

YO'LDOSHEV. A. A.

TA'LIMDA INNOVATION TEXNOLOGIYALAR

**“MATEMATIK MODELLASHTIRISH”
fanidan**

TA'LIM TEXNOLOGIYASI

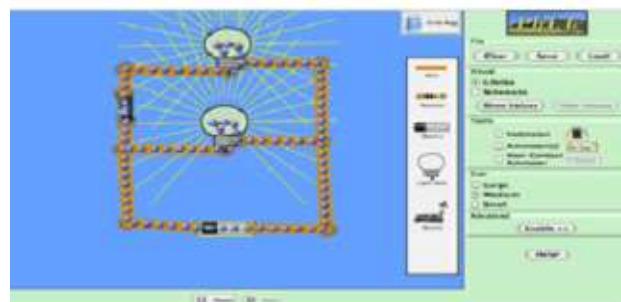


BUXORO 2014





[What's New](#) | [About PhET](#)



Interactive Science Simulations

Fun, interactive, **research-based** simulations of physical phenomena from the PhET project at the University of Colorado.

[Play with sims... >](#)



Other languages...

THE WILLIAM AND FLORA
HEWLETT FOUNDATION
The William and Flora
Hewlett Foundation

National Science
Foundation

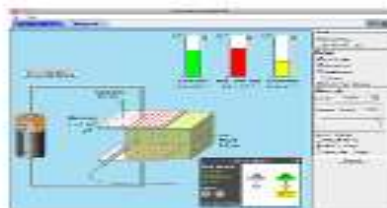
Excellence Center
of Science and
Mathematics
Education at King
Saud University

► Run our Simulations	► Teacher Ideas & Activities	► Contribute	► Browse Sims
► On Line ► Full Installation ► One at a Time	► Search for lessons created by teachers using PhET simulations. ► Workshops	► Provide ideas you've used in class ► Support PhET ► Translate Simulations	Simulations >>

© 2009 University of Colorado. [Some rights reserved.](#)



Balloons and Static Electricity



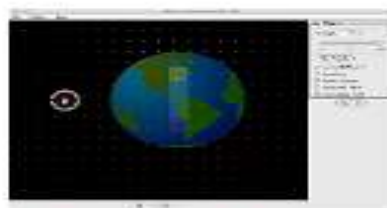
Capacitor Lab



Circuit Construction Kit (DC Only)



Circuit Construction Kit (AC+DC)



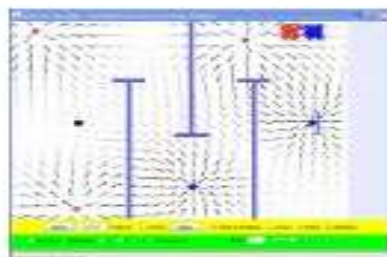
Magnet and Compass



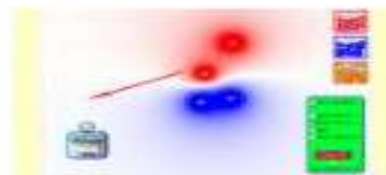
Magnets and Electromagnets



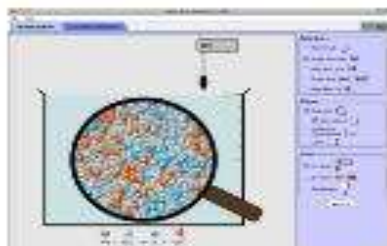
Generator



Electric Field Hockey



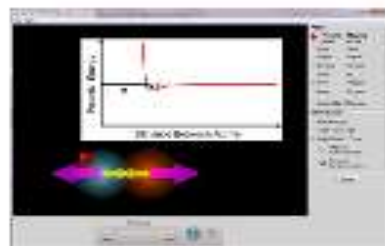
Charges and Fields



Acid-Base Solutions



Alpha Decay



Atomic Interactions



Balancing Chemical Equations



Balloons & Buoyancy



Balloons and Static Electricity



Beta Decay



Blackbody Spectrum



Build a Molecule

RNET dasturida mavjud modellarning ko`rinishi.

MultiTester Freeware

MultiTester System (<http://multitester.org.ua>)

MultiTester dasturining oynasi umumiy ko`rinishi.

