

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI

A.Z.Mamatov, I.Z.Abbazov

TADQIQOT USLUB VA VOSITALARI

O‘QUV QO‘LLANMA

*5321200- “Tabiiy tolalarni dastlabki ishlash texnologiyasi”
ta’lim yo‘nalishi bakalavr talabalari uchun tavsiya etilgan*

Toshkent-2019

UDK 572.612.76 (075.8)
KVK 28.71

A.Z.Mamatov, I.Z.Abbazov. Tadqiqot uslub va vositalari.

O‘quv qo‘llanmada ilmiy tadqiqotlar asosiy usullari, tushunchasi, ta’rifi, va bosqichlari; izlanish metodikasi, ilmiy-texnikaviy axborotlarni o‘rganish va tahlil qilish haqida so‘z boradi. Ilmiy tadqiqotdagi matematik modellashtirish asoslari, tadqiqot va sistemalar turli obyektlarni modellari, shuningdek tajribalarni rejalashtirish yo‘li bilan matematik modellashtirish ko‘rib chiqiladi. Hisoblash natijalari bilan birgalikda tajribaviy tadqiqotlar o‘tkazish metodologiyasi, tajriba natijalarini ishlab chiqish va tahlil usullari hamda empirik tenglamalarni tanlash usuli keltiriladi. Ilmiy tadqiqot ishlarining natijalarini rasmiylashtirish bo‘yicha va ularni tadbiq etish hamda natijalarni ahamiyatliligini tekshirish bo‘yicha tavsiyalar beriladi.

Texnologiya yo‘nalishidagi talabalar, magistrlar uchun mo‘ljallangan, qo‘llanmadan doktorantlar foydalanishlari mumkin.

Tuzuvchilar: t.f.d., professor A.Z.Mamatov
t.f.f.d. (PhD) I.Z.Abbazov

Taqrizchilar: t.f.n., TTESI, dotsent M.Axmatov
f.m.f.n., UzMU, dotsent S.Baxromov

KIRISH

Soha tarmoqlarini rivojlantirish, ishlab chiqarishni qayta moslash va yangilash, ishlab chiqarish uskunalaridan unumli foydalanish, bu sohada olib boriladigan ilmiy, texnikaviy izlanishlarni yetarli darajada olib borishni talab qiladi.

Tadqiqot uslublari va vositalari fanini o'zlashtirishda talabalar umummatematika fanlaridan: ya'ni oliy matematika, informatika, amaliy matematika va umumkasbiy fanlaridan o'zlashtirgan bilimlariga asoslanadi.

Bu fanni o'rganish jarayonida talaba ilmiy izlanishlar olib borishda hozirgi zamon talablariga javob bera oladigan modellashtirish uslublari va zamonaviy tadqiqotlar vositalaridan biri bo'lmish, elektron hisoblash mashinalarida ishlash, kompyuter amaliy programmalaridan foydalanishni bilishi, olgan bilimlarini umumkasbiy va maxsus fanlarni o'zlashtirishda, ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borishda tadbiiq eta olish zarur.

Bozor iqtisodiyoti sharoitida boshqa sanoatlar qatori paxta tozalash, to'qimachilik va yengil sanoati korxonalarida ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarni jahon bozorlarida raqobatbardoshligini ta'minlash uchun, tola, chigit, momiq va boshqa mahsulotlarning boshlang'ich sifat ko'rsatkichlarini saqlab qolishga katta ahamiyat bermoqda, bu esa tabiiy tolalarni qayta ishlash muammolari bo'yicha izchil ilmiy tadqiqotlar olib borish kerak ekanligini taqozo etadi.

Hozirgi kunda kompyuter industriyasi va uning dasturiy ta'minotining jadal sur'atlar bilan rivojlanishi ilmiy-tadqiqot ishlarini avtomatlashtirishning asosi sifatida e'tirof etilmoqda. Zamonaviy axborot texnologiyalari sohasida qo'lga kiritilgan yutuqlarni qo'llash natijasida murakkab matematik, ilmiy-texnik, moliyaviy va iqtisodiy masalalarni yechishni avtomatlashtirish tomon yo'naltirilgan ko'plab dasturiy vositalar yaratildi. Masalan, *Matlab*, *Derive*, *Mathcad*, *Maple*, *Femlab*, *Flex PDE* kabi universal dasturiy paketlar shular jumlasidandir.

Hozirda ta'limni modernizatsiyalash muammosi nazariy va amaliy jihatdan,

keng muhokama qilinmoqda. Oliy ta'lim tizimida amalga oshirilayotgan islohatlar tayorlanayotgan kadrlar sifatini yuqori, raqobatbardosh darajaga ko'tarishga qaratiladigan. Shuningdek, oliy ta'lim muassasalarida samarali o'qitish tashkil qilish, buning uchun zamonaviy o'quv materiyallar bazasini yaratish masalasi ham jadallik bilan rivojlanmoqda.

Hozirda mavjud yuqori darajadagi o'ta tezkor va katta xotirali hamda imkoniyatli zamonaviy kompyuterlar ular uchun yaratilayotgan tizimli, instrumental amaliy dasturlar, zamonaviy dasturlash tillari, dasturlash texnologiyalari, internet texnologiyalari barchasidan maqsad matematik modellashtirishni amalga oshirishdan iborat. Demak, inson faoliyati uchun o'ta muhim murakkab tizimlarni matematik modellashtirish o'z navbatida qaror qabul qilishda (odam nomidan) va bashorat (pragnoz) qilishda ishlatiladi.

O'quv qo'llanma V bobdan iborat bo'lib, u ilmiy-tadqiqotlarni yangi uslubiyati: matematik modellashtirish va hisoblash tajribasiga qaratilgan. Bu uslubiyatni mazmuni shundan iboratki, unga joriy obyekt o'zining matematik modeliga almashtiriladi, hamda matematik modellar zamonaviy hisoblash vositalari yordamida o'rganiladi. Obyektning o'zi bilan emas, uning modeli bilan ishlash uning mavjud holatlardagi hatti-xarakatini tez va sarf harajatlarsiz o'rganishga imkon beradi. Obyektlarning modellar ustida o'tkazilgan hisoblash, tajribalar zamonaviy hisoblash usullarining quvvati va informatikaning texnik vositalariga tayanib, obyektlarni nazariy yondashuvga qaraganda to'laroq va chuqurroq o'rganish imkonini beradi.

I - BOB. FANNING VAZIFALARI. TADQIQOTNING ASOSIY TA'RIF VA TUSHUNCHALARI

1.1. Fanning vazifalari va ilmiy tadqiqot usullari

To'qimachilik sanoati xalq xo'jaligining muhim tarmoqlaridan biridir. Unda har xil xom ashyolar ishlab chiqariladi. Sanoatda ishlatiladigan texnika va texnologiyalar murakkabligi bilan boshqalaridan ajralib turadi.

Hozirgi zamonda to'qimachilik keng rivojlanayotgan sanoatlardan biridir. Paxta sanoatida ham xar hil farq va tarmoqlarga tegishli xosliklari mavjud. Paxta sanoatda paxtani qabul qilish, quritish, tozalash, jinlash va presslash texnologiyalarida mahsulot sifatini saqlash bo'yicha bir qancha umumiy muammolar mavjud.

Ma'lumki bu texnologiyalarni o'rganish undan o'tayotgan paxta, chigit va tola mashsulotlarini sifatini nazorat qilish uchun tadqiqot ishlari olib boriladi. Tadqiqotlarni amalga oshirishda tajriba o'tkazish, tajribani rejalashtirish, natijalarga ishlov berish va natijalar bo'yicha xulosa qilishda "Tadqiqot uslub va vositalari" fanida qo'llaniladigan usul va vositalardan foydalaniladi. Paxta sanoatining ajralib turadigan qismi bo'lgan ishlab chiqarish qurilma va uskunalarning ommaviyligidadir, shuning uchun ularni baholash matematik statika usulida amalga oshiriladi.

Fanning vazifalari:

1. Ilmiy tadqiqot ishlarini tashkil etish asoslari bilan tanishish.
2. Ilmiy tadqiqot ishlarini olib borish usullari, vositalari va tadqiqot ishlaridan olingan natijalarni tahlil etish usullari bilan tanishish.
3. Annotatsiya, referat, uslubiy qo'llanma, maqola, tezis, monografiya va ilmiy ishni yakuni bo'yicha hisobotlar yozish bilan tanishish.
4. Ilmiy tadqiqot ishlaridan olingan natijalarni matematik usullarni qo'llab ishlov berish bilan tanishish.

Fan – inson faoliyati sohasi, borliq haqidagi obyektiv bilimlarni ishlab chiqish va nazariy tomondan sistemalashtirish uning vazifasi hisoblanadi.

Bu soha qo‘yidagilarni 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 sistemasini;

- bilimlarning mazkur sistemalarini yaratish va rivojlantirishga yo‘naltirilgan insonlarning ilmiy ijodini;

- insonlar ijodini ilmiy mehnat obyektlari, vositalari va ilmiy faoliyat sharoitlari bilan ta‘minlovchi muassasani.

Fanning rivojlanishi ma‘lumotlar 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 sistemalarini yaratish uchun ayrim qonuniyatlarni ochishdan iborat bo‘ladi.

Tamoyillar va aksiomalar ilmiy bilishning boshlang‘ich holati hisoblanadi, bular sistemalashtirishning boshlang‘ich shakli bo‘lib, ta‘limot, nazariya va h.k. lar asosida yotadi.

Ilmiy bilimni umumlashtirish va sistemalashtirishning 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 natijaga erishish vositasi sifatidagi faktik 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 hokazolar hisoblanadi. Bular ilmiy bilishning umumiy va maxsus usullaridir.

Umumiy usullar uch guruhga bo'linadi:

1. empirik tadqiqot usullari (kuzatish, qiyoslash, o'lchash, tajriba);
2. nazariy tadqiqot usullari (mavhumdan aniqlikka tomon borish va boshqalar);
3. empirik va nazariy tadqiqot usullari (tahlil va sintezlash, induksiya va deduksiya, modellashtirish, abstraktlash va boshqalar).

Kuzatish – bilish usuli. Bunda obyektning o'rganish unga aralashuvsiz amalga oshiriladi. Mazkur holda faqat obyektning xossasi, uning o'zgarish tavsifi qayd etiladi va o'lchanadi (masalan, paxtani saqlash, quritish, tozalash, jinlan, preslar va changni tozalash jarayonlarini ko'zdatish). Tadqiqot natijalari real mavjud obyektlarning tabiiy xususiyatlari va munosabat (bog'liqlik)lari xususida bizga ma'lumot beradi.

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

Qiyoslash – bilishning keng tarqalgan usuli, «barcha narsalar qiyoslanganda bilinadi» tamoyiliga asoslanadi. 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:

1. bunda o'rtasida muayyan obyektiv umumiylik bo'lishi mumkin bo'lgan obyektlargina taqqoslanishi kerak;
2. obyektlarni taqqoslash ahamiyatli (bilish vazifasi sifatida) xossalar, belgilar bo'yicha amalga oshirilishi lozim.

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

Tajriba empirik tadqiqotning yuqorida ko‘rib o‘tilgan usullaridan farqli o‘laroq ancha umumiy ilmiy qo‘yilgan natija hisoblanadi. Bunda faqat kuzatib va o‘lchabgina qolmay, balki obyekt yoki tadqiqot obyektining o‘zi mavjud bo‘lgan sharoit muayyan tarzda o‘zgartiriladi. Tajriba natijasida bir yoki bir necha omillarni boshqa yoki boshqalarga ta’sirini aniqlash mumkin. Kuzatishdan farqli o‘laroq tajribaviy takrorlanishni ta’minlaydi, obyekt xususiyatini turli sharoitlarda tadqiq etish va obyektни «sof holda» o‘rganishga imkon beradi.

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

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

Tahlil usulining mohiyati tadqiqot obyektini fikran yoki jisman tarkibiy qismlarga ajratishdan iboratdir. 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. Sintez usuli tarkibiy qismlari tahlil qilingandan so‘ng murakkab sistemalarni tadqiq qilish uchun qo‘llanadi.

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 obyektini mohiyatining barcha tomonlariga asosiy ta'sir ko'rsatuvchi eng muhim unsurlar ajratiladi.

Deduksiya va induksiya tadqiqot obyektini o'rganishda mantiqiy xulosalashda o'ziga xos «tahlil va sintez» hisoblanadi. Deduksiya umumiydan xususiyga bo'lgan mantiqiy xulosalarga asoslanadi. Bu usul matematika va mexanikada umumiy qonunlar yoki aksiomalarda xususiy bog'liqliklar chiqarilayotganda keng qo'llaniladi. Deduksiyaga qarama-qarshi bo'lib induksiya hisoblanadi. Bu mantiqiy xulosalash xususiydan umumiyga tomon amalga oshadi. 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. Bu usulning mohiyati shundaki, tadqiq etilayotgan obyektning ahamiyatsiz tomonlari, qismlaridan ajratib olishdan iboratdir, bu uning mohiyatini ochib beruvchi xossalarni ajratish maqsadida qilinadi.

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

Matematik abstraktlash ilmiy-tadqiqot - formallashtirish usulining asosi hisoblanadi. Mazkur holda obyektning e'tiborli tomonlari (xossasi, belgisi, bog'liqligi va boshqalari) matematik termin va tenglamalarda ifodalanadi, bular bilan keyinchalik ma'lum qoida bo'yicha amallar bajariladi.

Ilmiy bilishda ko'pincha modellashtirish usuli qo'llaniladi. Buning mohiyati tadqiqot obyektini (asli)ni uning asosiy xossalarni ifodalovchi sun'iy sistema (model) bilan almashtirishdan iboratdir. Ilmiy tadqiqotdagi modellashtirish haqida

III-bobda ma'lumotlar keltirilgan.

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

Birinchi bosqichda konkret dan uning abstrakt ifodalangan haqiqiyisiga o'tiladi. Tadqiqot obyekti qismlarga ajratiladi va ko'plab tushuncha va mulohazalar yordamida tavsiflanadi, ya'ni u fikriy qayd etilgan mavhumlar majmo'iga 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 obyektни boshqalardan farqlaydi.

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

Shu sababli ilmiy izlanishlar turlari va bosqichlarini bilish va ulardan amalda foydalana olish tadqiqot o'tkazishda muhim ahamiyatga ega.

1.2. Ilmiy izlanishlar turlari va bosqichlari

Ilmiy - tadqiqotlar qanday maqsadlarga karatilganligi va ilmiy chuqurligi bo'yicha uch asosiy turga bo'linadi: fundamental (nazariy), amaliy va tajriba konstruktorlik ishlanmalari.

Fundamental tadqiqotlar atrof borlikdagi yangi qonunlarni ochishga, hodisalararo aloqalarni aniqlashga, yangi nazariya va tamoyillar yaratishga yo'naltirilgan. Ular ijtimoiy bilimni kengaytirishga, tabiat qonunlarini yanada chuqurroq anglashga imkoniyat beradi.

Amaliy tadqiqotlar ilmiy negiz ishlab chiqishga yoʻnaltiriladi. Bu negiz ishlab chiqarishning yangi vositalarini yaratishi yoki mavjudlarini takomillashtirishi zarur. Bu tadqiqotlar jamiyatning ishlab chiqarish muayyan tarmogʻini rivojlantirishga boʻlgan talablarini qondirishi lozim.

Tajriba konstruktorlik ishlaridan maqsad amaliy yoki fundamental tadqiqotlarning natijalaridan texnika, ishlab chiqarish texnologiyasining yangi xillarini barpo qilish va uzlashtirish yoki mavjud namunalari takomillashtirishda foydalanish. Tajriba konstruktorlik ishlari jarayonida ilmiy – tadqiqotlar texnikaviy takliflarga aylanadi.

Fundamental va amaliy ilmiy - tadqiqot ishlarni bajarish jarayoni bir qator asosiy bosqichlarni oʻz ichiga oladi.

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

- boʻlajak tadqiqotlarga taalluqli muammolar boʻyicha mamlakat va xorijiy adabiy manbalar bilan tanishish, mavzuning dolzarbligini asoslash;

- muammolar boʻyicha tadqiqotlarning muxim yoʻnalishlarini belgilash va tasniflash;

- mavzuni ifodalash va tadqiqot annotatsiyasini tuzish;

- texnikaviy topshiriqni ishlab chiqish va ilmiy tadqiqot ishini umumiy kalendar rejasini tuzish;

- koʻtilayotgan iqtisodiy yoki boshqa foydali samarani oldindan belgilash.

2- bosqich. Tadqiqotning maqsadi va vazifasini ifodalash:

- mamlakat va xorijiy nashrlar bibliografik roʻyxatini tanlash va tuzish;

- mavzu boʻyicha manbalar va referatlar annotatsiyasini tuzish;

- mavzu boʻyicha muammoni tahlil qilish;

- tadqiqotning maqsad va vazifalarini belgilash.

3- bosqich. Nazariy tadqiqotlar:

- obyekt va tadqiqot predmetini tanlash, fizik mohiyatini oʻrganish va tadqiqot topshirigʻi asosida ishchi farazni shakllantirish;

- ishchi farazga muvofiq modelni aniqlash va uni tadqiq qilish;

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

4- bosqich. Tajribaviy tadqiqotlar:

- tajribaviy tadqiqotlar maqsad va vazifalarini aniqlash;
- tajribani rejalashtirish va uni o‘tkazish metodikasini ishlab chiqish;
- tajribaviy qo‘rilmalar o‘rnatish va tajribaning boshqa vositalarini yaratish;
- o‘lchov usulini asoslash va tanlash;
- tajribaviy tadqiqotlar o‘tkazish va ularning natijalarini ishlab chiqish.

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

- nazariy va tajribaviy tadqiqotlar natijalarini taqqoslash, ularning farqlarini tahlil qilish;

- tadqiqot obykti nazariy modelini aniqlashtirish va xulosalar;
- ishchi farazni nazariyaga aylantirish;
- ilmiy va ishlab chiqarish xulosalarini shakllantirish, tadqiqot natijalarini baholash;

- ilmiy-texnikaviy hisobot tuzish va uni taqriz qildirish.

6- bosqich. Joriy etish va iqtisodiy samaradorlik:

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

1.3. Ilmiy tadqiqot ishini asoslash va uni dolzarbligi

Bilim oddiy va ilmiy bilimga bo‘linadi. Oddiy bilimda kishilar odatdagi o‘z kundalik hayotlarida borlikdagi predmet va hodisalarini bevosita o‘z sezgi a’zolari va tafakkuri orqali tushunadilar. Ilmiy bilimda borlikdagi predmet va hodisalarning qonuniyatlarini ularning mohiyati tushuniladi.

Ilmiy bilim muammoni hal qilish bilan bog‘liqdir. Muammolarning bo‘lmasligi tadqiqotlarning to‘xtab qolishi va fanning bir joyda qotib qolishiga olib keladi.

Ilmiy - tadqiqot ishlarida qo‘yidagilar farqlanadi: ilmiy yo‘nalish muammolar va mavzular.

Ilmiy yo‘nalish - fanning muayyan tarmog‘ida yirik, fundamental, nazariy tajribaviy masalalarni hal etishga bag‘ishlangan jamoaviy ilmiy - tadqiqot sohasi. Ilmiy yo‘nalish qo‘yidagi tuzilmaviy birliklarga bo‘linadi: mujassama muammolar va muammolar, mavzular va masalalar.

Muammo – murakkab ilmiy masala bo‘lib hal etishni tadqiq etishni talab qiladi. U mavjud eski bilimlar va empirik yoki nazariy tadqiqotlar natijasida yangidan topilgan bilimlar o‘rtasida ziddiyat yuzaga kelishi tufayli hosil bo‘ladi. Mujassama muammolar - odatda bir yo‘nalishdagi murakkab bir qancha masalani o‘z ichiga oluvchi muammolar majmui.

Umuman, ilmiy izlanishlar 3 xil usulda olib boriladi: nazariy, tajribaviy, nazariy-tajribaviy.

Nazariy tadqiqotlar oldidan ma’lum bo‘lgan fizik - mexanik qonuniyatlarga asoslansa, tajribaviy tadqiqotlar esa texnologik jarayonni sinash natijasida, tajribalar o‘tkazish orqali olib boriladi.

Nazariy-tajribaviy usulda ham nazariy ma’lumotlar, ham tajriba natijalari e’tiborga olinadi, bu esa texnologik jarayonni chuqurroq o‘rganishga imkon beradi.

Nazariy-tajribaviy ilmiy ishlar quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:

1. Mavzuni tanlash va asoslash.
2. Tayyorgarlik bosqichi.
3. Texnologik jarayonni nazariy tahlil qilish.
4. Dastlabki tajribalarni tayyorlash va o‘tkazish
5. Asosiy tajribani o‘tkazish.
6. Matematik modellarini tuzish.
7. Nazariy va tajribaviy natijalarni tahlil qilish.
8. Xulosa va takliflar.

Tajribaviy usulda esa 3-bosqichdan tashqari yana boshqa bosqichlar amalga oshiriladi.

Qidiruv-tadqiqot ishlarida quyidagi bosqichlar amalga oshiriladi:

1. Tayyorlash bosqichi.
2. Mavzuning nazariy qismini yaratish.
3. Modelni sinash, konstruksiyaga va texnologiyaga kerakli o'zgartirishlar kiritish.
4. Maketlarni loyihalash va tayyorlash.
5. Dastlabki tajribani tayyorlash va o'tkazish.
6. Asosiy tajribani o'tkazish.
7. Nazariy-tajribaviy va sinash tadqiqotlarini tahlil qilish, ko'rsatmalar berish.
8. Mashinani tajribaviy namunasini loyihalash uchun kerakli texnik ko'rsatmalar berish.

Mavzu – bu ilmiy masala bo'lib, tadqiqot talab qiluvchi muammolarning muayyan sohasini qamrab oladi. U ko'plab tadqiqiy masalalarga muammoning aniq bir sohasiga taalluqli ancha mayda ilmiy masalalarga asoslanadi. Masalani hal etishda muayyan tadqiqot vazifasi yechiladi, masalan, yangi chang havo tarkibidan tolali chiqindilarni ushlab qolish uskunasini konstruksiya, ilg'or texnologiya va hokazolarni yaratish. Bunda ularni bajarish faqat nazariy ahamiyat kasb etibgina qolmay, balki asosan ko'tilayotgan muayyan iqtisodiy samaraga ega amaliy ahamiyat ham kasb etadi.

Muammo va mavzuni tanlash qiyin va mas'uliyatli ishdir, u bir necha bosqichda o'z yechimini topadi.

Birinchi bosqichda, muammoviy vaziyatdan kelib chiqib, muammo ifoda etiladi va ko'tilayotgan natija umumiy tarzda belgilanadi.

Ikkinchi bosqichda, muammoning dolzarbligi, uning fan va texnika uchun ahamiyati aniqlanadi.

Uchinchi bosqichda, muammo tuzilmasi ishlab chiqiladi - mavzu, kichik mavzular, savollar va ular o'rtasidagi bog'liqlik farqlanadi. Natijada muammo mundarijasi shakllanadi.

Keyinchalik, muammolar asoslangandan, uning tuzilmalari ishlab

chiqilgandan so'ng ilmiy xodim qoidaga kura ilmiy - tadqiqot mavzusini mustaqil tarzda tanlaydi.

Ilmiy - tadqiqot mavzusiga bir qator talablar quyiladi:

1. Mavzu dolzarb bo'lishi, hozirgi paytda hal etishni talab qilishi zarur.

Fundamental tadqiqotlar bilan bog'liq mavzular dolzarblik darajasini belgilash uchun hozircha tegishli mezonlar yo'q. Shuning uchun, mazkur holda dolzarblikni yirik olim yoki ilmiy jamoa belgilaydi. Mavzuning amaliy tavsifiga kelsak, ularning dolzarbliqi qoidaga kura ishlab chiqarish muayyan tarmog'ining rivojlanish va iqtisodiy samaradorlik talablariga ko'ra belgilanadi.

2. Mavzu yangi ilmiy masalani hal etishi va ilmiy yangilik tavsifiga ega bo'lishi kerak.

3. Ilmiy mavzuga quyiladigan muhim talablar iqtisodiy samaradorlik va ahamiyatlilik hisoblanadi.

Amaliy tadqiqotlar bilan bog'liq mavzular tanlash bosqichida taxminiy belgilanadigan iqtisodiy samara berishi lozim. Fundamental tavsifdagi mavzuni tanlashda iqtisodiy samaradorlik mezoni ahamiyatlilik mezoniga almashtiriladi.

4. Mavzu ilmiy yo'nalishiga mos bo'lishi kerak.

Bu ilmiy jamoa malakasi va vakolatidan tutiliq ravishda foydalanishga imkon beradi. Natijada ishlanmaning nazariy darajasi, sifati va iqtisodiy samarasi oshadi, tadqiqotning bajarilish muddati qisqaradi.

5. Joriy etilish mavzuning muhim tavsifi hisoblanadi.

Mavzuni ishlab chiqaruvchilar uni rejadagi muddatda tugatilish imkoniyatini belgilashlari va buyurtmachining ishlab chiqarish sharoitlariga joriy etilishini aniqlashlari kerak. Ular tegishli ishlab chiqarishni, uning xozirgi vaqtdagi va kelgusidagi talablarini yaxshi bilishlari lozim.

Paxtaga dastlabki ishlov berish muammolarida quyidagi asosiy masalalar hal qilinadi:

1. Chigitli paxta tolalarini sifatini saqlash, jarayonni effektivligini oshirish, paxtaga dastlabki ishlov berish mashinalarini takomillashtirish va jarayonni

avtomatlashtirish maqsadida, nazariy-tajribaviy usul yordamida, texnologik jarayonining qonuniyatlarini aniqlash va mashina va mexanizmlarni optimal rejimlarini aniqlashdan iborat.

2. Yangi mashinalarni yaratish, tajribaviy usul yordamida ularni ishonchliligini, uzoq ishlash vaqtini, ishlatishga qulayligini va chiqarilayotgan mahsulot sifatini aniqlash.

3. Texnologik jarayonlarni takomillashtirish va yangilarini yaratish ustida olib boriladigan ilmiy-tadqiqot ishlari.

4. Texnologik jarayonni o'rganish va ularni modellashtirish uchun yangi uslub va vositalarini yaratish.

1.4. Tajribaviy tadqiqotlar

Tajribaviy tadqiqot – bu yangi ilmiy bilimlar olishning asosiy usuli bo'lib, nazariy qoidalarni tekshirishni, ilmiy - tadqiqot mavzusini yanada kengroq va chuqurroq o'rganishni o'zida mujassam etadi.

Tajribaviy tadqiqotlar laborotoriya va ishlab chiqarishda olib boriladi.

