

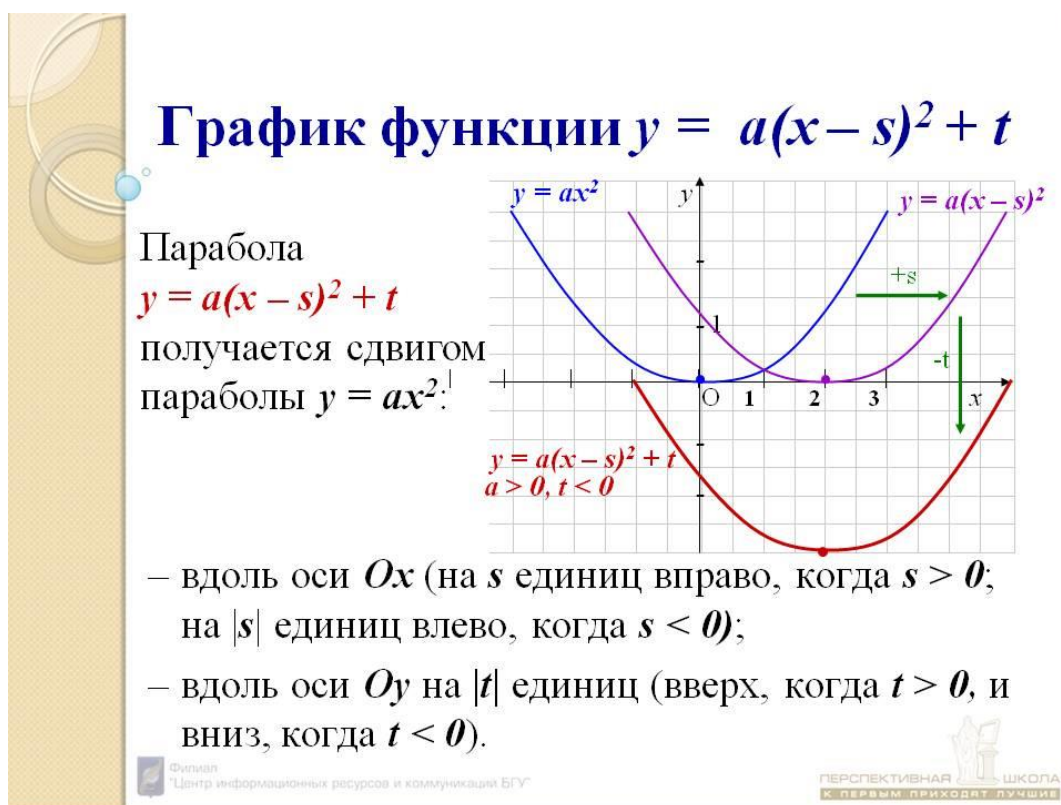
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI

QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI
ELEKTRONIKA VA AVTOMATIKA FAKULTETI

TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH
VA BOSHQARISH KAFEDRASI

TEXNOLOGIK JARAYONLARNI MODELLASHTIRISH VA
OPTIMALLASHTIRISH ASOSLARI FANIDAN

ELEKTRON O'QUV USLUBIY MAJMUUA



Qarshi-2022

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

**QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INSTITUTI
ELEKTRONIKA VA AVTOMATIKA FAKULTETI**

**TEXNOLOGIK JARAYONLARNI AVTOMATLASHTIRISH
VA BOSHQARISH KAFEDRASI**

Ro'yxatga olindi:
№ _____
2022 yil "_____" _____

“Tasdiqlayman”
O'quv ishlari prorektori

O.N.Bozorov
“_____" _____ 2022 yil

**TEXNOLOGIK JARAYONLARNI MODELLASHTIRISH VA
OPTIMALLASHTIRISH ASOSLARI FANIDAN**

ELEKTRON O'QUV USLUBIY MAJMUUA

Fan:	TEXNOLOGIK JARAYONLARNI MODELLASHTIRISH VA OPTIMALLASHTIRISH ASOSLARI	
Bakalavriat yo`nalishi:	5311000-	– Texnologik jarayonlarni va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish

“TEXNOLOGIK JARAYONLARNI MODELLASHTIRISH VA OPTIMALLASHTIRISH ASOSLARI” fanidan o’quv-uslubiy majmua Qarshi muhandislik iqtisodiyot instituti “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish” kafedrasida tayorlangan.

Ushbu o’quv uslubiy majmua va ma’lumotli hujjatlardan iborat bo’lib, talabalarni ma’ruza, laboratoriya va amaliy mashg’ulotlarni mustaqil o’rganish bo’yicha o’zlashtirish sifatini oshiradi. O’quv-uslubiy majmua “TEXNOLOGIK JARAYONLARNI MODELLASHTIRISH VA OPTIMALLASHTIRISH ASOSLARI” fani bo’yicha bakalavriat bosqichi talabalari uchun mo’ljallangan.

Tuzuvchilar:

Jo’rayev F.D. - “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish” kafedrasida dotsenti

Raximov A.M. - “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish” kafedrasida katta o’qituvchisi

Maxmatqulov G’X. - “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish” kafedrasida katta o’qituvchisi

Taqrizchilar:

Mallayev A.R. – QarMII “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish” kafedrasida dotsenti, t.f.n.

Xudayarov L.N. –TATU Qarshi filiali kafedra mudiri

O’quv uslubiy majmua “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish” kafedrasining 2022 yil “___” _____dagi ___-son yig’ilishida muhokamadan o’tgan va “Elektronika va avtomatika” fakulteti Kengashida muhokama qilish uchun tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri _____ Jurayev A.X.

O’quv uslubiy majmua “Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish” kafedrasida yig’ilishida (bayon №___, _____ 2022 y.), Elektronika va avtomatika fakulteti Uslubiy Komissiyasida (bayon №___, _____ 2022 y.) va institut Uslubiy Kengashida (bayon №___, _____ 2022 y.) muhokama etilgan va o’quv jarayonida foydalanishga tavsiya qilingan.

O’quv- uslubiy boshqarma boshlig’i:

(imzo)

(f. i.sh.)

Elektronika va avtomatika fakulteti

Uslubiy kengashi raisi:

(imzo)

(f. i.sh.)

“Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish” kafedrasida mudiri v.b.:

(imzo)

A.X.Jurayev
(f. i.sh.)

MUNDARIJA

1	So'z boshi	5
2	O'quv fanidan ma'ruzalar matni	6
3	Laboratoriya ishlarini bajarish boyicha uslubiy qo'llanma	261
4	Amaliy ishlarini bajarish boyicha uslubiy qo'llanma	304
5	Mustaqil ish uchun referat mavzulari	198
6	Referat uchun mavzulari	200
7	Fan bo'yicha umumiy savollar	201
8	Fan bo'yicha test savollari	208
9	Glossariy	216
10	Baholash mezonlari	220
11	Xorijiy manbalar	229
12	Fanning o'quv dasturi	232
13	Fanning ishchi dasturi	241
14	Mualliflar haqida ma'lumot	270

So'z boshi

Hisoblash texnikasi murakkab matematik tenglamalardan tegishli aniq natijalarni olishgacha bo'lgan yo'lni qisqartirishga, oddiy hisoblash amallarini tezlashtirishga va insonni toliqtiruvchi mehnatdan ozod qilishga yordam beradi.

Tizimli tahlil va matematik modellashtirish usullarining rivojlanishi esa apparatda yuz beradigan texnologik jarayonlarni tadqiq qilish metodologiyasini o'zgartirish imkonini yaratdi, bu esa butun ishlab chiqarish va apparatlarning iyerarxik strukturalari sathlari orqali hodisalarning sabab-oqibat aloqalarini ochishda o'z ifodasini topdi. Texnologik jarayon, unda yuz beruvchi fizik-kimyoviy hodisalarni baholashdan boshlab, alohida sathlar orasidagi o'zaro ta'sirlarni hisobga olgan holda integral baholashlargacha tahlil qilinadi. Bunday tarzda olingan tavsif jarayonning eng umumiy belgilarini tavsiflaydigan matematik model sifatida qaralishi mumkin.

Texnologik qurilmalar quvvatlarining ahamiyatli darajada o'sishi tashqi va ichki energiya resurslaridan optimal foydalanish bilan bog'liq qator masalalarning yuzaga kelishini belgilab beradi. Shuning uchun ham amaldagi jihozlarni takomillashtirish va yangilarini loyihalashda asosiy e'tibor texnologik va konstruktiv parametrlarni hisoblashning aniq usullarini ishlab chiqishga qaratiladi. Ko'rsatilgan masalani hal etilishi matematik modellashtirish usullarini takomillashtirish hamda ularni tadqiqot amaliyoti va loyihalash ishlariga tadbiiq etishga bog'liq.

Matematik modellashtirish usuli, sarf-xarajatlari katta va ko'p hollarda amalga oshirish qiyin bo'lgan tajribalarsiz, jarayon tadqiqotining asosiy qismini uning matematik modelida amalga oshirishga imkon beradi.

Hisoblash texnikasi vositalaridan modellashtirish maqsadida foydalanishdan olingan ijobiy natijalar, zamonaviy EHM dan foydalanish ixtiyoriy murakkablikdagi tizimlarni tadqiq qilish imkonini kafolatlaydi degan illyuzani yuzaga keltiradi. Bunda ixtiyoriy modelning asosida original ob'yektdan o'rin olgan vaqt va moddiy resurslar bo'yicha katta mehnat talab qiluvchi hodisalarni dastlabki o'rganish fakti e'tiborga olinmaydi. Real hodisani qanchalik batafsil o'rganilganligi va uni shakllantirish hamda algoritmlashtirishning to'g'ri amalga oshirilganligi aniq ob'yektni modellashtirishning natijaviy muvaffaqiyatiga ta'sir ko'rsatadi.

Ushbu ma'ruza matnida texnologik jarayonlarni modellashtirish, ularni yechimlarini izlash, optimal yechimlarini toppish usullariga oid mavzular yoritilgan.

1-MA'RUZA

Fanning maqsadi ,vazifalari.

REJA:

1.1. Fanni o'qitishdan maqsad va uning vazifasi

1.2. Texnologik jarayonlarni modellashtirish va optimallashtirish sohasidagi muammolar

Kimyo texnologiya tizimlarini tahlil qilish, sintez qilish va optimallashtirish hamda texnologik jarayonlarni boshqarish masalalarini yechishda zamonaviy hisoblash texnikasining keng qo'llanishi xar hil sohadagi texnologlardan EHMlarni to'g'ri qo'llashda va ularni ishlatishga zaruratni to'g'ri aniqlashda yetarli bilim va uquv talab qiladi.

Fanning o'qitishdan maqsad EHMni Kimyo texnologiyasi masalalarini, ya'ni ishlab chiqarish jarayonlarini modellashtirish, optimallashtirish va boshqarish masalalarini yechishda qo'llash imkoniyatlarini o'rgatish, talabalarni EHMni kimyo va oziq-ovqat texnologik jarayonlarini hisoblash eksperimenti o'tkazish yo'li bilan o'rganish va texnologik jarayonlarini optimallashtirish va loyihalash masalalarini yechish uslublariga o'rgatishdir.

«Texnologik jarayonlarni modellashtirish va optumallashtirish asoslari» fanida juda keng spektrdagi masalalar, hisoblash mashinalarini ilmiy tadqiqotlarda qo'llashdan boshlab, to texnologik jarayonlarni boshqarishda qo'llashgacha bo'lgan masalalar ko'riladi.

Ushbu fanning o'zlashtirish natijasida, talaba o'z sohasida EHMni qo'llay bilishi va uning imkoniyatlaridan unumli foydalanishi, qo'yilgan masalani yetarlicha bakalavrlik darajasida yechish uchun :

-Texnologik jarayonlarni matematik modellarini tuzishning umumiy prinsiplarini va uslublarini ;

- Texnologik jarayonlarni EXMda matematik modellashtirish masalalari va ularni yechish usullarini;

- Texnologik jarayonlarini optimallashtirish masalasining qo'yilishini va ularni yechish usullarini bilishi kerak

- Texnologik jarayonlarni dinamik va statik modellarini tuzish bo'yicha,

- Texnologik jarayonlarni matematik modellashtirish masalalarini to'g'ri qo'yish va yechish bo'yicha,

--Texnologik tizimlarni tahlil qilish, sintez qilish va optimallashtirish masalalarini yechish bo'yicha uquvga ega bo'lishi kerak.

1.2. Texnologik jarayonlarni modellashtirish va optimallashtirish sohasidagi muammolar.

Kimyoviy texnologik jarayonlar – bu murakkab fizik-kimyoviy sistemalar bo'lib, ular ikki xil determinantli – stoxastik tabiat hamda fazo va vaqt bo'yicha o'zgaruvchi qiymatlarga egadir. Ularda qatnashuvchi moddalarning oqimlari ko'p fazali va ko'p komponentli hisoblanadi.

Fazaning har bir nuqtasi va fazaning chegarasida yuz beruvchi jarayon o'tishlari davrida impuls, energiya va massaning uzatilishi yuz beradi. Umuman bir so'z bilan aytganda jarayon aniq geometrik tavsiflarga ega bo'lgan texnologik apparatda yuz beradi. O'z navbatida apparatning ushbu tavsiflari ham jarayonning o'tish tavsiflariga ta'sir ko'rsatadi.

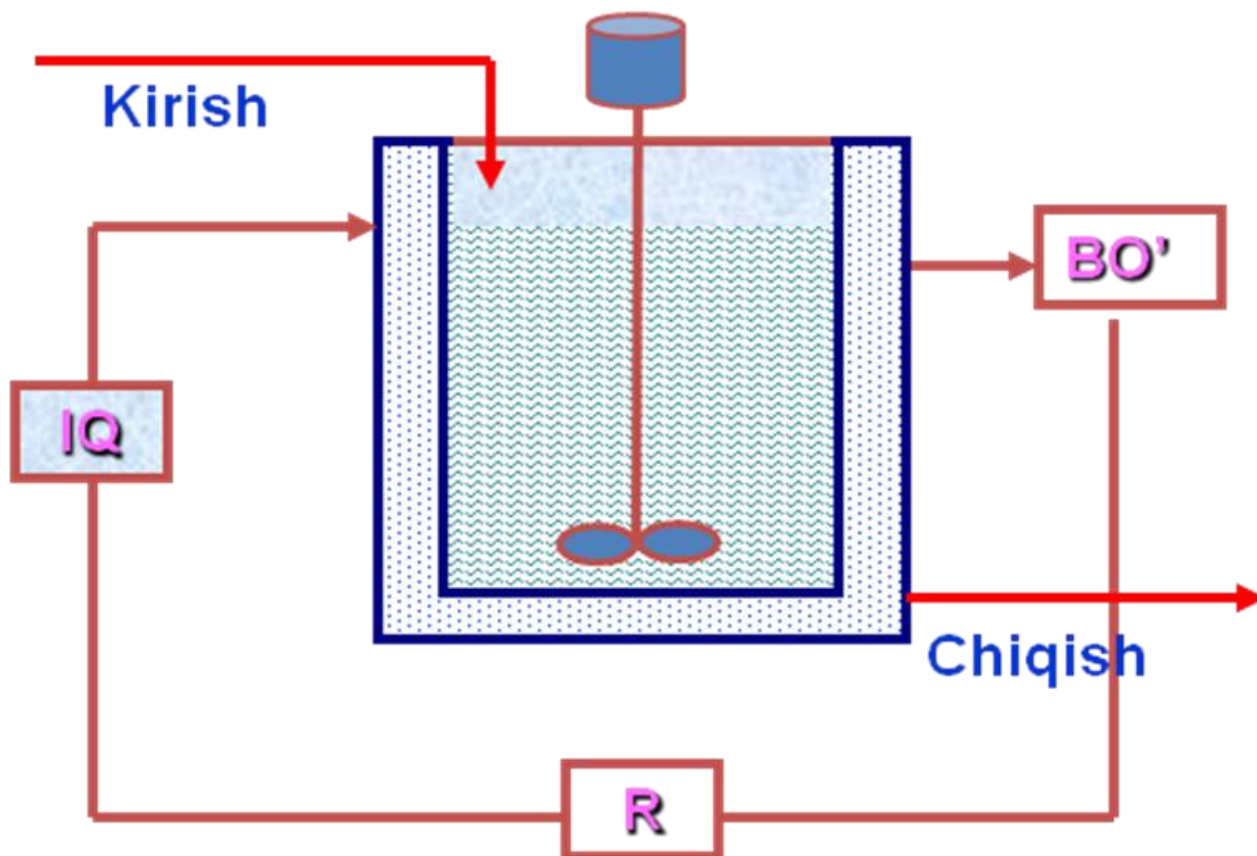
Kimyoviy-texnologik jarayonlarni qanday o'rganish mumkin?

Bu muammoni echish vositasi jarayonni matematik modellashtirish hisoblanadi.

Bu usul tizimli tahlil strategiyasiga asoslangan bo'lib, ushbu strategiyaning mohiyati quyidagidan iborat: jarayonni o'zaro ta'sirlashuvchi murakkab ierarxik tizim deb qarab, uning strukturasi sifat bo'yicha tahlil qilib, matematik ifodasini ishlab chiqish va noma'lum parametrlarini baholash.

Kimyoviy texnologiya tizimlari (kegusida texnologik tizimlar) deganda, unda ketayotgan fizik-kimyoviy jarayonlar va ularni amalga oshiruvchi vositalar birgalikda tushuniladi. Shunday qilib texnologik tizimlar jarayonni, u ketayotgan qurilmani, jarayonni nazorat va boshqarish vositalarini va ular orasidagi o'zaro bog'liqliklarni o'z ichiga olar ekan.

Masalan: reaktorda ketayotgan boshqariladigan texnologik jarayonni-texnologik tizimlar deb qarash mumkin (1 - rasm). Texnologik jarayonning ketishi bo'yicha axborot birlamchi o'zgartirgichdan (BO') rostlagichga (R) uzatiladi, u o'z navbatida texnologik parametrning shu vaqtdagi qiymatini belgilangan qiymatdan farqiga qarab rostlash ta'sir signali ishlab chiqaradi va ijrochi qurilma (IKM) orqali ob'ektga ta'sir ko'rsatadi.



rasm-1

Texnologik tizimlarda ma'lum bir fizik kimyoviy jarayonni amalga oshirish uchun, bizga aralashtirgichli reaktor va shu jarayonni boshqarish tizimi bo'lishi kerak. Ushbu texnologik tizim tashqi muhit bilan o'zaro ta'sirda bo'lgani uchun, uning holatini kirish X va chiqish U signallari orqali baholash mumkin. Kirish signali bo'lib odatda xom-ashyo, uning miqdori, tarkibi, temperaturasi va boshqalar bo'lishi mumkin. Chiqish signali bo'lib, tayyor mahsulot miqdori, uning sifati, temperaturasi va boshqalar bo'lishi mumkin.

Texnologik tizimga odatda har xil turtkilar Z ta'sir ko'rsatadi va texnologik tizimni belgilangan sharoitlardan chiqaradi. Bu turtki ta'sirlarini kompensatsiya qilish uchun, odatda boshqaruvchi ta'sirlardan foydalaniladi.

Texnologik tizimlarda ma'lum bir fizik kimyoviy jarayonni amalga oshirish uchun, bizga aralastirgichli reaktor va shu jarayonni boshqarish tizimi bo'lishi kerak.

Ushbu texnologik tizim tashqi muhit bilan o'zaro ta'sirda bo'lgani uchun, uning holatini kirish X va chiqish Y signallari orqali baholash mumkin. Kirish signali bo'lib odatda xom-ashyo, uning miqdori, tarkibi, temperaturasi va boshqalar bo'lishi mumkin. Chiqish signali bo'lib, tayyor mahsulot miqdori, uning sifati, temperaturasi va boshqalar bo'lishi mumkin.

Texnologik tizimga odatda har xil turtkilar Z ta'sir ko'rsatadi va texnologik tizimni belgilangan sharoitlardan chiqaradi. Bu turtki ta'sirlarini kompensatsiya qilish uchun, odatda boshqaruvchi ta'sirlardan foydalaniladi.

Nazorat savollari.

1. Texnologik jarayonlarni matematik modellashtirish nima uchun kerak?
2. Kirish signallari nimalar bo'la oladi?
3. Chiqish signallari nimalar bo'la oladi?
4. Boshqarilish ob'yekti deb nimaga aytiladi?

2-MA'RUZA

Modellashtirish xaqida umumiy ma'lumotlar

REJA:

2.1. Matematik modellashtirish masalasini umumiy qo'yilishi

2.2. Modellashtirish – bilish usuli sifatida

2.3. Farazlar tizimi tushunchasi

2.4. Modellashtirishning falsafiy masalalari

2.5. Fizik va matematik modellashtirish

2.6. Matematik model, matematik modellashtirishning texnik va dasturiy ta'minoti tushunchalari

Kimyoviy texnologiyalarning jarayonlari – bu murakkab fizikaviy – kimyoviy tizimlar, ular ikki xil determinantli - stoxastik tabiatga hamda fa`zo va vaqtda o'zgaruvchi qiymatlarga egadir. Ularda qatnashuvchi moddaning oqimlari quyidagidek: ko'p fazali va ko'p komponentlidir. Fazaning har bir nuqtasida va fazalar chegarasida jarayon o'tish davrida impul's, energiya va massaning eltishi bo'lib o'tadi. Umuman butun jarayon konkret geometrik xarakteristikaga ega bo'lgan apparatda bo'lib o'tadi. O'z navbatida bu xarakteristikalar jarayonning o'tish xarakteriga ta'sir etadi.

Kimyo-texnologik jarayonlarning muhim xossasi shundan iboratki, hodisalarni tashkil etuvchi majmui determinantli-stoxastik tabiatga egadir. Bu fazalar komponentlarini tashkil etuvchilarining tasodifiy o'zaro ta'sirlashishi (zarrachalar to'qnashishi, ularni maydalanishi, koalesensiyasi, apparat hajmi bo'yicha tasodifiy sanqishi bilan) yoki apparatdagi geometriya xarakterini chegaraviy shartlari (tartibsiz yotqizilgan nasadka elementlarining tasodifiy joylashishi, katalizatorning donalari, siljuvchi muhitlar fazalararo chegarasining ishlab chiqaruvchi orientasiyasi va sh.o'.) bilan izohlanadi.

Shunga o'xshash turli tizimlar fazalar va komponentlarning tashkil etuvchilarini o'ta murakkab o'zaro ta'sirlashishi bilan xarakterlanadi, buning natijasida ularni klassik determinanlangan moddani olib o'tish va saqlash qonunlar pozitsiyasidan o'rganish imkoni yo'q.

Kimyoviy-texnologik jarayonlarni qanday o'rganish mumkin? Bu muammoni echish kalitini matematik modellashtirish usuli beradi. Bu usul tizimli tahlil strategiyasiga asoslanadi. Bu strategiyaning mohiyati - jarayonni murakkab o'zaro ta'sirlanuvchi ierarxik tizim deb, uning strukturasi sifatli tahlillab, matematik ifodasini ishlab chiqish va noma'lum parametrlarini baholashdan iboratdir. Masalan, yaxlit suyuq muhitda zarralar, tomchilar yoki gaz pufakchalar ansamblini

harakatlanish jarayonida paydo bo'layotgan hodisalar qaralganda, samaralar ierarxiasining beshta sathi ajratiladi: 1) atomar-molekulyar sathdagi hodisalar majmui; 2) molekulalar tashqi yoki globulyar strukturalar masshtabdagi samaralar; 3) fazalararo energiya va modda olib o'tish hodisalari va kimyoviy reaksiyalarni inobatga oladigan, dispersli fazani birlik ulanish harakatiga bog'liq bo'lgan ko'p fizikaviy-kimyoviy hodisalar to'plami; 4) yaxlit fazada ko'chib yuradigan aralashmalar ansambldagi fizik-kimyoviy jarayonlar; 5) apparat masshtabida makrogidrodinamik muhitni aniqlaydigan jarayonlar majmui. Bunday yondashuv butun jarayonning hodisalari va ular orasidagi bog'lanishlar to'plamini to'la o'rnatishga imkon beradi.

MODEL -lotincha *modulus* so'zidan olingan bo'lib, o'lchov, me'yor degan ma'noni anglatadi, *tor ma'noda* – o'rganilayotgan ob'ektning, jarayonning yoki hodisaning muhim xususiyatlarini, xossalari aks ettiruvchi yordamchi ob'ekt, *keng ma'noda* – biror ob'ektni yoki ob'ektlar tizimining namunasidir

Modellashtirish va modellar o'zining turli soxalardagi tadbirlariga qarab, moddiy va abstrakt deb ataluvchi sinflarga bo'linadi.

Moddiy modellar asosan o'rganilayotgan ob'ekt va jarayonni geometrik, fizik, dinamik yoki funktsional xarakteristikalarini ifodalaydi. Masalan, ob'ektning kichiklashtirilgan maketi va turli xil fizik, kimyoviy va boshqa xildagi maketlar bunga misol bo'la oladi. Bu modellar yordamida turli xil texnologik jarayonlarni optimal boshqarish, ularni joylashtirish va foydalanish yo'llari o'rganiladi.

Moddiy modellar aksariyat xollarda tajribaviy xarakterga ega bo'lib, texnik fanlarida keng qo'llaniladi.

Abstrakt modellar inson tafakkulining maxsul bo'lib, ular tushunchalar, gipotezalar va turli xil qarashlar tizimidan iboratdir. Iqtisodiy tadqiqotlarda, boshqarish soxalarida, asosan, abstrakt modellashtirishdan keng foydalaniladi.

Ilmiy bilishda abstrakt modellar ma'lum tillarga asoslangan belgilar majmuidan iborat. Uz navbatida, belgili abstrakt modelar matematik logik tillar shaklidagi matematik logik modelarni ifodalaydi.

Matematik modellashtirish turli xil tabiatli, ammo bir xil matematik bog'lanishlarni ifodalaydigan voqea va jarayonlarga asoslangan tadqiqot usulidir.

Matematik model orqali obyektning xossalarini o'rganish matematik modellashtirish deb tushuniladi. Jarayon o'tishi optimal sharoitlarini aniqlash, matematik model asosida uni boshqarish va obyektga natijalarini olib o'tish uning maqsadidir.

Matematik model tushunchasi matematik modellashtirish usulining asosiy tushunchasidir. *Matematik model* deb matematik belgilash yordamida ifodalanuvchi, qandaydir hodisa yoki tashqi dunyo jarayonini taxminiy tavsifiga aytiladi.

