O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS TA’LIM VAZIRLIGI
OLIY VA O‘RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA’LIMINI
RIVOJLANTIRISH MARKAZI

A. Radjabov

ILMIY TADQIQOT ASOSLARI

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta ta’lim vazirligi oliy o‘quv yurtlararo ilmiy uslubiy birlashmasi faoliyatini muvofiqlashtiruvchi kengash tomonidan o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan

«TAFAKKUR-BO‘STONI»
TOSHKENT — 2012

UDK: 63:621.311 (07)
74.4(5O‘)
P15

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 5630200 – «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 5A630202 – «Elektrotexnik uskunalar ekspluatatsiyasi va texnik servisi» 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‘rni, 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.

ISBN 978-9943-362-63-5

© «Tafakkur-Bo‘stoni», 2012.

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 tejamkorlikka 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 xulosalar 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 yoritalgan. 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.Yunusovlarning 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.Ibragimovlarga, o‘quv qo‘llanmani nashrga tayyorlashdagi texnik yordam ko‘rsatgan «Umumiy texnika fanlari» kafedrasi aspirantlari A.Zokirov va N.Eshpo‘latovlarga 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» kafedrasi.

KIRISH

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 elektirlashtirish 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 tejamkorligiga 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 mutaxasis 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‘rni

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 tizimidar.

Fanga insonning moddiy dunyo va jamiyat haqidagi bilimlarini kengaytirishga (boyitishga) yo‘naltirilgan intelektual 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.

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

Fanni rivojlanishi maxsus ilmiy, o‘quv muassasalarda, ularning bo‘linmalarida (kafedra, laboratoriya va h.k.) ilmiy-ijodiy guruhlarda konstruktorlik va loyiha tashkilotlarida amalga oshiriladi.

Fan bu o‘zining tarkibida tabiatning obyektiv qonunlari haqida doimiy rivojlanishdagi ilmiy bilimlar tizimi, ushbu tizimni yaratish va rivojlantirishga yo‘naltirilgan odamlarning ilmiy faoliyati, jamiyat va insoniyat ongi va ilmiy faoliyat yuritishni ta’minlovchi tashkilotlarni mujassamlashtirilgan yaxlit ijtimoiy tizimni ifodalaydi.

Fanning tarkibiy qismi, ta’rifi va tavsifi hamda muhim belgilari uning tizimi xarakteristikasini tashkil etadi (ifodalaydi).

Fanning tarkibiy qismi quyidagi uchta asosiy yo‘nalishda aks ettiriladi: ilmiy bilimlar tizimi, ilmiy faoliyat va ilmiy muassasa.

Ilmiy bilimlar tizimi quyidagi belgilarga ega bo‘lishi kerak: hammabopligi, ilmiy dalillarning haqiqiyligi (tekshirilganligi), voqeliklarni amalga oshira olinishligi, bilimlar tizimini turg‘unligi (barhayotliligi).

Ilmiy bilimlar tizimi quyidagicha klassifikatsiyalanadi:

a) bilim tarmoqlari bo‘yicha: tabiiy fanlar, texnik fanlar, jamiyat fanlari;

b) ilmiy fanlar bo‘yicha: matematika, fizika, kimyo, astronomiya, energetika va h.k.;

d) ilmiy faoliyat natijasi: nashr etish (kitob, maqola) mualliflik guvohnomasi, patent, konstruktorlik ishlama va h.k.

Ilmiy faoliyat natijasi quyidagi asosiy belgilari bilan ifodalanuvchi yangi ilmiy bilimlarni olishga, o‘zlashtirishga qayta ishlashga va sistemaga tushirishga yo‘naltirilgan ijodiy faoliyat (ilmiy ish yoki ilmiy mehnat):

– yangiligi va haqiqiyligi, ehtimollik xarakteri va tavakkalligi (risk), ilmiy natijalarni ishonchliligi va isbotlanishliligi.

Ilmiy faoliyat quyidagicha klassifikatsiyalanadi:

a) maqsadi bo‘yicha: nazariyani rivojlantirish, yangi texnika va texnologiya yaratish, mavjud texnika va texnologiyalarni takomillashtirish;

b) ilmiy ish turlari bo‘yicha: fundamental, amaliy tadqiqotlar, ilmiy izlanishlar;

d) ilmiy tadqiqot ishi ko‘lami bo‘yicha: fandagi biror yo‘nalish, ilmiy muammo, ilmiy mavzu;

e) tadqiqot uslubi bo‘yicha: nazorat, eksperimental va aralash tadqiqotlar;

Ilmiy muassasa ilmiy xodimlar, ilmiy faoliyat yuritish vositalari (ilmiy uskuna, qurilma, pribor va h.k.), ma’lumot materiallari, ilmiy faoliyat obyekti va ilmiy faoliyat yuritish uchun kerakli shart-sharoitlarga ega bo‘lishi kerak.

Fan har bir mamlakat iqtisodiyotini va jamiyat taraqqiyotini negizi hisoblanuvchi ilmiy texnik taraqqiyot rivojlanishini ta’minlovchi intellektual boylik (kuch) hisoblanadi. Uzoq o‘tmishda yashab ijod qilgan ajdodlarimiz jahon sivilizatsiyasiga, fanning rivojlanishiga katta hissalarini qo‘shganliklarini yodimizda doimo saqlashimiz kerak. Qadim Turkiston eli o‘zining buyuk siymolari va ko‘p qirrali ijodi bilan fanning rivojlanishiga salmoqli hissa qo‘shgan buyuk ajdodlarimiz bilan haqli ravishda faxrlansak arziydi.

Dunyoda ilk bor uchta akademiyaning Turkistonda – Markaziy Osiyo tuprog‘ida tashkil etilishi buning yorqin isbotidir. Xorazmda Ma’mun akademiyasining faoliyat ko‘rsatgani, Kamoliddin Behzod rahnomolik qilgan tasviriy san’at akademiyasi, koinot sirlarini ilk bor yuqori aniqlikda tasvirlay olgan Mirzo Ulug‘bek observatoriyasi va boshqa ilm-fan sirlarini ochib bergan ko‘plab buyuk siymolarni sanab o‘tish mumkin.

Bizga Nyuton nomi bilan atalib o‘rgatilgan matematikadagi sonlar binomi aslida bobomiz Al Xorazmiy qalamiga mansub ekan.

Beruniy bobomiz texnika sohasida o‘z davrining yirik olimi hisoblangan.

Al Farg‘oniy kashf etgan, gidravlika qonunlariga asoslangan, suvni yuqoriga ko‘tarib berish va uning sathini o‘lchash pribori bugungi kunda ham Nil daryosida suv sathini kuzatib borishda yuqori aniqlikdagi o‘lchov asboblardan biri bo‘lib xizmat qilib kelmoqda.

Mirzo Ulug‘bekning shogirdlari bilan birgalikda yaratgan koinotni o‘rganish qurilmasi va uning yordamida hisoblangan quyosh sistemasidagi

sayyoralar harakati jadvali bugungi kunda ham yuqori aniqlikdagi astronomik ma'lumot hisoblanadi.

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 yer sharining 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 nochiziqli elektr zanjirlarni 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'rnini 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 muvofiqlashtirish, 2006-yil 7-avgustdagi PF-436 sonli «Fan va texnologiyalarni boshqarish va muvoffiqlashtirishni takommilashtirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi Prezident Farmoniga asosan tashkil etilgan Respublika Vazirlar Mahkamasi qoshidagi **Fan va texnologiyalarni rivojlantirishni muvofiqlashtirish qo'mitasi** tomonidan amalga oshiriladi (1.1-rasm).

Ushbu qo'mita vazifalariga quyidagilar kiradi:

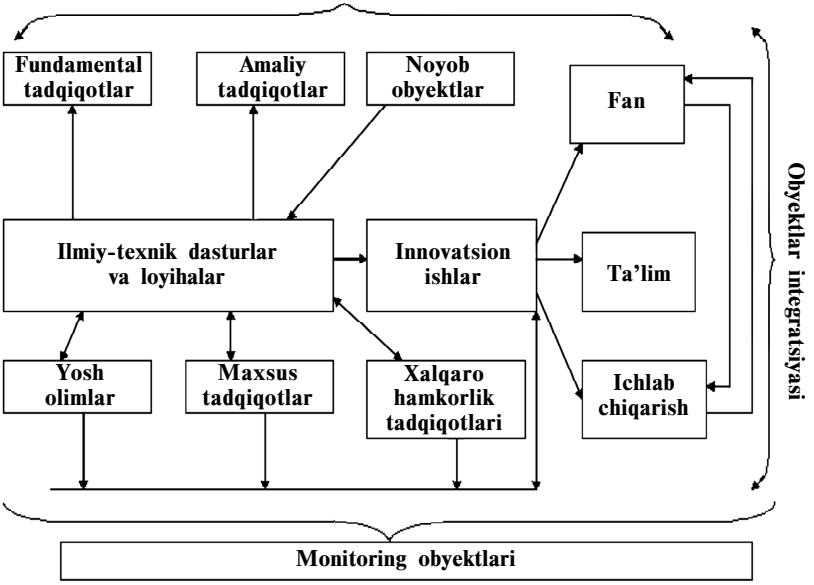
– O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi, Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi va boshqa vazirlik hamda idoralar bilan birgalikda jahon ilmi yutuqlarini, mamlakatimizning ijtimoiy-iqtisodiy, jamoatchilik-siyosiy rivojlanishi vazifalarini hisobga olgan holda, fan va texnologiyalarni rivojlantirishni 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 tashkilotlar, 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, respublika ilmiy tashkilotlari, olimlari va mutaxassislarini xalqaro dasturlar va ilmiy loyihalar tanlovlarda faol qatnashishlariga imkon yaratish.

Fan va texnologiyalarni muvofiqlashtirish va boshqarish obyektlari



1.1-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. Ximiya, biologiya va meditsina.
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 qoidalari 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 yangiliklar 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 tadbig‘i, ishlab chiqarish esa texnikaning faoliyat yuritish sohasi vazifasini bajaradi. Fanning bevosita ishlab chiqaruvchi kuchga aylanganligi, keng qamrovliligi 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.

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‘yicha) yangi bilimlarga yoki obyekt haqidagi (bo‘yicha) mavjud bilimlarni 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 obyektiga moddiy dunyoning har qanday materiali (elektrotexnik uskunalar, elektrlashtirilgan qurilmalar, mashina va mexanizmlar), jarayonlar (texnologik, energetik, agrotexnik, elektromagnit, moddiy materiallar elementlari va h.k.lar) kiradi.

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

Fundamental tadqiqotlar prinsipial yangi bilimlarni (yaratish) barpo etish va oldinda mavjud bilimlar sistemasini rivojlantirishga qaratiladi va undan maqsad tabiatning yangi qonunlarini yaratish (kashf etish) voqeliklar orasidagi bog‘liqliklarni ochib berish va yangi nazoratlar yaratishdir. (Masalan, elektromagnit maydon nazariyasi agroinjeneriyada resurslar tejamkorligi ilmiy – metodologiyasini yaratish, energiyani muhitda harakatlanishi qonunini va h.k.lar).

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

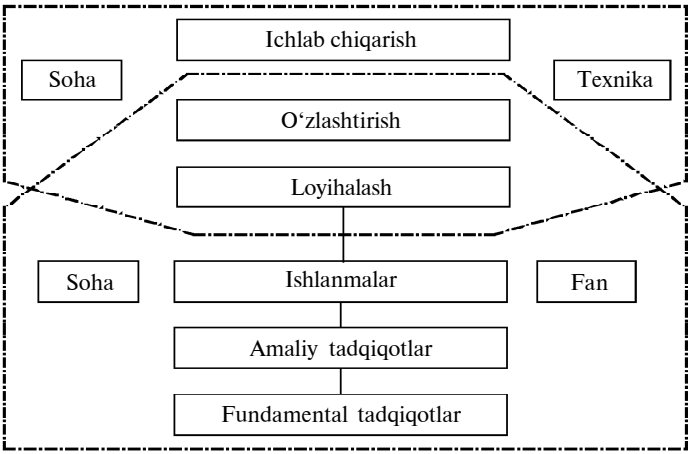
(Masalan, urug‘lik mahsulotlarni saralash elektrotexnologiyasi va texikasini yaratish, energiya tejamkor meva quritish texnikasini yaratish, asinxron motorlarni quvvat koeffitsiyentini (cos ц) oshirish teznik vositasini ishlab chiqish va h.k.lar).

Ishlanmalar yoki loyiha-konstruktorlik ishlari (LKI) amaliy tadqiqotlar natijalarini (masalan texnika sohasida) texnik yechimlarni (mashina, qurilma, material, mahsulot) ishlab chiqarish texnologiyalarini tajriba nusxalarini yaratish va sinab ko‘rish, yangiliklarni takomillashtirishda foydalanishga qaratilgan ilmiy tadqiqotning yakuniy qismidir. (Masalan, elektr maydoni yordamida urug‘lik donlarni saralash texnologiyasini amalga oshiriuvchi texnik qurilmani yaratish, dielektrik don quritish usulni amalga oshirish 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 ko‘pchilik hollarda shartli bo‘lsada, ularni fanning muayyan bir sohasiga tegishliligi birlashtirib turadi. (2.1-rasm).

2.1-rasmda keltirilgan sxemada loyihalash va o‘zlashtirish bosqichlari bir vaqtning o‘zida fan va texnika sohalariga tegishli hisoblanadi. Shuningdek, fundamental tadqiqotlar va ishlab chiqarish oralig‘ida o‘zaro bog‘langan bosqichlar: amaliy tadqiqotlar – ishlanma – loyiha joylashgan.

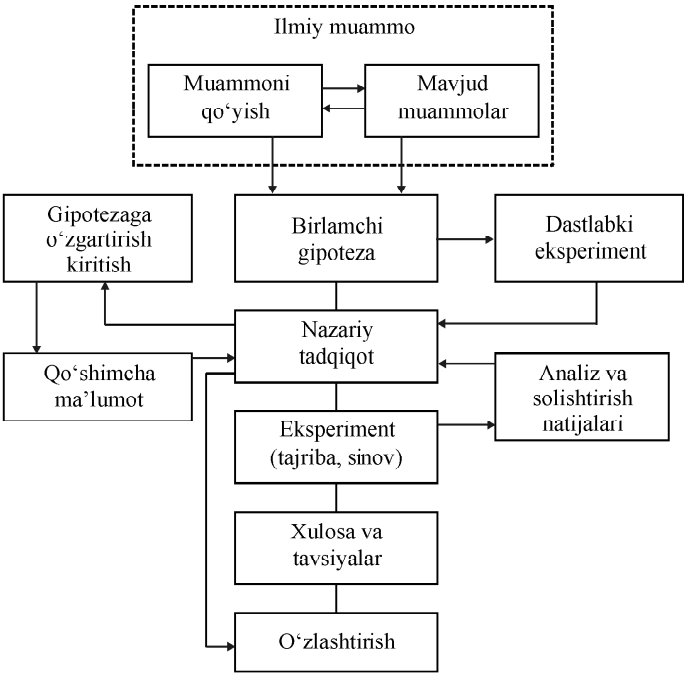
Ilmiy tadqiqotlar strukturasi. Ilmiy izlanishlar (tadqiqotlar) – obyektiv borliqni, qonuniyatlar va real dunyo voqeliklari orasida bog‘liqlikni anglab yetish – bilish jarayonidir.



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 tugagungacha 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 ishonchliligini 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 obyektiga 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 izlanishlar olib borilayotgan muammoga oid voqelik va faktlarni oldindan belgilab (prodokazat) va tushintirib bera olish qobiliyatiga ega bo‘lishi kerak.

Eksperimental tadqiqotlar – ilmiy asosida qo‘yilgan tajribadir. Eksperimental tadqiqotlardan ko‘zlangan maqsad ilmiy muammo (masala) yechimining 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 tadqiqotlar natijalarini solishtirib (taqqoslab) ko‘rib ularni bir biriga mos kelishi (to‘g‘ri kelishi) haqida, hamda ilgari surilgan ilmiy gipotezani tasdiqlashi haqida uzul-kesil xulosa qilinadi. Ayrim hollarda natijalar bir biridan ancha farq qilsa yoki umuman to‘g‘ri kelmasa ilmiy gipotezaga o‘zgartirish kiritish yoki gipotezani inkor etishga to‘g‘ri keladi.

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

Texnika sohasida, jumladan, energetika sohasida tadqiqotlar natijalarini o‘zlashtirish (amalda tadbiq etish) bosqichi ham ko‘zda tutiladi. Bunda tadqiqot natijalarini yoki texnologik va konstruktorlik ishlanmalarini iste’molchiga yetkazish ishlari amalga oshiriladi.

Ilmiy tadqiqot turlari muayyan bir ketma-ketlikda bosqichma-bosqich amalga oshiriladi. **Fundamental va amaliy tadqiqotlar quyidagi bosqichlardan iborat bo‘ladi:**

1-bosqich. *Tanlangan mavzuning dolzarbligini asoslash va ifoda etish:*

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

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

– mavzuni ifodalash va tadqiqot annotatsiyasini tuzish;

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

– kutilayotgan iqtisodiy yoki boshqa foydali samarani 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 topshirig‘i asosida ishchi farazni shakllantirish;

– ishchi farazga muvofiq modelni aniqlash va uni tadqiq etish;

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

4-bosqich. *Eksperimental tadqiqotlar* (*tasdiqlash, to‘g‘rilash yoki nazariy 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 konstruktorlik ishlarini (LKI) bajarish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat bo‘ladi:

1-bosqich. Dolzarblikni 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;

– patentga 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 konstruktorlik 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 aprobatsiya qilish, me’yoriga yetkazish va sozlash;

– stendda 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 sertifikatsiyalash.

Shunday qilib, ilmiy tadqiqotlar qanday maqsadga qaratilganligi va ilmiy chuqurligi bo‘yicha uch asosiy turga tasniflanadi: fundamental (nazariy), amaliy va tajriba, konstruktorlik ishlanmalari. Fundamental va amaliy ITI larning bajarilish jarayoni olti asosiy bosqichni, tajriba konstruktorlik ishlanmalari esa yetti bosqichni o‘z ichiga oladi. Ilmiy 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 amaliy masala bo‘lib, usiz ilmiy tadqiqot ishlarini bajarib bo‘lmaydi.

Texnika yo‘nalishida ilmiy muammolar, ishlab chiqarish texnik vositalari va jarayonlarini u yoki bu jihatdan ma’lum talablarga javob bermayotganidan energiya va boshqa resurslarni sarflarining yuqoriligi tufayli yuzaga keladigan va yechimi jamiyat taraqqiyotida zarur bo‘lgan masalalardan iboratdir. Ilmiy muammolar fanda oldingi erishilgan natijalar orasidan o‘sib chiqadi. Masalan.

Elektr motorlarni yaratilishi ko‘plab fundamental, amaliy va ishlanmalar natijalari bilan bog‘liq bo‘lib, undan foydalanish jarayonida turli xil faktorlar ta’sirida ularni buzilmasdan ishlash muddati balgilangan muddatdan ancha past bo‘lib kelayotgani ularni ekspluatatsion ishonchliligini oshirish muammosini keltirib chiqaradi. Yuzaga kelgan ilmiy muammolarni yechimini topishda yangi bilimlar kerak bo‘ladi va bunga esa ilmiy izlanishlar natijasida erishiladi. Har qanday ilmiy muammo ikkita uzviy bog‘langan elementni o‘zida mujassam qiladi: birinchisi, biz nimanidir bilishimiz (voqelik, jarayon, energetik qurilma va h.k.lar) ular haqida obyektiv bilimga ega bo‘lishimiz, ikkinchisi, yangi qonuniyatlar yoki oldingi olingan bilimlarni amalda qo‘llashni prinsipial yangi usulini yaratish imkoniyati haqida farazga ega bo‘lishimiz kerak.

Ilmiy muammoni qo‘yish – muammoni izlash, muammoni qo‘yish va rivojlantirish (kengaytirish) bosqichlarini o‘z ichiga oladi.

Muammoni izlash – ilmiy muammoni yuzaga kelishi ijtimoiy, iqtisodiy va texnik asoslar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Ijtimoiy asosga ega bo‘lgan energetik muammo sifatida ekologik toza energiya ishlab chiqarish, muhitni ifloslantirmaydigan ichki yonuv dvigatelini yaratish bilan bog‘liq muammoni misol qilib olishimiz mumkin. Ayrim muammolar unchalik ravshan bo‘lmasada, shubhasiz bo‘lib, yirik ilmiy texnik muammolar sirasiga kiradi. Masalan, o‘ta yuqori o‘tkazuvchanlikka ega elektr energiyasini uzatish tarmog‘ini yaratish yoki bo‘lmasa quyosh energiyasidan elektr energiyasi olish samarasini oshirish va h.k.lar. Ushbu yirik ilmiy texnik muammolar

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 uskunalarning texnik ishonchliligini, ekspluatatsion samaradorligini o‘rganish bilan bog‘liq, zaruriyat elektrotexnik uskunalar va elektrotexnik qurilmalarning ekspluatatsion ishonchliligini 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 imkoni 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 talqiqotlar chegarasi va tadqiqot obyektini 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 uskunalarning ekspluatatsion ishonchliligini oshirish, noan’anaviy energiya manbalaridan foydalanish, energiya tejamkor elektrotexnologik jarayonlarni ishlab chiqish va h.k. bosh muammolar – elektr energiyasidan foydalanish muammosini kengayishi va to‘ldirilishini, boyitilishini ta’minlaydi.

Elektr uskunalarning ekspluatatsion ishonchliligini 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 uskunalarni anormal rejimdan himoyalash vositalarini ishlab chiqish (yaratish), texnik servis ko‘rsatish tizimini takomillashtirish, elektrotexnik uskunalarni 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 sohalardagi tadqiqotlar materiallarini o‘ranish 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:

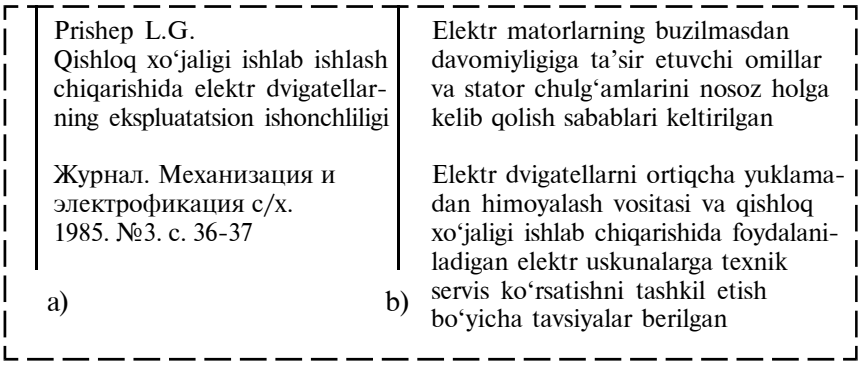
Birinchi bosqich. Ma’lumotlar manbalarini aniqlash. Bu bosqichda tadqiqot mavzusiga oid yo‘nalishda chop etilgan ilmiy asarlar (monografiyalar), brashyuralar, jurnallarda chop etilgan maqolalar dissertatsiya ishlari va ularning avtoreferatlari, referativ jurnallar, ilmiy to‘plamlarda chop etilgan maqolalar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

Tanishib chiqilgan ma’lumotlar manbalari va ularda tadqiqot mavzusiga oid masalalar bo‘yicha erishilgan yechimlar birlamchi 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



2.3-rasm. Birlamchi ma’lumotlar kartochkasi:
a) yuza qismi; b) orqa qismi.

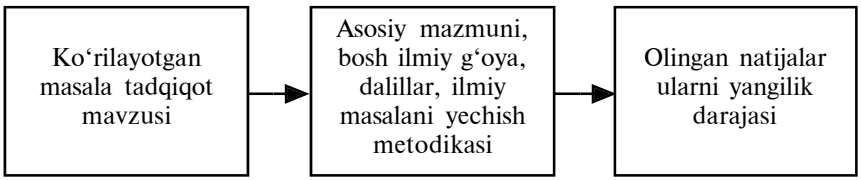
ma’lum bir xulosaga kelinadi. Tanishib chiqilgan ma’lumotlar manbayida yechilgan muammo yoki masala siz olib borayotgan tadqiqotlar bilan bevosita bog‘liq bo‘lmasa bunday holda ushbu manba undagi yoritilgan masalalar haqida qisqacha xulosa shakllantirilib undan zarur bo‘lganda foydalanish uchun konspekt 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‘lchov priborlarini yetarli aniqlik ko‘rsatkichiga ega emasligi va h.k.lar) aniq ko‘rsatilishi kerak.

Tadqiqot mavzusiga oid va unga turdosh sohalarda 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 yetarli emas. Yuzaga kelgan yangi ilmiy muammoni yechish uchun yangi ilmiy bilimlar, yangi dalillar kerak bo‘ladi. Tadqiqot o‘tkazilayotgan muammoga (mavzuga) oid to‘plangan dalillar ilmiy izlanish olib borishda muhim ahamiyatga ega bo‘lsada ular o‘z o‘zidan ilmiy taraqqiyotni tashkil qilmaydi va ular muammoni yechimiga erishish bo‘yicha ma’lum bir takliflarni, ya’ni gipotezalarni ilgari surishga kerak bo‘ladi.

Ishchi gipoteza – kuzatilayotgan dalillarni kelib chiqish sabablari 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 yoki taxminki (bashoratki) birinchidan, u fanning ushbu sohasidagi (masalan energetika, texnika, termodinamika va boshqa sohalar) ilmiy asosda belgilangan farazlar va qonuniyatlarga zid bo‘lmasligi kerak, ikkinchidan, qilingan faraz yoki taxminni haqqoniyligi (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 (polojeniyalarga) zid bo‘lib chiqsa uni ilmiy gipotezalar qatoriga kiritib bo‘lmaydi. Bunga misol qilib doimiy dvigatel yaratish ehtimolligi energiyani saqlanish qonuniga zidligi va bu farazni ilmiy gipoteza deb qabul qilib bo‘lmaydi.

Ishchi gipotezadan talab qilinadigan minimal talab tadqiqot olib borilayotgan obyektdagi jarayonni yoki vaqtni kechishiga ta’sir etuvchi shartlar, ta’sir etuvchi ko‘rsatkichlarni belgilab beradi.

Maksimal talab esa, tadqiqot olib borilayotgan obyektda jarayon yoki voqelikni 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 obyektni ifodalovchi o‘lchanadigan aniq parametrlarni kiritilishiga imkon beradi va bu esa o‘z navbatida tadqiqotlarning keyingi bosqichlarida olib boriladigan ishlarni yengillashtiradi.

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.

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‘lchash – 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 xususiyatlari va o‘ziga xos tomonlarini o‘rganishda qo‘llaniladi. Masalan, energotexnologik jarayonlarda energiya tejamkorlik muammolarni yechishda energetik balans tenglamasiga va energiyani saqlanish qonuniga asoslaniladi. Elektromagnit jarayonlarini o‘rganishda Maksvel 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 obyektiv 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 obyektiv 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‘lchash, eksperiment);

– nazariy tadqiqot usullari (mavhumdan aniqlikka tomon borish va b.);

– empirik va nazariy tadqiqot usullari (tahlil va sintezlash, induksiya va deduksiya, modellashtirish, 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‘lchanadi (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 sub’yektning irodasi, sezgilari va istaklariga bog‘liq emas.

Qiyoslash – bilishning keng tarqalgan usuli, «barcha narsalar qiyoslanganda bilinadi» tamoyiliga asoslanadi. Masalan,tuli 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 obyektiv umumiylik bo‘lishi mumkin bo‘lgan obyektlargina taqqoslanishi kerak;

– ikkinchidan, obyektlarni taqqoslash ahamiyatli (bilish vazifasi sifatida) xossalar, belgilar bo‘yicha amalga oshirilishi lozim.

Qiyoslashdan farqli o‘laroq, **o‘lchash** bilishning ancha aniq vositasi hisoblanadi. Bu usulning qimmati shundan iboratki, atrof borliqdagi obyektlar haqida yuqori aniqlikka erishiladi. Ilmiy bilishning empirik jarayonida o‘lchash, kuzatish va qiyoslashdagiga o‘xshashdir.

Eksperiment, 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 agentini harorati, namligi va tezligi o‘zgartirilib jarayon o‘rganiladi.

Eksperiment natijasida bir yoki bir necha omillarni boshqa yoki boshqalarga ta’sirini aniqlash mumkin. Kuzatishdan farqli o‘laroq eksperiment tajriba takrorlanishini ta’minlaydi, obyekt xususiyatini turli sharoitlarda tadqiq etish va obyektni «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 manbayi 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, buzil-

masdan 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 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 bularning 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 obyekti 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 – obyektni mavhumlashtirish, uning ichki jarayonlarini hisobga olmay moddiy nuqta yoki sodda shaklda o'rganishdir. Bu usulning mohiyati shundaki, tadqiq etilayotgan obyekt ahamiyatsiz tomonlari, qismlaridan ajratib olishdan iboratdir, bu uning mohiyatini ochib beruvchi xossalarini 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) obyektni, jarayonni, 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 obyektda (modelda) 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 obyekti (asli)ni uning asosiy xossalarini 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 konkretdan uning abstrakt ifodalangan haqiqiysiga 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 obyektining tahlilidir.

Keyinchalik, bilishning ikkinchi bosqichida abstraktdan konkretga borish amalga oshiriladi. Bunda tadqiqot obyektining 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 obyektni 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 insonlar va muassasalarning ana shu ijodiyotni ta’minlovchi ilmiy ijodlarini o‘z ichiga oladi. Ilmiy bilimlarni umumlashtirish va sistemalashtirishning oliy shakli bo‘lib nazariya hisoblanadi. U ilmiy tamoyillar va qonunlar, 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, modellashtirish, mavhumlashtirish va b.) usullari.

Olimlar ilmiy natija (ijobiy yoki salbiy)ga erishish vositasi sifatida yetarlicha faktik materiallarga ega bo‘lmagan hollarda faraz (gipoteza)dan 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 agrotexnika va texnologik jarayonlarini amalga oshirishda elektr energiyasidan samarali foydalanish, elektr uskunalarning ekspluatatsion ishonchliligini oshirish va yuqori sifatli ekologik toza mahsulot olish muammolarni (masalalarini) yechishga bag‘ishlangan.

