012	0012	0012	0011	0011	0010	0010	0010	0009	0009
3.5	0.0009	0008	0008	0008	0008	0007	0007	0007	0007	0006
3.6	0006	0006	0006	0006	0005	0005	0005	0005	0005	0004
3.7	0004	0004	0004	0004	0004	0004	0003	0003	0003	0003
3.8	0003	0003	0003	0003	0003	0002	0002	0002	0002	0002
3.9	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0002	0001	0001

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{t^2}{2}} dt \text{ funksiya qiymatlari (Laplas funksiyasi)}$$

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,00000	00399	00798	01197	01595	01994	02392	02790	03188	03586
0,1	03983	04380	04776	05172	05567	05962	06356	06749	07142	07535
0,2	07926	08317	08706	09095	09483	09871	10257	10642	11026	11409
0,3	11791	12172	12552	12930	13307	13683	14058	14431	14803	15173
0,4	15542	15910	16276	16640	17003	17364	17724	18082	18439	18793
0,5	19146	19497	19847	20194	20540	20884	21226	21566	21904	22240
0,6	22575	22907	23237	23865	23891	24215	24537	24857	25175	25490
0,7	25804	26115	26424	26730	27035	27337	27637	27935	28230	28524
0,8	28814	29103	29389	29673	29955	30234	30511	30785	31057	31327
0,9	31594	31859	32121	32381	32639	32894	33147	33398	33646	33891
1,0	0,34134	34375	34614	34850	35083	35314	35543	35769	35993	36214
1,1	36433	36650	36864	37076	37286	37493	37698	37800	38100	38298
1,2	38493	38696	38877	39065	39251	39435	39617	39796	39973	40147
1,3	40320	40490	40658	40824	40988	41149	41309	41466	41621	41774
1,4	41927	42073	42220	42364	42507	42647	42786	42922	43056	43189
1,5	0,43319	43448	43574	43699	43822	43943	44062	44179	44295	44108
1,6	44520	44630	44738	44845	44950	45053	45154	45254	45352	45449
1,7	45543	45637	45728	45818	45907	45994	46080	46164	46246	46327
1,8	46407	46485	46562	46638	46712	46784	46856	46926	46995	47062
1,9	47128	47193	47257	47320	47381	47441	47500	47558	47615	47670
2,0	0,47725	47778	47831	47882	47932	47982	48030	48077	48124	48169
2,1	48214	48257	48300	48341	48382	48422	48461	48500	48537	48574
2,2	48610	48645	48679	48713	48745	48778	48809	48840	48870	48899
2,3	48928	48956	48983	49010	49036	49061	49086	49111	49134	49158
2,4	49180	49202	49224	49245	49266	49286	49305	49324	49343	49361
2,5	0,49379	49396	49413	49430	49446	49461	49477	49492	49506	49520
2,6	49534	49547	49560	49573	49585	49598	49609	49621	49632	49643
2,7	49653	49664	49674	49688	49693	49702	49711	49720	49728	49736
2,8	49744	49752	49760	49767	49774	49781	49788	49795	49801	49807
2,9	49813	49819	49825	49831	49837	49841	49846	49851	49856	49861
3,0	0,49865	3,3	0,49952	3,6	0,49984	3,9	0,49995	5,0	0,49999997	
3,1	49903	3,4	49966	3,7	49989	4,0	499968			
3,2	49931	3,5	49977	3,8	49993	4,5	499997	∞	0,500000	

$$P_m = \frac{\lambda^m}{m!} e^{-\lambda} \text{ qiymatlari (Puasson taqsimoti)}$$

m	λ								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	0,9048	0,8187	0,7408	0,6703	0,6065	0,5488	0,4966	0,4493	0,4066
1	0,0905	0,1638	0,2222	0,2681	0,3033	0,3293	0,3476	0,3595	0,3659
2	0,0045	0,0164	0,0333	0,0536	0,0758	0,0988	0,1217	0,1438	0,1647
3	0,0002	0,0019	0,0033	0,0072	0,0126	0,0198	0,0284	0,0381	0,0494
4		0,0001	0,0002	0,0007	0,0016	0,0030	0,0050	0,0077	0,0111
5				0,0001	0,0002	0,0004	0,0007	0,0012	0,0020
6							0,0001	0,0002	0,0003

m	λ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0,3679	0,1353	0,0498	0,0183	0,0067	0,0025	0,0009	0,0003	0,0001	0,0000
1	0,3679	0,2707	0,1494	0,0733	0,0337	0,0149	0,0064	0,0027	0,0011	0,0005
2	0,1819	0,2707	0,2240	0,1465	0,0842	0,0446	0,0223	0,0107	0,0050	0,0023
3	0,0613	0,1804	0,2240	0,1954	0,1404	0,0892	0,0521	0,0286	0,0150	0,0071
4	0,0153	0,0902	0,1680	0,1954	0,1755	0,1339	0,0912	0,0572	0,0337	0,0189
5	0,0031	0,0361	0,1008	0,1563	0,1755	0,1606	0,1277	0,0916	0,0607	0,0378
6	0,0005	0,0120	0,0504	0,1042	0,1462	0,1606	0,1490	0,1221	0,0911	0,0631
7	0,0001	0,0037	0,0216	0,0595	0,1044	0,1377	0,1490	0,1396	0,1171	0,0901
8		0,0009	0,0081	0,0298	0,0653	0,1033	0,1304	0,1396	0,1313	0,1126
9		0,0002	0,0027	0,0132	0,0363	0,0688	0,1014	0,1241	0,1318	0,1261
10			0,0008	0,0053	0,0181	0,0413	0,0710	0,0993	0,1186	0,1251
11			0,0002	0,0019	0,0082	0,0225	0,0452	0,0722	0,0970	0,1137
12			0,0001	0,0006	0,0034	0,0126	0,0263	0,0481	0,0728	0,0948
13				0,0002	0,0013	0,0052	0,0142	0,0296	0,0504	0,0729
14				0,0001	0,0005	0,0022	0,0071	0,0169	0,0324	0,0521
15					0,0002	0,0009	0,0033	0,0090	0,0194	0,0347
16						0,0003	0,0014	0,0045	0,0109	0,0217
17						0,0001	0,0006	0,0021	0,0058	0,0128
18							0,0002	0,0009	0,0029	0,0071
19							0,0001	0,0004	0,0014	0,0037
20								0,0002	0,0006	0,0019
21								0,0001	0,0003	0,0009
22									0,0001	0,0004
23										0,0002
24										0,0001

$\sum_{k=0}^m \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$ funksiya qiymatlari (Puaason taqsimoti)

m	λ								
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	0,905	0,819	0,741	0,670	0,607	0,549	0,497	0,449	0,407
1	0,995	0,982	0,963	0,933	0,919	0,878	0,844	0,809	0,772
2	1,000	0,999	0,996	0,992	0,986	0,979	0,996	0,953	0,937
3		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,999	0,999	0,998
k>5							1,000	1,000	1,000

m	λ								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,368	0,135	0,050	0,018	0,007	0,002	0,001	0,000	0,000
1	0,736	0,406	0,200	0,092	0,040	0,017	0,007	0,003	0,001
2	0,920	0,677	0,423	0,238	0,125	0,062	0,030	0,014	0,006
3	0,981	0,857	0,647	0,433	0,265	0,151	0,082	0,042	0,021
4	0,996	0,947	0,815	0,629	0,440	0,285	0,173	0,100	0,055
5	0,999	0,983	0,916	0,785	0,616	0,446	0,301	0,191	0,116
6	1,000	0,995	0,966	0,890	0,762	0,606	0,450	0,313	0,207
7		0,999	0,988	0,949	0,867	0,744	0,599	0,453	0,324
8		1,000	0,996	0,979	0,932	0,847	0,729	0,593	0,456
9			0,999	0,992	0,969	0,916	0,830	0,717	0,587
10			1,000	0,997	0,986	0,957	0,901	0,816	0,706
11				0,999	0,995	0,980	0,947	0,888	0,803
12				1,000	0,998	0,991	0,973	0,936	0,876
13					0,9991	0,996	0,987	0,966	0,926
14					1,000	0,999	0,994	0,983	0,959
15						0,999	0,998	0,992	0,978
16						1,000	0,999	0,996	0,989
17							1,000	0,998	0,995
18								0,999	0,998
19								1,000	0,999
20									1,000