Matematik modellashtirish o'ziga uchta o'zaro bog'langan bosqichlarni qamrab oladi:

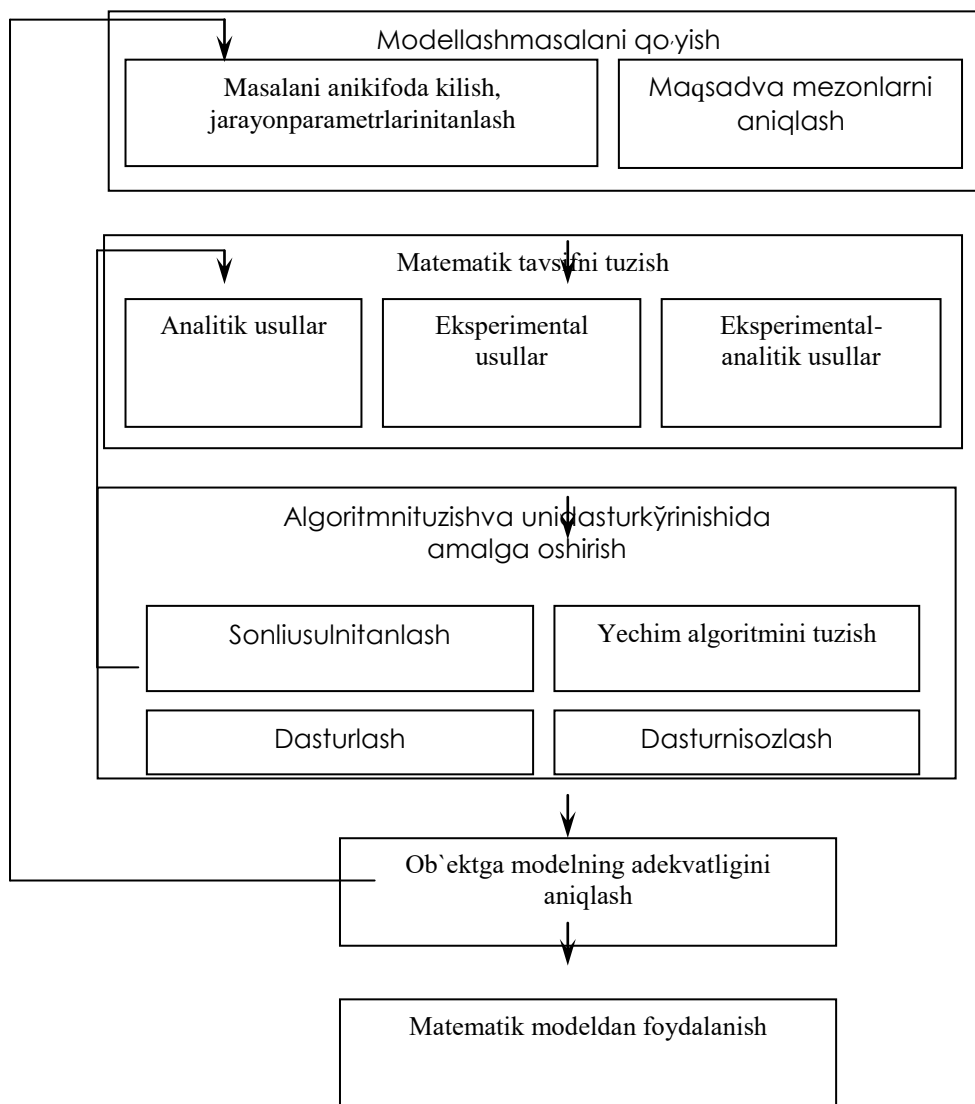
- 1) o'rganilayotgan obyektning matematik tavsifini tuzish;
- 2) matematik tavsifi tenglamalar tizimini echish usulini tanlash va modellashtiruvchi dastur shaklida uni joriy qilish;
- 3) modelning obyektga monandligi (adekvatligi)ni aniqlash.

Matematik tavsifni tuzish bosqichida obyektning asosiy hodisa va elementlari avval ajratib olinadi va keyin ular orasidagi aloqalar aniqlanadi. Keyin, har bir ajratib olingan element va hodisa uchun uning funksiyalanishini aks ettiradigan tenglama (yoki tenglamalar tizimi) yoziladi. Bundan tashqari, matematik tavsifga turli ajratib olingan hodisalar orasiga aloqa tenglamalari kiritiladi. Jarayon nisbatiga qarab matematik tavsif algebraik, differensial, integral va integro-differensial tenglamalar sistemasi ko'rinishida ifoda etilishi mumkin.

Yechim usulini tanlash va modellashtiradigan dasturni ishlab chiqish bosqichi mavjud usullar ichidan eng samarali (samarali deganda echimning tezligi va echim aniqligi nazarda tutiladi) echim usulini tanlashni nazarda tutiladi va avval echim algoritmi shaklida, keyin esa - uni EHMda hisoblashga yaroqli dastur shaklida amalga oshiriladi.

Fizik tushunchalar asosida qurilgan model modellashtirilayotgan jarayon xossalarini to'g'ri sifatli va miqdorli tavsiflashi kerak, ya'ni u

modellashtirilayotgan jarayonga monand bo'lishi kerak. Real jarayonga matematik modelning monandligini tekshirish uchun jarayon o'tishida obyektдан olingan o'lchovlar natijasini o'xshash sharoitlardagi model bashorati natijalari bilan taqqoslash kerak.



2-rasm. Matematik modelni ishlab chiqish bosqichlari.

Modelning monandligini o'rnatish bosqichi uni ishlab chiqish bosqichlari ketma-ketligining yakuniysidir. 2-rasmda matematik modelni ishlab chiqishning umumiy sxemasi ko'rsatilgan. Matematik modelni qurilishida real hodisa soddalashtiriladi, sxemalashtiriladi, va olingan sxema hodisalar murakkabligiga bog'liq holda u yoki boshqa matematik apparat yordamida tavsiflanadi.

Tadqiqotning muvaffaqiyatliligi va olingan natijalarning ahamiyatliligi modelda o`rganilayotgan jarayonning xarakterli xislatlarini hisobga to`g`ri olishga bog`liq.

Jarayonga ta`sir qiluvchi barcha eng muhim omillar modelda hisobga olingan bo`lishi va shu bilan birga u ko`plab kichik ikkinchi darajali omillar bilan ketma-ket bo`lmasligi kerak, ularni hisobga olish faqat matematik tahlilni murakkablashtiradi va tadqiqotni o`ta tiqilinch yoki umuman amalga oshmaydigan qilib qo`yadi.

Nazorat savollari.

- 1.Model nima?
- 2.Modellashtirish nima?
- 3.Modellar qanday sinflarga bo`linadi?
- 4.Modellashtirish bosqichlari qanday??
- 5.Qanday modelga moddiy modellar deb ataladi?
- 6.Qanday modelga abstrakt modellar deb ataladi?
- 7.Qanday modelga funktsional modellar deb ataladi?
- 7.Qanday modelga strukturali modellar deb ataladi?
- 9.Qanday modelga immitatsion modellar deb ataladi?
- 10.Qanday modelga nazariy-analitik modellar deb ataladi?
- 11.Qanday modelga tadbqiqiy modellar deb ataladi?

3-MA`RUZA

Tizimlarni modellashtirish turlarining klassifikatsiyasi

REJA:

3.1. Xayoliy modellashtirish, ayoniy modellashtirish

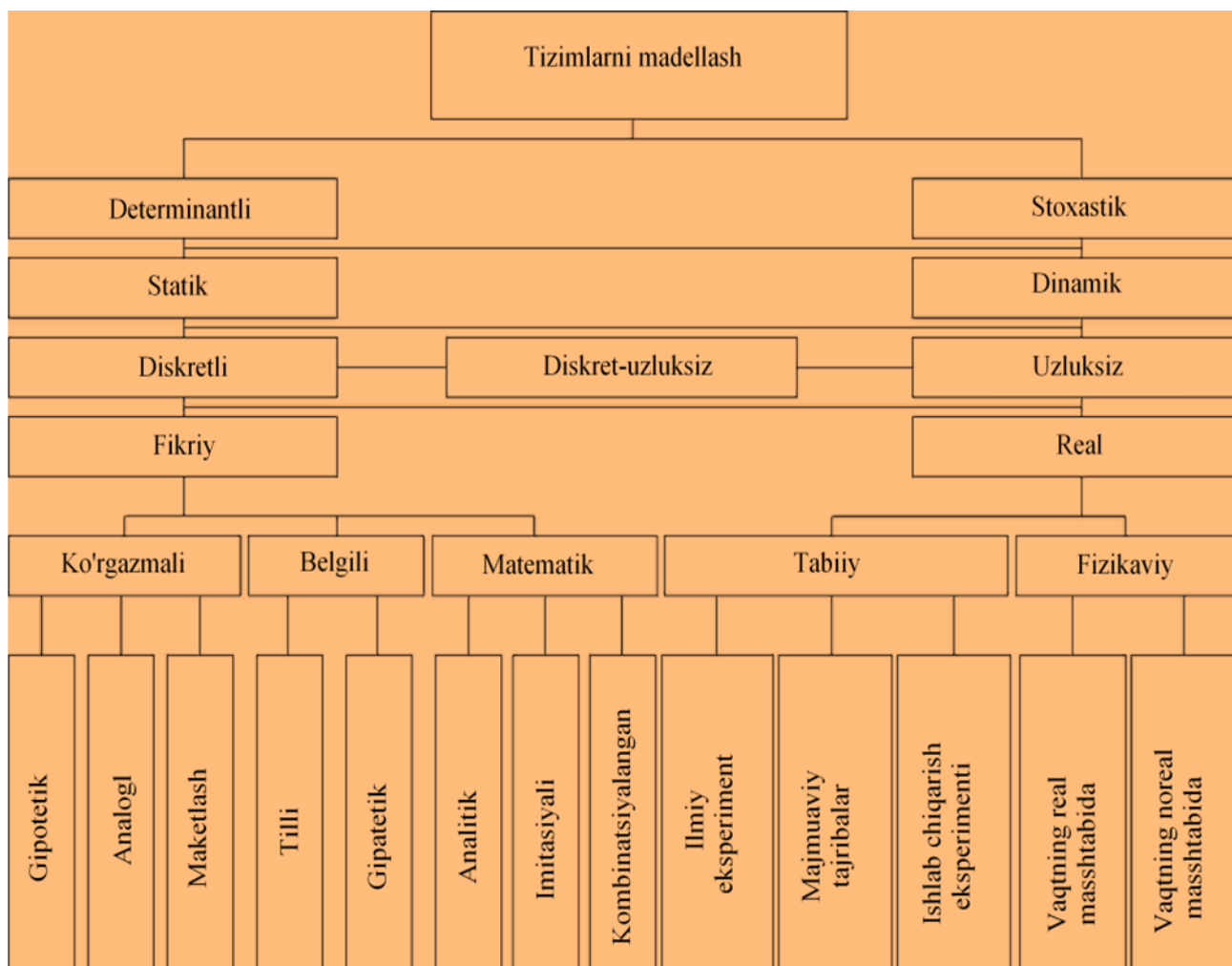
3.2. Analogli modellashtirish

3.3. Matematik modellashtirish

3.4. Imitatsion modellashtirish

3.5. Kombinatsiyalangan modellashtirish

S tizimda o'rganilayotgan jarayonlar xarakteriga muvofiq modellashtirishning barcha turlari determinanlangan va stoxastik, static va dinamik, diskret, uzluksiz va diskret-uzluksizlargabo'linishi mumkin. Determinanlangan modellashtirish har qanday tasodifiy ta'sirlarning yo'qligi inobatga olinadigan jarayonlarni nazarda tutadi; stoxastik modellashtirish ehtimollik jarayonlari va hodisalarini aks ettiradi. Statik modellashtirish qandaydir vaqt lahzasida ob'yekt xulqini tavsiflash uchun xizmat qiladi, dinamik modellashtirish esa vaqt bo'yicha ob'yektning xulqini aks ettiradi. Diskret modellashtirish diskretligi nazarda tutilgan jarayonlarni tavsiflash uchun xizmat qiladi va shunga muvofiq uzluksiz modellashtirish tizimlarda uzluksiz jarayonlarni aks ettirish uchun imkon beradi, diskret-uzluksiz modellashtirishdan esa diskret hamda uzluksiz jarayonlarni ajratib ko'rsatish zarur bo'lgan hollarda foydalaniladi.



3-rasm

Xayoliy modellashtirish ba'zi hollarda vaqtning berilgan oralig'ida amalga oshirib bo'lmaydigan yoki ularni jismoniy tuzish shartlaridan tashqarida yotganligi uchun ob'yektlarni modellashtirishning yagona usuli hisoblanadi. Masalan, mikroolamdagi fizik tajriba o'tkazishga imkon bermaydigan ko'p vaziyatlarni xayoliy modellashtirish asosida tahlil qilish mumkin. Xayoliy modellashtirish ayoniy, belgili va matematik ko'rinishda amalga oshirilishi mumkin. Ob'yektni (S tizimni) taqdim etish shakliga muvofiq xayoliy va real modellashtirishni ajratish mumkin.

Ayoniy modellashtirishda insonning real ob'yekt haqidagi tasavvurlari asosida ob'yektda yuz beradigan hodisalar va jarayonlarni aks ettiruvchi ayoniy modellar yaratiladi. Gipotetik modellashtirishda tadqiqotchi real ob'yektda jarayonlarning yuz berish qonuniyatlari haqidagi qandaydir gipotezani asos qilib oladi.

Bu gipoteza tadqiqotchining ob'yekt haqidagi bilim darajasini aks ettiradi va o'rganilayotgan ob'yektning kirish va chiqishlari orasidagi sabab-oqibat aloqalariga asoslanadi. Gipotetik modellashtirish formal modellarni qurish uchun ob'yekt haqidagi bilimlar yetishmayotganda ishlatiladi.

Analogli modellashtirish turli darajadagi analogiyalarni qo'llashga asoslanadi. Faqat oddiy ob'yektlar uchun o'rinli bo'lgan eng yuqori darajalilari to'liq analogiya hisoblanadi. Ob'yekt murakkablashishi bilan keyingi darajalardagi analogiyalardan foydalaniladi, bunda analogli model ob'yektni ishlashining bir nechta yoki faqat bir tarafini aks ettiradi.

Tilli modellashtirish asosida tezaurus (bir tilning mukammal lug'ati) yotadi. U kiruvchi tushunchalar to'plamidan tashkil topadi, bu to'plam esa fiksatsiyalangan bo'lishi kerak. Shuni ta'kidlab o'tish lozimki, tezaurus va oddiy lug'at orasida prinsipial farqlar bor. Tezaurus – bu turli xillikdan holi qilingan lug'at, ya'ni unda har bir so'zga yagona tushuncha to'g'ri keladi, oddiy lug'atda esa bir so'zga bir nechta tushunchalar to'g'ri kelishi mumkin.

Matematik modellashtirish deganda - berilgan real ob'yektni qandaydir matematik ob'yektga muvofiqligini o'rnatish jarayoni tushuniladi. Matematik modelning turi nafaqat real ob'yekt tabiatiga bog'liq, balki ob'yektni tadqiq qilish

masalalari va talab qilinadigan ishonchlilik hamda bu masalalarni yechish aniqligiga ham bog'liq. Har qanday matematik model, boshqalarga o'xshab, haqiqatga yaqinlashishning ba'zi darajasi bilan real ob'yektni tavsiflaydi. Tizimlarning ishlash jarayoni tavsiflarini tadqiq qilish uchun matematik modellashtirishni analitik, imitatsion va aralash kabi turlarga bo'lish mumkin.

Tizimlarning ishlash jarayoni tavsiflarini tadqiq qilish uchun matematik modellashtirishni analitik, imitatsion va aralash kabi turlarga bo'lish mumkin.

Analitik modellashtirishda tizim elementlarining ishlash jarayonlari qandaydir funktsionali munosabatlar (algebraik, integro-differensial, chekli-ayirmali va sh.k.) yoki mantiqiy shartlar ko'rinishida yoziladi

Imitatsion modellashtirishda S tizimning vaqt bo'yicha ishlash jarayonini amalga oshiruvchi modelning algoritmi qayta ishlab chiqiladi va shu bilan birga elementar hodisalar imitatsiyalanadi. Va ularning vaqt bo'yicha yuz berishi hamda mantiqiy strukturalarini saqlagan holda tizim xarakteristikalarini baholash imkonini beruvchi, vaqtning ma'lum momentlaridagi jarayonning holati haqidagi boshlang'ich ma'lumotlarni olish imkonini beradi

Kombinatsiyalangan modellashtirish (tahliliy-imitatsion) tizimlarning tahlili va sintezida tahliliy va imitatsion modellashtirishning fazilatlarini birlashtirishga imkon beradi. Kombinatsiyalangan modellarni qurishda obyektning ishlash jarayonini tashkil etuvchi nimjarayon uchun dastlabki dekompozitsiya o'tkaziladi va ular uchun imkon bo'lganda tahliliy modellar ishlatiladi, qolgan nimjarayonlar uchun esa imitatsion modellar quriladi. Bunday kombinatsiyalangan yondashuv tadqiqot qilishda faqat tahliliy va imitatsion modellashtirishdan alohida foydalanish imkoni bo'lmaganda tizimlarning sifatli yangi sinflarini qamrab olishga imkon beradi.

Real modellashtirishda yoki real obyektga butunlayin, yoki uning qismida turli xarakteristikalarini tadqiq qilish imkonidan foydalaniladi. Bunday tadqiqotlar nafaqat normal rejimlarda ishlayotgan obyektlarda o'tkazilishi mumkin, balki tadqiqotchini qiziqtirayotgan xarakteristikalarini baholash uchun maxsus rejimlarni tashkillashtirishda (o'zgaruvchilar va parametrlarning boshqa qiymatlarida, vaqtning boshqa masshtabida va h.k.) ham amalga oshirilishi mumkin.

Real modellash eng monand boʻlgan modellash hisoblanadi, lekin real obyektlarning xossalarini hisobga olganda uning imkoniyatlari chegaralangan boʻlib qoladi. Masalan, korxonaning ABT (Avtomatik boshqarish tizimlari) ni real modellash uchun, birinchidan, shunday ABTni yaratish, ikkinchidan esa, boshqariladigan obyektida tajribalar oʻtkazish, yaʼni butun korxonada tajribalar oʻtkazish talab qilinadi, lekin koʻp hollarda buning imkoni yoʻq.

Har qaysi matematik modelning qurishi modellash obyektining fizikaviy tavsifi qurishdan boshlanadi. Bunda modellash obyektida modelda aks etishi lozim boʻlgan yuz berayotgan «elementar» jarayonlar ajratiladi va ularning tavsifida qabul qilinadigan asosiy farazlar ifoda etiladi. ʻz navbatida, hisobga olinadigan «elementar» jarayonlar roʻyxati obyektini tavsiflaydigan matematik modelga kiritiladigan hodisalar majmuini aniqlaydi. Bu holda «elementar» jarayon deb maʼlum xodisalar sinfiga tegishli fizik – kimyoviy jarayon tushuniladi, masalan modda almashish, issiqlik oʻtkazish va h.k. Bu erda «elementar» jarayonlar nomi aslo bu jarayonlar eng sodda va murakkab boʻlmagan tenglamalar bilan tavsiflanadi degan maʼnoni anglatmaydi. Shunday qilib, modda almashish hozirgi vaqtgacha toʻliq tugatilmagan butun bir nazariya predmetidir. Bu nom bunday jarayonlar ancha murakkab boʻlib, butun kimyo – texnologik jarayonning tashkil etuvchilari ekanligini anglatadi.

Odatda, kimyo – texnologiya obyektlarini matematik modellashda quyidagi «elementar» jarayonlar inobatga olinadi: 1) fazalar oqimining harakati; 2) fazalararo moda almashish; 3) issiqlik oʻtkazish; 4) agregat holatining oʻzgarishi (bugʻlanish, kondesasiyalash, erish va sh.oʻ.); 5) kimyoviy oʻzgarishlar.

Modelda «elementar» jarayonlarning matematik tavsifining toʻliqligi ularning butun kimyo-texnologik jarayondagi roliga, oʻrganish darajasi, obyektidagi «elementar» jarayonlarning oʻzaro bogʻlanish chuqurligiga va barcha tavsifning istalgan aniqligiga bogʻliq. «Elementar» jarayonlarning oʻzaro bogʻliqligi juda murakkab boʻlishi mumkin. Shuning uchun amalda aloqalar xarakteri nisbatiga koʻpincha turli farazlar qabul qilinadi, bu esa modelga toʻliq oʻrganilmagan

bog`liqliklarni kiritish zarurati va tavsifining ortiqcha murakkablashtirishdan xalos bo`lish imkonini beradi.

Masalan, aralashmalarni rektifikasiya jarayonini fizik tavsiflashda quyidagi «elementar» jarayonlar ajratiladi:

1) kolonnada suyuqlik va bug` oqimlarining gidrodinamikasi; 2) suyuqlik va bug` orasida modda almashish; 3) suyuqlik va bug` orasida issiqlik uzatish; 4) suyuqlikning bug`lanishi va bug`ning kondensasiyalanishi. Barcha ko`rsatilgan «elementar» jarayonlar yoki tarelkada, yoki kolonnalarning nasadkali seksiyasida bo`lib o`tadi va o`zaro to`g`ri bog`langan. Bu jarayonlarini to`liq tavsifi o`ta murakkab tenglamalar tizimlar bilan ifodalanadi. Faqatgina Nav`e-Stoks tenglamasi yordamida tarelkadagi (yoki nasadkada) suyuqlik oqimi gidrodinamikasining tavsifi echimi jihatidan o`ta murakkab bo`lgan hisoblash masalasini anglatadi. Suyuqlik va bug` orasidagi oqimlar modda almashishini to`liq tavsiflash masalani echish ham murakkablik jihatidan undan kam emas. Shu bilan birga bu masalalar birgalikda yagona tenglamalar tizimi sifatida echilish kerak. Bundan kelib chiqadiki, oqilona soddalashtiruvchi farazlarsiz bu masalalarni echib bo`lmaydi. Shuning uchun odatda bug` va suyuqlik oqimlar harakati haqida ideallashtirilgan ifoda qabul qilinib (bug` to`liq siqib chiqish rejimida harakatlanadi, suyuqlik esa tarelkada to`liq aralashadi), modda almashishni esa bo`linish pog`onalari samaraligi orqali ifodalanadi. Ko`pincha modda almashishni aks ettiruvchi ifodalar yarim empirik usullar bilan aniqlanadi, yoki bo`linishning har bir pog`onasida muvozanatga erishilishini hisobga olib umuman inobatga olinmaydi.

Ayrim hollarda modellash obyektining fizik tavsifi matematik modellash natijasida o`rnatilishini aytib o`tish kerak. Masalan, obyektida bo`lib o`tayotgan jarayonlar mexanizmi haqidagi ayrim gipotezalarni tekshirish uchun matematik modellash qo`llanadi. Buning uchun model` tarkibiga keyingi modellash natijalari bo`yicha u yoki bu fizik farazning haqqoniyligi haqida hukm chiqarish uchun tadqiqlanayotgan bog`liqliklar kiritiladi. Masalan, katalitik kimyoviy o`zgarishlar mexanizmlari tadqiqotchilarga ko`pincha noma`lum. Matematik modelga u yoki

boshqa kimyoviy reaksiyaning o'tish mexanizmini kiritib va modellashtirish natijalarini tajribadagi natijalar bilan solishtirib, haqiqiyga eng yaqin mexanizmini topish mumkin.

Nazorat savollari.

1. Xayoliy modellashtirish nima?
2. Ko'rgazmali modellashtirish nima?
3. Analogli modellashtirish nima?
4. Tilli modellashtirish nima?
5. Matematik modellashtirish nima?
6. Imitatsion modellashtirish nima?
7. Kombinatsiyalangan modellashtirish nima?
8. Real modellashtirish nima?

4-MA'RUZA	
Ob'ektning matematik modeli	
REJA:	
4.1.	Matematik modelning strukturasi va tashkil etuvchilari
4.2.	Ob'ektni matematik modellashtirish
4.3.	Tizimni modellashtirish bosqichlari
4.4.	Tizimning konseptual modelini qurish va uni shakllantirish
4.5.	Tizimlarni modellashtirishda klassik yondoshuv
4.6.	Tizimlarni modellashtirishda tizimli yondoshish tamoyillari
4.7.	Tizimlarni modellashtirish masalasining umumiy tavsifi
4.8.	Matematik tavsif va uni tashkil etuvchi tenglamalar tiplari
4.9.	Boshqarish tizimlarini tahlil qilish tamoyillari

Fan va texnika taraqqiyoti bilan birgalikda obyektning o'zi ham murakkablashib bormoqda, hozirning o'zida tadqiqot obyektlari haqida xuddi bir

biri bilan o'zaro bog'langan bir nechta komponentlardan tuzilgan murakkab tizim haqida gapirgandek gapirish mumkin. Shuning uchun ham tizimli yondoshishni, xuddi katta tizimlarni qurish hamda ularni tahlil va sintez qilish metodikasini yaratishning asosi kabi qarab, eng oldin tizimli yondoshish tushunchasining o'zini ta'riflash lozim.

Tizimli yondoshishga turlicha ta'riflar keltirish mumkin, lekin bu yondoshishning asosiy mohiyatini baholash imkonini beruvchi eng to'g'ri ta'rif, xuddi tizimlarni tadqiq qilishdagi modellashtirish kabi beriladi. Shuning uchun ham umumtizim nuqtai nazaridan kelib chiqib, tizimlarning tavsifi va real mavjudligidan tizim S ning o'zi va tashqi muhit E ni ajratish eng muhim masala hisoblanadi.

Tizimlarni modellashtirishga tizimli yondoshishda eng avval modellashtirish maqsadini aniq ta'riflash zarur. Shuningdek, real faoliyat yurituvchi tizim (tizim – original yoki birinchi tizim) ni to'la modellashtirishning imkoni yo'q bo'lib, model' (tizim – model' yoki ikkinchi tizim) qo'yilgan masala bo'yicha tuziladi. Shunday qilib, modellashtirishning qo'yilgan savollariga ko'ra, mezon va baholashni tanlash nima imkon beradi, tuzilayotgan M modelga qanday elementlar kiradi kabi modellashtirishning talab qilingan masalalaridan maqsad yuzaga keladi. Shuning uchun ham tuzilayotgan modelda alohida elementlarni tanlab olish mezoniga ega bo'lish zarur.

Tizimli yondoshish uchun tizim strukturasi ta'rifi muhim hisoblanadi. **Tizimning strukturasi** – tizim elementlari o'rtasidagi ularning o'zaro ta'sirlarini aks ettiruvchi aloqalar to'plami. Tizimning strukturasi tashqi tomondan alohida nim tizimlarning tarkibi va ular o'rtasidagi munosabat nuqtai nazaridan, shuningdek, ichki tomondan, uning funksiyalari o'rganilganda, ya'ni berilgan maqsadga erishishda tizimning alohida xossasini tahlil qilish nuqtai nazaridan o'rganish mumkin. Shunga ko'ra tizimning strukturasi yoki uning xossalarini tadqiq qilishda yondoshishlar qatori tanlanadi va eng avval strukturaviy va funksional yondoshishlar amalga oshiriladi.

Strukturaviy yondoshishda tizimning elementlari va ular o`rtasidagi aloqalar tarkib bilan ajratiladi. Elementlar to`plami va ular o`rtasidagi o`zaro aloqalar tizimning strukturasi haqida fikr yuritish imkonini beradi. Tadqiqot maqsadidan kelib chiqib, struktura turli sathlar bo`yicha tavsiflanishi mumkin. Strukturalarning eng katta umumiy tavsifi – bu topologik tavsif bulib, u tizimning tarkibiy qismlarini eng umumiy ta`riflash imkonini beradi va graflar nazariyasi asosida yaxshi shakllantiriladi.

Eng kichik umumiy tavsif funksional tavsif hisoblanib, u alohida funksiyalar, ya`ni tizim xulqining algoritmi va tizim amalga oshiruvchi funksiyani baholovchi funksional yondoshish ishlab chiqishda ko`rib chiqiladi, chunki bu funksiya ostidagi xossa maqsadga olib boruvchi hisoblanadi. Funksiya xossani aks ettirganligi sababli, S tizim va E tashqi ta`sir o`rtasidagi o`zaro ta`sirlarning xossalari bir qancha $S_i(j)$ xarakteristik elementlar yoki tizimning S_i nimtizimi yoki butun bir S tizim bilan ifodalanishi mumkin.