Laborotoriya tajribalari maxsus modellashtiruvchi qurilma, stendlarda namunaviy asboblardan va tegishli uskunalarni qo'llab o'tkaziladi. Bular kam xarajat qilgan holda qimmatli ilmiy informatsiya olish imkonini beradi. Tajribaviy tadqiqotning bunday natijalari hamma vaqt xam jarayon yoki obyekt ishining borishini to'liq aks ettira olmaydi.

Ishlab chiqarish tajribalari atrof muhit turli tasodifiy omillarini hisobga olgan holda mavjud sharoitlarda o'tkaziladi. Bunday Tajribalar laborotoriyadagidan murakkab, tajriba naturasi (mavjud jarayon yoki obyekt) hajmdorligi oqibatida puxta fikrlash va rejalashtirishni talab etadi. Eksploatatsiya qilinadigan obyektning turli dala sinovlari ham ishlab chiqarish tadqiqotlarga kiradi.

Tegishli metodika va shakl bo'yicha tashkilotlar yoki muassasalardan,

korxonalaridan u yoki bu tadqiq etilayotgan masala bo'yicha materiallar tuplash ishlab chiqarish Tajribalarining bir turi hisoblanadi.

Tajribaviy tadqiqotlarni samarali o'tkazish uchun Tajriba uslubiyoti ishlab chiqiladi. U qo'yidagi asosiy bosqichlarni o'z ichiga oladi:

- tajribaning dasturini ishlab chiqish;
- ulchamlarni baholash va tajriba o'tkazish vositalarini tanlash;
- tajribani o'tkazish;
- tajriba natijasida olingan ma'lumotlarni ishlab chiqish va tahlil qilish.

- tajriba dasturi – Tajribaviy tadqiqotlarning uslubiy asosi bo'lib u quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- tadqiqot mavzulari ruyxati va ishchi gipoteza mazmuni;
- tajriba uslubiyoti va uni bajarish uchun zarur materiallar, asboblari, qurilmalar v.h.lar ruyxati;
- bajaruvchilar ro'yxati va ularning kalendar ish rejasi;
- tajribani bajarish uchun harajatlar ro'yxati.

Tajriba uslubiyoti – uslublar, Tajribaviy tadqiqotlarni maqsadga muvofiq usullari majmui. Umumiy tarzda u o'z ichiga quyidagilarni oladi:

- tajriba maqsad va vazifasini;
- faktorlarni tanlash va ularning o'zgarish darajasini;
- vositalar va ulchashlar zarur miqdorini asoslashni;
- tajriba mohiyati va tartibining bayonini;
- tajriba natijalarini ishlab chiqish va tahlil qilish usullarini asoslashni.

Tajribaning 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 tajriba uchun – $3 \div 4$, majmua tajriba uchun esa – $8 \div 10$ ta.

Jarayon yoki obyektga ta'sir etuvchi faktorlarni tanlash qabul qilingan ishchi gipotezaga muvofiq nazariy ishlanmalarni tahlil qilish asosida amalga oshiriladi. Barcha faktorlar mazkur tajriba uchun avval muhimlik darajasiga ko'ra saralanadi,

soʻngra ulardan asosiylari va yordamchilari ajratiladi.

Faktorlar soni uncha koʻp boʻlmaganda ularning muhimlik darajasi bir faktorli tajriba boʻyicha aniqlanadi. Agar faktorlar soni katta boʻlsa, koʻp faktorlik tahlili qoʻllaniladi.

Ulchash vositalari Tajribaning maqsad va vazifasidan, oʻlchanadigan parametrlar tavsifi va talab etilayotgan aniqlikdan kelib chiqib tanlanadi. Qoidaga koʻra, standart, yalpi ishlab chiqiladigan ulchash vositalaridan foydalaniladi. Ayrim hollarda kamyob ulchovlar asbob va uskunalari bunyod etiladi.

Tajriba oʻtkazishning mazmun va tartibi – uslubiyotning markaziy qismi boʻlib, unda tajriba oʻtkazish jarayoni toʻla qoʻyidagicha loyihalangani:

- kuzatish va ulchash operatsiyalarini oʻtkazish ketma - ketlikda tuziladi;
- ekperiment oʻtkazishning tanlangan vositalarini hisobga olgan holda har bir operatsiya ayrim- ayrim mufassal tavsiflanadi;
- operatsiyalar sifatini nazorat qilishda qoʻllaniladigan usullar tasvirlanadi;
- kuzatish va ulchash natijalarini yozish uchun daftar tutiladi.

Tajribaviy maʼlumotlarni ishlab chiqish va tahlil qilish usullarini asoslash uslubiyotining muhim boʻlimi hisoblanadi.

Tajribalarning natijalarini namoyish etish koʻrgazma shakliga keltirilishi lozim (jadvallar, grafik, nomogrammlar va h.k.). Toki ularni qiyoslash va tahlil qilish mumkin boʻlsin. Alohida eʼtibor ishlab chiqish matematik usuli – empirik bogʻliqlik, faktorlar va chiqish parametrlari oʻrtasidagi aloqa approksimatsiyasi, mezonlar, ishonchli intervallar oʻrnatish va boshqalarga qaratiladi.

Tajriba uslubiyoti ishlab chiqilgandan soʻng Tajribaviy tadqiqot hajmi va mehnat talabligi aniqlanadi. Ular nazorat ishlanmalar chuqurligi va qabul qilingan ulchash vositalari tavsifiga bogʻliq. Tadqiqotning nazariy qismi qanchalik aniq ifodalangan boʻlsa, Tajriba hajmi va mehnati shuncha kam boʻladi.

Tajriba ishlari tasdiqlangan dastur va tajriba uslubiyotiga muvofiq oʻtkaziladi. Tajribani boshlashdan oldin sinovlarni oʻtkazish uslubiyoti va ketma - ketligi aniqlanadi.

Tajribaviy tadqiqotlar o'tkazish jarayonida qo'yidagi qator asosiy qoidalarga rioya qilish lozim:

- Tajribachi ulchash natijalariga subyektiv ta'sirga yo'l quymay tadqiq etilayotgan jarayon yoki obyekt parametrlarining barcha tavsifini to'g'ri qayd etishi lozim;

- Tajribachi extiyotsizlikka yo'l qo'yishi mumkin emas, chunki bu hol ko'pincha katta xatolik va soxtalashtirishga, oqibatda tajribalarni takrorlashga olib keladi;

- Tajribachi ko'zatish va o'lchash daftarini albatta yuritishi kerak, uni taritibli va hech qanday tuzatishlarsiz to'ldirib borishi lozim;

- Tajriba jarayonida boshqaruvchi ulchash vositalari ishini, ular to'g'ri ko'rsatayotganligini va qurilma, jihoz, stend va hokazolar ishi barqarorligini, atrof muhit holatini muntazam ko'zatiishi, ish zonasiga begonalarini kiritmasligi shart;

- Tajribachi 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, Tajribani to'g'rilash, uslubiyotni yaxshilash va tajriba samaradorligini oshirishga imkon beradi;

- Tajribachi 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 tajribaini o'tkazayotganda amal qilish shart.

1.5. Ilmiy axborotlarni tahlil qilish

Har qanday ilmiy – tadqiqot o'tkazilishi mo'ljallanadigan yo'nalishga bag'ishlangan ilmiy – texnikaviy informatsiyalarni izlashdan boshlanadi.

Quyidagi hujjatlar ilmiy – texnikaviy informatsiya manbai hisoblanadi:

- kitoblar (darsliklar, o‘quv qo‘llanmalar, monografiyalar, elektron adabiyotlar);
- davriy matbuot (jurnallar, byulletenlar, institutlardagi ishlar, ilmiy to‘plamlar);
- meyoriy hujjatlar (standartlar, texnikaviy shartlar, yo‘riqnomalar, meyoriy jadvallar va h.k.);
- kataloglar;
- ixtiro hujjatlari;
- ilmiy - tadqiqotlar va tajribaviy konstruktorlik ishlari haqidagi hisobotlar;
- informatsion nashrlar;
- xorijiy ilmiy – texnikaviy adabiyotlarning tarjima va asl nusxalari;
- dissertatsiyalar va avtoreferatlar;
- ilmiy - texnikaviy konferensiyalar va ishlab chiqarish yig‘ilishlarining ilmiy - texnikaviy materiallari;
- ikkilamchi hujjatlar (referativ sharhlar, bibliografik katalog, referativ jurnallar va boshqalar).

Sanab o‘tilgan hujjatlar ulkan informatsiya oqimini hosil qiladi, uning sur‘ati yildan yilga oshib boradi. Bunda yuqorilama va qo‘yilama axborot oqimi bir - biridan farqlanadi.

Informatsiyaning yuqorilama oqimi ijrochilar (ilmiy tadqiqot ishlari, Oliy o‘quv yurtlari, tajriba konstruktorlik ishlari va boshqalar) dan qayd etuvchi idoralarga tomon yo‘naladi, qo‘yilama oqim esa bibliografik, referativ sharhlar va boshqa ma’lumotlar ko‘rinishida ijrochilarga ularning talabiga ko‘ra yo‘naladi.

Yangi ilmiy va ilmiy - texnikaviy ma’lumotlar jadal usib borishi munosabati bilan informatsiya «eskiradi». Chet ellik tadqiqotchilar ma’lumotiga ko‘ra, informatsiya qiymatining pasayish jadalligi taxminan bir kunda gazetalar uchun 10%, bir oyda jurnallar uchun 10% va kitoblar uchun bir yilda 10% ni tashkil etadi. Shuning uchun ulkan informatsiya oqimida yangi, ilg‘or, muayyan mavzuni – masalani hal qilishda ilmiy yunalishni tanlash faqat bitta ilmiy xodim uchungina

emas, balki katta jamoa uchun ham murakkabdir.

Informatsiya oqimi - tanlangan mavzuni ishlab chiqish uchun zarur hujjatlarni izlash bo'yicha operatsiyalar majmui. U qo'lda, mexanik tarzda, mexanizatsiyalashtirilgan va avtomatlashtirilgan holda amalga oshirilishi mumkin.

Qo'lda izlash odatdagi bibliografik varaqchalar, kartochkalar va nashr ko'rsatkichlari bo'yicha amalga oshiriladi. Mexanik izlashda informatsiya yetkazuvchi perfokartalar hisoblanadi. Mexanizatsiyalashtirilgan izlash hisobi perforatsion mashinalarni, avtomatlashtirilgani esa EHMni qo'llashga asoslangan.

Informatsiyaviy izlash sistemalarida informatsiyaviy izlash tilining turli talqinlari qo'llaniladi.

Optimal natijaga erishish uchun izlash zarurdir, chunki bunda u yoki bu darajada mavzuni ishlab chiquvchining o'zi ishtirok etadi. Izlashni amalga oshira borib, ishlab chiquvchi izlash ko'lamini bamisoli tadqiq etadi va o'z informatsiyaviy so'rovi ifodasini aniqlaydi.

Ilmiy – texnikaviy informatsiyani o'rganish va tahlil qilish – masalani mavzu bo'yicha ahvolini yoritish, ilmiy - tadqiqot maqsadi va vazifasini isbotlash uchun asosdir.

Informatsiya samarali ishlab chiqilishiga erishish (o'rganish, yodda saqlab qolish va tahlil) uchun bir qator shartlarga amal qilish kerak.

Birinchi shart bu – aniqlash, ya'ni o'qishning maqsadini belgilash hisoblanadi. Bu psixologik omil tafakkurni faollashtiradi, o'rganilayotganni tushunishga yordamlashadi, idroklashni aniqlashtiradi. Mazkur holda ilmiy xodim o'zini «muayyan to'lqinga» sozlaydi.

Keyingi shart bu – ilhomlanish. U ilmiy yondoshishga asoslanadi va informatsiyani ishlab chiqarish samarasini oshiradi.

Informatsiyani sifatli ishlab chiqishni ta'minlash uchun diqqat va fikrni bir joyga to'plash zarur. Ishlab chiqish jarayonida asab ko'zatuvchilar (shovqin, gaplashishlar, xususiy fikr va boshqalar) ni bartaraf etish zarur, chunki bular e'tiborni chalg'itadi va tezda toliqishga olib keladi.

Informatsiya ustida muvaffaqiyatli ishlashning muhim omili mehnat mustaqilligi hisoblanadi.

Adabiyotlarni o'rganishda qat'iyat va muntazamlik ancha muhim shartlardan hisoblanadi. Ayniqsa bu narsa murakkab va qiyin yangi matnni o'qishda zarurdir. Materialni to'liq tushunishga erishish uchun o'qish va qayta o'qishga to'g'ri keladi.

Axborotni ishlab chiqish samaradorligi aqliy ishlay olish qobiliyatiga bog'liq. Uning oshishi uchun to'g'ri ish tartibi muhim shart hisoblanadi. 1-2 soatlik aqliy mehnatdan so'ng 5-7 daqiqa tanafus qilish, jismoniy mashqlarni bajarish, chuqur kuchli nafas olish va boshqalarni bajarish tavsiya etiladi. Bu markaziy nerv sistemasini rag'batlantiradi va ishlash qobiliyatini oshiradi.

Ilmiy – texnikaviy axborotni ishlab chiqishda kuchirma, annotatsiya va konspektlar qo'llaniladi.

Kuchirma – axborot ayrim qismlarining qisqa (yoki to'liq) mazmuni. Ularning qiymati juda yuqori, chunki ular kichik hajmda ko'pgina informatsiya to'plashga imkon beradi va keyingi ijodiy ish uchun asos hisoblanadi.

Annotatsiya – birinchi manba informatsiyasining qisqacha mazmuni. Ular yordamida matnni xotirada tezda tiklash mumkin bo'ladi.

Konspekt – u yoki bu birinchi manbadagi informatsiya mazmunining to'liq bayoni. U mazmunga ko'ra to'liq hamda hajmga ko'ra iloji boricha qisqa bo'lishi kerak. Konspektni o'z so'zlari bilan tuzish kerak, bu o'qilganni anglash va tahlil etishni talab qiladi va shu bilan ijodiy ishga katta foyda keltiradi.

Ishlanayotgan informatsiyani eslab qolishning turli usullari mavjud: mexanik, mazmuniy, ixtiyoriy, g'ayriixtiyoriy.

Mexanik usul o'qilganni ko'plab takrorlash va qayta o'qishga asoslangan. Mazkur holda eslab qolinayotgan informatsiya ayrim unsurlari o'rtasidagi mantiqiy bog'liqlik bo'lmaydi. Shuning uchun u kam samarali va asosan sana, formula, chet so'zlar va hokazolarni eslab qolish uchun qo'llanadi.

Ma'noviy usul ishlanayotgan informatsiya ayrim unsurlari o'rtasidagi

mantiqiy bog‘liqlikni eslab qolishga asoslangan. O‘qishda ayrim unsurlarnigina emas, balki yaxshi matnni, uning mazmuni va ahamiyatini tushunish zarur. Esrab qolishning bu usuli mantiqiy – ma’noviy hisoblanadi, buning natijasida u mexanik usuldan ko‘p marta samaraliroqdir.

Ixtiyoriy usulda eslab qolish turli assotsiatsiya qonunlari bilan bog‘liq bo‘lgan mexanik yo‘llarga asoslanadi.

G‘ayriixtiyoriy usul o‘qish jarayonida hissiyotga ko‘ra yuzaga kelgan emotsiya bilan bog‘liq matnning u yoki bu parchasini tasodifan eslab qolishga asoslangan.

Shuni ta’kidlash joizki, ishlanayotgan informatsiyani eslab qolishning universal usuli yo‘q. Amalda, ko‘pincha, usullar majmuidan informatsiyaning u yoki bu qismi tavsifiga bog‘liq holda foydalaniladi.

Tahlil jarayonida ham informatsiya manbaini, ham ulardagi informatsiyani tasniflash va sistemalashtirish zarur. Manbalarni ikki hil sistemalashtirish mumkin: xronologik tartibda va mavzu bo‘yicha.

Birinchi holda barcha informatsiya mavzu bo‘yicha ilmiy bosqichga kura sistemalashtiriladi, bular uchun sifat saqlashlari xosdir. Keyin har bir bosqichda tegishli manbalar e’tibor bilan tanqidiy tahlil qilinadi. Buning uchun yuqori darajada eruditsiya va bilimga ega bo‘lish zarurdir.

Ikkinchi holi (mavzuli tahlil) da informatsiyaning butun hajmi ishlab chiqilayotgan mavzu masalalari bo‘yicha sistemalashtiriladi. Bunda katta e’tibor ilmiy – texnikaviy informatsiya so‘ngi nashrga qaratiladi, ularda mazkur masala tadqiqoti yakuni keltirilgan bo‘lishi mumkin. Keyinchalik tanlov asosida alohida qiziqish tug‘dirgan boshqa manbalar tahlil etiladi.

Informatsiyani tahlil etishning ikkinchi talqini sodda va kam vaqt talab qiladi. Shu bilan birga mazkur talqin bo‘yicha mavzuning tuliq bo‘lmagan informatsiya hajmi tahlil etiladi.

Ishlab chiqish (o‘rganish, eslab qolish va tahlil) natijalari bo‘yicha ilmiy – texnikaviy informatsiya belgilanadi:

- dolzarblik va mavzuning yangiligi;
- mavzu bo'yicha nazariy va tajribaviy tadqiqotlar sohasidagi so'nggi yutuqlar;
- ilmiy - tadqiqotning maqsad va vazifalari;
- mavzu bo'yicha ishlab chiqarish tavsiyalari;
- ilmiy ishlanmalarning texnikaviy, iqtisodiy va ekologik maqsadga muvofiqligi.

1.6. Ilmiy tadqiqot ishlari to'g'risidagi hisobotlarni rasmiylashtirish

Ilmiy tadqiqot ishlari tug'risidagi hisobotlarni rasmiylashtirish umumiy talablari, shakli va qoidalari qabul qilingan mezonlarda belgilangan.

Ilmiy tadqiqot ishlari hisobotlariga qo'yidagi 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.

Ilmiy tadqiqot ishlari haqidagi hisobot qo'yidagilarni o'z ichiga oladi:

- bosh varaq;
- bajarilgan ishlarning qisqacha mazmunli bajaruvchilar ro'yxati;
- referat;
- mundarija;
- qisqartmalar, belgilar va maxsus terminlar ro'yxati, zarur holda ularga tushuntirish beriladi;

- asosiy qism;
- adabiyotlar ro'yxati;
- ilova.

Referat o'tkazilgan ilmiy tadqiqot ishlari 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 qo'yidagilarni 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 110-120 bosma belgi. Hisobotning asosiy qismi qo'yidagi bo'limlarni o'z ichiga oladi:

- kirish;
- analitik sharx (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 muammoning 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 sharxda tadqiqotni metodikasi va hal etish vositalari bo'yicha adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlar, ilmiy tadqiqot ishlari 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. Ilmiy tadqiqot ishni tanlangan yoʻnalishi va ishchi gipoteza ilmiy tadqiqot ishlarini oʻtkazish aniq shartlarini hisobga olgan holda analitik sharxda mavjud boʻlgan tavsiyalarga asoslanishi kerak. Ilmiy tadqiqot ishlarining tanlangan yoʻlini asoslash ishning maqsadga muvofiqligi (yoki zarurligi)ni asoslash bilan almashtirmasligi kerak. Ilmiy tadqiqot ishlarida tanlangan yoʻnalishi tegishli topshiriqlar bilan asoslanmasligi lozim.

Bajarilgan ish metodikasi, mazmuni va natijalarni ifodalovchi hisobotning qismlari barcha oraliq va yakuniy natijalar, shu jumladan salbiylari bilan birgalikda toʻla va tadrijiy tarzda bayon etilishi kerak.

Tadqiqot metodikasi tadqiqot oʻtkazish metodologiyasini tanlashni asoslanishini, bunda foydalanilayotgan yoxud ishlab chiqilayotgan texnikaviy vositalar, matematik yoxud tadqiqot natijalarini ishlab chiqishning boshqa metodini asoslangan informatsiyaning tegishli manbaiga havola qilingan holda oʻz ichiga olishi kerak.

Mazmun va bajarilgan ish natijalari qismida qoʻyidagilar koʻrsatilishi lozim: maqsad, muayyan eksperimentlar programmasining, ular mohiyatining tavsifi; olingan maʼlumotlar aniqligi va ishonchligi baholanishi hamda nazariy maʼlumotlar bilan taqqoslanishi. Bunday taqqoslash boʻlmaganda u hol asoslanishi kerak. Olingan natijalar taʼkidlanishi va ularni qoʻllanilish imkoniyati tavsiflanishi zarur.

Ilovada asosiy matnga qoʻshilganda koʻp joyni egallaydigan qoʻshimcha materiallar beriladi. Qoʻyidagilar ana shunday materiallar hisoblanadi:

- oraliq matematik qisirmalar va hisob - kitoblar;
- yordamchi raqamli maʼlumotlar jadvali;
- sinov bayoni va hujjatlari;
- eksperiment oʻtkazishda qoʻllanilgan apparatlar va priborlar tavsifi, oʻlchashlar va sinashlar;
- joriy texnikaviy yechimlar yoʻriqnomasi, metodikasi, tavsifi, qoʻshimcha tarzdagi tasvirlar va h.k.

Matn qismi, tasvirlar, jadval va formulalar ilmiy tadqiqot ishi haqidagi hisobotni rasmiylashtirish qoidalariga bo‘lgan meyoriy 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 boshqalar) 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, «2.01 - rasm» (ikkinchi bob, birinchi rasm).

Hisobot matnida rasmga havola qilinganda uning aniq tartib raqamini ko‘rsatish kerak, masalan «2.01 - rasm», «2.02 - rasm». Ayni bir rasmga takror havolaga yo‘l qo‘yiladi. Bunda havola qisqartma so‘z «qrng» bilan beriladi, masalan, «qrng. 2.01 - rasm», «qrng. 3.02 - rasm».

Rasmlar ularga matnda havola qilingandan so‘ng hisobot tekstida ketma-ket joylashtiriladi. Rasmlarni shunday joylashtirish kerakki ularni hisobotni varaqlamay ko‘rish mumkin bo‘lsin. Agar rasmlarni bunday joylashtirish imkoni bo‘lmasa, ularni shunday joylashtirish lozimki, toki hisobotni soat strelkasi bo‘ylab aylantirish mumkin bo‘lsin. Hisobotda A₄ formati hajmidan 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 shriftida bajariladi. Hisobotlardagi ilmiy tadqiqotning raqamli materiallari jadval tarzida

joylashtiriladi. Har bir jadval tavsifiy sarlavhaga ega bo'lishi kerak. Jadval yuqorisida «jadval» va uning tartib raqami 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. Eksplikatsiyalarda simvollar va raqamli koeffitsiyentlar 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 qo'yidagi 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, ilmiy tadqiqot ishlari hisobotlari, deponentlangan materiallar, kataloglar va boshqa materiallar haqidagi ma'lumot OAKning 1985 yil 5 - sonida e'lon qilingan talablarga muvofiq rasmiylashtiriladi.

Rezyume. Ilmiy tadqiqot ishlari to'g'risidagi hisobotlarni rasmiylashtirish qabul qilingan mezonlarga muvofiq amalga oshiriladi. Hisobotlar o'z ichiga

qo‘yidagilarni 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 oraliqva yakuniy natijalar, shu jumladan salbiylari bilan birga bayon etilishi kerak.

1.7. Ilmiy materiallarni nashrga tayyorlash

Ilmiy materiallarni nashr qilish - ilmiy xodim, ilmiy muassasa yoki korxonaga 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 qo‘yidagi ko‘rinishda e‘lon qilinishi mumkin:

- *monografiya;*
- *vaqtli jurnaldagi maqola;*
- *oliy o‘quv yurti, ilmiy tadqiqot ishlari asarlari to‘plamidagi, xalqaro, soha va boshqa xil konferensiyalar to‘plamidagi maqola;*
- *rasmiy kengash va konferensiyalarning dokladi tezisi;*
- *reformativ jurnallardagi maqola;*
- *davlat qaydnomasiga ega ilmiy tadqiqot ishlari bo‘yicha hisobotlar;*
- *kashfiyot va ochilgan yangilikka patentlar;*
- *respublika ilmiy - texnikaviy kutubxonalarda deponentlangan ishlar;*
- *gazetadagi maqolalar.*

Ilmiy materiallarni nashrga tayyorlash o‘z ichiga qo‘yidagi 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 qo‘yidagilarni o‘z ichiga oladi:

- *qog‘oz va uning hajmiga bo‘lgan talab;*
- *chap, o‘ng tomondan, 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.

II - BOB. TEXNOLOGIK JARAYONLARNI MATEMATIK KO'RINISHDA IFODALASH

2.1. Matematika modellar haqida asosiy tushunchalar

«Model» lotincha modulus soʻzidan olingan boʻlib biror obyekt yoki obyektlar tizimining obrazi yoki namunasidir. Modelashtirish bu biror “*A*” obyektini boshqa “*B*” obyekt bilan almashtirishdir. Bu yerda “*A*” obyekt original yoki modellashtirish obyekt, uni almashtiruvchi “*B*” esa model deyiladi. Boshqa soʻz bilan aytganda model-bu asil obyektning unga almashtirilgan shunday obyektidir, u asil obyektning ayrim xossalarni oʻrganishni taʼminlab beradi. Masalan, yerni modeli - globus, osmon va undagi yulduzlar model-planetalar ekani, pasportdagi soʻratni shu pasport egasining modeli deb qarash mumkin.

Model sifatida uning muhim hususiyatlarini, u boʻysinadigan qonuniyatlar, uning tarkibiy qismlarni orasidagi bogʻliqlik va buni matematik shakilda aks etiradigan obyektning “ekvivalenti” tushiniladi.

Modellash bu biror “*A*” obyektini boshqa obyekt bilan almashtirishdir. Modellashtirishdan maqsad tashqi muhit va oʻzaro aloqada boʻlgan obyektlar haqidagi maʼlumotlarni olish, ishlatish, tasvirlash va qayta ishlashdir. Bu yerda model esa obyekt holati, xossalari va qonuniyatlarini oʻrganish uchun vosita sifatida ishtirok etadi.

Barcha modellarni ikki sinfga ajratish mumkin:

1 Moddiy (fizik);

2 Ideal.

Ideal modellarni esa quyidagilarga ajratish mumkin:

1 Aniq (grafikli);

2 Belgili;

3 Matematik.

Moddiy tabiiy model-bu real obyekt, jarayon va tizimlar bo‘lib, ular ustida har xil ilmiy, texnik va ishlab chiqarish tajribalari o‘tkaziladi. Moddiy fizik model-maketlar, original fizik xossasining nusxalaridir (kinematik, dinamik, gidravlik, issiqlik, elektrik, yorug‘lik modellari).

Ideal aniq model - sxemalar, kartalar, chizmalar, grafiklar, analog, strukturali va geometrik modellardir.

Ideal belgili model bu simvollar, alfavit, dasturlash tili, tartiblangan yozuv, topologik yozuv, tarmoqli tasviflashdir.