MultiTester Professor 4.0 Beta

Тема Вид Тестирование Данные Справка

Открыть... Управление темами... Настройки темы... Раздать вопросы! (F9) Студент Все студенты Архив... Выход

Класс: все

Вопр.получены	ПК	Фамилия	Предв.Оценка	% правильности	Готово	Остаток времени	Пройдено вопросов	Оконч.Оценка	Тема
Ожидание...	pc01		0	0		Не ограничено	0	0	
	pc03	Коваленко	5	57,1			10	0	Алгоритмы
	pc06	Мязін	10	95,6			12	0	Алгоритмы
	pc07	Воробйова	9	89,5			13	0	Алгоритмы
	pc08	Прилепська	5	60,5			15	0	Алгоритмы
	pc09	Завгородній	2	29,7			11	0	Алгоритмы
	student	Захаркіна	9	88,7			22	0	Алгоритмы

Просмотр студента Захаркіна
Вопрос 5 из 22

Предыдущий вопрос Следующий вопрос

Процент правильности: 88,7%
Предв. оценка: 9

Информационной моделью части земной поверхности является:

Цена вопроса: 1 (3,2%) Правильность вопроса: 100%

☐ описание дерева

☐ глобус Земли

☐ рисунок дома

☒ карта местности

6 м

30%

Подключено: 7 чел. Работают: 5 чел.

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI QISHLOQ VA
SUV XO`JALIGI VAZIRLIGI**

**TOSHKENT IRIGATSIYA VA MELIORATSIYA
INSTITUTI BUXORO FILIALI**

TA'LIMDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR

YO'LDOSHEV. A. A.

**“MATEMATIK MODELLASHTIRISH”
fanidan**

TA'LIM TEXNOLOGIYASI

Yo'ldoshev A.A. "Matematik modellashtirish" fanidan ta'lim texnologiyasi

Uslubiy qo'llanma. "Yangi pedagogik va axborot texnologiyalarining modul tizimidan foydalangan holda fan bo'yicha o'quv materiallar majmuasi seriyasidan.-TIMI BF 2014 yil.

Taqrizchilar: BDU "Amaliy matematika va AT kafedrasi mudiri.t.f. n, dots. Boltaev. T.B.

BDU "Amaliy matematika va AT " kafedrasi dotsenti t.f.n. Jumaev. J.

Uslubiy qo'llanmada "Matematik modellashtirish" fanini o'qitish bo'yicha modul tizimidan foydalangan holda ta'lim texnologiyalari, ularni qo'llash bo'yicha uslubiy tavsiyalar bayon etilgan. Ushbu tavsiyalar didaktik tamoyillar, ma'ruza va amaliy mashg'ulotlari texnologiyalarini ishlab chiqish usul va vositalari, ularni tayanch iboralarni o'quv maqsadlari asosida muhim belgilaridan iborat ta'lim texnologiyalari qoidalarini hisobga olgan holda ishlab chiqilgan.

Uslubiy qo'llanma oliy ta'lim muassasalari o'qituvchilari va talabalari, texnika fanlarini o'qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalarni qo'llash jarayoniga qiziquvchilar uchun mo'ljallangan.

AKT TURLARI

ELEKTRON MA`LUMOTLAR BAZASI

ELEKTRON TIZIMLARI

ELEKTRON KUTUBXONA

VIDEOALOQA

TELEKONFRENSIYALAR

ADAPTIV TA`LIM TIZIMLARI

INTERNET TEXNOLOGIYALARI



**TA`LIMDA AXBOROT
KOMMUNIKATSION
TEXNOLOGIYALAR**

TA`LIMDA AKT

PRIZENTATSIYALAR



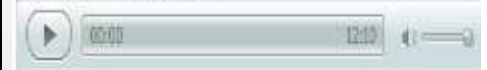
VIDIOMATERIALLAR



ZVUKOZAPISLAR

Текст читает: Юлия Тарасова

► Письмо к ученому соседу 12:10 12.1 MB [скачать](#)



[Скачать эту аудиокнигу целиком в zip-архиве бесплатно \(1 файл\)](#)

Продолжительность: 00:12:10 - 4 MB

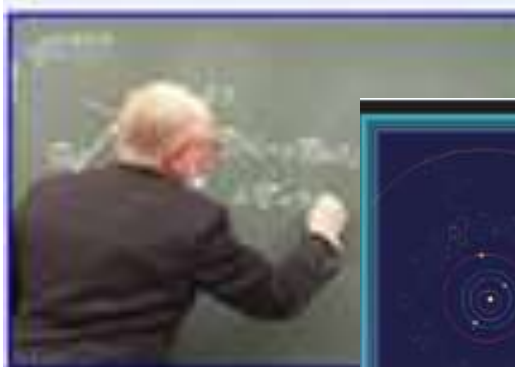


«ELEKTRON TA`LIM»