Fisher—Snedekor taqsimotining kritik nuqtalari

1/r	k — katta dispersiyalar uchun erkinlik darajasi											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244
	4052	4999	5403	5625	5764	5889	5928	5981	6022	6056	6082	6106
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
	98,49	99,01	99,17	99,25	99,30	99,33	99,34	99,36	99,38	99,40	99,41	99,42
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
	34,12	30,81	29,46	28,71	28,24	27,91	27,67	27,49	27,34	27,23	27,13	27,05
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
	21,20	18,00	16,69	15,98	15,52	15,21	14,98	14,80	14,66	14,54	14,45	14,37
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
	16,26	13,27	12,06	11,39	10,97	10,67	10,45	10,27	10,15	10,05	9,96	9,89
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
	13,74	10,92	9,78	9,15	8,75	8,47	8,26	8,10	7,98	7,87	7,79	7,72
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
	12,25	9,55	8,45	7,85	7,46	7,19	7,00	6,84	6,71	6,62	6,54	6,47
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
	11,26	8,65	7,59	7,01	6,63	6,37	6,19	6,03	5,91	5,82	5,74	5,67
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
	10,56	8,02	6,99	6,42	6,06	5,80	5,62	5,47	5,35	5,26	5,18	5,11

 k_2 — kichik dispersiyalar uchun

T/r	k — katta dispersiyalar uchun erkinlik darajasi											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
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
	10,04	7,56	6,55	5,99	5,64	5,39	5,21	5,06	4,95	4,85	4,78	4,71
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
	9,85	7,20	6,22	5,67	5,32	5,07	4,88	4,74	4,63	4,54	4,46	4,40
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
	9,33	6,93	5,95	5,41	5,06	4,82	4,65	4,50	4,39	4,30	4,22	4,16
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
	9,07	6,70	5,74	5,20	4,86	4,62	4,44	4,30	4,19	4,10	4,02	3,96
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,81	2,77	2,70	2,65	2,60	2,56	2,53
	8,86	6,51	5,56	5,03	4,69	4,46	4,28	4,14	4,03	3,94	3,86	3,80
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
	8,68	6,36	5,42	4,89	4,56	4,32	4,14	4,00	3,89	3,80	3,73	3,67
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
	8,53	6,23	5,29	4,77	4,44	4,20	4,03	3,89	3,78	3,69	3,61	3,55
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
	8,40	6,11	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,52	3,45

k — kichik dispersiyalar uchun

χ^2 -taqsimotning kritik nuqtalari

Ozodlik darajalari soni	Qiymatdorlik darajasi					
	0,01	0,025	0,05	0,95	0,975	0,99
1	6,6	5,0	3,8	0,0039	0,00098	0,00016
2	9,2	7,4	6,0	0,103	0,051	0,020
3	11,3	9,4	7,8	0,352	0,216	0,115
4	13,3	11,1	9,5	0,711	0,484	0,297
5	15,1	12,8	11,1	1,15	0,831	0,554
6	16,8	14,4	12,6	1,64	1,24	0,872
7	18,5	16,0	14,1	2,17	1,69	1,24
8	20,1	17,5	15,5	2,73	2,18	1,65
9	21,7	19,0	16,9	3,33	2,70	2,09
10	23,2	20,5	18,3	3,94	3,25	2,56
11	24,7	21,9	19,7	4,57	3,82	3,05
12	26,2	23,3	21,0	5,23	4,40	3,57
13	27,7	24,7	22,4	5,89	5,01	4,11
14	29,1	26,1	23,7	6,57	5,63	4,66
15	30,6	27,5	25,0	7,26	6,26	5,23
16	32,0	28,8	26,3	7,96	6,91	5,81
17	33,4	30,2	27,6	8,67	7,56	6,41
18	34,8	31,5	28,9	9,39	8,23	7,01
19	36,2	32,9	30,1	10,1	8,91	7,63
20	37,6	34,2	31,4	10,9	9,59	8,26
21	38,9	35,5	32,7	11,6	10,3	8,90
22	40,3	36,8	33,9	12,3	11,0	9,54
23	41,6	38,1	35,2	13,1	11,7	10,2
24	43,0	39,4	36,4	13,8	12,4	10,9
25	44,3	40,6	37,7	14,6	13,1	11,5
26	45,6	41,9	38,9	15,4	13,8	12,2
27	47,0	43,2	40,1	16,2	14,6	12,9
28	48,3	44,5	41,3	16,9	15,3	13,6
29	49,6	45,7	42,6	17,7	16,0	14,3
30	50,9	47,0	43,8	18,5	16,8	15,0

$\eta(p) = -\log_2 p$ funksiya qiymatlari

p	$\eta(p)$	Δ	p	$\eta(p)$	Δ
0,00	0,0000	664	0,25	0,5000	53
0,01	0,0664	464	0,26	0,5053	47
0,02	0,1128	390	0,27	0,5100	42
0,03	0,1518	340	0,28	0,5142	37
0,04	0,1858	303	0,29	0,5179	32
0,05	0,2161	274	0,30	0,5211	27
0,06	0,2435	251	0,31	0,5238	22
0,07	0,2686	229	0,32	0,5260	18
0,08	0,2915	211	0,33	0,5278	14
0,09	0,3126	196	0,34	0,5292	9
0,10	0,3322	181	0,35	0,5301	5
0,11	0,3503	168	0,35	0,5306	1
0,12	0,3671	155	0,37	0,5307	-2
0,13	0,3826	145	0,38	0,5305	-7
0,14	0,3971	134	0,39	0,5298	-10
0,15	0,4105	125	0,40	0,5288	-14
0,16	0,4230	116	0,41	0,5274	-18
0,17	0,4346	107	0,42	0,5256	-20
0,18	0,4453	99	0,43	0,5236	-24
0,19	0,4552	92	0,44	0,5210	-26
0,20	0,4644	84	0,45	0,5184	-29
0,21	0,4728	78	0,46	0,5153	-33
0,22	0,4806	71	0,47	0,5120	-37
0,23	0,4877	67	0,48	0,5083	-40
0,24	0,4941	59	0,49	0,5043	-43
0,50	0,5000	-46	0,75	0,3113	-104
0,51	0,4954	-48	0,76	0,3009	-106
0,52	0,4906	-52	0,77	0,2903	-107
0,53	0,4854	-54	0,78	0,2796	-109

p	$\eta(p)$	Δ	p	$\eta(p)$	Δ
0,54	0,4800	-56	0,79	0,2687	-112
0,55	0,4744	-59	0,80	0,2575	-113
0,56	0,4685	-62	0,81	0,2462	-114
0,57	0,4623	-65	0,82	0,2348	-117
0,58	0,4558	-67	0,83	0,2231	-119
0,59	0,4491	-69	0,84	0,2112	-120
0,60	0,4422	-72	0,85	0,1992	-121
0,61	0,4350	-74	0,86	0,1871	-123
0,62	0,4276	-77	0,87	0,1748	-125
0,63	0,4199	-78	0,88	0,1623	-127
0,64	0,4121	-81	0,89	0,1496	-128
0,65	0,4040	-83	0,90	0,1368	-130
0,66	0,3957	-86	0,91	0,1238	-131
0,67	0,3871	-87	0,92	0,1107	-133
0,68	0,3784	-90	0,93	0,0974	-135
0,69	0,3694	-92	0,94	0,0839	-136
0,70	0,3602	-94	0,95	0,0703	-138
0,71	0,3508	-96	0,96	0,0565	-139
0,72	0,3412	-98	0,97	0,0426	-140
0,73	0,3314	-99	0,98	0,0286	-142
0,74	0,3215	-102	0,99	0,0144	-144
			1,00	0,0000	

Qishloq xo'jaligi elektr ta'minoti tizim asosiy elementlari ishonchligi ko'rsatkichlari (λ — *ishdan chiqish intensivligi*; $T_{o'rtaq}$ — *qayta tiklanish o'rtacha vaqti*; τ_{rt} — *uskunani rejali ta'mirlanishda bo'lish o'rtacha vaqti*).