Shuningdek, qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi bino va inshootlarida me’yoriy mikroiqlim 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 tadbiq etish;

– ipak qurti urug‘ini tozalash, saralash va qurt bargiga elektr aktivlashtirilgan suvda ishlov berish elektrotexnologiyasini ishlab chiqish va tadbiq etish;

– qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini quritish, meva va uzum sharbati olishni energiya tejamkor elektrotexnologiyalarini yaratish va tadbiq etish;

– qishloq xo‘jalik oqava va ichimlik suvlariga magnit ishlov berish elektrotexnologiyasini ishlab chiqish va tadbiq etish;

– qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saqlashni samardorligini oshirishni elektrotexnologiyasi va texnik vositalarini yaratishni ishlab chiqish va tadbiq etish;

– agrosanoat majmuida elektrotexnik uskunalarni energetik servisi, tekshiruvdan o‘tkazish va auditi usullari va tizimini ishlab chiqish va tadbiq etish;

– qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarish bino va inshootlarida mikroiqlim va ekologik muhit hosil qilish elektrotexnologiyasi metodologiyasini ishlab chiqish va tadbiq etish;

– qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini quritish va saqlashni unifikatsiyalashgan texnologiyasi va texnik vositalarini ishlab chiqish va tadbiq etish;

– qishloq xo‘jaligi mahsulotlari dorivor o‘simliklar va boshqa biologik materiallarni ionlashtirilgan issiq havo yordamida quritish elektrotexnologiyasi va texnik vositalarini ishlab chiqish va tadbiq etish;

– qishloq xo‘jaligi elektromexanik qurilmalari uchun energiya va resurs tejamkor elektr yuritmalarini ishlab chiqish va joriy etish;

– meliorativ nasos stansiyalarida elektr motorlarni ekspluatatsion ishonchliligini oshirish texnik vositalarini ishlab chiqish va tadbiq 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 uskunalari 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 ananaviy va noananaviy 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 uslublaridan 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‘rganilishi bo‘ladi.

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 obyektni 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‘xtashiga 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 obyektdan o‘lchamlari bilan farq qilib, jarayon va uning parametrlarini bevosita o‘rganish imkonini beradi. Mexanik modellar ko‘proq mexanikada foydalaniladi.

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 obyektni konstruktiv o‘zgarishlarning 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.

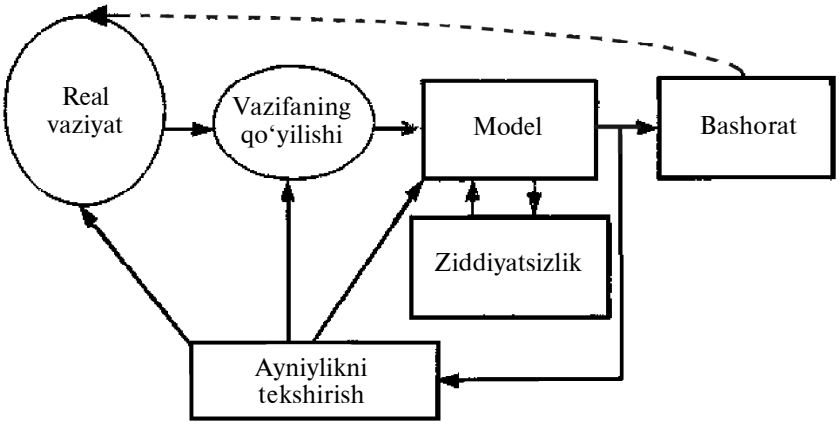
Texnikada ko‘proq matematik modellashtirish qo‘llaniladi va u nazariy xulosalarni to‘laqonli olinishini ta’minlaydi, turli ko‘rsatkichlarning bog‘liqlik funksiyalarini ifodalash imkonini beradi.

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 haqdagi 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



3.1-rasm. Matematik model ishlab chiqish tarxi.

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 modellashtirish 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 modellashtirish» 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. Bundagi 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 tushun-

cha va qiymatlar tiliga o‘tkaziladi, shuningdek, mazkur qiymatlar o‘rtasidagi nisbat qoidalashtiriladi. Qoidaga ko‘ra, bu modellashtirish 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 qoidalariga 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 modellashtiriladi. Ulardan asosiysi – yangi natijalarni yoki hodisaning yangi xossalarini 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 programmalaridagi 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 obyektdagi jarayonlarni ko‘rib chiqish detallashtirilgan darajasiga ko‘ra farqlanadi.

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

Makromiqyosdagi 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 mohiyatinigina 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. Bularda 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'lmas 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), ayniylik, aniqlik va tejamlilik talablari qo'yiladi.

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

Modelning yuqori tejamliligiga bo‘lgan talab, bir tomonda va yuqori aniqlik hamda universallik darajasiga bo‘lgan talab, ikkinchi tomondan, shuningdek, ayniylik keng sohasi boshqa tomondan ziddiyatlidir. Bu talablarni barchasini uyg‘unlikda qanoatlantirish yechilayotgan vazifa o‘ziga xosligi loyihalashning iyerarxiklik darajasi va jihatlariga 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 modellar funksional va tuzilmaviylarga bo‘linadi.

Funksional modellar texnikaviy obyektda 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, unsurlarning 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 unsurlaridagi fizik holat va jarayonlarni aks ettiradi. Bu modellar (xususiy hosilalardagi differensial tenglamalar sistemalari)da mustaqil o‘zgaruvchilar bo‘lib fazoviy koordinata va vaqt hisoblanadi.

Makrodarajada fazo ayrim detallar unsurlarining 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 unsurlari holatini tavsiflovchi fazoviy o‘zgaruvchilarini hosil qiladi. Fazoviy o‘zgaruvchilarga elektr va tok kuchlanishi, kuchlanishlar, tezliklar, haroratlar, sarflar va kabilar kiradi. Bu o‘zgaruvchilar elementlarni o‘zaro va tashqi muhitga ta’sirida tashqi xususiyat yuzaga chiqarishini tavsiflaydi.

Metodarajada matematik modellar ancha murakkab detallar majmuini ifoda etuvchi unsurlar o‘zaro aloqasigagina taalluqli fazoviy o‘zgaruvchilarni tavsiflaydi. Bunda abstraktlash yordamida fizik jarayonlar tavsifida loyihalanayotgan obyektda kechuvchi informatsiyaviy jarayonlarni ifodalashga ega bo‘linadi. Metodarajada 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 loyihalanayotgan 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 ayniylik 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 obyektdagi 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 sodda 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 unsurlarining modellari ma'lum bo'lgan sistemaning matematik modelini olishda qo'llaniladi. Noformal metodlarga kelsak, bulardan unsurlar matematik modellarni olish uchun turli iyerarxik darajalarda foydalaniladi. Bu modellar asosida modellashtirilayotgan texnikaviy obyektda 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.

Noformal usullar nazariy va empirik (eksperiment) matematik modellar 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'lchov natijalarini ishlab chiqish asosida obyekt xossasining tashqi ko'rinishini o'rganish natijasida yaratiladi.

3.1.3. Matematik modellarni ishlab chiqish usullari

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

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

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

2. Ilmiy-texnikaviy, patent va ma'lumotnomalar, prototiplarni bayon 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 funksiya bo‘lib obyektning chiqish parametrlari ma’lum qiymatlarini modeldan foydalanish natijalari bilan mos kelish darajasi hisoblanadi;

– ekprementlar o‘tkazish va ularning natijalarini ishlab chiqish.

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

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

Shuni ta’kidlash zarurki, keltirilgan usullarning 2...5 bosqichlari istalgan natijaga tadrijiy 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), ayniylik, aniqlik va tejamkorlik talablariga javob berishi lozim. Matematik modellar texnikaviy obyekt xossasini aks ettiruvchi, darajaviy bosqichga taalluqlilik tavsifi, bitta tenglama ichidagi tavsiflashni qismlarga ajratish darajasi, texnikaviy obyekt 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 borilayotgan 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, naminal 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 υ_a bilan ifodalangan bo‘lsa, uning dinamik o‘xshashlik modeli quyidagicha ifodalanadi. Asosiy ko‘rsatkichlar uchun o‘xshashlik koeffitsiyentlari quyidagicha bo‘ladi:

$$m_m = \frac{m_a}{k_m};\ \ l_m = \frac{l_a}{k_l};\ \ \upsilon_m = \frac{\upsilon_a}{k_\upsilon}, \qquad (3.4)$$

bu yerda: k_m, k_l, k_υ – 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].

Ikkilamchi 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 differensiyallash belgisini tashlab yuborib, kuch uchun o‘lchamlar formulasini quyidagicha ifodalaymiz:

Kuch: $[F] = [M]\cdot[L]\cdot[T]^{-2}$; Tezlik: $[\upsilon] = [L]\cdot[T]^{-1}$;

Ish: $[A] = [M]\cdot[L]^2\cdot[T]^{-2}$; Quvvat: $[N] = [M]\cdot[L]^2\cdot[T]^{-3}$.

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 $k_{ml}=10$, vaqt (davriy) o‘xshashlik koeffitsiyenti $k_t=3{,}16$, massasining o‘xshashlik koeffitsiyenti $k_m=100$ bo‘lganda avtomabil tezligi 20 m/s bo‘lgan. $x = 20$ m/s tezlanishi $a=2{,}5$ m/s^2 bo‘lgan natural obyekt uchun ushbu ko‘rsatkichni asl qiymati quyidagicha topiladi.

Tezlik uchun: $\upsilon_a = k_\upsilon \cdot \upsilon_m = \frac{k_l}{k_t}\cdot\upsilon_m = \frac{10}{3{,}16}\cdot 20 = 63{,}2$ m/s.

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

Fizik modellashtirishni 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.

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 voqeliklarni 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 ishlob 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 voqeliklar bilan bog‘liq. Ushbu voqeliklarni o‘rganish natijasida o‘rganilayotgan voqeliklarga xos asosiy ichki bog‘lanishlarni ifodalovchi ma’lum bir qonuniyatlar aniqlanadi (topiladi). Turli voqeliklarni o‘rganishda ko‘p hollarda hisobga olinmagan bog‘lanishlar yuzaga keltirgan asosiy qonuniyatlardan ayrim cheklanishlar kuzatiladi.

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 asbobini 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 stabillashib 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 ishonchliligi 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 uskunalarini 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 tamoqlari atrof muhit harorati +20°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 stabillashuv 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 ehtimolligi imkoniyatlari nuqtai nazaridan taqoslash (solishtirish) haqidagi fan sohasidir. Voqeliklarni ularni imkoniyatlari nuqtai nazarda taqqoslash 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 ($0 \le p(A) \le 1$).

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 mukin. 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) imkonliligi (teng ehtimolliligi) nazarda tutiladi.

A, *B,* ..., *M* voqeliklardan birontasini boshqalarga qaraganda kam ehtimolligi (imkoniyatliligi) to‘g‘risida biron bir asos bo‘lmasa, ular teng ehtimolli hisoblanadi.

A, *B,* ..., *M* voqeliklardan birortasini yuzaga kelishi boshqalarining vujudga kelishiga yo‘l qo‘ymasa, ularni *birga yuzaga kelmaydigan voqeliklar* deyiladi.

A, *B,* ..., *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,* ..., *M* voqeliklar to‘la guruhi hisoblanadi.

Olti tomonli o‘yin toshini tashlaganimizda A_1, A_2, ..., A_6 tomonlarini tushishi mos ravishda 1,2....6 ga to‘g‘ri kelishi voqeligi teng ehtimolikga 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. $A = \overline{B}$, $B = \overline{A}$ transformator podstansiyasi shinasida kuchlanish 9,5 κVt bo'lishi (A voqelik) 9,5–10,5 κVt 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 ehtimolligini $P(A)$ hisoblashda voqeliklarning ijobiy (maqbul) natijalari soni (m) va teng ehtimollik (yagona ehtimollik) va birga yuzaga kelmaydigan voqeliklarni umumiy soni (n) ga nisbati orqali topiladi:

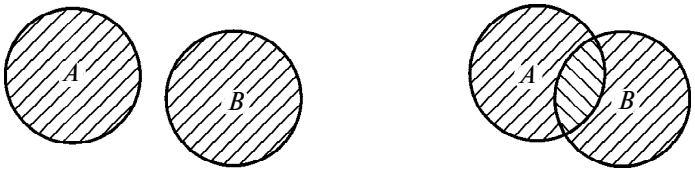
$$P(A) = \frac{m}{n}. \qquad (4.1)$$

Ehtimollikni aniqlashning ushbu usuli klassik usul bo'lib, ehtimolliklarni bevosita hisoblash usuli deb ataladi va unda 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 nechtasi 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. Uchinchi 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. Ikkita 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:

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

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

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

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

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) $P(C) = 0,085$.

Podstansiya shinasida belgilangan normadan boshqa kuchlanish sodir bo‘lishi (voqelik) ehtimoli $A(D)$ 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 $A,B, ..., N$ voqeliklarning har birini amalga oshirilishi ehtimolligi qolganlarining har qandayini sodir bo‘lish yoki sodir bo‘lmasligiga 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‘lmasligiga 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 rostlanmaydigan 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 uskunalarini ekspluatatsiyalashda u yoki bu voqelikni yuzaga kelishini boshqa bir voqelik sodir bo‘lganda ehtimolligini aniqlash zaruriyati tug‘iladi. Masalan, tarmoqdagi kuchlanishni oshishi yuzaga kelganda transformatorni yuklama tokini ma’lum miqdordan oshishini sodir bo‘lishini aniqlash; ayrim muhit temperaturasi oshishi yuzaga kelganda yarim o‘tkazgichli asboblar 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 $B_1, B_2, .., B_k$ voqeliklarning sodir bo‘lish sharti orqali hisoblansa, bunday voqelik *shartli voqelik* deyiladi va u $P(A|B)$ yoki $P(A|B_1, B_2, ..., B_k)$ 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: $P(A|B) = n|m$.

Boshqacha aytganda, B voqelik sodir bo‘lish sharti bajarilganda A voqelikning nisbiy ehtimolligi A va B voqeliklarni birgalikda sodir bo‘lgandagi

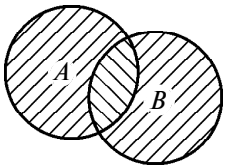
r natijalar sonini B voqelik sodir bo‘lish natijalar soni m ga nisbati bilan belgilanadi.

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



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

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). $A*B=(A$ va B 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.

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 ... 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:

$$P(A_1A_2A_3...A_n)=P(A_1)P(A_2|A_1)P(A_3|A_1A_2)...P(A_n|A_1A_2...A_{n-1})).$$

Bir nechta o‘zaro bog‘liq bo‘lmagan voqeliklarning birgalikda sodir bo‘lishi (A_1A_2 ...A_n) ushbu voqeliklar ehtimolliligi ko‘paytmalariga teng:

$$P(A_1A_2A_3...A_n)=P(A_1)P(A_2)P(A_3).....P(A_n).$$

Ehtimoliklarni 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 reledan n tasini tekshirib ko‘rish ehtimolligini aniqlaymiz ($1 \le n \le N$).

Yechish. I sonli releni ish holatida (soz) bo‘lish voqeligini A_i deb qarab chiqamiz.

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

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

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 r_2 ni topish uchun, avvalo, birinchi rele soz (ish holatida) bo‘lganda qolgan $(N-1)$ relelar orasida bitta nosoz rele borligini tekshirish, binobarin:

$$P(\bar{A}_2|A_1)=\frac{1}{1-N}\,.$$

Ehtimolliklarni ko‘paytirish teoremasiga asosan:

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

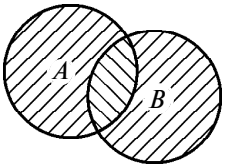
Yuqoridagi tartibda p_3, ..., p_n larni topamiz:

$$p_3=\mathrm{P}(A_1A_2\bar{A}_3)=P(A_1)P(\bar{A}_2|\,\bar{A}_1)P(\bar{A}_3|\,\bar{A}_1\,\bar{A}_2)=\frac{N-1}{N}\cdot\frac{N-2}{N-1}\cdot\frac{1}{N-2}=\frac{1}{N}\,;$$

$$p_n=P(A_1A_2...A_{n-1}\bar{A}_n)=\frac{1}{N}\,.$$

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



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

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).

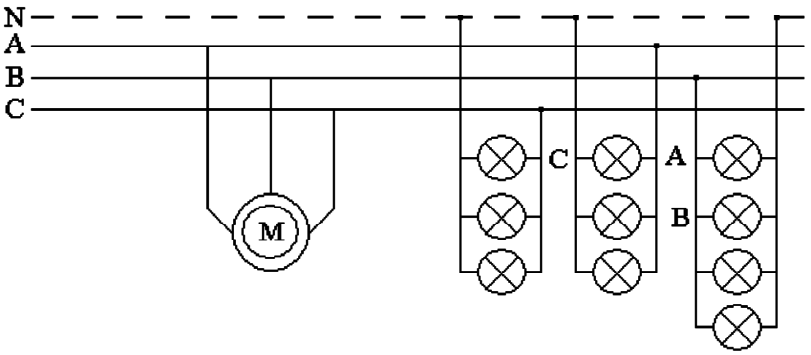
3-misol. 380 V li elektr tarmoqqa elektr dvigatel va yoritish lampalari ulangan (4.4- rasm).

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

4.1-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.



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

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-jadval

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 ehtimol-lik	0,36	0,23	0,187	0,105	0,0623	0,0347	0,0133	0,0057	0,0017	0,003

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

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		$P_{kuch} \cdot P_{yorit}$
			P_{kuch}	P_{yorit}	
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‘xtab 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 rostlashning 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 (A) ehtimolligini topish murakkab bo‘lib, A voqelikning voqeliklarning to‘la guruhini tashkil etuvchi birgalikda sodir bo‘lmaydigan voqeliklarga nisbatan nisbiy ehtimolligi topiladi.

Ushbu masalani yechishda qo‘shish va ko‘paytirish teoremalarini birlashtiruvchi to‘la ehtimollik formulasidan foydalaniladi. Biron bir A voqelik, bir nechta birgalikda sodir bo‘lmaydigan va yagona sodir bo‘ladigan voqeliklardan tashkil topgan H_1, H_2, ..., H_n voqeliklar to‘la guruhini tashkil etadi va $\sum_{i=1}^{n} P(H_i) = 1$. Bu voqeliklarni A voqelik uchun gipoteza deb yuritamiz. A voqelik ehtimolligini to‘la ehtimollik formulasi bo‘yicha quyidagicha 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:

− birinchisiniki p_1=0,95;

− ikkinchisiniki 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:

$P(H_{1,2})=p_1p_2$;

$P(H_1)=p_1(1-p_2)$;

$P(H_2)=p_2(1-p_1)$;

$P(H_0)=(1-p_1)(1-p_2)$.

Qabul qilingan gipotezalar uchun A voqelikning shartli ehtimolliklari:

$P(A|H_{1,2})=1-q_{1,2}$;

$P(A|H_1)=1-q_1$;

$P(A|H_2)=1-q_2$;

$P(A|H_0)=1-q_0$.

A voqelikning to‘la ehtimolligi topamiz:

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

Hisoblash natijalari 4.5-jadvalda keltirilgan.

4.5-jadval

Ehtimollik			Shartli ehtimollik $P(A\|H)$	To‘la ehtimollik
Qurilmaning ishdan chiqishi	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 nazoratchining faqat bittasi tomonidan baholanadi. Agar elektr dvigatellarda nuqsonlar bor bo‘lsa kontroller (nazoratchi) tomonidan

uni aniqlash ehtimolligi $P_i(i=1,2,3)$. Elektr dvigatel nuqsoni sexda aniqlanib, uni yaroqsiz deb, ko‘rsatilmasa u keyingi bosqich sifat nazorati OTK dan o‘tkaziladi va bu yerda undagi nuqson p_0 ehtimollikda aniqlanadi.

Elektr dvigatellardagi nuqsonlarning 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 nuqsonning 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‘lmasligi 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 transformatordagi yoki ikkilamchi yoki o‘lchov asboblarda elektr zanjiri uzilganligi va boshqalar) bilmaydi, lekin kuzatish asboblaridagi 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 $P(H_i)$, $=1,2,3,...,n$ va $\sum_{i=1}^{n} P(H_i) = 1$ bo‘lgan, H_1, H_2, H_3, ..., 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:

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

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‘lmaslik ehtimoligi esa $q=1-p$. n ta tajribada A voqelikning m marotaba sodir bo‘lishida (yuzaga kelishi) ehtimolligini P_{mn} 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	$\bar{A}\bar{A}\bar{A}$	$\bar{A}\bar{A}A$	$A\bar{A}\bar{A}$	$\bar{A}A\bar{A}$	$\bar{A}AA$	$A\bar{A}A$	$AA\bar{A}$	AAA
Ehtimolligi	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‘lmaslik ehtimolligi $P_{03}=3P_{03}-P(\bar{A}\,\bar{A}\,\bar{A})$, 3 ta tajribaning bittasida A voqelik sodir bo‘lsa $P_{13}=3q^2p$; $P_{13}=P(\bar{A}\,\bar{A}\,A)$ yoki $A\,\bar{A}\,\bar{A}$ yoki $\bar{A}\,A\,\bar{A}$ va uchta tajribaning ikkitasida A voqelik sodir bo‘lsa:

$$P_{23}=3q^2p;$$

$$P_{23}=(\text{yoki } A\,\bar{A}\,A \text{ yoki } \bar{A}\,AA \text{ yoki } AA\,\bar{A}); \; P_{33}=P^3. \qquad (4.4)$$

P_{m3} ehtimollikni $(q+p)^3$ binomni yoyish orqali aniqlasa bo‘ladi.

n tajribada A voqelikning sodir bo‘lishi m marotaba, sodir bo‘lmaslik 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.

$$C_n^m = \frac{n(n-1)....\cdot(n-m-1)}{m!} = \frac{n!}{m!(n-m)!}. \qquad (4.5)$$

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:

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

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:

$$P_{n(k)} = P_{kn} + P_{k+1,n} + P_{k+2,n} + P_{mn} = \sum_{m=k}^{n} C_n^m p^m q^{n-m} \; . \qquad (4.7)$$

Kamida 1 ta voqelik sodir bo‘lish ehtimolligi:

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

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:

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

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‘lish 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:

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

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 qiymatlari adabiyotlar yoki ma’lumotnomalarda keltiriladi.

Amalda n tajriba davomida A voqelikni k1 dan kam bo‘lmagan k2 dan ko‘p bo‘lmagan marotaba sodir bo‘lish ehtimolligini aniqlash ko‘proq uchraydi. Ushbu holda Laplas funksiyasini quyidagi shaklda ifodalaymiz:

$$P_{n(K_1K_2)} = \Phi(t_2) - \Phi(t_1);$$

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

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

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

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:

a) l tasining nostandartligi ehtimolligi;

b) k tadan kam bo‘lmagan nostandartlari borligi ehtimolini aniqlang.

Ushbu masalani 2 variant uchun yechimini toping:

1) N=80%; l=18 ta; k=16 ta;

2) N=95%; l=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 asimpitatik 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 ва $\Phi(-1)$=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 voqeliklar 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 statistikani asosiy vazifasi hisoblanadi. Boshqacha aytganda matematik statistikani 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.

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

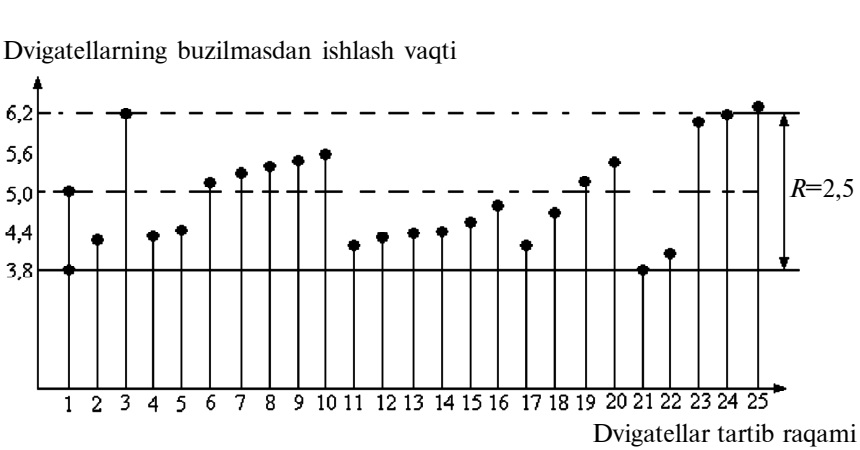
Qayd etilgan natijalardan faqatgina bitta xulosaga kelish mumkinki, ya’ni o‘rganilayotgan 25 ta elektr motorning ishlash muddati 3,8 yildan 6,3 yilgacha oraliqda o‘zgaradi (4.5-rasm). Boshqacha aytganda ushbu oraliqdagi tasodifiy sochilgan natijalar qayd qilingan.

3,8 yil va 6,3 yil oralig‘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.

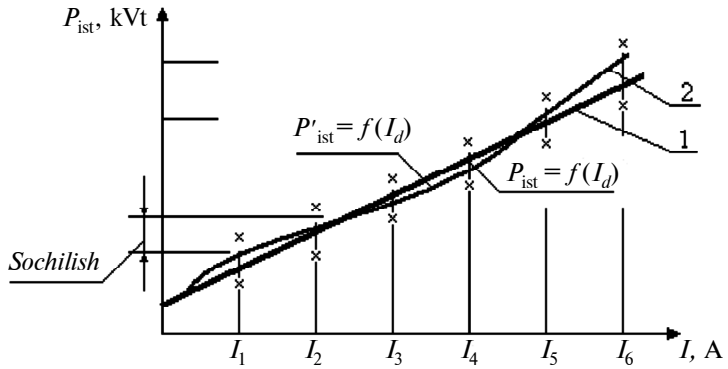
Boshqa bir misol: mustaqil qo‘zg‘atishli o‘zgarmas tok elektr dvigatelning iste’mol quvvati (P_{ist}), kuchlanish (U_d=const) o‘zgarmas bo‘lganda, elektr motor iste’mol qilayotgan tok kuchiga (I_d) proporsional tarzda o‘zgaradi ($I_d = I_{ya} + I_s$ elektr dvigatel yakor va stator toklari yig‘indisi).

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

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



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



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 grafik orqali ifodalash mumkin.

Kuchlanish U o‘zgarmas bo‘lganda yakor toki I ning turli qiymati 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 tarmoqga ulanish zanjiriga o‘rnatilgan vattmetr orqali iste’mol qilayotgan quvvatini (P'_{ist}) va ampermetr bo‘yicha tokini I 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 ehtimolligi elektr tarmoqda kuchlanish U ni tok chastotasi f ni, motorning yuklanishi 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 ehtimolligi 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.

Ikkinchi manba – determinal kattaliklarni o‘lchov 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 qonuniyatlar 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 tarmoqlarni 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 oraliqdagi 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 reprezitivlik (vakolotlilik) 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 tasodifiy 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 nazariyasida tasodifiy kattaliklarni yuz berishi mumkin bo‘lgan qiymatlarini ularni ehtimolligiga mosligini tushunilsa (o‘rganilsa), matematik statistikada tanlama to‘plamdagi tasodifiy kattaliklar qiymatlarini ularni chastotasiga mosligi tushuniladi. O‘rganilayotgan uzluksiz tasodifiy kattaliklardan (voqeliklardan), ya’ni bosh to‘plam hajmi qayd etilgan N ta natijadan n tasini tanlab-ajratib olinadi. Ajratib olingan kattalik qiymatlari to‘la diapazoni bir xil uzunlikdagi (h) intervallar l ga bo‘linadi. Har bir interval uchun $(x_i x_{i+1})$ unga to‘g‘ri keluvchi natijalar soni m_i va tasodifiy kattaliklar chastotasi ω_i ni topamiz:

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

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:

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

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

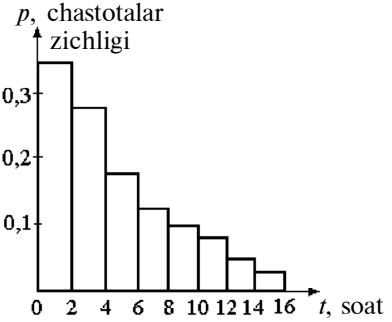
Xulosa qilib aytganda, tasodifiy kattaliklarni taqsimlanishi statistik funksiyasi bosh majmuini taqsimlanishi nazariy funksiyasiga yaqinlashishiga xizmat qiladi.

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 gistorammasi keltirilgan.



4.7-rasm. Chastotalar gistogrammasi.

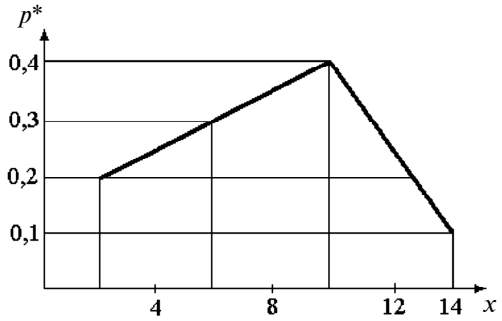
Ushbu gistogrammada uzluksiz tasodifiy taqsimlanish chastotasiga statistik o‘xshashligini (analogini) ifodalaydi.

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.

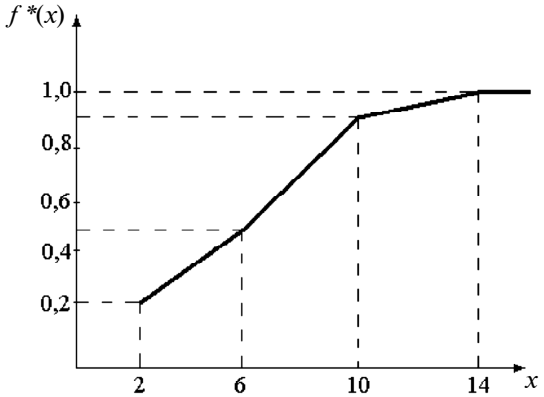
4.8-jadval

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-rasm. Chastota poligoni.



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

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. Intervallarda 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 voqeliklar sodir bo‘lishi mumkin.

Masalan, ma’lum bir vaqt oralig‘ida elektr yoritkich lampalarni, elektr motorlarni ishdan chiqishi, avtomatik uzgichlar iste’molchilarni elektr manbasidan uzib qo‘yishi, o‘lchov priborlarning buzilmasdan ishlash vaqti davomiyligi va shunga o‘xshash voqeliklar sodir bo‘lishi tasoddif xarakterga ega bo‘lishi mumkin. Ushbu tasodifiy voqeliklarni biron bir vaqt oralig‘ida sodir bo‘lishini takrorlanishini miqdori (chastotasini) ifodalovchi ko‘rsatkich tasodifiy kattalik deb yuritiladi. Boshqacha aytganda tajribalar o‘tkazilganiga qadar aynan qandayligi ma’lum bo‘lmagan va tajribalar davomida qayd etilishi mumkin bo‘lgan ko‘p sonli kattaliklardan biri tasodifiy kattalik bo‘lishi mukmin.

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

Masalan, bir yil davomida $N-$ sonli lampalardan ishdan chiqishi ehtimolligi yoki podstansiyadagi liniyalarni himoyalash vositasini ishlab ketish (o‘chirib qo‘yish) soni va boshqalar.

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 uskunalarini 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.

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

O‘rganilayotgan voqelikni (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 voqeliklarni (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 oraliqda qismlarga (intervallarga) ajratib chiqamiz. Bizning misolimiz uchun 3,8−6,3 oraliqda qayd etilgan kuzatish natijalarini 5 ta qismga 0,5 yil oraliqdagi 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).