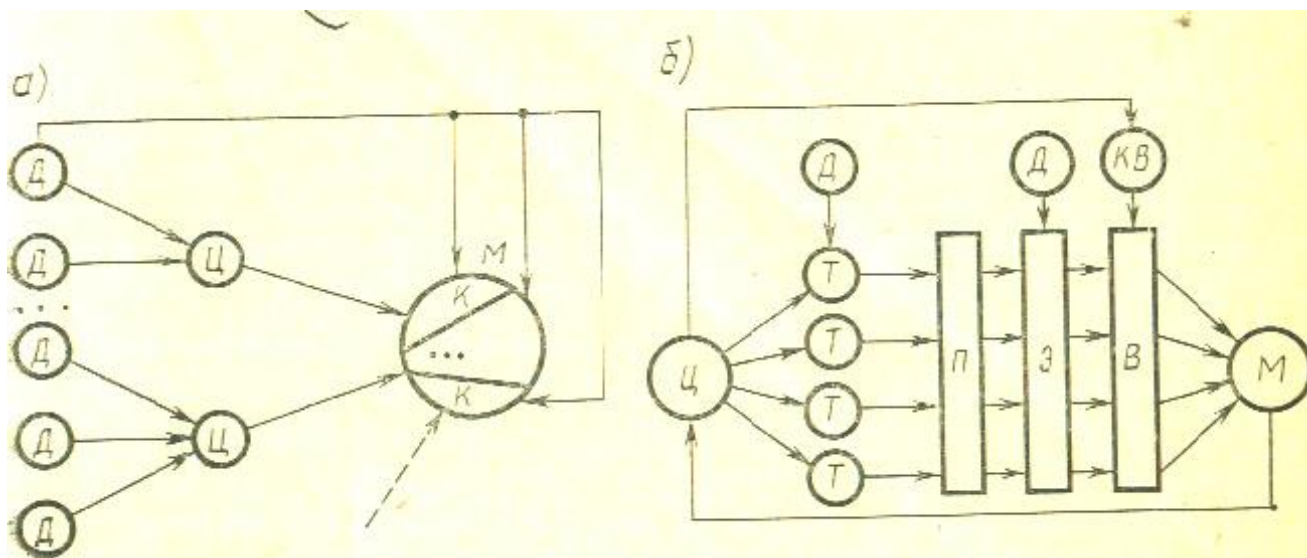
Bir qancha solishtirish etalonlari mavjudligida tizimning miqdoriy va sifat tavsiflarini keltirish mumkin. Miqdoriy tavsif uchun etalon va shubu berilgan tavsif o`rtasidagi munosabatni ifodalovchi son kiritiladi. Tizimning sifat tavsifi, masalan, ekspertli baholash usuli bilan topiladi.

Tizimning vaqt bo`yicha funksiyasi $S(t)$ ning mavjud bo`lishi, ya`ni tizimni vaqt bo`yicha shakllantirilishi, tizimni bir holatdan boshqasiga o`tishini bildiradi, ya`ni Z holatlar fazosida harakatlanish. S tizimni ishlatishda samaradorlik ko`rsatkichi bilan aniqlanadiga, samaradorlik mezonni bahosining qiymati hisoblanuvchi, tizimni shakllantirishning sifati juda muhim hisoblanadi. S tizim xususiy mezonlar to`plami yoki umumiy integral mezonlar bilan baholanishi mumkin.

Tizimlarni modellashtirishdagi klassik yondoshish.

Modellarning alohida qismlari o`rtasidagi o`zaro aloqalarni o`rganishga oddiy yondoshish obyektning alohida nimtizimlari o`rtasidagi aloqalarni aks ettirishni ko`rib chiqishni nazarda tutadi. Bunday klassik yondoshish etarlicha soda modellarni tuzishda ishlatilishi mumkin. M modelning klassik (induktiv)

yondoshish asosida sintez qilish jarayoni 4, a – rasmda keltirilgan. Modellarning alohida qismlari o`rtasidagi o`zaro aloqalarni o`rganishga oddiy yondoshish obyektning alohida nimitizmlari o`rtasidagi aloqalarni aks ettirishni ko`rib chiqishni nazarda tutadi. Bunday klassik yondoshish etarlicha soda modellarni tuzishda ishlatilishi mumkin Modellashtirilayotgan real obyekt alohida nimitizimlarga ajratiladi, ya`ni modellashtirish uchun D boshlang`ich ma`lumotlar talanadi va modellashtirish jarayonining alohida tomonlarini aks ettiruvchi S maqsad qo`yiladi. D boshlang`ich ma`lumotlarning alohida to`plamlari bo`yicha tizimning alohida tomonlarini shakllantiruvchi modellashtirishning maqsadi qo`yiladi va bu maqsad asosida tuzilayotgan modelning bir qancha K komponentlari shakllantiriladi. Komponentlarning to`plami M modelda birlashtiriladi.



4-

Shunday qilib, klassik yondoshish asosida M modelni ishlab chiqish har biri o`zining vazifasini bajaruvchi va biri boshqasidan ajratilgan alohida komponentlarni bita modelga yiishni bildiradi. Shuning uchun ham klassik yondoshishdan real obyektlarni shakllantirishning alohida tomonlarini bog`liq bo`lmagan holda qo`rib chiqish mumkin bo`lgan va alohida qismlarga ajratish mumkin bo`lgan soda modellarni ishlab chiqishda foydalanish mumkin.

Murakkab obyektlarning modellari uchun masalani bunday hal qilish maqsadga muvofiq emas, chunki aniq dasturiy – texnik vositalar asosida bunday

modellarni ishlab chiqish juda kata sarf xarajatlarga olib keladi. Klassik yondoshishning ikkita muhim tomonini ajratib kursatish mumkin: xususiyydan umumiyga harakatlanishni kuzatish mumkin bo'lib, tuzilayotgan model (tizim) uning alohida komponentlarini qo'shish yo'li bilan olinishi mumkin va yangi tizimli effektning paydo bo'lishi hisobga olinmaydi.

Ob'ektlarni modellashtirishning murakkablashishi bilan ularni yanada yuqori sathlarda kuzatish zaruratini yuzaga keltirdi. Bunday hollarda kuzatuvchi (ishlab chiquvchi) berilgan tizimni qandaydir metatizimning nimitizimlari sifatida qaraydi, chunki tizimlar yuqori rangli bo'lib, bu tizimlar nafaqat masalalar to'plamini echuvchi tadqiqot tizimlarini yaratish, balki qanaqadir xususiyy echimlarni qabul qiluvchi metatizimlarning tarkibiy qismlari hisoblanuvchi tizimlarni ham yaratishni taqazo etuvchi yangi tizimli yondoshishga o'tishni talab qiladi. Yangi tizimli yondoshishning yuzaga kelishida ishlab chiqishning boshlang'ich ma'lumotlari miqdori oshadi va tizim bilan tashqi muhit ta'sirlarining stoxastik bog'liqliklarini murakkablashishini ham hisobga olish zarurati tug'iladi. Bularning barchasi tadqiqotchiga murakkab obyektini ajratib emas, balki uning tashqi muhit bilan o'zaro ta'sirlari, shuningdek, boshqa tizimlarning bir qancha metatizimlari yig'indisi bilan ham ta'sirlarini o'rganishni taqazo etadi.

Tizimlarni modellashtirishda tizimli yondoshish

Tizimli yondoshish S tizimlarni tadqiq etish va M modelni qurishning barcha sathlarida barcha faktorlar va imkoniyatlarni, ularning proporsionallik qiymatlarini hisobga olgan holda murakkab obyektlarni tuzish masalasini hal qilish imkonini beradi.

Tizimli yondoshish har bir S tizim, hatto ular alohida ajratilgan nimitizimlardan tuzilganda ham integrallashgan maqsadli hisoblanishini bildiradi. Shunday qilib, tizimli yondoshishning asosida tizimlarga integrallashgan maqsadli tizim sifatida qarash yotadi va ishlab chiqish eng asosiy hisoblanuvchi shakllantirishning maqsadini ifodalashdan boshlanadi. Tizimli yondoshish asosida M modelni sintez qilish jarayoni shartli ravishda 2.1,b – rasmda keltirilgan. Tashqi tizim tahlilidan ma'lum bo'lgan, chegaralangan D boshlang'ich ma'lumotlar va S

tizim modeliga bo'lgan **K** boshlang'ich talabning maqsadi asosida shakllantirish ifodalanadi. Ushbu talablar asosida taxminiy **P** nimitizimlar, **E** elementlar va sintezning eng murakkab bosqichi – tizimlarni tashkil etuvchi **V** tanlanmalar shakllantiriladi, buning uchun **KV** tanlanmaning maxsus mezonidan foydalaniladi.

Modellashtirishda tizim modellarining maksimal samaradorligini ta'minlash kerak. Samaradorlik odatda modellarni ishlatish natijasida olingan natijalarning ahamiyatlilik ko'rsatkichlari o'rtasidagi bir qancha farqlar va modellarni ishlab chiqish hamda yaratish bilan bog'liq xarajatlar bilan aniqlaniladi.

Makro loyihalashtirish bosqichida **S** real tizim va **E** tashqi muhit ma'lumotlari asosida tashqi muhit modeli tuziladi, tizim modelini tuzish uchun resurslar va chegaralanishlar ta'sir qilganligi uchun **M** modelning **S** real tizimga monandligini baholash imkonini beruvchi mezon va tizim modeli tanlanadi. Tizimni shakllantirishning samaradorligi mezoni asosida tizim modeli va tashqi muhit modelini qurishdagi modellashtirish jarayonida modelning **S** real tizim faoliyatining alohida tomonlarini qayta tiklay olish imkoniyatlarini ishlab chiqishni taqazo etuvchi boshqarishning optimal strategiyasi tanlanadi.

Muhim pog'onadagi mikro loyihalashtirish bosqichi tanlangan modelning aniq tipiga bog'liq. Model' imitasion bo'lgan hollarda modellashtirish tizimlarining informasion, matematik, texnik va dasturiy ta'minotlarini yaratishni ta'minlash zarur. Bu bosqichda tuzilgan modelning asosiy tavsiflarini olish, tizim faoliyati jarayoni modelidan kelib chiqib, berilgan sifatni olish uchun sarflangan resurslar va ular bilan ishlash vaqtini baholash mumkin.

Foydalanilayotgan **M** modelning tipiga bog'liq bo'lmagan holda ularni tuzishda quyidagi tizimli yondoshishga yaqin hollarni qo'llash tavsiya etiladi:

- 1) modellarni tuzishda bosqichlar va yo'nalish bo'yicha proporsional – ketma – ket harakat qilish;
- 2) informasion, resurs, ishonchlilikka oid va boshqa tavsiflarning muvofiqligi;
- 3) modellashtirish tizimidagi ierarxiyaning alohida sathlarining o'zaro to'g'ri nisbatlari;
- 4) model tuzishdagi alohida bosqichlarning to'laligi.

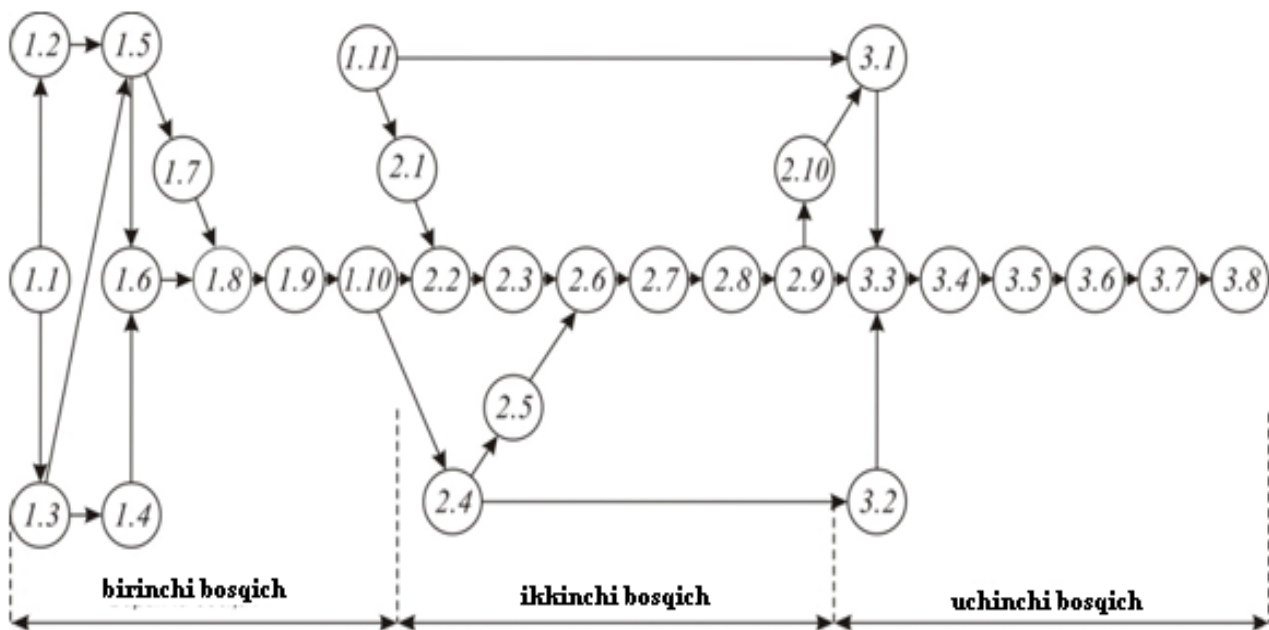
M model` uni tuzishning maqsadiga javob berishi kerak, shuning uchun ham alohida qismlar yagona tizimli maqsaddan kelib chiqib o`zaro bir birini to`ldirishi lozim. Maqsad miqdoriy ko`rinishda ifodalanishi mumkin, unda u katta ahamiyatga ega bo`lib, vaqt davomiyligi berilgan modellashtirish tizimining obyektiv imkoniyatlarini aks ettirishi mumkin. Maqsadni miqdoriy ifodalanishi maqsadga erishishga ta`sir qiluvchi mavjud faktorlarni yanada aniq aks ettiruvchi maqsad funksiyasini yuzaga keltiradi.

Modellarni tuzish mutaxassislarning katta jamoasini tashkil qilish va katasondagi boshlang`ich ma`lumotlar asosida echimi sintezlashtiriladigan tizimli masalalar qatoriga kiradi. Ushbu shartlarda tizimli yondoshishdan foydalanish nafaqat real obyekt modelini tuzish, balki bu modellar asosida real tizimda kerakli sondagi boshqarish axborotlarini tanlash va uning faoliyati ko`rsatkichlarini baholash imkonini ham beradi hamda shu modellashtirish asosida real tizim faoliyatining foydali rejimi va eng samarali variantini topish mumkin..

S tizimni modellashtirish asosiy bosqichlarini ko`rib chiqamiz, ular qatoriga quyidagilar kiradi:

- - tizimning konseptual modelini qurish va uni formallashtirish;
- - tizim modelini algoritmlash va uni mashinali amalga oshirish;
- - tizimni modellashtirish natijalarini olish va talqin qilish.

4- rasmda ko`rsatilgan tizimlarni modellashtirishning qayd qilingan bosqichlarini o`zaro bog`liqligi va ular tarkibi (nimbosqichlar) tarmoqli grafik ko`rinishida keltirilgan.



4-rasm. Tizimni modellashtirish bosqichlari

Bu bosqichlarni sanab o'tamiz: 1.1. – tizimning mashinali modellashtirish masalasini qo'yilishi; 1.2. - tizimning mashinali modellashtirish masalasini tahlili;

1.3. – modellashtirish obyekti haqida kirish axborotlariga talablarni aniqlash va uni yig'ishni tashkillashtirish; 1.4. – gipotezalarni qo'yish va farazlarni qabul qilish; 1.5. – model parametrlari va o'zgaruvchilarini aniqlash; 1.6. – modelning asosiy mazmunini aniqlash; 1.7. – tizimning samaradorligini baholash mezonlarini asoslash; 1.8. – approksimatsiya proseduralarini aniqlash; 1.9. – tizimning konseptual modelini tavsifi; 1.10. – konseptual model ishonchliligini tekshirish; 1.11.- birinchi bosqich bo'yicha texnik hujjatlarni tuzish; 2.1. – modelning mantiqiy sxemasini qurish; 2.2. – matematik bog'liqliklarni olish; 2.3. – tizim modelining ishonchliligini tekshirish; 2.4. – modellashtirish uchun hisoblash vositalarini tanlash; 2.5. – dasturlash bo'yicha ishlarni bajarish rejasini tuzish; 2.6. – dasturning sxemasini qurish; 2.7. - dastur sxemasining ishonchliligini tekshirish; 2.8. - model dasturlashini o'tkazish; 2.9. – dasturning ishonchliligini tekshirish; 2.10. – ikkinchi bosqich bo'yicha texnik hujjatlarni tuzish; 3.1. – tizim modeli bilan mashinali eksperimentni rejalashtirish; 3.2. – hisoblash vositlariga talablarni aniqlash; 3.3. – ishchi hisoblarni o'tkazish; 3.4. – tizimning modellashtirish natijalarining tahlili; 3.5. – modellashtirish natijalarini namoyish qilish; 3.6. – modellashtirish natijalarini talqin qilish;

5-rasm. Tizimning modeli: a) konseptual; b) blokli

Bu kvadratlari o'zida S tizim ishlash jarayonining tadqiq qilinayotgan ayrim nimjarayonlari, E tashqi muhit ta'siri va shu kabilarni namoyon etadi. Tizimning tavsifidan uning modeliga o'tishning bunday talqini tavsifining ayrim ikkinchi darajali elementlarini (elementlar 5-8, 39-41, 43-47) chiqarib tashlashga olib keladi. Bu elementlar model yordamida tadqiq qilinayotgan jarayonlarning kechishiga katta ta'sir qilmaydi deb taxmin qilinadi. Elementlarning bir qismi (14, 15, 28, 29, 42) passiv aloqalar h_1 bilan almashtiriladi, ular tizimning (5, b-rasm) ichki xossalarini aks ettiradi. 1-4, 10, 11, 24, 25 elementlarning ayrim qismi xkiruvchi omillar va tashqi muhit ta'sirlari bilan almashtiriladi. Kombinatsiyalangan almashtirishlar ham bo'lishi mumkin: 9, 18, 19, 32, 33 elementlar h_2 passiv aloqa va E tashqi muhit ta'siri bilan almashtirilgan. 22, 23, 36, 37 elementlar tashqi muhitga tizimning ta'sirini aks ettiradi.

S tizimning qolgan elementlari tadqiq qilinayotgan tizimning ishlash jarayonini aks ettiruvchi S_I, S_{II}, S_{III} bloklarga guruhlanadi. Bloklarning har biri yetarli darajada avtonomdir, bu ular orasidagi eng kichik aloqalar sonida ifoda etiladi. Bu bloklar xulqi yaxshi o'rganilishi va ularning har biri uchun matematik model qurilishi kerak. Matematik model o'z navbatida qator nimbloklarga ega bo'lishi mumkin. Tadqiq qilinayotgan tizimning ishlash jarayonining qurilgan blokli modeli olingan modelning mashinali amalga oshirishda o'tkazilishi mumkin. Modellashtirish tirilayotgan tizimning tavsifidan blok usuli bo'yicha qurilgan uning modeliga o'tgandan keyin turli bloklarda o'tayotgan jarayonlarning matematik modellarini qurish kerak.

Tizimli tadqiqot, real hodisalarni o'rganishning tajribaviy usullarini rivojlanishi bilan abstrakt usullarga katta e'tibor qaratilmoqda va bu aqliy mehnat elementlarini avtomatlashtirish kabi yangi fanlarni yuzaga keltiradi. Real tizimlarni yaratishda tahlil va sintezning matematik usullari muhim ahamiyatga ega bo'lib, bularning barchasi ochiqchasiga sof nazariy izlanishlarga asoslanadi. Biroq, ixtiyoriy nazariyaning asosiy mezonlari amaliyotga asoslanishini, hattoki

matematika, mavhum fanlar ham amaliy bilimlarga asoslanishini unutish to'g'ri emas.

Tahlil va sintez usullarining rivojlanishi bilan bir vaqtda real obyektlarni tadqiq etishning yangi vositasi hisoblanuvchi tajribaviy usullar ham mukammallashib bormoqda. Modellashtirish tushunchasining o'zi ham takomillashib bormoqda. Ilgari modellashtirish real jarayonni aks ettiruvchi real fizik tajriba yoki maket qurishni bildirgan bo'lsa, hozirga kelib, modelashtirishning asosida nafaqat fizik hodisalar, balki matematik tajribalar ham yotadigan yangi turlari yuzaga keldi.

Real voqelikni anglash uzoq va murakkab jarayon hisoblanadi. Katta tizim faoliyati sifatini aniqlash, uning xulqini optimal strukturasi va algoritmini tanlash, oldga qo'yilgan maqsadga muvofiq tizimni qurish – zamonaviy tizimlar (shu jumladan ABT) ni loyihalashdagi asosiy muammo bo'lib, shuning uchun ham modellashtirishni katta tizimlarni loyihalash va tadqiq qilishda foydalaniladigan usullardan biri sifatida qarash mumkin.

Modellashtirish real va xayoliy tajribalarning bir qancha o'xshashliklariga asoslanadi. O'xshashlik (analogiya) – o'rganilayotgan hodisani tushuntirish uchun nasos, lekin haqiqiylik mezoni bo'lib faqat amaliyot va sinov xizmat qiladi. Zamonaviy ilmiy gipotezalar sof nazariy yo'l bilan yaratilishi mumkin, lekin mohiyati bo'yicha keng amaliy bilimlarga asoslaniladi. Real jarayonlarni tushuntirish uchun gipotezalar yuritiladi va gipotezalarni tasdiqlash uchun tajriba tuziladi yoki gipotezaning to'g'riligini mantiqan tasdiqlashi mumkin bo'lgan nazariy muhokama qilinadi. Keng miqiyosda tajriba deganda tabiiyiga yaqin bo'lgan yoki uni aks ettiruvchi, mavjud shartlardagi qanaqadir hodisani kuzatish yoki bir qancha jarayonlarni tashkillashtirish tushuniladi.

Tajribalar tadqiqotchi jarayonni yuz berishini kuzatadigan *passiv tajriba* va kuzatuvchi jarayonning yuz berishiga aralashadigan va uning borishini tashkillashtiradigan *faoltajribalarga* ajratiladi. Oxirgi vaqtlarda faol tajriba keng tarqalgan bo'lib, uning asosida kiritik holatlarga ta'sir o'tkazish olish, yanada qiziq

qonuniyatlarni olish, turli nuqtalardagi tajribalarni takroran o'tkaza olish va shu kabi imkonlariga ega bo'linmoqda.

Ixtiyoriy turdagi model' asosida real obyektning tavsiflovchi bir qancha umumiy sifatlarga asoslanuvchi, muvofiqliklarga ega bir nechta model' yotadi. Real obyektning bir qancha formal strukturalarga ega bo'lishi obyektiv bo'lib, shuning uchun ham ixtiyoriy modellar uchun real obyektning formal strukturasi yoki bu obyektning o'rganilayotgan alohida tomoniga mos keluvchi strukturaning mavjud bulishi xarakterlidir.

Modellashtirishning asosida axborot jarayonlari yotadi, shu sababli ham M modelni tuzishning o'zi ham real obyekt haqidagi axborotlarga asoslanadi. Modellar ishlab chiqish jarayonida berilgan obyekt haqida axborot olinadi, shu bilan bir vaqtda model' bilan tajriba o'tkazish jarayonida olingan natijalarni qayta ishlaga joy oluvchi boshqarish axboroti kiritiladi, ya'ni modellashtirishning barcha jarayonlari asosida axborot yotadi. Eng murakkabi modellashtirish obyekti hisoblanadi. Modellashtirish obyekti sifatida kata tizimlar sinfiga kiritish mumkin bo'lgan murakkab tashkiliy – texnik tizimlar namoyon bo'ladi. Tarkibi bo'yicha ham tuzilgan M model' $S(M)$ tizimning quyidagicha tavsifga ega qismi bo'lib qoladi:

1. **Faoliyat maqsadi** – bu M model' xulqining maqsadli yo'nalitirilgan darajasini aniqlaydi. Bu holda modellar bir maqsadli – bitta masalani echishga mo'ljallangan va ko'p maqsadli – real obyektning qator faoliyatlarini ko'rib chiqish yoki echish imkonini beruvchi turlarga bo'linadi.

2. **Murakkablik** – bu M model' alohida elementlar va ular o'rtasidagi bog'liqliklar yig'indisidan tashkil topganligini hisobga olib, tizimdagi elementlarning umumiy soni bo'yicha va ular o'rtasidagi aloqalar soni bo'yicha baholash. M modellaridagi alohida funksional nimitizimlarni elementlarning turli qo'rinishlilikiga ko'ra ierarxiya sathlari qatori, kirish va chiqishlar qatori va boshqalarga bo'lish, ya'ni murakkablik tushunchasi butun bir belgilar qatori bo'yicha identifikasialangan bo'lishi mumkin.

3. **Yaxlitlik** – bu tuzilayotgan M model` bir biri bilan murakkab o`zaro aloqalarni tashkil etuvchi tarkibiy qismlar (elementlar) ning katta miqdorini o`zida mujassamlashtiruvchi yaxlit bir $S(M)$ tizim hisoblanishini bildiradi.

Agar modellashtirishning maqsadi aniq bo`lsa, unda keyingi masala – M modelni qurish yuzaga keladi. Agar axborot yoki tadqiqot obyektining parametrlari, algoritmlari va strukturalariga nisbatan yuritilgan gipotezalarga ega bo`linsa, modellarni tuzish mumkin. Ularni o`rganish asosida obyektning identifikasiyalashtirish amalga oshiriladi. Hozirgi vaqtda parametrlarni baholashning turli usullari usullari keng qo`llanilmoqda: eng kichik kvadratlar usuli bo`yicha, maksimal haqiqatnamolik usuli bo`yicha, Bayesov, Markov usullari baholash.

Agar M model` tuzilgan bo`lsa, unda keyingi masala u bilan ishlash, ya`ni modellarni ishga tushirish, asosiy masala esa – oxirgi natijalarni olish vaqtini minimallashtirish va ularning ishonchliligini ta`minlash hisoblanadi. M modellarni to`g`ri tuzish uchun tadqiqotchiga uning qonuniyatlarga bo`ysunayotganligi xarakterlidir. Original va model` o`rganilayotgan muhim xossani ajratib olish uchun bir vaqtning o`zida bita belgi bo`yicha o`xshash, qolganlari bo`yicha turlicha bo`lishi lozim. Ushbu fikr nuqtai nazaridan model` originalning real ob`etning bir qancha xossalarini o`rganish va shakllantirishni ta`minlovchi bir qancha «o`rinbosari» bo`lib qoladi.

Shunday qilib, modellashtirish masalasini maqsadga ko`ra xarakterlab, modellashtirish masalasining qo`yilishidan to`lingan natijalarni interpretasiya qilishgacha mavjud bo`lgan murakkab ilmiy – texnik masalalarning asosiylarini quyidagicha keltirish mumkin: real obyektlarni identifikasiyalashtirish, modellar turini tanlash, modellarni tuzish va ularni mashinali amalga oshirish, mashinali tajriba ishidagi model` bilan tadqiqotchining o`zaro harakati, modellashtirish jarayonida tadqiq etilgan asosiy qonuniyatlarni aniqlash. Modellashtirish obyekti va foydalanilgan model` turidan kelib chiqib, bu masalalar turli ahamiyatlarga ega bo`lishi mumkin.