Tarmoq elementlari va kuchlanishi		λ , 1/yil	$T_{o'rtaq}$, soat	τ_{rt} , soat/yil
Transformatorlar	6-10 kV	0,0015-0,02	60	15
	35 kV	0,001-0,02	90	20
	110 kV	0,005-0,03	90	25
Moyli o'chirgichlar	10 kV	0,0004-0,005	10	18
	35 kV	0,015-0,002	10	10
	35 kV	0,001-0,02	20	20
(kichik hajmli)	110 kV	0,0016-0,018		
Havo liniyasi	35 kV 100 km	$\frac{1+2,5}{8+9}$	8	80
Havo liniyasi	110 kV 100 km	$\frac{0,5+0,7}{5+7}$	10	120
Ajratgichlar		0,0001-0,015	15	10
Qisqa tutashgichlar		0,01-0,04	15	10
Ayirgichlar		0,02-0,04	15	10
Shinalar	6-10 kV	0,01-0,06	4	4
	35 kV	0,001-0,05	4	4
	110 kV	0,01-0,1	3	4
Past kuchlanishi elektr dvigatellar		0,005-0,2	20-100	1-5

Ayrim past kuchlanishli elektr uskunalarning ishdan chiqish intensivligi

Elementlarning nomlanishi	Ishdan chiqish intensivligi λ , 1/yil	
	O'zgarish oralig'i	O'rtacha qiymat
O'zgarmas tok elektrodvigatellari	0,082-0,009	0,046
Eruvchan saqlagichlar	0,007-0,0026	0,004
Cho'g'lanma lampalar	0,08-0,045	0,07
Elektr qizitish elementlari		0,067
Elektr hisoblagichlar	0,05-0,018	0,012
Elektr yuritmal nasoslar	0,24-0,019	0,076
Elektr o'lchash asboblari	0,05-0,00004	0,0003
O'zgarmas tok generatorlari	0,165-0,096	0,13

3-ilova. Eksperimentni rejalashtirish va natijalariga ishlov berishga oid ma'lumotlar va materiallar

3.1-ilova. Korrelatsion bog'liqlikni aniqlash

Chorva mollari suyuq chiqindilari tarkibidagi muallaq moddalar (x) va KBZ (y_a) hamda muallaq moddalar va tiniqlik (y_b) orasidagi bog'lanishlarni aniqlaymiz.

Ikkita tasodifiy kattaliklar orasidagi o'zaro bog'lanishlar darajasi korrelatsiya koeffitsiyenti bilan ifodalanadi. Uncha katta bo'lmagan hajmda korrelatsiya koeffitsiyentni tanlab olishda quyidagi formuladan foydalanish tavsiya etiladi [26]:

$$r_{xy} = \frac{N \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \cdot \sqrt{N \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}$$

Hisob olib borish qulay bo'lishi uchun quyidagi jadvallarni tuzamiz.

1-jadval

No	x_i	y_{ai}	$x_i \cdot y_{ai}$	x_i^2	y_{ai}^2
1	852	89	75828	725904	7921
2	704	54	38016	495616	2916
3	620	36	22320	384400	1296
4	388	20	7760	150544	400
5	304	19	5776	92416	361
6	272	18	4896	73984	324
7	212	16	3392	44944	256
8	180	15	2700	32400	225
9	78	13	1014	6084	169
10	36	12	432	1296	144
Σ	3646	292	162134	2007588	14012

2-jadval

No	x_i	y_{bi}	$x_i \cdot y_{bi}$	x_i^2	y_{bi}^2
1	852	12,0	10224	725904	144,0
2	704	14,0	9856	495616	196,0
3	620	14,6	9052	384400	213,2
4	388	16,5	6402	150544	272,2

5	304	17,8	5411	92416	316,8
6	272	18,2	4950	73984	331,2
7	212	19,0	4028	44944	361,0
8	180	20,6	3708	32400	424,4
9	78	22,0	1716	6084	484,0
10	36	24,0	864	1296	567,0
Σ	852	12,0	10224	725904	144,0

Jadvalda keltirilgan ma'lumotlar bo'yicha r_{xya} ni va r_{xyb} ni hisoblaymiz:

$$r_{xya} = \frac{10 \cdot 162134 - 3646 \cdot 292}{10 \cdot 2007588 - 3646^2} = 10 \cdot 14012 - 292^2 = 0,91,$$

$$r_{xyb} = -0,97.$$

Hisoblab topilgan korrelatsiya koeffitsiyentlari ko'rsatkichlari chorva mollari oqovalarini ozon bilan tozalashda uni baholash uchun uning tarkibidagi muallaq moddalarning miqdoridan foydalanish qulayligini ko'rsatadi va buni tasodifiy o'zgaruvchan ko'rsatkichlar orasidagi kuchli korrelatsion bog'lanishlar darajasi ko'rsatib turibdi.

(-) belgisi muallaq moddalar va tiniqlik ko'rsatkichlari o'rtasida teskari chiziqli bog'lanishi mavjudligini ko'rsatadi.

3.2-ilova. Tajribalarning almashinish tartibi

Tajribalar seriyasi №	1	2	3	4	5	6	7	8
I	1	2	3	4	5	6	7	8
II	9	10	11	12	13	14	15	16
III	17	18	19	20	21	22	23	24
IV	25	26	27	28	29	30	31	32
V	33	34	35	36	37	38	39	40

3.3-ilova. Tajribalarni takrorlanish soni va ko'rsatkichlari ishonchli intervallarini hisoblash

Tajribalarni takrorlanish sonining ishonchlilik ehtimoli va xatolik chegarasi $\epsilon = 3\%$ ga teng holat uchun 7-adabiyotning 5.5-jadvalidan topamiz va tajribani qaytarilish sonini 3 marta deb qabul qilamiz.

Lekin, oqovalar holatini tez-tez o'zgarib turishini ko'rsatkichlarni bir xil bo'lmashligini hisobga olib, tajribalarni takrorlanish sonini 5 marta qilib olamiz va unga muvofiq $\alpha=0,99$; $\varepsilon=28$ deb qabul qilamiz.

