

9-MAVZU: Matematik modellarni qurish usullari

LECTURE 9. Methods for constructing mathematical models

Reja:

- 1. Modellash turlari va usullari.**
- 2. Matematik modellashning mohiyati**
- 3. Mashinalardagi murakkab jarayonlarni modellashni osonlashtiruvchi chekli ayirmalar usuli**
- 4. Matematik modellarni qurish**

Tayanch iboralar:

Modellash, matematik model, fizik model, chekli usullar, model qurish, model adekvatligi, Monte-Karlo usuli, Nyuton qonuni, Fur'e qonuni, Fik qonuni, Om qonuni, taqsimlangan parametrli modellar, to'plangan parametrli modellar,

Ma'ruza maqsadi: Tadqiqotlarni o'tkazish jarayonida fizik modellar ustida sinovlar o'tkazish qiyinligi sababli matematik modellar ustida izlanishlar olib borish o'rganiladi.

1. MODELLASH TURLARI VA USULLARI

Oxirgi yillarda mashina va mexanizmlarni loyihalash jarayoni va uni hisoblashga yondoshish tubdan o'zgarib bormoqda. Optimallashtirish usullari nafaqat eng ma'qul konstruktsiya yechimini tanlash, balki loyihalash jarayonining o'zini ham optimallashtirish maqsadida loyihalash jarayonining zaruriy va ajralmas bir qismi bo'lib qolmoqda.

Kompyuterlarni keng ko'lamda qo'llash hisoblash usullarini o'zgartirdi, matematik modellarni zamonaviy taxlil va oldindan aniqlash usullarining asosi qilib qo'ydi.

Yangi yaratilayotgan mashinalarni loyiha bosqichidan, ishlab chiqarish bosqichiga ko'chirishni tezlashtirish muxandislar oldida turgan muhim masalalardan biridir. Chunki an'anaviy usullarda g'oya loyiha taxtasidagi qog'ozdan ishlab chiqarishga joriy qilingan aniq mashinaga aylanguncha o'tgan vaqt 8 - 15 yilni tashkil etishi mumkin. Buning sababi dastlab (matematik modellardan foydalanmasdan turib) bir necha bosqichli tajriba sinovlari o'tkaziladi. Har bir bosqichda sinov jihozlari tayyorlanadi, mashinaning ko'rsatkichlari qayta -qayta aniqlanadi, tadqiqotchilar, muxandis va ishchilarning juda ko'p mehnati sarflanadi. Bu o'tgan vaqt ichida mashinalarning mutlaqo yangi negizda ishlovchi avlodlari yaratilishi mumkin. Ayniqsa, bozor munosabatlari sharoitida raqobatga bardosh bera oluvchi mashinalar yaratish uchun loyihalash va ishlab chiqarishni juda tez yo'lga qo'yish talab etiladi. Bu vazifalar matematik modellar tuzish va uni loyihalashning avtomatlashtirilgan tizimi yordamida o'rganish yo'li bilan hal qilinadi.

Modellash ilmiy bilish usuli bo'lib, undan foydalanganda o'rganilayotgan ob'ekt boshqa, model deb ataluvchi, oddiyroq ob'ekt bilan almashtiriladi. Modelni o'rganish natijasida ob'ekt haqida yangi ahborot hosil bo'ladi [1].

Asl nushani modelga aylantirish usuliga bog'liq holda fizik va matematik modellash mavjud. Fizik modellashda o'rganilayotgan tizim (ob'ekt) uning fizik modeli bilan almashtiriladi, u o'rganilayotgan tizim (ob'ekt)ni fizik tabiatini saqlagan holda qaytadan takrorlaydi. Matematik modellashda kompyuterda amalga oshirilgan tizim (ob'ekt)ning matematik modeli ustida tadqiqot o'tkaziladi.

Har qanday tizimni matematik modellash usulida o'rganish qator operatsiyalarni ketma-ket bajarishdan tashkil topadi [2]:

- ishlab chiqiladigan yoki o'rganiladigan tizimning ta'rifini tuzish;
- uning matematik modelini shakllantirish;
- modelni kompyuterda amalga oshirish;
- modelni tadqiq qilib, o'rganish;
- olingan natijalarni izohlab berish.