Ob'ektning formal strukturasi qurishning boshqa masalalariga qaraganda identifikatsiya masalasi eng murakkabi hisoblanadi. Modellarini ishlab chiqishda ham qiyinchiliklar bo'lishi mumkin, aynan, katta tizimlarni imitatsion modellashtirishda. Bunda modellashtirish jarayonida tadqiqotchining roli ajralib turadi. Masalaning qo'yilishi, real obyektning tarkibiy modelini tuzish ko'pincha o'zida ijodiy jarayonni aks ettiradi va evristikaga asoslanadi. Va ushbu holatda modellarning optimal turini tanlashning formal yo'li yo'q. Ko'pincha, real jarayonni etarlicha aniq tavsiflash imkonini beruvchi formal usullar mavjud bo'lmaydi. Shuning uchun ham u yoki bu o'xshashlikni tanlash, modellashtirishning u yoki bu matematik apparatini tanlash to'laligicha tadqiqotchining tajribasiga (malakasiga) asoslanadi va tadqiqotchining xatosi modellashtirishning natijalarini xato bo'lishiga olib kelishi mumkin.

Hozirgi vaqtda keng qo'llanilayotgan hisoblash texnikasi vositalari hoh analitik modellashtirishdagi hisoblash uchun hoh tizimlarning imitatsion modellarini ishlab chiqish uchun qo'llanilsin, murakkab tizimlarning modellarini ishlab chiqishning samaradorligi nuqtai nazaridan yordam berishi mumkin, lekin u yoki bu modellarning to'g'riligini tasdiqlash imkonini bermaydi. Faqat qayta ishlangan ma'lumotlar va tadqiqotchining malakasi asosida modellarning real jarayonlarga nisbatan monandligini baholash mumkin.

Agar modellashtirish ishlarida real fizik tajriba ma'lum o'rinni egallasa, unda «foydalanilgan texnik vositalarning ishonchliligi» g'oyat muhimdir, chunki texnik vositalarning ishdan chiqishi va adashishi jarayon yuz berishini aks ettiruvchi chiqish ma'lumotlarining qiymatlarini buzilishga olib kelishi mumkin. Shu fikrdan kelib chiqib, fizik tajribalarni o'tkazish uchun maxsus apparatura, modellashtirishning texnik vositalarini diagnostikasini amalga oshiruvchi maxsus ishlab chiqilgan matematik va informatsion ta'minot kerak, chunki ular apparaturalarning noto'g'ri ishlashi natijasida kelgan xatoliklarni saralab, olib tashlaydi. Mashinali tajribaning ishlashida operator – insonning xato harakatlari ham o'z o'rniga ega.

5-MA'RUZA

HISOBLASH MASHINALARIDA TIZIMLARNI MODELLASH

REJA:

- 5.1. Boshqarish sistemalarining ishlash jarayonini shakllantirish va algoritmlash**
- 5.2. Boshqarish sistemalari modellarini EHM da amalga oshirish**
- 5.3. EHM da amalga oshirishning ketma-ketligini ishlab chiqish**
- 5.4. Modelni algoritmlash**
- 5.5. Modelni algoritmini mashinali amalga oshirish**
- 5.6. Modellashtirish natijalarini olish va tahlil qilish**

Tadqiqotning muvaffaqiyatligi vaolingan natijalarning ahamiyatligi modelda o`rganilayotgan jarayonning xarakterli xislatlarini hisobga to`g`ri olishga bog`liq.

Jarayonga ta`sir qiluvchi barcha eng muhim omillar modelda hisobgaolingan bo`lishi va shu bilan birga u ko`plab kichik ikkinchi darajali omillar bilan ketma-ket bo`lmasligi kerak, ularni hisobgaolish faqat matematik tahlilni murakkablashtiradi va tadqiqotni o`ta tiqilinch yoki umuman amalgaoshmaydigan qilib qo`yadi

Har qanday S tizimning ishlash jarayonini shakllanishidan oldin uni tarkiblovchi hodisalarni o`rganish kerak. Natijada o`zida o`rganilayotgan jarayon uchun xarakterli qonuniyatlarni birinchi harakatdaaniq ifoda etishni nomoyon etuvchi vaamaliy masalani qo`yishdan iborat bo`lgan jarayonning mazmunli tavsifi paydo bo`ladi. Mazmunli tavsif keyingi shakllanish bosqichlariga boshlang`ich material bo`lib hisoblanadi: tizimning ishlash jarayonini shakllangan sxemasiga va bu jarayonning matematik modelini qurishga. EHM da tizimning ishlash jarayonini modellashtirish uchun jarayonning matematik modelini muvofiq modellovchi algoritmi va mashinali dasturga o`zgartirish kerak.

Tizimning M_K konseptual modelini qurish va uni shakllantirishning (1.4-rasmga qarang) asosiy nimbosqichlarini batafsilroq ko'rib chiqamiz.

1. Tizimni mashinali modellashtirish masalasini qo'yilishi. S aniq tizimning tadqiq qilish masalasini aniq ifoda etish berilgan va quyidagi masalalarga asosiy e'tibor qaratilgan: a) masala mavjudligi va mashinali modellashtirish zarurligini tan olish; b) mavjud resurslarni hisobga olib masalani yechish uslubini tanlash; c) masalaning masshtabi va uni quyi masalalarga ajratish imkoniyatini aniqlash.

Turli nimmasalalarni yechish ustuvorligi haqidagi savolga javob berish, imkoni bor matematik usullar samaradorligi va ularni yechishning dasturiy-texnik vositlarini baholash zarur. Bu masalalarni puxta ishlab chiqish, tadqiqot masalasini ifoda etish va uni amalga oshirishga kirishish imkonini beradi. Bunda modellashtirish jarayonida masalani birlamchi qo'yilishi qayta ko'rib chiqilishi mumkin.

2. Tizimni modellashtirish masalasining tahlili. Masala tahlilini o'tkazish modellashtirish usuli bilan uni yechishda kelib chiqadigan qiyinchiliklarni yengishga yordam beradi. Ko'rilayotgan ikkinchi bosqichda asosiy ish aynan tahlilni o'tkazishga qaratiladi va quyidagilarni inobatga oladi:

a) S tizimning ishlash jarayoni samaradorligini baholash mezonlarini tanlash; b) M modelning endogen va ekzogen o'zgaruvchilarini aniqlash; c) mumkin bo'lgan identifikatsiya usullarini tanlash; d) tizimning modelini algoritmlashning ikkinchi bosqichi mazmunini dastlabki tahlili va uni mashinali amalga oshirishni bajarish; e) tizimni modellashtirish natijalarini olish va talqin qilish, uchinchi bosqich mazmunini dastlabki tahlilini amalga oshirish.

3. Modellashtirish ob'yekti haqidagi boshlang'ich axborotga qo'yiladigan talablarni aniqlash va uni yig'ishni tashkillashtirish. S tizimni modellashtirish masalasi qo'yilgandan keyin axborotga qo'yiladigan talablar aniqlanadi. Axborotdan bu masalani yechish uchun zarur sifatli va miqdoriy kirish ma'lumotlari olinadi. Bu ma'lumotlar masalani, uni yechish usullarining mazmunini chuqurroq tushunishga yordam beradi. Shunday qilib, bu nimbosqichda quyidagilar: a) S tizim va E tashqi muhit haqida zarur ma'lumotlarni tanlash; b)

aprior ma'lumotlarni tayyorlash; c) mavjud eksperimental ma'lumotlarni tahlil qilish; d) tizim haqida axborotga dastlabki ishlov berish usullari va vositalarni tanlash amalga oshiriladi.

Bunda shuni esda saqlash kerakki, modellashtirish ob'yekti haqidagi boshlang'ich axborot sifatiga nafaqat model monandligi, balki modellashtirish natijalarining ishonchliligi ham jiddiy bog'liqdir.

4. Gipotezalarni ko'rsatish va farazlarni qabul qilish. S tizimning modelini qurishda gipotezalar tadqiqotchi tarafidan masalani tushunishdagi «kamchiliklar» ni to'ldirish uchun xizmat qiladi. Mashinali eksperiment o'tkazishda haqqoniyliги tekshiriladigan S tizimning modellashtirish imkoni bor (joiz) natijalariga nisbatan gipotezalar ham ko'rsatiladi. Farazlar shuni nazarda tutadiki, ba'zi bir ma'lumotlar noma'lum yoki ularni olish mumkin emas. Farazlar masalani yechish talablariga javob bermaydigan ma'lum ma'lumotlarga nisbatan qo'yilishi mumkin. Farazlar modellashtirishning tanlangan darajasiga muvofiq modelni soddalashtirish imkonini beradi. Gipotezalarni ko'rsatishda va farazlarni qabul qilishda quyidagi omillar hisobga olinadi: a) masalalarni yechish uchun mavjud axborotlarning hajmi; b) yetarli bo'lmagan axborotli quyi masalalar; c) masalani yechish uchun zarur bo'lgan vaqt resurslariga qo'yiladigan chegaralanishlar; d) kutilayotgan modellashtirish natijalari.

Shunday qilib, S tizimning modeli bilan ishlash jarayonida, modellashtirishning olingan natijalari va ob'yekt haqidagi yangi olingan axborotdan kelib chiqqan holda bu nimbosqichga ko'p marta qaytib kelish mumkin.

5. Modelning parametrlari va o'zgaruvchilarini aniqlash. Matematik modelning tavsifiga o'tishdan avval, tizimning $h_k, k=1, n_H$ parametrlarini, $x_i=1, n_x, y_i=1, n_Y$ kirish va chiqish o'zgaruvchilarini, $v_l=1, n_v$ tashqi muhitning ta'sirini aniqlash kerak. Bu nimbosqichning yakuniy maqsadi – E tashqi muhitda ishlayotgan S tizimning matematik modelini qurishga tayyorgarlikdir. Buning uchun modelning barcha parametr va o'zgaruvchilarini ko'rib chiqish va tizimning

yaxlit ishlash jarayoniga ularning ta'sir darajasini baholash zarur. Har bir parametr va o'zgaruvchilarning tavsifi quyidagi shaklda berilish lozim:

a) ta'rif va qisqacha tavsif; b) belgilash simvoli va o'lchash birligi; c) o'zgarish diapazoni; d) modelda qo'llanilish joyi.

6. Modelning asosiy mazmunini aniqlash. Bu bosqichda modelning asosiy mazmuni aniqlanadi va qabul qilingan gipotezalar va farazlar asosida ishlab chiqilgan tizimning modelini qurish usuli tanlanadi. Bunda quyidagi xususiyatlar hisobga olinadi: a) tizimni modellashtirish masalasini ifodalash; b) S tizimning strukturasi va uning xulqini algoritmlari, E tashqi muhitning ta'sirlari; c) modellashtirish masalasini yechish vositalari va mumkin bo'lgan usullari.

7. Tizimning samaradorligini baholash mezonlarini asoslash. Modellashtirilayotgan S tizimning ishlash jarayoni sifatini baholash uchun samaradorlikni baholash mezonlarining ba'zi bir to'plamini tanlash kerak. Ya'ni masalaning matematik qo'yilishi samaradorlikni baholash uchun kerakli munosabatni xuddi tizimning parametrlari va o'zgaruvchilarining funksiyalarini olish kabi amalga oshirishga olib keladi. Bu funksiya o'zida parametrlar va o'zgaruvchilarning o'zgarishi tadqiq qilinayotgan sohada javob yuzasini ifodalaydi va tizimning reaksiyasini aniqlashga imkon beradi. S tizimning samaradorligini ko'rilayotgan masalaga qarab integralli yoki xususiy mezonlar yordamida baholash mumkin.

8. Approksimatsiya protseduralarini aniqlash. S tizimda o'tayotgan real jarayonlarni approksimatsiyalash uchun odatda protseduralarning uchta ko'rinishidan foydalaniladi: a) determinanlangan; b) ehtimoliy; c) o'rtacha qiymatlarni aniqlash.

Determinanlangan protsedura qo'llanganda modellashtirish natijalari S tizimning kirish ta'sirlari, parametrlari va o'zgaruvchilarining berilgan to'plami bo'yicha bir qiymatli aniqlanadi. Bu holda modellashtirish natijalariga ta'sir qiluvchi tasodifiy elementlar bo'lmaydi. Ehtimoliy protsedura tasodifiy elementlar, E tashqi muhit ta'sirini qamrab olganda, S tizimning ishlash faoliyati tavsifsiga ta'sir qiladi va chiqish o'zgaruvchilarining taqsimlash qonuniyatlari haqida

axborotni olish zarur bo'lganda qo'llaniladi. O'rtacha qiymatlarni aniqlash protsedurasi, tasodifiy elementlar mavjud bo'lganda, tizimni modellashtirishda chiqish o'zgaruvchilarining o'rtacha qiymatlari qiziqish uyg'otganda qo'llanadi.

9. Tizimning konseptual modelini tavsiflash. Tizimlarning modelini qurishning ushbu nimbosqichida: a) M_K konseptual model abstraktli atamalar va tushunchalarda tavsiflanadi; b) namunaviy matematik sxemalardan foydalanib modelning tavsifi beriladi; c) yakuniy gipotezalar va farazlar qabul qilinadi; d) modelni qurishda real jarayonlarning approksimatsiya protseduralarini tanlashga asoslanadi. Shunday qilib, bu nimbosqichda masalaning to'liq tahlili o'tkaziladi va uni yechish uchun turli usullar ko'riladi hamda modellashtirishning ikkinchi bosqichida qo'llaniladigan M_K konseptual modelning mukammal tavsifi beriladi.

10. Konseptual model ishonchliligini tekshirish. M_K konseptual modelning tavsifidan keyin, S tizimni modellashtirishni keyingi bosqichiga o'tishdan avval modelning ayrim konsepsiyalari ishonchliligini tekshirish zarur. Konseptual modelning ishonchliligini tekshirish murakkabroq, chunki uni qurish jarayoni evristik va bunday model abstrakt atamalar va tushunchalar orqali tavsiflanadi. M_K modelni tekshirish usullaridan biri - modelni tahlil qilishga imkon beruvchi teskari o'tish amallarini qo'llash, qabul qilingan approksimatsiyalarga qaytish va nihoyat, modellashtirishilayotgan S tizimda o'tayotgan real jarayonlarni qaytadan ko'rishdir. M_K konseptual modeli ishonchliligini tekshirish o'z ichiga quyidagilarni qamrab olishi lozim: a) model g'oyasini tekshirish; b) boshlang'ich axborot ishonchliligini baholash; c) modellashtirish masalasini qo'yilishini ko'rib chiqish; d) qabul qilingan approksimatsiyalarni tahlil qilish; e) gipotezalar va farazlarni tadqiq qilish.

M_K konseptual modelini faqat puxta tekshirishdan keyingina modelni mashinali amalga oshirish bosqichiga o'tish kerak, chunki M_K modelidagi xatolar modellashtirishning ishonchli natijalarini olishga imkon bermaydi.

11. Birinchi bosqich bo'yicha texnik hujjatlarni tuzish. M_K konseptual modelini qurish bosqichi va uni shakllantirish oxirida bosqich bo'yicha texnik hisobot tuziladi, u quyidagilardan iborat : a) S tizimni modellashtirish masalasining

to'liq qo'yilishi; b) tizimni modellashtirish masalasining tahlili; c) tizim samaradorligini baholash mezonlari; d) tizim modelining parametrlari va o'zgaruvchilari; e) modelni qurishda qabul qilingan gipotezalar va farazlar; g) modelni abstrakt atamalar va tushunchalar orqali tavsiflash; h) S tizimni modellashtirishdan kutilayotgan natijalarini tavsiflash.

Texnik hujjatlarni tuzish – S tizimini modellashtirishni muvaffaqiyatli o'tkazishning majburiy shartidir, chunki yirik tizim modelini ishlab chiqish jarayoni va uni mashinali amalga oshirilishida turli bosqichlarda turli kasb mutaxassislari guruhlarini ishtirok etadi (masalani qo'yuvchilardan boshlab dasturchilargacha) va ushbu hujjat qo'yilgan masalani modellashtirish usuli orqali yechishda ularni samarali hamkorlik qilishining vositasi bo'lib xizmat qiladi.

Modellashtirishning ikkinchi bosqichi – modelni algoritmlash va uni mashinali amalga oshirish bosqichida birinchi bosqichda shakllantirilgan matematik model aniq mashinali modelga aylanadi. S tizimni ishlash jarayonining M_M mashinali modeli ko'rinishida g'oyalar va matematik sxemalarni amalga oshirishga yo'naltirilgan bu bosqich amaliy faoliyat bosqichini ifoda etadi.

S tizimning ishlash jarayonini R -o'lchamli fazoda uning $\vec{z} = z(z_1(t), z_2(t), \dots, z_R(t))$ holatlarini ketma-ketli almashish sifatida qarash mumkin. Ma'lumki, tadqiq qilinayotgan S tizimning ishlash jarayonini modellashtirish masalasi z funksiyani qurish va ushbu funksiya asosida tizimning ishlash jarayonini tavsiflari hisobini bajarish mumkin. Buning uchun z funksiyaning o'zgaruvchilari, parametrlari va vaqt bo'yicha bog'liqliklari hamda $t = t_0$ vaqt momentidagi $\vec{z}^0 = z(z_1(t^0), z_2(t^0), \dots, z_R(t^0))$ boshlang'ich shartlari bo'lishi kerak.

Qandaydir S_D determinirlangan, tasodifiy omillari bo'lmagan, ya'ni tizimning $\vec{z}^0 = \Phi(\vec{z}^0, \vec{x}, t)$ ko'rinishdagi holatlar vektorini aniqlash mumkin bo'lgan tizimning ishlash jarayonini ko'rib chiqamiz. Unda $t_0 + j\Delta t$ vaqt momentidagi jarayon holatini ma'lum boshlang'ich shartlar bo'yicha matematik model bog'liqliklaridan bir qiymatli aniqlanishi mumkin. Bu tizimni ishlash jarayonini modellashtirish algoritmini qurishga imkon beradi. Buning uchun Z model bog'liqliklarini shunday ko'rinishga o'zgartiramizki, $z_i(\tau) \quad i = 1, R$ qiymatlari bo'yicha

$z_1(t + \Delta t), z_2(t + \Delta t), \dots, z_R(t + \Delta t)$ larni hisoblash qulay bo'lsin, bunda $\tau \leq t$. Boshlang'ich moment t_0 da vaqtni ko'rsatadigan tizimli vaqtning hisoblagichini tashkillashtiramiz. Bu moment uchun $z_i(t_0) = z_i^0$. Δt vaqt intervalini qo'shamiz, unda hisoblagich $t_1 = t_0 + \Delta t$ ni ko'rsatadi. Endi $z_i(t_0 + \Delta t)$ qiymatlarini hisoblaymiz. Keyin $t_2 = t_1 + \Delta t$ vaqt momentiga o'tamiz va h.k. Agar Δt qadam yetarli darajada kichik bo'lsa, unda shu yo'l bilan z ning taxminiy qiymatlarini olish mumkin.

S_R stoxastik tizimning, ya'ni tasodifiy omillar ta'sir ko'rsatadigan tizimni ishlash jarayonini ko'rib chiqamiz. Bunday tizim uchun $\tau \leq t$ vaqt momentida z jarayonning holatlar funksiyasi va model bog'liqliklari $t + \Delta t$ vaqt momentida $z_i(t + \Delta t)$ uchun faqat ehtimolliklar taqsimlanishini aniqlaydi. Umumiy holda ehtimolliklarning muvofiq taqsimlanishi bilan berilayotgan z^0 boshlang'ich shartlari tasodifiy bo'lishi ham mumkin. Bunda modellashtiruvchi algoritmning strukturasi stoxastik tizimlar uchun asosan oldingiday qoladi. Faqat $z_i(t + \Delta t)$ holati o'rniga endi ehtimolliklar taqsimlanishini mumkin bo'lgan hollari uchun hisoblab chiqish kerak. Tizimli vaqt hisoblagichi t_0 vaqtni ko'rsatmoqda deylik. Berilgan ehtimollik taqsimlanishiga muvofiq z_i^0 tanlanadi. Keyin, taqsimlanishdan kelib chiqib, berilgan vaqt intervalida tasodifiy ko'p o'lchamliz $z_i(t)$ jarayonning mumkin bo'lgan amalga oshirilishlaridan biri qurilmaguncha $z_i(t_0 + \Delta t)$ holat yuzaga keladi va h.k

Ko'rilgan modellashtirish algoritmlarini qurish tamoyili « Δt tamoyili» deb ataladi. Bu tamoyil Δt vaqtning berilgan intervallari orqali S tizimning ishlash jarayoni ketma-ket holatlarini aniqlashga imkon beruvchi eng universal tamoyildir. Lekin mashinali vaqtni sarflash nuqtai nazaridan u ba'zan tejamkor bo'lmay qoladi.

Ayrim tizimlarni ishlash jarayonlari o'rganilganda ular uchun holatlarning ikki xil tavsifga ega ekanligini ko'rish mumkin:

1) maxsus, tizimning ishlash jarayonida faqat ba'zi vaqt momentlariga tegishli (kirish yoki boshqarish ta'sirlari, tashqi muhit g'alayonlari va sh.k. ning kelish momentlari).

2) maxsusmas, ularda jarayon barcha qolgan vaqtda bo'ladi.

Maxsus holatlar yana shu tomonlari bilan xarakterliki, $z_i(t)$ holatlar funksiyalari vaqtning bu momentlarida sakrab o'zgaradi, maxsus holatlar orasida esa $z_i(t)$ koordinatalarining o'zgarishi ravon va uzluksiz yuz beradi yoki umuman yuz bermaydi. Shunday qilib, S tizimni modellashtirishda faqat ayrim vaqt momentlaridagi maxsus holatlarni yuz berishi kuzatilib, $z_i(t)$ funksiyalarni qurish uchun zarur bo'lgan axborotni olish mumkin. Bundan ko'rinmoqdaki, tavsiflangan tizimlarning turi uchun «maxsus holatlar tamoyili» bo'yicha modellashtirish algoritmlarini qurish mumkin. z holatning sakrash ko'rinishli (releli) o'zgarishini δz deb, «maxsus holatlar tamoyili» ni esa – « δz tamoyil» deb belgilaymiz.

Masalan, ommaviy xizmat tizimi uchun « Q -sxema» maxsus holatlar sifatida P asbobga xizmat qilish talabnomalarni kelib tushish momentlaridagi va K kanallar talabnomalariga xizmat ko'rsatish tugagan momentlaridagi holatlarini tanlanishi mumkin, unda talabnomalarning mavjud soni bilan baholanayotgan tizimning holati sakrab o'zgaradi.

Maxsus holatlardagi tizimlarning ishlash jarayonini tavsiflari maxsus holatlar haqidagi axborot bo'yicha baholanishini, maxsus bo'lmagan holatlari esa modellashtirishda qaralmasligini belgilab o'tamiz. « δz tamoyil» « Δt tamoyil» ga nisbatan qator tizimlar uchun modellashtirish algoritmlarini mashinali amalga oshirish vaqtini ancha kamaytirish imkonini beradi.

Modellashtirishning uchinchi bosqichi – modellashtirish natijalarini olish va talqin qilish bosqichida tuzilgan va sozlangan dastur bo'yicha ishchi hisoblarni o'tkazish uchun EHM dan foydalaniladi. Bu hisoblarning natijalari modellashtirilayotgan S tizimning ishlash jarayoni tavsiflari haqidagi xulosalarni tahlil qilish va ifodalashga imkon beradi. EHMda modellashtirish algoritmlarini amalga oshiririshida tadqiq qilinayotgan tizimlarning ishlash jarayoni holatlari haqidagi axborot ishlab chiqiladi. Modellashtirish natijalarini olib va tahlil qilib bo'lgach, ularni modellanayotgan ob'jektga, ya'ni S tizimga nisbatan talqin qilish kerak. Bu nimbosqichning asosiy mazmuni – model orqali mashinali tajriba o'tkazish natijasida olingan axborotdan modellashtirish ob'jektiga qo'llaniluvchi

axborotga o'tish. Shu asosda tadqiq qilinayotgan S tizimning ishlash jarayoni tavsiflariga nisbatan xulosalar chiqariladi.

Nazorat savollari.

1. Modellarini qurishdagi boshlang'ich axborot.
2. Boshlang'ich axborot nimani aniqlaydi?
3. Matematik sxema.
4. Tizimlarning xossalari.
5. Ekzogen o'zgaruvchilar.
6. Endogen o'zgaruvchilar.
7. Chiqish traektoriyasi deb nimaga aytiladi?
8. Tizimning faoliyat qonuni deb nimaga aytiladi?
9. Tizimlar faoliyatining algoritmi tushunchasi.

6-MA'RUZA

Ob'ektlarni matematik modellashtirishdagi tipik masalalar.

REJA:

- 6.1.** Dinamika tenglamalari bo'yicha statik tavsiflarni olish
- 6.2.** O'tish funksiyalari va chastotali tavsiflarni topish
- 6.3.** Statika va dinamikaning noxiziqli tenglamalari bo'yicha chiziqli modellarini tuzish
- 6.4.** Ob'ektlarni ish rejimlarini optimallashtirish

Matematik tavsifni tuzishda blokli tamoyil umumiy usul hisoblanadi. Bu tamoyilga muvofiq, matematik tavsifni tuzishdan oldin modellashtirish ob'ektida bo'lib o'tadigan alohida «elementar» jarayonlar tahlil qilinadi. Bunda har bir «elementar» jarayonni o'rganish bo'yicha tajribalar modellashtirish ob'ektning ishlash sharoitlariga maksimal yaqinlashadigan sharoitlarda o'tkaziladi. Avval matematik tavsifning strukturasi asosi sifatida jarayonning gidrodinamik modeli tadqiq qilinadi.

Keyin topilgan modelning gidrodinamik sharoitlarini hisobga olgan holda kimyoviy reaksiyalar, modda va issiqlik o'tkazishlarning kinetikasi o'rganiladi va

bu jarayonlar har birining matematik tavsifi tuziladi. Bu holda barcha tadqiqlangan «elementar» jarayonlar (blokklar) tavsiflarini yakuniy bosqichi – modellash obyektining matematik tavsifini yagona tenglamalar tizimiga birlashtirishdir. Matematik tavsifning qurishni blokli tamoyilining yutug'i shuki, undan apparaturali rasmiylashtirishning yakuniy varianti hali noma'lum bo'lgan obyektни loyihalash bosqichida foydalanish mumkin.

Matematik tavsifini tuzish usullariga analitik, tajribaviy va tajribaviy-analitiklar kiradi.

Matematik tavsifini tuzishning analitik usullari deb odatda tadqiqotlanayotgan obyektда bo'lib o'tayotgan fizik va kimyoviy jarayonlarning nazariy tahlili hamda qayta ishlanayotgan moddalarning tavsiflari va berilgan apparaturaning konstruktiv parametrlari asosida statika va dinamika tenglamalarini chiqarish uslublariga aytiladi.

Tuzilgan tenglamalarning parametrlari (koeffisientlari) kimyo-texnologik apparatning aniqlovchi o'lchamlariga (diametri, uzunligi va sh.o'), fizik-kimyoviy jarayonlarni yuz berishini tavsiflovchi qayta ishlanadigan moddalarning xossalari va miqdorlariga (reaksiyalar tezligi, konstantalar, diffuziya koeffisientlari va b.) bog'liq. Tenglamalarning ayrim parametrlari hisobiy yo'l bilan aniqlanishi mumkin, boshqalari oldin bajarilgan tadqiqotlar natijalari bo'yicha o'xshashlik tamoyili yordamida topiladi.