TA'LIMDA AKT

VIDEOMA`RUZALAR



VIRTUAL LABARATORIYALAR



VIDIO SAFARLAR

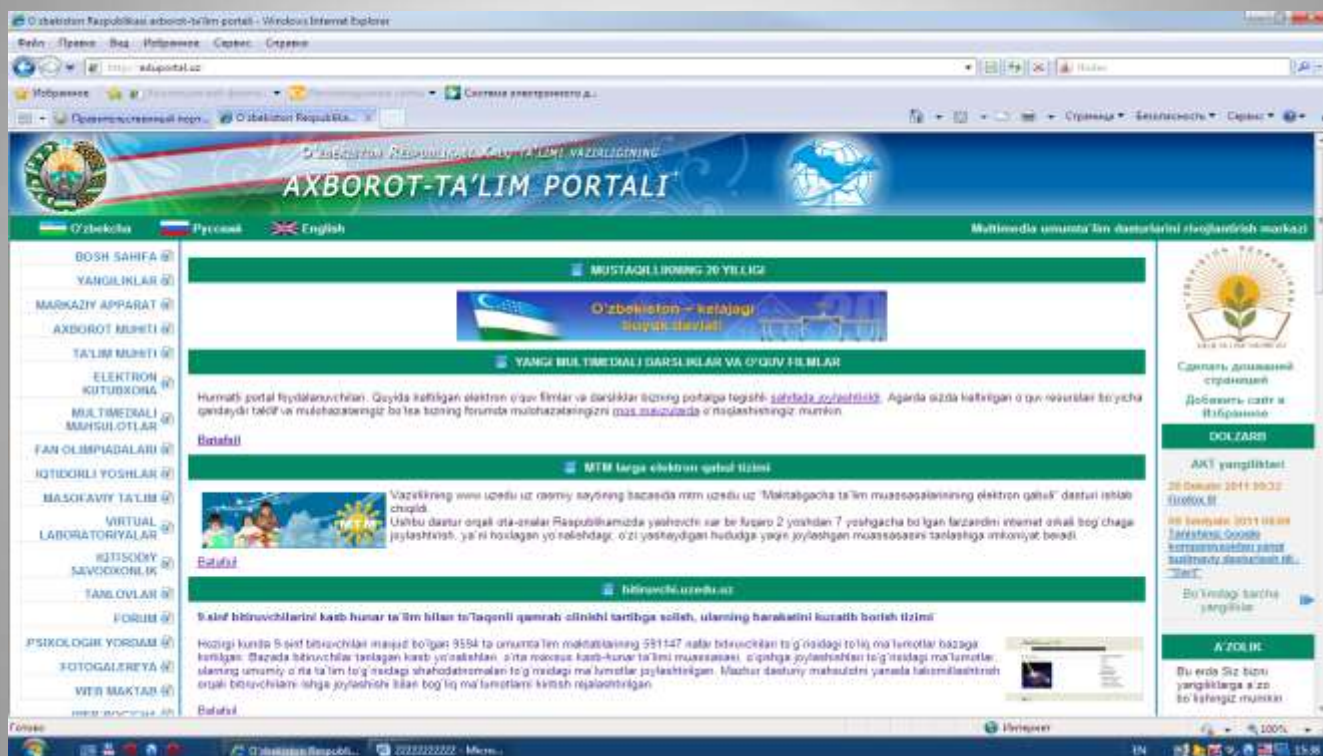


Телеграфный аппарат Морзе 1930 г. выпуска



Настенный телефонный аппарат производства Японии, 1920 г.

INTERNET TEXNOLOGIYALARI



”Matematik modellashtrish” fanidan ma’ruza, tajriba va amaliy mashg’ulotlari mavzularining soatlar bo’yicha taqsimot jadvali

№	Mavzularning nomi	Auditoriya soati		
		Ma’ruza soati	Tajriba mashg’uloti soati	Amaliy mashg’ulot soati
1	Model, modellashtrish, model turlari, model tuzish bosqichlari.	2	2	2
2	Chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yechish	2	2	2
3	Simpleks usuli algoritmi, simpleks usuli bilan echilgan masalani iqtisodiy matematik tahlil qilish. (JN1)	2	2	2
4	Chiziqli programmashtirish masalasini taqsimot usuli. Transport masalasi.	2	2	2
5	Iqtisodiy-matematik modellashtrish asoslari	2	2	2
6	Iqtisodiy statistik modellashtrish va ishlab chiqarish funksiyalari haqida ma’lumot berish	2	2	2
7	Ishlab chiqarish funksiyalari va ularning xossalari (JN2)	2	2	2
8	Iqtisodiy matematik modellarning xo’jaliklarora yer tuzish loyihalarini tuzishda qo’llanilishi.	2	2	2
9	Fermer xo’jaligi yerga egaligi optimal o’lchamini aniqlashning iqtisodiy matematik modeli (ON2)	2	2	2
Jami soat:		36	18	18