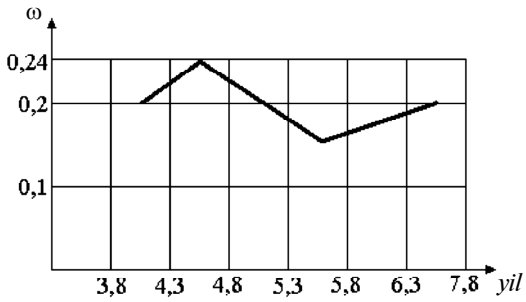
4.9-jadvalda keltirilgan materiallar yoki 4.10-rasmda keltirilgan chastotalar poligoni tasodifiy kattalikni (X) empirik (statistik) taqsimlanishi yoki chastotalar taqsimlanishini ifodalaydi va eksperiment yoki kuzatish natijalarini ($x_1,x_2,x_3,...,x_n$) butun oraliq (interval) bo‘yicha taqsimlanishini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

4.9-jadval.

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 (oraliq)	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).

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

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

Kuzatuv yoki eksperiment natijalari asosida qurilgan tasodifiy kattaliklarni empirik taqsimlanishini biron bir ma’lum nazariy taqsimlashga keltiriladi yoki appraksimatsiyalanadi (yaqinlashtiriladi). Boshqacha aytganda o‘rganilayotgan 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‘lchamlari 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, ..., p_n ehtimolliklar bilan faqat x_1,x_2, x_3, ..., x_n qiymatlardagi qiymatlarga ega bo‘lganda diskret tasodifiy kattalikni matematik kutilgan natijasi $M(X)$, p_1, p_2, p_3, ..., p_n ehtimolliklarga ega x_1,x_2, x_3, ..., x_n qiymatli kattaliklarni ko‘paytmalari yig‘indisi bilan aniqlanadi.

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

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 . Barcha kattaliklarni o‘rtacha arifmetik qiymati quyidagicha topiladi.

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

Formuladagi $\frac{m_i}{n} = \omega_i - x_i$ tasodifiy kattalikning chastotasi. Tajriba yoki kuzatuvlar soni cheksiz katta bo‘lganda chastota ω_i taqriban uning ehtimolligi P_i 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: $[f(x)d(x)]$. 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:

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

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

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

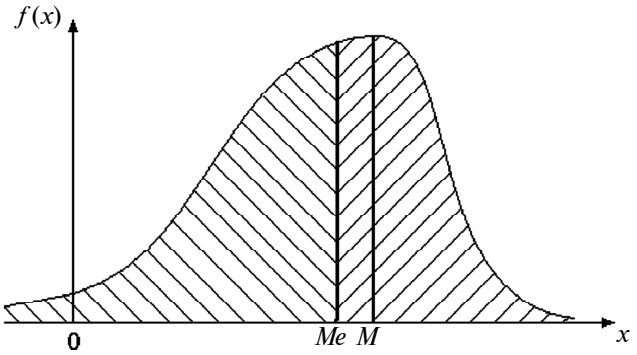
$$\overline{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{K} u_i m_i \,, \qquad (4.18)$$

bu yerda: u_i – i- intervaldagi tasodifiy kattaliklarning o‘rtacha qiymati; m_i – i- intervaldagi tasodifiy kattaliklar soni (o‘lchovlar 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.

4.9-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 (4.9-rasm) empirik grafikdagi ω ning eng katta qiymati joylashgan nuqta bilan belgilanadi, ya’ni grafikda ham M=4,5 y.

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



4.11-rasm. Tasodifiy kattaliklarning taqsimlanish zichligi grafigi.

Tasodifiy kattaliklarni miqdoriy xarakteristikalaridan biri **mediana** bo‘lib, taqsimlanish grafigi hosil qilgan maydon yuzasini teng ikkiga bo‘luvchi tasodifiy kattalikning qiymatidir.

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 kattaliklarni 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** - ν.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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 xarakteristikalari kabi ma'lum darajada va ularning qiymatlari variatsion qator hajmining oshishiga bog'liq holda barqaror ko'rsatkichiga 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 xarakteristikalari ko'rsatkichlarini (o'rtacha, dispersiya va h.k.lar) hamda nisbiy chastotasi empirik taqsimlanishini birdan bir doimiy kattalikka yaqinlashishiga olib keladi va $n\to\infty$ 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:

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

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 ($n\to\infty$) o‘rtacha arifmetik ko‘rsatkichi ($\bar{x}$) yaqinlashgan tasodifiy kattalikning qiymati ($\bar{x}\to M$). 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.

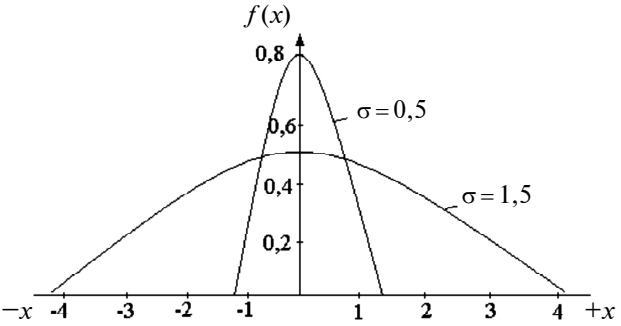
Tasodifiy kattaliklarni normal taqsimlanish qonuniyati shakllanishining asosiy sharti olinayotgan natijalarga barcha tasodifiy sabablar bir xilda ta’sir ko‘rsatishi va ular orasida alohida ustunlikka ega sabablar bo‘lmasligidir.

Normal taqsimlanish qonuni quyidagi funksiya bilan ifodalanadi:

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

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.



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

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

x=μ tenglik sharti bajarilganda, $f(x)$ quyidagi matematik ifoda bo‘yicha hisoblanib topiladi:

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

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:

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

$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}}$ 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 appraksimatsiyalash, ya’ni tasodifiy kattaliklarni normal taqsimlanish grafigini qurish uchun ehtimollik ko‘rsatkichlarni ($\bar{x}$,σ) empirik taqsimlanishdan aniqlangan statistik ko‘rsatkichlar bilan almashtirish kerak:

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

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

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

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‘yicha hisoblangan nazariy va 4.9-jadvalda keltirilgan ma’lumotlar asosida qabul 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 ekspluatatsion ishonchliligini aniqlashda umumiy xususiyatlarga ega katta sonli umumiy (bosh to‘plamdan) uskunalardan bir qismigina (tanlama to‘plam) ajratib olinib, ular misolida obyekt xususiyatlari o‘rganiladi. Masalan, korxonadagi 100ta bir xil seriyali elektr dvigatellardan 25 tasi ajratib olinib ularning ishonchliligi o‘rganiladi. 25ta elektr motorlarning tanlama to‘plamining ishonchliligini o‘rganish natijalari asosida 100 ta elektr motor (bosh to‘plam) bo‘yicha xulosa qilinadi. Amaliyotda bosh to‘plamdan to‘plamni tanlab olishni 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 guruhlarga 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 100ta elektr motordan har qaysisi ajratib olinayotgan 25ta motor guruhi ichiga tushish ehtimolligiga ega. Shuning uchun, bosh to‘plamdan (100 ta elektr dvigateldan) ajratib olingan 25ta elektr dvigatellar 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 haqidaga 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 xarakteristikalari 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

$\sigma^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2$ 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 parametrga teng bo‘lgan ξ_β statistik bahoga aytiladi, ya’ni $M(\xi_\beta) = \xi_0$;

– *siljigan baho* bu matematik kiritilishi $M(\xi_\beta)$ 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 parametrga $n\to\infty$ da ehtimol bo‘yicha yaqinlashadigan statistik bahoga aytiladi.

Masalan, siljimagan bahoning dispersiyasi $n\to\infty$ 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 – intervalining 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: $I_{yu} = \overline{x} + \xi_\beta$;

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

Ishonchli interval esa quyidagicha ifodalanadi:

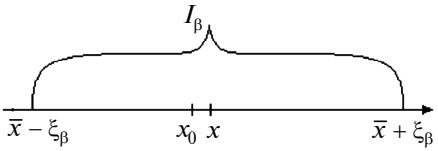
$$I_\beta = \left[\left(\overline{x} - \xi_\beta\right);\left(\overline{x} + \xi_\beta\right)\right]. \qquad (4.26)$$

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

$$I_\beta = \left[\left(\overline{x} - \xi_\beta\right);\left(\overline{x} + \xi_\beta\right)\right]. \qquad (4.27)$$

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:



4.13-rasm. Ishonchlilik intervalining chegaralanishi.

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

bu yerda: σ – tanlab olingan o‘rtacha kvadratik og‘ish; n – tanlama to‘plamning hajmi; t_β – β 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) σ=0,738 yil.

4.13-jadval

t_β ning son qiymatlari

Tanlama to‘plam hajmi, *n* / Ishonchli ehtimollik, β	0	5	0	0	0	20	>120
β=0,90	1,73	1,71	1,70	1,68	1,67	1,66	1,64
β=0,95	2,09	2,06	2,04	2,02	2,00	1,98	1,96
β=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 β=0,95 deb qabul qilib, 4.13-jadvaldan n=25, β=0,95 ga to‘g‘ri kelgan t_β ni qabul qilamiz: t_β=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: $I_{yu} = \bar{X} + E_\beta = 5,06 + 0,06 = 5,12$ yil.

Uning quyi chegarasi: $I_q = \bar{X} + E_\beta = 5,06 - 0,06 = 5,00$ 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 aniqlilik 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 keladigan xatoning (E_β) miqdoriy ko'rsatkichidan nisbiy ko'rsatkich orqali ifodalab, n ning qiymatini quyidagicha ifodalaymiz:

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

$\Delta = \dfrac{E_\beta}{\delta}$ – nisbiy xatolik yoki xatolik Δ ning son qiymati, odatda har bir tadqiqot izlanish uchun belgilangan bo'ladi va $\Delta \le 0{,}5$ 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.

4.14-jadval

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
β=0,80	3	7	11	19	42	182
β=0,90	4	11	18	31	71	282
β=0,95	6	16	26	45	102	408
β=0,99	10	29	46	81	173	729

Misol. 35/10 kV pasaytiruvchi transformator podstansiyasining 10 kV li shinasidan 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 β=0,9 ishonchli ehtimollik bo'lganda ishonchlilik intervalini toping.

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

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

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

1. Bosh to‘plam dispersiyasining aralashmagan (nesmeshenniy) bahosini topamiz:

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

O‘rtacha kvadratik chetlanishni topamiz:

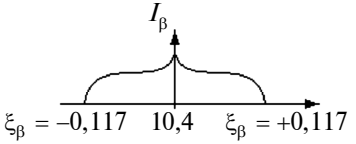
$$\sigma^* = \sqrt{\tilde{D}} = \sqrt{0{,}122} = 0{,}349 \text{ kV}^2.$$

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

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).



4.14-rasm. Ishonchli interval.

Gipotezalarni statistik tekshirish

Tasodifiy kattaliklar (miqdorlar)ni biron bir ko‘rinishga ega deb tahlil qilinishi bu – *gipoteza*. Boshqacha aytganda, ma’lum taqsimot parametrining taxmin qilinayotgan kattaligi ilgari surilgan gipoteza demakdir. Gipoteza statistik nol va konkurent, oddiy va murakkab turlarga bo‘linadi.

Statistik gipoteza deb, noma’lum taqsimotning ko‘rinishi haqida yoki ma’lum taqsimotlarning parametrlari haqidagi gipotezaga aytiladi.

Masalan, bosh to‘plam Puasson qonuniga bo‘ysunadi (bo‘yicha taqsimlangan). Ikkita normal to‘plamning dispersiyalari o‘zaro teng.

Birinchi gipotezada noma’lum taqsimotning ko‘rinishi haqida bo‘lsa, ikkinchisida ikkita ma’lum taqsimotning parametrlari haqida taxmin qilingan.

Elektr motorning izolatsiyasi 5 yilda yaroqsiz holga keladi gipotezasi statistik gipoteza bo‘la olmaydi, chunki unda taqsimotning na ko‘rinishi haqida na parametrlari haqida boradi. 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 μ=4,2 yil degan nolinchi 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.

Nolinchi (asosiy) gipoteza deb, olg‘a surilgan H_0 gipotezaga aytiladi.

Konkurent (alternativ) gipoteza deb, nolinchi 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 H_0 gipotezaga zanjir butun bo‘lganda lampa yonmagan holda bo‘ladi, deb surilgan konkurent gipoteza H_1 gipoteza bo‘ladi yoki nolinchi 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 ($a\neq10$) 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 nolinchi 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.

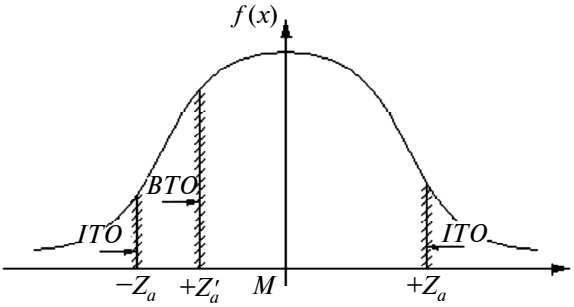
Masalan, yuqoridagi misoldagi ko‘rsatkichli taqsimot parametri $\lambda > 5$ deb olg‘a surilgan taxmin murakkab gipoteza hisoblanadi, ya’ni: $H_i : \lambda=\beta_i$, (β_i=5,6,7,8,...).

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;



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

Birinchi tur xatoga yo‘l qo‘yish ehtimolligi qiymatdorlik darajasi degan ko‘rsatkich orqali aniqlanadi va α simvoli bilan belgilanadi. Qiymatdorlik darajsi ko‘pincha 0,01 yoki 0,05 qiymatlarda beriladi (α=0,01, α=0,05). α=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 nolinchi gipotezani rad etilishi bir yoki ikki tomonlama *kritik og‘ish* Z_a 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: $Z = \frac{\bar{x} - M}{\sigma}\sqrt{n}$.

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 α=0,05 deb qabul qilib, 4.16-jadvaldan kritik chetlanish Z_a ning qiymatini qabul qilamiz: Z_a=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_a	1,64	1,96	2,33	2,58	3,09	3,29
Qiymatdorlik darajasi, α	0,05	0,025	0,010	0,005	0,001	0,0005
	Bir tomonlama kritik soha, Δ					

Buzilmasdan ishlash vaqti davomiyligi 4,0 yil degan taxminni olg‘a suramiz, ya’ni nolinchi gipotezani H_0: μ=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 $Z < Z_a$ 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_a 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: μ=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 uskunalarni 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‘iladi.

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 tarmoqda kuchlanish va chastotaning o‘zgarishi tashqi o‘zgaruvchi hisoblanadi. Bog‘liq bo‘lmagan kattaliklarni ilmiy izlanishlarda o‘zgartirilib o‘lchab nazorat qilishimiz mumkin. Boshqa kattaliklarga bog‘liq bo‘lgan kattaliklar boshqa kattaliklar bilan birga o‘zgaradi, shuning uchun ular faqat nazorat qilinadi.

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

O‘lchov asboblari statsionar va ko‘chma bo‘ladi. Masalan, elektr tarmoq simlari o‘rganilayotganda izolatorlarning grlyandlarni sinash uchun ko‘chma sinash stendidan foydalaniladi. Elektr mashinalar, taransformatorlarni kapital ta’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. Murrakkab 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*, cosφ), energotexnologik jarayonlar parametrlari (*T*, φ, ν) 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.

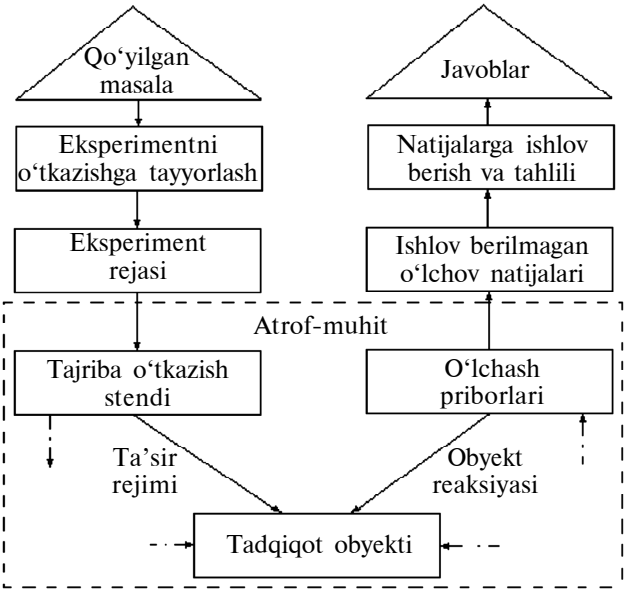
boshqalar: vaqt, harorat, rang, yoritilganlik, yorug‘lik kuchi, akustik, qattiqlik, zichlik, gaz tarkibi, nurlanish;

elektr: tok, kuchlanish, energiya, quvvat, cosφ, tgφ, tgδ, 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).



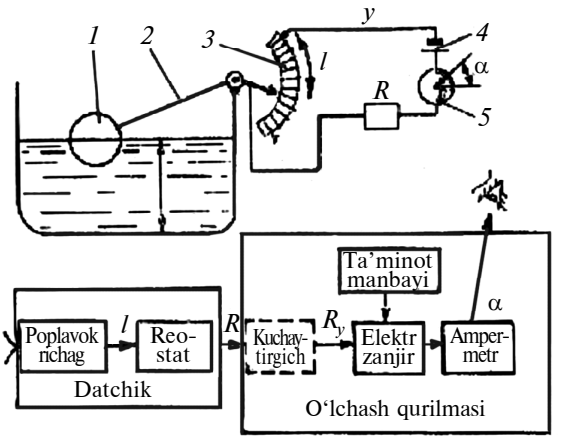
5.1-rasm. Eksperimental tadqiqotlarni ifodalovchi murakkab tizim sxemasi.

5.2. Noelektrik kattaliklarni o‘lchash priborlari va qurilmalari

5.2.1. O‘lchash apparatlarining umumiy xarakteristikalari

Qishloq xo‘jaligi elektr iste’molchilari elektr energiyani iste’mol qilib uni boshqa tur energiyaga aylantirib (mexanik, issqlik, 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 obyektining o‘rganilayotgan parametrlari o‘lchanayotgan kattalikni elektr signalga aylantirish prinsipi asosida qurilgan o‘lchash apparatida hisobga olinadi. Aksariyat noelektrik kattaliklarni o‘lchash elektrik 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.

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 suvning hajmini o‘lchash (nazorat qilish) misolida ko‘rib chiqamiz. O‘lchanayotgan 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 zanjiriga ulangan qismi *l* ning o‘zgarishiga (uzatishga yoki qisqartirishga) olib keladi.



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

Reostatning elektr qarshiligi R unga bir tekisda joylashtirib o‘ralgan sim o‘ramning kengligi l ga bog‘liq holda o‘zgaradi. Binobarin suv sathining o‘zgarishi reosttaning elektr manbayiga ketma-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 pribor orqali suv sathi h ni o‘lchab, bakdan iste’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.lar) qabul qiluvchi va uni o‘lchash yoki elektr priborlarda yozib olish (saqlab qolish), kuchaytirish, liniya bo‘ylab 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.

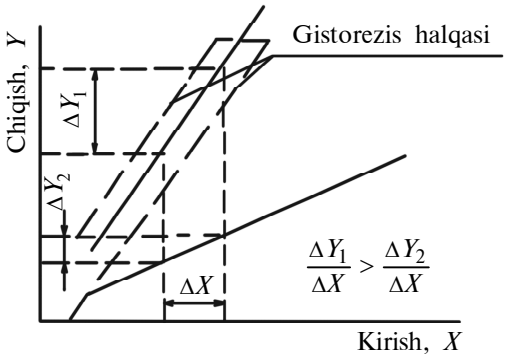
Tenzometrik o‘zgartirgich detallardagi zo‘riqishni qabul qilib o‘zining simdan yoki plyonkadan tayyorlangan sezgir elementini qarshiligini o‘zgarishi hisobiga chiqish siganali hosil qiladi, ya’ni o‘zi ulangan kuchlanish manbayida zanjir qarshiligi o‘zgarishiga olib keladi.

O‘zgartirgichlar aktiv va passiv turlarga bo‘linadi. Aktiv o‘zgartirgichlar passiv o‘zgartirgichlardan farqli o‘laroq energiya manbayisiz o‘lchanayotgan 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, tenzorezistorli sig‘imli) va elektromagnit o‘zgartirgichlar kiradi.

Datchiklar o‘zgartirish prinsipidan qat’iy nazar biron bir aniq katalikni (miqdorni) o‘lchashni ta’minlay oladigan muayyan bir konstruktiv ijro etilgan o‘zgartirgichdir. Masalan, detallarda zo‘riqishni o‘lchaydigan tenzometrik datchik, suvning sathini o‘lchaydirgan 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, $S = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$);



5.3-rasm. O‘zgartirgichni (datchik)ning sezgirligini tushuntirishga oid sxema.

– xarakteristikasining vaqt va tashqi muhit parametrlariga nisbatan stabilligi;

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

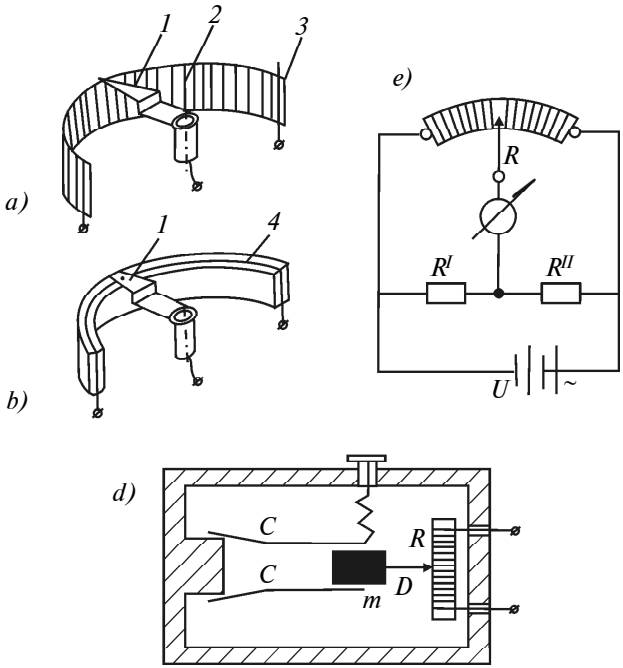
5.2-rasmdagi suv sathi o‘zgarishi ($h_1 - h = \Delta h$) natijasida reostat qarshiligining o‘zgarishi ($R_1 - R_2 = \Delta R$) qancha katta bo‘lsa, reostat, elektr manbayi va qayd etish priborlari ketma-ket ulangan zanjirdagi tok kuchi ham shuncha katta bo‘ladi. Bu deganimiz datchikning sezgirlik darajasi 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. Bunday-larning oddiy rezistiv o‘zgartirgichlarga reastatli yoki reoxordli o‘zgartirgichlar kiradi.

Reostatli (reoxordli) o‘zgartirgichda yurgichi o‘lchanadigan noelektrik kattalikning o‘zgarishga 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.



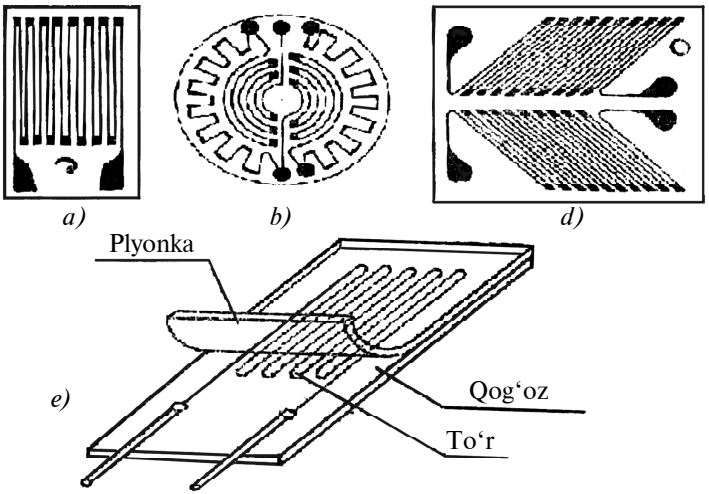
5.4-rasm. Reostatli o‘zgartirgichlar sxemalari:
a) reostatli; b) reoxordli; d) ko‘prik sxemasiga ulangan reostatli;
e) reostatli o‘zgartirgichli tezlanish datchigi.

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 biriktiriladi va reostat (*R*) bo‘ylab siljiydi (5.4-*d* rasm).

Tenzorezistorlar. Keng diapozonli rezistiv o‘zgartirgichlar sifatida shuningdek, tenzorezistorlar, tenzoqarshiliklar olinadi. Bular deformatsiyalanganda (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‘amdan 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



5.5-rasm. Falgali (*a, b, d*) va simli (*e*) termorezistorlar:
a) siqilish va cho‘zilish kuchlanishini o‘lchash uchun; b) membrana va diafragmalarda bosimni o‘lchash uchun; d) buralish kuchlanishini o‘lchash uchun.

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.

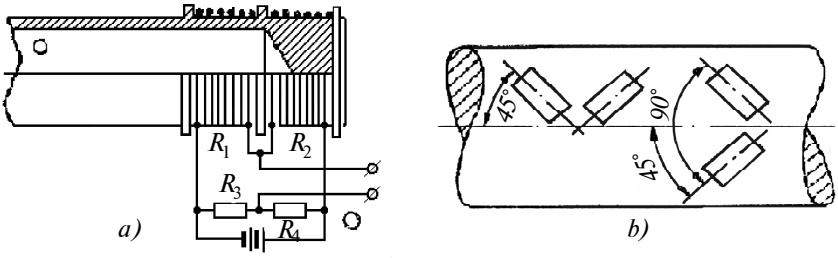
Falgali tenzorezistorlar to‘ri (reshetkasi) yupqa (0,004...0,012 mm) to‘g‘ri burchakli kesimli falga polosadan tayyorlanadi, lakli asosga yelimlanadi. Falgali tenzorezistorlarni simlidan quyidagi afzalliklari bor: 1) ishchi tok kuchi − 30 mA o‘rniga 0,2 A gacha oshirilgan, bu ularning sezgirligini keskin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

Tenzorezistorlar ishlatish jarayonida deformatsiyalanuvchi detalga 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‘lchanayotgan detalga yelimlanish sifatiga bog‘liq bo‘ladi.

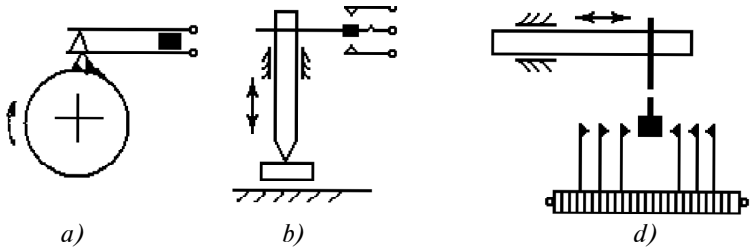
Tenzoqarshiliklar bir marotaba foydalanishga mo‘ljallangan.

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).

Metall quvurga (stakan) tenzorezestor yelimlanadi: bu yerda R_1 − ishchi va R_2 qarshiliklar harorat o‘zgarishini korreksiyalash uchun o‘rnatilgan.



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



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

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).

Rezistiv o‘zgartiruvchilar kontaktli bo‘lishi mumkin. Ular o‘lchaydigan kattalik (ko‘pincha, mexanik siljish) kontaktlarning yopilgan yoki ochilgan holatiga olib keladi, u esa qurilmaning elektr zanjirini boshqaradi. Odatda, kontaktning yopilishi zanjirda qarshilikni diskret (pog‘onali) o‘zgartiradi, ya’ni o‘lchash diskret bo‘ladi (5.7-rasm).

Kontaktli o‘zgartirgich g‘ildirak, val va boshqalarning aylanishlar sonini aniqlash uchun ham qo‘llaniladi. Buning uchun 5.7-*a* rasmdagi datchikdan foydalaniladi.

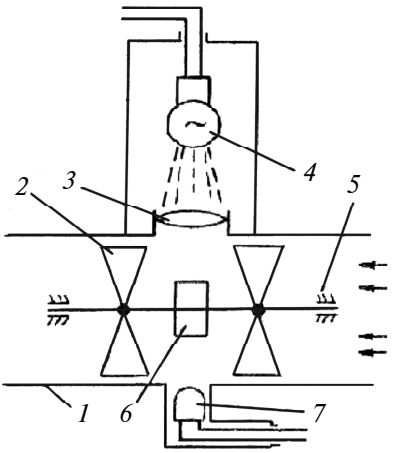
Sig‘imli o‘zgartirgichlar. Bu kondensatorlar, ularning sig‘imlari o‘lchanadigan noelektrik kattalik ta’sirida o‘zgaradi. Bu bilan siljish, bosim, qalinlik, buralish, burchak, suyuqlik sathi kabilarni o‘lchash mumkin, ammo u o‘ta katta aniqlikni talab qiladi.

Fotoelektrik o‘zgartgichlar. Bularda fotoeffekt hodisasidan foydalaniladi, bunda chiqish xabar kattaligi o‘zgartuvchiga tushadigan yorug‘lik oqimi kattaligi bilan bog‘liq.

Fotoelektrik o‘zgartiruvchili datchiklar (fotoelementlar) odatda yarim o‘tkazgichlardan tayyorlaniladi. Yarim o‘tkazgichlar, (kadmiy, selen) ichki fotoeffektiga ega va yorug‘lik oqimi ta’sirida o‘zining qarshiligini o‘zgartiradi; shuning uchun ularni ko‘pincha fotoqarshilik (fotorezistorlar) deb yuritiladi.

Hozirgi davrda FSK (sera-kadmiyli) tipidagi fotoqarshiliklar keng tarqalgan, ular yuqori sezgir, ko‘p hollarda kuchaytirish talab qilmaydi. Cheklanmagan xizmat muddatga ega va turg‘un (stabil) xarakteristikaga ega.

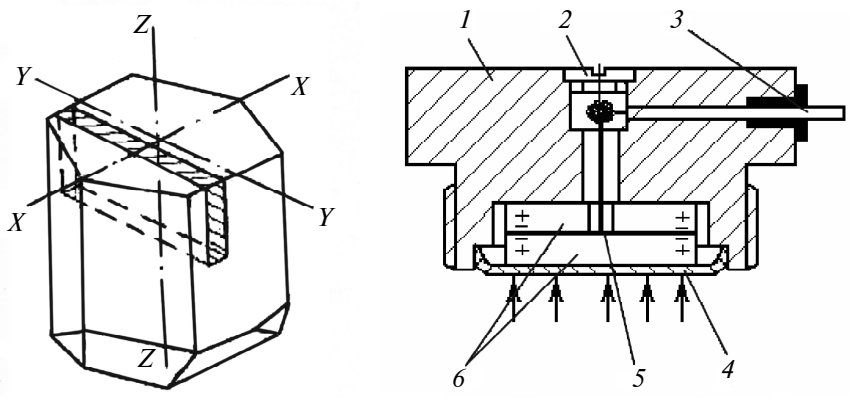
Fotorezistorlar qo‘llanish saxosi juda keng. Masalan, 5.8-rasmda fotoelektrik o‘zgartirgich yordamida sarfni o‘lchaydigan asbobning sxemasi keltirilgan. Datchik ichki yonish dvigatelini yoqilg‘i beruvchi apparatlardan oldin yoqilg‘i yo‘liga sarfni o‘lchash asbobi korpusi ulanadi. Ichida ikki yengil qanotchali parrak *2* joylashgan, ular yoqilgi oqimi ta’sirida o‘z tayanchlari *5* da aylanadi. Yoritgich *4* linza *3* orqali yoritgichning optik 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 sarfni o‘lchagich korpusi orqali vaqt birligida o‘tadigan yoqilg‘i massasi bilan bog‘liq. Fotoelektrik o‘zgartirgichlar ko‘chalarni yoritish tizimini avtomatik boshqarish sxemalarida keng qo‘llaniladi.