Matematik tavsifni tuzishning *eksperimental usuli* kirish va chiqish o'zgaruvchilari tor «ishchi» o'zgarish diapazonida o'zgarganda obyektlarni boshqarish va tadqiq qilish uchun qo'llaniladi (masalan, ayrim texnologik parametrlarni avtomatik stabillash tizimini qurishda). Bu usullar ko'pincha obyekt parametr-larining chiziqchiligi va mujassamlashganligi haqidagi farazga asoslanadi. Bu farazlarni qabul qilish kuza-tilayotgan jarayonlarni algebraik yoki o'zgarmas koeffisientli chizikli differensial tenglamalar bilan nisbatan oddiy tasniflashga imkon beradi. Matematik tavsifni tuzishga tajribaviy yondashuvda o'rganilayotgan obyektда bevosita tajribalarni qo'yish doim talab etiladi.

Modellanayotgan obyektning fizik tabiati asosida ishlab chiqilgan matematik tavsifi tarkibida quyidagi tenglamalar guruhini ajratish mumkin:

1. ***Oqimlar harakati gidrodinamik strukturasi hisobga olib yozilgan modda va energiyani saqlash tenglamalari.*** Ushbu tenglamalar guruhi oqimlarda harorat, konsentrsiyalar va u bilan bog`liq xossa-larning taqsimlanishini tavsiflaydi. Material bilan-sning umumlashgan tenglamasi quyidagi ko`rinishga ega:

Moddaning kelishi-Moddaning sarflanishi= Moddaning to`planishi (1)

Moddaning kelish va sarflanish orasidagi ayirmasi ko`rilayotgan obyektida uning miqdori o`zgarishiga teng. Stasionar rejimda kamayish ham, to`planish ham bo`lishi mumkin emas. U holda material balansning (1) tenglamasi quyidagi ko`rinishli tenglamaga o`tadi

Moddaning kelishi=Moddaning sarflanishi (2)

(1), (2) tenglamalar nafaqat alohida har bir moddaga, balki jarayonda qatnashayotgan moddalarning barcha majmuiga qo`llaniladi

Issiqlik balansning umumlashgan tenglamasi quyidagi ko`rinishga ega

Issiqlikning kelishi- Issiqlikning sarflanishi = Issiqlikning to`planishi (3)

yoki stasionar sharoitlari uchun

Issiqlikning kelishi = Issiqlikning sarflanishi (4)

2. ***Oqimlarning lokal elementlari uchun elementar jarayonlar tenglamalari.***

Bu guruhga moda va issiqlik almashuv, kimyoviy reaksiyalar va boshqa jarayonlarning tavsiflari kiradi.

3. ***Jarayonning turli parametrlar orasidagi nazariy, yarimempirik yoki empirik bog`lanishlar.*** Masalan, bu bog`lanishlarga fazalar oqimining tezligiga modda almashuv koeffisientining bog`liqligi, tarkibga aralashmaning issiqlik sig`imining bog`liqligi va shu kabilar kiradi.

4. ***Jarayonning parametrlariga chegaralanishlar.*** Masalan, bo`linishning xohlagan pog`onasida ko`pkomponentli aralashmalarni rektifikasiya jarayonini moddellashda shunday shart bajarilish kerakki, hamma komponentlarning konsentrsiyalari yig`indisi 1 ga teng bo`ladi. Bundan tashqari, har qaysi

komponentning konsentrasiyasi 0 dan 1 gacha diapazonda bo'lishi kerak. Barcha matematik modellarning umumiyliги shundan iboratki, matematik tavsifga kiritilayotgan tenglamalar soni modellashtirish natijasida aniqlanadigan o'zgaruvchilar soniga teng bo'lish kerak.

Oddiy differensial tenglamalar odatda obyektlarning parametrlari mujassamlashgan stasionar rejimlarini (masalan, to'liq aralashtirish reaktorining dinamikasini tavsifi uchun) hamda bitta fazoviy koordinata bo'yicha taqsimlangan parametr bilan obyektlarning nostasionar rejimlarini matematik tavsifi uchun qo'llaniladi. Birinchi holda mustaqil o'zgaruvchi vaqtdir, ikkinchisida – fazoviy koordinata.

Matematik tavsiflarning umumiyliги va, xatto, ba'zida turli obyektlarning matematik modellari o'xshashligini aloxida belgilash kerak. Gap davriy ishlovchi to'liq aralashtirish apparatlarning nostasionar modellari va ideal siqib chiqish apparatlarning stasionar modellari haqida bormoqda.

Birinchi holda quidagiga egamiz ($A+B \rightarrow P$)

$$\frac{dC_A}{dt} + kC_A C_B = 0, \quad \frac{dC_B}{dt} + kC_A C_B = 0, \quad (5)$$

$x=0$ da,

ikkinchi holda esa

$$\begin{aligned} v \frac{dC_A}{dx} + skC_A C_B &= 0, \\ v \frac{dC_B}{dx} + skC_A C_B &= 0, \end{aligned} \quad (6)$$

$$C_A = C_A^{BX}, \quad C_B = C_B^{BX}$$

$x=0$ ga teng bo'lganda bunda s -reaktorning ko'ndalang kesimi; v - hajmiy sarf; C_A - muvofiq A va B moddalarning boshlang'ich va kirish konsentrasiyalari.

Matematik model modellashtirish dasturi shaklida amalga oshirilib, aniqlangan echim algoritmlari uchun obyektga bo'lib o'tadigan hodisalarning mohiyatini aks ettiruvchi matematik tavsifning tenglamalar tizimi hisoblanadi. Bu

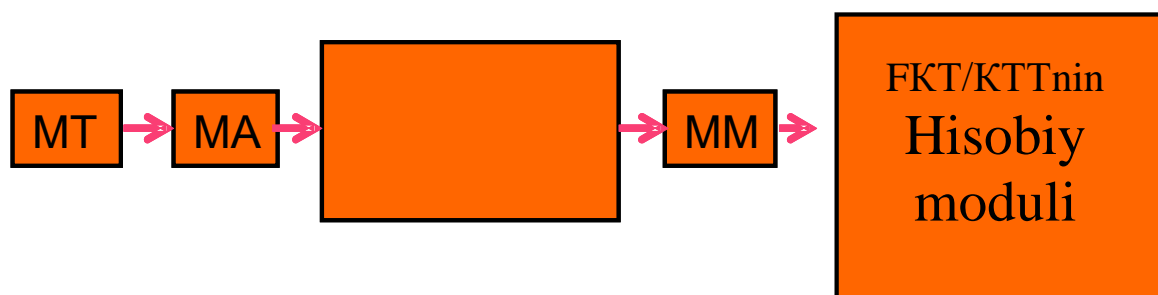
ta`rifga muvofiq matematik model` uchta jihatlar majmuida ko`rilishi kerak: ma`noli, tahliliy va hisobiy.

Ma`noli jihat o`zida modellanayotgan obyektning tabiatini fizikaviy tavsifini ifoda etadi.

Tahliliy jihat obyektida bo`lib o`tdigan hodisalar va ular orasidagi funksional aloqalarni aks ettiruvchi qandaydir tenglamalar ko`rinishidagi jarayonning matematik tavsifidir.

Nihoyat, hisobiy jihat – dasturlash tillarning birida modellashtiruvchi dasturi sifatida amalga oshirilgan matematik tavsifning tenglamalar tizimining echish algoritmi va usulidir.

Boshqacha so`z bilan aytganda – matematik model` – bu komp`yuterda amalga oshirilgan matematik tavsifning (MT) tenglamalar tizimini echish algoritmidir, yoki matematik model` – bu MT real jarayonining kirish va chiqish o`zgaruvchilarini o`zaro bog`laydigan tenglamalar tizimi bo`lib, uning xossalarini bashoratlash uchun maxsus algoritm yordamida bu tenglamalar tizimini echish va bu algoritmni komp`yuterda amalga oshirish kerak bo`ladi.



6-rasm

Matematik modelni tuzgandan keyin uning monandligi aniqlanadi.

Monandlik – bu real obyektga matematik modelning ham sifat jihatidan (model va obyektida o`zgaruvchilarning tendensiyasi bir xil) ham miqdor jihatdan (eksperimental ma`lumotlar) muvofiqligi.

$$\left\| \bar{y}^{\text{расч.}} - \bar{y}^{\text{эксперим.}} \right\| = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\bar{y}^{\text{расч.}} - \bar{y}^{\text{эксперим.}})^2} = \varepsilon$$

bu erda ε tajriba o`lchashlari xatoliklaridan kam emas.

Agar monandlikka erishilmasa, unda identifikasiyalash masalasini echish kerak.

Identifikasiyalash – optimallashtirishning moslanmaganlik mezonining eng kichik qiymati qidiriladigan usuliy holi

$$\min \left\| \bar{y}^{\text{расч.}} - \bar{y}^{\text{эксперим.}} \right\|$$

Ishlab chiqilgan komp'yuterli matematik model` texnologik jarayonni optimallashtirish uchun qo'llanadi. Masalaning maqsadini o'rnatgandan keyin quyidagilar aniqlanadi:

1) Maqsadli funksiya – R optimallik mezoni

$$R = R(\bar{y}^{\text{расч.}})$$

optimallik mezonlarining turlari:

- Texnologik;
- Iqtisodiy;
- Texnikaviy-iqtisodiy;
- Termodinamik;

2) Optimallashtirishning resurslari

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} \bar{x} \\ \bar{u} \end{bmatrix}$$

\bar{u} -optimallashtirish (boshqarish) o'zgaruvchilari

\bar{u}

$$\bar{y}^{\text{расч.}} = \bar{\varphi}(\bar{x}, \bar{u}, \bar{a}) \text{ - МА}$$



3) Optimallashtirish algoritmi

Ko'p o'zgaruvchilar uchun optimallashtirish masalasini ta'riflash:

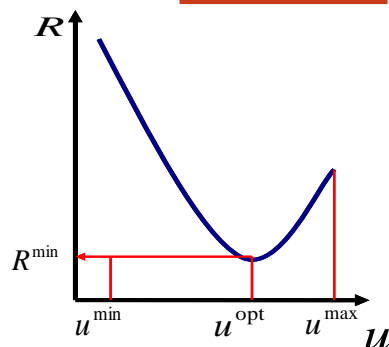
$$\boxed{\begin{array}{l} \text{opt } R(\bar{u}) \\ \bar{u} \in \bar{u}^{\text{допуст.}} \end{array}}$$

Optimallashtiruvchi echimining natijasi:

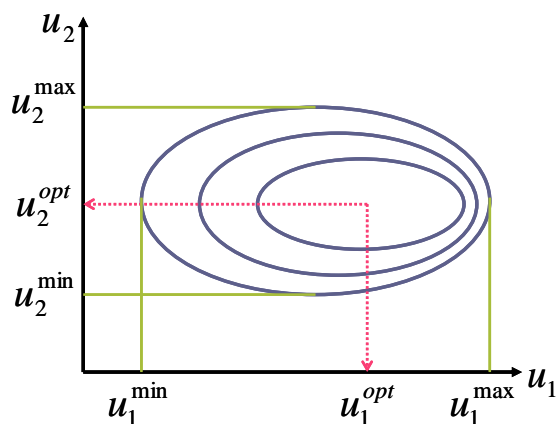
\bar{u}^{opt}	alg Opt
R^{opt}	

$opt R(u)$

$$u^{min} \leq u \leq u^{max}$$



7-rasm. Bir o'zgaruvchi uchun masala echimining varianti.



8-rasm. Ikki optimallashtiruvchi o'zgaruvchilar uchun parametrik tekislikda optimal qiymatining grafikaviy tasviri.

Qo'yilgan maqsadlarga erishish uchun model` ayrim xossalarga ega bo'lish kerak va ushbu xossalar bir vaqtda modelni qurish sifatini baholash mezonlari bo`lib ham hisoblanadi.

Model` xossalari orasidan quyidagilarni ajratish mumkin: samaradorlik, universallik, turg'unlik, mazmuniylik, monandlik, chegaralanganlik, to'lalilik, dinamiklik.

Nazorat savollari.

1. Model` nimalarga javob berishi kerak?
2. Tizim deb nimaga aytiladi?

3. Tashqi muhit deb nimaga aytiladi?
4. Nimaga asosan maqsad yuzaga keladi?
5. Tizimning strukturasi deb nimaga aytiladi?
6. Tizimlarni modellashtirishdagi yondoshishlar?
7. Klassik yondoshish asosida nima yotadi?
8. Tizimli yondoshish asosida nima yotadi?
9. Nimitizimlar qanday shakllantiriladi?
10. Tizimli yondoshishning asosiy tamoyillari?
11. Modellashtirish nimaga asoslanadi?
12. Modellashtirish asosida nima yotadi?

7-MA'RUZA

Rostlash va boshqarish tizimlari statika va dinamika tenglamalarini EHM da matematik modellashtirish uchun tayyorlash usullari.

REJA:

- 7.1.** Uzluksiz va impulsi avtomatik rostdash tizimlarini EHMda matematik modellashtirish masalasini umumiy qo'yilishi
- 7.2.** Rostlash va boshqarish elementlari va tizimlarini EHMda matematik modellashtirishning tipik masalalari
- 7.3.** Statika va dinamikaning noxiziqli tenglamalari bo'yicha chiziqli modellarini tuzish
- 7.4.** Rostlash va boshqarish tizimlaridagi o'tish jarayonlarini qurish
- 7.5.** Tizimlarning ishlash sifati ko'rsatgichlarini hisoblash
- 7.6.** Rostlash va boshqarish tizimlarining tavsiflari va sifat ko'rsatgichlarini va model tenglamalarini parametrlari sezgirligini tahlil qilish

Har bir konkret S tizim modellashtirilayotgan obyekt (real tizim) ning xulqini aks ettiruvchi va tizimning E tashqi muhit (tizim) bilan o'zaro ta'sirlashish shartlarida qatnashuvchi, miqdorlar sifatida tushuniladigan xossalar to'plami bilan

xarakterlanadi. Tizimlarning matematik modellarini tuzishda uning to'liqligi haqidagi savollarni hal qilish lozim. Modellarining to'liqligi, asosan, «*S* tizim – *E* muhit» chegarasini tanlash bilan sozlanadi. Shuningdek, tizimning asosiy xossalari ikkinchi darajalilaridan ajratishga yordam beruvchi modellarni soddalashtirish masalasi ham hal qilingan bo'lishi kerak. Tizimning xossalari asosiy yoki ikkinchi darajalilarga bo'linsa ham ular tizimni modellashtirishning maqsadiga bog'liq bo'ladi (masalan, tizim faoliyati jarayonining ehtimoliy – vaqt xarakteristikalari tahlili, tizimning strukturasi sintezi va shu kabilar).

Modellashtirish obyektining, ya'ni *S* tizimning modelini real tizim faoliyati jarayonini tavsiflovchi va umumiy holda quyidagi nimto'plamlarda ifodlanuvchi miqdorlar to'plami ko'rinishida keltirish mumkin:

tizimdagi kirish ta'sirlari to'plami

$$x_i \in X, i = \overline{1, n_X};$$

tashqi muhit ta'sirlari to'plami

$$v_l \in V, l = \overline{1, n_V};$$

tizimning ichki (xususiy) parametrlari to'plami

$$h_k \in H, k = \overline{1, n_H};$$

tizimning chiqish tavsiflari to'plami

$$y_j \in Y, j = \overline{1, n_Y}.$$

Sanab o'tilgan nimto'plamlardan kelib chiqib, o'zgaruvchilarni boshqariluvchan va boshqarilmaydiganlarga ajratish mumkin. Umumiy holda x_i , v_l , h_k , y_j lar kesishmaydigan nimto'plamlarning elementlari hisoblanib, determinanlashgan va stoxastik tashkil etuvchilardan tashkil topadi.

S tizimni modellashtirishda kirish ta'sirlari, tashqi muhit ta'sirlari va tizimning ichki parametrlari *mustaqil (ekzogen) o'zgaruvchilar* hisoblanib, ularning vektor shakllari mos ravishda

$$\vec{x}(t) = (x_1(t), x_2(t), \dots, x_{n_X}(t)); \vec{v}(t) = (v_1(t), v_2(t), \dots, v_{n_V}(t));$$

$$\vec{h}(t) = (h_1(t), h_2(t), \dots, h_{n_H}(t)) \text{ bo'ladi, tizimning chiqish tavsiflari esa } \textit{bog'langan}$$

(endogen) o'zgaruvchilar hisoblanadi va vektor shakli quyidagi ko'rinishga ega: $\vec{y}(t) = (y_1(t), y_2(t), \dots, y_{n_Y}(t))$.

S tizimning faoliyat ko'rsatish jarayoni vaqt bo'yicha F_s operator bilan tavsiflanadi va umumiy hollarda bu operator quyidagi munosabatdan kelib chiqib, ekzogen o'zgaruvchilarni endogen o'zgaruvchilarga o'zgartiradi:

$$\vec{y}(t) = F_s(\vec{x}, \vec{v}, \vec{h}, t) \quad (1)$$

Barcha turdagi $j = \overline{1, n_Y}$ uchun tizimni chiqish tavsiflarining $y_j(t)$ vaqtga bog'liqlik to'plamlari $\vec{y}(t)$ chiqish traektoriyasi deb ataladi. (1) bog'liqlik S tizimning faoliyat ko'rsatish qonuni deb ataladi va F_s bilan belgilanadi. Umumiy hollarda tizimning faoliyat ko'rsatish qonuni F_s funksiya, funksional, mantiqiy shart, algoritim va jadval shaklida yoki bog'liqlikning so'z bilan ifodalangan qoidasi ko'rinishida berilishi mumkin.

S tizimni tadqiq qilish va tavsiflash uchun A_S faoliyat ko'rsatish algoritmi tushunchasi eng muhim hisoblanib, uni kirish ta'sir $\vec{x}(t)$, tashqi muhit ta'siri $\vec{v}(t)$ va tizimning xususiy parametrlari $\vec{h}(t)$ ni hisobga olgan holda chiqish tavsiflarni olish usuli sifatida tushunish mumkin. Shu narsa ma'lumki, birgina S tizim faoliyat ko'rsatish qonuni F_s ning o'zini turli usullar bilan ishlab chiqish mumkin, ya'ni turli A_S faoliyat ko'rsatish algoritmlari to'plami yordamida.

(4.1) ifoda modellashtirish obyekti (tizimi) xulqining vaqt bo'yicha matematik tavsifi hisoblanadi, ya'ni uning dinamik xususiyatini aks ettiradi. Shuning uchun matematik modellarning bunday turlari *dinamik modellar (tizimlar)* deb ataladi.

Statik modellar uchun matematik modellar o'zida modellashtirish obyekti xossalari ikki – Y va $\{X, V, N\}$ nimto'plamlari o'rtasidagi bog'liqlikni nomoyon etadi va ushbu bog'liqlikning vektor shaklini quyidagicha yozish mumkin:

$$\vec{y} = f(\vec{x}, \vec{v}, \vec{h}) \quad (2)$$

(1) va (2) ifodalar turli usullar bilan berilishi mumkin: analitik (formulalar yordamida), grafik, jadval va shu kabilar bilan. Bunday munosabatlar ba'zi

hollarda S tizimning konkret vaqt momentidagi *holatlar* deb ataluvchi xossalari orqali olinishi mumkin. S tizimning holati quyidagi vektorlar bilan tavsiflanadi:

$$\vec{z}' = (z'_1, \dots, z'_k) \text{ va } z'' = (\vec{z}''_1, \vec{z}''_2, \dots, \vec{z}''_k),$$

bu erda $z'_1 = z_1(t')$, $z'_2 = z_2(t')$, ..., $z'_k = z_k(t')$ lar $t' \in (t_0, T)$ vaqt momentidagi holatlar;

$z''_1 = z_1(t'')$, $z''_2 = z_2(t'')$, ..., $z''_k = z_k(t'')$ lar $t'' \in (t_0, T)$; $k = \overline{1, n_Z}$ vakt momentidagi holatlar.

Agar tizim faoliyati jarayonini $z_1(t), z_2(t), \dots, z_k(t)$ holatlarning ketma ket smenalari deb qarash, unda ularni xuddi k o'lchamli fazodagi nuqtalarning koordinatalari sifatida interpretasiya qilish mumkin. Chunki har bir ishlab chiqilgan jarayonga qanaqadir fazoviy traektoriya mos keladi. Bo'lishi mumkin bo'lgan barcha holatlar qiymatlarining to'plamlari $\{\vec{z}\}$ modellashtirish obyekti Z ning *holatlar fazosi* deb ataladi, chunki $z_k \in Z$.

$t_0 < t^* \leq T$ vaqt momentidagi tizimning holati to'laligicha $t^* - t_0$ vaqt oralig'ida o'rinli bo'ladigan boshlang'ich shart $\vec{z}^0 = (z^0_1, z^0_2, \dots, z^0_k)$ (bu erda $z^0_1 = z_1(t_0)$, $z^0_2 = z_2(t_0), \dots, z^0_k = z_k(t_0)$), kirish ta'sirlari $\vec{x}(t)$, ichki parametrlar $\vec{h}(t)$ va tashqi muhit ta'sirlari $\vec{v}(t)$ bilan aniqlanadi va quyidagi ikki vektor tenglamalar yordamida ifodalanadi:

$$\vec{z}(t) = \Phi(\vec{z}_0, \vec{x}, \vec{v}, \vec{h}, t); \quad (3)$$

$$\vec{y}(t) = F(\vec{z}, t). \quad (4)$$

Boshlang'ich holat \vec{z}^0 va ekzogen o'zgaruvchilar $\vec{x}, \vec{v}, \vec{h}$ bo'yicha birinchi tenglama vektor - funksiya $\vec{z}(t)$ ni aniqlaydi, ikkinchi tenglama esa holatning olingan qiymati $\vec{z}(t)$ bo'yicha tizim chiqishidagi endogen o'zgaruvchilar $\vec{y}(t)$ ni aniqlaydi. Shunday qilib, obyekt tenglamasining «kirish – holat – chiqish» zanjiri tizimning xarakteristikalarini aniqlash imkonini beradi:

$$\vec{y}(t) = F[\Phi(\vec{z}_0, \vec{x}, \vec{v}, \vec{h}, t)]. \quad (5)$$

Umumiy holda S tizim modelidagi $(0, T)$ vaqtni modellashtirish intervalida uzluksiz va diskret deb qarash mumkin, ya'ni har bir vaqt birliklari Δt uzunlikdagi bo'laklarga kvantlanadi, bunda $T = m\Delta t$ bulib, bu erda $m = \overline{1, m_T}$ – diskretlash intervallari soni.

Ob'ektning matematik modeli deganda $\{\vec{x}(t), \vec{v}(t), \vec{h}(t)\}$ o'zgaruvchilarning chekli nimto'plamlari va shu bilan birgalikda ular va $\vec{y}(t)$ xarakteristika o'rtasidagi matematik bog'liqlik tushuniladi.

Agar modellashtirish obyektining matematik tavsifi tasodifiy elementlardan tashkil topmasa yoki ular hisobga olinmasa, agar ushbu holda tashqi muhitning stoxastik ta'sirlari $\vec{h}(t)$ va stoxastik ichki parametr $\vec{v}(t)$ lar ishtirok etmasa, unda model, xarakteristikasi quyidagi bir qiymatli determinanlangan chiqish ta'siri bilan aniqlanadigan *determinanlangan* deb ataladi:

$$\vec{y}(t) = f(\vec{x}, t). \quad (6)$$

Ko'rinib turibdiki determinanlangan model stoxastik modelning xususiy holi hisoblanadi.

Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, tizim faoliyati jarayonlarining matematik modellarini tuzishda quyidagi alohida asosiy yondoshishlarni ajratish mumkin: uzluksiz – determinanlangan (masalan, differensial tenglama); diskret – determinanlangan (masalan, chekli avtomatlar); diskret – stoxastik (ehtimoliy avtomatlar); uzluksiz – stoxastik (ommaviy xizmat ko'rsatish tizimlari); umumlashgan yoki universal (agregatlashgan tizimlar).

Uzluksiz – determinanlangan modellar (D – sxemalar).

Differensial tenglamalardan matematik model sifatida foydalanib, uzluksiz – determinanlangan yondoshishning xususiyatlarini ko'rib chiqamiz.

Odatda bunday matematik modellarda mustaqil o'zgaruvchi sifatida qidirilayotgan noma'lum funksiyaga bog'liq bo'lgan t vaqt xizmat qiladi. Unda determinanlangan tizimlar uchun matematik ifoda umumiy ko'rinishda quyidagicha bo'ladi:

$$\vec{y}' = \vec{f}(\vec{y}, t); \quad \vec{y}(t_0) = \vec{y}_0, \quad (7)$$

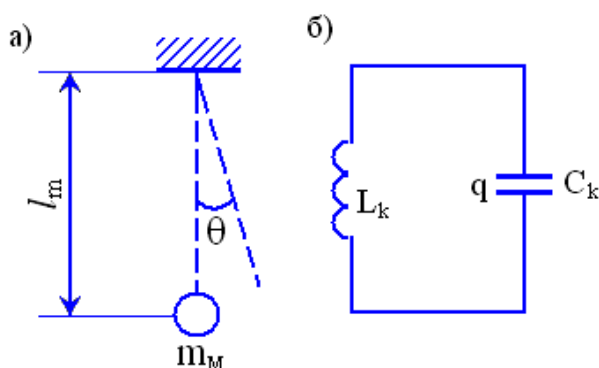
bu erda $\vec{y}' = d\vec{y}'/dt$, $\vec{y} = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ $\vec{f} = (f_1, f_2, \dots, f_n) - n$ ulchamli vektor; $f(\vec{y}, t)$, — $(n+1)$ - ulchamli (\vec{y}, t) tuplamlar bilan aniklanuvchi vektor-funksiya va uzluksiz hisoblanadi.

O`rganilayotgan tizim dinamikasini, ya`ni vaqt bo`yicha xulqini bu ko`rinishda aks ettiruvchi matematik sxemalar D -sxemalar deb ataladi.

Oddiy hollarda oddiy differensial tenglama quyidagi ko`rinishga ega:

$$u' = f(u, t).$$

D -sxemalarning avtomatik boshqarish nazariyasidagi matematik apparat sifatida keltirilishi tizim texniklari uchu juda muhimdir. D - sxemalarni qurish va qo`llashning asosiy xususiyatlarini illyustrasiya qilish uchun quyidagi turli fizik tabiatlarga ega ikki elementar tizimlar (mexanik S_M (mayatnikning tebranishi, 6-a, rasm) va elektrik S_K (tebranish konturi, 9- b, rasm)) ning faoliyati jarayonini shakllantirishning oddiy misolini ko`rib chiqamiz. Mayatnikning kichik tebranishli jarayoni quyidagi oddiy differensial tenglama bilan tavsiflanadi:



9-Rasm : a, b – elementar tizimlar.

$$m_m t_m^2 [d^2 \theta(t) / dt^2] + m_m g l_m \theta(t) = 0 \quad (8)$$

bu erda m_m, l_m — mayatnikning massasi va uzunlgi; g — erkin tushish tezlanishi;

$\theta(t)$ — mayatnikning t vaqt momentidagi og`ish burchagi.