Fizik modellashda jarayonni turli masshtablarda qayta tiklash va fizikaviy xususiyatlarini, chiziqli o'lchamlarini ta'sirini o'rganish ro'y beradi. Tajriba bevosita o'rganilayotgan jarayonda o'tkaziladi. Tajriba ma'lumotlariga ishlov berish, ularni turli fizik kattaliklar va chiziqli o'lchamlar kombinatsiyasi bilan tuzilgan, o'lchamsiz komplekslarning bog'lanishlari shaklida ifodalash orqali amalga oshiriladi. Bu o'lchamsiz shakl, olingan bog'lanishlarni, aniqlovchi o'lchamsiz komplekslar yoki o'xshashlik mezonlarining doimiyliigi bilan tavsiflanuvchi, o'zaro o'xshash jarayonlar guruhiga tarqatishga imkon beradi. O'lchamsiz komplekslarni olish yoki differentsial tenglamalar asosida, yoki kattaliklar (o'lchamlar) nazariyasi usuli bilan amalga oshiriladi [3].

Fizik modellash modelda va ob'ektda aniqlovchi o'xshashlik mezonlari doimiyliigini qayta tiklashga keltiriladi. Amalda bu, o'rganilayotgan fizik jarayonni bir necha bosqichda qayta tiklash kerakligini, ya'ni ushbu fizik jarayonni amalga oshirishning kichik masshtablaridan, aniqlovchi chiziqli o'lchamlarni qonuniyat bo'yicha o'zgartirib, katta masshtablarga o'tishni bildiradi. SHunday qilib, fizik modelni o'zgartirish bevosita fizik jarayonning o'zida amalga oshiriladi.

Geometrik shaklni modellash va bunda masshtab omilini baholash masalasi maxsus adabiyotlarda ko'rilgan. Fizik modellashda keng ishlatiladigan o'xshashlik nazariyasi, o'xshashlik mezonlari va o'lchamlar taxlili ham maxsus adabiyotlarga murojaat qilishni talab qiladi.

Ba'zi bir murakkab mashina va jarayonlarni tabiiy xolda emas, balki geometrik va fizik modellarda tadqiqot qilish qulay. Bunday modellar yordamida olingan tajriba ma'lumotlari, matematik model qurishga kirishishdan avval, o'xshashlik nazariyasi yordamida taxlil qilinishi kerak. Bunda muvofiq tarzda masshtab koeffitsientlari, o'xshashlik mezonlari topiladi va modeldan olingan ma'lumotlarni (ba'zi hollarda o'lchamsiz) tabiiy holga qanchalik muvofiq kelishi baholanadi. Tabiiy kattalikka keltirib olingan ma'lumotlardan matematik modellar qurish uchun foydalansa bo'ladi.

2. MATEMATIK MODELLASHNING MOHIYATI

Matematik modellashning mohiyati shundaki, bu yerda jarayon modelini o'zgarishi fizik modelda emas, balki bevosita matematik modelning o'zida kompyuter yordamida o'rganiladi.

Matematik modellash uchta bosqichni o'z ichiga oladi: matematik modelni qurish, o'rganilayotgan jarayonni modellovchi algoritm yaratish, model va o'rganilayotgan jarayonning adekvatligini aniqlash [4].

Matematik modelni qurish, jarayonni o'zaro munosabatlar tizimi ko'rinishidagi (masalan, chekli yoki differentsial tenglamalar, tengsizliklar, mantiqiy shartlar, maxsus operatorlar va xokazo) rasmiy shaklga (formalizatsiyaga) olib kelinadi. Bu munosabatlar jarayonning elementar xodisalarini va ular orasidagi o'zaro ta'sirni, asosiy qo'zg'atuvchi omillarni hisobga olgan holda, ifodalaydi.

O'rganilayotgan jarayonni modellovchi algoritm kompyuter uchun dastur ko'rinishida yozilishi mumkin. Bunda elementar xodisalar va jarayonni butunlay tavsiflovchi ahborot qadamma-qadam ishlab chiqiladi, shuningdek modellash natijasi sifatida ishlatiladigan kattaliklar shakllanadi. Jarayonning kechishiga tasodifiy omillarni ta'siri tasodifiy sonlar yordamida imitatsiya qilinadi. Tasodifiy sonlar avvaldan berilgan va modellash jarayonida olinadigan taqsimot qonunlariga ega bo'ladi. Tabiiy tajribadagi kabi, jarayonni kompyuterda amalga oshirishning har bir alohida natijasi, tasodifiy qo'zg'alishlarning shakllangan birgalikda kelishini hisobga olgan holda, qo'zg'atuvchi omillarning ta'siri to'plamining jamlangan samarasini aks ettiradi.