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

Pyezoelektrik o‘zgartirgichlar. Ular pyezomateriallarda yuzaga keladigan pyezoelektrik effektga asoslangan.

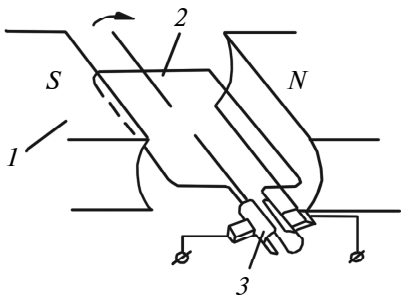
Bunday effekt mexanik kuch ta’sirida (materialida zo‘riqish paydo bo‘lganda) pyezoelementning kristal qirralarida elektr zaryadlar hosil bo‘lishiga asoslangan. Pyezoelektrik ma-



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

terial sifatida kvars kristallari qo‘llaniladi. Ularning qirralarida kristall bosh 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.



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

Induktiv o‘zgartirgichlar. Bu tipdagi aktiv o‘zgartirgichlar elektr zanjirni (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).

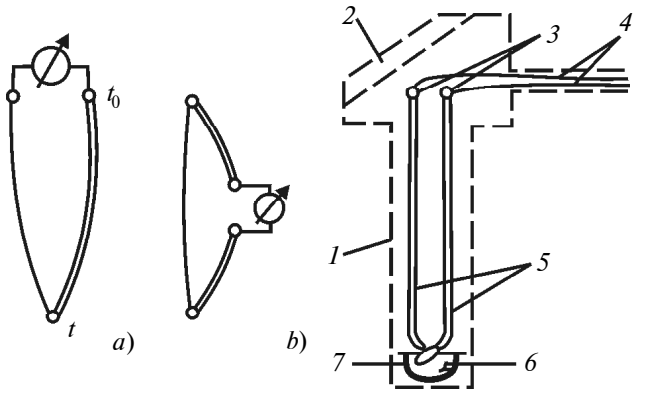
O‘zgarmas magnit maydoni *1* da val bilan bog‘liq ramka *2* aylanadi,

uning aylanish chastotasini aniqlash zarur. Ramkadagi e.d.s. kollektor *3* 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. 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 t° ni o‘lchash uchun qo‘llaniladi. Masalan, dvigatel karteridagi moynning temperaturasini o‘lchash uchun.



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* – kavsharlangan kontakt; *7* – himoyalovchi qopqoqcha.

Sirtning temperaturasini 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’sirliligini 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 asboblar. 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-, kinoplyonka, qog‘ozlarga yozib olinadi.

Odatda, ilmiy tadqiqotda bir vaqtda bir necha kattalik o‘lchanadi, ba’zan har xil fizik tabiatlisi ham. Bir necha o‘lchanadigan kattalikning bunday 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 nazardan o‘zgartirgichlarni uch guruhga bo‘lish mumkin:

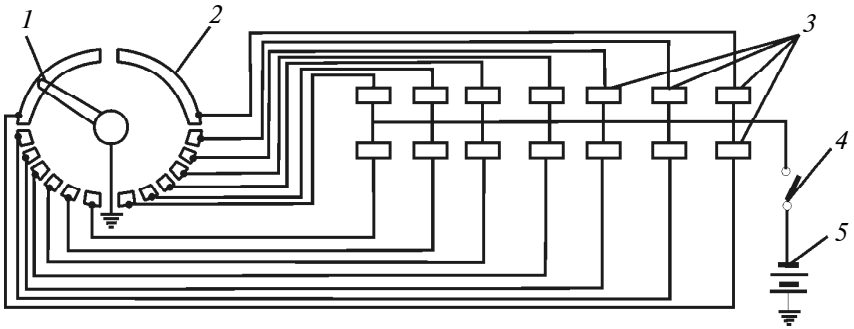
– qudratli o‘zgartirgichlar (o‘nlab millivolt) – kontaktli, reostatli va reoxordli, taxogeneratorlar, termoparalar, induksion va induktiv. Bular o‘lchash zanjirida kuchaytirgichlarsiz ishlaydi (o‘ta kichigidan tashqari);

– kam quvvatli o‘zgartirgichlar (o‘nlab mikrovatt) – simli tenzorezistorlar, 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, voltmetr, ...), hamda hozirgi davrda keng qo‘llanilayotgan sonli ko‘rsatgichlar kiradi.



5.12-rasm. Elektrimpulsli schetchikli kontaktli o‘zgartirgich yordamida burilish burchagini o‘lchash sxemasi.

Sonli ko‘rsatgichlarga yig‘indi hosil qiladigan ko‘rinadigan hisobni ta’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.

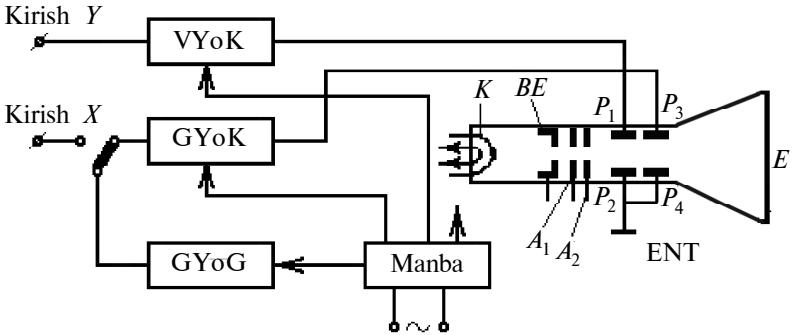
O‘ziyurar q/x mashinalari rul g‘ildiragining burilish burchagi bo‘linishini hisoblagich kompleksidagi kontaktli o‘zgartirgich yordamida olish sxemasi 5.12-rasmda keltirilgan. Rul g‘ildiragiga harakatchan kontakt *1* berkitilgan, u qimirlamas kontakt *2* bo‘ylab sirpanadi.

Ularning soni o‘lchash aniqligi nuqtayi nazaridan aniqlanadi, ammo odatda neytraldan har ikki tomonga 7–9 ta kontakt qilinadi. Qimirlamas kontakt bilan elektro impuls hisoblagich *3* birga ulangan. U qo‘shgich *4* 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 lyuminofor bilan qoplangan elektron nurli trubka (ENT) hisoblanadi. ENT ichida musbat anodlar A_1 va A_2 larga 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 (oqimning) yorqinligini rostlaydi.

Og‘diruvchi plastinkalar P_1, P_2, P_3 va P_4 juft va o‘zaro perpendikular joylashgan bo‘lib, nurning gorizontal va vertikal og‘ishini ta’minlaydi. O‘rganilayotgan kattalikka mos kuchlanish datchikdan elektrik zanjir orqali ossillografning *Y* kirish kanaliga beriladi, keyin vertikal yoyilishni kuchay-



5.13-rasm. Elektron nurli ossillografning blok sxemasi.

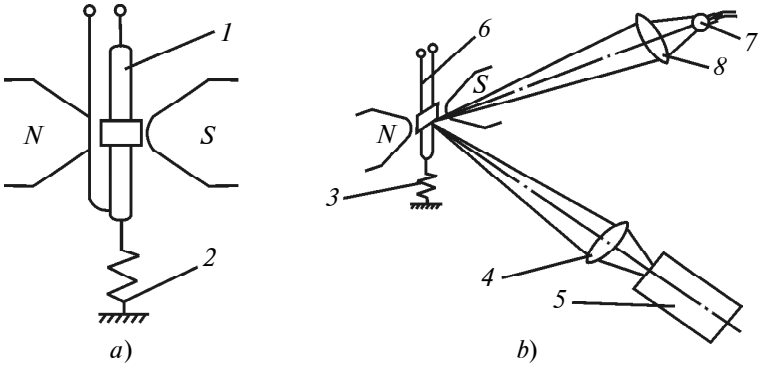
tirgichi VYoK orqali vertikal og‘diruvchi P_1 va P_2 plastinkalarga (Y o‘qi buyicha og‘ish), o‘lchanadigan parametriga mos kuchlanish esa X kirishga va gorizontal yoyilishni kuchaytiruvchi (GYoK) orqali P_3 va P_4 gorizontal og‘diruvchi plastinalarga gorizontal yoyilish generatoridan (GYoG) beriladi, u nurni 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 asboblar 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.

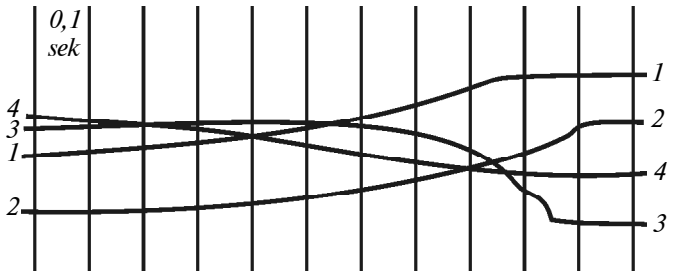
Ular shleyfli va tebratkichli ossilograflar deb nomlanadi (N-700, N-105, Kd-11, ...). Bunday ossilograflarning asosiy qismi – shleyf (tebratkich) bo‘lib, ingichka metall tolasidan tayyorlangan ilgak *6* yoki sim g‘altakli yengil ramka *1* dan iborat bo‘ladi (5.14-*a, b* rasmlar).

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‘zgarmas magnit (zazoriga) tirqishiga joylashtiriladi va undan impulsli tok o‘tganda elektromagnit induksiya ta’sirida buriladi. Ramka *1* ga ko‘zgu *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‘lchanadigan 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 ossillografda olingan avtomobil tormozlash kamerasida bosim o‘zgarishi 5.15-rasmda keltirilgan. Tormozlash suyuqligi



5.14-rasm. Magnitoelektrik (tebranuvchan) ossillografning 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;

magistralidan yuborilayotgan suyuqlik bosimi pasayadi (*1* va *2* egri chiziqlar), traktor va pritsep (*3* va *4* egri chiziqlar) tormoz kamerasidagi bosim esa oshishi kuzatiladi.

Ossillografdan olingan ma’lumotni o‘zida saqlovchi ferromagnit lentali ham qo‘llaniladi. Ularning afzalligi fotolentadagi yozuvning kimyoviy ishlov berish jarayonisiz to‘g‘ridan – to‘g‘ri EHM ga yoki maxsus analizatorga kiritilish orqali natijani yozma olish mumkinligidir.

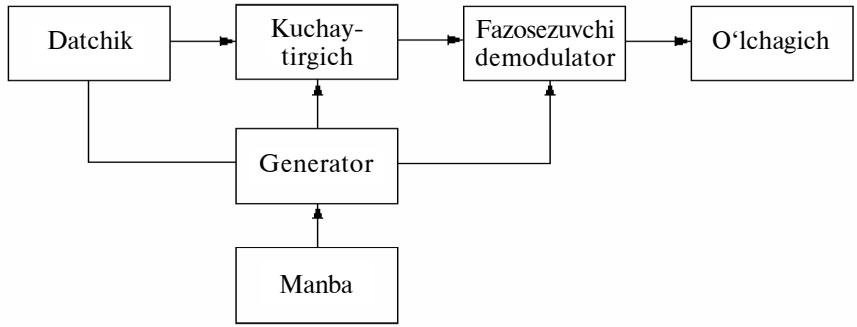
Sanoatda ishlab chiqilayotgan HO 36 markali magnitograflar yozish uchun yetti yo‘lakka, to‘rt tezlikka ega. Ular 750 m rulondagi lenta bilan ta’minlangan bo‘ladi.

Signal kuchsiz bo‘lganida foydalaniladigan kuchaytirgichlarda kirish «bo‘sag‘asi», ya’ni o‘lchashga tashqi ta’sirlar iloji boricha kichik bo‘lishi kerak. Undan tashqari, hisobga olishni boshlashdagi boshlang‘ich darajani va kuchaytirish koeffitsiyentining (stabilligi) doimiyligi ta’minlanishi kerak. Odatda amplitudali modulatsiyalangan o‘zgaruvchan tok kuchaytirgichlar qo‘llanilganda o‘lchashda yuqori aniqlikka erishiladi.

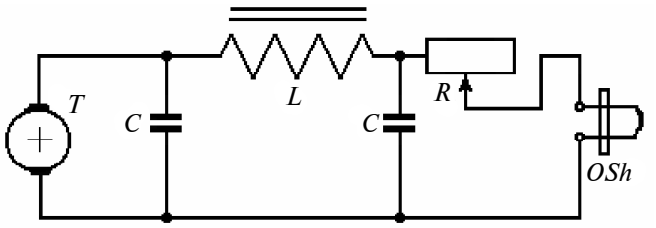
Signalni modulatsiyalashga datchik ulangan o‘zgaruvchan tok ko‘prikli o‘lchagichni yuqori chastotali manbaga ulash yo‘li bilan erishiladi.

Bunda ko‘prikli 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 hamma datchiklarda qo‘llash mumkin.

Modulatsiyalangan signal keragicha kuchaytiriladi va fazosezuvchi demodulatorga beriladi (5.16-rasm). Demodulator nafaqat egilgan (bukilgan) signalni ajratib oladi, balki ularning ishoralari yoki fazalarini ham aniqlaydi. Tutib turuvchi chastota ko‘prikdan chiqish signalinikidan 5...8 marta katta. Yuqorida ko‘rib chiqilgan sxema tenzorezistorli, sig‘imli va induktivli o‘zgar-



5.16-rasm. O‘zgaruvchan tok kuchaytirgichlarning blok sxemasi.



5.17-rasm. *LC*-filtrli ossillografning shleyfiga (OSh) taxogeneratorning (T) ulanish elektr zanjiri.

tirgichlar bilan ishlaydigan barcha kuchaytirgichlar uchun asosiy hisoblanadi. Jumladan, 8ANCH-7M, TACH, TUP-101 va boshqa markali 4...10 kanalli tenzostansiyalar yuqoridagi sxemaga asoslangan.

Ossillograf yordamida o‘lchashda elektr zanjiri qayd qilish apparaturasi datchiklari turiga to‘la mos bo‘lishi kerak. Elektr zanjir eksprimentning vazifasi va sharoitlari bilan bevosita bog‘liq holda tanlanadi. Masalan, 5.17-rasmda taxogeneratordan (aktiv o‘zgartirgichdan) chiqqan signalni 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 ishonchliligi 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:

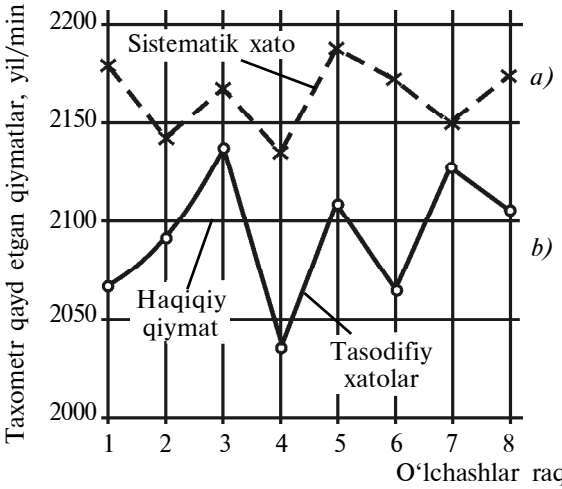
– datchik bilan bog‘liq bo‘lib uni o‘lchanadigan kattalikni noto‘g‘ri sezishi. Masalan, tenzoqarshilik elastik elementga yomon yelimlangan va uning to‘ri (reshetkasi) deformatsiyasi elastik element deformatsiyasiga mos kelmaydi;

– 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 asbob-larni 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.



5.18-rasm. Taxometrli o‘lchash qurilmasidan olingan xatoliklarning ko‘rinishi.

– 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_o xatoning kattalikning haqiqiy qiymatiga nisbatidir, ya’ni, $\Delta_o = \pm(\Delta/x)$. Nisbiy xatoning o‘lchamsiz, ulushli yoki foizli ifodasi quyidagicha bo‘ladi: $\Delta_o = \pm (\Delta \cdot 100/x)\%$ 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.

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.

Avtomashinaning joyidan qo‘zg‘alishidan ma’lum bir tezlikka erishgunicha bosib o‘tgan yo‘lni aniqlash kerak bo‘lsin. Buni aniqlashni turli xil usulda amalga oshirish mumkin.

5.1-jadval

Ayrim o‘lchash qurilmalarning chegaraviy xatolari

T/b t.r.	O‘lchash qurulmalari va o‘lchash usullari	O‘lchashning eng ko‘p qiymatiga nisbatan chegaraviy xato, %
1.	Metall 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 sekundomer	0,40–0,70
8.	Yutuvchi gazoanalizator	0,50–5,00

Birinchi 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 ishchi radiusi chizgich (lineyka) bilan o‘lchanadi.

Ikkinchi usul shundan iboratki, o‘lchash uchun lenta olib unda, mashinani o‘rnidan 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.

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 ±3δ ga teng deb qabul qilinadi. Yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan eng katta (chegaraviy) statistik nisbiy xato (δr) quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{\Delta r(\bar{a})}{\bar{a}} = \pm\frac{3\sigma}{\bar{a}}\,. \qquad (5.1)$$

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 tasadifiy 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.

5.2.-jadval

Natijalar xatolarini aniqlash formulalari

Kattaliklarni o‘lchash		Funksional bog‘liqlik	Natijalar xatolari	
			O‘rta kvadrat	Nisbiy
Mashina harakatining yig‘indi vaqti		$T = t_{ish} + t_{soat}$	$\delta_t = \pm\sqrt{\delta^2_{t_{ish}} + \delta^2_{t_{salt}}}$	$\delta_t = \pm\frac{1}{T}\sqrt{\sigma^2_{t_{ish}} + \sigma^2_{t_{salt}}}$
Mashinaning o‘rtacha texnik tezligi		$\upsilon_t = \frac{l}{T}$	$\delta_\upsilon = \pm\sqrt{\frac{1}{T^2}\cdot\sigma^2_l + \left(\frac{l}{T^2}\right)^2\sigma^2_t}$	$\sigma_\upsilon = \pm\frac{1}{\upsilon}\sqrt{\frac{1}{T^2}\cdot\sigma^2_l + \left(\frac{l}{T^2}\right)^2\sigma^2_T}$
Ish bajarib o‘tgan yo‘li		$l = 2\pi r_k n_k$	$\sigma = \pm q\cdot\pi\sqrt{n^2\sigma^2_r + r^2\sigma^2_n}$	$\delta = \pm\frac{2\pi}{l}\sqrt{n^2\sigma^2_r + r\cdot\sigma^2_n}$
Harakat qarshilik	Havo-ning	$P_\omega = K_\omega F_a\frac{\upsilon^2}{13}$	$\delta_{P_\omega} = \pm\frac{1}{F_\upsilon}\sqrt{\upsilon^2\sigma^2_p + 4F^2\sigma^2_\upsilon}$	$\delta_{P_\omega} = \pm\frac{1}{F_\upsilon}\sqrt{\upsilon^2\sigma^2_p + 4F^2\sigma^2_\upsilon}$
	Qiya-likning	$P_i = G_m\cdot\sin\alpha$	$\sigma_{P_i} = \pm\sqrt{\sigma^2_G\sin\alpha^2 + \sigma^2_\alpha G^2\cos^2\alpha}$	$\delta_{P_i} = \pm\frac{1}{G}\sqrt{\sigma^2_G + G^2\sigma^2_a Ctg^2\alpha}$

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.

Ushbu bobda tadqiqot obyektlarini o‘rganishda qo‘llash mumkin bo‘lgan matematik modellar turlari hamda tadqiqot obyektini sistema 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 tuzilishini va h.klarni 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, muvofiqlik 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 obyektda fizik yoki informatsion jarayonlar imitatsiyasi uchun mo‘ljallangan, ya’ni ular tadqiq qilinayotgan obyektning vaqt mobaynida xususiyatini aks ettiradi.

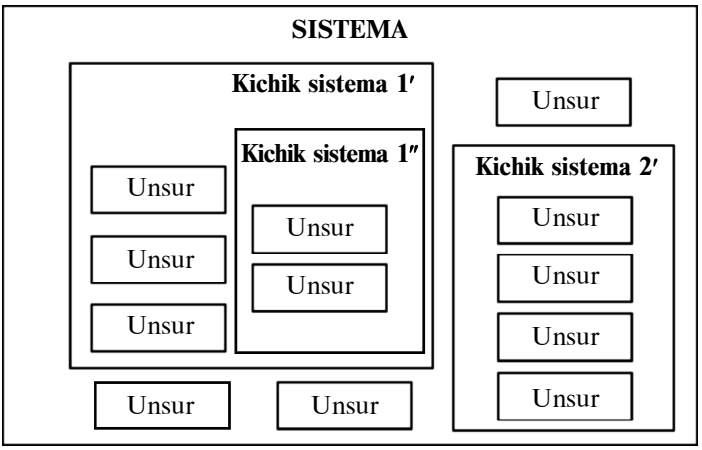
Oddiy differensial tenglamalar sistemasi tarzidagi dinamik sistemalar modeli, elektr va elektron tarxlar, shuningdek, sistema orqali talabnomalar o‘tish jarayoni imitatsiyasi uchun mo‘ljallangan ommaviy xizmat ko‘rsatish sistemasining modeli imitatsiyaviy matematik modellarga misol bo‘la oladi.

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 immitatsiyaviy matematik modellar ALS funksional kichik sistema tarkibida, shuningdek, uning ishlash ko‘rsatkichlarini baholash uchun foydalanishi mumkin.

Ommaviy xizmat ko‘rsatish sistemasining immitatsiyaviy 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 va sh.k. Biroq, hozirgi vaqtda ommaviy xizmat ko‘rsatish nazariyasi usul va natijalari murakkab sistemalar funksiyasini tahlil qilishda, turli soha (transport, ishlab chiqarish, aloqa tizimi, tibbiy xizmat qo‘rsatish, ta’minot tizimi va h.k.)da, ishonchlilik nazariyasi muammolarini hal etishda muvaffaqiyatli foydalanilmoqda.

Ommaviy xizmat ko‘rsatish nazariyasi amalga oshirilishiga tasodifiy omillar ta’sir etuvchi ko‘plab bir jinsli elementar operatsiya (talabnoma)lardan iborat istalgan operatsiyani tadqiqi bilan bog‘liq keng miqyosdagi amaliy vazifalarni hal etadi.



6.1-rasm. Sistema tarkibining modeli.

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, bular 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 (podsistema) deb ataladi.

Iyerarxiya ma’nosida turli darajadagi kichik sistemalar farqlanadi.

Sistema tashkil topgan unsurlar va kichik sistemalar sistema 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 unsurli ikkinchi darajadagi 1″ kichik sistemadan iborat, 2′ kichik sistema esa to‘rt unsurli.

Sistema tarkibi modeli sistema qanday qismlar (kichik sistema va unsurlar)dan iboratligini belgilaydi.

6.2. Sistemaviy tadqiq etish usullari

Sistemani tadqiq etishda — bilimning analitik va sintetik usullaridan keng foydalaniladi: tahlil va sintez. Tahlil usulining mohiyati tadqiq obyektini fikran yoki amalda tarkibiy qismlarga ajratishdan iboratdir. Mazkur holda obyekt ayrim unsurlarining mohiyati, ularning aloqasi va o‘zaro ta’siri o‘rganiladi. Tahlildan farqli o‘laroq, sintez usulining mohiyati esa bilish, yaxlit bir butunni tadqiq etish, uning qismlari o‘zaro aloqasini o‘zaro birlikda deb qarashdadir.

Tahlil va sintez usullari o‘zaro bog‘liq va biri ikkinchisini to‘ldiradi.

Tahlilda sistema qismlarga ajratiladi, bunda faqat uning xossasigina yo‘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 algoritmlashtirilishi 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 obyekti 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 murakkab 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 algoritmli 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 asosiysi tadqiqot obyektini 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 xosligа 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, biofizika 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 sistemalaridan foydalaniladi.

Ilmiy tadqiqot olib borilayotgan elektrotermik jarayonlarda, masalan qishloq xo‘jalik mahsulotlarini quritish energiya tejamkor elektrotexnologiyasiga oid tadqiqotlarda energetik balans tenglamasi, Joul–Lens qonuni, issiqlik va massasi almashuvini ifodalovchi issiqlik balans va material balans tenglamalari orqali ifodalanadi va ular asosida o‘rganilayotgan voqelik, jarayon va ularni ifodalovchi kattaliklarni analitik (matematik bog‘liqliklar, grafik tasvirlar) ifodalari olinadi.

Qishloq xo‘jaligi mahsulotlari ishlab chiqarishda energiyadan foydalanish samaradorligiga oid fundamental va amaliy tadqiqotlarda energiyani muhitda harakatlanish qonuni, termodinamika qonunlari va energetik balans tenglamalaridan foydalanib nazariy yechimlar ishlab chiqiladi.

Biologik obyektlarga elektrofizik ta’sirlar va ulardan texnologik maqsadlarda 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 uzatishni maksimal tezligini topish va uni noaniqlik ehtimolligini eng kichik miqdorigacha kamaytirishni ta’minlovchi ma’lumotni kodlash va o‘qishni raskadrovkasini optimal usullarini anglab chiqish masalalarini yechishga bag‘ishlangan nazariyadir.

Informatsiya nazariyasi kibirnetikaning bo‘limlaridan biri sifatida informatsiyalarni uzatish, saqlash, ajratib olish va klassifikatsiyalash usullarini

baholash va matematik ifodalash imkonini beradi hamda u ehtimolliklar 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 qurilmani yoki sistemaning holati yoki ish rejimi haqidagi to‘la bo‘lmagan yoki yetarli ishonchlilikga ega bo‘lmagan ma’lumotlardan foydalanish bilan 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 podstansiyasi 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. Ikkita elektr uskunaning birinchisini ishdan chiqish ehtimolligi 0,02, ikkinchisiniki 0,35, binobarin qurilmaning buzilmasdan ishlash ehtimolligi birinchisiniki 1−0,02=0,98, ikkinchisiniki 1−0,35=0,65 ga teng.

Birinchi 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. Ikkita 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 ikkita 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 ikkita 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:

$$f(n \cdot m) = f(x) + f(m).$$

Yuqorida shakillantirilgan shartlarga, ushbu funksiyani logorifimik 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 vaqtni 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 buzuq 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. Tovuqxonada 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 (ishonchliligi $P(x_1)$=0,7).
2. Avtomatik qurilmasi buzuq holatda (ishonchliligi $P(x_2)$=0,2).
3. Havoni qizitib berish elementi buzuq 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).

Sistemani 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 energiyaning 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, kontaktlarni yemirilishi, elektr va magnit zanjirlarining elektr va magnit xususiyatlarini o'zgarishi) va subyektiv (loyihalash jarayonida sxemalarni va energetik qurilmalarni parametrlarini tanlashda yo'l 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 ishonchliligini 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 ishonchliligini pasayishi ehtimolligi shuncha oshadi. Shu boisdan, qishloq xo'jaligi elektr uskunalari ularni elektr ta'minot tizimi elementlarini yaratishda (ishlab chiqishda), loyihalashda ularni yuqori ishonchliligiga erishish muhim ahamiyatga ega va uni ishonchlilik nazariyasiga asoslangan holda amalga oshiriladi.

Ishonchlilik nazariyasi obyektlardan (materiallar, texnik va elektr uskunalardan) 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) ishonchliligi 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 ishonchliligini baholashda ishonchlilik ko'rsatkichlaridan foydalaniladi.

Obyekt ishonchliligi 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 ishonchliligi 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 xossalarini 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:

$$\bar{P}(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0}, \qquad (6.1)$$

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:

$$\lambda = \frac{\Delta n}{N \Delta t}. \tag{6.2}$$

Obyektning buzilishi (ishdan chiqishi) ehtimolligi – $Q(t)$ berilgan ishlash davomiyligi doirasida aniq ekspluatatsiyalash shartlarida hech bo‘lmaganda obyektning bitta buzilishi sodir bo‘lishi ehtimolligi:

$$Q(t) = P(T \lhd t) = 1 - P(t), \tag{6.3}$$

$$Q(t) = \frac{n(t)}{N_0}. \tag{6.4}$$

Obyekt buzilishigacha uning ishlashi o‘rtacha davomiyligi ($T_{o‘r}$)

$$T_{o‘r} = \frac{8760}{\lambda} \text{ (soat) yoki } T_{o‘r} = \frac{1}{\lambda} \text{ (yil).} \tag{6.5}$$

Yuqoridagi miqdoriy ko‘rsatkichlardan tashqari ishonchlilikni kompleks ko‘rsatkichlari tayyorlik koeffitsiyenti va texnik foydalanish koeffitsiyentlari bilan ham baholanadi.

Obyektning ishlamay qolish (ishdan chiqish) intensivligi:

$$K_T = \frac{T_{\text{ish}} + T_{\text{rez}}}{T_{\text{ish}} + T_{\text{rez}} + T_{\text{av}}}, \tag{6.6}$$

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 uskunalari 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 uskunalari, energiya ta’minot tizimi elektrotexnik uskunalari) elektr uskuna va jihozlarini ta’mirlashni tashkil etishda ularni o‘z vaqtida (qisqa vaqt davomida) ta’mirlash uchun ta’mirlash zavodlari yoki sexlar sonini to‘g‘ri aniqlash muhim ahamiyatga ega, aks holda ta’mirlanishi kerak bo‘lgan elektr uskunalar ta’mirlash korxonalarida (sexlarda) uzoq turib qolishi va buning oqibatida ishlab chiqarish korxonalarida mahsulot ishlab chiqarish to‘xtab qolishi iqtisodiy zararga olib keladi.

Ta’mirlash korxonalari sonini asossiz oshirilishi ishdan chiqqan elektrotexnik uskunalarning qayta tiklanishini tezlatsada, ularni qurish va jihozlash bilan bog‘liq xarajatlarini oshishiga olib keladi. Shunday ekan ta’mirlanishi kerak bo‘lgan elektr uskunalarni uzoq vaqt ta’mirlash korxonalarida turib qolmasligini ta’minlovchi va shu bilan birga katta harajatlar talab qilmaydigan ta’mirlash korxonalari sonini optimalligini ta’minlovchi yechimini topish kerak bo‘ladi. Ushbu yechimni topishda ommaviy xizmat ko‘rsatish nazariyasidan foydalanish yuqori samara beradi.