3-jadval

Ko'rsatkich	Tajriba (ozon dozasi – 140 gr/m ³)					
	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6
Muallaq moddalar, mg/l	348	276	364	324	296	322
Mikroblarning umumiy soni, dona/ml	3160	25100	22600	44450	28600	30670

$$\delta_I = \sqrt{\frac{\sum (y_{II} - \bar{y}_I)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{676+2116+1764+4+676}{4}} = 36,3 \text{ mg/l},$$

$$\delta_{II} = 8800 \text{ dona/ml}.$$

Bu holatda $\alpha=0,99$ ishonchlik ehtimoli bilan buni tasdiqlash mumkin, quyidagi ishonchlik intervalda muallaq moddalar miqdori qiymati (y_I) va mikroblarning umumiy soni (y_{II}) mos ravishda ishonchli intervallarda ekanligini ko'rsatadi:

3.4-ilova. Optimallashtirishning t-parametrining o'rtachasini va qo'pol xatoliklarini aniqlash

No	y_{I1}	y_{I2}	y_{I3}	y_{I4}	y_{I5}	Qo'pol xatolik	$\bar{y}_I$	S_I^2	O'rtacha dastlabki ko'rsatkichlar
1	444	396	332	436	416		404,0	2162,0	525
2	78	196	228	188	192	73	201,0	334,7	348
3	244	216	160	208	180		201,6	1060,8	326
4	312	368	326	272	348		325,2	1339,1	530
5	274	180	242	260	324		256,0	2734,0	380
6	322	396	356	324	276		334,8	1983,1	496
7	372	468	192	380	368	192	397,0	2265,3	522
8	156	144	124	184	140		149,6	500,6	332

3.5-ilova. Optimallashtirishning 1-parametrining o'rtachasini va qo'pol xatoliklarini aniqlash

No	y_{II1}	y_{II2}	y_{II3}	y_{II4}	y_{II5}	Qo'pol xatolik	$\bar{y}_{II}$	S_{II}^2	O'rtacha dastlabki ko'rsatkichlar
1	140000	118000	44250	40350	56100	140000	46900	6728200	
2	16150	16700	15590	102000	20000	102000	17110	3917166	102400
3	19500	20100	11380	15840	10460	11380	18480	5367200	85100
4	23800	33400	5050	25000	6000	5050 6000	27400	21860000	
5	21600	8830	20200	23750	11020	11020 8830	21850	3199500	118000
6	31300	35150	10000	40000	26000	10000	33112	35161220	820000
7	34500	25150	41000	106650	45000	106650	36412	33350500	475000
8	12980	10000	11000	19500	12260		13148	4988800	98600

3.6-ilova. Regressiya tenglamalar koeffitsiyentlari va modelning adektivligini aniqlash

Tenglamaning ko'rinishi	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_{12}	b_{13}	b_{23}
1. $y_I = b_0^I + b_1^I x_1 + b_2^I x_2 + b_3^I x_3 + b_4^I x_4 + b_{12}^I x_1 x_2 + b_{13}^I x_1 x_3 + b_{23}^I x_2 x_3$	283,65	56,2	18,37	0,7	-81,6	0,08	-11,15	34
2. $y_{II} = b_0^{II} + b_1^{II} x_1 + b_2^{II} x_2 + b_3^{II} x_3 + b_4^{II} x_4 + b_{12}^{II} x_1 x_2 + b_{13}^{II} x_1 x_3 + b_{23}^{II} x_2 x_3$	26801,50	-4109,0	-2941,50	-671	-9154,5	523	1108,50	15,91

Modelning adektivligini tekshirib ko'rish uchun adektivlik dispersiyasi qiymatini quyidagi formula bo'yicha hisoblaymiz:

$$S_{ag}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2}{f_{ag}}$$

Modelning ko'rinishi: $y_I = 283,65 - 56,2x_1 - 18,37x_2 - 81,6x_4 + 34x_2x_3$.

$\sum (\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2$ ni hisoblash uchun jadvalni tuzamiz:

Tartib raqami	$\bar{y}_u$	$\hat{y}_u$	$\bar{y}_u - \hat{y}_u$	$(\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2$
1	404,0	473,82	-69,82	4874,83
2	201,0	198,22	2,78	7,73
3	201,6	205,88	-4,28	18,32
4	325,2	266,68	58,52	3224,59
5	256,0	242,62	13,38	179,02
6	334,8	293,42	41,38	1712,30
7	397,0	437,08	-40,08	1600,00
8	149,6	161,48	-11,88	141,13

$$\sum (\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2 = 11957,92.$$

Adekvatlik dispersiyasi erkinlik darajasi soni:

$$f_{ad} = n - k - 1 = 8 - 4 - 1 = 3.$$

Bundan chiqib: $S_{ad}^2 = \frac{11957,92}{3} = 3985,97$; $F_{hisob} = \frac{3985,97}{1563,95} = 2,54$.

[81] adabiyotning 4.1-ilovasidan Fisher kriteriyasini jadvaldan F_{jadval} ni qabul qilamiz:

$F_{hisob} = 2,54 < F_{jadval} = 4,5$ sharti bajarilganligi, (7.15) tenglamani adekvatligini ko'rsatadi.

2-modelni (7.16-tenglama) adekvatligini tekshirish uchun hisobni yuqoridagi ketma-ketlikda olib boramiz va quyidagi ko'rinishdagi model

uchun $(y_H = 26801,5 - 4109x_1 - 2941,5x_2 - 9154,5x_4)$ $\sum (\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2$ ni hisoblaymiz. Hisob natijalarini jadvalga kiritamiz:

Tajriba	$\bar{y}_u$	$\hat{y}_u$	$\bar{y}_u - \hat{y}_u$	$(\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2$
1	46900	43006,5	3893,5	15155449,5
2	17110	16479,5	630,5	397530,2
3	18480	18814,5	-334,5	111890,2
4	27400	28905,5	-1505,5	2266530,2
5	21850	24697,5	-2847,5	8108256,2
6	33112	34788,5	-1676,5	2811652,2
7	36412	37123,5	-711,5	506232,2
8	13148	10597,5	2551,5	6510152,2

$$\sum_1^8 (\bar{y}_u - \hat{y}_u)^2 = 35866693,9;$$

$$S_{ad}^2 = \frac{35866693,9}{3} = 11955564,3;$$

$$F_{hisob} = \frac{11955564,3}{20602760} = 0,58;$$

$$F_{jadval}(0,01;3;21) = 4,85$$

$F_{hisob} = 0,58 < F_{jadval} = 4,85$ bo'lgani uchun qobul qilingan modellarni adektiv deb hisoblaymiz

4-ilova. Axborot qidiruvchi tizimlar va saytlar manzillari

4.1. Xalqaro qidiruv tizimlari

1. www.yahoo.com
2. www.hotmail.com
3. www.google.com

4.2. Rus tilidagi portallar va qidiruv tizimlari

№	Sayt va portallar nomi	Ta'rif va maqsadi
1.	www.rambler.ru	Axborot qidiruv tizimi
2.	www.yandex.ru	Axborot qidiruv tizimi
3.	www.google.ru	Ommabob keng tarmoqli qidiruvchi tizim
4.	www.mail.ru	Pochta xizmati va ommaviy axborotlar
5.	www.lenta.ru	Ommaviy matbuot xabarlar
6.	www.aaroru.com	Rossiya qishloq xo'jaligi vazirligi portali
7.	www.h-t.org	Ilmiy-texnik adabiyotlar kutubxonasi
8.	www.greeninfo.ru	Bog'dorchilik bo'yicha spravochnik
9.	www.palisad.ru	Ko'kalamzorlashtirish va obodonlashtirish to'g'risida axborotlar
10.	www.rashn.ru	Rossiya qishloq xo'jalik fanlar akademiyasi sayti
11.	www.aeroliga.ru	O'simliklarni biologik himoya qilish sohasi bo'yicha ma'lumotlar
12.	www.agroserver.ru	Rossiya agrosanoat serveri
13.	www.timacad.ru	Rossiya agrar universiteti sayti
14.	www.cbio.ru	Tijorat biotexnologiy jurnali sayti
15.	www.informeco.ru	Iqtisodiy axborot jurnali
16.	www.cnsnb.ru	Markaziy ilmiy qishloq xo'jaligi kutubxonasi