Tajriba va amaliy mashg’ulotlarni tashkil etish bo’yicha ko’rsatma va tavsiyalar

Tajriba va amaliy mashg’ulotlarda talabalar kundalik hayotda va dasturlash jarayonida qo’llaniladigan ma’lumotlar tuzilmasi va turli masalalarni echish algoritmlari asoslarini o’rganadilar:

Amaliy mashg’ulotlarning taxminiy tavsiya etiladigan mavzulari:

1. Matematik programmashtirish masalalariga keltiriladigan er tuzish masalalari.
2. Matematik programmashtirish masalalariga keltiriladigan er tuzish masalalari.
3. Chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yechish
4. Chiziqli programmashtirish masalasini simpleks usulda yechish.
5. Simpleks usuli algoritmi, simpleks usuli bilan echilgan masalani iqtisodiy matematik tahlil qilish.
6. Chiziqli programmashtirish masalasini taqsimot usuli bilan echish.
7. Chiziqli programmashtirish masalasining ikkilangan masalalari.
8. Chiziqli programmashtirish masalasining ikkilangan masalalariga doir topshiriqni bajarish.
9. Iqtisodiy-matematik modellashtrish asoslariga doir masalalar yechish.
10. Regressiya va korrelyasiya modellariga doir masalalar yechish.
11. Iqtisodiy statistik modellashtrishga doir masalalar
12. Ishlab chiqarish nazariyasi masalalariga modellashtrishga doir topshiriq.
13. Ishlab chiqarish funksiyalari va ularning xossalari doir topshiriq.
14. Ishlab chiqarish funksiyalari va ularning xossalari doir topshiriq.
15. Ishlab chiqarish funksiyalari orqali prognoz qilishga doir masalalar yechish.
16. Iqtisodiy-matematik modellarning ishlatilishiga doir topshiriq.
17. Iqtisodiy-matematik modellarning ishlatilishiga doir topshiriq.
18. Iqtisodiy matematik modellarning xo’jaliklarora yer tuzish loyihalarini tuzishda qo’llanilishi.

Tajriba ishlari.

19. Matematik programmashtirish masalalariga keltiriladigan er tuzish masalalariga dastur tuzish
20. Matematik programmashtirish masalalariga keltiriladigan er tuzish masalalariga dastur tuzish.
21. Chiziqli programmashtirish masalasini grafik usulda yechish dasturi biln ishlasa
22. Chiziqli programmashtirish masalasini simpleks usulda yechishga dastur tuzish
23. Simpleks usuli algoritmi, simpleks usuli bilan echilgan masalani iqtisodiy matematik tahlil qilish dastur tuzish.
24. Chiziqli programmashtirish masalasini taqsimot usuli bilan echish masalalariga dastur tuzish
25. Chiziqli programmashtirish masalasining ikkilangan masalalari.
26. Chiziqli programmashtirish masalasining ikkilangan masalalariga doir topshiriqni bajarish masalalariga dastur tuzish
27. Iqtisodiy-matematik modellashtirish asoslariga doir masalalar yechishga masalalariga dastur tuzish
28. Regressiya va korrelyasiya modellariga doir masalalar yechish masalalariga dastur tuzish
29. Iqtisodiy statistik modellashtirishga doir masalalar masalalariga dastur tuzish
30. Ishlab chiqarish nazariyasi masalalarina modellashtirishga doir masalalariga dastur tuzish
31. Ishlab chiqarish funksiyalari va ularning xossalariga doir topshiriqga masalalariga dastur tuzish
32. Ishlab chiqarish funksiyalari va ularning xossalariga doir topshiriq masalalariga dastur tuzish
33. Ishlab chiqarish funksiyalari orqali prognoz qilishga doir masalalar yechish masalalariga dastur tuzish
34. Iqtisodiy-matematik modellarning ishlatilishiga doir topshiriq masalalariga dastur tuzish
35. Iqtisodiy-matematik modellarning ishlatilishiga doir topshiriq.
36. Iqtisodiy matematik modellarning xo`jaliklarora yer tuzish loyihalarini tuzishda qo`llanilishi masalalariga dastur tuzish.

“Matematik modellashtirish” fani bo'yicha ma'ruza, amaliy va tajriba mashg'ulotlarida ta'lim texnologiyalarini ishlab chiqishning konseptual asoslari

Ta'lim texnologiyasi insoniylik tamoyillariga tayanadi. Falsafa, pedagogika va psixologiyada bu yo'nalishning o'ziga xosligi talabaning individualligiga alohida e'tibor berish orqali namoyon bo'ladi.

Shulardan kelib chiqqan holda **“Matematik modellashtirish”** kursining ta'lim texnologiyalarini loyihalashtirishda quyidagi asosiy konseptual yondashuvlarga e'tibor berish kerak.