Shuningdek, avtomatlashtirilgan potok liniyalarni loyihalashda har xil quvvatli uskunalari o‘zaro bog‘liqlikda ishlashini ta’minlashda elektr energiyasi iste’molchilariga energiyani taqsimlash va yetkazib berish tizimini loyihalashda ushbu nazariya katta ahamiyatga egadir. Turli tizimlarda ishonchlilik nazariyasini qo‘llashda ham ommaviy xizmat ko‘rsatish nazariyasi muhim rol o‘ynaydi. Qishloq xo‘jaligi elektr uskunalarining ekspluatatsion ishonchliligini ta’minlash (oshirish) borasida yuqori samaradorlikka ega 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 oqimi **talabnomalar oqimi** deyiladi.

Xizmat ko‘rsatish tizimiga kelib tushgan xizmat ko‘rsatilishi zarur bo‘lgan talabnomalar oqimi **kirish oqimi** deyiladi.

Bir birlik vaqt ichida kelib tushgan talabnomalar sonini matematik kutilishi kirish oqimining **o‘rtacha intensivligi** deyiladi.

Xizmat ko‘rsatish tizimdan chiqib ketuvchi talabnomalar oqimi **chiquvchi oqim** deb yuritiladi.

Xizmat ko‘rsatish zaruriyatni qondirish hisoblanadi.

Xizmat ko‘rsatish vositalari (qurilma, inson ulardan tashkil topgan brigada va h.k.lar) **xizmat ko‘rsatuvchi apparatlar** yoki **qurilmalar** deb ataladi.

Bir jinsli (bir xil talabni qanoatlantiruvchi) xizmat ko‘rsatuvchi apparatlar majmui **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 miqdoriy qiymati xizmat ko‘rsatilishining o‘rtacha davomiyligiga ($t_{x.k}$) teskari kattalik bilan aniqlanadi:

$$\mu = \frac{1}{t_{x.k}}. \qquad (6.7)$$

Talabnomalar oqimi xarakteriga, intensivligi, kanallar soni, kanalning o‘tkazuvchanlik qobiliyati (unumdorligi) va kirish oqimi xarakterlaridan kelib chiqqan holda tadqiqotlar olib borishda turli matematik apparatlardan foydalaniladi.

Voqeliklar, talabnomalar oqimi va ularning xususiyatlariga ko‘ra oddiy yoki statsionar: Puasson oqimi, Palma oqimi, Erlang tizimi oqimi turlari uchraydi. Ommaviy xizmat ko‘rsatish tizimi ochiq va yopiq shaklda mavjud bo‘lishi mumkin.

Optimal boshqaruv 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 yuklamalarni bashorat qilishda;

– ikki tomonlama energiya bilan ta’minlangan elektr uzatish liniyalarni 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 ishonchliligi 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 yaqinlashtirish 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 turli qiymatlari kombinatsiyalarini ajratib olish maqsadli funksiyasi ularga mos qiymatlarini hisoblashni ko‘zda tutadi. Hisoblash texnikalarini jadal rivojlanishi ilmiy tadqiqotlarda matematik programmalash usullarini ham qo‘llanilishiga 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.

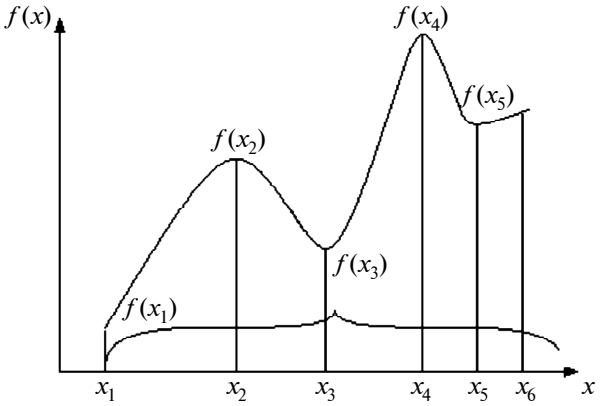
Dinamik programmalash usuli ko‘p ekstremal masalalarni yechishda hisoblash ishlari hajmini keskin qisqartirish va maqsadli funksiyani global minimumini topish imkonini beradi.

Dinamik programmalashni bosh g‘oyasi optimal boshqarish masalalarini ko‘p bosqichli (ko‘p qadamli) jarayonlar ko‘rinishida uning har bir bosqichini ketma-ket optimallashdan iborat.

Bir nechta tashkilotlar ishtirokida amalga oshirilayotgan murakkab inshootlar, yuqori kuchlanishli elektr uzatish tarmog‘ini loyihalash va qurilishi bo‘yicha ishlarni to‘rli rejalashtirish (setevoy planirovka) va boshqarish usulidan foydalanib bajarish yaxshi natijalar beradi. Ikki va undan ko‘p tomonlar manfaati 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 (muvofiqligida) 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 ishonchliligi) hisobiga olishni ko‘zda tutadi. Bundan tashqari obyektlarni qurishda ishtirok



6.2-rasm. Tadqiqot o‘tkazilayotgan obyektning matematik kutilishini ($f(x)$) taqsimlanish funksiyasi.

etuvchi tashkilot va korxonalar, elektr tarmog‘i 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 funksionallarning ekstremumini (maksimum va minimumlarni) topishni ko‘zda tutadi.

6.2-rasmda o‘rganilayotgan voqelik, 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 boliqlik 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 (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 $f(x_i)$ ni global minimum, eng katta qiymatga ega $f(x_i)$ 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 usuli**ni 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 oshirilada.

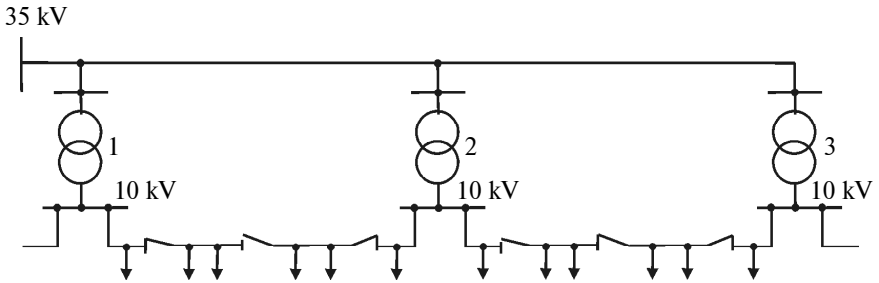
Maqsadli funksiya ifodasi va erkin o'zgaruvchilar tanlanadi. Mustaqil o'zgaruvchilarni ma'lum bir ketma-ketlikda manfiy va musbat tomonga orttirib berib, har bir qiymat uchun maqsad funksiyasi qiymatlari hisoblandi va uning ekstrimumga yaqinlashishiga erishiladi.

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 reliksatsion usullaridan ham foydalanish mumkin.

Maqsadli funksiyani optimallash 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 maqbulliligini 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 ishonchliligi ham o'zgaradi. Bundan kelib chiqadiki, optimalga erishishga ikkita shart: quvvat isrofining minimalligi va elektr ta'minoti ishonchliligining maksimalligi lozim bo'ladi.



6.3-rasm. Ikki tomonlama energiya manbayiga ulangan elektr tarmog'i sxemasi.

7. Eksprimental tadqiqotlarni rejalashtirish, o‘tkazish va natijalari tahlili

7.1. Eksperimental tadqiqotlar turlari va ularning bosqichlari

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 eksprimental tadqiqotlar olib borilishi zaruriyati tug‘iladi. Eksprimental 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 eksprimental tadqiqotlar o‘tkazishda ularning normal ekspluatatsion rejimlarini buzilishiga olib keladi.

Eksprimental tadqiqotlar o‘tkazish bilan bog‘liq yuqoridagi katta moddiy harajatlarni, vaqt sarflanishini va ishlab turgan energetik obyektlarni ekspluatatsion rejimlarini buzilishini kamaytirishga ekspriment rejalashtirish va uning tahlili usullarini qo‘llash orqali erishish mumkin. Matematik statistika apparatini qo‘llash orqali ekspriment jarayonini formallashtirish quyidagilarga imkon beradi:

– tajribalar sonini kamaytirish, yuqori aniqlikdagi o‘lchov natijalariga erishish kabi ba’zi bir xususiyatlarga ega eksprimentning matematik modelini olishga;

– ekspriment 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.

Eksperimental tadqiqotlar **idintifikatsiyalash** – nazariy tadqiqot natijalari va eksperiment davomida olingan funksional va analitik bog‘liqliklarni tekshirish va tasdiqlash yoki **optimallash** – 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 $y = f(x_1, x_2, x_3, ..., x_n)$. Bu yerda y – tadqiq

etilayotgan maqsad funksiya; $x_1, x_2, x_3, ..., x_n$ – 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 polinominal tenglama bilan matematik modellashtiriladi va **regressiya tenglamasi** olinadi:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + ...\beta_n x_n$$

bu yerda: β_i – regressiya koeffitsiyenti.

Eksperimentlar **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 modellashtiruvchi qurilma, stendlarda namunaviy priborlar va tegishli apparatlarni qo‘llab o‘tkaziladi. Bular kam harajat qilgan holda qimmatli ilmiy informatsiya olish imkonini beradi. Lekin, eksperimental tadqiqotning bunday natijalari hamma vaqt ham jarayon yoki ob’yekg ishining borishini to‘liq aks ettira bermaydi.

Ishlab chiqarish eksperimentlari atrof muhit turli tasodifiy omillarini hisobga olgan holda mavjud sharoitlarda o‘tkaziladi. Bunday eksperimentlar laboratoriyadagidan murakkab, tajriba naturasi (mavjud jarayon yoki obyekt) hajmdorligi oqibatida puxta fikrlash va rejalashtirishni talab etadi.

Ekspluatatsiya qilinadigan obyektning 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.

Eksperimental 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. Eksprimentni rejalashtirish va faktorlar tenglamasi

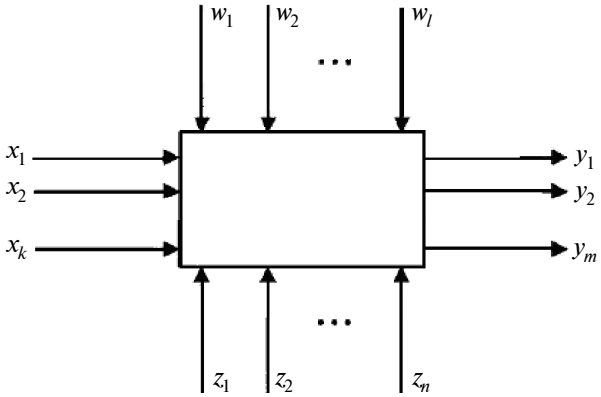
7.2.1. Texnikaviy obyektning kibernetik modeli

Yaxshi tashkil etilmagan sistemalarga taalluqli murakkab texnikaviy obyektlar uchun kibernetik model $\kappa+n+l$ 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 $X = (x_1, x_2, ..., x_k)$ bilan belgilanuvchi kirishlarning nazorat ostidagi boshqariluvchi qismi, n-o‘lchovli vektor $Z = (z_1, z_2, ..., z_n)$ bilan belgilanuvchi kirishlarning nazorat ostidagi boshqarilmaydigan qismi va l-o‘lchovli vektor $W = (w_1, w_2, ..., w_l)$ bilan belgilanuvchi nazorat qilinmaydigan qism holatiga bog‘liq (7.1-rasm).

Harakati nazorat etilmaydigan qo‘zg‘atuvchi kirish parametrlari shunda namoyon bo‘ladiki, qachonki sistema (texnikaviy obyekt)ning chiqish parametri ma’lum nazorat ostidagi boshqariladigan va boshqarilmaydigan kirish parametrlarida birdek tavsiflanmaydi. Tasodifiy qo‘zg‘atuvchi parametrlar katta bo‘lgan texnikaviy obyekt stoxastik obyekt hisoblanadi. Uni o‘rganish uchun ehtimollik nazariyasi matematik apparatidan foydalaniladi.

Texnikaviy obyektni eksperimental-statistik tadqiq etishda kirish va chiqish parametrlari o‘rtasidagi aloqa odatda polinom tarzida matematik modelda tasvirlanadi. Uning koeffitsiyentini baholash uchun ishlash



7.1-rasm. «Qora quti»:
$x_1, x_2, ..., x_k$ – nazorat ostidagi boshqariladigan kirish parametrlari;
$z_1, z_2, ..., z_n$ – nazorat ostidagi boshqarilmaydigan kirish parametrlari;
$w_1, w_2, ..., w_l$ – nazorat qilinmaydigan kirish parametrlari.

jarayonida 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 sistemalarga taalluqli murakkab texnikaviy obyektlar uchun passiv eksperiment keng tadbiqini topmadi. Eksperimentni rejalashtirish esa kuchli eksperimental-statistik tadqiqot va murakkab yaxshi tashkil etilmagan sistemalarni optimallashtirish hisoblanadi. Eksperimentni rejalashtirish ko‘r-ko‘rona izlashni istisno qiladi, tajribalar sonini sezilarli darajada qisqartiradi va oqibatda eksperiment muddati va unga ketadigan sarflar ham kamayadi, shuningdek, matematik model olish imkonini beradi.

Eksperimentni rejalashtirish usullarining asosiy afzalligi uning universalligidir, ya’ni tadqiqotlarning ko‘plab sohalarda yaroqliligidir: energetika, metalshunoslik 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 sistemalarga taalluqli murakkab texnikaviy obyektlarni tadqiq qilish uchun ko‘plab kirish (faktorlar) va ko‘plab chiqish (sistema ishlashining sifat ko‘rsatkichlari)ga ega «qora yashik» 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. Eksprimentni rejalashtirish, reja-programmasini ishlab chiqish

Eksprimentni rejalashtirishdagi asosiy tushuncha va modellar

Eksperimentni rejalashtirish matematik modeli «qora quti» tarzidagi kibernetik modelga asoslangan (7.1-rasmga q.). Shunday kibernetik sistemalarni ko‘rib chiqishda nazorat ostida boshqariladigan kirish parametrlari $x_1, x_2, ..., x_k$ faktorlar deyiladi, chiqish parametrlari $y_1, y_2, ..., y_m$ optimallashtirish 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 mutanosiblik o‘rnatadi.

Faktorlar boshqariladigan bo‘lishi va texnikaviy obyektga bevosita ta’sir etish talabiga javob berishi kerak. Faktorning boshqariluvchanligi deyilganda butun tajriba davomida faktor tanlangan kerakli darajasini doimiy yoki belgilangan programma bo‘yicha uning o‘zgarishini ta’minlash va saqlab turish imkoni 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.

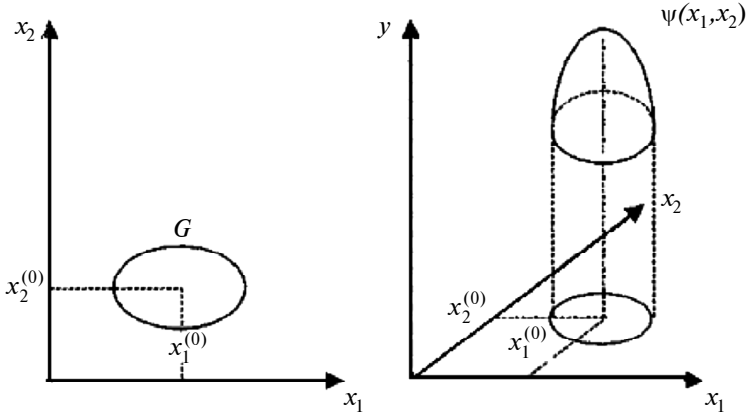
Tajriba o‘tkazishda har bir faktor bir necha qiymatlardan birini, tenglama deb ataluvchini qabul qilish mumkin. Faktorlarning qayd etilgan tenglamalar to‘plami kibernetik sistema ehtimoliy holatlaridan birini aniqlaydi. Bu qayd etilgan tenglamalar to‘plamiga faktor fazosi atalmish faktorlar fazosidagi ko‘p o‘lchamli muayyan nuqta mos keladi.

Tajriba faktor fazosidagi barcha nuqtalarda amalga oshirilmaydi, faqat faktor fazosi sohasidagi ruxsat etiladiganiga taalluqli nuqgalardagina 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:

$$y_l = \psi_l (x_1, x_2, ..., x_k) \ (l = 1, 2, ..., m).$$



7.2-rasm. Faktor fazosi (*a*) ruxsat etilgan sohasi va aks sado sirti (*b*).

Tabiiyki, tadqiqotchiga bog‘liqkik turi y oldindan ma’lum emas. U rejalashtirilayotgan eksperiment ma’lumotlari bo‘yicha quyidagiga yaqin tenglama hosil bo‘ladi:

$$y_e = \psi_e\left(x_1, x_2, ...x,_e\right).$$

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.

$$M\{y\} = \eta = \beta_0 + \sum_{1\le i\le k}\beta_i x_i + \sum_{1\le i\le j\le k}\beta_{ij}x_i x_j + ... + \\ + \sum_{i_1,i_2,...,i_k}\beta_{i_1...i_k}x_2^{i_1}x_2^{i_2}...x_k^{i_k}, \quad \sum ij = d \qquad (7.1)$$

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.

$$M\{y\} = \eta = \beta_0 + \sum_{1\le i\le k}\beta_i x_i + \sum_{1\le i\le j\le k}\beta_i x_i x_j + ... + \beta_{i_1 i_2 ... i_k}x_1 x_2 ... x_2 . \quad (7.2)$$

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 β_0, β_i, β_{ij} lar uchun baho hisoblanadi, ya’ni

$$b_i \to \beta_i, b_{ij} \to \beta_{ij},$$

$$b_0 \to \beta_0 + \sum\beta_{ii} + \sum\beta_{iii} + ...$$

Natijada model (regressiya tenglamasi) eksperiment ma’lumotlar asosida olingan, modeldan farqli o‘laroq quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$M\{y\} = \eta = b_0 + \sum_{1\le i\le k} b_i x_i + \sum_{1\le i\le j\le k} b_{ij}x_i x_j + ... + b_{i_1 i_2 ... i_k}x_1 x_2 ... x_k , \quad (7.3)$$

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, ularning soni uncha ko‘p bo‘lmasligi lozim: oddiy eksperiment uchun – 3...4, majmua eksperiment uchun esa 8...10 ta.

Jarayon yoki obyektga ta’sir etuvchi faktorlarni tanlash qabul qilingan ishchi gipotezaga muvofiq nazariy ishlanmalarni tahlil qilish asosida amalga oshiriladi. Barcha faktorlar mazkur eksperiment uchun avval muhimlik darajasiga ko‘ra saralanadi, so‘ngra ulardan asosiylari va yordamchilari ajratiladi.

Faktorlar soni uncha ko‘p bo‘lmaganda (3 gacha bo‘lganda) ularning muhimlik darajasi bir faktorli eksperiment bo‘yicha aniqlanadi. Agar faktorlar soni katta bo‘lsa, yuqorida ko‘rib o‘tilganidek, ko‘p faktorlik tahlil qo‘llaniladi.

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 vositalari (mamlakatda, chet elda ishlangan)dan foydalaniladi. Ayrim hollarda kamyob o‘lchovlar pribor va apparatlari bunyod etiladi.

O‘lchash texnikasining nazariy va fizik asosi, fizik kattaliklarni o‘lchash usullari[17, 18, 19] ishlarda mufassal ko‘rib o‘tilgan.

Eksperiment o‘tkazishning mazmun va tartibi — metodikaning markaziy qismi. Unda eksperiment o‘tkazish jarayoni to‘la loyihalanadi:

— kuzatish va o‘lchash operatsiyalarini o‘tkazish ketma ketlikda tuziladi;

— eksperiment o‘tkazishning tanlangan vositalarini hisobga olgan holda har 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 asoslash metodikani muhim bo‘limi hisoblanadi.

Eksperimentlarning natijalari namoyish etishning ko‘rgazma shakliga keltirilishi lozim (jadvallar, grafik, nomogrammalar 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 harakatlanish va h. k.)ga bog‘liq. Tadqiqotning nazariy qismi qanchalik aniq ifodalangan 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. Eksprimentni rejalashtirishda faktorlar tenglamalari

Kibernetik sistemaning har bir faktori o‘z kattaligini o‘zgartirish muayyan chegarasiga ega, buning ichida u istalgan 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, ..., k) uchun x_{i0} asosiy (nol) daraja va o'zgarish intervali Δx_i *yb* 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 egrisi 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% gachasini 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:

$$x_{i\beta} = x_{i0} + \Delta x_i,\ x_{iH} = x_{i0} - \Delta x_i. \qquad (7.4)$$

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:

$$x_i = \frac{x_i - x_{i0}}{\Delta x_i}. \qquad (7.5)$$

Bu holda $x_{i0} = 0$, $x_{i\beta} = +1$, $x_{iH} = -1$, 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 oprior informatsiya asosida aniqlanadi. Kibernetik sistema matematik modellarini olish uchun faktorlar ko'pincha ikki darajada o'zgaradi.

To‘liq faktorli eksperiment

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:

$$M\{y\} = b_0 + \sum_{i=1}^{3} b_i x_i + \sum_{1 \le i \le j}^{3} b_{ij} x_i x_j + b_{123} x_1 x_2 x_3. \qquad (7.6)$$

Ko‘rsatilgan matematik modelni TFE usulida topish quyidagi bosqichlardan iborat:

− eksperimentni rejalashtirish;

− eksperiment o‘tkazish;

− regressiya tanlama koeffitsiyentlari statistik mohiyatini tekshirib, kibernetik sistema matematik modelini olish;

− tiklanish (tanlama) dispersiya bir jipsliligini tekshirish;

− matematik tavsif ayniyligini tekshirish.

Uch faktor uchun TFE rejalashtirish matritsasi 7.1- jadvalda keltirildi. Bunda $x_1x_2x_3$ ustunchalari reja matritsasini tashkil etadi. Shular bo‘yicha bevosita tajriba sharti aniqlanadi. x_1x_2, x_1x_3, x_2x_3, $x_1x_2x_3$ ustunchalar faktorlar hosilalari ehtimoliy kombinatsiyasini ko‘rsatadi, bular faktorlar birgalikdagi harakati samarasini baholashga imkon beradi. x_0 (fiktiv o‘zgaruvchan) ustunchasi erkin raqam β_0 ni baholash uchun jadvalga kiritilgan. x_0 qiymat barcha tajribalarda bir xil va +1 ga teng.

7.1-jadval

2-tur rejalashtirish matritsasi va tajribalarning natijalari

Reja nuqta raqami									Optimallashtirish parametri
	x_0	x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	
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

TFE rejalashtirish matritsasi bir qator xususiyatga ega. Bu xususiyatlar ularni rejalashtirilayotgan eksperiment natijalari bo‘yicha matematik model olishning optimal vositasiga aylantiradi.

Birinchi xossa – eksperiment markaziga nisbatan mutanosiblik. Bu xossa quyidagicha ifodalanadi: har bir vektor-ustuncha unsurlarining algebraik yig‘indisi, x_0 fiktiv o‘zgaruvchan ustunchadan boshqa, nolga teng:

$$\sum_{v=1}^{n} x_{iv} = 0; i = 1,2,...,2^k - 1, \quad (7.7)$$

bu yerda n – rejadagi turli nuqtalar soni, v – reja nuqtasining tartib raqami.

Ikkinchi xossa shunday ifodalanadi: har bir vektor-ustuncha unsurlarining kvadrati yig‘indisi reja nuqtalarining soniga teng.

$$\sum_{v=1}^{n} x_{iv}^2 = n; i = 0,1,2,...,2^k - 1. \quad (7.8)$$

Uchinchi xossa – rejalashtirish matritsasining *ortogonal vektor-ustunchalar*. Mazkur xossa quyidagi ifodaga ega: *rejalashtirish matritsalarining istalgan ikki vektor-ustunchasi unsurlari hosila yig‘indisi nolga teng.*

$$\sum_{v=1}^{n} x_{iv} x_{jv} = 0; i...., j; i, j = 0,1,2,...,2^k - 1. \quad (7.9)$$

Ortogonallik xossasidan tenglamalar me’yoriy sistemasi matritsasining *diogonaligi* 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}, ...) kvadratli 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.

Eksperimentni 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 ishonchliligini (ayniyligini) tekshirishni ko‘zda tutmaydi. Bundan tashqari faktorlar o‘zgarish intervalini tanlashga e’tibor (haddan ziyod diqqat) bilan yondoshishi lozim.

Eksperimentni rejalashtirishning o‘ziga xos xususiyatlaridan quyidagilarni ta’kidlash mumkin. Agar faktorlar bir jinsliligini ta’minlash mumkin bo‘l-

masa, masalan, sinov butun hajmi uchun ishlanayotgan material bir jinsliligiga 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 tenglamaga ko‘ra hisoblanadi:

$$b_i = \frac{\sum_{v=1}^{n} x_{iv} y_v}{n}, \qquad (7.10)$$

bunda: $i = 0, 1, 2, ..., k$ – 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

$$y_v = \frac{\sum_{j=1}^{r} y_{vj}}{r}. \qquad (7.11)$$

Birinchi tartibli o‘zaro harajatda b_{ij} koeffitsiyentlaridagi tenglamaga o‘xshash tenglamada hisoblanadi.

$$b_{ij} = \frac{\sum_{v=1}^{n} x_{iv} x_{jv} y_v}{n}; \quad i, ..., j; \quad i, j = 1, 2, ..., k. \qquad (7.12)$$

Shunday qilib, TFEni rejalashshirish 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-ustunchalar ortogonalligi; matritsalar dioganalligi va h. k.

Kasr, faktor ekspriment javob sirti bo‘ylab burama yuqorilash

To‘liq faktorli eksperiment (TFE) faqat chiziqli effektgagina emas, balki ular o‘zaro harakati barcha effektlariga taalluqli regressiya koeffitsiyentlarini ayrim-ayrim belgilash imkonini beradi. Biroq, TFEdan 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 ancha ko‘proq qo‘yishni talab etadi, TFE $\Delta = 2k - k$ tajribalar ko‘plab ortiqchaligiga ega.

Kasrli faktor eksperimentlar (**KFE**) ancha kam ortiqchalikka ega, bular TFEning muayyan qismini aks ettiradi. Mazkur holda tajribalar giperkubning barcha 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 TFEdan 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, rotatabel 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;

– parametrning tanlangan qiymati asosida faktorlar o‘zgarishi, t_i qadam (asosiy darajaga nisbatan) va buralib yuqorilash chizig‘idagi ularning koordinati $x_i^{(h)}$ aniqlanadi.

$$t_i = \lambda b_i \Delta x_i,$$

$$\xi_l^{(\eta)} = \xi_{l0} + \eta\lambda\beta_l\Delta\xi_l; l = 1,2,...,k; \eta = 1,2,..., \qquad (7.13)$$

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.

$$|\beta_b|\Delta\xi_b = \mu\alpha\xi\{|\beta_l|\Delta\xi_l\}; \quad l = 1,2,...,k; \qquad (7.14)$$

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

$$\lambda_1 |b_b| \Delta x_b = \mu\Delta x_b,$$
$$0 < \mu \le 1.$$

bunda: $0 \angle \mu \le 1$; 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,...,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 sub'yektiv 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 qilgan 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.

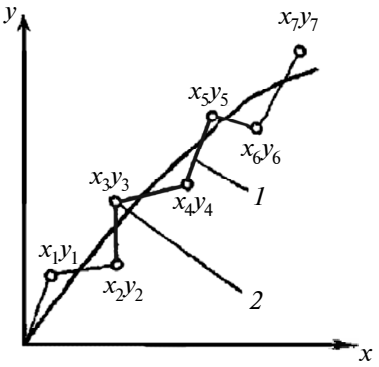
O‘lchash (yoki kuzatish) natijalarini grafik tasvirlash uchun ko‘pincha koordinatalar to‘g‘ri burchakli sistemasidan foydalaniladi. *X* o‘qi bo‘ylab faktor qiymatlari $x_1, x_2, ..., x_n$, *Y* o‘q bo‘ylab esa unga mos jarayon chiqish parametri chiqish qiymatlari $y_1, y_2, ..., y_n$ (7.3-rasm) qo‘yiladi.

Agar $x_1, y_1, x_2, y_2; ...; x_n, y_n$ nuqtalar kesmalar bilan birlashtirilsa, bunda siniq egri chiziq *1* hosil bo‘ladi, u eksperiment ma’lumotlari bo‘yicha $y=f(x)$ funksiya o‘zgarishini tavsiflaydi. Bu siniq egri chiziqni barcha eksperiment nuqtalari yaqinidan o‘tuvchi bir tekisdagi egri chiziqcha approksimatsiyalaydi.

Ba’zan 1...2 grafada nuqtalar egridan keskin uzoqlashadi. Bu holda avval hodisaning fizik mohiyati tahlil qilinadi. Agar $y=f(x)$ funksiyasining bunday keskin sakrashi uchun asos bo‘lmasa, bunda chetga chiqishni qo‘pol xato yoki adashish deyish mumkin.

$y=f(x)$ eksperimental funksiyasi grafik tasviriga koordinata to‘rini tanlash jiddiy ta’sir etadi. Ular bir tekis yoki bir tekismas bo‘lishi mumkin. Bir tekis koordinata to‘rlari ordinata va abssissalari bir tekis shkalaga ega.

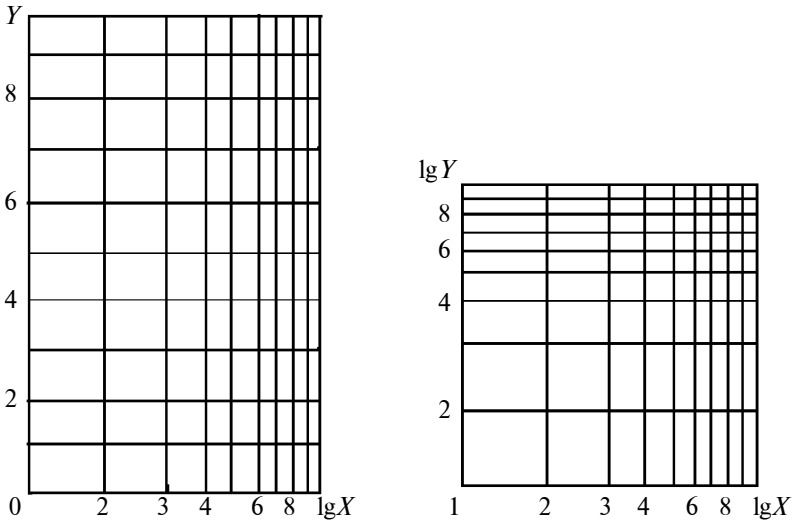
Bir tekismas koordinata to‘rlaridan eng ko‘p tarqalgani yarim logarifmik (7.4-*a* rasm), logarifmik (7.4-*b* rasm), ehtimoliydir. Ulardan turli sabablarga ko‘ra foydalaniladi. Xususan, yarim logarifmik, logarifmik koordinata to‘rlaridan, odatda, faktorlar va (yoki) chiqish parametrlari o‘zgarish intervali katta bo‘lganda foydalaniladi. Bundan tashqari, ular ko‘plab egri chiziqli funksiyalarni to‘g‘rilaydi.