Ideal matematik model - analitik, funksional, imitatsion, kombinerlashgan modellardir.

To‘qimachilik, paxtachilik va yengil sanoat texnologik jarayonlari murakkab jarayonlar bo‘lib, ular bir-biri bilan bog‘langan ko‘p faktorlarning o‘zgarishlariga bog‘liqdir. Shuning uchun bu jarayonlarni ilmiy tadqiqot qilish matematik modellar asosida amalga oshiriladi.

Umumiy holda matematik modellarni quyidagi ko‘rinishda ifodalash mumkin:

$$Y = F(X)$$

bu yerda: $Y(y_1, y_2, \dots, y_k)$ - chiquvchi faktorlar bo‘lib, jarayonning o‘rganilayotgan xususiyatlari,

$X(x_1, x_2, \dots, x_k)$ - kiruvchi faktorlar bo‘lib, jarayonga ta’sir etuvchi parametrlari,

F - operator (funksiya) bo‘lib chiquvchi faktorni kiruvchi faktorlarga nisbatan bog‘lanishini ifodalaydi.

Matematik model ko‘rilayotgan texnologik jarayonni adekvatligini ifodalaydi, agarda berilgan aniqlikda jarayonni o‘zgarishini aniqlasa.

Matematik modelashtirish intellektual yadrosini «model-algoritm-dastur» uchligi tashkil etadi.

Matematik modellashtirish barcha modellar ichida eng universal modelashtirishdan biri bo'lib, fizik modelni tuzmasdan turib, obyekt holati to'g'risidagi ma'lumotlarni olish imkonini beradi va eng effektiv eng qimmatlidir. Matematik modellashtirish real obyekt, jarayon yoki sistemani matematik modelga almashtirish yo'li bilan o'rganadigan, hamda kompyuter yordamida tajriba tadqiqotlarni o'tkazish uchun qulay vositadir.

Matematik model real obyekt, jarayon yoki tizimning matematik terminlarda ifodalangan va uning mavjud belgilarini ifodalovchi unga taqriban yaqin bo'lgan nusxasidir. Modelning taqribiylik xarakteri turli ko'rinishda namoyon bo'lishi mumkin. Masalan, tajriba o'tkazish mobaynida foydalangan asboblarning aniqligi, olinayotgan natijaning aniqligiga ta'sir etadi. Matematik model mantiqiy matematik konstruksiyalar yordamida sanoqli formada obyekt, jarayon yoki tizimning asosiy xossalarini ifodalaydi, bundan tashqari uning paramentlarini, ichki va tashqi aloqallarni ham tasvirlaydi.

Matematik modelni qurish prinsip quyidagilarga asoslanadi:

1. Analitik;
2. Imitatsion.

Analitik modelda real obyekt, jarayon yoki sistemalar aniq funksional bog'lanishlar ko'rinishda yoziladi. Analitik model matematik muammoga bog'liq ravishda quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Tenglama (algebraik, transsendent, differensial, integral).
2. Approksimatsiya masalalari (interpolyatsiya, ekstrapolyatsiya, sonli integrallash va differensiallash).
3. Optimallashtirish masalalari.
4. Stoxastik muommolari.

Obyekt, jarayon yoki tizimni modellashtirishda uning murakkabligi ko'p hollarda analitik modelni qurishda qiyin muommolarni keltirib chiqaradi. Bunday hollarda tadqiqotchi imitatsion modellashtirishni ishlatishga majbur bo'ladi.

Xususiyati bo'yicha modellar **ehtimolli (Stoxastik)** yoki **determinlashgan**

modellar bo‘lishi mumkin. Ehtimolli quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

a) Agar chiquvchi faktor tasodifiy, kiruvchi faktor esa tasodifiy bo‘lmasa, bunday modellarga regression modellar deyiladi. Regression modellar tajriba natijalarini qayta ishlash natijasida qurilib, algebraik funksiyalarni turli xillaridan foydalaniladi.

b) Agar kiruvchi va chiquvchi parametrlar ma’lum bir qonuniyat bo‘yicha o‘zgaruvchi tasodifiy miqdorlarni ifodalasa, bunday modellarga korrelyatsion modellar deyiladi. Masalan, chiquvchi parametrlarning o‘rtacha qiymatlari bo‘yicha qurilgan matematik modellar.

Determinallashgan modellarda kiruvchi parametrlarning tasodifiy xususiyatlari inobatga olinmaydi, chiquvchi parametr esa operator va faktorlar orqali bir qiymatli aniqlanadi. Bu modellarni qurishda algebraik, Differensial, integral va boshqa tenglamalardan foydalaniladi. Determinallashgan modelda har xil tasodifiy ta’sirlar yo‘q, model elementlari (o‘zgaruvchilar, matematik bog‘lanishlar) yetarlicha aniq qo‘yilgan va sistema holatini aniq ifodalash mumkin deb faraz qilinadi.

Stoxastik model o‘rganilayotgan obyekt va sistemada tasodifiy xarakterdagi jarayonlarni hisobga oladi va ularda ehtimollar nazariyasi va matematik statistika usullaridan foydalaniladi.

Kiritiladigan ma’lumotlar turiga qarab modellar quyidagilarga bo‘linadi:

1. Uzluksiz

2. Diskret

Agar ma’lumotlar va parametrlar uzluksiz bo‘lib, matematik aloqalar (bog‘lanishlar) turg‘un bo‘lsa, u holda matematik model uzluksiz bo‘ladi.

Agar ma’lumotlar va parametrlar diskret bo‘lib, matematik aloqalar (bog‘lanishlar) turg‘un bo‘lsa, u holda matematik model diskret bo‘ladi.

Vaqtni hisobga olgan holda model holati bo‘yicha modellar quyidagilarga bo‘linadi:

1. Statistik

2. Dinamik.

Agar kiruvchi parametrlar X yoki funksiya F argumentlarga bog'liq bo'lmasa, bunday model statistik model, aks holda, ya'ni, argumentlarga bog'liq bo'lsa, dinamik model deyiladi. Statistik modellar algebraik tenglamalar sistemasi ko'rinishida berilsa, bitta argumentga bog'liq bo'lgan dinamik modellar oddiy Differensial tenglamalar ko'rinishida, ko'p argumentli dinamik modellar esa xususiy hosilali Differensial tenglamalar ko'rinishida beriladi.

Statistik modellar ma'lum bir vaqt ichida obyekt, jarayon yoki sistema holatini ifodalaydi. Dinamik modellar obyekt jarayon yoki sistema holatini vaqt bo'yicha aks ettiradi.

Modelning chiziqlilik xossasi. Matematik model **chiziqli** deyiladi, agarda funksiya chiziqli bo'lsa:

$$F(x + \Delta x) = F(x) + F(\Delta x)$$

aks holda model **chiziqli emas** deyiladi.

Masalan:

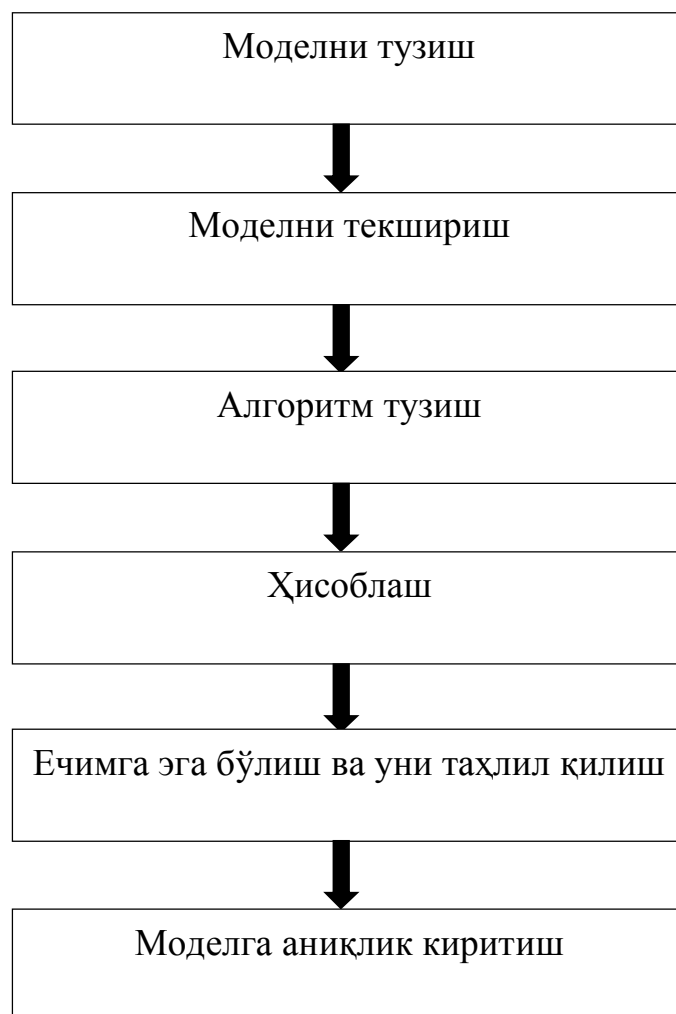
$$Y_R = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_ix_i + \dots + b_mx_m$$

- chiziqli model,

$$Y_R = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_ix_i + \dots + b_mx_m + b_{12}x_1x_2 + \dots + b_{ij}x_ix_j + \dots + b_{m-1,m}x_{m-1}x_m$$

- chiziqsiz modelga misol bo'la oladi.

Matematik modellarni bajarish ketma – ketligi va matematik model tuzish bosqichlari quyidagi sxemada keltirilgan:



Shunday qilib, modellashtirishning asosiy mazmunini obyektни dastlabki o‘rganish, asosiy modelni tajriba orqali va nazariy tahlil qilish, natijalarni obyekt haqidagi ma’lumotlar bilan taqoslash, modelni uzatish va shu kabilar tashkil etadi.

2.2. Modellarni qurish usullari

Ma’lumki matematik modellar nazariy (anatlitik), tajribaviy va nazariy-tajribaviy usullar yordamida qurilishi mumkin.

Nazariy usullar fizika, mexanika qonuniyatlariga asoslansa, tajribaviy usul esa tajriba natijalarini bevosita qayta ishlash natijasida amalga oshiriladi.

Matematik modellarini tajribaviy usulda qurilishi “passiv” va “aktiv” tajriba ko‘rinishida bo‘lishi mumkin. “Passiv” tajribada texnologik jarayon to‘g‘risidagi

ma'lumotlar ko'rilayotgan obyektning normal holatda ishlash vaqtidagi natijalardan foydalaniladi.

“Aktiv” tajribada esa kiruvchi faktorlarni qiymatlarini planlashtirish matritsasi yordamida o'zgartirib har xil natijalar olinadi va tajriba natijalarini qayta ishlash natijasida modellar quriladi.

Ilmiy izlanish olib borilayotganda chiquvchi va kiruvchi parametrlari tanlab olish katta ahamiyatga egadir. Chiquvchi parametrlar sifatida, odatda izlanish obyektini va olinayotgan mahsulotni sifatini xarakterlovchi texnik-texnologik ko'rsatgichlar (fizikaviy, mexanikaviy, fizik-kimyoviy), texnik-iqtisodiy (ish unumdorligi, chidamligi, uzoq ishlashi), iqtisodiy (mashinalarning ish unumdorligi, foyda, xarajatlar), statistik ko'rsatgichlar (dispersiya, variatsiya koeffitsiyenti va h.) olinadi.

Kiruvchi parametrlar esa izlanish obyektini sifat va miqdoriy ko'rsatgichlarini ifodalab, texnologik jarayonga ta'sir etuvchi o'zgaruvchi faktorlardir.

Agar tajriba bitta kiruvchi parametr asosida olib borilsa bir faktorli eksperiment, ikki va undan ortiq kiruvchi parametrlar asosida o'tkazilsa ko'p faktorli eksperiment deyiladi.

Ko'p faktorli tajribada faktorlar bir-biriga bog'liq bo'lmasligi va o'zaro birgalikda bo'lishligi kerak.

Kiruvchi parametrlarning o'zgarish oralig'ini to'g'ri aniqlash ham katta ahamiyatga egadir:

$$(X_{imin} \leq X_i \leq X_{imax})$$

Bunda jarayonning fizik xususiyatlariga va oldin olib borilgan ilmiy izlanishlarga asoslanadi.

Nazariy usullarda qurilgan modellar ko'p hollarda hisobiy formulalar, algebraik tenglamalar, algebraik tenglamalar sistemasi, oddiy differensial tenglamalar, xususiy hosilali differensial tenglamalar va ularning sistemalari va boshqa ko'rinishlarida bo'lishi mumkin.

2.3. Optimizatsiya masalasi

Ko'p hollarda matematik modellar optimizatsiya masalalari ko'rinishida bo'ladi. Optimizatsiya - biror shartlar asosida eng yaxshi natijalar olinishining maqsadli yo'nalishidir.

Masalani umumiy ko'rinishi:

$$F(X, A, \xi, \delta) \rightarrow \max(\min)$$

quyidagi shartlar asosida

$$g_1(X, A, \xi, \delta) \geq 0$$

$$g_2(X, A, \xi, \delta) \geq 0$$

$$\dots\dots\dots$$
$$g_{k+1}(X, A, \xi, \delta) \geq 0$$

bu yerda: $F(X, A, \xi, \delta)$ - maqsadli funksiya;

$X(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - boshqariluvchi o'zgaruvchilar (temperatura, ish unumdorligi va h.k);

$A(A_1, A_2, \dots, A_s)$ - boshqarib bo'lmaydigan o'zgaruvchilar. Bular ish jarayonida o'z qiymatlarini o'zgartirmaydigan parametrlardir (mashinalarni geometrik o'lchamlari va h.k);

$\xi(\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_m)$ - tasodifiy o'zgaruvchilar. Bular texnologik jarayonda qiymatlari biror taqsimot qonuniga bo'ysinuvchi tasodifiy qiymatlarni qabul qiladi. Ularning aniq qiymatlari ma'lum emas. (Aralashmadagi tolalarning xarakteristikalarini, chiziqli zichligi, iplarni uzilishlar soni va h.k);

$\delta(\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_r)$ - aniqmas o'zgaruvchilar. Texnologik jarayonda qiymatlari aniq bo'lmagan o'zgaruvchilardir. (Keyingi yil hosilining iflosligi, yangi mahsulotga talab va h.k).

F va g larni ko'rinishiga qarab optimizatsiya masalalari xar xil bo'ladi:

1. Matematik programmalashtirish masalalari:

$$\begin{aligned} F(X, A) &\rightarrow \min(\max) \\ g_i(X, A) &\geq 0 \quad \overline{i = l, k} \\ g_i(X, A) &= 0 \quad \overline{i = k + l, n} \end{aligned}$$

2. Parametrik programmalash masalalari:

$$\begin{aligned} F(X, A(t)) &\rightarrow \min(\max) \\ g_i(X, A(t)) &\geq 0 \quad \overline{i = l, k} \\ g_i(X, A(t)) &= 0 \quad \overline{i = k + l, n} \end{aligned}$$

$A(t)$ - vaqtga bog'liq bo'lgan ma'lum funksiya.

3. Stoxastik programmalash masalalari. Modellarda tasodifiy o'zgaruvchilar (ξ) qatnashadi.

4. Statistika o'yinlar masalalari. Bu masalalarda qiymatlari aniq bo'lmagan (δ) o'zgaruvchilar qatnashadi.

Ko'p hollarda optimizatsiya masalalari yuqorida keltirilgan masalalarning kombinatsiyalaridan tashkil topgan bo'lishi mumkin.

2.4. Amaliy dastur paketlari yordamida masalalar yechish

2.4.1. *Mathcad* dasturi va uning imkoniyatlari. *Mathcad* – *Math Soft* firmasining mahsuloti bo'lib, u matematikaga, texnikaga va iqtisodiyot sohalariga tegishli turli xil hisoblarni kompyuterda bajarish imkonini beruvchi dasturlar paketidir. ***Mathcad*** muhiti formulalar, sonlar, grafiklar va matnlar bilan ishlash uchun foydalanuvchiga qulaylik yaratuvchi sodda grafik interfeys bilan ta'minlangan ko'plab vositalarni o'z ichiga oladi. Grafik interfeys – bu kompyuter ekranida joylashgan piktogrammalar, muloqot oynasi, menyu va boshqa vositalar yordamida foydalanuvchi bilan dastur o'rtasidagi o'zaro ta'sir usullari to'plamidir.

- **Mathcad** tarkibida turli xil murakkablikdagi ilmiy-texnik muammolarni sonli va analitik yechishga mo'ljallangan yuzlab operatorlar va mantiqiy funksiyalar mavjud.

Boshidanoq, **Mathcad** dasturi loyihachilari uni ilmiy-texnik hisoblar o'tkazishda qulay, sodda va shular bilan birgalikda keng imkoniyatlarga ega bo'lgan vosita sifatida yaratishni o'z oldilariga maqsad qilib olgan edilar. Ana shu maqsadga quyidagi muhim vazifalarni amalga oshirish orqali erishilgan:

- matematikada formulalar, belgilar qanday bo'lsa, shundayligicha yozish qoidasiga amal qilingan;

- barcha ma'lumotlar oshkor holda kompyuter ekranida aks ettiriladi, bosmaga chiqarilgan hujjatlar ekranda qanday ko'rinsa, qog'ozda ham shu holda ko'rinadi, ya'ni foydalanuvchi **WYSIWYG** (*What You See Is What You Get* – nimani ko'rayotgan bo'lsang shuni olasan) interfeys bilan ta'minlangan;

- ishni yengillashtirish uchun yaratilgan ko'plab instrumentlar panellaridan foydalanish mumkin;

- grafiklar qurish, integrallarni hisoblash, qatorlar yig'indisini topish va shular kabi nisbatan murakkab bo'lgan amallar ish hujjatida belgilangan joyni (qizil rangli «+» belgi turgan joydan boshlab) to'ldirish bilan bajariladi;

- taqribiy hisoblashlarni amalga oshirish uchun eng ishonchli, standart usullar (algoritmlar) tanlab olingan;

- tez-tez foydalanadigan protseduralar so'zlarning to'plami, ya'ni qulay «shpargalka»lar (*Quick Sheets*) ko'rinishida berilgan, ularning mazmunini foydalanuvchining ish hujjatiga «keltirib qo'yish» mumkin, bunday «shpargalka»lar soni 300 dan ortiq;

- foydalanuvchilar uchun ish davomida o'zining oddiy interfeysiga ega

va gipermatnli murojaatlar kabi obyektlar bilan ta'minlangan, tushunarli va mantiqan sodda tashkil etilgan «ma'lumot berish» tizimidan foydalanish imkoniyati yaratilgan. Bulardan tashqari ko'plab matematik va fizik o'zgarmaslar, foydali formulalarni o'zida mujassamlashtirgan «*Spravochnik*» mavjud va boshqalari.

Mathcad dasturi ikkita konfiguratsiyaga ega bo'lib, ulardan biri **Mathcad Professional** va ikkinchisi **Mathcad Standart** deb yuritiladi.

Mathcad Professional ikkinchisiga qaraganda ko'plab yangi vositalar va imkoniyatlarga egadir. **Mathcad Professional** tizimi imkoniyatlaridan foydalanib, quyida keltirilgan masalalarni hal qilish mumkin:

- haqiqiy sonlar, kompleks sonlar, o'lchov birligiga ega bo'lgan fizik miqdorlar qatnashgan hisoblarni bajarish;

- algebraik ifodalar ustida ayniy almashtirishlar bajarish, masalan qavslarni ochish, darajaga oshirish, o'xshash hadlarni ixchamlash, ko'paytuvchilarga ajratish, soddalashtirish, kasr ratsional ifodalarni oddiy kasrlar ko'rinishda yoyib yozish;

- elementar va maxsus funksiyalar ustida amallar bajarish, ularning ikki va uch o'lchovli grafiklarini dekart koordinatalar sistemasida qurish, qutb koordinatalar sistemasidan foydalanish, sath chiziqlari va vektor maydonini chizish;

- vektorlar va matritsalar bilan bo'ladigan turli xil amallar bajarish, masalan matritsa rangini aniqlash, matritsa determinantini hisoblash, teskari matritsani topish, matritsa ustun elementlarini uning satr elementlari bilan almashtirish (transponirlash), matritsaning xos son va xos vektorlarini topish (**Mathcadda** bunday amallarni bajarishga mo'ljallangan 20 dan ortiq mantiqiy funksiyalar va operatorlar mavjud);

- chiziqli va chiziqli bo'lmagan, tenglamalar hamda ularning

sistemasini sonli va analitik yechish, tengsizliklar va tengsizliklar sistemasini yechish;

- yig'indi va ko'paytmani hisoblash, differensiallashtirish (ixtiyoriy tartibli hosila va xususiy hosilalarni topish), aniqmas va aniq integrallarni hamda karrali integrallarni topish, limitlarni hisoblash;

- Furiye, Laplas va Z – almashtirishlar, funksiyalarni Furiye qatoriga yoyish;

- oddiy differensial tenglamalar va oddiy differensial tenglamalar sistemasi uchun Koshi masalasini yechish, chegaraviy masalalarni yechish, xususiy hosilali differensial tenglamalarni yechish (**Mathcad Professional** tarkibida bunday masalalarni yechishga mo'ljallangan 15 ga yaqin funksiyalar mavjud);

- korrelyatsion, regression, dispersion tahlil, kichik kvadratlar usuli, Monte-Karlo usuli, imitatsiya va shular kabi statistika va ehtimollar nazariyasiga doir masalalarni yechish (**Mathcad Professional** tarkibida bunday masalalarni yechishga mo'ljallangan 200 ga yaqin statistik funksiyalar mavjud), splaynlar bilan approksimatsiyalash, interpolatsion ko'phadlar qurish;

- optimallashtirish masalalari, shu jumladan turli xil chiziqli dasturlash masalalarini yechish, moliyaviy masalalarni yechish (**Mathcad Professional** tarkibida bunday masalalarni hal qilish tomon yo'naltirilgan o'nlab funksiyalar bor va yangilari yaratilmoqda). Bu ro'yxatni yanada davom ettirish mumkin edi, lekin biz shu yerda to'xtatamiz.

Misol tariqasida bularning ba'zi birlari bilan tanishib chiqamiz.

Algebraik tenglamalar sistemasini yechish uchun masalan *Given – Find* stardart funksiyalaridan foydalanishimiz mumkin. Buning uchun quyidagi amallar bajariladi:

1) berilgan tenglamalar sistemasini kiritiladi:

$$1.2 * x_1 + 2.8 * x_2 + 0.5 * x_3 = 3$$

$$3.2 * x_1 - 1.6 * x_2 - 0.3 * x_3 = 2.2$$

$$-0.2 * x_1 + 9.0 * x_2 + 0.5 * x_3 = 10.8$$

2) boshlang'ich yaqinlashishlar beriladi:

$$x_1 := 0 \quad x_2 := 0 \quad x_3 := 0$$

3) *Given* so'zi orqali tenglamalar sistemasini yoziladi

$$\textit{Given} \quad 1.2 * x_1 + 2.8 * x_2 + 0.5 * x_3 = 3$$

$$3.2 * x_1 - 1.6 * x_2 - 0.3 * x_3 = 2.2$$

$$-0.2 * x_1 + 9.0 * x_2 + 0.5 * x_3 = 10.8$$

4) yechim vektor nomi va *Find* funksiyasi kiritiladi

$$P2 := \textit{Find}(x_1, x_2, x_3)$$

va yechim olinadi

$$R2 = \begin{pmatrix} 0,99 \\ 1,482 \\ -4,674 \end{pmatrix}$$

Huddi shungdek, chiziqsiz tenglamalar sistemasini ham *Given – Find* funksiyalari orqali yechish mumkin.

Differensial tenglamalar va birinchi tartibli differensial tenglamalar sistemasini yechishga mo'ljallangan standart funksiyalar.

Ko'plab differensial tenglamalar va differensial tenglamalar sistemasining yechimlarini analitik (aniq, ya'ni funksiya ko'rinishida) topish mumkin. Qaralayotgan fizik jarayonni tahlil qilish, shular asosida ma'lum xulosalarga kelish uchun berilgan boshlang'ich ma'lumotlar va parametrlarning turli qiymatlarida olingan analitik yechimning sonli qiymatlarini topishga, ular asosida grafiklar qurishga ehtiyoj to'g'iladi. Bulardan tashqari shunday differensial tenglamalar va differensial

tenglamalar sistemasi mavjudki, ularning yechimini analitik ko‘rinishda topib bo‘lmaydi. Shuning uchun ham differensial tenglamalarni integrallashning taqribiy usullari keng tarqalgan.

Mathcad dasturi tarkibida birinchi tartibli oddiy differensial tenglamalar, yuqori tartibli oddiy differensial tenglamalar va birinchi tartibli oddiy differensial tenglamalar sistemasi uchun Koshi masalasini hamda chegaraviy masalalarni sonli yechishga mo‘ljallangan o‘ndan ortiq standart funksiyalar mavjud bo‘lib, ularning asosiylari quyida keltirilgan.

$Rkfixed(y, x1, x2, m, D)$ - bu funksiya birinchi tartibli oddiy differensial tenglama yoki birinchi tartibli n ta oddiy differensial tenglamalar sistemasi uchun Koshi masalasini berilgan kesmada to‘rtinchi tartibli Runge-Kutta usulini qo‘llab, integrallash qadami o‘zgarmas bo‘lgan hol uchun yechadi.

bu yerda: y - noma’lum fuksiyaning boshlang‘ich qiymatlari vektori;

$x1$ - argumentning boshlang‘ich qiymati;

$x2$ - argumentning oxirgi qiymati;

m - integrallash qadamlar soni;

D - tenglamalar sistemasini o‘ng tomoni (ustun vektor)

Olingan natijalardan shuni ta’kidlash lozimki, *Rkfixed* funksiyasi yordamida olingan sonli yechim m ta satr va $(n + 1)$ ta ustunga ega bo‘lgan matritsaning elementlari ko‘rinishda beriladi. Matritsaning birinchi ustuni argument x ning integrallash oralig‘iga tegishli qiymatlari, ya’ni $x_0, x_1, x_2, \dots, x_m$ integrallash nuqtalarini o‘z ichiga oladi. Birinchi ustunda $y_1(x)$ funksiyaning, ikkinchi ustunda $y_2(x)$ funksiyaning va hakoza oxirgi ustunda funksiyaning ya’ni funksiyaning x ning yuqoridagi qiymatlariga mos qiymatlari joylashgan bo‘ladi.

Agar diferensial tenglama birinchi tartibli bo‘lsa, olingan sonli yechim

ikkita ustunli matritsa elementlari shaklida ifodlanadi, nolinci ustunda argument x ning qiymatlari

$X_i = x_2 + I \cdot n$ lar ($h = \frac{x_2 - x_1}{m}$), birinchi ustunda esa shu qiymatlarga mos yechimining qiymatlari joy oladi ($I = 0, 1, \dots, m$).