Mayatnikning ushbu erkin tebranishlar tenglamasidan bizni qiziqtiradigan tavsiflarning bahosini topish mumkin. Masalan, mayatnikning tebranish davrini

$$T_m = 2\pi \sqrt{l_m / g} \quad (9)$$

Huddi shunday elektr tebranish konturidagi jarayon quyidagi oddiy differensial tenglama bilan tavsiflanadi:

$$L_k [d^2 q(t) / dt^2] + [q(t) / C_k] = 0 \quad (10)$$

bu erda L_k , S_k — induktivlik va kondensatorning sig'imi; $q(t)$ — kondensatorning t vaqt momentidagi zaryadi.

Bu tenglamadan tebranish konturidagi jarayon tavsiflarining turli baholarini olish mumkin. Masalan elektrik tebranish davrini

$$T_k = 2\pi \sqrt{L_k / C_k} \quad (11)$$

Ko`rinib turibdiki, $h_0 = m_m l_m^2 = L_k$, $h_1 = 0$, $h_2 = m_m g l_m = 1 / C_k$, $0(t) = q(t) = z(t)$ belgilashlarni kiritib, bu yopiq tizimning xulqini tavsiflovchi ikkinchi tartibli oddiy differensial tenglamani olamiz:

$$h_0 [d^2 z(t) / dt^2] + h_1 [qz(t) / dt] + h_2 z(t) = 0 \quad (12)$$

bu erda h_0, h_1, h_2 — tizimning parametrlari; $z(t)$ — tizimning t vaqt momentidagi holati.

Shuningdek bu ikki obyektning xulqini umumiy matematik model` asosida tadqiq qilish mumkin. Bundan tashqari, tizimlardan birining xulqi boshqacha ham tahlil qilinishi mumkinligini keltirib o'tish lozim. Masalan, mayatnik (S_m tizim)ning xulqi elektr tebranish konturi (S_k tizim) yordamida o`rganilishi mumkin.

Agar o`rganilayotgan S tizim, ya`ni mayatnik yoki kontur, E tashqi muhit bilan o`zaro ta`sirlashsa, unda $x(t)$ kirish ta`siri (mayatnik uchun tashqi kuch, kontur uchun energiya manbai) paydo bo`ladi va bunday tizimning uzluksiz – determinanlangan modeli quyidagicha ko`rinishga ega bo`ladi:

$$h_0 [d^2 z(t) / dt^2] + h_1 [qz(t) / dt] + h_2 z(t) = x(t) \quad (13)$$

Matematik modellarning sxemalari nuqtai nazaridan kelib chiqib, $x(t)$ kirish (boshqarish) ta`siri hisoblanadi, S tizimning holatini esa ushbu hol uchun chiqish tavsifi deb qarash mumkin, chiqish o`zgaruvchisi tizimning berilgan vaqt momentidagi holatlari bilan mos keladi, ya`ni $u = z$.

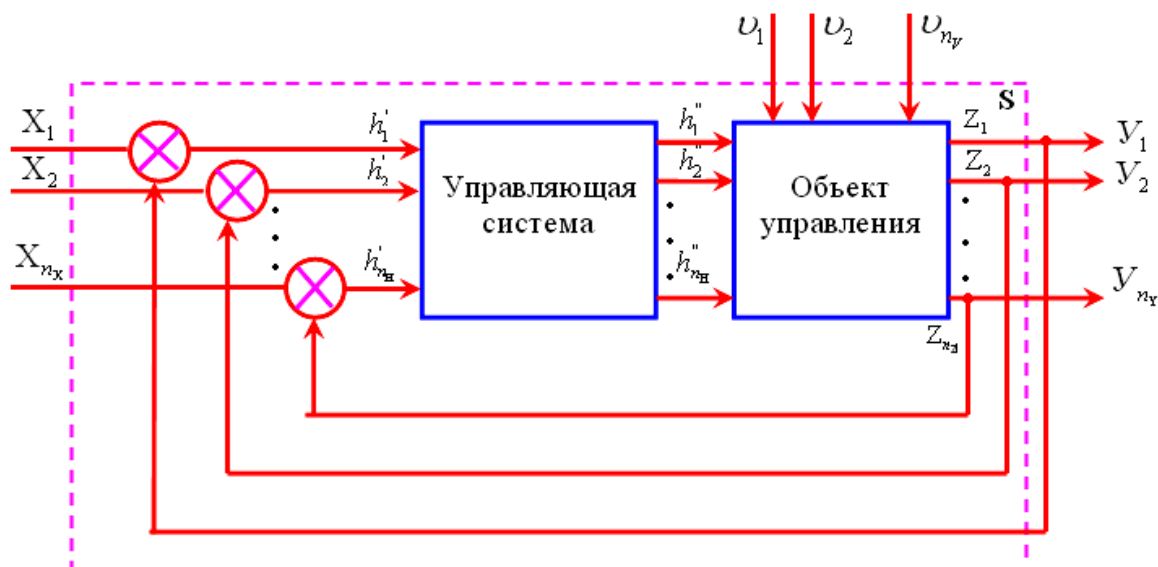
Tizimli texnika masalalarini hal qilishda yirik tizimlarni boshqarish muammosi muhim ahamiyatga ega. Quyida D -sxemalar bilan tavsiflanuvchi va amaliy spesifikasiyalash maqsadida modellarning alohida sinflariga ajratilgan,

dinamik tizimlarning xususiy holi – avtomatik boshqarish tizimlariga e'tibor qaratilgan.

Avtomatik boshqarish jarayonlarini tavsiflashda real obyekt ikkita tizim ko'rinishida keltiriladi: boshqaruvchi va boshqariluvchi (boshqarish obyekti). Ko'p o'lchamli avtomatik boshqarish tizimlarining umumiy strukturasi 10–rasmda keltirilgan bo'lib, bu erda: $\vec{x}(t)$ — kirish ta'sirlari (topshiriq) vektori; $\vec{v}(t)$ — g'alayon ta'sirlari vektori; $\vec{h}(t)$ — xatolar signalining vektori; $\vec{h}''(t)$ — boshqarish ta'sirlarining vektori; ekzogen o'zgaruvchilar: $\vec{z}(t)$ — S tizim holatlari vektori; $\vec{y}(t)$ – chiqish o'zgaruvchilarining vektori, odatda $\vec{y}(t) = \vec{z}(t)$.

Zamonaviy boshqarish tizimi – bu ma'lum maqsadli boshqarish tizimini ta'minlovchi dasturiy – texnik vositalar yig'indisi. Boshqarish obyektining maqsadga qanchalik erishishiga qarab turib, bir o'lchamli tizim uchun $u(t)$ holat koordinatasi bo'yicha qaror qabul qilish mumkin. Boshqarish miqdorining o'zgarish qonunining topshiriq qiymati $y_{zad}(t)$ va haqiqiy qiymati $u(t)$ o'rtasidagi farq $h'(t) = y_{zad}(t) - y(t)$ boshqarish xatoligi hisoblanadi. Agar keltirilgan boshqarish miqdorining o'zgarish qonuni kirish ta'siri (topshiriq) ning o'zgarish qonuni bilan mos kelsa, ya'ni $x(t) = u_{zad}(t)$ bo'lsa, unda $h'(t) = x(t) - y(t)$ bo'ladi.

Barcha vaqt momentlari bo'yicha boshqarish xatoligi $h'(t) = 0$ bo'lgan tizim ideal tizim deyiladi. Amaliyotda ideal tizimlarni ishlab chiqishning imkoni yo'q. Shuning uchun ham, avtomatik boshqarishdagi xatolik manfiy teskari bog'lanish tamoyili (chiqish o'zgaruvchisi $u(t)$ va uning topshiriq qiymatlaridan foydalanib, ular o'rtasidagi og'ish haqidagi informatsiya sifatida keltirilishi) ga asoslanib kamaytirilishi lozim.



10-Rasm. Avtomatik boshqarish tizimining strukturasi.

Avtomatik boshqarish tizimlarining topshirig'i $u(t)$ o'zgaruvchisining berilgan qonunga muvofiq berilgan aniqlikda (ruxsat etilgan xatolik bilan) o'zgarishi hisoblanadi. avtomatik boshqarish tizimlarini loyihalash va ishlatishda S tizimning talab qilingan boshqarish aniqligini, shuningdek, o'tish jarayonida tizimning turg'unligini ta'minlay oladigan parametrlarini tanlash zarur.

Agar tizim turg'un bo'lsa, unda vaqt bo'yicha tizimning xulqi, o'tkinchi jarayonda rostdash o'zgaruvchisi $u(t)$ ning maksimal og'ishi, o'tkinchi jarayon vaqti vash u kabilar amaliy qiziqish uyg'otadi. Turli sinfli avtomatik boshqarish tizimlarining xossalari haqida tizimdagi jarayonlarni eng yaqin tavsiflovchi differensial tenglamalarning turlari bo'yicha xulosa chiqarish mumkin. Differensial tenglamaning tartibi va koeffisientlarining qiymati tizimning statik va dinamik parametrlarini to'la aniqlab beradi.

D -sxemalardan foydalanish uzluksiz – determinanlangan S tizimlar faoliyati jarayonini shakllantirish va ularning asosiy tavsiflarini baholashda, uzluksiz tizimlarni modellashtirish yoki analog hamda gibrud hisoblash texnikasi vositalaridan foydalanish uchun mos t il ko'rinishida ishlab chiqilgan analitik yoki imitasion yondoshishlarni qabul qilish imkonini beradi.

Nazorat savollari.

1.Nima uchun modellashtirish obyektining identifikatsiyasi MMni monandligini ta'minlaydi?

2. Tadqiq qilinayotgan obyektning optimal ishlash sharoitini aniqlashda, ya`ni real jarayonni optimallashtirishda kompyuterdan qanday foydalanish kerak?
3. Strukturaviy modelni qurishning umumiy tamoyillarini sanab o`ting.
4. Kimyoviy jarayonlar qanday algoritmlar yordamida modellanadi?

8-MA`RUZA

Ob'ektlarning analitik modellarini qurish usullari.

REJA:

- | |
|---|
| 8.1. Matematik modellarning asosiy turlari |
| 8.2. Mujassamlashgan parametrli modellar |
| 8.3. Taqsimlangan parametrli modellar |
| 8.4. Statik modellar |
| 8.5. Tizimlarning ishlash sifati ko'rsatkichlarini hisoblash |
| 8.6. Dinamik modellar |

Matematik modelning ko'rinishi, tarkibi va murakkabligi qaysi obyektning tavsiflashi va qaysi maqsadlar uchun ishlab chiqilganiga bog'liqdir. Zamonaviy model termini bir necha ma'nolarda qo'llaniladi.

O'rganilayotgan obyekt tadqiqotning turli bosqichlarida o'rnini bosuvchi qandaydir obyekt - bu modeldir. Qo'yilgan maqsadga erishish uchun eng muhim xossalarni aks ettiruvchi original obyektning maqsadli ko'rinishi - bu modeldir.

Model - bu xayoliy tasavvurdagi, yoki moddiy amalga oshirilgan tizim bo'lib, obyektning aks etishi yoki tadqiqot obyektini tiklashi hamda obyektning o'rganish va u haqida yangi axborot keltirish maqsadida uni o'rnini bosishi mumkin bo'lgan tizim.

Shunday qilib, har bir modelni yaratish doim qandaydir maqsadni ko'zlaydi.

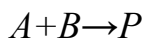
Matematik modellar quyidagilar uchun ishlab chiqiladi:

1. FJ, FKJ, TJ, TT larni tavsiflash.
2. FJ, FKJ, TJ, TT larni tadqiq qilish.

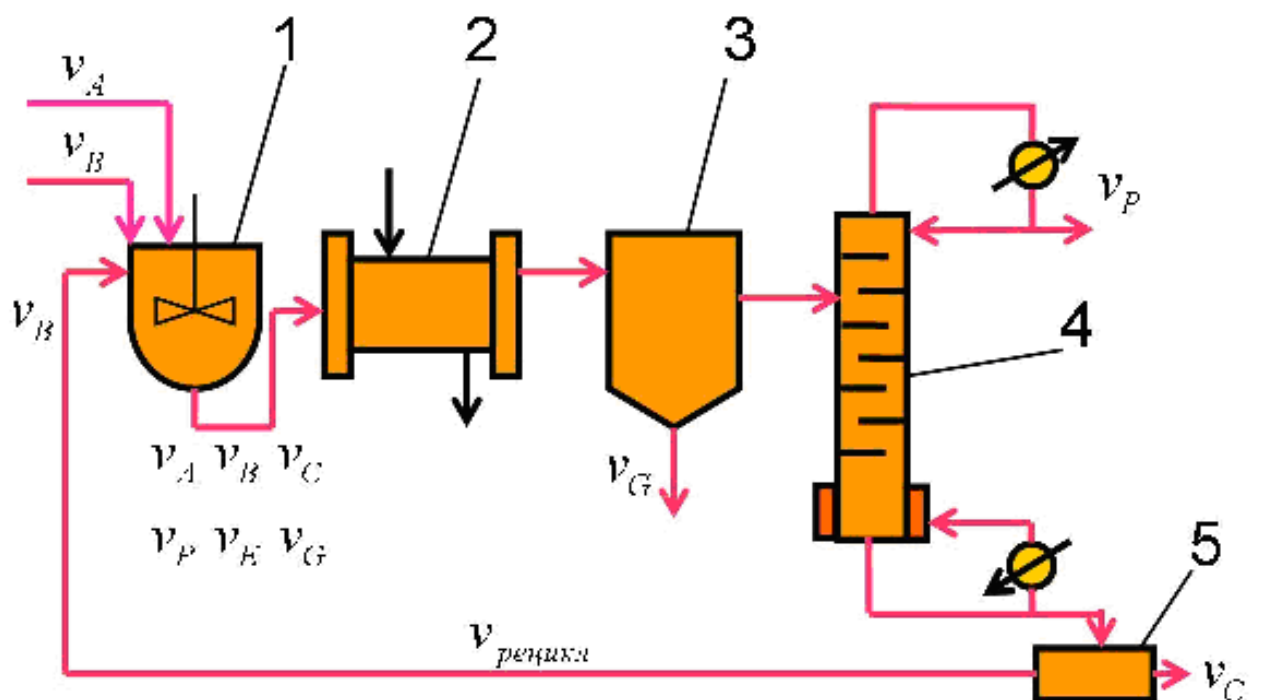
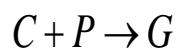
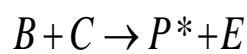
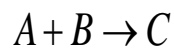
3. TJ, TT larni loyihalash.
 4. TJ, TT larni loyihalashda optimallashtirish.
 5. Avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlarini qurish.
- avsiflashi va qaysi maqsadlar uchun ishlab chiqilganiga bog`liqdir.

Misol.

P mahsulotni olish reaksiyasi:

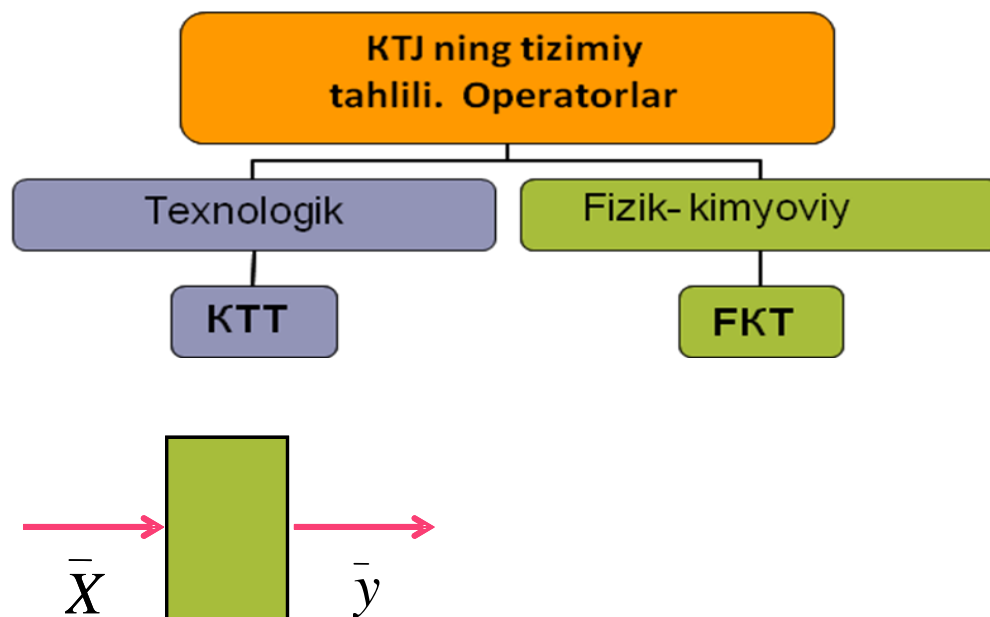


Asosiy bosqichlari:



11-rasm. P mahsulotni olish jarayonining texnologik sxemasi(KTT).

Matematik modelni yaratish uchun TJ ning tizimiy tahlilini bajarish lozim.



12-rasm TJ ning tizimiy tahlili

Jarayonning aniq amalga oshirish va uning apparaturali rasmiylashtirilishga bog'liqligidan kimyo-texnologik jarayonlarning barcha xilma-xilligini vaqtli va fazoviy alomatlaridan kelib chiqib to'rt sinfga bo'lish mumkin:

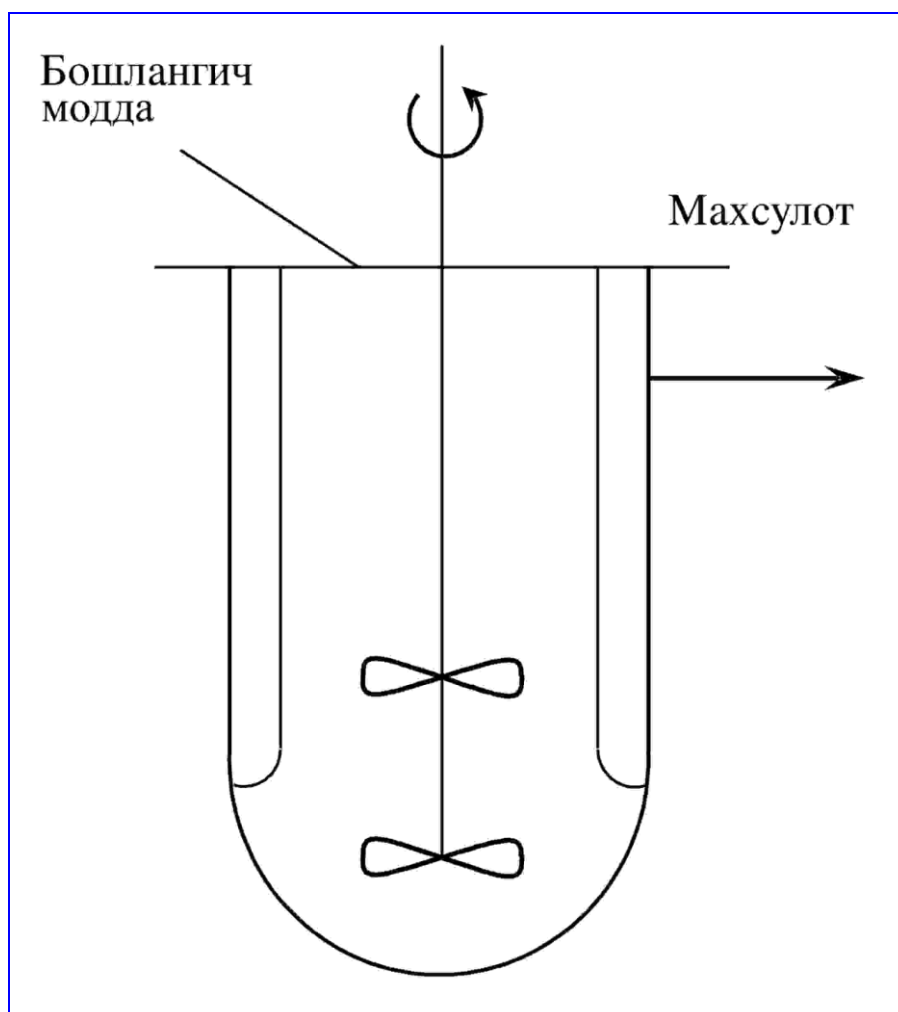
- 1) vaqt bo'yicha o'zgaruvchan (nostasionar) jarayonlar;
- 2) vaqt bo'yicha o'zgarmaydigan (stasionar) jarayonlar;
- 3) fazoda parametrlari o'zgaradigan jarayonlar;
- 4) fazoda parametrlari o'zgarmaydigan jarayonlar.

Matematik modellar muvofiq obyektlarini aks ettiruvchi bo'lgani uchun, ular uchun shu sinflar xarakterlidir, chunonchi:

- 1) statik modellar – vaqt bo'yicha o'zgarmas modellar;
- 2) dinamik modellar – vaqt bo'yicha o'zgaruvchi modellar;
- 3) mujassamlashgan parametrli modellar – fazoda o'zgarmas modellar;
- 4) taqsimlangan parametrli modellar - fazoda o'zgaruvchi modellar

Mujassamlashgan parametrli modellar. Modellarining berilgan sinflari uchun o'zgaruvchanlarning fazodagi turg'unligi xarakterlidir. Nostasionar jarayonlar uchun algebraik tenglamalar yoki birinchi tartibli differensial tenglamalarni matematik tavsif o'z ichiga oladi. Modellarining berilgan sinfi bilan tavsiflanadigan obyekti misolida oqimning ideal (to'liq) aralashtirish apparati xizmat qilishi

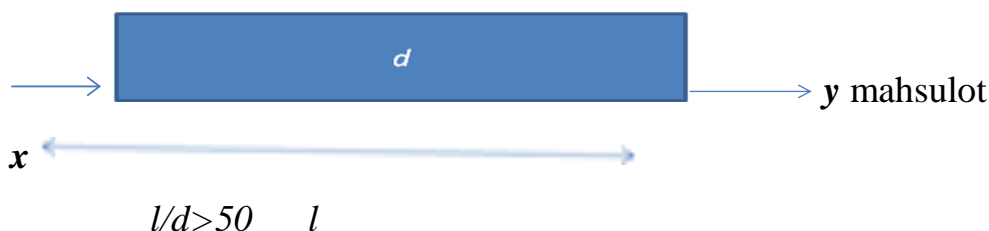
mumkin. Aralashtirgichning tezligi shundayki, apparatning barcha nuqtalarida konsentrasiya bir xildir.



13-rasm. Ideal aralashtirish modelini amalga oshiruvchi apparat sxemasining misoli.

Taqsimlangan parametrlil modellar. Agar jarayonning asosiy o'zgaruvchilari nafaqat vaqtda, balki fazoda ham o'zgarsa, yoki agar ko'rsatilgan o'zgarishlar faqat fazoda bo'lib o'tsa, unda bunday jarayonlarni tavsiflaydigan modellar taqsimlangan parametrlil modellar deb ataladi. Ularning matematik tavsifi odatda xususiy hosilali differensial tenglamalarni, yoki stasionar jarayonlarning bitta fazoviy o'zgaruvchilil oddiy differensial tenglamalarni o'z ichiga oladi. Bunday modellar bilan tavsiflanadigan jarayonning misoli bo'lib diametriga nisbatan uzunligining katta va reagentlarning harakat tezligi katta bo'lgan quvurli apparat xizmat qiladi.

Bosh.modda



14-rasm.Ideal siqib chiqarish modelini amalga oshiruvchi apparat sxemasi

Statik modellar obyektning ishlashini stasionar, ya'ni vaqt bo'yicha jarayonning parametrlari o'zgar olmaydigan sharoitlarda aks ettiradi. Shunga muvofiq statik modellarda matematik tavsif vaqtni o'zgaruvchi sifatida o'z ichiga olmaydi va taqsimlangan parametrli obyektlar holida algebraik yoki differensial tenglamalar bilan ifodalanadi.

Statik model bilan tavsiflanadigan obyekt misoli bo'lib, o'rnatilgan ishlash rejimidagi A va B reagentlar $V_{ij}, V_g, \nu_A, \nu_B$ ($\nu_A + \nu_B = \nu$) miqdorda uzluksiz beriladigan va R reaksiya mahsuloti chiqarib turiladigan V hajmli to'la aralashtiruvchi apparat xizmat qiladi. Apparatning matematik tavsifi quyidagi material balans tenglamalaridan iborat (soddalashtirish maqsadida issiqlik balansi inobatga olinmaydi):

$$\nu(C_{A_0} - C_A) = V k C_A C_B,$$

$$\nu(C_{B_0} - C_B) = V k C_A C_B.$$

bunda k - reaksiya tezligi konstantasi.

Dinamik model obyektning vaqt bo'yicha o'zgarishini aks ettiradi. Bunday modellarning matematik tavsifi albatta vaqt bo'yicha hosilani o'z ichiga oladi. Ko'pincha dinamik modelni kirish va chiqish o'zgaruvchilarni bog'laydigan uzatma funksiyalar ko'rinishida quriladi (ayniqsa obyektning boshqarish maqsadlari uchun dinamik modellarni uzatma funksiyalar ko'rinishida ifodalash qulay).

Dinamik modelga misol bo'lib yuqorida ko'rib chiqilgan to'liq aralashtiruvchi, lekin o'rnatilmagan rejimda ishlaydigan, apparatning modeli xizmat qilishi mumkin. Bu holda apparatning matematik tavsifi quyidagi material balans tenglamalarini o'z ichiga oladi:

$$\frac{dC_A}{dt} = \frac{v}{V} (C_{A_0} - C_A) - kC_A C_B,$$

hamda $t=0$ dagi boshlang'ich shartlar

$$C_A = C_{A_0}, \quad C_B = C_{B_0}$$

Nazorat savollari

1. Kimyo-texnologik jarayonni matematik tavsifining tenglamalar tizimini tahlili nimadan iborat?
2. Mujassamlashgan parametrli (dinamik va statik modellar) obyektning matematik tavsifini keltiring.
3. Taqsimlangan parametrli (dinamik va statik modellar) obyektning matematik tavsifini keltiring.
4. Kimyoviy jarayonlar qanday algoritmlar yordamida modellanadi?

9-MA'RUZA

Texnologik jarayonlarni modellashtirishga misollar.

REJA:

9.1. Texnologik jarayonlarni modellashtirish

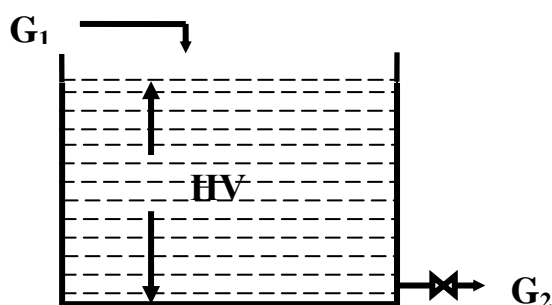
9.2. Gidravlik idishni modellashtirish

9.3. Bug' qobig'i bor gidravlik idishni modellashtirish

Agar gidravlik idishning geometrik o'lchamlari ma'lum bo'lsa va bu idishga berilayotgan modda sarfi berilgan bo'lsa, unda matematik modellashtirish usulida idishdagi modda miqdorining o'zgarish qonuniyatlarini va idishdan chiqib ketayotgan modda sarfini aniqlash mumkin.

Texnologik zarurat uchun ma'lum miqdorda moddani saqlashga mo'ljallangan gidravlik idishni ko'raylik (9.1 - rasm).

Bu idishga G_1 sarf bilan uzluksiz ravishda modda berib turilibdi va G_2 sarf bilan bu modda idishdan chiqib ketmokda. G_1 va G_2 larning o'zgarish qonuniyatlari har xil bo'lishi mumkin (ya'ni $G_1(\tau)$, va $G_2(\tau)$).