7.3-rasm. Bog‘liqlik grafik tasvir $y=f(x)$:
1 – bevosita o‘lchamlar natijasi bo‘yicha chizilgan egri chiziq;
2 – approksiyalovchi bir maromdagi egri chiziq.

Grafiklarni chizishda quyidagi amaliy mulohazalarga amal qilish lozim:

– koordinata to‘ri va grafik masshtabni to‘g‘ri tanlash kerak. Masshtab qancha katta bo‘lsa, grafikdan olinadigan qiymat



7.4-rasm. Yarimlogarifimik (*a*) va logarifimik (*b*) koordinata to‘rlari.

aniqligi shuncha yuqori bo‘ladi. Biroq, grafiklar, qoidaga ko‘ra, 200×150 mm hajmdan oshib ketmasligi kerak;

– koordinata o‘qlari bo‘yicha masshtabni grafik tor yoki keng bo‘lib qolmaydigan qilib tanlash kerak;

– grafikni millimetrli qoyuzga chizish maqsadga muvofiq.

7.4.2. Empirik formulalarni tanlash usuli

Empirik formulalar analitik formulalarga yaqin ifodalar hisoblanadi.

Eksperiment ma’lumotlari asosida olingan algebraik ifodalar, empirik formulalar deyiladi. Ular faktor berilgan qiymati (x_1 dan x_n gacha) va chizish parametri (y_1 dan y_n gacha) o‘lchangan qiymatlar chegarasida tanlanadi.

Bu formulalar, imkon boricha, oddiy va faktorning ko‘rsatilgan chegarasida eksperiment ma’lumotlariga yuqori 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 egri 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 ifoda 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 chiziqning chekka nuqtalari koordinati.

Egri chiziqli eksperiment grafiklarda $y=ax^b$, $y=ax^b+c$, $y=ae^{bx}+c$ tur approksimatsiyalovchi formula tanlanadi. Bu formulalarga mos keluvchi egrilar tenglamasi va parametrlarni aniqlash usuli ishda berilgan.

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 (muvofiq) 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 gapoteza 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 hissasi 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 modellashtirish, 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.

Birinchi 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 algoritmni samarali hisoblashni ishlab chiqish zarurati yuzaga keladi, buning uchun raqamli hisoblash nazariyasidan foydalaniladi.

Uchinchi bosqichda ishlab chiqilgan hisoblash algoritmini EHMda bajarish *programmasi* tuziladi.

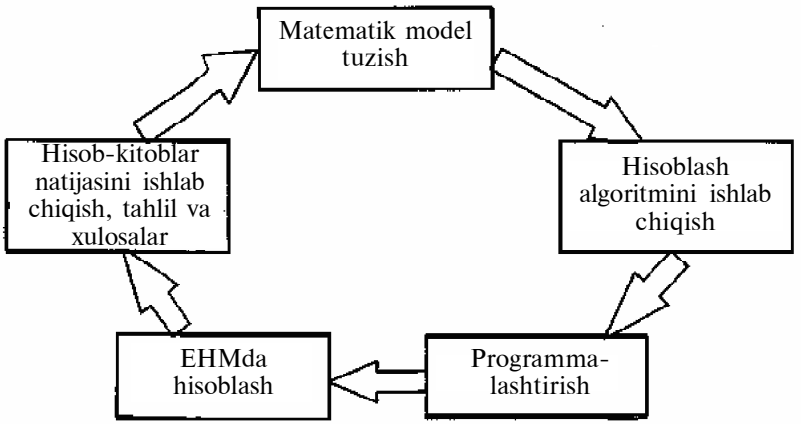
To‘rtinchi bosqich hisoblash eksperimentini bajarish bilan bog‘liq. EHM hisoblash jarayonida tadqiqotchini qiziqtirgan qar qanday informatsiyani berish mumkin. Tabiiyki, mazkur informatsiyani aniqligi matematik modelni ishonchliligi bilan belgilanadi. Shunga ko‘ra jiddiy amaliy tadqiqotlarda ba’zan hozirgina 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 modellashtirish 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 modellashtirish, nazariy asosi bo‘lib amaliy matematika, texiikaviy 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, programmalashtirish, EHMda hisoblash; hisob-kitoblar natijasini ishlab chiqish, tahlil va xulosalar.

8. Ilmiy texnik va patent materiallaridan foydalanish, ixtiro va foydali modelga buyurtma rasmiylashtirish

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 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 jurnallari, samarali takliflar to‘plamlari tarmoqlar bo‘yicha.

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 e’tibor 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.

Patentlar dunyo miqyosida 1990-yil holati bo‘yicha 30 mln ga yaqin qayd qilingan. Shundan AQShda – 5 mln, Angliyada – 3,5 mln, Fransiyada – 2,3 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 hulosa, 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, xalqaro klassifikator bo'yicha shifri, ixtirodan foydalanish yo'nalishi, texnika sohalari, ixtironing o'xshash nusxasi haqida ma'lumotlar, ixtiro prototipi, juda yaqin yechimi haqida ma'lumotlar, prototipning avvalgi ishlanmaning kamchiliklari, 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.

8.1. Ixtironing patentboplik 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'zilari mavjud bo'lmasa, u holda yetishmaydigan ma'lumot bilan to'ldirilgan topshirilgan kunidan 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 algoritm va dasturlar; loyiha va qurilishning, imoratning,

hududning rejalanish 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 obyekti. Qurilma, usul, modda, mikroorganizm shtampi; o‘simlik va jonivor kletkasi, hamda ilgari ma’lum qurilma, usul, modda shtamplarning yangicha maqsadda qo‘llanilishi kabilar ixtiro obyektlari bo‘lishlari mumkin.

Ixtiro obyekti qurilma bo‘lgan holda qurilmalarga ixtiro obyekti sifatida quyidagilar kiradi: ko‘rilishni 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 obyekti usul bo‘lgan holda usullarga ixtiro obyekti 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 obyekti ilgari ma’lum bo‘lgan qurilma. Usul, modda, shtamplarni 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 shtamplarning tavsifi uchun yangicha qo‘llanishida buning ko‘rsatmasi foydalaniladi. Har qanday ixtiroga talabnoma berishdan oldin o‘rganilgan materiallni quyidagi algoritmga 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 mulki 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 legallashgan bo‘lishi 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 oldin bo‘lishi kerak.

Patent berishni so‘ragan ariza o‘zbek yoki rus tillarida beriladi. Boshqa hujjatlari o‘zbek, rus va boshka 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 vakolot bergan shaxslar tomonidan izmolanadi. Agar vakolat berilgan shaxs tomonidan imzolangan bo‘lsa unga hujjat ham qo‘shiladi.

8.2. Ixtironing bayoni va ixtironi bajarishni ta'minlaydigan ma'lumotlar

Ixtironing bayoni, uning formulasi aniqlaydigan huquqiy qo'riqlanadigan hajmini tasdiqlab mohiyatini uni bajara olish uchun yetarli darajada to'liq ochishi kerak.

Ilgari noma'lum bo'lgan, moddiy dunyoning xossa va ko'rinishlarini bilish darajasiga mutloq o'zgarish kiritadigan mavjud qonuniylikning aniqlanishi kashfiyot deyiladi va bunga diplom beriladi.

Ixtironing bayoni uning nomidan boshlanib, so'ralayotgan ixtiro taalluqli bo'lgan xalqaro kvalifikatsiyalangan indeksning (XKI) ta'sirdagi redaksiyasi rubrikasining indeksi ko'rsatiladi va unga quyidagilar kiradi. Ixtiro taalluqli texnika sohasi, texnikaning pog'onasi (uzgovni), ixtironing mohiyati, ixtironi bajarish imkonini beradigan ma'lumotlar.

Ixtiro bayonining zarur ma'lumoti bor manba qismlariga yoki ularga butunlayiga 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 taalluqli bo'lib ularni yangicha qo'llashga yo'naltirilgan bo'lsa, uning analogi o'sha ma'lum narsalar bo'ladi.

Ixtironing mohiyati. Ixtironing mohiyati u ta'minlaydigan texnik yechimga erishishga yetarlicha bo'lgan muhim belgilari yig'indisida ifodalanadi.

Belgilari erishiladigan texnik natijaga ta'sir etadigan bo'lsagina muhimlari qatoriga kiradi, ya'ni ko'rsatilgan natija bilan sabab-oqibat aloqasida bo'lsa.

Ixtiro mohiyatini ochuvchi ma'lumotlar ixtironing mohiyati bo'limida yechilishga talab qilinayotgan ixtiro yo'nalgan masala batafsil ochiladi, uni amalga oshirganda olinishi mumkin bo'lgan texnik natija ko'rsatiladi. Shu jumladan prototipdan farqlaydigan belgilarini ajratgan holda ixtironi tavsiflaydigan hamma muhim belgilari keltiriladi. Ayni holda ularni ixtironing so'ralayotgan huquqiy qo'riqlash hajmi tarqalgan hamma hollarda yetarlicha bo'lgan va ixtironi xususiy holdagina tavsiflaydigan bajarishining konkrent shaklida yoki uni olishdagi sharoitda foydalanishini taminlaydigan sabablarga bo'lib keltiriladi.

Talab qilinayotgan ixtironing muhim belgilari bilan erishiladigan texnik natijalar orasidagi sabab – oqibat aloqasi mavjudligini ko'rsatish lozim.

Ixtironing mohiyatini ochishda muallifga ma'lum bo'lgan boshqa texnik natijalarni ham keltirish tavsiya etiladi. Texnik natija aylantirish momentini kamaytirish, ishqalanish koeffitsiyentini pasaytirish, tiqilib qolishni bartaraf qilish, silkinishni pasaytirish, shishga qarshi aktivligini oshirish, dorining tasirini lokalizatsiya qilishi, quyma defektini bartaraf qilish, ishchi qismning muhit bilan kontaktni yaxshilash kabilar ko'rinishida bo'lishlari mumkin.

Ma'lum qurilma va usulli ixtironi bayon etishda (uni yangicha qo'llash uchun) ma'lum obyektning uning ma'lum vazifasi va ochilgan xossalarini yangicha qo'llashga undaydigan tavsifi keltiriladi.

Figuralar ro'yxati bo'limida ularning o'zlaridan tashqari, ularning har birida nima ko'rsatilganligi qisqacha keltirish lozim.

Ixtironi bajarishni ta'minlaydigan ma'lumotlar. Umumiy holatlar. «Ixtironi bajarish mumkinligini tasdiqlovchi ma'lumotlar» bo'limida «Ixtironing mohiyati» bo'limida ko'rsatilgan texnik natijaning olinish imkoni ko'rsatiladi.

Mohiyati, xususiy funksional darajasida umumlashtirilgan umumiy tushunchalar bilan ifodalangan bajarilishi imkoni talabnomaning umumiy tushunchalarida keltirilgan belgini bajaradigan materiallari bayonida to'g'ridan-to'g'ri yoki buni olish uchun qo'llanilishi mumkin bo'lgan vosita yoki usulga ko'rsatilib takidlanadi.

Ixtironi tavsiflashda qiymatning oralig'i (intervali) ko'rinishida ifodalangan miqdoriy belgilardan foydalanilganda bu oraliqda texnik natijani olish imkoni ko'rsatiladi. Qiymatlar intervali huquqlarining maksimal 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, qurilmaga taalluqli ixtironi bajarish imkonini tasdiqlaydigan ma'lumotlar qurilmaning konstruksiyasini oluvchi statik holatidagi bayonni qamraydi.

Konstruktiv 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.

Usulli ixtironi bajarish imkonini tasdiqlovchi ma’lumotlar. Usulga taalluqli ixtironi bajarish imkonini takidlovchi ma’lumotlar moddiy obyekti qatoriga moddiy obyekt ustidan ta’sirning birin ketilganligiga (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 noma’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.

8.3. 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 rivojlangan bir ixtironi xarakterlaydi yoki xususiy tomonlarini ham qamraydi. Ushbu mulohaza gruppa 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‘lmaslik 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 prototipdan farqlaydigan muhim belgilarini qamraydi.

Cheklovchi qism farqlanuvchisidan shuning bilan farqlanadiki, «otlichayushiysya 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 obyekti 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 imzolanadi.

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 materialarining nomi keltiriladi, uning past burchagida mualliflar ismi shariflari kelitiriladi.

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 (intervaldan) bosh harfi eng kami 2,1 mm qilib bosiladi.

Grafik simvollar, lotincha nomlar, lotin va grek harflari, matematik va ximik 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 etilmaydi.

Ixtironing grafik materiallari chidamli silliq oq qog‘ozga qora o‘chirilmaydigan chiziqlar bilan ranglamasdan bajariladi. Hajmi uni 2/3 gacha kichraytirilganida ham yetarli aniqlikni ta’minlaydigan bo‘lishi kerak. Son va harflarni qavsga aylanaga olinmaydi va ularning balandligi 3,2 mm dan kam bo‘lmasligi kerak.

Chizma yozuvsiz bajariladi («suv», «par», «ochik», «yepik», «AV bo‘yicha kesma» kabilar bundan istisno). To‘g‘ri burchakli proyeksiyada chizilgani kerakli (ma’qul), aksonometriya ham berilishi mumkin. Chizmada o‘lchamlar ko‘rsatilmaydi. Chizmaning har bir elementi o‘zaro proporsional bajariladi. Bir vaqtda bir necha shakl joylashishi mumkin. Grafik qismi 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 boshkarmasiga 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 mutaxasislarning .

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;

– oynomalarda, institutlar ilmiy to‘plamlarida yoki maxsus ilmiy ishlar to‘plamlarida va shu kabilarda 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 borilayotgan yoki unga turdosh mavzular bo‘yicha bajarilgan ilmiy tadqiqot natijalarini odilona tanqidiy yig‘ilmasi;

– referat – ilmiy tadqiqot ishlar natijalari haqida keltirilgan qisqa ma’lumot;

– avtoreferat – dissertatsiyaning qisqartirilgan mazmuni;

– monografiya – kitob, broshyura ko‘rinishidagi ilmiy ishlar to‘plami bo‘lib, unda muayyan bir ilmiy masala yoki muammo yoritilib, uning yechimlari va yechilish usullari keltiriladi;

– dissertatsiya – mustaqil yoki ilmiy rahbar rahbarligida yoki maslahatchiligida bajariladigan ilmiy tadqiqot ishi bo‘lib unda u aktual ilmiy masala yoki muammoning yangi yechimlari hal qilinish usullari keltiriladi va ilmiy unvon olish uchun uni ilmiy jamoa oldida himoya qilinadi.

Ilmiy tadqiqot natijalari bo‘yicha ma’lumotlarning yuqorida keltirilganlardan boshqa ham ko‘pgina shakllari ham mavjud.

Ilmiy ma’lumotlarning keng ko‘lamda ommalashtirilish maqsadida turli doirada (ilmiy muassasa, respublika, xalqaro va boshqa) simfoziyumlardan keng foydalanilib kelinmoqda. Bugungi kunda ilmiy tadqiqotlar natijalari, ilmiy yangiliklar va boshqa turdagi ma’lumotlarni keng ommaga jahon hamjamiyatiga yetkazishda internet tizimidan foydalanish joriy qilingan.

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 dalillar ishonarli bo‘lishi;

– yangi holatlarni ifodalanishi aniq qisqa qaytarishlarsiz bo‘lishi;

– ishining umumiy natijalari hamda undagi yangiliklar aniq va bir-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 hamda xulosalardan holi bo‘lishi;

– ilmiy va amaliy xarakterdagi ishlanmalar takliflar asoslangan va real bo‘lishi kerak.

Referat mustaqil ilmiy hujjat sifatida uning titul (yuza) varag‘i bo‘ladi, qisqa kirishi, (analitik obzor) asosiy qismi, xotima, foydalanilgan materiallar ro‘yxati bo‘ladi. Zarurat bo‘lsa, referat, qo‘shimcha ma’lumotlar ilova qilinishi mumkin.

Referatning kirish qismida mavzuning dolzarbligi, yuzaga kelgan muammo qisqacha yoritiladi, muammoni, vazifani yechish borasidagi umumiy yondashuv yoritiladi.

Asosiy qismda (yoki analitik obzorda) tadqiqot olib borilayotgan mavzu doirasida va unga turdosh soha bo‘yicha bugungacha mavjud ilmiy yechimlar tadqiqot natijalari qisqacha tahlili keltiriladi.

Tahlil qilinayotgan material ma’lum bir xronologik ketma-ketlik prinsipi asosida ko‘rib chiqilishi tadqiqot olib borilayotgan mavzu va soha ilmining rivojlanishi xarakterini to‘la ochilishini ta’minlaydi.

Dastlabki manbalar tahlili quyidagicha bajarilishi zarur:

– birlamchi manba muallifi tamonidan ilgari surilgan ishchi gipotezani yutug‘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 uskunalari va ularning zamonaviyligi, tajribaning aniqligi baholanadi;

– manba muallifi tamonidan 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 tadqigi 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.

Ekspriment natijalari keltirilganda uning aniqligi va ishonchligi ham keltirilishi kerak.

Natijalar tahlili qismi nazariy va eksprimental 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 maqolami 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 jumlalarni 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 jumlalardan 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‘lchash yo‘li bilan o‘rganish degani. Bu bitta so‘z butun bir jumlani almashtiradi.

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 tavsiyalarning asosliligi.

Hisobotlarni rasmiylashtirish umumiy talablari va qoidalari «ilmiy tadqiqot ishlari to‘g‘risidagi hisobot» bo‘yicha Davlat standarti 7.32-91 da 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 ularga tushuntirish beriladi;

– asosiy qism;

– adabiyotlar ro‘yxati;

– ilova.

Referat o‘tkazilgan ITI asosiy mazmunini ifodalash kerak, unda 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 nimadan 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 tadrijiy 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 fotosuratlarni asl nusxasi qo‘shimcha qilinishi kerak. Nusxa va rangli rasmlar qo‘shilmaydi.

Barcha tasvirlar (fotografiya, tarxlar, chizmalar va b.) rasmlar deb ataladi. Rasmlar har bir qism ichida arab raqamlari bilan tadrijiy ravishda raqamlanadi. Rasm raqami bob tartib raqami va rasm tartib raqamidan iborat, bir-biri bilan nuqta yordamida ajratilgan bo‘lishi kerak. Masalan, «2.1-rasm» (ikkinchi bob, birinchi rasm).

Hisobot matnida rasmga havola qilinganda uning aniq tartib raqamini ko‘rsatish kerak, masalan, «2.1-rasm», «2.2-rasm». Ayni bir rasmga takror havolaga yo‘l qo‘yiladi. Bunda havola qisqartma so‘z «qarang» bilan beriladi, masalan, «qarang 2.1-rasm» yoki «7.2-rasmga qarang».

Rasmlar ularga matnda havola qilingandan so‘ng hisobot tekstida ketmaket joylashtiriladi. Rasmlarni shunday joylashtirish kerakki ularni hisobotni varaqlamay ko‘rish mumkin bo‘lsin. Agar rasmlarni bunday joylashtirish imkoni bo‘lmasa, ularni shunday joylashtirish lozimki, toki hisobotni soat strelkasi bo‘ylab aylantirish mumkin bo‘lsin. Hisobotda A4 qo‘goz formatidan katta bo‘lgan rasmlarni berish tavsiya etilmaydi.

Har bir rasm batafsil tavsifiy yozuvga ega bo‘lishi lozim. Ostyozuv rasm tartib raqami bilan bir qatorga qo‘shib joylashtiriladi. Rasmdagi yozuvlar hisobotdagi barcha rasmlar hajmi bo‘yicha bir xil shriftda 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 raqami xuddi rasmdagi kabi bo‘ladi. Sarlavha «jadval» so‘zidan yuqorida joylashadi. «Jadval» so‘zi va sarlavha yozma harflarda yoziladi. Jadval grafalari sarlavhasi katta harflarda yoziladi, sarlavhachalar esa kichik harflarda.

Hisobot matnida zarur hollarda formulalar joylashtiriladi. Formulalardan so‘ng simvollar, koeffitsiyentlar va boshqa eksplikatsiyalarga tushuntirish beriladi. Eksgashkatsiyalarda simvollar va raqamli koeffisiyentlar qiymati formula tagidan ular formulada qanday tartibda berilgan bo‘lsa xuddi shunday tartibda keltiriladi. Har bir simvol va raqamli koeffitsiyentni qiymati yangi qatordan berilgani ma’qul. Eksplikatsiyaning birinchi satri «bunda» so‘zi 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 tadrijiy 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;

– OO‘YU, ITI asarlari 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 u 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'yicha xulosadan iborat bo'lishi kerak. Agar muallif ma'lum ilmiy ishlarga havola 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, farqli tomonlarni belgilashni oladi.

Har bir nashrga ekspertiza dalolatnomasi tuziladi. Buni mazkur ish bajarilgan tashkilot tuzadi, ochiq matbuotda e'lon qilish imkoni va mazmuni tegishli xulosa beradi.

E'lon qilishga taqdim etilayotgan ilmiy materialga ayrim hollarda taqriz talab qilinadi. Taqriz ichki yoki tashqi bo'lishi mumkin. Ichki taqriz ish bajarilgan tashkilot mutaxassis tomonidan beriladi. Tashqi taqriz esa boshqa tashkilot mutaxassis tomonidan yoziladi.

Shuni ta'kidlash joizki, ishlab chiqarish bosqichida bo'lgan ilmiy tadqiqot ishlarining materiallari, agar tugallanmagan va muayyan aniq xulosalar yoki yakunga yetmagan bo'lsa e'lon etish uchun tavsiya qilinmaydi.

Shunday qilib, ilmiy materiallarni nashr qilish — ilmiy xodim, ilmiy muassasa yoxud korxona jamoasi bajargan ilmiy tadqiqot va tajriba konstruktorlik ishlari natijasiga mualliflik huquqini oshkora himoya qilish 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 sohalarida 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. Ekspluatatsiya ko'rsatkichlari va harajatlar, ishonchlilik va uzoq muddatlilik, tayyorlash va ekspluatatsiya 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, ekspluatatsiyaviy, iqtisodiy, ekologik, ergonomik, tibbiy-gigiyenik, yong'inga qarshi va boshqa xususiyatlari bo'yicha baho beriladi. Hujjatlar buyurtmachining va ITIni 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 qay darajadaligini tasvirlovchi turli mezonlar qo‘llanadi.

Fundamental nazariy tadqiqotlarni samaradorlikning miqdoriy ko‘rsatkichlari bilan baholash qiyin. Ular, odatda, ishlamalar boshlangandan so‘ng ancha keyin samara bera boshlaydi. Bundan tashqari, ular natijasidan iqtisodiyotning turli sohalarida foydalaniladi. Shuning uchun kutilayotgan samarani baholash qiyin. Bunday tadqiqotlar uchun, qoidaga ko‘ra, sifat 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 [32] bilan baholanadi, shulardan asosiysi – iqtisodiy samaradorlik. Bu joriy etishga bo‘lgan harajat, joriy etish ko‘lami, muddati 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 mezoni – 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 samaradorliga quyidagi mezonlar bo‘yicha baholanadi: mehnat samaradorligi, joriy etilgan mavzular miqdori, ilmiy mahsulotni tadbiq etishdan kelgan iqgisodiy 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‘ljal, kutilayotgan va haqiqiy iqtisodiy samaradorlik bir-biridan farqlanadi. Mo‘ljal iqtisodiy 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 etish uchun amalda ketgan harajatlar bo‘yicha olib boriladi.Bunda haqiqiy samara ko‘pincha kutilayotgandan kam bo‘ladi. U iqtisodiy samaradorlikning eng ishonchli mezoni hisoblanadi.

Kutilayotgan yoki haqiqiy iqtisodiy samaradorlik quyidagi tenglama bo‘yicha anaqlanadi

$$C = X_{qx2} - X_{qx1} \tag{10.1}$$

bunda: X_{qx1} va X_{qx2} - oldingi (tayanch variant)ga va yangi variant (ilmiy tadqiqotlar natijalari asosi)ga muvofiq qilingan xarajatlar quyidagicha hisblanadi:

$$X_{qx} = T + E_m K, \tag{10.2}$$

bunda: T − mahsulot birligi tannarxi, so‘m: k − IGM 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 [32] keltirilgan.

Shunday qilib, ishlab chiqarishga yakunlangan ilmiy tadqiqotlarni joriy eshish ITI ning yakuniy bosqichi hisoblanadi. Joriy etish jarayonini jadallashtirish uchun ilmiy-tadqiqot tashkilotlari loyihalovchilar bilan birlashib 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:

$$P_1(B) = P(\bar{A}_1\bar{A}_2\bar{A}_3) = P(\bar{A}_1)P(\bar{A}_2)P(\bar{A}_3) = 0,1 \cdot 0,2 \cdot 0,3 = 0,006.$$

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 $P_2(B)$ esa uchta ketma-ket ulangan elementlarni ishdan chiqishi sodir bo‘lmaganda, ya’ni $\bar{A}_1$, $\bar{A}_2$, $\bar{A}_3$ yuzaga keladi.

$$P_2(B)=P(\bar{A}_1\bar{A}_2\bar{A}_3)=P(\bar{A}_1)P(\bar{A}_2)P(\bar{A}_3)=(1-0,1)(1-0,2)(1-0,3)=0,504.$$

Uchta element ketma-ket ulangan zanjirda uzilish yuzaga kelish ehtimolligi $P_2(B)$ ni unga qarama-qarshi voqelik ehtimolligi $P_2(B)$ orqali quyidagicha topiladi:

$$P_2(B) = 1 - P_2(B) = 1 - 0{,}504 = 0{,}496.$$

3-misol. Elektr motorlarni ta'mirlash korxonasining yig'uv bo'limida turgan birinchi sexda ta'mirlangan 14 ta, ikkinchi sexda ta'mirlangan 6 ta dvigatel statorlaridan 2 tasi sinovdan o'tkazish uchun olib ketildi. Ularning birontasini birinchi sexda tayyorlanganligi ehtimolligini aniqlang.

Yechish. Statorlarni birinchi sexda tayyorlanganligini A_i voqelik deb belgilaymiz (i=1,2). A_1 va A_2 voqeliklar birgalikda sodir bo'lishini hisobga olib quyidagi formula bilan ifodalaymiz: $P(A_1+A_2)=P(A_1)+P(A_2)-P(A_1A_2)$. A_1+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 bo'lsa unda yig'uv sexida qolgan 19 ta ta'mirdan chiqqan statordan 13 tasi birinchi 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 $P(A_1)=P(A_2)=14/20$ 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 kuchlanishning nominaldan oshishi natijasida sodir bo'lishi mukin.

t 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 buzilishi ekanligini ehtimolligini aniqlang.

Kuzatilayotgan holat uchun quyidagi gipotezalarni 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:

$$P(H_2/A)=\frac{P(H_2)P(A/H_2)}{\sum\limits_{i=1}^{n}P(H_i)P(A/H_i)}=\frac{0{,}18\cdot 1}{0{,}72\cdot 0+0{,}08\cdot 1+0{,}18\cdot 1+0{,}02\cdot 1}=0{,}643\,.$$

5-misol. Funksiyani taqsimlanishi bo‘yicha taqsimlanish zichligini toping:

$$F(x)=\begin{cases}0, \text{ agar } x<0,\\ 1-e^{-ax}, \text{ agar } x\ge 0.\end{cases}$$

Yechish. Taqsimlanish zichligini quyidagi formula bo‘yicha topamiz:

$$f(x)=\begin{cases}0, \text{ agar } x<0,\\ (1-e^{-ax})'=e^{-ax}, \text{ agar } x\ge 0.\end{cases}$$

6-misol. Funksiyani taqsimlanish zichligi bo‘yicha taqsimlanish funksiyasini toping:

$$f(x)=\begin{cases}0, \text{ agar } x<0,\\ \frac{1}{2}\cos x, \text{ agar } -\frac{\pi}{2}\le x<\frac{\pi}{2}.\end{cases}$$

Yechish. Taqsimlanish funksiyasini quyidagi formula orqali topamiz.

$$F(x)=\begin{cases}0, \text{ agar } x<-\frac{\pi}{2}\\ \int\limits_{-\infty}^{x}f(x)dx=\int\limits_{-\frac{\pi}{2}}^{x}\frac{1}{2}\cos x dx=\frac{1}{2}(\sin x+1), \text{ agar } -\frac{\pi}{2}\le x<\frac{\pi}{2},\\ 1, \text{ agar } x\ge\frac{\pi}{2}.\end{cases}$$

7-misol. Podstansiyani havo razryadi chaqmog‘ining to‘g‘ridan to‘g‘ri zararlantirishidan himoyalanishni 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 podstansiyaga tushish ehtimolligi (A voqelik) 0,4 ga teng bo‘lganda razryadni podstansiyaga tushish soni (X) tasodifiy kattalik miqdor deb qarab uni son xarakteristikasini aniqlang.

Yechish. Uchta tajriba (uchta razryad hosil qilinganda) razryadni podstansiyaga to‘g‘ridan-to‘g‘ri tushish ehtimolligi, ya’ni A voqelikni sodir bo‘lishini quyidagi formula orqali topamiz:

$$P_{i3} = C_3^i p^i (1-p)^{3-i} = \frac{3!}{i!(3-i)!}(0,4)^i \cdot (0,6)^{3-i},\ i = 0,\ 1,\ 2,\ 3,$$

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

$$M(X) = \sum_{i=0}^{3} x_i p_i = 0 \cdot 0,216 + 1 \cdot 0,432 + 2 \cdot 0,288 + 3 \cdot 0,064 = 1,2,$$

$$D(X) = \sum_{i=1}^{3} \left[x_i - M(X)\right]^2 p_i = (0-1,2)^2 \cdot 0,216 + (1-1,2)^2 \cdot 0,432 +$$

$$+ (2-1,2)^2 \cdot 0,288 + (3-1,2)^2 \cdot 0,064 = 0,72,$$

$$\sigma_X = \sqrt{D(X)} = \sqrt{0,72} \approx 0,84.$$

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:

$$m \approx \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} = \frac{1}{10}(12 + 13 + 8 + 6 + 13 + 14 + 13 + 11 + 13 + 8) = \frac{115}{10} = 11,5.$$

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	3,67	7	13	1,9	3,67
3	8	-3,1	9,61	8	11	-0,1	0,01
4	6	-5,1	26,01	9	13	1,9	3,87
5	13	1,9	3,01	10	8	-3,1	9,61
				Σ	115	17,7	69,07

2. Dispersiyasini aniqlaymiz:

$$\delta_x^2 = \left(\delta_x^*\right)^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \overline{x}\right)^2 = \frac{69{,}07}{9} = 7{,}67 .$$

3. O‘rtacha kvadratik og‘ish:

$$\delta_x = \delta_x^* = \sqrt{\delta_x^*} = \sqrt{7{,}67} = 2{,}77 .$$

4. Saralab olingan o‘rtacha uchun o‘rtacha kvadratik og‘ishini topamiz:

$$\delta_{\overline{x}}^* = \frac{\delta_x^*}{\sqrt{n}} = \frac{2{,}77}{10} = 0{,}277 .$$

2-masala. 11.3-jadvalda keltirilgan 25 kun davomida soat 16 da tarmoqdagi quvvatni o‘lchash natijalari bo‘yicha o‘rtacha qiymat ($\overline{x}$), dispersiya (σ_X^2), bosh tanlamaning o‘rtacha kvadratik og‘ishi (σ_X) uchun tanlama baholari aniqlansin.