Tanlangan modelni ko'rilyotgan ob'ektga adekvatligini tekshirish modellashning eng muhim qismi hisoblanadi. Har qanday model chinakam jarayonning faqat yaqinlashgan aks etishi hisoblanadi. Aniq jarayonni o'rganilganlik darajasidan kelib chiqib, katta yoki kichik aniqlik darajasi bilan, modellanayotgan ob'ektning tabiatini qayta tiklovchi model tuzish mumkin. Matematik modelni ishlab chiqishda u yoki bu darajada model tenglamalarining ba'zi parametrlarini

mumkin bo'lgan kattaliklari haqida yaqinlashgan ma'lumotlarni ishlatishga to'g'ri kelgani sababli, modelni adekvatligini baholash masalasi kelib chiqadi. Tabiiyki, faqat mavjud jarayon (ob'ekt)ni modellashtirishda bunday masalalarni yechish mumkin.

Matematik modellashtirish usullari matematik modelda tajriba o'tkazishga imkon beradi. Bunda modellashtirish sharoitlari to'liq hajmda nazorat qilinadi va modellashtirish natijalariga hisobga olinmagan tasodifiy omillarning ta'sir ko'rsatishi yo'qotiladi. Bu usullar zamonaviy kompyuterlar yordamida, nisbatan katta bo'lmagan xarajat bilan, ob'ektning mumkin bo'lgan barcha variantlarini tadqiqot qilish, uning asosiy xossalari o'rganish, uni takomillashtirish rezervlarini ochib berishga imkon beradi. SHu bilan birga ishlatilayotgan model doirasida optimal yechimlarni qidirib topish doimo kafolatlanadi [5].

Matematik modellashtirish xech qachon fizik modellashtirishga qarshi qo'yilmasligini doimo nazarda tutish kerak. U ko'proq fizik modellashtirishni matematik ifodalash vositalari va sonli taxlil aslahalari bilan to'ldirishga yaraydi. Mohiyati bo'yicha fizik modellashtirish usullari ham tekshirilayotgan ob'ektdagi jarayonlarning matematik ifodasi va uning fizik modeli aynan o'xshashligiga asoslanadi. Biroq ular, umumiy matematik tenglamalardagi ba'zi aniqlovchi komplekslarni taqqoslash asosida, matematik ifodalashning aniq xossalari ko'rib chiqmaydi.

Hozirgi vaqtda fizik modellashtirish usullari yangi sifat olmoqda. Ular matematik model tenglamalariga kirgan koeffitsientlarning o'zgarish chegaralarini topish uchun ishlatilishi mumkin. Bu bilan matematik ifodalangan jarayonni masshtablash va modelni o'rganilayotgan ob'ektga adekvatligini o'rnatish imkonini beradi.

3. MASHINALARDAGI MURAKKAB JARAYONLARNI MODEL- LASHNI OSONLASHTIRUVCHI CHEKLI AYIRMALAR USULI

Traktorsozlikda yechishga to'g'ri keladigan ko'pgina masalalar ancha murakkab, chunki hisoblanayotgan fizikaviy jarayonlar doimo uchta koordinat o'qi va vaqtdan iborat bo'lgan to'rt o'lchovli fazoda sodir bo'ladi.

Echim matematik fizika tenglamalari deb ataluvchi, xususiy hosilali differentsial tengamalar tizimini yechishga olib kelinadi. Bu tenglamalarga to'rtta bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchi kiradi.

Ba'zan masalani shunchalik soddalashtirishga muvaffaq bo'linadiki, tenglamalarda faqat bitta bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchi qoladi, ya'ni masala bir o'lchovli holga keltiriladi. SHunday yo'l bilan olingan differentsial tenglamalar bitta bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchiga ega va amalda aniq analitik usullar bilan yechilishi mumkin.

Turli bir o'lchovli masalalarni analitik yechimlari qator mahsus fanlarda ko'riladi. Masalan, mustahkamlikni hisoblashning bir o'lchovli masalalari materiallar qarshiligi fanida yechiladi. Bu yerda bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchi sifatida koordinat o'qlaridan biri ifodalanadi va bir o'lchovli masala aniq yechiladi, masalan nazariy mexanika, mashina va mexanizmlar nazariyasining ko'pgina masalalari.