9.1 - rasm.

Moddiy balans qonuniyatlariga asosan, idishdagi modda miqdorining o'zgarishi, idishga kelayotgan va ketayotgan modda sarflari (G_1 va G_2) bilan aniqlanadi,

ya'ni,

$$\frac{dv}{d\tau} = G_1 - G_2 \quad (9.1)$$

Bunda, kelayotgan va ketayotgan modda sarflari farqi ($\Delta G = G_1 - G_2$), qancha katta bo'lsa, idishdagi modda miqdori (v), shuncha tez o'zgaradi.

Idishdagi modda miqdori $V = S \cdot H$, bu yerda S - idishning kesim yuzasi, H - idishdagi modda satxi. Shularni hisobga olib (9.1) tenglamani quyidagicha yozish mumkin.

$$\frac{dH}{d\tau} = \frac{G_1 - G_2}{S} \quad (9.2)$$

Bu tenglamadagi (G_2), idish chiqishida o'rnatilgan ventilning o'tkazish koeffitsientiga va ventildagi bosimlar farqiga bog'liq o'zgaradi, ya'ni:

$$G_2 = k \cdot \sqrt{P_1 - P_2}$$

bu yerda, P_1 - ventildan oldingi bosim;

P_2 - ventildan keyingi bosim ;

k - ventilning o'tkazish koeffitsienti.

Ochiq idish uchun $P_1 = P_b + \rho g H$.

$P_2 = P_b$ (P_b - barometrik bosim).

Yuqoridagilarni hisobga olib, chiqish sarfi tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$G_2 = k \cdot \sqrt{\rho g H} \quad (9.3)$$

(9.3)ni (9.2) ga qo'yib, gidravlik idishda moddaning yig'ilish jarayonini ifodalovchi matematik modelni olamiz:

$$\frac{dH}{d\tau} = \frac{G_1 - k \cdot \sqrt{\rho g H}}{S} \quad (9.4)$$

Odatda, bu oddiy, birinchi tartibli differensial tenglamani yechishda, Eyler taqribiy hisoblash usulidan foydalanish mumkin. Bu usul bo'yicha funksiyaning har $\Delta\tau$ vaqt ichida olgan o'sishi hisoblaniladi, ya'ni (9.4) tenglamani quyidagi ko'rinishga keltiriladi

$$\frac{\Delta H}{\Delta\tau} = \frac{G_i - k \cdot \sqrt{\rho g H}}{S} \quad (9.5)$$

yoki

$$\Delta H = \frac{G_i - k \cdot \sqrt{\rho g H}}{S} \cdot \Delta\tau \quad (9.6)$$

bunda, $\Delta H = H_i - H_{i-1}$ ni hisobga olib, (9.6) tenglamani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

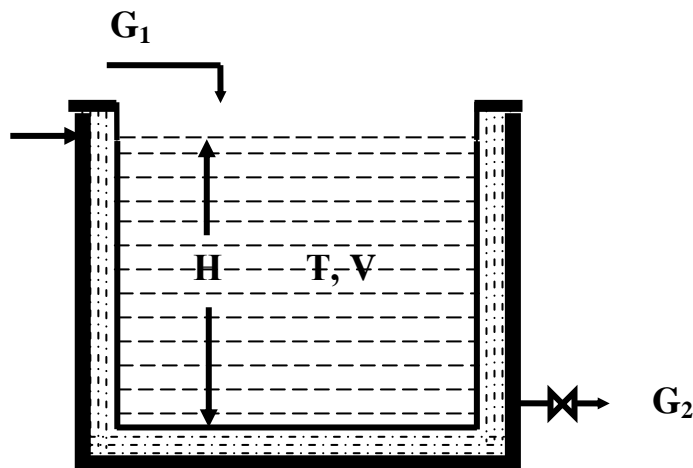
$$H_i = H_{i-1} + \frac{G_i - k \cdot \sqrt{\rho g H}}{S} \cdot \Delta\tau \quad (9.7)$$

(9.7) tenglama bo'yicha funksiyaning har $\Delta\tau$ vaqt ichida olgan o'sishlari hisoblab borilib, gidravlik idishning chiqish parametri satxning o'zgarish qonuniyatlari o'rganiladi.

Texnologik jarayonlarni modellashtirishda odatda kimyoviy kibernetikaning tizimli tahlil qilish usulidan foydalaniladi. Bug' qobig'i bor gidravlik idishni modellashtirishda ham tizimli tahlil qilish usulini qo'llab, avval uning «elementar» jarayonlarini aniqlab olish kerak. Ularni chuqur o'rganib, oqimlarni gidrodinamik strukturasi hisobga olgan holda, bu «*elementar*» jarayonlarning matematik ifodalari tuziladi, so'ngra ularni bir tenglamalar sistemasiga birlashtirib, butun texnologik jarayonning matematik modeli tuziladi. Matematik modeldagi tenglamalarni ko'rinishiga qarab hisoblash usuli tanlanadi va kompyuterda yechish uchun dastur tayyorlanadi.

Isitgichga (9.2 - rasm Bug' qobig'i bor gidravlik idish) modda G_1 sarf va T_1 temperatura bilan beriladi va G_2 sarf va T_2 temperatura bilan chiqib ketadi.

Chiqishdagi temperatura T_2 butun apparat xajmidagi temperatura bilan bir xil bo‘ladi, chunki, idishdagi oqimlarning gidrodinamik strukturasi ideal aralashtirish modelidagidek deb qabul qilish mumkin (bunda, modda temperaturasi, idishning har bir nuqtasida bir xil bo‘ladi.)



9.2 - rasm

Bug‘ qobig‘idagi bosim R_p va bug‘ temperaturasi T_p .

Bug‘ qobig‘i bor gidravlik idishda ketayotgan jarayonlarni modellashtirishda, quyidagi “elementar” jarayonlarni ajratish mumkin:

1. Idishda moddaning yig‘ilish jarayoni;
2. Bug‘ning agregat holatini o‘zgarish (isitgich devorida kondensat hosil bo‘lish) jarayoni;
3. Gidravlik idish devorini isish jarayoni;
4. Idishdagi moddaning isish jarayoni.

BIRINCHI «ELEMENTAR» JARAYONNING MATEMATIK IFODASI

Moddaning yig‘ilish jarayoni, idishga kelayotgan va ketayotgan moddalar sarfiga bog‘lik (moddiy balans), ya’ni

$$\frac{dv}{d\tau} = G_1 - G_2$$

yoki, $V = S \cdot H$; va $G_2 = k_1 \cdot \sqrt{\rho gH}$ larni hisobga olib birinchi «*elementar*» jarayon matematik ifodasini olamiz,

$$\frac{dH}{d\tau} = \frac{G_1 - k_1 \cdot \sqrt{\rho gH}}{S} \quad (9.8)$$

bu yerda, ρ - moddaning solishtirma og‘irligi; g - erkin tushish tezlanishi.

IKKINCHI “ELEMENTAR” JARAYONNING MATEMATIK IFODASI

Gidravlik idish bug' qobig'i devorida T_k temperaturali kondensat hosil bo'ladi. Bu temperatura (T_k), bug' qobig'idagi bug'ning temperaturasi T_b va bosimiga R_b bog'lik bo'lib, bog'liqlikni umumiy ko'rinishda quyidagicha yozish mumkin

$$T_k = f(T_b, P_b) \quad (9.9)$$

Bu bog'liqlikni aniq ko'rinishini, ushbu parametrlar orasidagi bog'liqlikning jadval qiymatlaridan foydalanib, eksperimental statistik modellashtirish usulini qo'llab olish mumkin. Yoki modellashtirishda R_b va T_b larining katta bo'lmagan o'zgarish intervali uchun kondensat temperaturasining (T_k) o'rtacha qiymatini olish mumkin.

UCHINCHI "ELEMENTAR" JARAYON MATEMATIK IFODASI

Idish devori issiqligini yig'ilish jarayoni (ya'ni, devor issiqligini o'zgarishi), devorga kelayotgan va ketayotgan issiqliklar farqiga bog'lik (issiqlik balansi tenglamasi), ya'ni

$$\frac{dQ_d}{d\tau} = Q_{kel} - Q_{ket}$$

bunda Q_d - devor issiqligi,

$$Q_d = \rho_d \cdot V_d \cdot C_d \cdot T_d$$

(ρ_d ; V_d ; C_d ; T_d - devor solishtirma og'irligi, xajmi, issiqlik sig'imi va temperaturasi).

Q_{kel} - devorga kelayotgan issiqlik,

$$Q_{kel} = \alpha_1 F_1 (T_k - T_d)$$

(gde α_1 - kondensatdan devorga issiqlik o'tkazish koeffitsienti; F_1 - issiqlik o'tkazish yuzasi).

Q_{ket} - devordan ketayotgan issiqlik,

$$Q_{ket} = \alpha_2 F_2 (T_d - T_2)$$

(α_2 - devordan moddaga issiqlik o'tkazish koeffitsienti; F_2 - issiqlik o'tkazish yuzasi; T_2 - modda temperaturasi).

Yuqoridagilarni hisobga olib, quyidagi tenglamani olamiz:

$$\rho_{\text{d}} \cdot V_{\text{d}} \cdot C_{\text{d}} \frac{dT_{\text{d}}}{d\tau} = \alpha_1 F_1 (T_{\text{k}} - T_{\text{d}}) - \alpha_2 F_2 (T_{\text{d}} - T_2)$$

yoki, bu tenglamani devor temperaturasi (T_{d}) nisbatan yechib, idish devorini isish jarayonining matematik ifodasini olamiz:

$$\frac{dT_{\text{d}}}{d\tau} = \frac{\alpha_1 F_1 (T_{\text{k}} - T_{\text{d}}) - \alpha_2 F_2 (T_{\text{d}} - T_2)}{\rho_{\text{d}} \cdot V_{\text{d}} \cdot C_{\text{d}}} \quad (9.10)$$

TO‘RTINCHI “ELEMENTAR” JARAYON MATEMATIK IFODASI

Modda issiqligi Q , unga kelayotgan va ketayotgan issiqlikka bog‘lik o‘zgaradi. (issiqlik balansi tenglamasi).

$$\frac{dQ}{d\tau} = Q_{\text{kel}} - Q_{\text{ket}}$$

bunda, $Q = \rho \cdot V \cdot C \cdot T_2$

(ρ ; V ; C ; T_2 - moddaning solishtirma og‘irligi, xajmi, issiqlik sig‘imi va temperaturasi).

Q_{kel} - moddaga kelayotgan issiqlik, $Q_{\text{kel}} = \rho \cdot G_1 \cdot C \cdot T_1 + \alpha_2 \cdot F_2 (T_{\text{st}} - T_2)$, bunda, $\rho \cdot G_1 \cdot C \cdot T_1$ - modda bilan idishga kelayotgan issiqlik; $\alpha_2 \cdot F_2 (T_{\text{d}} - T_2)$ - devordan moddaga berilayotgan issiqlik.

Q_{ket} - idishdan olib ketilayotgan issiqlik.

$$Q_{\text{ket}} = \rho \cdot G_2 \cdot C \cdot T_2$$

Yuqoridagilarni issiqlik balansi tenglamasiga qo‘yib, quyidagini olamiz:

$$\frac{d(\rho \cdot C \cdot V \cdot T_2)}{d\tau} = \rho \cdot G_1 \cdot C \cdot T_1 + \alpha_2 \cdot F_2 (T_{\text{d}} - T_2) - \rho \cdot C \cdot G_2 \cdot T_2$$

Bu differensial tenglamani yechishda idishdagi modda xajmi ham, temperaturasi ham vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchanligini hisobga olish kerak, ya’ni

$$\rho \cdot C \cdot T_2 \frac{dV}{d\tau} + \rho \cdot C \cdot V \frac{dT_2}{d\tau} = \rho \cdot G_1 \cdot C \cdot T_1 + \alpha_2 \cdot F_2 (T_{\text{d}} - T_2) - \rho \cdot C \cdot G_2 \cdot T_2$$

Ushbu tenglamani modda temperaturasi T_2 nisbatan yechib, idishdagi moddaning isish jarayonining matematik ifodasini olamiz:

$$\frac{dT_2}{d\tau} = \frac{G_1 T_1}{V} + \frac{\alpha_2 \cdot F_2 (T_{\text{d}} - T_2)}{\rho \cdot C \cdot V} - \frac{G_2 T_2}{V} - \frac{T_2 (G_1 - G_2)}{V} \quad (9.11)$$

(9.8-9.11) tenglamalarni bir tenglamalar sistemasiga birlashtirib, bug‘ qobig‘i bor gidravlik idishda ketayotgan jarayonning matematik modelini olamiz.

10-MA’RUZA

Trubasimon isitgichni modellashtirish

REJA:

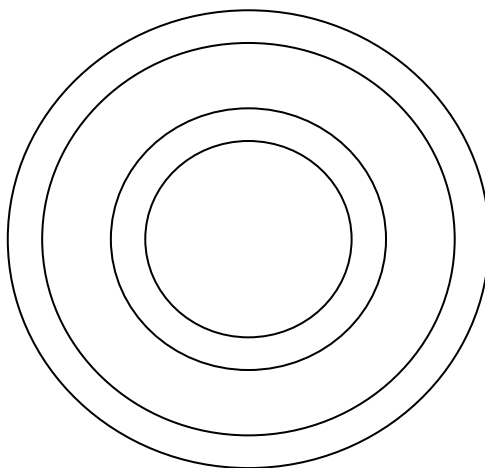
10.1 Trubasimon isitgichni modellashtirish

10.2 Kimyoviy reaktorlarni modellashtirish

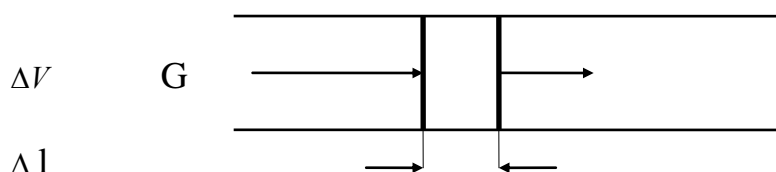
10.3 Davriy kimyoviy reaktorlarni modellashtirish

Trubasimon isitgich konstruksiyasini, ikkita bir - birining ichiga koaksial joylashtirilgan ikki truba ko‘rinishida tasavvur qilish mumkin(10.1- rasm).

Ikki truba orasidagi bo‘shliqqa odatda, isitish agenti - bug‘ beriladi. Isitilayotgan maxsulot ichki truba orqali berilib, undagi oqimlarning gidrodinamik strukturasi ideal siqib chiqarish modellaridagidek deb qabul qilish mumkin. Shu oqimda qandaydir kichik «*elementar*» xajmni ko‘raylik (10.2 - rasm).



10.1 - rasm



10.2 - rasm

Bu elementar xajmga kirishda modda temperaturasini $\mathbf{T}(l, \tau)$ ko‘rinishda va chiqishda $\mathbf{T}(l + \Delta l, \tau)$ ko‘rinishda tasavvur qilish mumkin.

Bu elementar xajmda oqimlar strukturasi ideal aralashtirish modelidagidek deb qabul qilish mumkin, ya’ni bu elementar xajmda faqat ko‘ndalang kesim bo‘yicha emas, balki uzunasiga ham aralashtirish mavjud deb qabul qilinadi. Yuqoridagilarni hisobga olib shu xajm uchun issiqlik balansi tenglamasini yozish mumkin.

$$\frac{dQ}{d\tau} = Q_{np} - Q_p \quad \text{yoki}$$

$$\frac{d(\rho \cdot \Delta V \cdot C \cdot T(l + \Delta l, \tau))}{d\tau} = \rho \cdot C \cdot G \cdot T(l, \tau) -$$

$$- \rho \cdot C \cdot G \cdot T(l + \Delta l, \tau) + \alpha \cdot F (T_0 - T(l + \Delta l, \tau))$$

Bu yerda, $\Delta V = S \cdot \Delta l$ va $F = 2\pi r \cdot \Delta l$, (S - trubaning kesim yuzasi; F - trubaning issiqlik o‘tkazish yuzasi; r -trubaning radiusi, odatda u, $r = \frac{r_n + r_m}{2}$ tenglama bo‘yicha aniqlanadi, bunda r_i , r_t - trubaning ichki va tashqi radiusi).

Matematik o‘zgartirishlardan so‘ng quyidagi tenglamani olamiz:

$$\frac{dT(l + \Delta l, \tau)}{d\tau} = \frac{\rho \cdot C \cdot G \cdot T(l, \tau)}{\rho \cdot C \cdot S \cdot \Delta l} -$$

$$- \frac{\rho \cdot C \cdot G \cdot T(l + \Delta l, \tau)}{\rho \cdot C \cdot S \cdot \Delta l} + \frac{\alpha 2\pi r \Delta l (T_0 - T(l + \Delta l, \tau))}{\rho \cdot C \cdot \Delta l \cdot \pi \cdot r^2}$$

CHiziqli tezlik (ω), sarfning (G) truba kesim yuzasiga (S) nisbati bo‘yicha aniqlanishini hisobga olib, ma’lum bir matematik o‘zgartirishlardan so‘ng, yuqoridagi tenglamani quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\frac{dT(l + \Delta l, \tau)}{d\tau} = -\omega \frac{(T(l + \Delta l, \tau) - T(l, \tau))}{\Delta l} + \frac{2\alpha(T_0 - T(l + \Delta l, \tau))}{\rho \cdot C \cdot r}$$

$\mathbf{T}(l + \Delta l, \tau) - \mathbf{T}(l, \tau)$, mahsulot temperaturasini Δl masofadagi o‘zgarishi ekanligini hisobga olsak, yuqoridagi tenglama quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$\frac{\partial T(l + \Delta l, \tau)}{\partial \tau} = -\omega \frac{\partial T}{\partial l} + \frac{2\alpha(T_0 - T(l + \Delta l, \tau))}{\rho \cdot C \cdot r} \quad (10.1)$$

Ushbu matematik model (4.1) taqsimlangan parametrli model bo'lib, jarayonning dinamikasini ifodalaydi va unda temperatura ikki koordinata bo'yicha (vakt va apparat uzunligi) o'zgaradi.

Statsionar holatda,
$$\frac{dT(\ell + \Delta\ell, \tau)}{d\tau} = 0$$

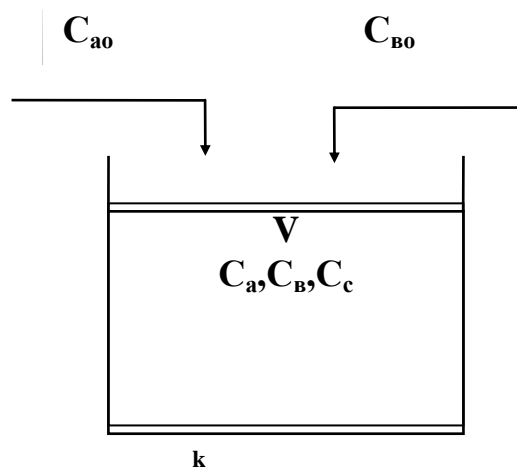
(10.1) tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

$$-\frac{\omega dT}{d\ell} + \frac{2\alpha}{\rho \cdot C \cdot r} (T_a - T(\ell + \Delta\ell, \tau)) = 0$$

yoki
$$\frac{dT}{d\ell} = \frac{2\alpha \cdot \pi r^2}{G \cdot \rho \cdot C \cdot r} (T_o - T) \quad (10.2)$$

Kimyoviy reaktorlarda ketayotgan jarayonlarni matematik modellashtirish yo'li bilan o'rganishda, avval kimyoviy jarayonning stexiometrik tenglamasi tuziladi, so'ngra reaksiya molekulyarligi va tartibi aniqlaniladi. Agar kimyoviy reaksiya tezligi konstantasi qiymati noma'lum bo'lsa, unda uning qiymatini eksperimental yo'l bilan aniqlanib, so'ngra kinetik tenglamalar tuziladi.

Faraz qilaylik, davriy kimyoviy reaktorda (10.3 - rasm) quyidagi stexiometrik tenglama bo'yicha elementar kimyoviy jarayon ketayapti



10.3 - rasm.



bu yerda, **A va B** - o'zaro ta'sirga kirayotgan moddalar; **C** - reaksiya mahsuli; **k** - reaksiya tezligi konstantasi (odatda uning qiymati tajriba yili bilan aniqlanadi).

Ushbu kimyoviy reaksiyani elementarligini hisobga olib, kimyoviy reaksiya tezligi W_r ni quyidagicha yozish mumkin:

$$W_r = V \cdot k \cdot C_a \cdot C_b$$

bu yerda, C_a, C_b - o'zaro ta'sirga kirayotgan **A** va **B** moddalar konsentratsiyalari; V - reaktordagi moddalar xajmi.

Reaksiya komponentlarining molekulyar og'irligi M_a, M_b va M_c . Massalarning saqlanish qonuniga binoan: $M_a + M_b = M_c$. (Masalan, quyidagi reaksiya uchun: $2N_2 + O_2 = 2N_2O$; $M_a = 4, M_b = 32, M_c = 36$, ya'ni, $4+32=36$).

Massalarning saqlanish qonunini hisobga olib, keltirilgan o'zgarmas sarf kattaligini hisoblab topishimiz mumkin, $a = M_a/M_c$; $b = M_b/M_c$. Bu o'zgarmas sarf kattaliklari, Q_c modda olish uchun kerak bo'lgan **A** va **B** modda miqdorlarini hisoblashda kerak bo'ladi.

$$Q'_a = aQ_c; \quad Q'_b = bQ_c$$

A, B va **C** moddamiqdorlari o'zgarishini (Q_a, Q_b, Q_c) quyidagi tenglamalar yordamida hisoblaniladi:

$$\begin{aligned} Q_a &= Q_{a0} - a \cdot Q_c \\ Q_b &= Q_{b0} - b \cdot Q_c \\ Q_c &= C_c (Q_{a0} - a \cdot Q_c) \end{aligned} \quad (10.3)$$

bu yerda, Q_{a0} va Q_{b0} , **A** va **B** moddalarning boshlang'ich miqdorlari.

A va **B** komponentlar konsentratsiyalarini (S_a, S_b) hisoblash uchun, quyidagi tenglamalardan foydalanish mumkin:

$$\begin{aligned} S_a &= (Q_{a0} - a \cdot Q_c) / (Q_{a0} - a \cdot Q_c) \\ S_b &= (Q_{b0} - b \cdot Q_c) / (Q_{a0} - a \cdot Q_c) \end{aligned} \quad (10.4)$$

Kimyoviy jarayon ketishi bilan, kimyoviy reaksiya kinetikasini hisobga olib, **A** va **B** moddalarning o'zaro ta'siri natijasida, modda miqdorini ($V \cdot S_s$) izgarishini quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{\partial(V \cdot C_c)}{\partial \tau} = V \cdot k \cdot C_a \cdot C_b \quad (10.5)$$

Davriy reaktorlarda kimyoviy jarayon o'zgarmas xajmli reaktorlarda ketishini hisobga olib (10.5) tenglamani quyidagicha yozamiz:

$$\frac{\partial C_c}{\partial \tau} = k \cdot C_a \cdot C_b \quad (10.6)$$

Yuqoridagi tenglamalarni bir tenglamalar sistemasiga keltirib, davriy kimyoviy reaktorni matematik modelini olamiz

11-MA'RUZA

Apparatdagi oqimlar strukturasi matematik tavsifi

REJA:

11.1 Oqimlar strukturasi tadqiqot usullari

11.2 Impulsli usul

11.3 Pog'onali g'alayon usuli

11.4 Muvozanat holati usuli

11.5 Sinusoidal g'alayon usuli

11.6 Maxsus funksiyalar yordamida apparatda oqimlar strukturasi baholash

Apparatda oqim zarralarini vaqt bo'yicha taqsimlanishi (VBT) stoxastik tabiatga ega va statistik taqsimlanish bilan baholanadi.

Sanoat apparatlarida oqim zarralarini vaqt bo'yicha taqsimlanish notekisligining eng muhim manbalari quyidagilardir:

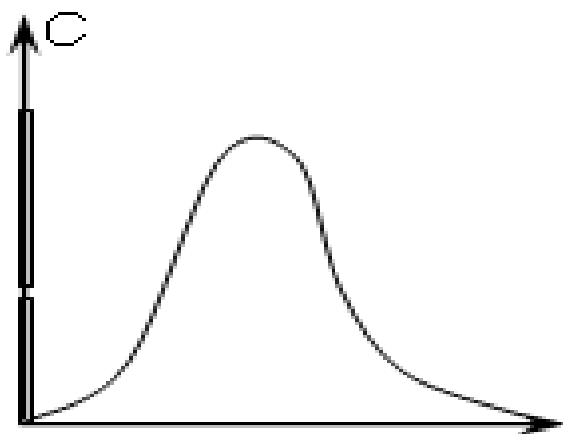
- 1) tizimning tezliklar profilini notekisligi;
- 2) oqimlarning turbulentshuvu;
- 3) oqimda turg'un sohalarning mavjudligi;
- 4) tizimda baypasli va kesishuvchi oqimlar kanallarining hosil bo'lishi;
- 5) harakatlanuvchi muhitlarning harorat gradientlari;
- 6) fazalar orasida issiqlik va modda almashuvi va shunga o'xshashlar.

Modda almashuv jarayonlari uchun oqimlar strukturasi tavsiflash yana shu oqimlarda moddalarni joyini o'zgartirish va taqsimlanishini aniqlashga imkon beradi. Shuning uchun barcha oqimlarning gidrodinamik modellari ko'pincha oqimda modda konsentratsiyasini o'zgarishini ifodalovchi tenglamalar ko'rinishida yoziladi. Ko'rsatilgan usullarning mohiyati oqimning apparatga kirishida unga qandaydir vosita bilan indikator kiritilib, oqimning apparatdan chiqishida esa indikator konsentratsiyasini vaqt funksiyasi sifatida o'lchashdan iborat. Bu chiqish

egri chizig'i oqim tarkibi bo'yicha namunaviy g'alayonga tizimning javob funksiyasi deb ataladi. Indikatorlar sifatida bo'yoqlar, tuzlar va kislota eritmalari, izotoplar va boshqa moddalardan foydalanadilar.

Indikatorga qo'yiladigan asosiy talab – apparatda indikator zarralarining xulqi oqim zarralarining xulqiga o'xshashi shart. Bu nuqtai nazardan eng yaxshisi izotoplardir, chunki xossalari bo'yicha ular asosiy oqimdan kam farqlanadi. Amalda ko'pincha asosiy oqim bilan o'zaro ta'sirga tushmaydigan va oson o'lchanishi mumkin bo'lgan indikatorlar qo'llaniladi. Bunday indikatorlarga tuz eritmalaritegishlidir. Apparatga indikator oqimning kirishidagi standart signallar ko'rinishida quyidagicha kiritiladi: impulsli, pog'onali va siklik. G'alayonlovchi signalning ko'rinishiga muvofiq oqimlar strukturasi tadqiq qilishning quyidagi usullari farqlanadi: impulsli, pog'onali va siklik.

Impulsli usul. Bu usulga muvofiq oqimning apparatga kirishida amaliy bir onda indikatorning delta funksiya shaklidagi ma'lum miqdori kiritiladi. Faraz qilaylik, ixtiyoriy murakkablik apparatga oqimni kirishiga amaliy bir onda indikator kiritdik.



rasm-11.1

11.1- rasmda tasvirlangan bu g'alayonga javob funksiyasini aniqladik

Apparat hajmini V deb va oqimning hajmli tezligini v deb belgilaymiz.