Yechish. 1) O‘rtacha qiymat ($\overline{x}$) ni o‘rtacha arifmetik qiymat (m) ga teng deb qabul qilib quyidagicha topamiz:

$$m \approx \overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} = \frac{250}{25} = 10 .$$

11.3-jadval

T/r	Kuzatuv natijalari x_i	$(x_i - \overline{x})$	$(x_i - \overline{x})^2$	T/r	Kuzatuv natijalari x_i	$(x_i - \overline{x})$	$(x_i - \overline{x})^2$
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.

$$\sigma_X^2 \approx \bar{D} = \left(\sigma_X^*\right)^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^2}{n-1} = \frac{152}{24} = 6,33.$$

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_{tanl}^*) toping va chastotalar gistogrammasini quring, (y_i,n_i) hamda tanlama o'rtacha baho ($\bar{y}$) va tanlama o'rtacha kvadratik og'ish (σ_Y^*) larni toping.

11.4-jadval

y bo'yicha baholar intervali, so'mda	O'rtacha baholar intervali y_i	Elektr motor quvvati x_i, кVt							Ta'mirlanishlar soni n_j	Ta'mirlanishlar narxi chastoralari zichligi ω_i
		Ta'mirlanishlar soni n_{ij}								
0-10	5	3	4	2	1				10	0,020
10-20	15	2	2	5	3	1			13	0,026
20-30	25		2	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'mirlashlar soni n_i		5	8	10	10	6	7	4	50	

Yechish. 1) 11.4-jadvalda keltirilgan ma'lum quvvatli (x_i) motorning ta'mirlanish soni (n_{ij}), korrelatsiya qatori jadval diagonali bo'yicha joylashganligi, 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 ($\overline{x}$ va $\overline{y}$) hisoblaymiz.

O‘rtacha tanlama qiymat ($\overline{x}$, $\overline{y}$) tanlama to‘plam belgisining arifmetik o‘rtacha qiymatiga aytiladi. Agar n hajmli tanlama belgisining barcha $x_1, x_2, x_3, ..., x_n$ qiymatlari turlicha bo‘lsa, $\overline{x}$ quyidagicha topiladi.

$$\overline{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + ... + x_n}{n}.$$

Agar n hajmli belgining $x_1, x_2, x_3, ..., x_n$ qiymatlari mos ravishda $n_1, n_2, n_3, ..., n_k$ chastotalarga ega bo‘lsa, $\overline{x}$ quyidagicha hisoblanadi:

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} n_i x_i}{n}.$$

Bizning misol uchun ushbu formuladan foydalanamiz.

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{7} n_i x_i}{n} = \frac{5 \cdot 0,6 + 8 \cdot 1,1 + 10 \cdot 2,2 + 10 \cdot 4,0 + 6 \cdot 7,5 + 7 \cdot 13 + 4 \cdot 22}{50} = 5,96,$$

$$\overline{y} = \frac{\sum_{i=1}^{5} n_i y_i}{n} = \frac{10 \cdot 5 + 13 \cdot 15 + 13 \cdot 25 + 11 \cdot 35 + 3 \cdot 45}{50} = 21,8$$

Yig‘indilarni topamiz:

$$\sum_{i=1}^{7} n_i \left(x_i - \overline{x}\right)^2 = \sum_{i=1}^{7} n_i x_i^2 - 50\overline{x}^2 = 5 \cdot 0,6^2 + 8 \cdot 1,1^2 + 10 \cdot 2,2^2 + 10 \cdot 4^2 +$$
$$+6 \cdot 7,5^2 + 7 \cdot 13^2 + 4 \cdot 22^2 - 50 \cdot 5,96^2 = 1900;$$

$$\sum_{i=1}^{5} n_i \left(y_i - \overline{y}\right)^2 = \sum_{i=1}^{5} n_i y_i^2 - 50\overline{y}^2 = 10 \cdot 5^2 + 13 \cdot 15^2 + 13 \cdot 25^2 +$$
$$+11 \cdot 35^2 + 3 \cdot 45^2 - 50 \cdot 21,8^2 = 7090;$$

$$\sum_{i=1}^{7} \sum_{i=1}^{5} n_{ij} \left(x_i - \overline{x}\right)\left(y_i - \overline{y}\right) = \sum_{i=1}^{7} \sum_{i=1}^{5} n_{ij} x_i y_i - 50\overline{x}\,\overline{y} = 3 \cdot 0,6 \cdot 5 + 4 \cdot 1,1 \cdot 5 +$$
$$+2 \cdot 2,2 \cdot 5 + 1 \cdot 4 \cdot 5 + 2 \cdot 0,6 \cdot 15 + 2 \cdot 1,1 \cdot 15 + 5 \cdot 2,2 \cdot 15 + ... +$$
$$+1 \cdot 22 \cdot 45 - 50 \cdot 5,96 \cdot 21,8 = 2415.$$

Tanlama to‘plam korrelatsiya koeffitsiyentini (r^*_{tanl}) topamiz:

$$r^*_{\text{tanl}} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{7}\sum\limits_{i=1}^{5} n_{ij}\,(x_i - x)(y_i - \overline{y})}{\sqrt{\sum\limits_{i=1}^{7} n_i\,(x_i - \overline{x})^2 \sum\limits_{i=1}^{5} n_i (y_i - \overline{y})^2}} = \frac{2415}{\sqrt{1900 \cdot 7090}} \approx 0,66 .$$

Tanlama regressiya koeffitsiyentni (k_{YX}) quyidagicha topiladi.

$$k_{YX} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{7}\sum\limits_{i=1}^{5} n_{ij}(x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y})}{\sum\limits_{i=1}^{7} n_i (x_i - \overline{x})^2} = \frac{2415}{1900} = 1,27 .$$

Regressiya tenglamasi o‘ng tomonidagi o‘zgarmas tashkil etuvchisi *b* ni topamiz:

$$b = \overline{y} - k_{YX}\overline{x} = 21,8 - 1,27 \cdot 5,96 = 14,23 .$$

Regressiya tenglamaga hisoblangan k_{YX} va *b* koeffitsiyentlarni qo‘yib, uni quyidagicha ifodalaymiz:

$$Y = 1,27\overline{x} - 14,23 .$$

x_i quvvatli har bir elektr motorni ta’mirlash o‘rtacha bahosini $\overline{y}_{xi}$ quyidagicha formulada hisoblaymiz:

$$\overline{y}_{xi} = \frac{\sum x_i y_i}{n_i};$$

$$\overline{y}_{0,6} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 15}{5} = 9;$$

$$\overline{y}_{1,1} = \frac{4 \cdot 5 + 2 \cdot 15 + 2 \cdot 25}{8} = 12,5;$$

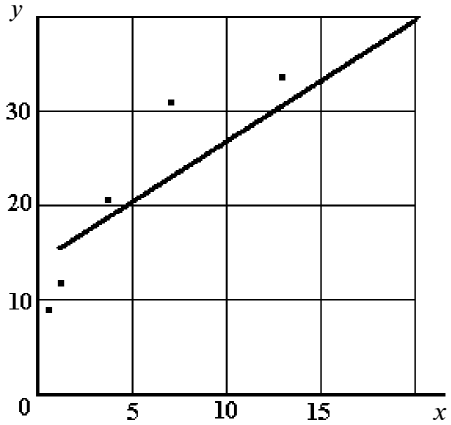
$$\overline{y}_{2,2} = \frac{2 \cdot 5 + 5 \cdot 15 + 2 \cdot 25 + 1 \cdot 35}{10} = 17;$$

$$\overline{y}_{4} = \frac{1 \cdot 5 + 3 \cdot 15 + 5 \cdot 25 + 1 \cdot 35}{10} = 20,5;$$

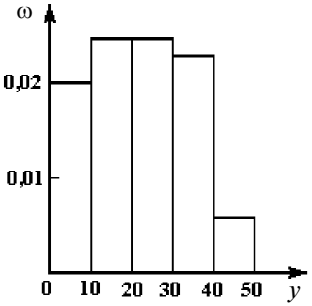
$$\overline{y}_{7,5} = \frac{1 \cdot 15 + 1 \cdot 25 + 3 \cdot 35 + 1 \cdot 45}{6} = 31,7;$$

$$\overline{y}_{13} = \frac{2 \cdot 25 + 4 \cdot 35 + 1 \cdot 45}{7} = 33,6;$$

$$\overline{y}_{22} = \frac{1 \cdot 25 + 2 \cdot 35 + 1 \cdot 45}{4} = 35 .$$



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 hisoblangan 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 bahosi 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 ni 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 narxlari intervallari va hisoblangan ω_j bo‘yicha chastotalar gistogrammasini quramiz (11.2-rasm).

Bosh tanlamaning o‘rtacha kvadratik og‘ishi (σ_Y^*) ni quyidagi formula bilan hisoblaymiz:

$$\sigma_Y^* = \sqrt{\frac{\sum\limits_{j=1}^{5} n_j \left(y_j - \bar{y}\right)^2}{50-1}} = \sqrt{\frac{7090}{49}} \approx 12 .$$

4-masala. 11.5-jadvalda keltirilgan 35/10 kV pasaytiruvchi podstansiyaning 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 $\tilde{D}$ 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:

$$\bar{D} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} \left(U_i - \bar{U}\right)^2}{n-1} = 0{,}122 \text{ kV}^2 .$$

Kuchlanishning o‘rtacha kvadratik og‘ishini quyidagicha topamiz:

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

$2F(t)=0,9$ bo‘lganda Laplas funksiyasi jadvaldan (2-ilova, 2.2-jadval) argumentni qiymati t_β ni qabul qilamiz ($t_\beta=1,645$). Klassik baholash aniqligi e_β ni topamiz:

$$\varepsilon_\beta = t_\beta \frac{\sigma^*}{\sqrt{n}} = 1,645 \cdot \frac{0,349}{4,9} = 0,117 \text{ kV} .$$

Ishonchli interval quyidagi chegaralarga ega:

$$\overline{U} \pm \varepsilon_\beta = 10,4 \pm 0,117 \text{ kV} .$$

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 $\xi_0 \pm \varepsilon$, 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-jadval

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 ekperiment 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.

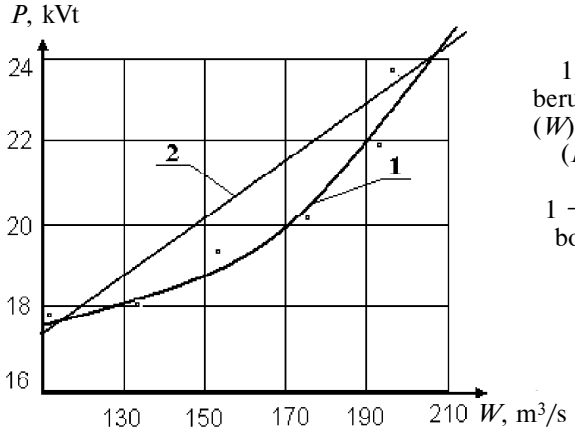
11.6-jadval

T.r.	i	W_i, m^3/s	P_i, kVt	W_iP_i, 10^{-3} kVt·m^3/s	W_i^2, 10^{-3} m^6/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 to‘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.

$$k\frac{\sum_{i=1}^{7} W_i \cdot P_i - \bar{P}\cdot\bar{W}\cdot n}{\sum_{i=1}^{7} W_i^2 - \bar{W}^2\cdot n} = 0{,}1196 \text{ kVt·soat/m}^3;$$

$$b = \bar{P} - k\bar{W} = 21{,}5 - 0{,}1196 \cdot 170 = 1{,}17 \text{ kVt}; \quad P = 0{,}1196W + 1{,}17 .$$

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 etiiladi. Bu yo'qotishlar meva 4–6 oy saqlanganda bo'ladi.

Mahsulotning yaxshi saqlanishiga ta'sir ko'rsatuvchi faktorlarni tanlaymiz. 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

11.7-jadval

Omillar nomi	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°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

ravishda modda almashinish jarayoni ketadi. Birlamchi ma’lumotlarni hozirgacha o‘tkazilgan tajriba va amaliy saqlanish darajalariga qarab olamiz.

Jarayonni optimallashtirish uchun saqlanish natijalarini olamiz (11.7-jadval) 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 xo‘jaligida olingan. Har bir natija 5 marta qayta o‘lchab olinib, 5% gacha xatolikda aniqlangan. Modelning koeffisiyentlarini quyidagi ifodadan foydalanib topamiz:

$$a_i = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{n} X_{ij}\overline{Y}_n$$

bu yerda: N – tajribalar soni; X_{ij} – faktorlar kodli qiymati; $\overline{Y}_n$ – tajriba yakunining 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 ta’sirlarini ko‘rsatadi.

Eng kuchli ta’sir qiluvchi omil harorat bo‘ladi. $a_3 = -6,4$ manfiy, chunki harorat ortganda mahsulot saqlanish darajasi pasayadi. Havoning nisbiy 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 ionlashtirish qurilmasi yoki saqlash usulini taklif qilish va mualliflik guvohnomasini 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 oltingugurt tutunida dudlanadi. Elektr maydonida yuqori kuchlanishli impuls bilan ishlov beriladi, yoki ularning kombinatsiyasi amalga oshiriladi.

2. Uzum elektrokalorifer 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/m^2.

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 qurilmaniig 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 impulsi 5–10 kV atrofida bo'ladi. Kuchlanish impuls generatordan 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 elektrokolorifer unumdorligi bilan belgilanadi.

Malsulotni 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.

11.8-jadval

Omil nomi	Belgilanishi		O‘lchov birligi	O‘zgarish og‘irligi	O‘rtacha qiymati	Qadami
	Haq.	Shartli				
Harorat	t, °C	X_1	°C	80–100	90	10
Kuchlanish	V	X_2	kV	5–10	7,5	2,5

Jarayonni quyidagi ifoda bilan model ko‘rinishida tasvirlaymiz:

$$y = a_o + a_1x_1 + a_2x_2 + a_{1,2}x_1x_2 .$$

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 − mevadan 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 podstansiyadan 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 podstansiyaning hisobiy yuklamasi va parrandachilik korxonasida elektr energiya iste’moli ko‘rsatkichlari orasidagi korrelatsion bog‘liqlik aniqlansin.

Yechish. 1) Ikkita 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:

$$\bar{S} = \frac{\sum_{i=1}^{12} S_i}{n} = \frac{40+70+100+120+150+220+230+260+320+340+370+420}{12} =$$

$$= \frac{2640}{12} = 220 \text{ kV·A}.$$

11.9-jadval

T.r.	S_i, kV·A	A_i, kV·A·s·10^3	$S_i - \overline{S}$, kV·A	$(S_i - \overline{S})^2 \cdot 10^{-2}$ $(\text{kV·A})^2$	$A_i - \overline{A}$, kV·A·s·10^3	$(A_i - \overline{A})^2 \cdot 10^{-2}$ $(\text{kV·A·s})^2 \cdot 10^6$	$(S_i - \overline{S})(A_i - \overline{A}) \cdot 10^{-2}$, $(\text{kV·A})^2 \cdot \text{s} \cdot 10^3$
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. qiymat	220	720					

11.9-jadvalning 4-, 5-, 6-, 7-, 8-ustunlarini jadvalning yuqori qismidagi formulalardan foydalanib to‘ldiramiz:

$S_1 - \overline{S} = 40 - 220 = -180$ (4-ustun birinchi qatoriga);

$(S_1 - \overline{S})^2 \cdot 10^{-2} = (-180)^2 \cdot 10^{-2} = 324$ (5-ustun birinchi qatoriga);

$A_1 - \overline{A} = 40 - 720 = -680$ (6-ustun birinchi qatoriga);

$(A_1 - \overline{A})^2 \cdot 10^{-2} = (-680)^2 \cdot 10^{-2} = 4624$ (7-ustun birinchi qatoriga);

$(S_i - \overline{S})(A_i - \overline{A}) \cdot 10^{-2} \cdot 10^3 = (40 - 220)(40 - 720) \cdot 10^{-2} \cdot 10^3 = 1224$ (8-ustun birinchi qatoriga).

Qolgan 2, 3...12-qatorlar yuqoridagi formulalar yordamida hisoblangan qiymatlar bilan to‘ldiriladi.

3) Tanlanma to‘plam korrelatsiya koeffitsiyentini topamiz:

$$r^* = \frac{\sum_{i=1}^{12} (S_i - \overline{S})(A_i - \overline{A})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{12} (S_i - \overline{S})^2 \sum_{i=1}^{12} (A_i - \overline{A})^2}} = \frac{6740}{\sqrt{1728 \cdot 32716}} = 0,897 .$$

Korrelatsiya koeffitsiyentining ushbu qiymati elektr energiya iste'moli bilan podstansiyaning hisobiy quvvati orasida bog'liqlik borligini ko'rsatadi.

4) Chiziqli regressiya tenglamaning parametrlarini topamiz:

$$k = \frac{\sum\limits_{i=1}^{12}\left(S_i-\bar{S}\right)\left(A_i-\bar{A}\right)}{\sum\limits_{i=1}^{12}\left(S_i-\bar{S}\right)^2} = \frac{6740}{1728} = 3,9;$$

$$b = 720 - 3,9 \cdot 220 = -138.$$

5) Topilgan parametrlar orqali chiziqli regressiya tenglamasini olamiz:

$$A = kS - b = 3,9S - 138.$$

Gipotezani tekshirish bo'yicha misollar

1-masala. O'zgarmas yuklamali ketma-ket elektr zanjirning turli nuqtalarida tok kuchi (I) uch xil priborda qayd etilgan: o'lchagich kleshida I_1, shitga o'rnatilgan priborda (ampermetrda) I_2 va laboratoriya priborida I_3. O'lchash 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'lchov usulida ham matematik kutilish (MK) bir-biriga mos keladi va ularni haqiqiy qiymatlari $MI_1=2I_2=MI_3=m$. Har bir o'lchash dispersiyasini DI_1=5, DI_2=2, DI_3=1 deb hisoblab, quyidagi formuladan foydalanib tanlamaning muallaq o'rtacha qiymatini (I_{mual}) topamiz:

$$\bar{x}_{\text{mual}} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n}\frac{x_i}{\sigma_i^2}}{\sum\limits_{i=1}^{n}\frac{1}{\sigma_i^2}}, \quad \bar{I}_{\text{mual}} = \frac{\sum\limits_{i=1}^{3}\frac{I_i}{DI_i}}{\sum\limits_{i=1}^{3}\frac{1}{D_i}} = \frac{\frac{2,5}{5}+\frac{4}{2}+\frac{3}{1}}{\frac{1}{5}+\frac{1}{2}+\frac{1}{1}} = 3,23.$$

2-masala. Ikkita o'lchov priborlarni o'lchash aniqliklarini topish uchun biron bir kattalik o'lchab ko'rilgan. O'nta o'lchov 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'lchov bo'yicha ikkita pribor uchun tuzatilgan dispersiya (σ_2^2) hisoblangan ($\sigma_1^2 = 0,52$). Qiymatdorlik darajasi α=0,05 ga teng bo'lganda ikkala priborning o'lchash aniqligini bir xil deb yoki ikkinchi pribor ko'proq aniqlikni ta'minlaydi, deb bo'ladimi?

Yechish. Berilgan qiymatdorlik darajasi α=0,05 konkurentlik qilayotgan gipoteza H_1: $D(X)>D(Y)$ bo'lganda nolinchi gipotezani H_0: $D(X)>D(Y)$ 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:

$$(0{,}05;\ 9;\ 14)=2{,}65=F_{kr}.$$

Kuzatiladigan qiymatni topamiz: $F_{kuz}=\frac{1}{\sigma_2^2}=\frac{1{,}11}{0{,}52}\approx 2{,}1.$

F_{kuz}=2,1 < F_{kr}=2,65 shartga ko‘ra nolinchi 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 ruxsat etilgan sochilishini (σ_0) 1,02 deb olinadi: σ_0=1,02. O‘rganilayotgan priborda 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 (σ^2=2,54) hisoblangan. Yuqoridagilarni hisobga olib ushbu priborni standart talabiga javob beradi, deb bo‘ladimi?

Yechish: Qiymatdorlik darajasi α ni 0,01 deb qabul qilib (σ=0,01) konkurent gipotezaga ($H_1 : M(\sigma^2) > \sigma_0^2$) qarshi nolinchi gipotezani $H_0 : M(\sigma_0^2) > \sigma^2$ tekshirib ko‘ramiz.

O‘ng tomonlama kritik soha quramiz. Qiymatdorlik darajasi va ozodlik darajasi soni $k=n-1=10$ uchun 2-ilova 2.6-jadvaldan kritik nuqtani (x^2_{kuz}) qabul qilamiz: x^2_{kuz} (0,01; 10)=23,2. Kriteriyani kuzatilayotgan qiymatini kuzatilayotgan kritik nuqtani (x^2_{kuz}) hisoblaymiz:

$$x^2_{kuz}=\frac{(n-1)\sigma^2}{\sigma_0^2}=\frac{10\cdot 2{,}54}{1{,}02}=24{,}9 > x^2_{kr}=23{,}2\,.$$

Yuqoridagi shartni bajarilishi nolinchi gipotezan rad etadi, ya’ni tuzatilgan va gipotntik dispersiyalar orasidagi farq ancha katta va bu farq tasodifiy hodisa yoki faktorlardan deb hisoblab bo‘lmaydi. Binobarin sinalyotgan pribor standart talabiga javob bermaydi.

4-masala. 502 kun davomida o‘rmonchilik mahsulotlarini qayta ishlash korxonasidagi yog‘och arralash qurlmaning elektr motorlarining ortiqcha yuklamani yuzaga kelishi tufayli elektr tarmoqdan avtomatik uzib qo‘yilish soni 11.10-jadvaldaning 1-,2-ustunlarida keltirilgan.

Jadvalning 1-ustunida m_i − *i* marotaba uzilish sodir bo‘lgan kunlar soni, 2-ustunda p_i − uzilish sodir bo‘lishi nazorat ehtimolligi. $p_i = p_i^* = \frac{m_i}{n}$; bu yerda n − tanlama hajmi ($\sum m_i = 5{,}02$).

Pirsonning muvofiqlik kriteriyasidan (x^2) foydalanib, kuzatuvlar natijalarini Puasson taqsimot qonuniga mosligi to‘g‘risidagi gipotezani, qiymatdorlik darajasi (α) 0,05 ga teng deb qabul qilib tekshiring.

11.10-jadval

	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 λ ning bahosi $\overline{\lambda}$ ni quyidagi formuladan hisoblab topamiz:

$$\overline{\lambda} = \frac{\sum_{i=0}^{6} im_i}{n} = \frac{750}{502} = 1,47; \quad \left(n = \sum_{i=0}^{6} m_i = 502 \right).$$

Bir kunda iste'molchini (elektr motorni) elektr tarmog'idan *i*-marotaba uzilib qolishi sodir bo'lganda Puasson taqsimlanish qonuni bilan ifodalanishini adolatli hisoblab $p_i = P\left(i, \overline{\lambda}\right)$, deb belgilab nazariy ehtimollikni ( ) topamiz. (2-ilova, 2.3-jadval).

Ushbu ehtimolliklarni topish uchun λ=1 va λ=2 orasida λ bo'yicha interpolyatsiyalaymiz 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^2_{kuz}) topamiz:

$$x^2_{\text{kuz}} = \sum_{i=0}^{6} \frac{(m_i - np_i)^2}{np_i} = 9,57 .$$

Ozodlik darajasi sonini topamiz: $r = k - 2$; bu yerda k – tanlamada qatorlar soni k=7; demak $r = 7 - 2 = 5$.

$p(x^2 > x^2_{\text{kr}}(\alpha, r)) = \alpha$ formula bo'yicha qiymatdorlik darajasi α=0,05 ga to'g'ri keluvchi kritik sohasini quramiz. 2-ilovaning 6-jadvalidan kriteriyani kritik qiymatini $x^2_{\text{kr}}(0,05;5) = 11,1$ qabul qilamiz.

$x^2_{\text{kuz}} = 9,57 < x_{\text{kr}} = 11,1$ tengsizlik kuzatuvlar natijasi Puasson taqsimlanishiga to'g'ri kelishi to'g'risidagi gipotezani inkor qiluvchi asos yo'qligini ko'rsatadi (Puasson qonuni taqsimlanishidan chetlashish juda kichkina).

Axborot nazariyasiga oid masalalar

1-masala. Ikkita priborlardan tashkil topgan va ikkalasini ishlash ehtimolligi P_1=0,7 bo‘lganda sistemani entropiyasini aniqlang. Birinchi va ikkinchi priborni ishdan chiqishi bo‘yicha taxmin gipoteza teng ehtimollikka ega ikkala priborni bir vaqtda ishlamay qolish (ishdan chiqish) ehtimolligi 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 hisobga olib, x_3 ni quyidagicha topamiz: $p_3 = 1 - p_1 - p_2 = 1 - 0,7 - 0,05 = 0,25$.

2-ilova, 2.7-jadvaldan foydalanib sistemaning entropiyasini aniqlaymiz:

$$H(X) = -\sum_{i=1}^{3} p_i \log p_i = 0,360 + 0,216 + 0,500 = 1,076 \text{ bit.}$$

Demak, ushbu sistemani entropiyasi teng ehtimollikka ega ikkita holat sistema entropiyasiga yaqin ekan.

2-masala. Chorvachilik binosi ichida harorat ikkita bir-biri bilan bog‘liq bo‘lmagan sistema ta’siriga bog‘liq. Issiq havo berish sistema X (birinchi sistema) 3 xil holatda mavjud bo‘lishi mumkin: sistema ishchi holatda $p(x_1) = 0,7$; avtomatika qurilmasi nosoz holatda $p(x_2) = 0,2$; qizitish uskunasi nosoz holatda $p(x_3) = 0,1$.

Shamollatish sistemasi Y (ikkinchi sistema) ikkita holatda bo‘lishi mumkin: sistema ishchi (soz) holatda $p(y_1) = 0,85$; sistema nosoz holatda $p(y_2) = 0,15$. holati ma’lum bo‘lmagan X va Y sistemalardan tashkil topgan murakkab sistema entropiyasini toping.

Yechish. 2-ilova, 2.2-jadvaldan foydalanib X sistema holatini aniqlaymiz

$$H(X) = -\sum_{i=1}^{3} p_i \log p_i = 1,156 \text{ bit.}$$

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 topamiz:

$$H(X,Y) = 1,156 + 0,610 = 1,766 \text{ bit.}$$

Sistemaning ushbu entropiyasi uchta va to‘rtta teng ehtimolli holatdagi sistemalar entropiya oralig‘ida joylashgan.

Ishonchlilik nazariyasiga oid masalalar

1-masala. Zavodda ishlab chiqarilgan N_0=1000 dona avtomatik uzgichni sinovdan o‘tkazish kerak. Sinov vaqtida quyidagilar qayd etildi: t=3000 soat davomida 1000 ta avtomatik uzgichdan 80 tasi ishdan chiqdi, $\Delta t = 3500 - 3000 = 500$ soat vaqt oralig‘ida yana Δn=100 ta avtomatik uzgich 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 ishdan chiqish intensivligini quyidagi formula bilan hisoblaymiz:

$$\lambda = \frac{\Delta n}{N_{\text{o‘rt}} \cdot \Delta t},$$

bu yerda: $N_{\text{o‘rt}}$ − Δt 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 λ=0,0002 $(\text{soat})^{-1}$, qayta tiklanish o‘rtacha vaqti $T_{\text{q.t.o‘r}}$=200 soat, qayta ishlashga tayyorlik koeffitsiyenti ($T_{\text{q.i.t}}$)ni toping.

Yechish. 1) Dizel stansiyaning buzilishidan oldin buzilmasdan ishlab berish o‘rtacha vaqti:

$$T_{\text{b.i.b}} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0{,}0002} = 5000 \text{ soat.}$$

2) Stansiyaning qayta ishlashga tayyorlik koeffitsiyentini topamiz:

$$T_{\text{q.i.t.}} = \frac{T_{\text{b.i.b}}}{T_{\text{b.i.b}} + T_{\text{q.t.o‘r}}} = \frac{5000}{5000+200} = 0{,}962.$$

3-masala. 35 kV kuchlanish manbayiga ketma-ket ulangan nominal kuchlanishi 6 kV 6 ta kondensatorlardan tashkil topgan batareyaning ishonchliligini aniqlang. Kondensatorlarning intensivligi λ=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 $\lambda_{e.s}$=0,024 ga teng, eruvchan saqlagich ulangan ushbu kompleksni (majmuani) ishdan chiqish (buzilish) intensivligi λ_{maj} quyidagicha aniqlanadi.

$$\lambda_{maj} = \lambda_b + \lambda_{e.s} = 0,06 + 0,024 = 0,084 .$$

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 troansformatorlardan 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 – λ_{aj}=0,015; transformator – λ_{tr}=0,002; havo liniyasi – $\lambda_{h.l}$=0,002; eruvchan saqlagich – $\lambda_{e.s}$=0,002.

2. Yuqoridagi ketma-ket elementlardan tashkil topgan tizim (sistema)ning ishdan chiqish intensivligini topamiz:

$$\lambda_s = \lambda_{m.o'} + \lambda_{aj} + \lambda_{tr} + \lambda_{h.l} + \lambda_{e.s} = 0,002 + 0,015 + 0,02 + 0,26 + 0,01 = 0,307.$$

3. Sistemaning 1 yil davomida buzilmasdan (ishdan chiqmasdan) ishlashi ehtimolligini ($P(1,0)$) topamiz: $P(1,0) = e^{-\lambda_s t} = e^{-0,307 \cdot 1,0} = 0,75$.

4. Sistemaning bir oy mobaynida buzilmasdan ishlash ehtimolligini hisoblaymiz:

$$P\left(\frac{1}{12}\right) = e^{-\lambda_s t} = e^{-0,307\cdot\frac{1}{12}} = 0,779 .$$

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:

$$\mathrm{P}(1,0) = e^{-\lambda} = e^{-0,05} = 0,951 .$$

2. Ikkala transformatorning 1 yil davomida ishdan chiqish (ishlamay qolish) ehtimolligini topamiz:

$$Q(1,0) = q^2(1,0) = (1-\lambda)^2 = (1-0,951)^2 = 0,0024 .$$

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 bitta transformatorli tizim ishonchliligiga nisbatan 0,046 ga oshdi:

$$(0,046 = 0,9976 - 0,951) .$$

4. Ikkita parallel ulangan transformatordan tashkil topgan guruhning buzilishgacha ishlab qo‘ygan o‘rtacha vaqti $T_{(\text{o‘r})1,2}$ ni topamiz:

$$T_{(\text{o‘r})1,2} = \frac{3}{2\lambda} = \frac{3}{2\cdot 0,05} = 30 \ \text{yil.}$$

5. Har bir transformatorning buzilishigacha ishlab qo‘ygan o‘rtacha vaqti

$$T_{\text{o‘r}1} = T_{\text{o‘r}2} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0,05} = 20 \ \text{yil.}$$

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 ($K_{\text{i.t}}$)ni toping.