$Rkadapt(y, x_1, x_2, m, D)$ - bu funksiya birinchi tartibli oddiy Differensial tenglama yoki birinchi tartibli p ta oddiy differensial tenglamalar sistemasi uchun Koshi masalasini berilgan kesmada to'rtinchi tartibli Runge-Kutta usulini qo'llab integrallash qadamini avtomatik tanlash yo'li bilan yechadi.

Chiziqli programmashtirish masalalarini yechish uchun *Given – Maximize* standart funksiyalaridan foydalanishimiz mumkin.

Masalan, quyidagi optimizatsiya masalasi berilgan bo'lsin:

$$f(x) := 40 * x_0 + 50 * x_1 + 30x_2 + 20 * x_3 \rightarrow \max$$

quyidagi shartlar asosida.

$$3x_1 + 5x_2 + 2x_3 + 7x_4 \leq 15$$

$$4x_1 + 3x_2 + 3x_3 + 5x_4 \leq 9$$

$$5x_1 + 6x_2 + 4x_3 + 8x_4 \leq 30$$

Optimal yechimni topish uchun quyidagi algoritmdan foydalanamiz:

1) Maqsadli funksiya kiritiladi

$$f(x) := 40 * x_0 + 50 * x_1 + 30x_2 + 20 * x_3$$

2) Shartdagi tengsizliklar sistemasini koeffitsiyentlari (matritsa ko'rinishida) va o'ng tomoni (vektor-ustun ko'rinishida) hamda ixtiyoriy bir o'zgaruvchini boshlang'ich qiymati nomlari bilan kiritiladi

$$M := \begin{pmatrix} 3 & 5 & 2 & 7 \\ 4 & 3 & 3 & 5 \\ 5 & 6 & 4 & 8 \end{pmatrix} \quad v := \begin{pmatrix} 15 \\ 19 \\ 20 \end{pmatrix} \quad x_3 := 0$$

3) *Given – Maximize* blok kiritiladi:

$$\text{Given } M * x \leq v \quad x \geq 0 \quad x_{opt} := \text{Mazimize}(f, x)$$

4) Natijada izlanayotgan yechim olinadi:

$$x_{opt} = \begin{pmatrix} 0 \\ 3 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad f(x_{opt}) = 150$$

2.4.2. *Maple* – 8 dasturidan foydalanish.

Maple matematik va injener-texnik hisoblashlarni o‘tkazishga mo‘ljallangan dasturlashning integrallashgan tizimi hisoblanadi. U formula, son, matn va grafika bilan ishlash uchun keng imkoniyatli tizimdir.

Paket foydalanish uchun ancha qulaydir. Uning interfeysi shunchalik qulay qilinganki, undan foydalanuvchi dastur varag‘i bilan xuddi qog‘oz varag‘i singari ishlaydi. Unga sonlar, formulalar, matematik ifodalar va hokozalarni yozadi.

Maple tizimi matn muharriri, kuchli hisoblash va grafik prosessoriga ega. Matn muharriri matnlarni kiritish va muharrirlash uchun ishlatiladi. Matnlar izohlardan iborat bo‘lib, unga kiritilgan matematik ifodalar bajarilmaydi. Matn so‘zlar, matematik ifoda va formulalar, maxsus belgilar va hokozalardan iborat bo‘lishi mumkin. *Maple*ning asosiy xususiyati matematikada umumiy qabul qilingan belgilarning ishlatilishidadir. Hisoblash prosessori keng imkoniyatga ega. U murakkab matematik formulalar bo‘yicha hisoblashlarni bajaradi. Ko‘plab matematik funksiyalarga ega bo‘lish bilan birga, qatorlar, yig‘indi, ko‘paytma, hosila va aniq integrallarni hisoblash, kompleks sonlar bilan ishlash, hamda chiziqli va chiziqsiz tenglamalarni yechish, vektor va matritsalar ustida amallar bajarish imkoniyatini yaratadi.

Maple dasturining oynasi barcha amaliy dasturlarning oynasi kabidir.

*Maple*ning ishchi maydoni 3 qismga bo‘linadi:

1. **Kiritish maydoni** – buyruqlar satridan tashkil topgan. Har bir buyruq satri > simvoli bilan boshlanadi;

2. **Chiqarish maydoni** – kiritilgan buyruqlarni qayta ishlangandan so‘ng hosil bo‘lgan ma’lumotlar (analitik ifodalar, grafiklar va xabarlar)ni o‘z ichiga oladi;
3. **Matnli izohlar maydoni** – ro‘y bergan hatoliklar yoki bajarilgan buyruqlarga izohlar, turli xarakterdagi xabarlar.

Buyruqlar satrini matnli rejimiga o‘tkazish uchun uskunalar panelidan sichqoncha yordamida T ni tanlaymiz.

Maple dasturi ham Windowsning barcha ilovalari kabi quyidagi elementlardan iborat:

- Sarlavha satri. Bu qatorda fayl nomi, sistemali tugmachalar joylashgan;
- MenY. Menyu bo‘limlari 8 ta bo‘lib, ular *Maple* dasturida ishlashni osonlashtiradi;
- Asboblari paneli. Foydalanuvchi uchun muhim va ko‘p foydalaniladigan buyruqlar uchun yorliqlar joylashtirilgan;
- Ishchi stol yoki *Maple* hujjati. *Maple*da yaratilgan hujjat kengaytmasi **.mw* bo‘lib hisoblanadi.

Dastur ishga tushirilgandan keyin quyidagi menyu hosil bo‘ladi:

- *File* – fayllar bilan ishlash va hujjatni chop etish.
- *Edit* – hujjatni tahrirlash buyruqlari va almashtirishlar buferi bilan ishlash.
- *View* – foydalanuvchi interfeysi ko‘rinishini boshqarish.
- *Insert* – o‘rnatish amallari.
- *Format* – formatlarni berish operatsiyalari.
- *Spreadsheets* - jadvallarni berish amallari.
- *Options* – parametrlarni berish.
- *Help* – ma’lumotlar muhiti bilan ishlash.
- *Window* – oynalarni boshqarish.

Matematik belgilarni kiritish paneli. Matematik belgilarni kiritish uchun *Palettes* paneli ro'yxatidan foydalaniladi. Bu ro'yxat *View* menyusida joylashgan. Ro'yxatda quyidagilar mavjud:

- *SYMBOL* - alohida belgilarni kiritish (grek harflar va ba'zi matematik belgilar);

- *FESSION*- matematik operatorlar va amallar shablonini kiritish;

- *MATRIX* – turli o'lchovdagi matrisalar shablonini kiritish;

- *VEKTOR* – turli o'lchovdagi vektorlar shablonini kiritish

Menyudan pastda joylashgan har bir tugmacha belgilar panelini ochish uchun ishlatiladi. Bu panellar operatorlar, grek harflari, grafiklar va boshqalarni o'rnatish uchun ishlatiladi.

Maple muhitining vositalar va shriftlar paneli. Tugmachalar majmuasidan pastda – vositalar paneli joylashgan. Menyuning ko'plab buyruqlarini tezroq ishga tushirish uchun vositalar panelining tugmachalarini bosish kerak bo'ladi. Har bir tugmachani bosish orqali nima amalga oshirilishini bilish uchun, uning belgisi ustiga sichqoncha ko'rsatkichi o'rnatilsa ma'lumot satri paydo bo'ladi.

- Bositalar panelining to'g'rima - to'g'ri pastida shriftlar paneli joylashgan. U tanlash shabloni va tugmachalardan iborat bo'lib, tenglamalarda va matnda shriftlar xarakteristikasini berish uchun ishlatiladi.

Oynaning o'ng tomonida vertikal aylantirish uskunasi joylashgan bo'lib, u joriy holatda ekranda ko'rinmay turgan ma'lumotlarni ko'rish imkonini beradi. Ekranning ko'rinib turgan sohasidan yuqori va pastki qismlarida nimalar borligini ko'rish uchun vertikal aylantirish uskunasining unga mos yo'nalish belgisiga sichqonchani qirsillatish yetarli bo'ladi.

Oynaning quyi qismda gorizontal aylantirish uskunasi joylashgan bo'lib, u joriy holatda ekranning ishchi sohasining chap yoki o'ng tomonida ko'rinmay turgan ma'lumotlarni ko'rish imkonini beradi. U vertikal aylantirish uskunasi kabi

ishlatiladi va undan farqi gorizontaal aylantirish uskunasi chapdan o'ngga yoki o'ngdan chapga yurgiziladi.

Maple muhitida ifodalar qiymatini hisoblash. **Maple** muhitida oddiy ifodalar, sonlar, arifmetik va mantiqiy amal belgilaridan iborat bo'ladi. **Maple** muhitida ham ifodalar xuddi dasturlash (Paskal, Basic) tillari kabi ostki hamda ustki indeksiz bitta satrga yoziladi.

Masalan: $(56.6 + 6.3 * 3.2)/(2.3^3 + 2^4)$.

Har qanday sonli ifodani qiymatini chiqarish uchun, klaviatura orqali standart matematik yozuvdan foydalanib kerakli ifoda teriladi va oxiriga (;) belgisi qo'yilib enter tugmachasi bosiladi. Oddiy ifodalarni qiymatlarini hisoblash uchun quyidagi sonlar va amal belgilaridan foydalaniladi:

- 1) raqamlar - 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
- 2) arifmetik amallar - +, -, *, /, ^ yoki **, !.
- 3) munosabat amallar - >, <, >=, <=, =, <>.
- 4) mantiqiy amallar – *and*, *or*, *not*.
- 5) maxsus belgilar – (,), [,], {, }, @, #, \$, &, %
- 6) *Pi* – π soni, *infinity* – cheksiz; *Gamma* – Eyler o'zgarmasi; *true*, *false* – mantiqiy o'zgarmlar.

Maple muhitida sonlar haqiqiy (real) va kompleks (*complex*) bo'ladi. Kompleks sonlarning algebraik ko'rinishi $z = x + iy$, buyruqlar satrida quyidagicha yoziladi:

> z: = x + i * y;

Mapleda sonlar tabiiy ravishda matematikadagi kabi butun (*integer*), ratsional, haqiqiy (*real*) va kompleks (*complex*) bo'lishi mumkin. Ularning ma'nolari bir xil, faqat yozilish qoidalariga aniq itoat qilish kerak. Ratsional sonlar 3 xil ko'rinishda tasvirlanadi:

1. Oddiy kasr ko'rinishidagi ratsional son, masalan: 25/28;
2. O'nli kasr ko'rinishidagi (float) ratsional son: 3.5621;

3. Daraja ko‘rinishidagi ratsional son: masalan, $2.301 \cdot 10^{18}$ son mapleda $2.301 \cdot 10^{(18)}$ ko‘rinishida yoziladi.

Mapleda amallar bo‘lim – bo‘lim asosida shakllantiriladi va kvadrat qavs bilan chegaralanadi. Buyruqlar [$>$] operatoridan so‘ng kiritiladi va natija ishchi stolning o‘rtasidan hosil bo‘ladi. Har bir buyruqdan so‘ng [$;$] belgisini qo‘yish shartdir. Mapleda hisoblashni amalga oshirish uchun [Enter] tugmasi yoki asboblar panelidan [$!$] belgisini bosish kerak. Masalan:

```
[ > 1+3;
                                     4
[ > 25*6-4;
                                     146
[ > sin(Pi);
                                     0
```

Mapleda Matematik funksiyalarni kiritishda qiynalsangiz, uning menyularidan foydalanish mumkin. Buning uchun [View]→[Palettes]→[$\text{Expression Palette}$] ketma-ketlik orqali [Expression] muloqot oynasi chiqariladi va ixtiyoriy matematik funksiya va amallarni joylashtirish mumkin. Turli matematik belgilar va grek harflarini yozish uchun [View]→[Palettes]→ [Symbol Palette] buyruqlar ketma-ketligidan foydalaniladi.

III - BOB. TASODIFIY MIQDORLAR SONLI XARAKTERISTIKALARI

3.1 Xatoliklar nazariyasi

Aniq sonlar biror kattalikning aniq qiymatini ifodalaydi. Taqribiy sonlar esa, biror kattalining aniq qiymatiga juda yaqin bo'lgan sonni ifodalaydi.

1-Ta'rif. *Taqribiy sonning absolyut xatoligi deb A va a orasidagi ayirmaning moduliga aytiladi.*

Absolyut xatolikni Δ deb belgilasak, u holda

$$\Delta = |A - a| \quad (1)$$

2-Ta'rif. *Taqribiy son a ning nisbiy xatoligi $\delta(a)$ deb, absolyut xatolik Δa ni, A ni moduliga nisbatiga aytiladi.*

$$\delta(a) = \frac{\Delta a}{|A|} \cdot 100\% \quad \delta(a) = \frac{\Delta a}{|a|} \quad (2)$$

1-misol. $a = 35,148 \pm 0,00074$ taqribiy sonning nisbiy xatoligi (foizlarda) topilsin.

Yechish. Bu yerda $\Delta a = 0,00074$; $A = 35,148$. U holda (2) ga asosan

$$\delta(a) = \frac{0,00074}{35,148} = 0,000022 \approx 0,003\%$$

Agarda nisbiy xatolik berilgan bo'lsa u holda absolyut xatolik quyidagicha topiladi:

$$\Delta a = \frac{\delta(a) \cdot |A|}{100\%}$$

2-misol. 300 gr. miqdordagi paxta namunasi tortildi. Agarda tarozining nisbiy xatoligi $\delta(a) = 5\%$ bo'lsa uning absolyut xatoligini toping.

Yechish. Bu yerda $\delta(a) = 5\%$, $a = 300$ gr

(2) formuladan

$$\Delta a = \frac{\delta(a) \cdot |a|}{100\%} = \frac{5\% \cdot 300}{100\%} = 15, \quad A = 300 \pm 15 \text{ gr.}$$

Taqribiy sonlar ustida amallar:

1. Taqribiy sonlarni qo'shganda yoki ayirganda ularning absolyut xatoliklari qo'shiladi

$$\Delta(a \pm b) = \Delta a + \Delta(b) \quad (3)$$

bu yerda a va b - taqribiy sonlar.

2. Taqribiy sonni taqribiy songa bo'lganda yoki ko'paytirganda ularning nisbiy xatoliklari qo'shiladi

$$\delta(a \cdot b) = \delta(a) + \delta(b) \quad (4)$$

$$\delta\left[\frac{a}{b}\right] = \delta(a) + \delta(b) \quad (5)$$

3. Taqribiy sonni darajaga oshirilganda, uning nisbiy xatoligi daraja ko'rsatkichga ko'paytiriladi:

$$\delta(a^n) = n\delta(a) \quad (6)$$

3-misol. $y = \left(\frac{a+b}{x^3}\right)^{\frac{1}{2}}$ ifodaning nisbiy xatoligini toping

$$\delta(y) = \frac{1}{2} (\delta(a+b) + 3\delta(x)) = \frac{1}{2} \left(\frac{\Delta a + \Delta b}{|a+b|} + 3 \frac{\Delta x}{|x|} \right)$$

Amaliyotda, ya'ni to'qimachilik, yengil va paxta sanoati muammolari bo'yicha olib borilayotgan ilmiy izlanishlarda:

agarda nisbiy xatolik $\delta(a) \leq 2\%$ bo'lsa, u holda bu aniqlangan qiymat yuqori aniqlikda topilgan.

agar $2\% \leq \delta(a) \leq 5\%$ bo'lsa o'rta aniqlikda topilgan,

agar $5\% \leq \delta(a) \leq 10\%$ bo'lsa past aniqlikda topilgan deb hisoblanadi.

Funksiya xatoligi: Faraz qilaylik. " a " bir o'zgaruvchili funksiya $y = f(x)$ ning argumenti " x " ning taqribiy qiymati bo'lsin. Δa – esa uning absolyut xatoligi. Bu funksiyaning absolyut xatoligi tarzida uning ortirmasi Δy ni olish mumkin. Ortirmaning esa differentsial bilan almashtirsak

$$\Delta y \approx dy$$

U holda

$$\Delta y = |f'(a)| \cdot \Delta a$$

Ushbu muloxazani ko'p o'zgaruvchili funksiyaga ham qo'llash mumkin. $U = f(x, y, z)$ funksiyasining argumentlari x, y, z lar uchun taqribiy qiymatlar a, b, c lar bo'lsin.

U holda

$$\Delta u = |f'_x(a, b, c)| \cdot \Delta a + |f'_y(a, b, c)| \cdot \Delta b + |f'_z(a, b, c)| \cdot \Delta c \quad (7)$$

bu yerda $\Delta a, \Delta b, \Delta c$ - argumentlar absolyut xatoligi, f'_x, f'_y, f'_z - mos ravishda x, y, z bo'yicha olingan xususiy hosilalar.

Nisbiy xatolik esa quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\delta(u) = \frac{\Delta u}{|f(a, b, c)|} \quad (8)$$

3.2. Matematika statistika elementlari

3.2.1. Statistika xarakteristikalar va ularni hisoblash

Statistik hisobning asosiy masalalardan biri parametrlar deb ataladigan va variatsiyon qatorining hususiyatlarini yetarli darajada ifodalab beradigan baholarni aniqlashdan iborat.

Statistik baholarni ikki gruppaga bo'lish mumkin. Birinchi gruppaga turli "o'rtacha qiymatlar": moda, mediana, arifmetik o'rtacha qiymat, geometrik o'rtacha qiymat kiradi. Ikkinchi gruppaga: absolyut o'rtacha farq, o'rtacha kvadratik farq, dispersiya, variatsiya va asimmetriya koeffitsiyentlari kiradi. Aytaylik bo'sh to'planning biror miqdoriy ko'rsatkichini baholash talab qilinsin. Nazariy mulohazalardan ana shu ko'rsatkichning taqsimotiga ega ekanligi ma'lum bo'lsin. Tabiiy ravishda bu taqsimotni aniqlaydigan parametrlarni baholash masalasi kelib chiqadi. Odatda kuzatish natijalari, ya'ni tanlanma qiymatlaridan boshqa ma'lumot bo'lmaydi.

Noma'lum parametrning **statistik yoki empirik bahosi** deb tasodifiy miqdorning kuzatilgan qiymatlari funksiyasiga aytiladi.

Ixtiyoriy hajmdagi tanlanma uchun matematik kutilmasi baholanayotgan parametrga teng bo'lgan statistik baho **siljimagan baho** deyiladi.

Matematik kutilmasi baholanayotgan parametrga teng bo'lmagan statistik baho **siljigan baho** deyiladi.

Eng kichik dispersiyaga ega bo'lgan statistik baho **effektiv baho** deyiladi.

Katta hajmdagi tanlanmalar bilan ish ko'rilganda bahoga asoslilik talabi qo'yiladi. $n \rightarrow \infty$ da baholanayotgan parametrga ehtimollik bo'yicha yaqinlashuvchi statistik baho **asosli baho** deyiladi.

Bitta kattalik bilan aniqlanadigan statistik baho **nuqtaviy baho** deyiladi.

Baholanayotgan parametрни qoplaydigan intervalning chegaralarini bildiruvchi ikki miqdoriy kattalik bilan aniqlanadigan statistik baho **interval baho** deyiladi.

3.2.2. Nuqtaviy baholar

Arifmetik o'rtacha qiymat. Arifmetik o'rtacha qiymatni oddiy va vazniy o'rtacha arifmetik qiymatga ajratiladi.

Masalan. 5-ta bir hil kattalikdagi yer uchastkasining har bir gektaridan 32, 28, 30, 31, 33 s. dan paxta hosili yig'ib olingan bo'lsin bu holda oddiy arifmetik o'rtacha qiymat bo'lib, $\frac{32+28+30+31+33}{5} = \frac{154}{5} = 30,8 N$ ga teng bo'ladi.

Umuman, agar "n" ta kuzatishda X miqdor uchun x_1, x_2, \dots, x_n qiymatlarni hosil qilgan bo'lsak, ularning ushbu

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1)$$

o'rtacha qiymat oddiy arifmetik o'rtacha qiymat bo'linadi.

Misol. Har bir gektor yerdan olingan paxta hosil taqsimoti (c. hisobida)

quyidagi bo'lsa $\frac{X_i}{n_i} \left| \begin{array}{c|c|c|c|c} 28 & 29 & 30 & 31 & 32 \\ \hline 2 & 5 & 8 & 4 & 3 \end{array} \right.$

Bu holda o'rtacha hosil - vazniy arifmetik o'rtacha qiymat bo'lib, ushbu

ko‘rinishda ifodalanadi: $\bar{X} = \frac{2 \cdot 28 + 5 \cdot 29 + 8 \cdot 30 + 4 \cdot 31 + 3 \cdot 32}{2 + 5 + 8 + 4 + 3} = \frac{661}{22} = 30,05$ c.

Tanlamaning o‘rta qiymati bosh to‘planning siljimgan bahosi bo‘lib xizmat qiladi. Umuman agar X miqdorning k - ta x_1, x_2, \dots, x_k qiymat mos tartibida n_1, n_2, \dots, n_k martadan kuzatilgan bo‘lsa, qiymatning umumiy ifodasi

$$\bar{X} = \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_k x_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k} \quad (2)$$

bu yerda: n_1, n_2, \dots, n_k -sonlar vaznlari deb ataladi. (2) tenglikni quyidagi ko‘rinishda yozish qulay:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i x_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (3)$$

Moda va Mediana. Tasviriy harakterdagi maxsus o‘rtacha ko‘rsatchiklar - moda va mediana statistik tajribada ko‘p qo‘laniladi. Bu o‘rtacha qiymat variatsion qatorida ma’lum o‘rin tutgan kuzatishlarning biri bilan ifodalaniladi va taqsimotning formasiga bog‘liq bo‘lmaydi.

a) moda deb eng katta chastotaga ega bo‘lgan variatsiyaga aytiladi. Misol: variantda X_i 1 4 7 9 chastota n_i 5 3 20 6 qator uchun moda 7 ga teng.

Uzluksiz variatsion qatorida moda, odatda variatsiyalar soni eng ko‘p bo‘lgan gruppada bo‘ladi. Bu gruppada moda gruppasi deyiladi. Eng ko‘p hisoblashda moda sifatida moda gruppaning o‘rtasini olish mumkin. Umuman, gruppada ichida kuzatishlar tekis taqsimlanmagan bo‘lishi mumkin, shuning uchun modaning qiymatini quyidagi formula bo‘yicha hisoblanganda yaxshiroq natijaga ega bo‘lish mumkin:

$$M_o = X_M + n \frac{n_M - n_{M-1}}{(n_M - n_{M-1}) + (n_M - n_{M+1})} \quad (4)$$

bu yerda x_{M-} -model gruppaning quyi chegarasi,

n – oralig‘i (kengligi),

n_M, n_{M-1}, n_{M+1} -model unga chap va o‘ngdan qo‘shni gruppalarining

takrorlanishlari.

Mediana M deb, varatsion qatorni variantlar son teng bo'lgan ikki qismga ajratadigan variantga aytiladi.

Agar variantlar soni toq ya'ni $n = 2k + 1$ bo'lsa, u holda $M_C = x_{k+1}$ bo'ladi
“ n ” juft, ya'ni $n = 2k$ da mediana $M_C = \frac{x_k + x_{k+1}}{2}$ teng bo'ladi.

Masalan. 1, 2, 3, 5, 6, 7 qator uchun mediana $(5+6):2=5,5$

Agar to'plamning hajmi katta bo'lsa, avval, uni gruppalariga ajratiladi va mediana quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$M_C = x_0 + n \frac{S_1 - S_2}{f} \quad (5)$$

bu yerda x_0 – kuzatishlar natijalarning yarmi joylashgan gruppning quyi chegarasi:

n – oraliqni qiymatini:

S_1 - qator umumiy sonning yarmi:

S_2 – mediana joylashgan gruppadan oldingi gruppning yig'ilgan takrorlanishi:

f – mediana joylashgan gruppning takrorlanishi.

To'plamning dispersiyasi: Arifmetik o'rtacha qiymat o'rganilayotgan to'plam uchun belgining qaysi qiymati eng xarakterli ekanini ko'rsatadi. Lekin uning o'zi to'plamni xarakterlash uchun hali yetarli emas, yani o'zgaruvchanlikning mavjudligi to'plamning asosiy hususiyatidir.

Shuning uchun bosh va tanlanma to'plam X son belgisining o'zining o'rtacha qiymati atrofida sochilishni harakterlash maqsadida yig'ma xarakteristika – bosh va tanlanma disperitsiyalar tushunchasi kiritiladi.

1. Bosh disperitsiya D_b deb bosh to'plam belgisi qiymatlarni ularni o'rtacha qiymati x_b dan chetlanishlari kvadratlarning o'rtacha arifmetik qiymatiga aytiladi. Agar N hajmli bosh to'plam belgisini barcha x_1, x_2, \dots, x_n qiymalari turlicha bo'lsa, u holda

$$D_b = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - x_b)^2}{N} \quad (6)$$

Agar belgining x_1, x_2, \dots, x_K - qiymatlarni mos ravishda N_1, \dots, N_K - chastotlarga ega shu bilan birga $N_1 + N_2 + \dots + N_K = N$ -bo'lsa u holda.

$$D_b = \frac{\sum_{i=1}^K N_i (x_i - x_b)^2}{N} \quad (7)$$

“Tuzatilgan” dispersiyasi bosh to‘plam dispersiyasining siljimagan bahosi bo‘lib xizmat qiladi:

$$S^2 = \frac{n}{n-1} D_T = \frac{n}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 = \frac{n}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2 \cdot n_i$$

$M(S^2) = D_T$ bo‘lgani uchun bu siljimagan bahodir.

Tanlama dispersiyani hisoblaganda quyidagi foydalanish qulay:

$$D_T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^2 - \bar{X}^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot n_i - \bar{X}^2$$

Bosh to‘plam belgisi qiymatlarini uning o‘rtacha qiymati atrofida sochilishni xarakterlash uchun dispersiyadan tashqari yig‘ma xarakteristika-o‘rtacha kvadratik chetlanishdan foydalaniladi.

O‘rtacha kvadratik bosh chetlanish deb bosh dispersiyadan olingan kvadrat ildizga aytiladi.

$$\sigma_b = \sqrt{D_b} \quad (8)$$

“Tuzatilgan” o‘rtacha kvadratik chetlashish tanlama “tuzatilgan” dispersiyasidan olingan kvadrat ildizi bilan aniqlanadi:

$$S = \sqrt{\frac{n}{n-1} D_T} .$$

O‘rtacha absolyut chetlanish. Variyatsiya (o‘zgaruvchanlik) va assimetriya koeffitsiyentlari: O‘rtacha absolyut chetlanish Q deb absolyut chetlanishlarning o‘rtacha arifmetik qiymatiga aytiladi:

$$Q = \frac{\sum n_i |X_i - X_T|}{\sum n_i} \quad (9)$$

Foizlarda ifodalangan quyidagi miqdorga variatsiya koeffitsiyenti deb

ataladi:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\% \quad (10)$$

Arifmetik o'rtacha qiymat va o'rtacha kvadratik farq variatsiyon qatorning muhim xarakteristikalaridir. Lekin ular variyantlarning o'rtacha qiymatga nisbatan gruppalariga qanday taqsimlanishi haqida hech qanday ma'lumot bermaydi.