Masalani bir o'lchovli ko'rinishga keltirish doimo uni ideallashtirish bilan bog'liq bo'ladi. Ideal masalada fizikaviy jarayonning kechishiga ta'sir etuvchi qator ikkinchi darajali omillarni hisobga olmaslikka to'g'ri keladi. Bundan nazorat qilish qiyin bo'lgan xatolar paydo bo'ladi. Mashina va u ishlayotgan sharoit qanchalik murakkab bo'lsa, hisoblash natijalarining yetarli aniqligiga umid qilsa bo'ladigan, bir o'lchovli matematik modelni ishlab chiqish shunchalik qiyin bo'ladi [6].

Ba'zi hollarda masalani bir o'lchovli ko'rinishga keltirish va uni aniq analitik usullar bilan yechish amaliy mumkin emas. Ko'p o'lchovli masalalarni qo'yishga yuqorida aytilganlardan ko'ra murakkabroq fanlar bag'ishlangan. Masalan, mustahkamlikni hisoblash masalalarini yechishda materiallar qarshiligidan elastiklik nazariyasiga o'tishga to'g'ri keladi. Ko'p o'lchovli elektrotexnika masalalarini ko'rishga elektrodinamika fani bag'ishlangan. Issiqlik jarayonlari issiqlik uzatish nazariyasida ko'riladi, ishqalanish jarayonini o'rganishda umumiy fizikadan tri-

bologiya faniga o'tiladi va hokazo. Bu fanlarni barchasini mukammal darajada o'rganish juda qiyin.

Traktor loyihalayotgan konstruktor elastiklik nazariyasi va elektrodinamika, issiqlik uzatish va gidrodinamika, tribologiya va mashinalar puxtaligi fanlarining aralash masalalariga duch keladi. Qandaydir fan sohasida ozgina xatolikka yo'l qo'yilsa, mashina mo'ljaldagidek ishlamaydi.

Hisoblash usullarining murakkabligi va yetarlicha takomillashmagani sababli loyihachi "sinov va xatolar" usulida ish yuritadi. Mashina qurilgach sinovga qo'yiladi. Natija asosida yana qaytadan loyihalanadi va xokazo. Mashinalardagi murakkab jarayonlarning nazariy hisoblash usullarni hayotga tadbiq etishda xususiy hosilali differentsial tenglamalarni turli yaqinlashtirib yechish usullari yordam beradi.

Bunday usullardan biri chekli ayirmalar usuli bo'lib, bu usulni to'r usuli yoki kublar usuli deb ham ataladi. Chekli ayirmalar usuli odatda juda katta hajmdagi hisoblash ishlarini bajarishga olib keladi. Bu kamchilik zamonaviy kompyutlar yordamida oson yo'qotiladi. Mashinalarni loyihalashda kompyuter hisob-kitob ishlaridan tashqari detallarni joylashtirish, loyihani ko'p variantli bajarish kabi qulayliklar yaratadi. Avtomatlashtirilgan loyihalash tizimi bunga yorqin misol bo'la oladi.

Chekli ayirmalar usulining tenglamalari maxsus matematika kitoblarida keng yoritilgani sababli biz ularga to'xtalib o'tirmaymiz.

4. MATEMATIK MODELLARNI QURISH

Modellar fizik, matematik, mantiqiy va boshqa ko'rinishlarda bo'lishi mumkin.

Model - chinakam jarayonlar va tizimdagi o'zaro bog'lanishlarni ifodalashning soddalashtirilgan shakli bo'lib, tashkil etuvchi elementlar (omillar)ni tizimning butkul holatiga ta'sirini o'rganish, baholash va oldindan aniqlash imkoniyatini

beradi. Masalan, mashinaning texnik holatini foydalanish jarayonida o'zgarishini uchta shaklda yozib ifodalash mumkin.

1. t ish vaqtiga bog'liq holda, uni odatda n - darajali (tartibli) polinom bilan approksima-tsiyalashadi [7]:

$$y = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + \dots + a_n t^n \quad (3.1)$$

2. Bunday approksimatsiyalovchi tenglamalarni bog'lanishlar deb atash to'g'riroq bo'lar edi, chunki qonuniyatlar analitik tarzda fizikaviy jarayonlarni ifodalaydi, masalan:

$$y = y_0 e^{bt} \quad (3.2)$$

bu yerda: y -eyilish, detallarning solishtirma sarfi, tizimni foydalanish jarayonida ishchan holatda saqlab turish harajatlari.