4.3. Milliy qidiruvchi tizimlar, portallar va saytlar

№	Sayt va portallar nomi	Ta'rif va maqsadi
1.	www.gov.uz	O'zbekiston Respublikasi hukumat portali
2.	www.edu.uz	O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi portali
3.	www.uz	Milliy qidiruv tizimi
4.	www.vak.uz	O'zbekiston oliy attestatsiya komissiyasi sayti
5.	www.test.uz	Davlat Test Markazi sayti
6.	www.msvx.uz	O'zbekiston Qishloq va suv xo'jaligi vazirligi sayti
7.	www.agrar.uz	Toshkent Davlat Agrar universiteti sayti
8.	www.islam.uz	Islom dini haqida ma'lumotlar
9.	www.uzinfocom.uz	Kompyuter va axborot texnologiyalarni rivojlantirish va tadbiq etish markazi portali
10.	www.uz.uz	O'zbekiston Milliy axborot agentligi sayti
11.	www.assalom.uz	Birinci qidiruv tizimi
12.	www.rol.uz	Qidiruv tizimi
13.	www.zivonet.uz	O'zbekistonning umumta'lim jamoat portali
14.	www.pedagog.uz	Pedagogik oliy o'quv yurtlari portali
15.	www.literature.uz	O'zbek adabiyoti haqidagi sayt
16.	www.aci.uz	O'zbekiston Axborot va matbuot agentligi portali
17.	www.patent.uz	Patent idorasi sayti
18.	www.poisik.uz	Tovar va xizmatlar haqida bepul e'lon doskasi
19.	www.bcc.com.uz	Business-communication centr
20.	www.narod.uz	O'zbekistonning tarmoq saytlari
21.	www.best.uz	Internet texnologiyalar sohasida xizmatlar
22.	www.pc.uz	O'zbekiston kompyuter bozori sayti
23.	www.uzpak.uz	Internet xizmati provayderi sayti
24.	www.webmoney.uz	Pulni Internet orqali elektron uzatish sayti
25.	www.reklama.uz	Tarmoq reklamasi
26.	www.study.uz	Xorijda ta'lim olish

№	Sayt va portallar nomi	Ta'riifi va maqsadi
27.	www.noc.uz	Domenni ro'yxatga olish TOMAS firmasi
28.	www.fikr.uz	Ma'rifat axborot-tahliliy sayti
29.	www.bankir.uz	Bank ishi haqida qonunlar va me'yoriy hujjatlar
30.	www.skidka.uz	Chegirmali mahsulotlar va xizmatlar sayti
31.	www.pravo.uz	Huquqiy axborot maslahat tizimi
32.	www.norma.uz	O'zbekiston Respublikasining qonunchilik hujjatlari
33.	www.start.uz	O'zbekistonning sport portali
34.	www.bilimdon.uz	Virtual bilim supermarketi
35.	www.ilm.uz	Masofaviy ta'lim va test o'tkazish tizimi
36.	www.student.uz	Hamma narsa studentlar uchun
37.	www.book.uz	O'zbekiston Respublikasi haqida ma'lumotlar
38.	www.brand.uz	Reklama agentligi
39.	www.study.uz	O'zbekistonning ta'lim portali
40.	www.uzip.uz	Saytlarni reklama qilish
41.	www.sb.uz	Shou-biznes olami
42.	www.skazka.uz	Bolalar uchun ertaklar
43.	www.me.uz	O'zbekiston saytlari katalogi
44.	www.fundculture.uz	O'zbekiston madaniyati va sa'nati forumi
45.	www.uzscinet	O'zbekistonning ilmiy va ta'lim tarmog'i
46.	www.fms.uz	Iqtisodchi va hisobchilar sayti
47.	www.list.uz	Tekin e'lonlar doskasi
48.	www.distance.uz	Rossiya-O'zbekiston ta'lim portali
49.	www.talim.uz	O'zbekistonda distansion ta'lim sayti
50.	www.school.uz	Kitoblarning elektron versiyalari
51.	www.mikrofinance.uz	Mikrokreditlar
52.	www.baby.uz	Hamma narsa bolalar uchun
53.	www.afisha.uz	E'lonlar va xabarlar sayti
54.	www.dl.freenet.uz	O'zbekistonda distansion ta'lim sayti
55.	www.ezt.uz	Ommaviy nashrlar sayti
56.	www.uzland.com	O'zbekiston mehmonlari uchun maxsus sayt

4.4. Davlat boshqaruv, xo'jalik boshqaruvi va davlat hokimiyati organlari veb-saytlarning manzillari

No	Tashkilot	Veb-sayt manzili
VAZIRLIKLAR		
1.	O'zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot vazirligi	www.mieconomv.uz
2.	O'zbekiston Respublikasi Moliya vazirligi	www.mf.uz
3.	O'zbekiston Respublikasi Qishloq va suv xo'jaligi vazirligi	www.agro.uz
4.	O'zbekiston Respublikasi Mehnat va aholini ijtimoiy himoya qilish vazirligi	www.mintrud.uz
5.	O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta-ma'xsus ta'lim vazirligi	www.edu.uz
6.	O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi	www.uzedu.uz
7.	O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligi	www.minzdr.uz
8.	O'zbekiston Respublikasi Madaniyat va sport ishlari vazirligi	www.madaniyat.sport.uz
9.	O'zbekiston Respublikasi Ichki ishlar vazirligi	www.mvd.uz
10.	O'zbekiston Respublikasi Favqulotda vaziyatlar vazirligi	www.mchs.uz
11.	O'zbekiston Respublikasi Tashqi ishlar vazirligi	www.mfa.uz
12.	O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi	www.miniust.uz
13.	O'zbekiston Respublikasi Tashqi iqtisodiy aloqalar, investitsiyalar va savdo vazirligi	www.mfer.uz

DAVLAT QO'MITALARI

14.	O'zbekiston Respublikasi Davlat mulkini boshqarish davlat qo'mitasi	www.eki.uz
15.	O'zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo'mitasi	www.stat.uz
16.	O'zbekiston Respublikasi Monopoliyadan chiqarish, raqobat va tadbirkorlikni qo'llab-quvvatlash davlat qo'mitasi	www.antimon.uz
17.	O'zbekiston Respublikasi Davlat Soliq qo'mitasi	www.soliq.uz
18.	O'zbekiston Respublikasi Davlat bojxona qo'mitasi	www.customs.uz
19.	O'zbekiston Respublikasi Tabiatni muhofaza qilish Davlat qo'mitasi	www.uznature.uz
20.	O'zbekiston Respublikasi geologiya va mineral resurslar Davlat Qo'mitasi	www.uzgolcom.uz
21.	O'zbekiston Respublikasi Davlat arxitektura va qurilish qo'mitasi	www.gkas.uz
22.	O'zbekiston Respublikasi Yer resurslari, geodeziya, kartografiya va davlat kadastri bo'yicha Davlat qo'mitasi	www.ekzu.uz

AGENTLIKLAR

23.	O'zbekiston matbuot va axborot agentligi	www.uzapi.uz
24.	O'zbekiston aloqa va axborotlashtirish agentligi	www.asi.uz
25.	O'zbekiston Standartlashtirish, metrologiya va sertifikatlashtirish agentligi	www.standart.uz
26.	O'zbekiston «O'zkommun xizmat» agentligi	www.uzkommunhizmat.uz