Variatsiyon qatorlarda variantlar gruppalariga arifmetik o'rtacha qiymatning ikkala tomonida yetarli darajada tekis taqsimlanadi: simmetrik taqsimotlarning moda, mediana va arifmetik o'rtacha qiymatlari bir-biriga teng, ya'ni bunday hollarda $M_0 = M_C = X$ tenglik o'rinli bo'ladi. Ammo statistik praktikada assimetrik deyiladigan (ya'ni nosimmetrik bo'lgan) taqsimotlar ham uchrab turadi.

Assimetrik koeffitsiyenti deb uchinchi tartibli o'rta qiymatining o'rta kvadratik chetlanishning kubiga nisbatiga aytiladi.

$$A_s = \frac{m_3}{\sigma^3} \quad (11)$$

bu yerda: $m_3 = \frac{\sum_{i=1}^n n_i (x_i - \bar{x})^3}{\sum_{i=1}^n n_i}$ - simmetrik taqsimotlarda assimetriya koeffitsiyenti

nolga teng.

Agar $A_3 \leq 0,25$ bo'lsa, assimetriya ham deb hisoblanadi. $A_3 \geq 0,5$ taqsimotning assimetrlikligi ko'p bo'ladi.

3.3. Taqsimot noma'lum parametrlarining interval baholari

Yuqorida ko'rib chiqilgan baholarning hammasi nuqtaviy baholar edi. Kichik hajmdagi tanlanmalarda nuqtaviy baholar, baholanayotgan parametrdan sezilarli farq qilishi mumkin. Shu sababli tanlanma hajmi kichik bo'lganida

bahoning aniqligi va ishonchliligini yaxshiroq ta'minlaydigan interval baholardan foydalanish o'rinlidir.

Interval baholar intervalning chegaralarini bildiruvchi ikkita miqdor bilan aniqlanadi.

Tanlanma bo'yicha topilgan θ^* statistik kattalik θ noma'lum parametrning bahosi bo'lsin. Albatta, $|\theta - \theta^*|$ ayirma qanchalik kichkina bo'lsa, θ^* statistik baho θ parametrni shuncha aniq baholaydi. Shunday qilib, $|\theta - \theta^*| < \delta$ shartni qanoatlantiruvchi $\delta > 0$ son baho aniqligining ko'rsatkichidir.

θ^* statistik bahoning **ishonchligi** deb $|\theta - \theta^*| < \delta$ tengsizlikning bajarilish ehtimoli γ ga aytiladi, ya'ni

$$P\{|\theta - \theta^*| < \delta\} = P\{\theta^* - \delta < \theta < \theta^* + \delta\} = \gamma.$$

Odatda bahoning ishonchligi oldindan beriladi va γ sifatida birga yaqin qiymatlar olinadi, masalan, 0,95; 0,99; 0,999.

Noma'lum parametrni berilgan γ ishonchlik bilan qoplaydigan $(\theta^* - \delta; \theta^* + \delta)$ interval **ishonch intervali** deyiladi.

Normal taqsimot dispersiyasi ma'lum bo'lgan holda uning matematik kutilmasi uchun interval baho

$X - a$ va σ^2 parametrlar bilan normal taqsimlangan tasodifiy miqdor, ya'ni $N(a, \sigma^2)$ bo'lib, a noma'lum va σ^2 ma'lum bo'lsin. Noma'lum a parametrni γ ishonchlik bilan qoplaydigan ishonch oralig'ini topamiz.

Tanlanmaning qiymatlari X_1, X_2, \dots, X_n - $N(a, \sigma^2)$ parametrli normal taqsimlangan tasodifiy miqdorning kuzatish natijalaridan iborat. Ma'lumki, $\bar{X} = \frac{1}{n}(X_1 + \dots + X_n)$ tanlanmaning o'rta qiymati $M(\bar{X}) = a$; $\sigma(\bar{X}) = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ parametrli normal taqsimotga ega.

$P\{|\bar{X} - a| < \delta\} = \gamma$ munosabat o'rinli bo'lishini talab qilamiz va bizga ma'lum

bo‘lgan

$$\{|\bar{X} - a| < \delta\} = 2\phi\left(\frac{\delta\sqrt{n}}{\sigma}\right) \text{ yoki } P\{|\bar{X} - a| < \delta\} = 2\phi(t), \quad t = \frac{\delta\sqrt{n}}{\sigma}$$

formuladan foydalanamiz. Oxirgi tenglikdan: $\delta = \frac{t\sigma}{\sqrt{n}}$. Demak,

$$P\left\{|\bar{X} - a| < \frac{t\sigma}{\sqrt{n}}\right\} = 2\phi(t).$$

Tenglikning chap tomon berilgan va u γ ga teng. U holda

$$P\left\{\bar{X} - \frac{t\sigma}{\sqrt{n}} < a < \bar{X} + \frac{t\sigma}{\sqrt{n}}\right\} = 2\phi(t) = \gamma,$$

ya'ni γ ishochlilik bilan $\left(\bar{X} - \frac{t\sigma}{\sqrt{n}}; \bar{X} + \frac{t\sigma}{\sqrt{n}}\right)$ ishonch oralig‘i a noma'lum parametrni qoplaydi, deb ta'kidlash mumkin.

Izoh: Yuqoridagi munosabatdagi t kattalikni $\phi(t) = \frac{\gamma}{2}$ tenglikdan ilovadagi Laplas integral fuksiyasi qiymatlari keltirilgan. Bahoning aniqligi $\delta = \frac{t\sigma}{\sqrt{n}}$ ga teng bo‘ladi.

Normal taqsimot dispersiyasi noma'lum bo‘lgan holda uning matematik kutilmasi uchun interval baho

$X - a$ va σ^2 parametrlar bilan normal taqsimlangan tasodifiy miqdor, ya'ni $N(a, \sigma^2)$ bo‘lib, parametrlar a va σ larning qiymati noma'lum bo‘lsin. Noma'lum a parametrli γ ishochlilik bilan qoplaydigan ishoch oraligini topamiz. Tanlanmaning qiymatlari bo‘yicha erkinlik darajasi $h = n - 1$ bo‘lgan Styudent taqsnimotli T tasodifiy miqdorni aniqlaymiz:

$$T = \frac{\bar{X} - a}{s/\sqrt{n}}$$

bu yerda \bar{X} - tanlanma o‘rta qiymat,

s - “tuzatilgan” o‘rtacha kvadratlik chetlashish,

n - tanlanma hajmi bilan aniqlanadi va a , σ noma'lum parametrlarga bo‘g‘liq emas. $S(n, t)$ zichlik funksiyasi $-t$ bo‘yicha juft fuksiyasi bo‘lgani uchun

$$P(|T| < t_\gamma) = P\left(\left|\frac{\bar{X} - a}{s/\sqrt{n}}\right| < t_\gamma\right) = 2 \int_0^{t_\gamma} S(n, t) dt = \gamma$$

yoki

$$P\left(\bar{X} - t_\gamma \frac{s}{\sqrt{n}} < a < \bar{X} + t_\gamma \frac{s}{\sqrt{n}}\right) = \gamma$$

Shunday qilib, $\left(\bar{X} - t_\gamma \frac{s}{\sqrt{n}}; \bar{X} + t_\gamma \frac{s}{\sqrt{n}}\right)$ ishonch oralig'i a noma'lum parametрни γ ishochiilik bilan qoplaydi.

Izoh. Yuroridagi munosabatda t_γ kattalik berilgan n bo'yicha ilovadagi Styudentning t kriteriyasi qiymatlari keltirilgan. Bahoning aniqligi $\delta = t_\gamma \frac{s}{\sqrt{n}}$ ga teng.

Normal taqsimotning o'rtacha kvadratik chetlashishi uchun ishonch oralig'i

Normal taqsimotning a va σ^2 parametrlari noma'lum bo'lsin. Tanlanma bo'yicha ularning nuqtaviy baholari

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad \text{va} \quad s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

topilgan bo'lib, bizga σ parametрни berilgan γ ishonchlik bilan qoplaydigan ishonch oralig'ini topish vazifasi qo'yilgan bo'lsin. Ushbu

$$\chi^2 = \frac{(n-1)s^2}{\sigma^2}$$

yordamchi tasodifiy miqdorni tuzamiz. Bu tasodifiy miqdor erkinlik darajasi $n-1$ bo'lgan χ^2 taqsimot qonuniga ega. χ^2 tasodifiy miqdorning $(a_1; a_2)$ oraliqqa tushush ehtimolligi

$$P(a_1 < \chi^2 < a_2) = \int_{a_1}^{a_2} f_{\chi^2}(x) dx.$$

bu yerda: $f_{\chi^2}(x)$ erkinlik darajasi $n-1$ bo'lgan χ^2 taqsimotning zichlik funksiyasi. Yuqoridagi ehtimollikni γ ga tenglashtiramiz va a_1, a_2 larni topamiz.

$$P(\chi^2 \geq a_2) = \int_{a_2}^{\infty} f_{\chi^2}(x) dx = \frac{1-\gamma}{2} \quad \text{va} \quad P(\chi^2 \leq a_1) = \int_{0_1}^{a_1} f_{\chi^2}(x) dx = \frac{1-\gamma}{2}.$$

U holda

$$P\left(a_1 < \frac{(n-1)s^2}{\sigma^2} < a_2\right) = P\left(\sqrt{a_1} < \frac{\sqrt{n-1} \cdot s}{\sigma} < \sqrt{a_2}\right) = P\left(s \cdot \sqrt{\frac{n-1}{a_2}} < \sigma < s \cdot \sqrt{\frac{n-1}{a_1}}\right) = \gamma.$$

$\sqrt{\frac{n-1}{a_1}}, \sqrt{\frac{n-1}{a_2}}$ qiymatlar jadvallashtirilgan. Ilovada berilgan $(\gamma; n)$ lar uchun q

ni aniqlaymiz va quyidagi formula bo'yicha ishonch oralig'ini topamiz:

$$\begin{aligned} s(1-q) < \sigma < s(1+q), & \quad q < 1 \\ 0 < \sigma < s(1+q), & \quad q \geq 1 \end{aligned}$$

Binomial taqsimot uchun ehtimollikni nisbiy chastota bo'yicha baholash

Tasodifiy hodisaning p ehtimoli (bosh to'plam ulushi) uchun ishonchi oralig'ini topamiz. Biz bilamizki, ω nisbiy chastota p uchun nuqtaviy baho, ya'ni $\omega = p$ va bundan tashqari

$$D\omega = p \cdot q = p \cdot (1-p).$$

U holda ω tasodifiy miqdor $n \rightarrow \infty$ da $N\left(p; \frac{pq}{n}\right)$ parametrli normal taqsimotga ega bo'ladi. Berilgan γ ishonchlilik uchun shunday t_γ ni topish kerakki, quyidagi munosabat o'rinli bo'lsin:

$$P(|\omega - p| < t_\gamma \cdot \sigma) = \gamma,$$

yoki γ ishonchlilik bilan

$$|\omega - p| < t_\gamma \sigma = \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \cdot t_\gamma$$

Bu ifodadan p ganisbatan kvadratik tengsizlikka kelamiz:

$$\left(\frac{t_\gamma^2}{n} + 1\right)p^2 + \left(2\omega + \frac{t_\gamma^2}{n}\right)p + \omega^2 < 0.$$

Tengsizlikning yechimi $(p_1; p_2)$ intervaldan iborat bo'lib, p ehtimollik uchun γ ishonchlilik bilan qurilgan intervaldir, bu yerda

$$p_1 = \frac{\omega + \frac{t_\gamma^2}{2n} - t_\gamma \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n} + \frac{t_\gamma^2}{4n^2}}}{1 + \frac{t_\gamma^2}{n}}; \quad p_1 = \frac{\omega + \frac{t_\gamma^2}{2n} + t_\gamma \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n} + \frac{t_\gamma^2}{4n^2}}}{1 + \frac{t_\gamma^2}{n}}$$

Demak, $(p_1; p_2)$ interval p ehtimollik uchun γ ishonchlilik bilan qurilgan intervaldir.

n ning katta qiymatlarida (≈ 100) $\frac{t_\lambda^2}{2n}$ va $\frac{t_\lambda^2}{4n^2}$ qo'shiluvchilarning qiymatlari juda kichik, kamida $1 + \frac{t_\lambda^2}{n} \approx 1$. Shuning uchun

$$p_1 = \omega - t_\gamma \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n}}; \quad p_2 = \omega + t_\gamma \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n}}.$$

Eslatib o'tamiz: t_γ ning qiymati $2\Phi(t_\gamma) = \gamma$ tanglamaning yechimi sifatida Laplasning integral funksiyasining qiymatlari keltirilgan ilovadan aniqladi.

Bahoning aniqligi $\delta = t_\gamma \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n}}$ ga teng.

3.4. Korrelyatsiya analizining asosiy elementlari va emperik funksiyalar qurish

Funksional, statistik va korrelyatsion bog'lanishlar: Ko'pincha tajriba ishlarida turli son va sifat belgilari orasidagi munosabatlarni o'rganishga to'g'ri keladi. Belgilar orasidagi bog'lanish funksional, statistik va korrelyatsion bo'lishi mumkin.

Funksional bog'lanishlarda bir o'zgaruvchi miqdorning har qaysi qiymatiga boshqa o'zgaruvchi miqdorning aniq bitta qiymati mos keladi.

Masalan, aylana radiusi R va uning uzunligi C orasida geometriyadan ma'lum bo'lgan $C = 2\pi R$ formula bo'yicha aniqlangan funksional bog'lanish mavjud. Boshqacha aytganda, R -ning har bir qiymatiga C ning aniq bitta qiymati mos keladi.

Ma'lum bir hodisalarda belgining aniq qiymatiga boshqa belgining bir emas, balki bir qancha qiymatlari to'g'ri keladi, ba'zan bu qiymatlar aniqmas bo'lib

qolishi ham mumkin.

Masalan hosil solingan o'g'it miqdoriga bog'liq, lekin bu bog'lanishda aniq moslik yo'q. Bir xil sifatli, bir xil miqdorda o'g'it berilganda ham hosil turlicha bo'lishi mumkin, chunki hosilning miqdori o'g'itdan tashqari boshqa ko'p sabablarga ham bog'liq bo'ladi; Bu holda statistik bog'lanish yuzaga keladi.

Statistik bog'lanish deb shunday bog'lanishga aytiladiki, unda miqdorlardan birining o'zgarishi ikkinchisining taqsimoti o'zgarishga olib keladi.

Xususan, statistik bog'liqlik miqdorlardan birining o'zgarishi ikkinchisining o'rtacha qiymatini o'zgarishda ko'rinadi; bu holda statistik bog'lanish korrelyatsion bog'lanish deb ataladi.

Korrelyatsion bog'liqlik ta'rifini aniqlashtiramiz, buning uchun shartli o'rtacha qiymat tushunchasini kiritamiz.

“ y ” tasodifiy miqdorda va X tasodifiy miqdor orasidagi bog'lanish o'rganilayotgan bo'lsin. x -ning har bir qiymatiga y -ning bir nechta qiymati mos kelsin.

Ta'rif. Y -ning X -ga korrelyatsiya bog'liqlik deb, y_x shartli o'rtacha qiymatning x -ga funksional bog'liqligiga aytiladi.

$$Y_x = f(X) \quad (1)$$

(1) tenglama Y -ning X -ga regressiya tenglamasi deyiladi, $f(x)$ funksiya y -ning regressiyasi, uning grafigi esa y -ning X -ga regressiya chizig'i deyiladi.

X_y shartli o'rtacha qiymat va x -ning y -ga korrelyatsion bog'liqligi unga o'xshash aniqlanadi. Demak, korrelyatsiya nazariyasining birinchi masalasi korrelyatsion bog'lanish formasini aniqlashdir, ya'ni regressiya funksiyasining ko'rinishini: chiziqli, kvadratik, ko'rsatkichli va h.k. topish.

Korrelyatsiya nazariyasining ikkinchi masalasi korrelyatsion bog'lanishning zichligini (kuchini) aniqlashdir. Y -ning X -ga korrelyatsion bog'liqligining zichligi y -ning qiymatlarini y_x shartli o'rtacha qiymat atrofida tarqoqligining kattaligi bo'yicha baholanadi.

Regressiyada ishtirok etayotgan faktorilar soniga qarab oddiy yoki ko'p o'lchovli regressiyalar farqlanadi.

Oddiy regressiya ikki o'zgaruvchi x va y lar orasidagi bog'liqlik, ya'ni $y = f(x)$ ko'rinishidagi munosabatdan iborat. Bunda y - bog'liq (natijaviy yoki tushuntiriladigan), x - bog'liqsiz (tushuntiradigan) o'zgaruvchi.

Ko'p o'lchovli regressiya deganda y tushuntiriladigan o'zgaruvchi va ikki yoki undan ortiq tushuntiradigan) o'zgaruvchilar orasidagi $y = f(x_1, x_2, \dots, x_k)$ bog'liqlik tushuniladi.

$y = f(x)$ funksiyaning ko'rinishiga qarab oddiy regressiya chiziqli va egri chiziqli regressiyaga farqlanadi. Oddiy regressiya tenglamasi ikki o'zgaruvchi orasidagi qonuniyatni xarakterlab bu qonuniyat faqat o'zgaruvchilar ustidagi kuzatishlar asosida aniqlanib har bir kuzativ natijasini emas, balki kuzatuvlar uchun umumiylikni aks ettiradi. Misol uchun, biror mahsulotga talab y ning shu mahsulot narxi x ga bog'liqligi $y = 5000 - 2x$ tenglama bilan berilsa, bu deganiki, mahsulot narxi bir birlikka oshsa, o'rta hisobda talab 2 birlikka kamayar ekan.

Amalda y kattalik ikki qo'shiluvchidan iborat:

$$y = \tilde{y}_x + \varepsilon,$$

bu yerda: y - natijaviy o'zgaruvchining asl qiymati;

\tilde{y}_x - regressiya tenglamasidan aniqlangan natijaviy o'zgaruvchining nazariy qiymati;

ε - hatolik (shovqin) deb ataluvchi tasodifiy miqdor bo'lib, u natijaviy o'zgaruvchi asl qiymatining nazariy qiymatidan chetlashishini baholaydi.

Biror miqdorlar sistemasi (X, Y) o'rganilayotgan va n ta bog'liqsiz kuzatishlar asosida n juft natijalar $(x_1; y_1), (x_2; y_2), \dots, (x_n; y_n)$ olingan bo'lsin. Bu juftliklarning to'g'ri chiziqli XOY koordinatalar sistemasidagi grafik tasviriga **korrelogramma (korrelyatsiya maydoni)** deyiladi. Korrelogrammadan bu ikki o'zgaruvchi orasidagi bog'liqlikni o'rganish va regressiya tenglamasi ko'rinishini tanlashda foydalanish qulay.

y faktorning x faktorga bog'liqligi:

$$y = \varphi(x)$$

Qandaydir texnologik jarayonda o'tkazilayotgan tajribaga asosan aniqlash talab qilinsin.

Tajriba natijalari quyidagi jadval

$X:$	X_1	X_2	X_n
$Y:$	Y_1	Y_2	Y_n

ko'rinishda berilgan bo'lsin.

Izlanayotgan $y = \varphi(x)$ funksiya qandaydir ma'noda tajriba natijalarini aks ettirsin. $y = \varphi(x)$ funksiyaning ko'rinishi nazariy mulohazalarga asosan yoki tajribada olingan qiymatlarga mos keladigan nuqtalarning koordinatalari tekisligida joylashuviga qarab aniqlanadi. Bu chiziqli funksiya, parabolic funksiya, polimomial ko'rinishdagi funksiya, logorifmik, eksponiansial, ko'rsatkichli va h.k. funksiyalar ko'rinishida bo'lishi mumkin.

Izlanayotgan $\varphi(x)$ funksiya Y funksiyaning X faktorga nisbatan regressiay tenglamasi yoki bir faktorli regression model deb ham ataladi.

3.5. Bir omilli regressiya tenglamalarini qurish.

Kichik kvadratlar usuli

Bizga quyidagi tajribalar natijalari berilgan bo'lsin

x	x_1	x_2	...	x_n
y	y_1	y_2	...	y_n

Bir faktorli regression model

$$y = \varphi(x, a, b, \dots) \quad (1)$$

Ko'rinishda tanlab olingach, shu modelga kiruvchi a, b, c, \dots parametrlarni shunday tanlash kerakki, u o'rganilayotgan texnologik jarayonni biror ma'noda yaxshi aks ettirsin. Qo'yilgan masalani yechishda keng tarqalgan usul-kichik

kvadratlar usulidir.

Texnologik jarayonda o'tkazilgan tajribada olingan y_i qiymat bilan mos nuqtalardagi $\varphi(x, a, b, \dots)$ funksiya qiymatlari orasidagi ayirmalar kvadratlarining yig'indisini qaraymiz.

$$S(a, b, c, \dots) = \sum_{i=1}^n [y_i - \varphi(x_i, a, b, c, \dots)]^2 \quad (2)$$

a, b, c parametrlarni shunday tanlaymizki, bu yig'indi eng kichik qiymat qabul qilsin.

Demak, $S(a, b, c, \dots)$ funksiyaning minimumga aylantiradigan a, b, c, \dots parametrlari quyidagi tenglamalar sistemasini qanoatlantirishi lozim

$$\frac{\partial S}{\partial a} = 0, \quad \frac{\partial S}{\partial b} = 0, \quad \frac{\partial S}{\partial c} = 0, \quad (3)$$

Chiziqli regressiya tenglamasi: "X" va "Y" son belgilari chiziqli korelyatsion bog'lanish bilan bog'langan bo'lsin. Bu holda ikkala regressiya chizig'i ham to'g'ri chiziq bo'ladi.

Bu to'g'ri chiziqlarning tenglamalarni topish uchun n – ta sinov o'tkazilgan bo'lib, natijada n – ta son jufti topilgan: $(x_1, y_1) \cdot (x_2, y_2) \cdot \dots \cdot (x_n, y_n)$.

Bu son juftlarini (x, y) tasodifiy miqdorning mumkin bo'lgan barcha qiymatlaridan olingan tasodifiy tanlanma sifatida qarash mumkin bo'lgani uchun bu sonlar bo'yicha topilgan kattaliklar va tenglamaga tanlanma nomi qo'shiladi. Aniqlik uchun, y -ning X -ga regressiya to'g'ri chizig'ining tanlama tenglamasini topamiz.

Eng sodda holda X belgining turli x qiymatlari va belgining ularga mos y qiymatlari bir martadan kuzatilgan bo'lsin. Bunday ma'lumotlarni gruppalashning ham zarurati yo'q, Shuningdek shartli o'rtacha qiymatdan foydalanishga hojat yo'q, shuning uchun topilishi kerak tenglamani bunday yozish mumkin.

$$y = kx + b \quad (4)$$

y -ning x -ga regressiya to'g'ri chizig'ining burchak koeffitsiyentini y -ning x

ga tanlanma regressiya koeffitsiyenti deb, uni ρ_{yx} bilan belgilaymiz. Shunday qilib, y ning X ga regressiya to'g'ri chizig'ining.

$$y = \rho_{yx}X + b \quad (5)$$

Ko'rinishdagi tanlanma tenglamasini izlaymiz. O'z oldimizga " ρ_{yx} " va " b " parametrlarini shunday tanlashni vazifa qilib qo'yamizki, XOY tekislikda yasalgan $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ nuqtalar iloji boricha to'g'ri chiziqqa yaqin yotsin.

" ρ_{yx} " va " b " parametrlarni chetlanishlarning kvadratlar yig'indisi minimal bo'ladigan qilib tanlaymiz va parametrlar

$$\rho_{yx} = \frac{n \sum Xy - \sum X \cdot \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum x)^2} \quad (6)$$

$$b = \frac{\sum X^2 \cdot \sum Y - \sum X \cdot \sum XY}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

bo'lishini topish mumkin.

Misol: Y -ning X – ga regressiya to'g'ri chizig'ining tanlama tenglamasi $n = 5$ ta kuzatish ma'lumotlar bo'yicha toping.

X 2 3 4 5 6

Y 3 5 7 9 11

Yechich: Hisoblash jadvalini tuzamiz:

X_i	Y_i	X_i^2	$X_i \cdot Y_i$
2	3	4	6
3	5	9	15
4	7	16	28
5	9	25	45
6	11	36	66
$\sum X_i = 20$	$\sum Y_i = 35$	$\sum X_i^2 = 90$	$\sum X_i \cdot Y_i = 160$

Izlayotgan parametrlarni topamiz, buning uchun jadval bo'yicha hisoblangan yig'indilarni (6) munosabatlarga qo'yamiz:

$$\rho_{yx} = \frac{5 \cdot 160 - 20 \cdot 35}{5 \cdot 90 - 400} = \frac{800 - 700}{450 - 400} = \frac{100}{50} = 2 \quad b = \frac{90 \cdot 35 + 20 \cdot 160}{50} = \frac{3150 - 3200}{50} = \frac{-50}{50} = -1$$

Izlanayotgan regressiya tenglamasi quydagicha bo‘ladi: $y = 2X - 1$

Ikkinchi tartibli regressiya tenglamasi

Qidirilayotgan $\varphi(x, a, b, c, \dots)$ - ikkinchi tartibli funksiya bo‘lsin, ya’ni

$$\varphi(a, b, c,) = ax^2 + bx + c \quad (7)$$

U holda,

$$S(a, b, c) = \sum_{i=1}^n [ax_i^2 + bx_i + c - y_i]^2 \rightarrow \min$$

a, b va c ni parametrlar shunday tanlab olinadiki, bu yig‘indi eng kichik qiymat qabul qilinsin. Buning uchun bu yig‘indini a, b va c parametrlar bo‘yicha xususiy hosilalami olamiz va 0 ga tenglaymiz.

$$\frac{\partial S}{\partial c} = 2 \sum_{i=1}^n [ax_i^2 + bx_i + c - y_i] = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial b} = 2 \sum_{i=1}^n [ax_i^2 + bx_i + c - y_i] x_i = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial a} = 2 \sum_{i=1}^n [ax_i^2 + bx_i + c - y_i] x_i^2 = 0$$

Quyidagi belgilashlar kiritsak:

$$P_1 = \sum_{i=1}^n x_i, \quad P_2 = \sum_{i=1}^n x_i^2, \quad P_3 = \sum_{i=1}^n x_i^3, \quad P_4 = \sum_{i=1}^n x_i^4,$$

$$Q_1 = \sum_{i=1}^n y_i, \quad Q_2 = \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i, \quad Q_3 = \sum_{i=1}^n x_i^2 \cdot y_i$$

U holda quyidagi tenglamalar sistemasi hosil bo‘ladi.

$$\begin{cases} P_2 a + P_1 b + n \cdot c = Q_1 \\ P_3 a + P_2 b + P_1 c = Q_2 \\ P_4 a + P_3 b + P_2 c = Q_3 \end{cases}$$

Bu tenglamalar sistemasi yechilib noma'lumlar a, b, c koefitsiyentlar topiladi va funksiyaga olib borib qo‘yiladi.