Ta'limning shaxsga yo'naltirilganligi. O'z mohiyatiga ko'ra bu yo'nalish ta'lim jarayonidagi barcha ishtirokchilarning to'laqonli rivojlanishini ko'zda tutadi. Bu esa Davlat ta'lim standarti talablariga rioya qilgan holda o'quvchining intellektual rivojlanishi darajasiga yo'naltirilib qolmay, uningning ruhiy-kasbiy va shaxsiy xususiyatlarini hisobga olishni ham anglatadi.

- **Tizimli yondashuv.** Ta'lim texnologiyasi tizimning barcha belgilarini o'zida mujassam qilishi zarur: jarayonning mantiqiyliigi, undagi qismlarning o'zaro aloqadorligi, yaxlitligi.

- **Amaliy yondashuv.** Shaxsda ish yuritish xususiyatlarini shakllantirishga ta'lim jarayonini yo'naltirish; o'quvchi faoliyatini faollashtirish va intensivlashtirish, o'quv jarayonida uning barcha layoqati va imkoniyatlarini, sinchkovligi va tashabbuskorligini ishga solishni shart qilib qo'yadi.

- **Dialogik yondashuv.** Ta'lim jarayonidagi ishtirokchi sub'ektlarning psixologik birligi va o'zaro hamkorligini yaratish zaruratini belgilaydi. Natijada esa, shaxsning ijodiy faolligi va taqdimot kuchayadi.

- **Hamkorlikdagi ta'limni tashkil etish.** Demokratiya, tenglik, sub'ektlar munosabatida o'qituvchi va o'quvchining tengligi, maqsadini va faoliyat mazmunini birgalikda aniqlashni ko'zda tutadi.

- **Muammoli yondashuv.** Ta'lim jarayonini muammoli holatlar orqali namoyish qilish asosida o'quvchi bilan birgalikdagi hamkorlikni faollashtirish usullaridan biridir. Bu jarayonda ilmiy bilishning ob'ektiv ziddiyatlarini aniqlash va ularni hal qilishning dialektik tafakkurni rivojlantirish va ularni amaliy faoliyatda ijodiy ravishda qo'llash ta'minlanadi.

- **Axborot berishning eng yangi vosita va usullaridan foydalanish,** ya'ni o'quv jarayoniga kompyuter va axborot texnologiyalarini jalb qilish.

Yuqoridagi konseptual yondashuv va "**Matematik modellash**" fanining tarkibi, mazmuni, o'quv axborot hajmidan kelib chiqqan holda o'qitishning quyidagi usul va vositalari tanlab olindi.

- **O'qitish usullari va texnikasi:** muloqot, keys stadi, muammoli usul, o'rgatuvchi o'yinlar, "aqliy hujum", insert, "Birgalikda o'rganamiz", pinbord, ma'ruza (kirish ma'ruzasi, vizual ma'ruza, tematik, ma'ruza-konferenstiya, aniq holatlarni echish, avvaldan rejalashtirilgan xatoli, sharhlovchi, yakuniy).

- **O'qitishni tashkil qilish shakllari:** frontal, kollektiv, guruh, dialog, polilog va o'zaro hamkorlikka asoslangan.

- **O'qitish vositalari:** odatdagi o'qitish vositalari (darslik, ma'ruza matni, tayanch konspekti, videoproektor, kodoskop)dan tashqari grafik organayzerlar, kompyuter va axborot texnologiyalari.

- **O'zaro aloqa vositalari:** nazorat natijalarining tahlili asosida o'qitishning diagnostikasi (tashhisi).

- **Boshqarishning usuli va vositalari.** O'quv mashg'ulotini texnologik karta ko'rinishida rejalashtirish o'quv mashg'ulotining bosqichlarini belgilab, qo'yilgan maqsadga erishishda o'quvchi va o'qituvchining hamkorlikdagi faoliyatini talabalarining auditoriyadan tashqari mustaqil ishlarini aniqlab beradi.

- **Monitoring va baholash.** O'quv mashg'uloti va butun kurs davomida o'qitish natijalarini kuzatib borish, talabafaoliyatini har bir mashg'ulot va o'quv semestri davomida reyting asosida baholash.