Apparatda bo'lish vaqti t dan $t+dt$ gacha o'zgaradigan indikatorning miqdori quyidagini tashkil

$$dg = vC_E(t)dt \quad (2.1)$$

dg indikatorning umumiy miqdori g ga nisbati indikatorning apparatdan t dan $t+dt$ vaqtda chiqqan ulushini ifodalaydi:

$$d\rho = \frac{dg}{g} = \frac{vC_E(t)dt}{g} \quad (2.2)$$

Asosiy oqim xulqi apparatdagi indikatorning xulqiga o'xshash bo'lganligi uchun, (2.2) tenglama t dan $t+dt$ bo'lgan vaqtda oqimning ulushini ifoda etadi.

$C(\theta)$ o'lchamsiz konsentratsiyani quyidagi formula bo'yicha kiritamiz:

$$C(\theta) = \frac{C_E(t)}{C_0^E} \quad (2.3)$$

bunda C_0^E - oqimdagi boshlang'ich konsentratsiya:

$$C_0^E = \frac{g}{V} \quad (2.4)$$

Shu vaqtning o'zida θ o'lchamsiz vaqtni quyidagi formula bo'yicha kiritamiz:

$$\theta = \frac{t}{\bar{t}} \quad (2.5)$$

bunda \bar{t} - oqim zarralarining apparatda o'rtacha bo'lish vaqti:

$$\bar{t} = \frac{V}{v} \quad (2.6)$$

Endi tenglamani quyidagi ko'rinishga keltirish mumkin:

$$d\rho = \frac{vC_E(t)dt}{g} = v \frac{C_0^E C_E(t)}{C_0^E} \cdot \frac{1}{g} \cdot \frac{tdt}{\bar{t}} = v \frac{C_0^E \bar{t}}{g} C(\theta)d\theta = \frac{vC_0^E V}{g} C(\theta)d\theta = C(\theta)d\theta \quad (2.7)$$

Kiritilgan indikatorning umumiy miqdori quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$g = v \int_0^{\infty} C_E(t) dt \quad (2.8)$$

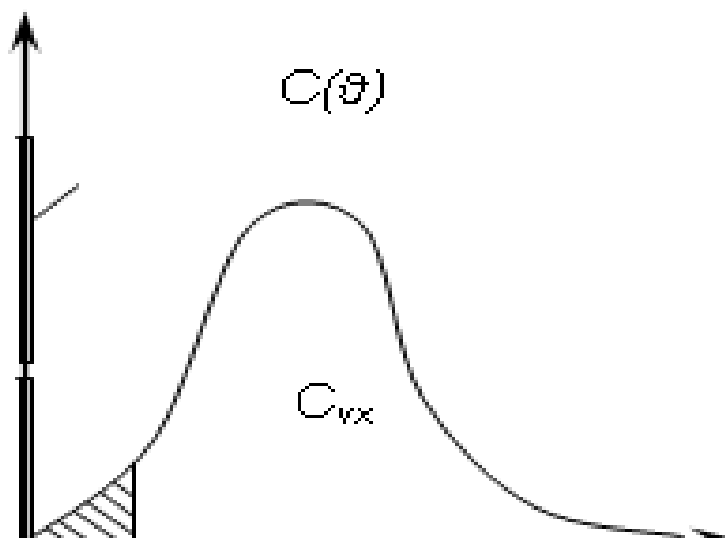
U vaqtda (2.2), (2.7) tenglamalardan quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$C(\theta) = \frac{vC(t)dt}{gd\theta} = \frac{vC_E(t)}{g} \bar{t} = \frac{C_E(t)}{\int_0^{\infty} C_E(t) dt} \bar{t} = C(t)\bar{t} \quad (2.9)$$

$$C(t) = \frac{C_E(t)}{\int_0^{\infty} C_E(t) dt} \quad (2.10)$$

unda ifoda me'yorlangan C egri chiziqni beradi.

koordinatalarda tajriba egri chizig'ini quramiz (11.2-rasm.).



Rasm-11.2

Uni ostidagi shtrixlangan maydon quyidagiga teng

$$\int_0^{\infty} C(\theta) d\theta \quad (2.11)$$

va 0 dan θ gacha o'zgarish vaqtida apparatdagi oqim ulushini belgilaydi. Tabiiyki

$$\int_0^{\infty} C(\theta) d = 1 \quad (2.12)$$

Shunday qilib, C- egri chiziq apparatda vaqt bo'yicha oqim elementlarining taqsimlanishining tavsifidir.

Oqimning apparatda o'rtacha bo'lish vaqti quyidagini tashkil etadi

$$\bar{t} = \int_0^{\infty} t d\rho \quad (2.13)$$

Bu tenglamaga (2.3) tenglamadagi ni qo'yamiz va (2.8) dan foydalansak, unda quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$t = \frac{v \int_0^{\infty} t C_E(t) dt}{v \int_0^{\infty} C_E(t) dt} = \frac{\int_0^{\infty} t C_E(t) dt}{\int_0^{\infty} C_E(t) dt} \quad (2.14)$$

misol. Apparatdagi oqimlarning gidrodinamikasini tadqiq qilishda impulsli usul qo'llaniladi. Impulsli g'alayonni berish (indikatorni impuls shaklida kiritish) natijasida apparat chiqishidagi indikatorning quyidagi konsentratsiya qiymatlari olindi (1-jadval).

1-jadval

Vaqt,	0	5	10	15	20	25	30	35
Indekato r-ning konsentr	0	3	5	5	4	2	1	0

S- egri chiziqning taqsimlanishini qurish kerak.

Yechim. $C(\theta)$ funksiyani aniqlash uchun dastlab (2.9) tenglamadagi $C(t)$ qiymatlarni topamiz. Buning uchun probalar (tahlil uchun namuna) olish vaqtining intervalini $\Delta t = 5$ minut deb faraz qilib, $\sum C_s(t) \Delta t$ qiymatlar yig'indisini hisoblaymiz:

$$\int_0^{\infty} C_E(t) dt \approx \sum v \int_0^{\infty} C_i^F(t) \Delta t = (3 + 5 + 5 + 4 + 2 + 1) \cdot 5 = 100 \frac{g \cdot daq.}{m^3}$$

$C(t) = C_i^F(t) / \sum C_i^F(t) \Delta t$ me'yorlangan funksiyani vaqtga bog'liq qiymatlarini 2-jadval shakliga keltiramiz.

2-jadval

t, daq.	0	5	10	15	20	25	30
$C(t) \text{ min}^{-1}$	0	0,03	0,05	0,05	0,04	0,02	0,0

$C(\theta)$ funksiyani olish uchun, vaqt θ va C ni o'lchamsiz ko'rinishga keltiramiz – ya'ni $C(\theta)$ ko'rinishga. Buning uchun apparatda o'rtacha bo'lish vaqtini (2.14) tenglamadan topamiz.

O'lchamsiz vaqt quyidagini tashkil etadi:

$$\theta = \frac{t}{\bar{t}} = \frac{t}{15}$$

(2.9) tenglamadan foydalanib, quyidagiga ega bo'lamiz:

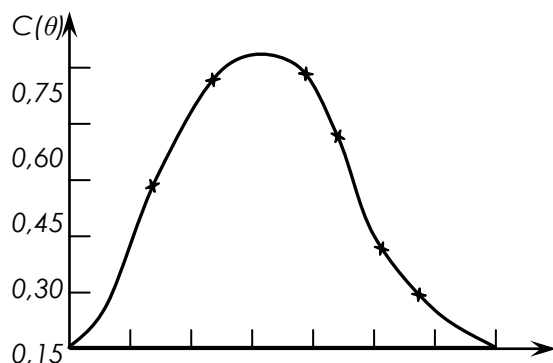
$$C(\theta) = \bar{t}C(t) \approx \frac{15C_i^E(t)}{\sum C_i^E(t)\Delta t}$$

va t_i, C_i^E qiymatlarni qo'ygandan keyin, $C(\theta)$ muvofiq qiymatlarini olamiz (2.3-jadval)

$C(\theta)$ o'lchamsiz funksiyaning qiymatlari. 3-jadval

θ	0	1/3	2/3	1	4/3	5/3	2	7/3
$C(\theta)$	0	0,45	0,75	0,75	0,60	0,03	0,15	0

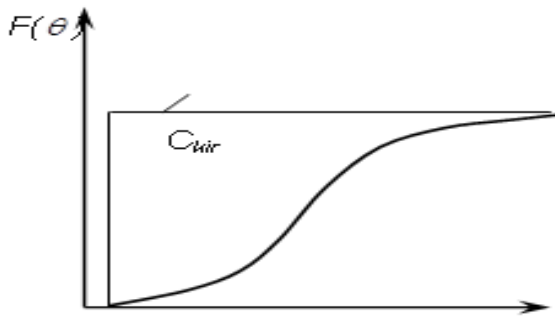
Bu ma'lumotlar bo'yicha taqsimlanishning C-egri chizig'ini quramiz.



11.3-rasm. O'lchamsiz C -egri chiziq

Pog'onali g'alayon usuli.

Bu usuldan foydalanishda apparatga kirayotgan va indikator bo'lmagan suyuqlik oqimiga indikatorning ma'lum miqdori shunday kiritiladiki, kirayotgan oqimda uning konsentratsiyasi noldan sakrab C_0 ning ma'lum qiymatigacha o'zgaradi va shu sathda ushlab turiladi. Signalning pog'onali shakliga mos keluvchi javob egri chizig'i 11.4-rasmda tasvirlangan ko'rinishga ega



11.4 -rasm Tipiktajribaviy – egrichiziq

Oqim elementlarining apparatda bo‘lish vaqti θ dan $\theta+d\theta$ gacha oraliqda bo‘lsa, oqim elementlarining ulushi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$dF(\theta) = C(\theta)d\theta \quad (2.15)$$

Oqim elementlarining apparatda bo‘lish vaqti θ dan kichik bo‘lsa, oqim elementlarining ulushi quyidagicha aniqlanadi:

$$F(\theta) = \int_0^\theta C(\theta) d\theta \quad (2.16)$$

Apparatdagi suyuqlikning barcha ulushlarini yg‘indisi 1 ga teng bo‘lganligi uchun C -egri chiziq ostidagi maydon 1 ga teng va $\theta \rightarrow \infty$ da $f(\theta) \rightarrow \infty$, ya’ni

$$\int_0^1 \theta dF(\theta) = \int_0^\infty \theta C(\theta) d\theta = 1 \quad (2.17)$$

Oqimning apparatda o‘rtacha bo‘lish vaqti quyidagini tashkil etadi:

$$\bar{t} = \frac{\int_0^\infty t C_E(t) dt}{\int_0^\infty C_E(t) dt} = \int_0^\infty t C_E(t) dt = \int_0^\infty t dF = - \int_0^\infty t d(1 - F) \quad (2.18)$$

(2.18) ifodada oxirgi integralni topish uchun bo‘laklab integrallashtan foydalanamiz:

$$\int_0^\infty t d(1 - F) = t(1 - F) - \int_0^\infty (1 - F) t d \quad (2.19)$$

(2.19) tenglamadagi birinchi qo‘shiluvchi nolga teng. Bunda oqimning apparatda o‘rtacha bo‘lish vaqti apparatdan chiqishdagi oqim elementlarining taqsimlanish funksiyasi qiymatlari $F(t) = F_E(t)/F_E(\infty)$ orqali quyidagicha ifodalanadi:

$$\bar{t} = \int_0^\infty (1 - F) t d \quad (2.20)$$

Quyidagi funksiyani kiritib

$$I(t) = 1 - F(t) \quad (2.21)$$

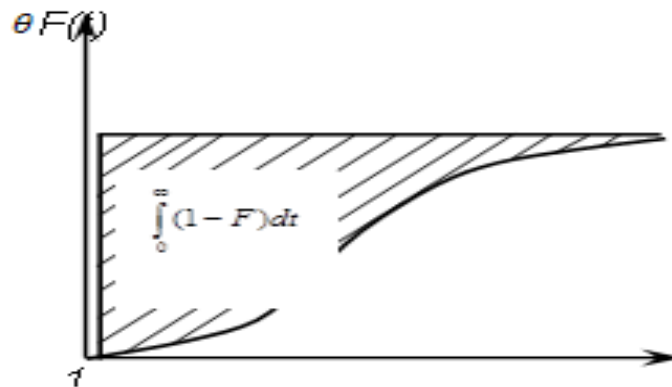
o‘rtacha bo‘lish vaqtini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\bar{t} = \int_0^\infty I(t) dt \quad (2.22)$$

Geometrik jihatdan o‘rtacha bo‘lish vaqti $F(t)$ egri chiziq ustidagi maydonga mos keladi (11.5-rasm).

Muvozanat holati usuli.

Bu usul bilan apparatda oqimlar strukturasi tadqiq qilganda apparatdan chiqish oqimiga doimiy tezlik bilan indikator kiritiladi va indikator konsentratsiyasining oqim harakatining teskariga yo'nalgandagi o'zgarishi aniqlanadi. Indikator zarrachalari apparatga oqimning teskari aralashtirishi hisobiga tushadi.



11.5-rasm

Apparatning uzunligi bo'yicha indikator konsentratsiyasining taqsimlanishi muvozanat rejimda aniqlanadi.

Diffuziyali model parametri - bo'ylama aralashtirish koeffitsienti (D_1) ni baholash uchun muvozanat holati usullaridan foydalanish misolini ko'rib chiqamiz.

Diffuziyali modelning tenglamasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

$$\frac{d^2C}{dz^2} - Pe \frac{dC}{dz} = 0 \quad (2.23)$$

bunda z - o'lchamsiz koordinata; C - konsentratsiya; Pe - Pekle soni. Quyidagi chegaraviy shartlarni yozamiz:

$$z = 1 \text{ da } C_{kr} = 0, C = \frac{1}{Pe} \frac{dC}{dz} \quad (2.24)$$

$$z = 0 \text{ da } C = C_k \quad (2.25)$$

(2.23) tenglamaning umumiy yechimi quyidagi ko'rinishga ega:

$$C = A_1 + A_2 e^{Pe z} \quad (2.26)$$

bundan quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$\frac{dC}{dz} = A_2 Pe \cdot e^{Pe z} \quad (2.27)$$

$z = 0$ dagi chegaraviy shartdan foydalanib, A_x qiymatini topamiz:

$$A_1 + A_2 e^0 = \frac{1}{Pe} \cdot A_2 Pe \cdot e^0; A_1 = 0 \quad (2.28)$$

$z = 1$ dagi shartdan esa quyidagiga ega bo‘lamiz:

$$C_k = A_2 e^{Pe}; A_2 = C_k e^{-Pe} \quad (2.29)$$

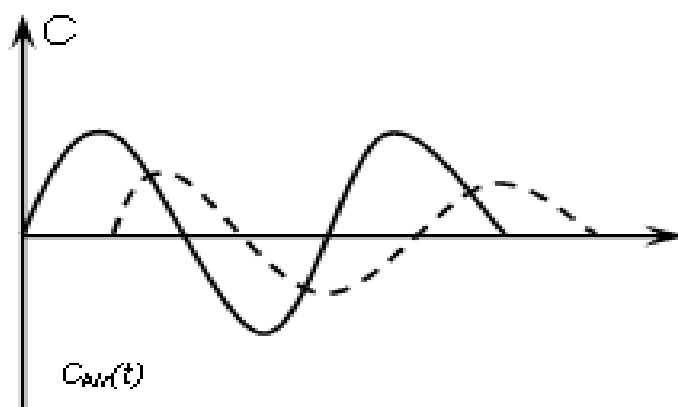
Shuning uchun ushbu ko‘rilayotgan holda diffuziyali model tenglamasining yechimi quyidagicha bo‘ladi:

$$C = C_k e^{Pe(z-1)} \quad (2.30)$$

Apparatning qandaydir kesimida indikatorning konsentratsiyasini aniqlab, Pe ni topish mumkin va apparatning bir necha kesimlarida konsentratsiyani o‘lchab, model monandligini tekshirish uchun foydalanish mumkin bo‘lgan ma’lumotlarni olamiz. Agar oqimda bo‘ylama aralashtirish koeffitsienti apparatning uzunligi bo‘yicha bir xil bo‘lsa, unda turli nuqtalarda olingan Pe ning qiymatlari bir biriga mos keladi.

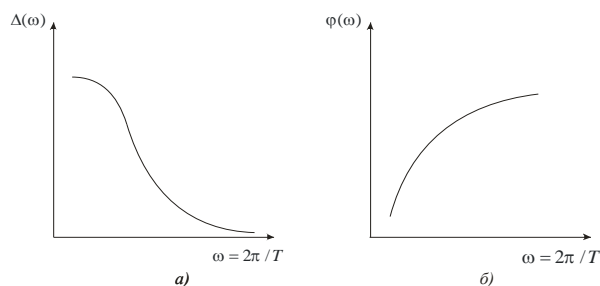
Sinusoidal g‘alayonli usul.

Kiruvchi oqimga sinusoidal g‘alayon ta’sir ettirilsa, chiqishda o‘zida sinusoidani ifodalaydigan, lekin boshqa amplitudaga ega va faza bo‘yicha siljigan javob funksiyasi olinadi. Kirishdagi sinusoidal g‘alayon A_0 amplituda va chastota $\omega = 2\pi/T$ (rad/s) bilan aniqlanadi, bunda T – tebranishlar davri. Chiqish sinusoidada amplituda o‘zgaradi va φ faza siljishi paydo bo‘ladi (11.6-rasm).



11.6-rasm Trasserni sinusoidal berishda kirish va chiqish signallarning ko‘rinishi

Bir ob’ekt uchun φ qiymat va amplitudaning o‘zgarishi g‘alayonlovchi signalning chastota funksiyalaridir. Kirish va chiqish sinusoidalarini solishtirish natijasida amplituda-chastota va faza-chastota tavsiflari olinadi (11.7-rasm).



11.7-rasm. Tizim javobining amplituda-chastota (a) va faza-chastota (b) tavsiflari

Amplitudalar nisbati *kuchaytirish koeffitsienti* $\Delta(\omega)$ deb ataladi.

Kirishga sinusoidal signal berilgandagi diffuziyali modelning bo‘ylama aralashtirish koeffitsienti D_l [(2.87) formulaga qarang] ni aniqlanishini ko‘rib chiqamiz. Chegaraviy shartlar quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$C(t, 0) = C_0 A_0 \sin \omega t \quad (2.31)$$

$$C(t, \infty) = C_0 \quad (2.32)$$

bunda C_0 - indikatorning o‘rtacha konsentratsiyasi; $A_0 - z = 0$ dagi (apparatga kirishda) tebranishlar amplitudasi.

Diffuziyali model tenglamasi uchun Laplas o‘zgartirishini qo‘llab, (2.31), (2.32) chegaraviy shartlarni hisobga olgan holda apparat chiqishdagi indikator konsentratsiyasi uchun quyidagi ifodani olish mumkin:

$$C(t, l) = C_0 + A_0 e^{-B} \sin(\omega t - \varphi) \quad (2.33)$$

bunda

$$B = \ln \frac{A_0}{A_1} = \frac{ul}{2D_l} = \left\{ \sqrt[4]{1 + \left(\frac{4\omega D_l}{u^2}\right)^2 \cos \left[\frac{tg^{-1}\left(\frac{4\omega D_l}{u^2}\right)}{2}\right]} \right\} - 1 \quad (2.34)$$

l — apparatning uzunligi ; A_1 — apparat chiqishdagi tebranishlar amplitudasi.

Ildiz ostidagi ifodani va trigonometrik funksiyani qatorga yoyib, yuqori darajali a‘zolarini inobatga olmasak, (2.34) tenglama quyidagi ko‘rinishga ega bo‘lishi mumkin:

$$B = \frac{l\omega^2}{u^3} - \frac{5l\omega^2 D_l^3}{u^7} \quad (2.35)$$

(2.35) tenglamaning ikkinchi a‘zosini inobatga olmasak, quyidagi ifodani olamiz:

$$B = \ln \frac{A_0}{A_1} = \frac{l\omega^2 D_l}{u^3} \quad (2.36)$$

Fazalar siljishini aniqlovchi tenglama quyidagi ko‘rinishga ega:

$$\varphi = \frac{ul}{2D_1} \sqrt{\frac{1}{4} + \left(\frac{2D_1}{u^2}\right)^2} - \frac{1}{2} \quad (2.37)$$

Qatorga yoyib, yuqori darajali a‘zolari chiqarib tashlagandan so‘ng, oxirgi tenglama quyidagi sodda ko‘rinishga ega bo‘ladi :

$$\varphi = \frac{\omega L}{u} \quad (2.38)$$

Endi fazalar siljishining tajriba qiymati f va A_0/A_1 amplitudalar nisbati bo‘yicha (2.36), (2.37) tenglamalar asosida bo‘ylama aralashtirish koeffitsienti D_1 ning qiymatini baholash qiyin emas.

Nazorat savollari.

1. Impulsi usulda g‘alayon qanday ta‘sir ettiriladi?
2. O‘rtacha bo‘lish vaqti nimaga teng?
3. Pog‘onali g‘alayon usulida javob funksiyasi qanday bo‘ladi?
4. Muvozanat holati usuliga qanday model bo‘la oladi?
5. Sinusoidal g‘alayon usulida qanday javob funksiyasi olinadi ?

12-MA‘RUZA

Oqimlar strukturasi tadqiqot usullari

REJA:

- 12.1** Apparatda bo‘lish vaqti bo‘yicha oqim elementlari taqsimlanishining asosiy tavsiflari
- 12.2** Taqsimlash funksiyalari momentlari

Oqim zarralarining apparatda bo‘lish vaqtini taqsimlanishining hisobi momentlarning statistik tushunchasiga asoslangan va zichlik ehtimolligining taqsimlanishiga bog‘liq. Taqsimlanishning eng muhim xossalarini aniqlaydigan tasodifiy kattalikni, taqsimlanishning asosiy xossalarini bir necha sonli tavsiflar bilan tavsiflash mumkin. Bunday tavsiflar tizimi – tasodifiy kattalikni taqsimlanish momentlari hisoblanib, ular quyidagi uchta alomat bo‘yicha tizimlanadi: moment r

tartibi bo'yicha; tasodifiy kattalikni hisoblashning boshlanishi bo'yicha; tasodifiy kattalikning ko'rinishi bo'yicha.

r momentning tartibi ixtiyoriy butun son bo'lishimumkin. Amaliyotda esa nolunchi, birinchi, ikkinchi, uchinchi va to'rtinchi tartibli momentlar ko'riladi, ya'ni $\beta = 0, 1, 2, 3, 4$. Tasodifiy kattalik hisobini boshlashdan kelib chiqib, boshlang'ich va markaziy momentlar ajratiladi. Taqsimlash funksiyaning *boshlang'ich momentlarini* umumiy ko'rinishi quyidagicha:

$$M_{\beta} = \int_0^{\infty} t^{\beta} C(t) \quad (2.39)$$

Momentlarning har biri ma'lum fizik mazmunga ega. Nolunchi moment – egri chiziq ostidagi maydonni; birinchi moment - o'rtacha miqdorni (bo'lishning o'rtacha vaqti), yoki bo'lish vaqtining tasodifiy kattaligining matematik kutilmasini tavsiflaydi. Matematik kutilmalardan hisoblanadigan tasodifiy kattaliklar *markazlashtirilgan* deb ataladi. Markazlashtirilgan kattalik momentlari *markazlashgan* deb ataladi. Markazlashgan momentlarning umumiy ko'rinishi quyidagicha:

$$M_{\beta} = \int_0^{\infty} (t - \bar{t})^{\beta} C(t) dt \quad (2.40)$$

Ikkinchi markazlashgan moment tasodifiy kattalikning o'rtacha bo'lish vaqtiga nisbatan yoyilishini tavsiflaydi va u *dispersiya* deb ataladi hamda σ_t^2 orqali belgilanadi:

$$\sigma_t^2 = \mu_2 = \int_0^{\infty} (t - \bar{t})^2 C(t) dt \quad (2.41)$$

Uchinchi markazlashgan moment *asimmetrik* taqsimlanishni tavsiflaydi va quyidagiga teng:

$$\mu_3 = \int_0^{\infty} (t - \bar{t})^3 C(t) dt \quad (2.42)$$

To'rtinchi markazlashgan moment *o'tkir cho'qqili* taqsimlanishni ifodalaydi:

$$\mu_4 = \int_0^{\infty} (t - \bar{t})^4 C(t) dt \quad (2.43)$$

va h.k.

Apparatda oqim elementlarining harakatlari stoxastik tabiatga ega bo'lganligi sababli, ularni o'rtacha bo'lish vaqti ma'lum taqsimlanish zichligiga ega tasodifiy kattalik hisoblanadi. Apparatda bo'lish vaqti bo'yicha oqim elementlarini taqsimlash zichligi funksiyasining bahosi bo'lib, impulsli g'alayon ta'sirida apparatning chiqishida olinayotgan C – egri chiziq xizmat qilishi mumkin. Unda C – egri chiziqning momentlari oqim elementlarining apparatda bo'lgan vaqti bo'yicha taqsimlanishining asosiy tavsiflari hisoblanib, shu oqim strukturasi aniqlab beradi.

Endi me'yorlangan va o'lchamsiz C – egri chiziqning momentlar bog'liqligini ko'rib chiqamiz. Me'yorlangan C – egri chiziqning qiymatlari quyidagicha aniqlanadi:

$$C(t) = \frac{C_E(t)}{\int_0^{\infty} C_E(t) dt} \quad (2.44)$$

Me'yorlangan C –egri chiziqning β tartibli boshlang'ich momenti:

$$\mu_{\beta}^t = \int_0^{\infty} t^{\beta} C(t) dt \quad (2.45)$$

O'lchamsiz konsentratsiya $C(\theta)$ va θ vaqtni kiritib, $C(\theta) = C(t)t$ va $\theta = t/\bar{t}$ ni hisobga olgan holda (2.45) tenglamaga qo'yib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\mu_{\beta}^t = \int_0^{\infty} (\theta\bar{t})^{\beta} \frac{C(\theta)}{t} \bar{t} d\theta = t^{-\beta} \int_0^{\infty} \theta^{\beta} C(\theta) d\theta \quad (2.46)$$

(2.46) tenglamaning o'ng qismidagi integral o'lchamsiz bo'lish vaqtining β tartibli boshlang'ich momenti M_{β}^{θ} bo'yicha olinadi. Bundan β tartibli o'lchamli va o'lchamsiz boshlang'ich momentlar orasidagi quyidagi bog'lanish olinadi:

$$\mu_{\beta}^t = t^{-\beta} M_{\beta}^{\theta} \quad (2.47)$$

Shunga o'xshash holda me'yorlangan C – egri chiziqning β tartibli markaziy momenti μ_{β}^t ning ifodasiga $C(t) = C(\theta)/t$ va $t = t(\theta)$ larni qo'yib, o'lchamli va o'lchamsiz markaziy momentlar orasida bog'lanishni olamiz:

$$\mu_{\beta}^t = t^{-\beta} M_{\beta}^{\theta} \quad (2.48)$$

Nazorat savollari.

1. Taqsimlash funksiyaning boshlang'ich momenti nimani ifodalaydi?
2. Ikkinchi markazlashgan moment nima deb ataladi?
3. Me'yorlangan C -egri chiziqning β tartibli boshlang'ich momenti qanday topiladi?
4. O'lchamli va o'lchamsiz markaziy momentlar orasida bog'lanishni qanday aniqlanadi?