IV –BOB. KO‘P FAKTORLI REGRESSION MATEMATIK MODELLAR QURISH

4.1. To‘la faktorli eksperiment

To‘la faktorli eksperiment deb faktorlarning qaytarilmaydigan hamma qiymatlarini hisobga oluvchi eksperimentga aytiladi. To‘la faktorli eksperiment yordamida quyidagi chiziqli polinom.

$$Y_R = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_ix_i + \dots + b_mx_m \quad (1)$$

yoki to‘liqsiz ikkinchi tartibli polinomlar

$$Y_R = b_0 + b_1x_1 + \dots + b_ix_i + \dots + b_mx_m + b_{12}x_1x_2 + \dots + b_{ij}x_ix_j + \dots + b_{m-1,m}x_{m-1}x_m \quad (2)$$

qurilishi mumkin.

Bu yerda: Y_R – chiquvchi parametrning hisobiy qiymati,

x_i, x_j - faktorlarning kodlashtirilgan qiymati,

m - faktorlar soni,

b_0, b_i, b_{ij} - aniqlanishi zarur bo‘lgan regressiya koeffitsiyentlari.

To‘la faktorli eksperiment asosida ko‘p faktorli regression modellar quyidagi bosqichlar yordamida quriladi:

1. Birlamchi dastlabki eksperiment o‘tkazish (dastgohlarni, namunani tayyorlash, tajriba sinovini o‘tkazish, o‘lchovchi asboblarni tayyorlash, tekshirib ko‘rish).

2. To‘la faktorli eksperimentni rejalashtirish (rejalashtirish matritsasini qurish, qayta bajariladigan tajribalarni rejalashtirish).

3. To‘la faktorli eksperiment o‘tkazish shartlarini aniqlash (faktorlarni o‘zgarish intervalini, quyi va yuqori qiymatlarini aniqlash).

4. Rejalashtirish matritsasi asosida asosiy tajribani o‘tkazish.

5. Tajriba natijalarini qayta ishlash.

6. Olingan modelni tahlil qilish.

Chiziqli regressiya modelining koeffitsiyentlari soni quyidagiga teng:

$$N_k = M + 1$$

To'liqsiz ikkinchi tartibli regressiya modelida esa koeffitsiyentlar soni:

$$N = M + 1 + C_M^2 = M + 1 + \frac{M(M-1)}{2}$$

Agar bir faktor uchun o'zgarish qiymatini 2 ga teng desak, u holda To'la faktorli eksperiment uchun tajribalar soni:

$$N = 2^M$$

To'la faktorli eksperiment uchun (1), (2) modellar $M \leq 4$ bo'lganda yaxshi natija beradi.

Kodlashtirilgan faktorning quyi va yuqori qiymatlari quyidagicha hisoblanadi:

$$X_{yui} = +1 = \frac{X_{yui} - X_{oi}}{I_i}$$
$$X_{qi} = -1 = \frac{X_{qi} - X_{oi}}{I_i}$$

bu yerda: X_{oi} – i chi faktorning asosiy (o'rtanchi) qiymati,

X_{yui} – i chi faktorning yuqori qiymati,

X_{qi} – i chi faktorning quyi qiymati,

I_i – i chi faktorning o'zgarish oralig'i.

Faktorlarning haqiqiy va kodlashtirilgan qiymatlari orasida quyidagi munosabatlar o'rinli:

$$X_i = \frac{X_i - X_{oi}}{I_i}$$

$$i = 1, 2, \dots, M$$

Uch faktorli to'la faktorli eksperiment uchun rejalashtirish matritsasi quyidagi ko'rinishga ega:

u	Faktorlar			Shartli belgilash
	X_1	X_2	X_3	
1.	-	-	-	(1)
2.	+	-	-	<i>a</i>
3.	-	+	-	<i>b</i>
4.	+	+	-	<i>ab</i>
5.	-	-	+	<i>c</i>
6.	+	-	+	<i>ac</i>
7.	-	+	+	<i>bc</i>
8.	+	+	+	<i>abc</i>

To‘rt faktorli to‘la faktorli eksperiment – (2^4) uchun esa rejalashtirish matritsasining shartli belgilash tartibi quyidagicha:

(1), *a, b, ab, c, ac, bc, abc, d, ad, bd, cd, acd, bcd, abcd*

Rejalashtirish matritsasi tuzilgandan so‘ng tajriba o‘tkazish shartlari ya’ni faktorlarning quyi, o‘rtanchi, yuqori qiymatlari va o‘zgarish oralig‘i aniqlanadi.

Tajribaning rejalashtirish sharti

№	Faktorning nomi, belgisi	Kodlash-tirilgan belgisi	Faktorning haqiqiy qiymatlari			O‘zgarish oralig‘i
			-1	0	+1	
I	\dots, \dots, X_i	X_i	X_{qi}	X_{oi}	X_{yui}	I_i

So‘ng izlanuvchi rejalashtirish matritsasi asosida asosiy tajribani o‘tkazadi, olingan tajribaviy natijalarni jadval 3 ga qayd etadi.

Rejalashtirish matritsasi va tajriba natijalari.

№	Faktorlar			U_{uv}			\bar{U}_u	$S_u^2\{u\}$
	X_1	X_2	X_3	U_{u1}	U_{u2}	U_{u3}		
1.	-	-	-	u_{11}	u_{12}	u_{13}	\bar{u}_1	$S_1^2\{u\}$
2.	+	-	-	u_{21}	u_{22}	u_{23}	\bar{u}_2	$S_2^2\{u\}$
3.	-	+	-	u_{31}	u_{32}	u_{33}	\bar{u}_3	$S_3^2\{u\}$
4.	+	+	-	u_{41}	u_{42}	u_{43}	\bar{u}_4	$S_4^2\{u\}$
5.	-	-	+	u_{51}	u_{52}	u_{53}	\bar{u}_5	$S_5^2\{u\}$
6.	+	-	+	u_{61}	u_{62}	u_{63}	\bar{u}_6	$S_6^2\{u\}$
7.	-	+	+	u_{71}	u_{72}	u_{73}	\bar{u}_7	$S_7^2\{u\}$
8.	+	+	+	u_{81}	u_{82}	u_{83}	\bar{u}_8	$S_8^2\{u\}$

bu yerda: \bar{U}_u – chiquvchi faktorning u chi tajribadagi o‘rtacha qiymati,

$S_u^2\{u\}$ – chiquvchi faktorning u chi tajribadagi dispersiyasi.

Tajriba natijalarini qayta ishlash quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:

1. Ajralib turgan qiymatlarni chiqarib tashlash.
 2. Koxren kriteriyasi yordamida dispersiyalarni bir jinsligini tekshirish.
 3. Regressiya koeffitsiyentlarini hisoblash.
 4. Styudent kriteriyasi yordamida regressiya koeffitsiyentlarini ahamiyatlilarini aniqlash.
 5. Fisher kriteriyasi yordamida olingan modelni adekvatligini (ko‘rilayotgan texnologik jarayonga mosligini) tekshirish.
 6. Qurilgan modelni tahlil qilish.
- Biz quyida bu bosqichlarni ko‘rib chiqamiz.

4.2. Tajriba natijalarini qayta ishlash

4.2.1 Ajralib turgan qiymatlarni chiqarib tashlash

Bizga bir xil sharoitdagi tajriba natijalari berilgan bo'lsin:

$$y_1, y_2, \dots, y_m$$

bu yerda: masalan, eng kichik $y_i = y_{\min}$ yoki eng katta qiymat $y_i = y_{\max}$ boshqa qiymatlardan ajralib tursin. Bu qiymatlarni keyingi izlanishlardan chiqarish yoki chiqarmaslik masalasi tajriba shartini tahlil qilish yoki statistik usulda amalga oshiriladi.

Statistik usulda *Smirnov – Grabs* kreteriyasi yordamida chegaraviy qiymatlar hisoblanadi:

$$\begin{aligned} V_{R \max} &= \frac{(y_{\max} - \bar{y})}{S\{y\}} \sqrt{\frac{m}{m-1}}, \\ V_{R \min} &= \frac{(\bar{y} - y_{\min})}{S\{y\}} \sqrt{\frac{m}{m-1}} \end{aligned} \quad (3)$$

bu yerda: $\bar{y} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_m}{m}$ – o'rta qiymat;

$$S^2\{y\} = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2 = \frac{(y_1 - \bar{y})^2 + (y_2 - \bar{y})^2 + \dots + (y_m - \bar{y})^2}{m-1}$$

tuzatilgan dispersiya.

Bu qiymatlar maxsus jadvaldan [ilova] olinuvchi $V_t[R_d; m]$ (R_d – ishonchlilik ehtimoli) qiymat bilan solishtiriladi. Masalan, $R_d = 0,95$ ehtimoli bilan $m = 3$ da $V_t = 1,412$, $m = 5$ da esa $V_t = 1,412$. Agar $V_{R \max} > V_t$ yoki $V_{R \min} > V_t$ bo'lsa, u holda y_{\max} yoki y_{\min} qiymatlar keyingi statistik qayta ishlashdan chiqarib tashlanadi.

4.2.2. Koxren kriteriyasi

Bu kriteriya yordamida dispersiyalarning bir jinsliliği tekshiriladi. Buning uchun kriteriyaning hisobiy qiymati quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$G_R = \frac{S_{max}^2\{y\}}{\sum_{u=1}^N S_u^2\{y\}} \quad (4)$$

bu yerda: $S_u^2\{y\} = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (y_{iu} - \bar{y}_u)^2$ - dispersiyalar yig'indisi;

$S_{max}^2\{y\}$ - dispersiyalar *max*;

S_u^2 - u inchi tajribaga mos keluvchi dispersiya.

Koxren kriteriyasining tajribaviy qiymati esa:

$$G_t\{P_d = 0,95; f\{S_u^2\} = m - 1; N\}$$

Maxsus jadvaldan [ilova] olinadi.

Bu yerda: $f = m - 1$ - ozodlik darajasini ko'rsatkichi deyiladi.

Agar $G_R < G_t$ bo'lsa, $\{S_u^2\}$ dispersiyalar bir jinsli deyiladi va ishni davom ettirish mumkin.

Agar dispersiyalar bir jinsli bo'lmasa, u holda tajribalar qaytarilishlar sonini ko'paytirish zarur.

4.2.3 Regressiya koeffitsiyentlarini hisoblash

Kichik kvadratlar usuli yordamida regressiya koeffitsiyentlari topiladi va ular quyidagi formulalar orqali hisoblanadi.

Modelning ozod hadi:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N \bar{y}_u = \frac{\bar{y}_1 + \bar{y}_2 + \dots + \bar{y}_N}{N} \quad (5)$$

Chiziqli hadlar koeffitsiyentlari:

$$b_i = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N x_{iu} \bar{y}_u = \frac{x_{i1} \cdot \bar{y}_1 + x_{i2} \cdot \bar{y}_2 + \dots + x_{iN} \cdot \bar{y}_N}{N} \quad (6)$$

$i = \overline{1, M}$

Chiziqsiz hadlar koeffitsiyentlari:

$$b_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} \bar{y}_u = \frac{x_{i1} \cdot x_{j1} \cdot \bar{y}_1 + x_{i2} \cdot x_{j2} \cdot \bar{y}_2 + \dots + x_{iN} \cdot x_{jN} \cdot \bar{y}_N}{N} \quad i \neq j \quad (7)$$

$$b_{ijl} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} x_{lu} \bar{y}_u = \frac{x_{i1} \cdot x_{j1} \cdot x_{l1} \cdot \bar{y}_1 + x_{i2} \cdot x_{j2} \cdot x_{l2} \cdot \bar{y}_2 + \dots + x_{iN} \cdot x_{jN} \cdot x_{lN} \cdot \bar{y}_N}{N} \quad i \neq j \neq l \quad (8)$$

bu yerda: x_{iu} – i chi faktorning uchi tajribadagi kodlashtirilgan qiymati.

4.2.4 Styudent kriteriyasi

Bu kriteriya yordamida regressiya koeffitsiyentlarining ahamiyatliligi tekshiriladi. Buning uchun kriteriyaning hisobiy qiymati t_R kriteriyaning jadvaliy T_t qiymati bilan solishtiriladi.

Kriteriyaning hisobiy qiymati quyidagi formulalar orqali hisoblanadi. Dispersiyalar bir jinsliligini hisobga olsak,

$$S^2\{y\} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N S_u^2\{y\}.$$

U holda

$$S^2\{\bar{y}\} = \frac{1}{m} S^2\{y\} = \frac{1}{N m} \sum_{u=1}^N S_u^2\{y\},$$

$$S^2\{b_i\} = \frac{1}{N} S^2\{y\} \quad (9)$$

Bular yordamida:

$$t_R\{b_i\} = \frac{|b_i|}{S\{b_i\}} \quad (10)$$

Styudent kriteriyasining jadvaliy qiymati esa

$$t_T[P_d, f\{S_u^2\} - N(m - 1)]$$

Maxsus jadvaldan [ilova] topiladi.

Agar $t_R > t_t$ bo'lsa, u holda ushbu b_i – koeffitsiyent ahamiyatli bo'ladi. Aks holda ushbu koeffitsiyent ahamiyatsiz hisoblanib, u qatnashgan modeldagi had tashlab yuboriladi.

4.2.5. Modelni adekvatligini tekshirish

Regressiya koeffitsiyentlaridan kamida bittasini tashlab yuborilgan holdagina (ahamiyatsizini) qurilgan modelni adekvatligini ya'ni ko'rilayotgan jarayonga mosligini tekshirib ko'rish Fisher kriteriyasi orqali amalga oshiriladi. Bu holda ham F_R – hisobiy qiymat, F_t – jadvaliy qiymat bilan solishtiriladi. Agar $F_R < F_t$ bo'lsa u holda model R_d ehtimoli bilan adekvat bo'ladi.

Fisher kriteriyasining hisobiy qiymati quyidagi formulalar orqali hisoblanadi:

$$F_R = \frac{S_{ad}^2\{y\}}{S^2\{y\}} = \frac{S_{nad}^2\{y\}}{S^2\{y\}}, \quad \text{agar} \quad S_{nad}^2\{y\} > S^2\{\bar{y}\} \quad (11)$$

$$F_R^1 = \frac{S^2\{y\}}{S_{ad}^2\{y\}} = \frac{S^2\{y\}}{S_{nad}^2\{y\}}, \quad \text{agar} \quad S^2\{\bar{y}\} > S_{nad}^2\{y\} \quad (12)$$

U holda

$$S_{ad}^2\{y\} = mS_{nad}^2\{y\} = \frac{m \sum_{u=1}^N (\bar{y}_u - y_{Ru})^2}{N - N_k} \quad (13)$$

bu yerda: y_{Ru} - hisobiy qiymat qurilgan model bo'yicha hisoblanadi,

N - umumiy koeffitsiyentlar soni,

N_k – ahamiyatli koeffitsiyentlar soni,

m – tajriba qaytarishlari soni.

Fisher kriteriyasining jadvaliy qiymati

$$F_t [P_d = 0,95; f\{S_y^2\} = N(m - 1), f\{S_{nad}^2\} = N - N_k]$$

Maxsus jadvaldan [ilova] topiladi.

Agarda model adekvat bo'lmasa, model faktorlar o'zgarish oralig'ini kichraytirilgan holi uchun qaytadan qurilishi kerak.

4.3. Quritish jarayonida tola sifat ko'rsatkichlari uchun regression model qurish

Misol tariqasida paxtani quritish parametrlarining tola sifatiga ta'sirini o'rganish uchun kerak bo'lgan matematik modellarni qurishni ko'rib chiqamiz. Buning uchun tajriba quritish barabanida namliklari 13,4% va 27,4% bo'lgan chigitli paxtani quritish jarayonini ko'ramiz. Kiruvchi faktorlar sifatida havoning temperaturasi, baraban ish unumdorligi va paxtaning boshlang'ich namligi olingan. Tajriba o'tkazish shartlari quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

1-Jadval

Tajribaning rejalashtirish sharti

№	Faktorning nomi, belgisi	Kodlash-tirilgan belgisi	Faktorning haqiqiy qiymatlari			o'zgarish oraliq'i
			-1	0	+1	
1	Havo temperaturasi, $T_v, ^\circ\text{S}$	x_1	110	155	200	45
2	Ish unumdorligi, $P_r, \%$	x_2	6	9	12	3
3	Paxtani boshlang'ich namligi, $W_B, \%$	x_3	13,4	20,4	27,4	7

Chiquvchi parametr sifatida tolaning uzilishga chidamliligini (u) olamiz va quritish parametrlarining (kiruvchi faktorlarning) bu sifat ko'rsatkichiga ta'sirini tajriba asosida o'rganamiz. Buning uchun rejalashtirish matritsasi asosida har bir sharoitda 3 marotaba takroran tajribalar o'tkazamiz. Bu holda tajribalar soni $N = 2^3 = 8$, takrorlanishlar soni $m = 3$ ni hisobga olsak, umumiy tajribalar soni $N \cdot m = 24$ bo'ladi.

Chiquvchi parametrning tajribaviy natijalari va dispersiyalari 2-jadvalda keltirilgan.

Rejalashtirish matritsasi, tajriba va hisobiy natijalar

u	Faktorlar						\bar{y}_u	S_u^2
	x_1	x_2	x_3	y_{u1}	y_{u2}	y_{u3}		
1	-	-	-	3,81	3,82	3,83	3,82	0,0001
2	+	-	-	3,65	3,75	3,7	3,7	0,0025
3	-	+	-	3,89	3,84	3,82	3,85	0,0013
4	+	+	-	3,79	3,81	3,8	3,8	0,0001
5	-	-	+	3,88	3,86	3,87	3,87	0,0001
6	+	-	+	3,74	3,79	3,72	3,75	0,0013
7	-	+	+	3,92	3,88	3,9	3,9	0,0004
8	+	+	+	3,81	3,82	3,77	3,8	0,0007

Tajriba natijalarini qayta ishlash:

Ajralib turgan qiymatlarni statistik usulda chiqarib tashlash 5-jadvaldagi har bir satr uchun qo'llaniladi. Buning uchun har bir satr uchun o'rta qiymat va dispersiyalar hisoblanadi. Bu qiymatlar 5-jadvalda keltirilgan. Masalan, birinchi tajriba uchun:

$$\bar{y}_1 = \frac{3,75 + 3,65 + 3,7}{3} = 3,7$$

$$S_1^2 = \frac{(3,75 - 3,7)^2 + (3,65 - 3,7)^2 + (3,7 - 3,7)^2}{3 - 1}$$

$$y_{min} = 3,65; \quad y_{max} = 3,75$$

So'ng formulalar yordamida kriteriyaning chegaraviy qiymatlari hisoblanadi:

$$V_{Rmin} = 1,2247; \quad V_{Rmax} = 1,2247$$

Ko'rinib turibdiki, bu qiymatlar maxsus jadvaldan olingan $V_t = 1,412$ qiymatdan kichik. Shuning uchun yuqoridagi eng katta va eng kichik qiymatlar keyingi statistik qayta ishlashdan chiqarib tashlanmaydi.

Ko'rilayotgan misolda har bir tajriba uchun ajralib turgan qiymatlar yo'q.

2. Dispersiyalarning bir jinsliligini tekshirish uchun formula yordamida hisobiy qiymat hisoblanadi:

$$G_R = \frac{S_{max}^2\{y\}}{\sum_{i=1}^N S_u^2\{y\}} = \frac{0,0025}{0,0065} = 0,3847$$

Koxren kriteriyasining jadvalining qiymati

$$G_T(P_D = 0,95; (S_u^2) = 2,8) = 0,516.$$

Demak, $G_R < G_t$ bo'lgani uchun dispersiyalar bir jinsli.

3. Koeffitsiyentlarni hisoblash uchun 5-jadvalda keltirilgan o'rt qiymatlaridan foydalanamiz.

Ozod had:

$$b_0 = \frac{1}{8}(3,82 + 3,7 + 3,85 + 3,8 + 3,87 + 3,75 + 3,9 + 3,8) = 3,8112$$

Chiziqli hadlar koeffitsiyentlari:

$$b_1 = \frac{1}{8}(-3,82 + 3,7 - 3,85 + 3,8 - 3,87 + 3,75 - 3,9 + 3,8) = -0,0487;$$

$$b_2 = \frac{1}{8}(-3,82 - 3,7 + 3,85 + 3,8 - 3,87 - 3,75 + 3,9 + 3,8) = 0,026;$$

$$b_3 = \frac{1}{8}(-3,82 - 3,7 - 3,85 - 3,8 + 3,87 + 3,75 + 3,9 + 3,8) = 0,0187;$$

Chiziqsiz hadlar koeffitsiyentlari:

$$b_{12} = \frac{1}{8}(3,82 - 3,7 - 3,85 + 3,8 + 3,87 - 3,75 - 3,9 + 3,8) = 0,0112;$$

$$b_{13} = \frac{1}{8}(3,82 - 3,7 + 3,85 - 3,8 - 3,87 + 3,75 - 3,9 + 3,8) = -0,0062;$$

$$b_{23} = \frac{1}{8}(3,82 + 3,7 - 3,85 - 3,8 - 3,87 - 3,75 + 3,9 + 3,8) = -0,0062;$$

$$b_{123} = \frac{1}{8}(-3,82 + 3,7 + 3,85 - 3,8 + 3,87 - 3,75 - 3,9 + 3,8) = -0,0062.$$

U xolda quyidagi ko'p faktorli regressiya modelini olamiz:

$$Y_R = 3,8112 - 0,0487x_1 + 0,026x_2 + 0,0187x_3 + 0,0112x_1x_2 - 0,0062x_1x_3 - 0,0062x_2x_3 - 0,0062x_1x_2x_3$$

Lekin bu modelning oxirgi ko'rinishi emas.

3. Modelning oxirgi ko'rinishini olish uchun koeffitsiyentlarni ahamiyatligini tekshiramiz. Buning uchun Styudent kriteriyasining formulalaridan foydalanamiz.

$$S^2(\bar{y}) = \frac{1}{Nm} \sum_{u=1}^N S_u^2(y) = \frac{0,0065}{8 \cdot 3} = 0,0002708 ;$$

$$S^2(b_1) = \frac{1}{N} S^2(\bar{y}) = \frac{0,0002708}{8} = 0,0000338 ;$$

$$S(b_1) = 0,0058137 .$$

Bular yordamida kriteriyaning hisobiy qiymatlarini hisoblaymiz:

$$t_R(b_1) = \frac{|b_1|}{S(b_1)} = \frac{0,0487}{0,0058137} = 8,3785$$

Huddi shuningdek:

$$t_R(b_2) = 4,5115, \quad t_R(b_3) = 3,2225, \quad t_R(b_{12}) = 1,9334,$$

$$t_R(b_{13}) = 1,0742, \quad t_R(b_{23}) = 1,0742, \quad t_R(b_{123}) = 1,0742.$$

Styudent kriteriyasining jadvaliy qiymati

$$t_T[P_D, f(S_u^2) = N(m-1)] = t_T[P_D = 0,95; f = 8 \cdot (3-1) = 16] = 2,12.$$

Demak b_1, b_2, b_3 koefitsiyentlarning hisobiy qiymatlari jadvaliy qiymatdan katta, shuning uchun bu koefitsiyentlar ahamiyatli, qolgan koefitsiyentlar esa ahamiyatsizdir. Natijada quyidagi modelini hosil qilamiz:

$$Y_R = 3,8112 - 0,0487x_1 + 0,026x_2 + 0,0187x_3$$

Faktorlarning haqiqiy qiymatidan kodlashtirilgan qiymatiga quyidagi munosabatlar orqali

$$x_1 = \frac{T_B - 155}{45}$$

$$x_2 = \frac{\Pi p - 9}{3}$$

$$x_3 = \frac{W_H - 20,4}{7}$$

o'tilib, chiquvchi faktorning hisobiy qiymatlari model orqali hisoblanadi.

3. Olingan modelning adekvatligini tekshirish uchun Fisher kriteriyasining formulalaridan foydalanamiz.

Buning uchun chiquvchi faktorning tajribaviy va hisobiy qiymatlarini taqqoslaymiz:

u	\bar{y}_u	\bar{y}_{Ru}	$\bar{y}_u - y_{Ru}$	$(\bar{y}_u - y_{Ru})^2$
1	3,82	3,815	0,005	0,000025
2	3,7	3,717	-0,017	0,000289
3	3,85	3,867	-0,017	0,000289
4	3,8	3,77	0,03	0,0009
5	3,87	3,852	0,018	0,000324
6	3,75	3,755	-0,005	0,000025
7	3,9	3,905	-0,005	0,000025
8	3,8	3,807	-0,007	0,000049
$\sum_{u=1}^N$	-	-	0,002	0,001945

Demak, modeldagi ahamiyatli koeffitsiyentlar soni $N_k = 4$ hisobga olsak

$$S_{\text{над}}^2(y) = \frac{0,001945}{8-4} = 0,0004862$$

Bu son $S^2(\bar{y}) = 0,0002708$ sonidan katta bo'lganligi uchun kriteriyaning hisobiy qiymati formula orqali hisoblanadi:

$$F_R = \frac{0,0004862}{0,0002708} = 1,795.$$

Fisher kriteriyasining jadvaliy qiymatini maxsus jadvaldan topamiz:

$$F_T [P_D = 0,95; f(S_y^2) = 16, f(S_{\text{над}}^2) = 4] = 5,85.$$

Demak, $F_R < F_{\text{t}}$ bo'lganligi uchun model adekvatdir, ya'ni u quritish jarayonidagi tolaniq uzilishga chidamlilik ko'rsatkichini o'zgarishini mos ifodalaydi.

V – BOB. CHIGITLI PAXTANI DASTLABKI ISHLASH MASALALARIDA BA’ZI BIR MATEMATIK MODELLAR

Ma’lumki nazariy usullarda qurilgan modellar ko‘p hollarda hisobiy formulalar, algebraik tenglamalar, algebraik tenglamalar sistemasi, oddiy differensial tenglamalar, xususiy hosilali differensial tenglamalar va ularning sistemalari va hakoza ko‘rinishlarida bo‘lishi mumkin. Biz quyida differensial tenglamalarga keluvchi masalalarni ko‘rib chiqamiz.