Ma'ruza mashg'ulotini tashkil etishning shakl va xususiyatlari:

№ ma'ruza	O'ziga xos tavsiflovchi xususiyatlari
Kirish ma'ruzasi	Fan to'g'risida yaxlit tasavvur hamda ma'lum yo'nalishlar beradi. Pedagogik vazifasi: o'quvchini ushbu fanning vazifalari va maqsadi bilan tanishtirish, kasbiy tayyorgarlik tizimida uning o'rni va rolini belgilash, kursning qisqacha sharhini berish, fanning yutuqlari va taniqli olimlar nomlari bilan tanishtirib, kelajakdagi izlanishlarning yo'nalishini belgilash, tavsiya qilingan o'quv-uslubiy adabiyotlar tahlilini berish, hisobot va baholashning muddatlari va shakllarini belgilash.
Ma'ruza axborot	Ma'ruzaning odatdagi an'anaviy turi. Pedagogik vazifasi: o'quv ma'lumotlarini bayon qilish va tushuntirish.
Sharhlovchi ma'ruza	Bayon qilinayotgan nazariy fikrlarning o'zagini, ilmiy tushunchalar va butun kurs yoki bo'limlarining konseptual asosini tashkil etadi. Pedagogik vazifasi: ilmiy bilimlarni tizimlashtirishni amalga oshirish, fanlarning o'zaro aloqadorligini ochish.
Muammoli ma'ruza	Yangi bilimlar qo'yilgan savol, masala, holatning muammoliligi orqaliberiladi. Bunda o'quvchining o'qituvchi bilan birgalikdagi bilish jarayoni ilmiy izlanishga yaqinlashdi. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv axborotining mazmunini ochish, muammoni qo'yish va uni echimini topishni tashkil qilish, hozirgi zamon nuqtai nazarlarini tahlil qilish.
Vizual ma'ruza	Ma'ruzaning mazkur shakli vizual materiallarni namoyish etish hamda ularga aniq va qisqa sharhlar berishga qaratilgan. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotlarini o'qitishning texnik vositalari va audio, videotexnika yordamida berish.

Binar (ikki kishilik) ma'ruza	Bu ma'ruza ikki o'qituvchining yoki ikkita ilmiy maktab namoyondasining, o'qituvchi-talabaning dialogidan iborat. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotlarining mazmunini yoritish.
Avvaldan rejalashtirilgan xatoli ma'ruza	Xatolarni izlashga mo'ljallangan mazmuni va uslubiya-tida, ma'ruzaoxirida tinglovchilar tashxisi o'tkaziladi va qilingan xatolartekshiriladi. Pedagogik vazifasi: yangi materiallar mazmunini yoritish, berilganma'lumotni doimiy nazorat qilishga talabalarni rag'batlantirish.
Ma'ruza konferenstiya	Avvaldanqo'yilganmuammovadokladlartizimi (5-10 minut)daniboratilmiy-amaliydarssifatidao'quvdasturichegarasidao'tiladi. Ma'ruzalar birgalikdamuammonihartomonlamayoritishgaqaratilishikerak. Mashg'ulotoxiridao'qituvchimustaqilishlarvatalabalarningma'ruzalargaya kunyasab, to'ldirib, aniqlashtiribxulosaqiladi. Pedagogikvazifasi: yangio'quvma'lumotningmazmuniniyoritish.
Maslahat ma'ruza	Turli ssenariylar yordamida o'tishi mumkin. Masalan, 1) «Savol-javob» - ma'ruzachi tomonidan butun kurs bo'yicha yoki alohida bo'limbo'yicha savollarga javob beriladi. 2) «Savol-javob-muzokara» - izlanishga imkon beradi. Pedagogik vazifasi: yangi o'quv ma'lumotni o'zlashtirishga qaratilgan.

“Matematik modellashtirish” fanidan mavzularni modullarga ajratish

Ma'ruza	Modul	Muammo
Ma'ruza-1	Modul № 1 Modellashtirish nazariyasining umumiy muammolari.	Modellashtirish nazariyasining predmeti. Tizimlarni tadqiq etishda modellashtirishning o'zni va ahamiyati. Modellarning sinflari. Bilish va boshqarish jarayonlarida modellashtirish jarayoni. Modellashtirish ob'ektlarning sinflari. Modellashtirish jarayonining asosiy bosqichlari.
Ma'ruza-2	Modul № 2 Modellashtirish texnologiyasi.	Konseptual modelni tuzish. Dastlabki modelni tayyorlash. Matematik model va uni ishlab chiqish. Modellashtirish usulini tanlash. Modellashtirish ob'ekti. Ob'ekt haqida ma'lumotlar. Apriora xborot. Apostreor axborot.
Ma'ruza-3		
Ma'ruza-4	Modul № 3 Stukturaviy identifikastiyalash masalasi va identifikastiyalash usullarining sinflari.	Identifikatstiyalash masalasini qo'yilishi. Identifikatstiyalash masalasidagi qiyinchiliklar. Ob'ektni strukturaviy va parametrli identifikatstiyalash usullarining sinflari. Ob'ektni tashqi muhitdan ajratib olish juft taqqoslash usullari. Modelda hisobga olinuvchi ob'ektlarning rastional kirish va chiqishlar sonini aniqlash. Ob'ekt modelidagi kirish va chiqish orasidagi bog'lanishni xarakterini aniqlash.
Ma'ruza-5		
Ma'ruza-6		
Ma'ruza-7		
Ma'ruza-8	Modul № 4 Hisoblash tizimlarida modellashtirishni taqiq etish usullari.	Talablar oqimi. Oddiy oqim. Puasson oqimi. Erlang oqimi. Palma oqimi. Markov modellari. Markov modellarini tavsiflash. Holatlar ehtimolligi uchun Kolmogorov tenglamasi. Holatlarni chegaraviy ehtimollari. Hisoblash tizimlarining xarakteristikalarini ommaviy xizmat ko'rsatish tizimlari sifatida ifodalash. Hisoblash tizimlarining
Ma'ruza-9		