3. Tizim holat parametrlarining bir nechta tasodifiy omillar ta'siri ostida aniq vaqt ichida o'zgarishi yoki tarqalishini, tasodifiy kattalikning xususiy qiymatlarini taqsimlanish qonuni bilan yoki ko'p hadli regressiya tenglamasi (masalan, chiziqli) bilan ifodalanadi.

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_n x_n \quad (3.3)$$

bu yerda: x_1, x_2, \dots, x_n - omillar.

Tenglamalarning keltirilgan oxirgi ikki shaklini alohida mashinaning texnik holatini ifodalash uchun ishlatish mumkin. Agar tizim elementlaridan har birining holat parametri bar nechta tasodifiy omil ta'siri ostida aniq vaqt ichida tarqalishga ega bo'lsa, aniq bir qiymatli bo'lmasa, unda tizimning holatini ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasi va statistik sinovlar (Monte-Karlo usuli) yordamida ifodalab berish mumkin. Mashinalar guruhidagi ishlamay qolishlar kelib chiqishi va ularni yo'qotishni shunday usulda ifodalanadi. Matematik modelning bu turini mashinalar guruhining texnik holatini oldindan aniqlash uchun ishlatish mumkin, aniq mashinaning texnik holatini oldindan aniqlash uchun esa ishlatish mumkin emas.

Matematik modellashda o'rganilayotgan jarayonning tadqiqoti kompyuterda, matematik model ko'rinishida bog'langan turli parametrlarni o'zgartirish yo'li bi-

lan o'tkaziladi. Bunda o'rganilayotgan jarayonning amalga oshishini turli variantlari haqidagi ma'lumotlar tezda olinadi. Nisbatan qisqa vaqtda modelning optimal variantlarini ishlab chiqish mumkin, boshqacha aytganda, matematik modelni, demak jarayonning o'zini ham optimallashtirish amalga oshirish mumkin.

Qiymat pulda yoki vaqtda ifodalanishidan qat'i nazar, matematik modellashtirish fizik modellashtirdan ancha arzon tushadi.

Jarayonni matematik yozib chiqish yoki uning matematik modelini qurish - jarayonning omillari va parametrlari orasidagi matematik bog'liqlikni aniqlashni bildiradi. Matematik bog'lanishning shakllari turlicha bo'lishi mumkin. Agar fizik kattalik bir yoki bir necha kattalikning bir qiymatli funktsiyasi sifatida aniqlansa, funktsional bog'lanish deb ataladi. Agar tasodifiy bo'lmagan mustaqil o'zgaruvchi va tasodifiy qaram o'zgaruvchi o'rtasida bog'lanish bo'lsa, regression bog'lanish deb ataladi. Agar o'zgaruvchilardan ikkalasi ham tasodifiy bo'lsa, korrelyatsion bog'lanish deb ataladi. CHiziqli korrelyatsion bog'lanishni esa funktsional bog'lanish deb hisoblash mumkin.

Matematik modellashtirda tabiatiga ko'ra turlicha xodisalar uchun matematik modellarning izomorfligi printsipi ham ishlatiladi.

Keltirilgan differentsial tenglamalarda tabiati bo'yicha har hil xodisalar yozilgan [8]:

energiya miqdorining ko'chishi (ishqalanish kuchi):

$$\tau = -\mu \frac{dW}{dx} \quad \text{- Nyuton qonuni;}$$

issiqlikni ko'chishi (issiqlik oqimi):

$$q = -\lambda \frac{dt}{dx} \quad \text{- Fur'e qonuni;}$$

moddani ko'chirish (modda oqimi):

$$q_b = -D \frac{dC}{dx} \quad \text{- Fik qonuni;}$$

elektr tokini ko'chirish:

$$i = -\frac{1}{\rho} \frac{dU}{dx} \quad \text{- Om qonuni.}$$

Keltirilgan barcha tenglamalarga mos ravishda tezlik $\frac{dW}{dx}$, temperatura $\frac{dt}{dx}$, konsentratsiya $\frac{dC}{dx}$, kuchlanish $\frac{dU}{dx}$ gradientlari kirishini ko'rish qiyin emas.