27.	O'zbekiston avtomobil va daryo transporti agentligi	www.uzaat.uz
28.	O'zbekiston mualliflik huquqini himoya qilish Respublika agentligi	www.uzraap.uz
29.	O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi «O'zaxiv» agentligi	www.archive.uz
MARKAZIY MUASSASALAR		
30.	O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi	www.academy.uz
31.	O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi oliy attestatsiya komissiyasi	www.vak.uz
BANKLAR		
32.	O'zbekiston Respublikasi Markaziy banki	www.cbu.uz
33.	O'z sanoatqurilishbanki	www.uzpsb.uz
34.	Paxta-bank	www.pakhtabank.uz
35.	Tashqi iqtisodiy aloqalar Milliy banki	www.nbu.uz
36.	Davlat tijorat Xalq banki	www.halqbank.uz
37.	G'alla-bank	www.gallabank.uz
38.	Asakabank	www.asakabank.uz
39.	Ipotekabank	www.ipotekabank.uz
40.	Mikrokreditbank	www.mikrokredit.uz
QO'MITALAR		
41.	O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Davlat rezervlari qo'mitasi	www.uzkomposrezerv.uz
42.	O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Din ishlari bo'yicha qo'mitasi	www.religions.uz
43.	O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Fan va texnologiyalarni muvofiqlashtirish qo'mitasi	www.ftk.uz

MARKAZLAR

44.	O'zbekiston Respublikasi Davlat mulk qo'mitasi huzuridagi Qimmatli qog'ozlar bozori faoliyatini muvofiqlashtirish va nazorat qilish markazi	www.csmeov.uz
45.	O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta-maxsus ta'lim vazirligi huzuridagi O'rta-maxsus, kasb-hunar markazi	www.markaz.uz
46.	O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Davlat test markazi	www.test.uz
47.	O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Narkotik moddalarni nazorat qilish milliy axborot-tahlil markazi	www.ncdc.uz
48.	O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi «Sifat» O'zbekiston paxta tolasini sertifikatlash markazi	www.sifat.uz
49.	O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Hidrometeorologiya xizmati markazi	www.meteo.uz

INSPEKSIYALAR

50.	O'zbekiston Respublikasi Parvozlarni xavfsizligini nazorat qilish davlat inspeksiyasi	www.uzcaa.uz
51.	O'zbekiston Respublikasi temir yo'llarda yuk va yo'lovchilar tashish xavfsizligini nazorat qilish davlat inspeksiyasi	www.rwnadzor.uz
52.	O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Katta va alohida muhim suv xo'jaligi obyektlarining texnik holatini hamda bexatar ishlashini nazorat qilish davlat inspeksiyasi	www.v-nadzor.uz
53.	O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi O'zbekiston neft mahsulotlari va gazdan foydalanishni nazorat qilish davlat inspeksiyasi	www.ngi.uzpak.uz

54.	O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Davlat don inspeksiyasi	www.uzddi.uz
55.	O'zbekiston Respublikasi Elektr energetikada nazorat bo'yicha davlat inspeksiyasi	www.pioenergonadzori.uz
56.	O'zbekiston Respublikasi Sanoatda, konchilikda va kommunal maishiy sektorda ishlarning bexatar olib borilishini nazorat qilish davlat inspeksiyasi	www.sanoatktn.uz
BOSHQA AGENTLIKLAR, MARKAZLAR, JAMIYATLAR		
57.	«O'ZA» milliy axborot agentligi	www.uza.uz
58.	«O'zbekkino» milliy agentligi	www.uzbekkino.uz
59.	O'zbekiston Respublikasi Davlat patent idorasi	www.patent.uz
60.	O'zbekiston Respublikasi Savdo-sanoat palatasi	www.chamber.uz
61.	«Oila» Respublika ilmiy-amaliy markazi	
62.	A.Navoiy nomidagi O'zbekiston milliy kutubxonasi	www.natlib.uz
63.	O'zbekiston Respublikasi «Kamolot» yoshlar ijtimoiy harakati	www.kamolot.uz
DAVLAT HOKIMIYATI ORGANLARI		
64.	Qoraqalpog'iston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi	www.sovminrk.gov.uz
65.	Andijon viloyati hokimiyati	www.andijan.uz
66.	«O'zbekko'mir» ochiq aksiyadorlik jamiyati	www.uzbekcoal.uz

4.5. Mamlakatlar portallari manzili

1	Qozog'iston Respublikasining elektron hukumati	www.e.gov.kz
2	Rossiya Federatsiyasi hukumatining internet portali	www.20vernment.ru/government
3	Tatariston Respublikasining hukumat portali	www.prav.tatar.ru
4	Estoniya Respublikasining hukumat portali	www.valitsus.ee
5	Singapur hukumatining portali	www.gov.sg
6	Buyuk Britaniya hukumatining portali	www.getaway.gov.uk
7	Chexiya Respublikasi hukumatining portali	www.vlada.cz
8	Shvetsiya hukumatining portali	www.sweden.gov
9	Norvegiya hukumatining portali	www.reegeringen.no
10	AQSH hukumatining rasmiy portali	www.usa.gov
11	Kanada hukumatining portali	www.canada.gc.ca
12	Yangi Zelandiya hukumatining portali	www.nevzeland.gov.nz
13	Koreya hukumatining portali	www.opm.po.kr
14	Shvesariya hukumatining portali	www.gov.ch
15	Ispaniya Qirolligi hukumatining portali	www.la-moncloa.es
16	Chexiya Respublikasi hukumatining portali	www.vlada.cz
17	Norvegiya hukumatining portali	www.regieringen.no
18	Fransiya hukumatining portali	www.dremier-ministre.gouv.fr
19	Finlandiya hukumatining portali	www.government.fi

1. Kitoblar va seriyali nashrlar

1.1 Bitta tomli kitoblar, manografiyalar, darslik va maqolalar to'plami:

a) muallif bitta bo'lganda: Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. — Новосибирск: Наука, 1983. -196 с.

b) dalil keltirish, butun manbaga oid bo'lganda: Годунов С.К., Рябенкий В.С. Разностные схемы (введение в теорию). Учеб. пособие для ВУЗов. — М.: Наука, 1992. -399 с.

d) mualliflar ikkita bo'lganda: Годунов С.К., Рябенкий В.С. Введение в теорию разностных схем. — М.: Физматгиз, 1982. -168 с.

e) mualliflar uchta bo'lganda: Кошляков Н.С., Глинер Э.Б., Смирнов М.М. Дифференциальные уравнения математической физики. — М.: Физматгиз, 1962. -67 с.

f) mualliflar to'rtta bo'lganda: Мещерская А.В., Руховец Л.В., Юдин М.И., Яковлева Н.И. Естественные составляющие метеорологических полей — Л.: Гидрометеиздат, 1970. -199 с.

g) mualliflar jamoasi uchun: Коротеев А.М., Беляев Т.А., Глушков Р.М., Зубков С.М., Иванов И.А., Петров Ю.А., Тухманова С.А., Саркисян Р.М., Зубков С.М., Шокин Ю.А. Планирование, организация и управление транспортным строительством / Под ред. А.М.Коротеева. — М.: Транспорт, 1989. -286 с.

h) davriy to'plamlar: Ахмедова А.Х. Моделирование потребности в кадрах высшей квалификации с использованием современных информационных технологий /Вопросы кибернетики: Сб. науч. тр. — Т.: ИК АН РУз, 2004. — вып.170. -с.35-39.

1.2. Ko'p tomli kitoblar:

a) dalil keltirish, butun manbaga oid bo'lganda: Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей. В 2-х т. — М.: Мир, 1991. -504 с.

b) alohida tom materiallari: Седов Л.И. Механика сплошной среды. В 2-х т. — М.: Наука, 1983. Т.1. С. 114—125.

2. Dissertatsiya va dissertatsiya avtoreferatlari

2.1. Кузнецов Ю.И. Построение информативного базиса в задачах общей циркуляции атмосферы: Дис. ... канд. физ.-мат. наук. — Новосибирск: ВЦ СО РАН, 197. -134 с.

2.2. Фролов В.В. Теоретические проблемы правового регулирования специальных экономических зон.: Автореф. Дис. ... канд. юрид. наук. — М.: МГУ. 1997. -22 с.