Ma'ruza–10		xarakteristikalarini murakkab xizmat ko'rsatish tizim sifatida. Hisoblash tizimlarning xarakteristikasini taqribiy baholash usullari. Hisoblash tizimlarini nostastionar ishlash rejimlari. Imitastion modellashtirishni umumlashtirilgan algoritmlari. Alohida holatlar prinstipi bo'yicha modellashtirish algoritmi. t- prinstipi bo'yicha modellashtirish. Hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini aniqlash usullari. Qayta tajriba o'tish usuli. Tasodifiy kattaliklar vaketma-ketliklarni generastiya qilish usullari.
Ma'ruza – 11		
Ma'ruza – 12		
Ma'ruza – 13	Modul № 5 Bul dasturlash modellari.	Bul o'zgaruvchi chiziqli diskret optimallashtirish modellari. Diskret o'zgaruvchili masalalarni Bul o'zgaruvchili masalalarga o'zgartirish (keltirish). Elektron hisoblash mashinalarni klaviaturasiga alfavit harflarini joylashtirishni optimallashtirish.
Ma'ruza – 14		
Ma'ruza – 15		
Ma'ruza – 16	Modul № 6 Tajriba natijalariniqayta ishlash usullari.	Alomatlarni axborot to'plamini tuzish usullarini solishtirma tahlil qilish. Tasvirlarni aniqlash masalasida alomatlarni axborot tizimini shakllantirishga analitik yondashish bilan sinflarga ajratishni oddiy usullari.
Ma'ruza – 17		
Ma'ruza – 18		

Modul - fanining fundamental tushunchalarini – ma'lum hodisa yoki qonun, yoki bo'lim, yoki ma'lum bir yirik mavzu yoki o'zaro bog'liq tushunchalar guruhini o'z ichiga oladi

Modul - bu o'quv materialining mantiqan tugallagan birligi bo'lib, o'quv fanining bir yoki bir necha fundamental tushunchalarini o'rganishga qaratilgan.

Modul № 1

“Modellashtirish nazariyasining umumiy muammolari”

Modul № 1 “Modellashtirish nazariyasining umumiy muammolari”	Modellashtirish nazariyasining predmeti. Tizimlarni taqiq etishda modellashtirishning o'rni va ahamiyati. Modellarning sinflari. Bilish va boshqarish jarayonlarida modellashtirish jarayoni. Modellashtirish ob'ektlarini sinflari. Modellashtirish jarayonining asosiy bosqichlari.
1-mavzu.	“Matematik modellashtirish” faniga kirish

1.1.Ma'ruza mashg'ulotini o'qitish texnologiyasi

<i>Vaqt- 2 soat</i>	Talabalar soni: 70-80 nafar
<i>O'quv mashg'ulotining shakli</i>	Kirish vizual ma'ruzasi
<i>O'qitish texnologiyasi</i>	Fan to'g'risida yaxlit tasavvur hamda ma'lum yo'nalishlar beradi.
<i>Ma'ruza mashg'ulotining rejasi</i>	1. Model tushunchasi. 2.Modellashtirish tushunchasi. 3.Matematik model tushunchasi. 4.Matematik modelni qurish bosqichlari. 5.Matematik modellarni sinflash.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> “Matematik modellashtirish” fanining predmeti va bilish usullari, rivojlanish tarixi boshqa fanlar bilan aloqasi to'g'risida bilimlarni to'liq tasavvurini shakllantirish, Matematik modelni qurish bosqichlari. Matematik modellarni sinflari. bilan ishlashni o'rgatishdan iborat.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> -O'quvchini ushbu fanning vazifalari va maqsadi bilan tanishtirish, kasbiy tayyorgarlik tizimida uning o'rni va rolini	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i> <i>Talaba:</i> -O'quv fanining maqsadi va vazifalarini aytib beradi, -Fan bo'yicha talabalarning bilimiga, ko'nikma va malakasiga qo'yiladigan talablarni tavsiflaydi