Ravshanki, agar mos keluvchi qayta hisoblash koeffitsientlari kiritilsa, bu xodisalardan istalganini Nyuton qonuni bilan modellashtirish mumkin. Turlicha tabiiatli fizik-kimyoviy jarayonlarni modellashtirish imkonini beruvchi analog hisoblash mashinalari xususan shu printsipga asoslanadi.

Berilgan fizik jarayonni aks ettiruvchi matematik model muayyan matematik yozuv ko'rinishida tasvirlanadi, tajriba dalillarini birlashtiradi va tekshirilayotgan jarayonning parametrlari orasidagi o'zaro bog'lanishlarni aniqlaydi. Buning uchun nazariy usullardan ham, kerakli tajriba ma'lumotlaridan ham foydalaniladi. Matematik modellar ishlab chiqishning pirovard maqsadi jarayon tabiatini oldindan aniqlash va jarayon kechishiga ta'sir ko'rsatish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqishdir.

Tadqiqot qilinayotgan xodisalar to'g'risida yetarli ahborot bo'lmasa, ularni o'rganish, tadqiqot qilinayotgan jarayonning asosiy sifat xususiyatlarini buzmasdan turib, oddiy modellar qurishdan boshlanadi.

Agar jarayonning asosiy o'zgaruvchilari, vaqt va fazoda o'zgarsa, bunday jarayonlarni ifodalovchi modellar taqsimlangan parametrlil modellar deb ataladi. Ular xususiy hosilali differentsial tenglamalar ko'rinishida tasvirlanadi.

Agar jarayonning asosiy o'zgaruvchilari faqat vaqt bo'yicha o'zgarsa, bunday jarayonlarni ifodalovchi modellar to'plangan parametrlil modellar deb ataladi. Ular oddiy differentsial tenglamalar ko'rinishida tasvirlanadi.

Modelni ishlab chiqishda hodisa yoki jarayonni bilish darajasiga qarab ish yuritiladi:

1. Bog'lanishlarning sabab va oqibatlari mutlaqo aniq bo'lgan jarayonning matematik modelini tuzishdagi eng yuqori daraja.

2. Jarayonning tuzilishi ravshan, ammo uning matematik ifodasi yo'q. Bunda o'xshash matematik ifoda bilan analog tanlanadi.

3. Qo'shimcha ma'lumotlar bo'yicha jarayonning ravshanligini ochib berish kerak va o'shandagina matematik model quriladi yoki foydalaniladi.

4. Jarayonning parametrlari ahamiyatligi noma'lum bo'lgan bir nechta omilga bog'liq, shuning uchun har bir omilning ahamiyati darajasini tajribada aniqlanadi.

5. Jarayon haqida deyarli hech narsa ma'lum emas, tajriba ma'lumotlari olishning imkoniyati yo'q. Taxmin (gipoteza) qilishga va uni keyin tekshirishga to'g'ri keladi.

Jarayonning matematik modeli aniqligini asosan muhimligi iqtisodiy va texnik ko'rsatkichlar orqali ifodalanadigan operatsiyalarda oshirish kerak. Matematik model ishlatish uchun qulay, foydalanayotgan kishi uchun tushunarli, qo'llanishining barcha diapazonida ishlatishga yaroqli, o'rganilayotgan jarayon yoki hodisani aniq ifodalash uchun yetarlicha murakkab bo'lishi kerak.

Muhim bo'lmagan o'zgaruvchilarni o'chirish (amaliyot uchun yetarli aniqlik bilan o'zgarmas deb qabul qilish, qandaydir o'zgaruvchilarni tashlab yuborish mumkin);

o'zgaruvchilarning tabiatini o'zgartirish, masalan, qandaydir kattalikni diskret o'rniga uzluksiz o'zgaruvchan deb qabul qilish;

chiziqli bo'lmagan tenglamalarni chiziqli bilan almashtirish (tenglamalarni chiziqchilikka keltirish) usullari bilan matematik modelni soddalashtirishga erishish mumkin.