5.1. Chigitli paxtani sovishi jarayoni uchun sodda bir matematik model

Massasi m issiqlik sig‘imi c o‘zgarmas bo‘lgan jism (masalan, chigitli paxta) boshlang‘ich momentda T_0 temperaturaga ega bo‘lsin. Atrof muhit temperaturasi o‘zgarmas va T_m ($T_0 > T_m$) ga teng. Jismning cheksiz kichik dt vaqt ichida bergan issiqligiga jism va uning atrofidagi muhit temperaturalari orasidagi farqqa, shuningdek vaqtga proporsional ekanligini e‘tiborga olgan holda jismning sovish qonunini toping.

Yechilishi. Sovish davomida jism temperaturasi T_0 dan T_m gacha pasayadi. Vaqtning t momentida jism temperaturasi T ga teng bo‘lsin. Cheksiz dt vaqt oralig‘ida jism bergan issiqlik mirdori yuqorida aytilganiga ko‘ra

$$\partial Q = -\alpha(T - T_m) \cdot \partial t$$

ga teng, $\alpha = const$ – proporsionallik koeffitsiyenti. Ikkinchi tomondan, jism T temperaturadan T_m temperaturagacha soviganda beradigan issiqlik mirdori Q ushbuga teng:

$$\partial Q = mc\partial T$$

∂Q – uchun topilgan xar ikkala ifodani taqqoslab,

$$mc\partial T = -\alpha(T - T_m) \cdot \partial t$$

Ushbu differensial tenglamani hosil qilamiz. O'zgaruvchilarni ajratish bu tenglamani ushbu ko'rinishga keltiradi:

$$\frac{\partial T}{T - T_m} = -\frac{\alpha}{mc} \partial t$$

buni integrallab, quyidagini topamiz:

$$\ln(T - T_m) = -\frac{\alpha}{mc} \partial t + \ln C \text{ yoki } (T - T_m) = C e^{-\frac{\alpha}{mc} t}$$

Boshlang'ich shart ($t = 0$ da $T = T_0$) C ni topishga imkon beradi:

$$C = T_0 - T_m$$

Shuning uchun jismning sovish qonuni quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$T = T_m + (T_0 - T_m) e^{-\frac{\alpha}{mc} t}$$

Koeffitsiyent bevosita berilgan, yoki qo'shimcha shart, masalan, $t = t_1$ da $T = T_1$ orqali berilishi kerak.

Bunday holda quydagiga egamiz

$$T_1 - T_m = (T_0 - T_m) e^{-\frac{\alpha}{mc} t_1}$$

bundan $e^{-\frac{\alpha}{mc} t_1} = \left(\frac{T_1 - T_m}{T_0 - T_m}\right)^{\frac{1}{t_1}}$

Demak, $T = T_m + (T_0 - T_m) \left(\frac{T_1 - T_m}{T_0 - T_m}\right)^{\frac{t}{t_1}}$

Sonli misol keltiramiz.

Agar muhit temperaturasi $T_m = 20$ °C bo'lsa va $t_1 = 10$ min ichida jism $T_0 = 100$ °C dan $T_1 = 60$ °C gacha sovisa, u holda

$$T = 20 + 80 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{10}}$$

Aytaylik, jism temperaturasi qancha vaqt ichida 25 °C gacha pasayishini topishi kerak bo'lsin. Formulada $T = 25$ °C deb olib, $25 = 20 + 80 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{10}}$ ni yoki

$$\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{10}}$$

ni hosil qilamiz, bu yerdan $t = 40$ min.

5.2. Chigitli paxta quritish kinetik modellari

Ma'lumki, materiallarni quritish davri 3 bosqichdan iborat bo'ladi: qizish davri, quritish tezligini o'zgarimas davri va quritish tezligini pasayish davrlaridir. Quritish jarayonini yuqori darajada tashkil qilish uchun bu davrlarda material namligini o'zgarish qonuniyatini aniqlash katta ahamiyatga egadir.

Chigitli paxtani quritish jarayonining quritish tezligini pasayish davrida paxta va uning tashkil etuvchilarini (chigit va tola) namligini vaqt bo'yicha o'zgarish qonuniyatini ya'ni, kinetikasini o'rganish uchun quyidagi darajali kinetik tenglamadan foydalanish mumkin.

$$-\frac{dW}{d\tau} = K(W - W_M)^m \quad (1)$$

$$W(\tau_0) = W_{kr} \quad (2)$$

bu yerda W_{kr} – kritik namlik,

W_M –muvozanat namligi,

K – quritish koeffitsiyenti,

τ quritish vaqti.

Agar kritik namlik boshlang'ich namlikdan katta farq qilmasa, ya'ni quritish tezligini o'zgarimas davri oz davom etsa, (2) boshlang'ich shartda w_{kr} kritik namlikni w_B boshlang'ich namlikga almashtirish mumkin.

Kinetik modeldagi m –o'zgarimas bo'lib, u quritilayotgan materialning katta-kichikligi, qalinligiga va quritish rejim parametrlariga bog'liq bo'lmasdan, faqat namlikning materialga qanday formada bog'langanligiga bog'liqdir.

Ko'p sonli tajriba natijalarini qayta ishlash shuni ko'rsatadiki, chigit uchun $m = 1$ paxta uchun $m = 2$ da, tola uchun esa $m = 3$ bo'lganda. Olingan kinetik tenglama yaxshi natijalar beradi.

Quritish koeffitsiyenti (K) esa rejim parametrlariga, material xususiyatlariga va boshlang'ich namlikga bog'liqdir.

(3) – (2) kinetik model birinchi tartibli oddiy D_y yechimi $W(\tau)$ deganda (1)

Differensial tenglamani (2) boshlang'ich shartni qanoatlantiruvchi yechimiga aytiladi.

5.2.1 Chigit uchun kinetik tenglama

Quritish jarayonida chigitni quritish tezligini o'rganish maqsadida quyidagi kinetik tenglamani ko'ramiz:

$$\begin{cases} -\frac{dW}{d\tau} = K(W - W_M) \\ W(0) = W_B \end{cases} \quad (3)$$

Bu differensial tenglamani yechish uchun uni quyidagi ko'rinishda yozib olamiz.

$$\frac{dW}{W - W_m} = -Ka\tau$$

Tenglamani ikki tomonini integrallaymiz va quyidagi integral

$$\int \frac{dX}{X} = \ln|X| + C$$

formulasidan foydalansak:

$$\ln(W - W_M) = -K\tau + C \quad (4)$$

bu yerdagi noma'lum C ni topish uchun boshlang'ich shartdan foydalanamiz.

$$C = \ln(W_B - W_M)$$

Buni (4) ga qo'ysak

$$\ln(W - W_M) - \ln(W_B - W_M) = -K\tau$$

logarifmik funksiyaning xossalariidan foydalansak:

$$\ln \frac{W - W_M}{W_B - W_M} = -K\tau$$

Demak.

$$W - W_M = (W_B - W_M)e^{-K\tau} \quad (5)$$

Ya'ni, (3) differensial tenglamani boshlang'ich shartini qanoatlantiruvchi

yechimini olamiz.

Bu yerdan, quritish vaqtini berilgan namlikga nisbatan topish mumkin:

$$\tau = \frac{1}{K} \ln \frac{W_B - W_M}{W - W_M} \quad (6)$$

Quritish tezligini topish uchun (5) formulada τ bo'yicha hosila olamiz:

$$q = -\frac{dW}{d\tau} = (W_B - W_M) e^{-K\tau}$$

Demak, chigitning namligini, quritish vaqtini va quritish tezligini hisoblash uchun quritish koeffitsiyentini qiymatini oldindan bilish kerak bo'ladi. Buni esa quritish vaqti va chigit namligini qiymatlaridan foydalanib topish mumkin.

Bizga, quyidagi n ta tajriba natijalari berilgan bo'lsin.

Vaqt	τ_1	τ_2	τ_n
Namlik	W_1	W_2	W_n

Noma'lum K – quritish koeffitsiyentini kichik kvadratlar usuli yordamida topamiz, ya'ni K ni shunday tanlab olayliki quyidagi yig'indi

$$S(K) = \sum_{i=1}^N \left[\tau_i - \frac{1}{K} Z_i \right]^2 \longrightarrow \min$$

Minimum qiymatni qabul qilsin. Bu yerda

$$Z_i = \ln \frac{W_B - W_M}{W_i - W_M} \quad (7)$$

Belgilash kiritsak

$$\frac{1}{K} = X$$

u holda

$$S(X) = \sum_{i=1}^N [\tau_i - X * Z_i]^2 \longrightarrow \min$$

hosil bo'ladi.

Oliy matematika kursidan ma'lumki funksiyaga eng kichik qiymat beruvchi kritik nuqtalarini topish uchun, funksiyadan 1 chi tartibli hosilasi nolga

tenglashtirib hosil boʻlgan tenglama yechiladi:

$$\frac{dS}{dX} = 2 \sum_{i=1}^N [\tau_i - X * Z_i] * Z_i = 0$$

bu yerdan

$$X * \sum_{i=1}^N Z_i^3 = \sum_{i=1}^N \tau_i * Z_i \quad X = \frac{\sum_{i=1}^N \tau_i * Z_i}{\sum_{i=1}^N Z_i^2}$$

Demak, quritish koeffitsiyenti K :

$$K = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i^2}{\sum_{i=1}^N \tau_i * Z_i} \quad (8)$$

formula orqali hisoblanishi mumkin.

Korrelatsiya koeffitsiyentini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N \tau_i * Z_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^N Z_i^2 \sum_{i=1}^N \tau_i^2}} \quad (9)$$

Ma'lumki, agar absolyut qiymat bo'yicha korrelyatsiya koeffitsiyentini qiymati birga yaqin bo'lsa qurilgan model yaxshi natija beradi.

5.2.2. Paxta kinetik tenglamasi

Quritish jarayonida chigitli paxta vaqt bo'yicha namligini o'rganish maqsadida quyidagi I chi tartibli Differensial tenglamaga qo'yilgan boshlang'ich masalani ($m = 2$) ko'ramiz:

$$\begin{cases} -\frac{dW}{d\tau} = K(W - W_M)^2 \\ W \Big|_{\tau=0} = W_B \end{cases} \quad (10)$$

Bu masalani yechish uchun uni

$$\frac{dW}{(W - W_M)^2} = -Kd\tau$$

ko‘rinishida yozib olamiz va tenglamani ikki tomonini integrallab quyidagi

$$\int \frac{dX}{X^2} = -\frac{1}{X} + C$$

integral formulasidan foydalanamiz.

U holda

$$\frac{1}{W - W_M} = K\tau + C$$

Noma'lum C ni topish uchun boshlang'ich shartdan foydalansak

$$C = \frac{1}{W_B - W_M}$$

Demak, quritish varti

$$\tau = \frac{1}{K} \left[\frac{1}{W - W_M} - \frac{1}{W_B - W_M} \right] \quad (11)$$

formula orqali hisoblanishi mumkin. Bu yerdan namlik $W(\tau)$ topsak

$$W = W_M + \frac{W_B - W_M}{1 + K(W_B - W_M) * \tau} \quad (12)$$

ya'ni paxta namligini vaqt bo'yicha o'zgarish qonuniyatini hosil qilamiz.

Bu formula yordamida paxtani quritish tezligini topish mumkin:

$$q = -\frac{dW}{d\tau} = K * \left[\frac{W_B - W_M}{1 + K(W_B - W_M)\tau} \right]^2 \quad (13)$$

Yuqorida aytib o'tilgandek, paxtani berilgan vaqtidagi namligini, quritish tezligini hisoblash uchun K quritish koeffitsiyentini qiymatini bilish kerak bo'ladi. Agar vaqt va namlikning o'zgarishi bo'yicha tajriba natijalari berilgan bo'lsa kichik kvadratlar usuli yordamida paxtani quritish koeffitsiyentini hisoblash uchun (3) formulani, korrelyatsiya koeffitsiyenti uchun esa (9) ni hosil qilish mumkin.

U holda (8) va (9) ifodalardagi Z_i o'zgaruvchisi quyidagi

$$Z_i = \frac{1}{W_i - W_M} - \frac{1}{W_B - W_M} \quad (14)$$

ko‘rinishni oladi.

5.2.3. Tola uchun kinetik tenglama

Ma’lumki tolani quritish tezligi, chigit va paxtani quritish tezliklaridan ancha yuqori, shuning uchun tolaga quyidagi kinetik tenglamani (1), (2) masalani $m = 3$ qiymatida, ko‘ramiz.

$$\begin{cases} -\frac{dW}{d\tau} = K(W - W_p)^3 \\ W|_{\tau=0} = W_B \end{cases} \quad (15)$$

Bu boshlang‘ich masalani yechish uchun, quyidagi

$$\int \frac{dX}{X^3} = -\frac{1}{2X^2} + C$$

integral formulasidan foydalansak,

$$\frac{1}{2(W - W_M)^2} = K\tau + C$$

ifodani hosil qilamiz. Boshlangich shartdan foydalanib, noma’lum C ni topamiz.

$$C = \frac{1}{2(W_B - W_M)^2}$$

Demak, tola uchun quritish vaqti:

$$\tau = \frac{1}{2K} \left[\frac{1}{(W - W_M)^2} - \frac{1}{(W_B - W_M)^2} \right] \quad (16)$$

formula yordamida hisoblanishi mumkin.

Tola namligini topish uchun:

$$\frac{1}{(W - W_M)^2} - \frac{1}{(W_B - W_M)^2} + 2 * K * \tau$$

bu yerda

$$W = W_M + \frac{W_B - W_M}{\sqrt{1 + 2K(W_B - W_M)^2 * \tau}} \quad (17)$$

formulani hosil qilamiz.

Tolani quritish tezligini hisoblash uchun esa quyidagi.

$$q = \frac{dW}{d\tau} = K * \left(\frac{W_B - W_M}{\sqrt{1 + 2K(W_B - W_M)^2}} * \tau \right)^3 \quad (18)$$

formulani olishimiz mumkin,

Yuqorida aytib o‘tilganidik, agar tola namligi va quritish vaqtini tajribaviy qiymatlari berilgan bo‘lsa, quritish va korrelyatsiya koeffitsiyentini (8), (9) formulalar orqali hisoblash mumkin, Bu formulalardagi Z_i o‘zgaruvchisi quyidagi ifoda orqali hisoblanadi;

$$Z_i = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{(W_i - W_M)^2} - \frac{1}{(W_B - W_M)^2} \right] \quad (19)$$

bu yerda; τ_i - vaqt bo‘yicha tajribaviy qiymatlar,

W_i – tolani namligi bo‘yicha tajribaviy qiymatlari,

N – tajribaviy qiymatlar soni.

5.3. Chigitli paxta quritishning umumlashgan kinetik modeli

Biz quyida esa quritish jarayonini hamma davrlarini ifodalovchi, hamda materialning ko‘p komponentligini hisobga oluvchi umumlashgan kinetik tenglamani ko‘ramiz.

Quyida ko‘rinishdagi birinchi tartibli trigonometrik darajali Differensial tenglamaga qo‘yilgan boshlang‘ich masala berilgan bo‘lsin.

$$\begin{cases} -\frac{dW}{d\tau} = K(A - W_M) \sin^m \left[\frac{\pi(W - W_M)}{2(A - W_M)} \right] \\ W \Big|_{\tau=0} = W_B \end{cases} \quad (1)$$

bu yerda A – boshlang‘ich muvozanat namlik deyilib, u materialning birinchi qizish davri so‘ngidagi namlikdir.

Differensial tenglamadan ko‘rinib turibdiki, quritish tezligini eng katta

qiymati material namligini boshlang'ich muvozanat namlik qiymatida erishadi, ya'ni

$$W = A \quad \text{da}$$

$$\max_q = \max\left(-\frac{dW}{dt}\right) = K(A - W_M) \quad (2)$$

Undan tashqari ko'rilayotgan kinetik tenglama faqat $A \leq W_B$, holdagina emas, balki $A \geq W_B$ bo'lganda ham o'rinli.

Agar boshlang'ich muvozanat namlik (A) qiymati boshlang'ich namlikni qiymatidan kam farq qilsa, (2) modelda A o'zgaruvchisi W_B ga almashtirish mumkin:

$$\begin{cases} -\frac{dW}{d\tau} = K(W_B - W_M) \operatorname{Sin}^m \left[\frac{\pi(W - W_M)}{2(W_B - W_M)} \right] \\ W \Big|_{\tau=0} = W_B \end{cases}$$

Berilgan differensial tenglamani yechish uchun uni integrallab quyidagi ko'rinishda yozib olamiz:

$$\int_{W_B}^W \frac{dW}{K(A - W_M) \operatorname{Sin}^m \left[\frac{\pi(W - W_M)}{2(A - W_M)} \right]} = - \int_0^{\tau} K d\tau$$

bu yerdan,
$$\tau = - \int_{W_B}^W \frac{dW}{K(A - W_M) \operatorname{Sin}^m \left[\frac{\pi(W - W_M)}{2(A - W_M)} \right]}$$

Belgilash kiritib:

$$X = \frac{\pi(W - B)}{2(A - B)}, \quad X_B = \frac{\pi(W_B - B)}{2(A - B)} \quad (3)$$

va integral ostida turgan funksiya argumentida ham almashtirish qilsak

$$t = \frac{\pi(W - B)}{2(A - B)}$$

u holda

$$\tau = \frac{2 \cdot K}{\pi} \int_X^{X_B} \frac{dt}{\sin^m t} \quad (4)$$

quritish vaqti hisoblash uchun formulani hosil qilamiz.

Yuqoridagi boblarda ko'rganimizdek umumlashgan kinetik modelning A , m , K – parametrlarini tajriba natijalari va kichik kvadratlar usuli yordamida topish mumkin.

Xususan, quritish koeffitsiyenti K ni quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^N Z_i^2}{\sum_{i=1}^N \tau_i \cdot Z_i} \quad (5)$$

bu yerda

$$Z_i = Z(W_i) = \frac{2}{\pi} \int_X^{X_B} \frac{dt}{\sin^m t} \quad (6)$$

Ko'p sonli tajriba natijalarini qayta ishlash natijasida, (1) –modelning m – parametrini quyidagi optimal qiymatlari olingan:

$$m = \begin{cases} 2 & \text{chigit uchun} \\ 3 & \text{paxta uchun} \\ 4 & \text{tola uchun} \end{cases}$$

Demak, chigit kinetikasini o'rganish modeli:

$$\begin{cases} -\frac{dW}{d\tau} = K(A - W_M) \sin^2 \left[\frac{\pi(W - W_M)}{2(A - W_M)} \right] \\ \frac{W}{\tau=0} = W_B \end{cases} \quad (7)$$

(7) masalani yechish uchun quyidagi integral formulasidan

$$\int \frac{dx}{\sin^2 x} = -ctg x + C$$

va boshlang'ich shartdan foydalanamiz.

U holda, chigit quritish vaqti:

$$\tau = \frac{2}{K\pi} [ctg(X) - ctg(X_B)] \quad (8)$$

bu yerda X, X_B – (3) formulalar bilan hisoblanadi.

Olingan formuladan X o'zgaruvchini topsak

$$ctg(X) = ctg(X_B) + \frac{K\pi}{2}\tau$$

$$X = \text{arccctg} \left[\frac{K\pi\tau + 2ctg(X_B)}{2} \right] + \alpha \cdot \pi$$

ya'ni

$$X = \text{arctg} \left[\frac{2}{K\pi\tau + 2ctg(X_B)} \right] + \alpha \cdot \pi$$

bu yerda

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{agar } K\pi\tau + 2 \cdot ctg X_B \leq 0 \\ 0 & \text{agar } K\pi\tau + 2 \cdot ctg X_B \geq 0 \end{cases}$$

(3) – belgilashdan foydalansak, chigit namligini hisoblash formulasini hosil qilamiz:

$$W = W_M + \frac{2(A-W_M)}{\pi} \cdot \text{arctg} \left[\frac{2}{K\pi\tau + 2ctg(X_B)} \right] + \alpha \cdot \pi \quad (9)$$

Agar boshlang'ich muvozanat namlik o'rniga boshlang'ich namlikni qo'ysak,

$$W = W_M + \frac{2(W_B - W_M)}{\pi} \cdot \text{arctg} \left[\frac{2}{K\pi\tau} \right] \quad (10)$$

ifodani hosil qilamiz.

Chigit quritish tezligi esa

$$q = -\frac{dW}{d\tau} = \frac{(A - W_M) \cdot K}{1 + \left[\frac{K\pi\tau}{2} + ctg X_B \right]^2} \quad (11)$$

formula bilan hisoblanadi.

Xuddi shuningdek, paxta ($m = 3$) va tola ($m = 4$) quritish vaqtini topish uchun quyidagi integral formulalardan foydalansak

$$\int \frac{dX}{\sin^3 X} = \frac{1}{8} \left[\operatorname{ctg}^2 \frac{X}{2} - \operatorname{tg}^2 \frac{X}{2} - 4 \cdot \ln \left| \operatorname{tg} \frac{X}{2} \right| \right] + C,$$

$$\int \frac{dX}{\sin^4 X} = \frac{1}{48} \left[\operatorname{tg}^3 \frac{X}{2} - \operatorname{ctg}^3 \frac{X}{2} + 9 \cdot \operatorname{tg} \frac{X}{2} - 9 \cdot \operatorname{ctg} \frac{X}{2} \right] + C.$$

U holda, paxta quritish vaqti uchun

$$\tau = \frac{1}{4K\pi} \left[\left(\operatorname{ctg}^2 \frac{X}{2} - \operatorname{tg}^2 \frac{X}{2} - 4 \cdot \ln \left| \operatorname{tg} \frac{X}{2} \right| \right) - \left(\operatorname{ctg}^2 \frac{X_B}{2} - \operatorname{tg}^2 \frac{X_B}{2} - 4 \cdot \ln \left| \operatorname{tg} \frac{X_B}{2} \right| \right) \right]$$

va tola quritish vaqti uchun

$$\tau = \frac{1}{24K\pi} \left[\left(\operatorname{tg}^3 \frac{X}{2} - \operatorname{ctg}^3 \frac{X}{2} + 9 \cdot \operatorname{tg} \frac{X}{2} - 9 \cdot \operatorname{ctg} \frac{X}{2} \right) - \left(\operatorname{tg}^3 \frac{X_B}{2} - \operatorname{ctg}^3 \frac{X_B}{2} + 9 \cdot \operatorname{tg} \frac{X_B}{2} - 9 \cdot \operatorname{ctg} \frac{X_B}{2} \right) \right]$$

formularini hosil qilamiz.

Paxta va tola namligini hisoblash uchun hosil bo'lgan transsendent tenglamalar biron bir sonli usul yordamida yechiladi.

Yuqorida ko'rganimizdek, umumlashgan kinetik model yordamida hisobiy ishlarni olib borish 96lgoritm iva EXM programmasini o'quvchilarni o'zlari tuzishlarini tavsiya etamiz.

5.4. Paxta g'aramida issiqlik tarqalish jarayonining bir matematik modeli

Yuqori namlikdagi paxta g'aramini bir tomonlama issiq havoni so'rish natijasida hosil bo'lgan sovush jarayonining bir matematik modeli ko'ramiz. Bu issiqlik tarqalish tenglamasiga qo'yilgan chegaraviy masala ko'rinishida bo'ladi:

$$\begin{cases} c\rho \frac{\partial T}{\partial \tau} = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + 0,01\varepsilon \rho r \frac{\partial W}{\partial \tau} \\ T(x,0) = T_H \\ T(0,\tau) = T_0; \quad -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} = \alpha(T - T_B) \quad \text{npu} \quad x = l \end{cases} \quad (1)$$

bu yerda T – paxta temperaturasi,

T_B – havo temperaturasi,

c – issiqlik sig‘imi,

λ -issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti,

ρ - paxta zichligi,

α – issiqlik almashuv koeffitsiyenti,

W – paxta namligi,

ε - fazoviy aylanish koeffitsiyenti,

r – par hosil qilish issiqligi,

τ -sovutish vaqti.

(4.1) masalani yechimini quyidagi ko‘rinishda qidiramiz:

$$T(x, \tau) = V(x, \tau) + \varphi(x) \quad (2)$$

bu yerda $\varphi(x) = (\gamma_1 x + \beta_1)T_0 + \gamma T_B$ funksiya $\gamma, \beta_1, \gamma_1$ koeffitsiyentlarni tanlash hisobiga chegaraviy shartlarni qanoatlantiradi. Buning uchun $\varphi(x)$ funksiyani chegaraviy shartga quyib

$$\gamma_1 T_0 + \gamma T_B + \bar{\alpha}(\gamma_1 l + \beta_1)T_0 + \bar{\alpha} \cdot \gamma l T_B = \bar{\alpha} T_B, \quad \bar{\alpha} = \frac{\alpha}{\lambda}$$

bu koeffitsiyentlarni topamiz:

$$\beta_1 = 1, \quad \gamma_1 = -\frac{\bar{\alpha}}{1 + \bar{\alpha}l}, \quad \gamma = \frac{\bar{\alpha}}{1 + \bar{\alpha}l}$$

Demak,

$$\varphi(x) = T_0 - (T_0 - T_B) \cdot \frac{\bar{\alpha}}{1 + \bar{\alpha}l} x \quad (3)$$

U holda quyidagi chegaraviy shartlari bir jinsli bo‘lgan masalaga kelamiz:

$$\begin{cases} \frac{\partial V}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} - f(\tau) \\ V(x, 0) = T_H - \varphi(x) = \varphi_1(x) \\ V(0, \tau) = 0 \\ \frac{\partial V}{\partial x}(l, \tau) + \bar{\alpha}V = 0 \quad \text{npu } x=l \end{cases} \quad (4)$$

bu yerda

$$f(\tau) = -\frac{0,01 \cdot \varepsilon r dW}{c d\tau}$$

$$a = \frac{\lambda}{c\rho}, \quad \bar{\alpha} = \frac{\alpha}{\lambda}$$

Bu masalani o'zgaruvchilarni ajratish usuli yordamida yechamiz:

$$V(x, \tau) = \sum_{n=1}^{\infty} V_n(\tau) X_n(x)$$

bu yerda $X_n(x)$ –quyidagi chegaraviy masalani

$$\begin{cases} x'' + \lambda^2 x = 0 \\ x(0) = 0 \\ x'(l) + \bar{\alpha} x(l) = 0 \end{cases} \quad (5)$$

xususiy yechimlari.

Bu masalani yechimi

$$X_n(x) = C_n \sin \lambda_n x$$

ko'rinishda bo'ladi.

Bu yerda λ_n quyidagicha ifodalanadi

$$\lambda_n \operatorname{ctg} \lambda_n l = -\bar{\alpha} \quad (6)$$

transsendent tenglamadan topiladi.