3. Jurnallardagi maqolalardan dalil keltirilganda

3.1. Бахвалов Н.С. К оптимизации методов решения крайевых задач при наличии пограничного слоя // Журнал вычисл. матем. и матем. физики. — Москва, 1969. — №4(9). — С. 841-859.

3.2. Ахмедов А.И. Роль коммерческих банков в развитии экономики Узбекистана // Экономический вестник Узбекистана. — Ташкент, 2005. — № 5. -С. 20-22.

3.3. Рахимова Ф.С. Использование подвижных игр при обучении узбекскому языку младших школьников // Преподование языка и литературы. — Ташкент, 2004. - № 2. — С. 41-43.

4. Ilmiy asarlar to'plamidan dalil keltirilganida

4.1. *dalil keltirish, butun to'plamga oid bo'lganda*: Интеллектуальное общение с ЭВМ: Сб. науч. тр. ТашГУ. — Ташкент, 1986. -270 с.

4.2. *dalil keltirish, maqolaga oid bo'lganda*: Иванова Г.С. Изменения в системе свёртывания крови у больных злокачественными опухолями // Сб. науч. трудов Института биологии АН РК. — Алматы, 1980. -С. 214-217.

5. Konferensiya, simpoziumlar materiallardan dalil keltirilganda

5.1. Петров С.М. Влияние конечной скорости распространения поперечной волны на динамическое поведение высокого сооружения // IV Российская конф. по сейсмостойкому строительству: Тез. докл. — М., 2001. -С. 55.

5.2. Иванов П.К. Алгоритм исследования колебаний асимметричных сооружений с динамическими гасителями // Перспективные информационные технологии: Тез. докл. Респ. науч. конф. 21-22 мая 2002. — Ташкент, 2002. -С. 132-133.

5.3. Хохлов Ю.Е. О сетевой интеграции информационных ресурсов ведущих библиотек России // Телематика 96: Материалы Всероссийской научно-методической конференции. — Санкт-Петербург: Республиканский научный центр компьютерных телекоммуникационных сетей высшей школы, 1996. — С. 26-30.

5. Depozitda saqlash uchun topshirilgan ilmiy ishlardan dalil keltirilganda

6.1. Соагов У.А. Необходимое и достаточное условие существования решения частично интегрального уравнения с вырожденными ядрами. – Т.: 1997. – 29 с. – Деп. в ГФТИ ГКНТ РУз 01.10.97. № 2677-97.

6.2. Панов В.Ф. Модели частиц в сильной гравитации / Ред. журн. «Изв. вузов. Физика». — Томск, 1982. — 7 с. — Деп. в ВИНТИ 27.05.82, № 264}.

7. Mualliflik guvohnoma va potentlardan dalil keltirilganda

7.1. Патент РУз №2544. Хлопкоуборочный аппарат с пальцевым механизмом / Усманов А.И, Туралов Р.У // Расмий ахборотнома. — 1998. - №2.

7.2. А.С. 1543423. Хлопкоуборочный аппарат / Усмонов А.И., Турапов Р.У // Б.И. - 1993. - №27.

7.3. Мирахмедов А. Программа прогнозирования потребности в кадрах высшей квалификации // Государственное патентное ведомство РУз. Свидетельство № DGU 00781. 28.12.2005 г.

Formula'i keltirish namunasi

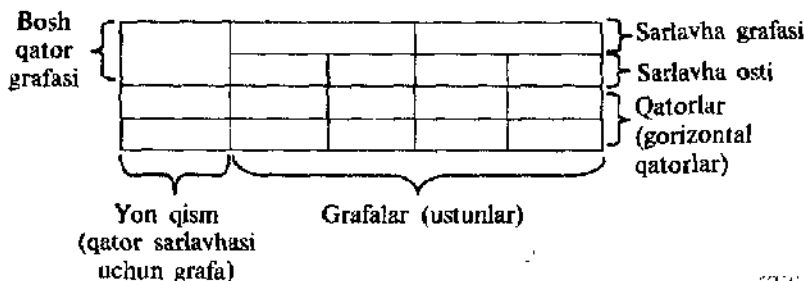
$$u_{yy} - |y|^m \cdot u_{xx} + a_1(x, y)u_x + b_1(x, y)u_y + c_1(x, y)u =$$

$$= \lambda \xi^h F_{0\xi} \left[\frac{a, b}{c, \xi} \right] \xi^h u(\xi, 0) + d_1(x, y) \quad (3.1)$$

Jadvalni keltirish namunasi

Nº-indval.

Jadvalning nomlanishi



Foydalanilgan adabiyotlar

1. *Пасечник Н.Н.* Патентоведение. — М.: 1984.
2. *Закин Я. Х., Рашидов Н.Р.* Основы научного исследования. — Т.: «Укигувчи», 1981. -181 с.
3. *Синьков В.П.* Статистические задачи сельской электрификации. — М.: 1978. -285 с.
4. *Азизов Р.К., Хужаев С.С.* Техник қурилмаларнинг яратилиш услублари. — Т.: 1994.
5. *А.Джумахужаев.* Патентшунослик. — Т.: 2001. -383 б.
6. *В.В.Касмин.* Основы научных исследований. — М.: 2007. -272 с.
7. Основы планирования эксперимента РТМ 23.2.36-73. — М.: ВИСХОМ/Всесоюз. н.-и. ин-т сел. хоз. Машиностроения, 1974. -116 с.
8. *Дрейзин В.Э.* Основы научных исследований и инженерного творчества: Учеб. пособие: в 4-х кн. / В.Э.Дрейзин, И.С.Захаров. — Курск, 2005.
9. *Кузнецов И.Н.* Интернет в учебной и научной работе: практическое пособие / И.Н.Кузнецов. — М.: Изд.-торг. Корпорация «Дашков и К», 2002. -192 с.
10. *Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М.: «Наука», 1976. -280 с.
11. Математические методы планирования эксперимента. Под ред. В.В.Пененко. — Новосибирск: «Наука», 1981.
12. *Алексеев В.П.* Основы научных исследований патентоведения: Учеб. пособие / В.П.Алексеев, Д.В. Озеркин. — Томск: Изд-во ИОА СО РАН, 2003. -179 с.
13. *Пахомов Б.Я.* Методология научного творчества. Организация исследовательской деятельности / Б.Я.Пахомов. — М.: МИФИ, 2005. -56 с.

14. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. — М.: «Наука», 1970.
15. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. — М.: «Наука», 1979.
16. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. — М.: «Наука», 1969.
17. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. — М.: «Наука», 1964.
18. Электрические измерения неэлектрических величин. Под ред. П.В.Новицкого. — Л.: Энергия, 1975.
19. Попов В.С. Электрические измерения. — М.: «Энергия», 1974.
20. Тюрин Н.И. Введение в метрологию. — М.: Изд. стандартов, 1973.
21. Румишинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента. — М.: «Наука», 1971.
22. Швырев В.С. Научное познание как деятельность. — М.: 1984.
23. Рузавин Г.И. Методология научного исследования. — М.: ЮНИТИ, 1999.
24. Плысюк А.А. Разработка метода доочистки озонам сточных вод: автореф. Дисс.канд.техн.наук. — Киев, 1969. -16 с.
25. Проскуряков В.А. Шмицт Л.И. Очистка сточных вод в химической промышленности. — Л.: Химия, Ленинград отд-ние. 1977. -464 с.
26. Методика статистической обработки эмперических данных РТМ 44-62. — М.: Комитет стандартов, мер и измеритиельных приборов, 1966. -101 с.
27. Винарский М.С., Лурье М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. — К.: Техника, 1975. -168 с.
28. Тихомирова В.Б. Планирование и анализ эксперимента. — М.: «Легкая индустрия», 1974. 15-89 с.
29. А.С. 1091896 СССР, МКИ А23В7/02; А23 3/32. Способ подготовки плодов и винограда к сушке. А.Раджабов, М.Мирзаев, А.Мухаммадиев, Е.В.Стативкин, А.Х.Вахидов (СССР) № 3493088/28-13; Заявлено 22.09.82; Опубл. 15.05.84. бюл. № 18.