Yechish. Texnik obyektni ishga tushishga tayyorlik koeffiyentini topamiz:

$$K_{\text{i.t}} = P_1 q_1 S_1 + P_2 q_2 S_2 = 0,7 \cdot 0,8 + 0,8(1-0,8) \cdot 0,7 + 0,9(1-0,9) \cdot 0,3 =$$
$$= 0,72 + 0,056 + 0,054 = 0,83$$

Agarda ushbu liniyalarning ishonchliligi 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 podstansiyasidan energiya bilan ta’minlanishi kerak. Zaxira elektr ta’minoti uchun podstansiyaning ishonchliligiga teng ishonchlikdagi, ya’ni $P_n(1000)$=0,95 ishonchlilikdagi dizel elektr stansiyasi o‘rnatilgan. Ushbu dizel stansiya asosiy podstansiyada 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 $P_{\text{s}}(t) = e^{-\lambda_0 t}\left(1 + \lambda_0 t\right)$ formuladan foydalanamiz.

Bu yerda $\lambda_0 t = 1 - e^{-\lambda_0 t} = 0,05$.

$$P_{\text{s}}(t) = 0,95(1 + 0,05) = 0,9975 .$$

2. Sistemada birinchi ishdan chiqish sodir bo‘lguncha o‘rtacha ishlash davomiyligini quyidagi formuladan topamiz:

$$T_{\text{s}} = T_0\left(m + 1\right) = 2T_0 .$$

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

$$T_{\text{s}} = 2T_0 = 40000 \text{ soat} .$$

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 manbayi 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 ($P_{o'r}'$) topamiz:

$$P_t'(t) = e^{-\lambda_0 t}\left(1 + \lambda_0 t\right) = e^{-0,1\cdot 1}\left(1 + 0,1\cdot 1\right) = 0,9955 ,$$

$$T_{o'r}' = T_0\left(m+1\right) = \frac{1}{\lambda}\left(m+1\right) = 20 \text{ yil.}$$

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:

$$\lambda = \frac{1}{m_t} = \frac{1}{\frac{t}{j}} = \frac{1}{\frac{7}{4}} = \frac{4}{7} = 0,57 .$$

2. Sakkizinchi soat davomida yana bitta talabnoma tushish ehtimolligini quyidagi birinchi tartibli Erlang qonuni tenglamasi bo'yicha topamiz:

$$f_j(t) = \frac{\lambda(\lambda t)^j}{j!}\cdot e^{-\lambda t} = 0,57\left(0,57\cdot 7\right)^4 \cdot e^{0,54\cdot 7} = 0,12 .$$

2-masala. Agroenergoservis korxonasiga tushayotgan talabnomalarni kuzatish natijasida korxonaga tushayotgan talabnomalar oqimi talabnomalar oralig'i vaqti intervali matematik kutilishi m_t = 4min va dispersiyasi D_t=3,2 min^2 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:

$$\lambda = \frac{1}{m_t} = \frac{1}{4} = 0,2; \quad j+1 = \frac{1}{D_i \cdot \lambda^2} = \frac{1}{3,2 \cdot 0,063} = 4,9 .$$

Binobarin normallashtirilgan Erlang oqimi tartibi $j = 4$, ya'ni talabnomalar haqiqiy oqimi to'rtinchi tartibli Erlang oqimi bilan almashtirsa bo'ladi.

To'rtinchi tartibli Erlang oqimi zichligini quyidagicha ifodalaymiz:

$$f_4(t) = \frac{(\lambda t)^j}{j!} \cdot e^{-\lambda t} = \frac{(0,25t)^4}{4!} \cdot e^{-0,25t} = 0,21 \ (t > 0) .$$

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=3 (uchta texnologik liniya);

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 λ=2;

yuklama intensivligi $\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{2}{24} = \frac{1}{12}$.

2. Nosozlik yo'qligi ehtimolligini ($P_{n.y}$) topamiz:

$$p_{n.y} = \left[1 + n\rho + n(n-1)\rho^2 + n(n-1)(n-2)\rho^3 + ... + 1\rho^n\right]^{-1} =$$

$$= \frac{1}{1+3\cdot\frac{1}{12}+3(3-1)\left(\frac{1}{12}\right)^2+3\cdot(3-1)(3-2)\left(\frac{1}{12}\right)^3} \approx 0,77.$$

x_1, x_2, x_3 holatlar ehtimolligi p_1, p_2, p_3 larni topamiz:

$$p_1 = n \cdot \rho \cdot p_{n.y} = 3 \cdot \frac{1}{12} \cdot 0,77 = 0,192,$$

$$p_2 = n(n-1)\cdot\rho^2\cdot p_{\text{n.y}} = 3\cdot(3-1)\left(\frac{1}{12}\right)^2\cdot 0,77 = 0,030,$$

$$p_3 = n(n-1)(n-2)\cdot\rho^3\cdot p_{\text{n.y}} = 3(3-1)(3-2)\left(\frac{1}{12}\right)^3\cdot 0,77 = 0,0026.$$

3. Operatorni bandlik ehtimolini topamiz:

$$P_{\text{o.b}} = 1 - p_{\text{n.y}} = 1 - 0,77 = 0,23.$$

4. Operatorni smena davomida tuzatib ulguradigan nosozliklar sonini topamiz:

$$A = \left(1 - p_{\text{n.y}}\right)\mu = (1 - 0,77)\cdot 24 = 5,5.$$

Optimal boshqaruv nazariyasiga oid misollar

1-masala. 11.3-rasmda keltirilgan qishloq podstansiyasini 10 kV shinasi 30 km masofada joylashgan rayon podstansiyasining 35 kV shinasidan AS-50 markali sim orqali energiya bilan ta'minlanadi. Ushbu elektr uzatish liniyasini 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);

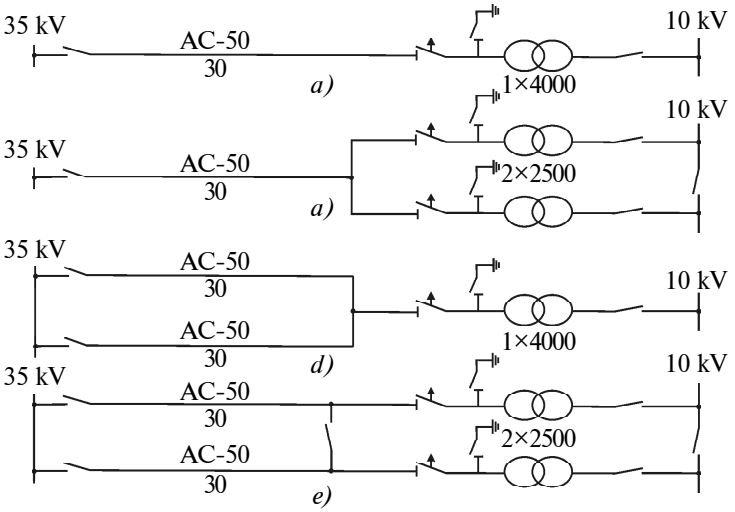
e) energiya yetkazib beruvchi ikkita liniya va ikkita tarnsformator (11.5-*e* rasm).

Elektr ta'minoti sxemasi elementlari ishonchliligi ko'rsatkichi λ 11.11-jadvalda keltirilgan. 11.3-rasmda 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:

$$q = \sum_{i=1}^{n}\frac{\lambda_i\tau_{\text{av}.i}}{8760} + \frac{\tau_{\text{pl}.i}}{8760},$$

bu yerda: λ_i – sxema elementlari ishonchliligi ko'rsatkichlaridan biri ishdan chiqish chastotasi (chastota yetkazuv) 11.11-jadvalda keltirilgan; – $\tau_{\text{av}.i}$ – sxema elementlari nosozligini avariyadan keyin tuzatishga ketgan vaqti; $\tau_{\text{pl}.i}$ – sxema elementlarini ta'mirlash va sinash maqsadida planli o'chirilish vaqti davomiyligi.



11.5-rasm. 35 kV rayon podstansiyadan 10 kV qishloq podstansiyasiga energiya uzatish liniyasining elektr sxemasi variantlari.

11.11-jadval

Ishonchlilik ko‘rsat-kichlari	Sxema elementlari nomlari						
	Moyli uzgich 35 kV	35 kV Havo liniyasi sim AC-50	Ajrat-kich	Qisqa tutashtar-gich	Transfor-mator 35/10 kV	Moyli uzgich 10 kV	Shina 10 kV
λ_i, 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_{plan} (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 $\frac{\lambda_i \tau_{av.i}}{8760}$ nisbatning kvadrati bilan hisoblanadi.

λ_i, $\tau_{av.i}$, $\tau_{pl.i}$ larning 11.11-jadvalda keltirilgan qiymatlarini formulaga qo‘yib, sxemaning har bir varianti uchun uning nosozliklar (ishdan chiqish, buzilish) ehtimoli q_i ni topamiz:

a-sxema uchun:

$$q_a = \frac{\lambda_{m.u(35)}\tau_{av.m.u(35)} + \lambda_{h.l}\tau_{av.h.l} + \lambda_{aj}\tau_{av.aj} + \lambda_{q.t}\tau_{av.q.t} + \lambda_{tr}\tau_{av.tr} +}{8760} +$$

$$+\frac{\lambda_{m.u(10)}\tau_{m.u(10)} + \lambda_{shin}\tau_{av.shin} + \tau_{pl.m.u} + \tau_{h.l} + \tau_{aj} + \tau_{q.t} + \tau_{tr} + \tau_{m.u(10)} + \tau_{shin}}{8760} =$$

$$= \frac{0{,}02\cdot 10 + 0{,}9\cdot 8 + 0{,}03\cdot 15 + 0{,}03\cdot 15 + {,}001\cdot 90 + 0{,}005\cdot 10 + 0{,}03\cdot 4}{8760} +$$

$$+\frac{10+90+10+10+20+18+4}{8760} = 18{,}8\cdot 10^{-3};$$

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.

2003-yil uchun $A_0 = 100$; 2005-yil uchun $A_2 = A_0 + 2m + 4n = 120$; 2008-yil uchun $A_5 = A_0 + 5m + 25n = 157{,}5$.

Ushbu tenglamalarni yechib A_t ni topamiz: $A_t = 100 + 9t + 0{,}5t^2$.

Topilgan tenglamani keyingi 5 yilga ekstropolyatsiyalab, ya'ni unga $t = 10$ ni qo'yib, 2013-yilda kutilayotgan energiya iste'molini topamiz:

$$A_{10} = 100 + 9 \cdot 10 + 0{,}5 \cdot 102 = 240 \text{ mln. kVt} \cdot \text{s}.$$

Birinchi besh yilda energiya iste'moli oshishi (157,5— 100) : 5 = 11,5 mln. kVt · s ni, ya'ni oldingi besh yillikdagi energiyaning 11,5% ga to'g'ri keladi. Keyingi besh yillikdagi o'sishning absolut qiymati 16,5 mln. kVt · s gacha ortadi va oldingi besh yillikdagi energiya iste'moli 10,5% ini tashkil etadi. Olingan ko'rsatkichlar bitta xonadon va 1 gektar yer maydonni energiya bilan ta'minlash bo'yicha tekshirib ko'rilishi kerak.

Ixtiro va patent olishga oid misollar

1-masala. Meva mahsulotlarini saqlash usuli. Usulga mualliflik talabnomasi berish uchun patent izlanish olib borishingiz kerak. Respublikamizda va xalqaro ilmiy nashrlarda chiqarilgan mualliflik guvohnomalari va patentlarini o'rganib chiqamiz va ma'lumotnoma tayyorlaymiz. Eng yaqnn patent ma'lumotlarni olamiz. Shu uslubni hech qayerda qayd qilinmaganligiga ishonch hosil qilib, keyin mualliflikka talabnoma beriladi. Talabnomaga shu uslubda bajarilgan tajriba yakunlarini dalolatnoma qilib, hujjatlashtirib ilova beriladi. Quyidagi hujjatlar beriladi:

1. Mualliflik hujjati berishga talabnoma, ariza.
2. Yangi uslubning tasnifi va uslubning formulasi.
3. Grafik ma'lumotlar, sxemalar, qurilma sinov natijalari, aktlar.
4. Qisqacha referat, foydalanish yo'nalishlari va qo'llanishi imkoniyatlarini ko'rsatadigan hujjatlar.
5. Xulosa. Mavjud uslublardan farqi, yangiligi haqida ma'lumot, kutilayotgan iqtisodiy samara.
6. Ekspertiza qiligan uslub yoki texnik uskuna yangi deb topilsa, unga mualliflik guvohnomasi beriladi.

Talabnoma	Obyekt-uslub
	IHDP9800104.1.PDF
	МКИСА23В7102F

Meva mahsulotini (olma) saqlash uslubi. Patent qishloq xo'jalik mahsulotini saqlashga (olma) kiritilsa bo'ladi, bu yerda haroratni 0°C gacha pasaytirish ko'zda tutilgan.

Mevani podval, yarim podvallarda saqlash usuli mavjud. Lekin u yerda harorat +5 °C atrofida bo'ladi va bu harorat ham o'zgarib turadi. Natijada olma tez eskiradi. Chirib yaroqsiz holga keladi. Uning saqlanish muddatini oshirish uchun haroratni 0 °C gacha pasaytirish va shu darajada ushlab turish tavsiya qilinadi.

Patent maqsadi meva mahsulotlarini saqlanish muddatini uzay-tirib, uning sifatini oshirishdir.

Maqsadga erishish uchun havo harorati pasaytirilib (0°C gacha) havo ionlashtiriladi va bir xil ushlab turish tavsiya qilinadi. Buning uchun sanoat miqyosida ishlab chiqarilayotgan XMF-16 (−32 °C) sovitish mashinalaridan foydalanilsa bo‘ladi. Natijada:

Harorat $I = 0$ °C.

Namlik $W = -90\%$

Ionlar soni $p = 10^6$ ion/sm^3 miqdorida ushlab turishi mumkin.

Yoritish lampalari faqat mahsulotni ko‘zdan kechirish uchun ishlatiladi. Eshiklar zich yopib quyiladi. Atmosfera parametrlari datchiklardan foydalanib nazorat qilinadi.

2-masala. Mevani quritish jarayonini o‘rganib, unga qo‘shimcha yuqori kuchlanish bilan ishlov berilganda tezroq qurishi kuzatildi. Shuning uchun mevani, jumladan uzumni quritish usulini taklif qilamiz:

Meva mahsulotlarini quritish usuli uchun patent

Obyekt-uslub
IHDP 554428-DF
МКИGA 28B

Patent maqsadi mevani quritish jarayonini tezlashtirish, mevada ko‘proq ozuqa moddalarini saqlagan holda uning sifatini oshirish. Patent qishloq xo‘jalik mahsulotlarini quritish va saqlash bo‘limiga kiritilishi mumkin. Meva mahsulotini quyoshda, soyada yuqori chastotali, infraqizil va elektrokaloriferli quritish usullari mavjud. Bu usullar ko‘p vaqt va joy talab qiladi yoki mahsulot tannarxi yuqori bo‘ladi. Kam harajat bilan ko‘p va sifatli quritish uchun elektrokaloriferli quritish uslubida mevani quritishdan oldii yuqori kuchlanish impulslari bilan ishlov berilsa u tezroq namlik yo‘qotadi, tezroq quriydi. Shu bilan birga ozuqa moddalarini o‘zida ushlab qoladi. Bu usul boshqa quritish usullarida ham qo‘llanilishi mumkin. Bu holda meva (uzum) bandi bilan yuqori kuchlanish kamerasi orqali quritish kamerasiga o‘tadi. Uzum donalari 0,01—0,1 sek vaqt ichida 10—15 kV kuchlanish impulsi ostida bo‘ladi va uning tashqi qobig‘i teshiladi. Uzum donalari yuzasida mayda teshikchalar paydo bo‘ladi yana uzumning bog‘langan suv molekulalarining bog‘lanishlari buziladi, suv bog‘lanmagan holatga o‘tadi. Issiq havo oqimi ta’sirida meva tez namligini yuqotadi u sutkalab emas bir necha soatda qurib, mayiz holatiga o‘tadi.

Quritish kamerasi harorati: $t_{opt} = 90$ °C.

Kuchlanish amplitudasi: $U_{opt} = 12$ kV.

Ishlov berish vaqti: $t = 0{,}05$ sek.

Bir tekis ishlov berish va quritish uchun uzum so‘rilarda bir tekis joylashtirilishi kerak.

ILOVALAR

1-ilova. Fan va texnika sohasida faoliyat yuritishda ko‘p uchraydigan terminlar qisqacha izohli lug‘ati

Abstraksiya – 1) narsalar va ular o‘rtasidagi munosabatlarning bir qator xossalarini fikran ajratish; 2) uning mohiyatini ochib beruvchi xossalarni ajratish maqsadida ko‘rib chiqilayotgan hodisaning jiddiy bo‘lmagan 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 jarayonlar rivojlanish qonuniyatlarini bilish mumkin emas deb hisoblaydi.

Adekvat – teng, ayniylik, 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 sof haqiqat.

Aktual – dolzarb, hozirgi vaqt uchun ahamiyatli.

Algoritm – 1) qat’iy belgilangan qoida bo‘yicha tadbiq etiladigan operatsiyalar tizimi, u tadrijiy ravishda bajarilgandan so‘ng qo‘yilgan masalani yechimga olib keladi; 2) boshlang‘ich berilganlarni izlanayotgan natijaga keltiruvchi mohiyatni belgilovchi va operatsiyalar ketma-ketligining ifodasi.

Alternativa – muqobillik; bir-birini inkor etuvchi ikki imkoniyatdan birini tanlash zarurati.

Analiz – tahlil: 1) yaxlitni tarkibiy qismlarga fikran yoki fizik ajratishdan 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 mujassama (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, ishonchliligini 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 xususiyga 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 – xususiy 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 umumiyligi 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 – sinf: umumiy belgilarga ega bo'lgan narsalar va hodisalarning majmuyi, darajasi, guruhi.

Klassifikator – biror obyektning muntazam ro‘yxati, bu ularning har biriga o‘z o‘rni va muayyan belgisini topishga imkon beradi.

Klassifikatsiyalash (классифицирование) – 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.

Konstruksiya – 1) qandaydir narsa, mashina, pribor, inshoot va h.k.larning 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 majmuni.

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 ishni 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.

Protsess – 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, bosqichining 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, birgaliqda 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 rivoji takomillashadigan yo‘nalish.

Teoriya – nazariya: 1) tabiat va jamiyat rivojining obyektiv qonuniyatlarini ifodalovchi ijtimoiy amaliyot, tajribani umumlashtirish; 2) biror fan yoki uning qismi umumlashtirilgan qoidalarining majmuyi.

Termin – atama: fan, texnika, san’atda qo‘llanadigan muayyan tushunchani aniq ifodalaydigan so‘z yoki so‘zlar birikmasi.

Terminologiya – atamashunoslik: fan, texnika, san’at va h.k.larning biror sohasida qo‘llanadigan atamalar majmuyi.

Test – 1) aqliy rivojlanish, qobiliyat, iroda va insonning boshqa ruhiy fiziologik tabiatini belgilash sinov o‘tkaziladigan topshiriqlarning standart shakli; 2) muayyan ijtimoiy tadqiqotlar uchun foydalaniladigan so‘rovnoma.

Texnologiya – 1) ishlab chiqarish jarayonida xomashyo, material yoki yarim fabrikatlar holati, xossasi shaklini o‘zgartirish, ularga ishlov berish, tayyorlash usullarining majmuyi; 2) xomashyolar, materiallar yoki yarim-fabrikatlarga tegishli ishlab chiqarish qurollari yordamida ta’sir etish usullari haqidagi fan.

Tip – tur: narsalar guruhi uchun namuna, model, nimanidir shakli.

Tipizatsiya – turlash: qator buyumlar yoki texnik tavsifdagi jarayonlar uchun umumiylik asosida namunaviy konstruksiyalar yoki ishlab chiqarish jarayonlarini tanlash yoki ishlab chiqish.

Traktat – narsaga yondoshishlikni belgilashni o‘z oldiga maqsad qilib qo‘ygan mulohaza shaklidagi ilmiy ish.

Unifikatsiya – uyg‘unlashtirish: biror narsani yagona sistema, shakl, bir toifalilikka keltirish.

Fakt – 1) haqiqatda mavjud, o‘ylab topilmagan voqea, hodisa; biror taxminni tekshirishdan iborat qandaydir xulosa, mulohaza uchun xizmat qiluvchi qat’iy belgilangan bilim, tajribadagi ma’lumot; 2) obyektiv mavjud bo‘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, jihatlarini 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.

Eksperiment – 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. Jadvallar

2.1-jadval

$\phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{\frac{-t^2}{2}}$ 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	0989	0973	0957
1,7	0940	0925	0909	0893	0878	0863	0848	0833	0818	0804
1,8	0790	0775	0761	0748	0734	0721	0707	0694	0681	0669
1,9	0656	0644	0632	0620	0608	0596	0584	0573	0562	0551
2,0	0,0540	0529	0519	0508	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

2.2-jadval

$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{\frac{-t^2}{2}} dt$ 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	29055	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	372P6	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	11309	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	41108
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	

2.3-jadval

$P_m = \frac{\lambda^m}{m!} e^{-\lambda}$ 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	0,303:3	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	0,038:1	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	0,1318	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
II			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

2.4-jadval

$\sum_{k=0}^{m} \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}$ funksiya qiymatlari (Puasson taqsimoti)

m	λ								
	0,1	0,2	0.3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	0,905	0,819	0,741	0,670	0,607	0,549	0,497	0,4-l9	0,407
1	0,995	0,982	0,963	0,933	0,910	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	0,9l6	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

2.5-jadval

Fisher–Snedekor taqsimotining kritik nuqtalari

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
	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

2.5-jadvalning davomi

k_z – 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	,1,74	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	2,8,1	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	5,4;2	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	6,1 I	5,18	4,67	4,34	4,10	3,93	3,79	3,68	3,59	3,52	3,45

2.6-jadval

x^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

2.7-jadval

$\eta(p) = -\log_2 p$ 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	-i8
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	O,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
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	

2.8- jadval

Qishloq xo‘jaligi elektr elektr ta’minoti tizim asosiy elementlari ishonchliligi ko‘rsatkichlari (λ – *ishdan chiqish intensivligi;* $T_{o‘r.vaqt}$ – *qayta tiklanish o‘rtacha vaqti;* $\tau_{r.t}$ – *uskunani rejali ta’mirlanishda bo‘lish o‘rtacha vaqti.*

Tarmoq elementlari va kuchlanishi		λ, 1/yil	$T_{o‘r.vaqt}$, soat	$\tau_{r.t}$, 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	1÷2,5 8÷9	8	80
Havo liniyasi	110 kV 100 km	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

2.9-jadval

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 yuritmali 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

Foydalanilgan adabiyotlar

1. *Пасечник Н.Н.* Патентоведение. – М., 1984.
2. *Закин Я.Х., Рашидов Н.Р.* Основы научного исследования. – Т., «Укитувчи», 1981.
3. *Синьков В.П.* Статистические задачи сельской электрификации. – М., 1978.
4. *Azimov R.K., Xo'jayev S.S.* Texnik qurilmalarning yaratilish uslublari. – T., 1994.
5. *A.Jumaxo'jaev.* Patentshunoslik. – T., 2001.
6. *Сиденко В.М., Грушко И.М.* Основы научных исследований. – Харьков, 1977.
7. *Добров Г. М., Коренной А. А.* Наука: информация и управление. – М., «Сов. радио», 1977.
8. *Адлер Ю.П.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М., 1976.
9. Математическая теория планирования эксперимента. Под ред. *С.М.Ермакова.* – М., «Наука», 1983.
10. *Налимов В. В.* Теория эксперимента. — М., «Наука», 1971.
11. Математические методы планирования эксперимента. Под ред. *В.В. Пененко.* — Новосибирск, «Наука», 1981.
12. *Маркинт Н.С.* Основы теории обработки результатов эксперимента. – М., «Изд. стандартов», 1991.
13. *Петров А.В.* Вычислительная техника в инженерных и экономических расчетах. – М., «Высшая школа», 1975.
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. *Румшинский 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. Компьютеры, модели, вычислительный эксперимент. Под ред. *А.А. Самарского.* — М.: «Наука», 1988.
25. *Хеерман Д.В.* Методы компьютерного эксперимента в теоретической физике. – М., «Наука», 1990.
26. *Самарский А.А.* Что такое вычислительный эксперимент? Что такое прикладная математика? — М., «Знание», 1980.

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 9
2.1. Ilmiy tadqiqotlarning turlari (klassifikatsiyalanishi), strukturasi va bosqichlari 9
2.2. Ilmiy texnik muammo (masala), uni aniqlash, o‘rganish va yechimi bo‘yicha ilmiy gipotezani shakllantirish 15
2.3. Ilmiy tadqiqotlar olib borishning asosiy usullari 20
2.4. Qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishini elektrlashtirishga oid ilmiy tadqiqotlarga misollar 25

3. Ilmiy tadqiqot ishlarida modellashtirish 27
3.1. Matematik modellashtirish 28
3.1.1. Matematik modellashtirish vazifalari va unga qo‘yilgan talablar 28
3.1.2. Matematik modellar tasnifi, turlari va shakllari 32
3.1.3. Matematik modellarni ishlab chiqish usullari 34
3.2. Fizik modellar va asosiy ko‘rsatkichlari 35

4. Ehtimollar nazariyasi va amaliy tadqiqotlar natijalariga matematik-statistik usul bilan ishlov berish 37
4.1. Ehtimollar nazariyasi haqida umumiy tushunchalar 38
4.1.1. Umumiy ma’lumotlar 38
4.1.2. Tasodifiy voqeliklar (hodisalar) va ularning ehtimolligi 39
4.1.3. Ehtimolliklarni qo‘shish va ko‘paytirish 41
4.2. Ilmiy tadqiqotlarda statistik yondashuv 55
4.3. Tasodifiy kattaliklar, ularning taqsimlanishi va miqdoriy xarakteristikalari 57

5. Ilmiy tadqiqotlarda o‘lchov texnikasi 78
5.1. O‘lchash, o‘zgaruvchilar va o‘lchanadigan kattaliklar 78
5.2. Noelektrik kattaliklarni o‘lchash priborlari va qurilmalari 81
5.2.1. O‘lchash apparatlarining umumiy xarakteristikalari 81
5.2.2. Datchiklar va o‘zgartirgichlar 83
5.2.3. Qayd qiluvchi apparaturalar 90
5.3. O‘lchashlar aniqligi 95

6. Nazariy tadqiqotlar olib borish metodologiyasi 99
6.1. Tadqiqot obyektlari matematik modellari 99
6.2. Sistemaviy tadqiq etish usullari 101
6.3. Nazariy tadqiqotlar olib borishda qo‘llaniladigan qonunlar va nazariyalar to‘g‘risida umumiy ma’lumotlar 104

7. Eksprimental tadqiqotlarni rejalashtirish, o‘tkazish va natijalari tahlili 116
7.1. Eksprimental tadqiqotlar turlari va ularni bosqichlari 116
7.2. Eksprimentni rejalashtirish va faktorlar tenglamasi 118
7.2.1. Texnikaviy obyektning kibernetik modeli 118
7.2.2. Eksprimentni rejalashtirish, reja-programmasini ishlab chiqish ... 119
7.2.3. Eksprimentni rejalashtirishda faktorlar tenglamalari 123
7.3. Eksperimentni o‘tkazish 130
7.4. Ekspriment natijalariga ishlov berish usullari 131
7.4.1. O‘lchashlar natijalarini grafik tasvirlash usullari 131
7.4.2. Empirik formulalarni tanlash usuli 132
7.4.3. Nazariy-eksperimental tadqiqotlar natijalarini tahlil qilish, xulosa va takliflarni formulalashtirish 133
7.5. Hisoblash eksperimenti 134

8. Ilmiy texnik va patent materiallaridan foydalanish, ixtiro va foydali modelga buyurtma rasmiylashtirish 136
8.1. Ixtironing patentboplik shartlari, obyekti va talabnoma 138
8.2. Ixtironing bayoni va ixtironi bajarishni ta’minlaydigan ma’lumotlar ... 141
8.3. Ixtiro formulasi, uning maqsadi va grafik qismi 143

9. Ilmiy tadqiqot natijalarni rasmiylashtirish 145
9.1. Ilmiy tadqiqot natijasi haqida ma’lumotlar turlari 145
9.2. Ilmiy referat va hisobotlarning strukturasi, mazmunlari va tili 146
9.3. Ilmiy tadqiqot ishlari to‘g‘risidagi hisobotlarni rasmiylashtirish 149
9.4. Ilmiy materiallarni nashrga tayyorlash 153

10. Ilmiy tadqiqotlarning joriy etilishi va samarasi 155
10.1. Ilmiy-tadqiqot ishlari natijalarini joriy etish, ularning samaradorlik mezonlari 155
10.2. Ilmiy tadqiqotlar iqtisodiy samaradorligini hisoblash 156

11. Amaliy mashg‘ulotlar uchun misol va masalalar 158

Ilovalar 190
1-ilova. Fan va texnika sohasida faoliyat yuritishda ko‘p uchraydigan terminlar qisqacha izohli lug‘ati 190
2-ilova. Jadvallar 196

Foydalanilgan adabiyotlar 205

P 15 **Radjabov A.**
Ilmiy tadqiqot asoslari: o‘quv qo‘llanma /A.Radjabov; O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi. – T.: «Tafakkur-Bo‘stoni», 2012. – 208 b.

UDK 63:621.311 (07)
KBK 72.4(5O‘)

ISBN 978-9943-362-63-5

A. Radjabov

ILMIY TADQIQOT ASOSLARI

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta ta’lim vazirligi oliy o‘quv yurtlararo ilmiy uslubiy birlashmasi faoliyatini muvofiqlashtiruvchi kengash tomonidan o‘quv qo‘llanma sifatida tavsiya etilgan

«Tafakkur-Bo‘stoni»
Toshkent – 2012

Muharrir *M. Saparov*
Musahhih *G‘. Shirinov*
Sahifalovchi *Sh. Rahimqoriyev*

Litsenziya AI № 190, 10.05.2011-y.
Bosishga ruxsat etildi 20.07.2012. Bichimi 60x84 $^{1}/_{16}$.
Ofset qog‘ozi. TimesUz garniturasi. Bosma t. 13,0.
Adadi 500 nusxa. Buyurtma № T-23.

«Tafakkur-Bo‘stoni» nashriyoti.
Toshkent sh., Yunusobod, 9-mavze, 13-uy.

«Tafakkur-Bo‘stoni» nashriyoti bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent sh., Chilonzor ko‘chasi, 1-uy.