Matematik modellash jarayoni ushbu izchillikda bajariladi:

- avval masala, uni bir ma'noli tushunishni ta'minlash uchun, aniq va ravshan ifoda qilinadi;

- keyin boshqa tadqiqotchilarning adabiyotda yoritilgan tajriba ma'lumotlari asosida jarayonning fizik-kimyoviy qonunlari, jarayonning nazariyasi aniqlanadi, bunday ma'lumotlar bo'lmagan taqdirda esa, ishchi taxmin qilinadi va u keyinchalik tekshiriladi;

- fizik-kimyoviy qonunlar yoki qabul qilingan ishchi taxmin asosida, eng oddiy va ravshan shaklda, parametrlarni omillar bilan bog'lovchi bitta tenglama yoki matematik tenglamalar tizimi tuziladi;

- qabul qilingan matematik tenglamalarni yechish usuli, tenglama parametrlarini topish yo'llari aniqlanadi;

- qabul qilingan modelni haqiqiy jarayonga mos kelishi tekshiriladi (buni daliliy ma'lumotlar mavjud bo'lganda va ularni matematik model yordamida hisoblangan ma'lumotlar bilan taqqoslab bajarish mumkin).

Matematik modellashda eng og'iri - bu jarayon yoki hodisani yetarlicha aniq ifodalovchi tenglamalar tuzishdir. Tenglamalar algebraik va integral-differentsial bo'lishi mumkin. Murakkab jarayonning matematik modeli asosiga energiya yoki moddaning saqlanish qonuni qabul qilinadi (masalan, issiqlik balansi tenglamasi). Bu qonunlar ko'plab elementar jarayonlarni miqdor jihatdan o'zaro bog'lashga imkon beradi [9].

Agar bog'lanish noma'lum bo'lib, uni tajriba ma'lumotlari bo'yicha aniqlash kerak bo'lsa masala bir oz murakkab tus oladi. Bu holda tajriba nuqtalarining grafikda joylashishi bo'yicha, oldin olingan ma'lumotlarga eng to'liq mos keladigan ma'lum formula tanlanadi, tajriba ma'lumotlari approksimatsiyalanadi, keyin esa bu bog'lanishning parametrlari aniqlanadi.

Ba'zan ma'lum bo'lgan, biroq ancha murakkab analitik bog'lanishni soddaroq va amaliy jihatdan yetarlicha aniq bo'lgan empirik bog'lanish bilan almashtirilganda ham approksimatsiyalanadi. Har qanday bog'lanishni ifodalashning ayniqsa tushunarli shakli, har holda analitik emas, xatto jadval ham emas, balki grafik hisoblanadi. SHuning uchun olingan natijalarni grafiklar shaklida ko'rsatish kerak.

Asosiy omillarning qiymatlari vaqt o'tishi bilan o'zgarmay qoladigan jarayon (statsionar) barqaror jarayon deyiladi. Barqaror jarayon uchun statik modellar tuziladi. Omillarning qiymatlari tasodifiy holda o'zgaruvchi jarayon o'tish jarayoni deb ataladi. O'tish jarayoni uchun dinamik modellar tuziladi

Albatta o'tish jarayonlarining qonuniyatlari barqaror jarayondan farq qiladi va unga nisbatan murakkabroq bo'ladi. SHunga yarasha matematik modellar ham o'tish va barqaror jarayonlar uchun turli ko'rinishda bo'ladi. O'tish jarayoni matematik modellarining xususiy holi barqaror jarayonni ham o'z ichiga oladi. SHundan kelib chiqib, avval barqaror jarayonlar o'rganiladi, so'ngra esa yetarlicha ma'lumotlarga ega bo'lgan holda, o'tish jarayonlari uchun matematik modellar tuzishga kirishish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

REFERENCES:

1. Рашидов Н.Р., Закин Х.Я. Основы научного исследования. - Ташкент: Ўқитувчи, 1979. -184 с.
2. Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Статистическое моделирование. - Москва: Наука, 1982. 286 с.
3. Махкамов К.Х. Машиналар пухталиги. ўқув қўлланма. Тошкент, ТошДТУ, 1999. 96 б.
4. Основы научных исследований. Под. ред. Крутикова В.И. и Попова В.В. -Москва: "Высшая школа", 1989.
5. Klaus Hinkelmann, Oskar Kempthorne. Design and Analysis of Experiments. Volume 1. Introduction to Experimental Design. Wiley, 2008.
6. Klaus Hinkelmann, Oskar Kempthorne. Advanced Experimental Design. Volume 2. Introduction to Experimental Design. Wiley, 2005.
7. Бородин В.Л., Воцинин П.А., Иванов А.З. и др. Статистические методы в инженерных исследованиях. -Москва: Высшая школа, 1983.
8. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. -Москва: 1980. - 536 с.
9. Теория прогнозирования и принятия решений. Под. ред. С.А.Саркисяна.-Москва: Высшая школа, 1977.-351 с