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = \sum_{n=1}^{\infty} (-\lambda_n^2) V_n(\tau) X_n(x)$$

munosabatni hisobga olsak, quyidagi oddiy differensial tenglamaga qo'yilgan boshlangich masalani hosil qilamiz:

$$\begin{cases} \frac{dV_n(\tau)}{d\tau} + a\lambda_n^2 V_n = -f(\tau) \\ V_n(0) = C_n \end{cases} \quad (7)$$

Bu masalani yechimi

$$V_n = e^{-a\lambda_n^2\tau} \left[C_n - \int_0^\tau e^{a\lambda_n^2\tau_1} f(\tau_1) d\tau_1 \right]$$

ko‘rinishda bo‘ladi. Bu yerda

$$C_n = \frac{1}{B_n} \int_0^l [T_H - \varphi(x)] \cdot \sin \lambda_n x dx$$

$$B_n = \frac{1}{2} \left(l - \frac{1}{2\lambda_n} \sin 2\lambda_n l \right) \quad (8)$$

Demak, berilgan (1) masalani yechimini

$$T(x, \tau) = T_0 - \gamma x (T_0 - T_B) + \sum_{n=1}^{\infty} C_n e^{-a\lambda_n^2\tau} \sin \lambda_n x - \sum_{n=1}^{\infty} \left(\int_0^\tau e^{-a\lambda_n^2(\tau-\tau_1)} f(\tau_1) d\tau_1 \right) \sin \lambda_n x \quad (9)$$

ko‘rinishda hosil qilamiz.

Tayanch iboralar:

Faktor, eksperiment, usul, model, statistik usul, dispersiya, regressiya koeffitsiyentlari, modelni adekvatligi, Fisher kriteriyasi, koeffitsiyentlarni ahamiyatlilari, kodlashtirilgan qiymat, to'la faktorli eksperiment, ajralib turgan qiymatlar, Styudent kriteriyasi, Kochren kriteriyasi, algoritm, dispersiyalarni bir jinsliligi, ajralib turgan qiymatlar, ozod va chiziqli hadlar koeffitsiyentlari.

ADABIYOTLAR

1. Севастьянов А.Г. «Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной и легкой промышленности», М. «Легкая индустрия», 1980 г.
2. Самарский А.А., Михайлов А.П. «Математическое моделирование», М.Наука,1997, 320 с.
3. Зарубин З.С. «Математическое моделирование в технике», М. Изд. МГТУ, 2003, 496 с.
4. Кирюхин С.М., Соловьев А.Н. «Контроль и управление качеством текстильных материалов», М. «Легкая индустрия», 1977 г.
5. Винаградов Ю.С. «Математическая статистика и её применение в текстильной и швейной промышленности», М. «Легкая индустрия», 1970 г.
6. Амзаев Л.А., Жуманиязов Қ., Матисмаилов С.Лю Тадқиқот услублари ва воситалари. Ўқув кўлланма. Т.; Ф.Фулом нашриёти, 2014-160 бет.
7. Маматов А.З., Усмонқулов А.Қ. “Технологик жараёнларни математик моделлаштириш”, Т.; ТТЕСИ, 2009й.
8. Mamatov A.Z., Abbazov I.Z. “Tadqiqot uslublari va vositalar” Uslubiy qo’llanma. Toshkent TTYESI 2015. 56 bet.
9. C.R.Kothari “Research Methodology Methods and Techniques” New Age international (P) Limited, publishets. India 2004
10. Севастьянов А.Г. «Современные методы исследования неровноты продуктов прядения», М. «Легкая индустрия», 1980 г.
11. Поздняков Б.П. «Методы отбора проб в прядении», М. «Легкая индустрия», 1965 г.
12. Поздняков Б.П. «Методы статического контроля и исследования текстильных материалов», М. «Легкая индустрия», 1978 г.

13. Адлер Ю.П. и др. «Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий», М., Наука, 1976 г.
14. Маматов А.З. Пахтани кинетик моделлари бўйича услубий қўлланма, Т.:”ТТЕСИ”, 1998.
15. Kothari C. R. Research Methodology Methods and Techniques. India, Publishers Published by New Age, 2004. – pp. 418.

ILOVALAR
 $f(t)$ ni jadvaliy qiymatlari

1-jadval

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,399	0,399	0,399	0,399	0,399	0,399	0,398	0,398	0,398	0,397
0,1	0,397	0,397	0,396	0,396	0,395	0,394	0,393	0,393	0,393	0,392
0,2	0,391	0,390	0,389	0,389	0,388	0,386	0,386	0,385	0,384	0,383
0,3	0,381	0,380	0,379	0,378	0,378	0,377	0,374	0,373	0,371	0,370
0,4	0,368	0,367	0,365	0,364	0,364	0,362	0,359	0,357	0,356	0,354
0,5	0,352	0,350	0,349	0,347	0,347	0,345	0,341	0,339	0,337	0,335
0,6	0,333	0,331	0,329	0,327	0,327	0,325	0,321	0,319	0,317	0,314
0,7	0,312	0,310	0,308	0,306	0,306	0,303	0,299	0,297	0,294	0,296
0,8	0,290	0,264	0,261	0,259	0,259	0,257	0,25	0,249	0,247	0,244
0,9	0,242	0,24	0,237	0,235	0,235	0,232	0,228	0,225	0,223	0,220
1,1	0,218	0,216	0,213	0,211	0,211	0,208	0,204	0,201	0,199	0,197
1,2	0,194	0,192	0,190	0,187	0,187	0,185	0,18	0,178	0,176	0,174
1,3	0,171	0,169	0,167	0,165	0,165	0,163	0,158	0,156	0,154	0,192
1,4	0,150	0,148	0,146	0,144	0,144	0,142	0,137	0,135	0,133	0,132
1,5	0,130	0,128	0,126	0,124	0,124	0,122	0,118	0,116	0,115	0,113
1,6	0,111	0,109	0,107	0,106	0,106	0,104	0,101	0,099	0,097	0,096
1,7	0,094	0,093	0,091	0,089	0,089	0,088	0,085	0,083	0,082	0,08
1,8	0,079	0,078	0,076	0,075	0,075	0,073	0,071	0,069	0,068	0,067
1,9	0,066	0,064	0,063	0,062	0,062	0,061	0,058	0,057	0,056	0,055
2,0	0,054	0,053	0,052	0,051	0,051	0,05	0,048	0,047	0,046	0,045
2,1	0,044	0,043	0,042	0,041	0,041	0,04	0,039	0,038	0,037	0,036
2,2	0,036	0,035	0,034	0,033	0,033	0,031	0,03	0,03	0,03	0,029
2,3	0,028	0,028	0,027	0,026	0,026 [^]	0,026	0,025	0,024	0,024	0,023
2,4	0,022	0,022	0,021	0,021	0,021	0,021	0,019	0,019	0,018	0,018
2,5	0,018	0,017	0,017	0,016	0,016	0,016	0,015	0,015	0,014	0,014
2,6	0,014	0,013	0,013	0,013	0,013	0,012	0,012	0,011	0,011	0,011
2,7	0,01	0,010	0,01	0,010	0,010	0,009	0,009	0,009	0,008	0,008
2,8	0,008	0,008	0,008	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,006	0,006
2,9	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
3,0	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003
3,1	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
3,2	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
3,3	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001
3,4	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
3,5	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
3,6	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Keskin farq qiluvchi qiymatlarni tahlil qilish mezonining jadvaliy qiymati
(V_T)

2-jadval

Qaytarishlar	<i>R_{ishonch}</i>		
<i>m</i>	0,99	0,95	0,90
3	1,414	1,412	1,406
4	1,723	1,689	1,645
5	1,955	1,869	1,791
6	2,130	1,996	1,894
7	2,265	2,093	1,974
8	2,374	2,172	2,041
9	2,464	2,237	2,097
10	2,540	2,294	2,146
11	2,606	2,343	2,190
12	2,663	2,387	2,229
13	2,714	2,426	2,264
14	2,759	2,461	2,297
15	2,800	2,493	2,326
16	2,837	2,523	2,354
17	2,871	2,551	2,380
18	2,903	2,577	2,404
19	2,932	2,600	2,426
20	2,959	2,623	2,447
21	2,984	2,644	2,467
22	3,008	2,664	2,486
23	3,030	2,683	2,504
24	3,051	2,701	2,502
25	3,071	2,717	2,537

Laplas finksiyasining qiymatlari $f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz$

3-jadval

	Z ni 100 dan bir qismi									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,0	0,0000	0040	0080	0120	0160	0199	0239	0279	0319	0359
0,1	0398	0438	0478	0517	0557	0596	0636	0675	0714	0753
0,2	0793	0832	0871	0910	0948	0987	1026	1064	1103	1041
0,3	0,1179	1217	1255	1293	1331	1368	1406	1443	1480	1517
0,4	1554	1591	1628	1664	1700	1736	1772	1808	1844	1879
0,5	1915	1950	1985	2019	2054	2088	2123	2157	2190	2224
0,6	0,2257	2291	2324	2357	2389	2422	2454	2486	2517	2549
0,7	2580	2511	2642	2673	2703	2734	2764	2794	2823	2852
0,8	2881	2910	2939	2967	2995	3023	3051	3078	3106	3133
0,9	0,3159	3186	3212	3238	3264	3289	3315	3340	3365	3389
1,0	3415	3437	3461	3485	3508	3531	3554	3577	3599	3623
1,1	3643	3665	3686	3708	3729	3749	3770	3790	3810	3830
1,2	3849	3869	3888	3907	3925	3944	3962	3980	3997	4015
1,3	0,4032	4049	4066	4082	4099	4115	4131	4147	4162	4177
1,4	4192	4207	4227	4236	4251	4265	4279	4292	4306	4319
1,5	4332	4345	4357	4370	4382	4394	4406	4418	4429	4441
1,6	4452	4463	4474	4484	4495	4505	4515	4525	4535	4545
1,7	4554	4564	4573	4582	4591	4599	4608	4616	4625	4633
1,8	4641	4649	4656	4664	4671	4678	4686	4693	4699	4706
1,9	4713	4719	4726	4732	4738	4744	4750	4756	4761	4767
2,0	4772	4778	4783	4788	4793	4798	4803	4808	4812	4817
2,1	4812	4826	4830	4834	4838	4842	4846	4850	4854	4857
2,2	4861 4966	4864 474	4867 906	4871 263	4874 545	4877 755	4880 894	4883 962	4886 962	4889 893
2,3	4893 753	4895 659	4898 296	4900 969	4903 581	4906 533	4908 625	4911 060	4913 437	4915 758
2,4	4918 025	4920 237	4922 397	44924 506	4936 564	4928 572	4930 531	4932 493	4934 308	4936 128
2,5	4937 903	4939 634	4941 323	4944 969	4946 574	4947 139	4949 664	4949 151	4950 600	4952 012

2,6	4953 388	4954 729	4956 035	4957 308	4958 547	4959 754	4960 930	4962 074	4963 089	4964 274
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2,7	4965 330	4966 358	4967 359	4968 333	4969 280	4970 202	4971 099	4971 972	4972 821	4973 646
2,8	0,4974 449	4975 229	4975 988	4976 726	4977 443	4978 140	4978 818	4979 476	4980 116	4980 738
2,9	4981 342	4981 929	4982 498	4983 052	4983 689	4984 111	4984 618	4985 110	4985 588	4986 051
3,0	4986 501	4986 938	4987 361	4987 772	4988 171	4988 558	4988 933	4989 297	4989 650	4989 992
3,1	4990 324	4990 646	4990 957	4991 260	4991 553	4991 836	4992 112	4992 378	4992 636	4992 886
3,2	4993 129	4993 363	4993 590	4993 810	4994 024	4994 230	4994 429	4994 623	4994 310	4994 991
3,3	4995 166	4995 335	4995 499	4995 658	4995 811	4995 959	4996 103	4996 242	4996 376	4996 505
3,4	4996 631	4996 752	4996 689	4996 982	4997 091	4997 197	4997 299	4997 398	4997 493	4997 585
3,5	4997 674	4997 759	4997 842	4997 922	4997 999	4998 074	4998 146	4998 215	4998 282	4998 347
3,6	4998 409	4998 469	4998 527	4998 583	4998 637	4998 689	4998 739	4998 787	4998 834	4998 879
3,7	4998 922	4998 964	4999 004	4999 043	4999 080	4999 116	4999 150	4999 184	4999 216	4999 247
3,8	4999 274	4999 305	4999 333	4999 359	4999 385	4999 409	4999 433	4999 456	4999 478	4999 499
3,9	4999 519	4999 539	4999 557	4999 575	4999 593	4999 609	4999 625	4999 641	4999 655	4999 670
4,0	4999 683	4999 696	4999 709	4999 721	4999 733	4999 744	4999 755	4999 765	4999 775	4999 784
4,1	4999 793	4999 802	4999 811	4999 819	4999 826	4999 834	4999 841	4999 848	4999 854	4999 861
4,2	4999 867	4999 872	4999 878	4999 883	4999 888	4999 893	4999 898	4999 902	4999 907	4999 911
4,3	4999 915	4999 918	4999 922	4999 925	4999 929	4999 932	4999 935	4999 938	4999 941	4999 943
4,4	4999 946	4999 948	4999 951	4999 953	4999 955	4999 957	4999 959	4999 961	4999 963	4999 964
4,5	4999 966	4999 968	4999 969	4999 971	4999 972	4999 973	4999 974	4999 976	4999 977	4999 978

4,6	4999 997	4999	4999	4999	4999	4999	999	999	4999	4999
-----	-------------	------	------	------	------	------	-----	-----	------	------

tasodifiy sonlar jadvali

4-jadval

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5489	5583	3156	0835	1988	3912	0938	7460	0869	4420
3522	0935	7877	5665	7020	9555	7379	7124	7878	5544
7555	7579	2550	2487	9477	0864	2349	1012	8250	2633
5759	3554	5080	9074	7001	6249	3224	6368	9102	2672
6303	6895	3371	3196	7231	2918	7380	0438	7547	2644
7351	5634	5323	2623	7803	8374	2191	0464	0696	9529
7068	7803	8832	5119	6350	0120	5026	3684	5657	0304
3613	1428	1796	8447	0503	5654	3254	7336	9536	1944
5143	4534	2105	0368	7890	2473	4240	8652	9435	1422
9815	5144	7649	8638	6137	8070	5345	4865	2456	5708
5780	1277	6316	1013	2867	9938	3930	3203	5696	1769
1187	0951	5991	5245	5700	5564	7352	0891	6249	6568
4184	2179	4554	9083	2254	2435	2965	5154	1209	7069
2916	2972	9885	0275	0144	8034	8122	3213	7666	0230
5524	1341	9860	6565	6981	9842	0171	2284	2707	3008
0146	5291	2354	5694	0377	5336	6460	9585	3415	2358
4920	2826	5238	5402	7937	1993	4332	2327	6875	5230
7978	1947	6380	3425	7267	7285	1130	7722	0164	8573
7453	0653	3645	7497	5969	8682	4191	2976	0361	9334
1473	6938	4899	5348	1641	3652	0852	5296	4538	4456
8162	8797	8000	4707	1880	9660	8446	1883	9768	0881
5645	4219	0807	3301	4279	4168	4305	9937	3120	5547
2042	1192	1175	8851	6432	4635	5757	6656	1660	5389
5470	7702	6958	9080	5925	8519	0127	9233	2452	7341
4045	1730	6005	1704	0345	3275	4738	4862	2556	8333
5880	1257	6163	4439	7276	6353	6912	0731	9033	5294
9083	4260	5277	4998	4298	5204	3965	4028	8936	4148
1762	8713	1189	1090	8989	7273	3213	1935	9321	4820
2023	2589	1740	0424	8924	0005	1636	1636	7237	1227
7965	3855	4765	0703	1678	0841	7543	0308	9732	1289
7690	0480	8098	9629	4819	7219	7241	5128	3853	1921
9292	0426	9573	4903	5916	6576	8368	3270	6641	0033
0867	1656	7016	4220	2533	6345	8227	1904	5138	2537
0505	2127	8255	5276	2233	3956	4118	8199	6380	6340
6295	9795	1112	5761	2575	6837	3336	9322	7403	8345
6323	2615	3410	3365	1117	2417	3176	2434	5240	5455
8672	8536	2966	5773	5412	8114	0930	4697	6919	4569
1422	5507	7596	0670	3013	1354	3886	3268	9469	2584
2653	1472	5113	5739	1469	9545	9331	5303	9914	6394
0438	4376	3328	8645	8327	0110	4549	7955	5275	2890

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2851	2157	0057	7085	1129	0460	6821	8323	2572	8962
7962	2753	3077	8718	7418	8004	1425	3706	8822	1494
3837	4098	0220	1217	4732	0150	1637	1097	1040	7372
8542	4126	9274	2251	0607	4301	8730	7690	6235	3477
0439	0765	8039	9484	2577	7859	1976	0623	1418	6685
6687	1943	4307	0579	8171	8224	8641	7034	3595	3875
6242	5582	5872	3197	4919	2792	5991	4058	9769	1918
6859	9606	0522	4993	0345	8958	1289	8825	6941	7685
0590	1932	6013	3623	1973	4112	1795	8465	2110	8045
3482	0478	0221	6738	7323	5643	4767	0106	2272	9862

Kolmogorov mezonining jadvaliy qiymati

5-jadval

λ	$R_{ishonch}$	λ	$R_{ishonch}$	λ	$R_{ishonch}$	λ	$R_{ishonch}$
0,3	1,0	0,7	0,711	1,2	0,112	2	0,001
0,35	1,0	0,75	0,625	1,3	0,068	2,1	0,000
0,4	0,997	0,8	0,544	1,4	0,040	2,2	0,000
0,45	0,987	0,85	0,465	1,5	0,022	2,3	0,000
0,5	0,964	0,9	0,393	1,6	0,012	2,4	0,000
0,55	0,923	0,95	0,328	1,7	0,006	2,5	0,000
0,6	0,864	1,0	0,27	1,8	0,003		
0,65	0,792	1,1	0,178	1,9	0,002		

Student mezonini hisobiy qiymati (t_T)

6-jadval

f	$P_{ishonch}$				
	Ikki tomonli mezon				
	0,8	0,9	0,95	0,99	0,999
1	2	3	4	5	6
1	3,078	6,314	12,706	63,657	636,62
2	1,886	2,920	4,303	9,925	31,598
3	1,638	2,353	3,182	5,841	12,924
4	1,533	2,132	2,776	4,604	8,610
5	1,476	2,015	2,571	4,032	6,869
6	1,440	1,943	2,447	3,707	5,959

7	1,415	1,895	2,365	3,499	5,408
---	-------	-------	-------	-------	-------

1	2	3	4	5	6
8	1,397	1,860	2,306	3,355	5,041
9	1,383	1,833	2,262	3,250	4,781
10	1,372	1,812	2,228	3,169	4,587
11	1,363	1,796	2,201	3,106	4,437
12	1,356	1,782	2,179	3,055	4,318
13	1,350	1,771	2,160	3,012	4,221
14	1,345	1,761	2,145	2,977	4,140
15	1,341	1,753	2,131	2,947	4,073
16	1,337	1,746	2,120	2,921	4,015
17	1,333	1,740	2,110	2,898	3,965
18	1,330	1,734	2,101	2,878	3,922
19	1,328	1,729	2,093	2,861	3,883
20	1,325	1,725	2,086	2,845	3,850
21	1,323	1,721	2,080	2,831	3,819
22	1,321	1,717	2,074	2,819	3,792
23	1,319	1,714	2,069	2,807	3,767
24	1,318	1,711	2,064	2,797	3,745
25	1,316	1,708	2,060	2,787	3,725
26	1,315	1,706	2,056	2,779	3,707
27	1,314	1,703	2,052	2,771	3,690
28	1,313	1,701	2,048	2,763	3,674
29	1,311	1,699	2,045	2,756	3,659
30	1,310	1,697	2,042	2,750	3,646
40	1,303	1,684	2,021	2,704	3,551
60	1,296	1,671	2,000	2,660	3,460
120	1,289	1,658	1,980	2,617	3,373
∞	1,282	1,645	1,960	2,576	3,291
<i>R_{ishonch}</i>	0,90	0,95	0,975	0,995	0,9995
Bir tomonlama mezon					

Fisher mezonining jadvaliy qiymati (F_T) $F_T = (R_{ishonch} = 0,95, f_1, f_2)$
 f_1 –erkinlik darajasi; f_2 –erkinlik darajasi;

7-jadval

f_1, f_2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	236,8	238,9	240,5
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,35	19,37	19,38
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	[3,14	3,07	3,02
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,25
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,22
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	1,04
120	3,922	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,09	2,02	1,96
∞	3,84	3,00	2,60	2,37	2,21	2,10	2,01	1,94	1,88

f_1, f_2	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	241,9	243,9	245,9	248,0	249,1	250,1	251,1	252,2	253,3	254,3
2	19,40	19,41	19,43	19,45	19,45	19,46	19,47	19,48	19,49	19,50
3	8,79	8,74	8,70	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53
4	5,96	5,91	5,86	5,80	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63
5	4,74	4,68	4,62	4,56	4,53	4,50	4,46	4,43	4,40	4,36
6	4,06	4,00	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,70	3,67
7	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,38	3,34	3,30	3,27	3,23
8	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93
9	3,14	3,07	3,01	2,94	2,90	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71
10	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,70	2,66	2,62	2,58	2,54
11	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,40
12	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,30
13	2,67	2,60	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,30	2,225	2,21
14	2,60	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,27	2,22	2,18	2,13
15	2,54	2,48	2,40	2,33	2,29	2,25	2,20	2,16	2,11	2,07
16	2,49	2,42	2,35	2,28	2,24	2,19	2,15	2,11	2,06	2,01
17	2,45	2,38	2,31	2,23	2,19	2,15	2,10	2,06	2,01	1,96
18	2,41	2,34	2,27	2,19	2,15	2,11	2,06	2,02	1,97	1,92
19	2,38	2,31	2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,88
20	2,35	2,28	2,20	2,12	2,08	2,04	1,99	1,95	1,90	1,84
21	2,32	2,25	2,18	2,10	2,05	2,01	1,96	1,92	1,87	1,81
22	2,30	2,23	2,15	2,07	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,78
23	2,27	2,20	2,13	2,05	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81	1,76
24	2,25	2,18	2,11	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,79	1,73
25	2,24	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,87	1,82	1,77	1,69
26	2,22	2,15	2,07	1,99	1,95	1,90	1,85	1,80	1,75	1,67
27	2,20	2,13	2,06	1,97	1,93	1,88	1,84	1,79	1,73	1,65
28	2,19	2,12	2,04	1,96	1,91	1,87	1,82	1,77	1,71	1,64
29	2,18	2,10	2,03	1,94	1,90	1,85	1,81	1,75	1,70	1,62
30	2,16	2,09	2,01	1,93	1,89	1,84	1,79	1,74	1,68	1,51
40	2,08	2,00	1,92	1,84	1,79	1,74	1,69	1,64	1,58	1,39
60	1,99	1,92	1,84	1,75	1,70	1,65	1,59	1,53	1,47	1,25
120	1,91	1,83	1,75	1,66	1,61	1,55	1,50	1,43	1,35	1,00
∞	1,83	1,75	1,67	1,57	1,52	1,46	1,39	1,32	1,22	1,71

5% xato bo'yicha $R_{ishonch} \leq 0,05$

MUNDARIJA

		bet
KIRISH.....		3
I-BOB.	Fanning vazifalari. Tadqiqotning asosiy ta’rif va tushunchalar.....	5
1.1.	Fanning vazifalari va ilmiy tadqiqot usullari.....	5
1.2.	Ilmiy izlanishlar turlari va bosqichlari.....	10
1.3.	Ilmiy tadqiqot ishini asoslash va uni dolzarbligi.....	12
1.4.	Tajribaviy tadqiqotlar.....	16
1.5.	Ilmiy axborotlarni tahlil qilish.....	19
1.6.	Ilmiy tadqiqot ishlari to‘g‘risidagi hisobotlarni rasmiylashtirish.....	24
1.7.	Ilmiy materiallarni nashrga tayyorlash.....	29
II-BOB	Texnologik jarayonlarni matematik ko‘rinishda ifodalash.....	32
2.1.	Matematika modellar haqida asosiy tushunchalar.....	32
2.2.	Modellarni qurish usullari.....	37
2.3.	Optimizatsiya masalasi.....	39
2.4.	Amaliy dastur paketlari yordamida masalalar yechish.....	40
2.4.1.	<i>Mathcad</i> dasturi va uning imkoniyatlari.....	40
2.4.2.	<i>Maple – 8</i> dasturidan foydalanish.....	47
III-BOB	Tasodifiy miqdorlar sonli xarakteristikalar.....	52
3.1.	Xatoliklar nazariyasi.....	52
3.2.	Matematika statistika elementlari.....	54
3.2.1.	Statistik xarakteristikalar va ularni hisoblash.....	54
3.2.2.	Nuqtaviy baholar.....	55
3.3.	Taqsimot noma’lum parametrlarining interval baholari.....	59
3.4.	Korrelyatsiya analizining asosiy elementlari va emperik funksiyalar qurish.....	64
3.5.	Bir omilli regressiya tenglamalarini qurish. Kichik kvadratlar usuli.....	67

<i>IV</i> -BOB	Ko‘p faktorli regression matematik modellar qurish.....	71
4.1.	To‘la faktorli eksperiment.....	71
4.2.	Tajriba natijalarini qayta ishlash.....	75
4.2.1.	Ajralib turgan qiymatlarni chiqarib tashlash.....	75
4.2.2.	Koxren kriteriyasi.....	76
4.2.3.	Regressiya koeffitsiyentlarini hisoblash.....	76
4.2.4.	Styudent kriteriyasi.....	77
4.2.5.	Modelni adekvatligini tekshirish.....	78
4.3.	Quritish jarayonida tola sifat ko‘rsatkichlari.....	79
<i>V</i> -BOB	Chigitli paxtani dastlabki ishlash masalalarida ba’zi bir matematik modellar.....	84
5.1.	Chigitli paxtani sovishi jarayoni uchun sodda bir matematik model.....	84
5.2.	Chigitli paxta quritish kinetik modellari.....	86
5.2.1.	Chigit uchun kinetik tenglama.....	87
5.2.2.	Paxta kinetik tenglamasi.....	89
5.2.3.	Tola uchun kinetik tenglama.....	91
5.3.	Chigitli paxta quritishning umumlashgan kinetik modeli.....	92
5.4.	Paxta g‘aramida issiqlik tarqalish jarayonining bir matematik modeli.....	96
TAYANCH IBORALAR.....		100
ADABIYOTLAR.....		101
ILOVALAR.....		103

A.Z. Mamatov, I.Z. Abbazov tomonidan tayyorlangan

"TADQIQOT USLUB VA VOSITALARI"
fanidan o'quv qo'llanma