30. *Стативкин Е.В.* Влияние электроимпульсной обработки на поражение ткани ягод винограда //Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1983. № 12. С. 49-51.
31. *Вознесенский В.А.* Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. — М.: Финансы и статистика, 1981. 263 с.
32. *Ибрагимов М.* Исследование и разработки процесса электроозонирования для доочистки и обеззараживания жидкого навоза животноводческих комплексов и ферм. Дисс. канд. тех. наук. — М.: 1982. 124 ст.
33. *Ткаченко Б.И.* Определение экономической эффективности результатов прикладных и фундаментальных научно-исследовательских работ в цикле развития «наука-производство»/ Б.И.Ткаченко. — Владивосток: Изд-во Дальневост. Ун-та, 2002. -937 с.
34. Нормы технологического проектирования системы удаления, обработки, обеззараживания, хранения, подготовки и использования навоза и помёта ОНТП 17-81:УТВ.24.02.82 /МСХ СССР. — М., -70 с.
35. *Инструкции по лабораторному контролю очистных сооружений на крупных животноводческих комплексах по производству молока, говядины и свинины.* Гипроинисельхоз. — М.: Колос, 1982.

MUNDARIJA

So'zboshi	3
Kirish	4
1. Fan haqida tushuncha va uning jamiyat taraqqiyotida tutgan o'rni	5
2. Ilmiy tadqiqot turlari va uni olib borishning asosiy usullari	10
2.1. Ilmiy tadqiqotlarning turlari (klassifikatsiyalanishi), strukturasi va bosqichlari	10
2.2. Ilmiy texnik muammo (masala), uni aniqlash, o'rganish va yechimi bo'yicha ilmiy gipotezani shakllantirish	16
2.3. Ilmiy tadqiqotlar olib borishning asosiy usullari	21
2.4. Qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishini elektrlashtirishga oid ilmiy tadqiqotlarga misollar	26
3. Ilmiy tadqiqot ishlarida modellashtirish	29
3.1. Matematik modellashtirish	30
3.1.1. Matematik modellashtirish vazifalari va unga qo'yilgan talablar	30
3.1.2. Matematik modellar tasnifi, turlari va shakllari	33
3.1.3. Matematik modellarni ishlab chiqish usullari	36
3.2. Fizik modellar va asosiy ko'rsatkichlari	37
4. Ehtimollar nazariyasi va amaliy tadqiqotlar natijalariga matematik-statistik usul bilan ishlov berish	38
4.1. Ehtimollar nazariyasi haqida umumiy tushunchalar	39
4.1.1. Umumiy ma'lumotlar	39
4.1.2. Tasodifiy voqealiklar (hodisalar) va ularning ehtimolligi	40
4.1.3. Ehtimolliklarni qo'shish va ko'paytirish	43
4.2. Ilmiy tadqiqotlarda statistik yondashuv	56
4.3. Tasodifiy kattaliklar, ularning taqsimlanishi va miqdoriy xarakteristikalari	59

5. Ilmiy tadqiqotlarda o'lchov texnikasi	80
5.1. O'lchash, o'zgaruvchilar va o'lchanadigan kattaliklar	80
5.2. Noelektrik kattaliklarni o'lchash priborlari va qurilmalari	82
5.2.1. O'lchash apparatlarining umumiy xarakteristikalari	82
5.2.2. Datchiklar va o'zgartirgichlar	85
5.2.3. Qayd qiluvchi apparaturalar	92
5.3. O'lchashlar aniqligi	96
6. Nazariy tadqiqotlar olib borish metodologiyasi	100
6.1. Tadqiqot obyektlari matematik modellari	101
6.2. Sistemaviy tadqiqot usullari	103
6.3. Nazariy tadqiqotlar olib borishda qo'llaniladigan qonunlar va nazariyalar to'g'risida umumiy ma'lumotlar	105
7. Eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish, o'tkazish va natijalari tahlili	117
7.1. Eksperimental tadqiqotlar turlari va ularni bosqichlari	117
7.2. Eksperimentni rejalashtirish va faktorlar tenglamasi	119
7.2.1. Texnikaviy obyektning kibernetik modeli	119
7.2.2. Eksperimentni rejalashtirish, reja-programmasini ishlab chiqish	121
7.2.3. Eksperimentni rejalashtirishda faktorlar tenglamalari	125
7.3. Eksperimentni o'tkazish	131
7.4. Eksperiment natijalariga ishlov berish usullari	132
7.4.1. O'lchashlar natijalarini grafik tasvirlash usullari	132
7.4.2. Empirik formulalarni tanlash usuli	134
7.4.3. Nazariy-eksperimental tadqiqotlar natijalarini tahlil qilish, xulosa va takliflarni formulalashtirish	135
7.5. Hisoblash eksperimenti	136
7.6. Eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish va natijalariga ishlov berishni chorva mollari suyuq chiqindilarini ozonlash jarayoni misolida o'rganish	138
7.7. Optimallashtirishga oid eksperimental tadqiqotlarni rejalashtirish, o'tkazish va ishlov berishni uzum mevasiga quritishdan oldin elektr impulsli ishlov berish jarayonida o'rganish	147
8. Axborot-bibliografik resurslar, intellektual mulk va patent materiallar	154
8.1. Axborot-bibliografik resurslar va ulardan foydalanish	154
8.1.1. Axborot va bibliografik ma'lumotlar manbalari va tahlili	154
8.1.2. Axborot resurslarining elektron shakllari	157
8.2. Intellektual mulk va patent materiallar	158
8.2.1. Intellektual mulk va mualliflik huquqi haqida umumiy tushunchalar	159
8.2.2. Ixtironing patentboplik shartlari, obyekti va talabnoma	162
8.2.3. Ixtironing bayoni va ixtironi bajarishni ta'minlaydigan ma'lumotlar	165
8.2.4. Ixtiro formulasi, uning maqsadi va grafik qismi	167

9. Ilmiy tadqiqot natijalarni rasmiylashtirish	169
9.1. Ilmiy tadqiqot natijasi haqida ma'lumotlar turlari	169
9.2. Ilmiy referat va hisobotlarning strukturasi, mazmunlari va tili	170
9.3. Ilmiy tadqiqot ishlari to'g'risidagi hisobotlarni rasmiylashtirish	173
9.4. Ilmiy materiallarni nashrga tayyorlash	177
10. Ilmiy tadqiqotlarning joriy etilishi va samarasi	179
10.1. Ilmiy-tadqiqot ishlari natijalarini joriy etish, ularning samaradorlik mezonlari	179
10.2. Ilmiy tadqiqotlar iqtisodiy samaradorligini hisoblash	180
11. Amaliy mashg'ulotlar uchun misol va masalalar	182
12. Ilovalar	214
1-ilova. Fan va texnika sohasida faoliyat yuritishda ko'p uchraydigan terminlar qisqacha izohli lug'ati	214
2-ilova. Tadqiqotlar natijalariga statistik ishlov berishda foydalaniladigan ma'lumotlar	221
3-ilova. Eksperimentni rejalashtirish va natijalariga ishlov berishga oid ma'lumotlar va materiallar	231
4-ilova. Axborot qidiruvchi tizimlar va saytlar manzillari	237
5-ilova. Ma'lumot manbalarini rasmiylashtirish namunalari	246
Foydalanilgan adabiyotlar	249