belgilash, kursning qisqacha sharhini berish, fanning yutuqlari va taniqli olimlar nomlari bilan tanishtirib, kelajakdagi izlanishlarning yo'nalishini belgilash, tavsiya qilingan o'quv-uslubiy adabiyotlar tahlilini berish, hisobot va baholashning muddatlari va shakllarini belgilash;	-Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi va uslubiy jihatdan uzviy ketma-ketligini tavsiflaydi, -Fanning dasturlashdagi o'rnini aytib beradi va izohlaydi,
O'qitish uslubi va texnikasi	Vizual ma'ruza, so'rov, bayon qilish, klaster, texnikasi
O'qitish vositalari	Ma'ruzalar matni, proektor, tarqatma materiallar, grafik organayzerlar.
O'qitish shakli	Jamoa va guruhda ishlash.
Mavzularning tayanch iboralar nomi: 1.Sistema 2.Model 3.Matematik model 4.Modellashtirish	Tayanch iboralarning o'quv maqsadlari: 1. Sistema umumiy funktsiya bilan bog'langan elementlar to'plamidir yoki sistema o'zaro aloqadagi elementlar to'plamidir yoki oralarida u yoki bu aloqalar mavjud bo'lgan elementlar to'plami sistema deyiladi. 2. Model deganda biz predmet (hodisa) haqida uning u yoki bu ayrim xossalarini aks ettiruvchi ma'lum bir chegaralangan ma'lumotni beruvchi soddalashtirilgan bilimni tushunamiz. Modelni ma'lumotni kodlashning maxsus shakli sifatida qarash mumkin. 3. Jarayonning matematik tavsifini, ya'ni jarayonni matematik tilda bayonlashni matematik model deb yuritamiz. Matematik model olamning ma'lum hodisalari sinfining matematik belgilar bilan ifodalangan taqribiy ifodasidir. 4. Modellashtirish-turli jarayon va hodisalarni o'rganishning eng keng tarqalgan metodlaridan biri.
O'qitish shart-sharoiti	Proektor, kompyuter bilan jihozlangan auditoriya.
Mustaqil ish: -darslik va o'quv qo'llanmalar bo'yicha fan boblari va mavzularini o'rganish;	Talaba: -kundalik hayotda sistema tushunchasi va uning mohiyati; -matematik modelni qurish asoslari va ularning o'rganish; -matematik modellashtirish bosqichlar va yo'llari; -Mavzuga oid internet yangiliklari olib kelish.

B.Blum taksonomiyasi asosida o'quv maqsadlarining toifalarini belgilash

Tayanch iboralar	O'quv maqsadlari toifalari					
	Bilish	Tushunish	Qo'llash	Analiz	Sintez	Baholash
Murakkab sistema.	+	+		+		+
Yopiq sistema	+	+		+		
Matematik model	+	+	+	+	+	+
Imitastion model	+	+		+		+
Ochiq sistema	+	+	+	+	+	+
Ko'p kriteriyli model	+	+	+	+	+	+

Ma'ruza mashg'ulotini texnologik kartasi(1-mashg'ulot)

Bosqichlar vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchi	Talaba
1-bosqich Kirish (10min)	1.1Mavzu, uning maqsadi, o'quv mashg'ulotidan kutilayotgan natijalar ma'lum qilinadi	1.1.Eshitadi, yozib oladi.
2-bosqich	2.1. Talabalar e'tiborini jalb etish va bilim	2.1. Eshitadi, navbat

Asosiy (60 min)	darajalarini aniqlash uchun teskor savol-javob o'tkazadi. - Fanga doir qanday atamalarni bilasiz? - sonli tiplar orasidagi farqlar nima? 2.2. O'qituvchi vizual materiallardan foydalangan holda ma'ruzani bayon etishda davom etadi. 2.3. Quyidagi savollardan foydalangan holda mavzu yoritiladi: - "Matematik modellashtirish" fanining vazifalari nimalardan iborat? -Sistema tushunchasi nima? - Model nima? -Boshqa fanlar bilan qanday bog'liqligi bor? - O'qitish texnologiyasi qanday asosiy elementlardan iborat? -Tayanch ibora nima? -O'quv maqsadlarini toifalarini qanday belgilanadi? -Har qaysi mavzu, bo'lim, modulning maqsadlarni belgilash usullari qanday? -Reyting nazorati nima? -Reyting nazoratida qanday baholash usullari mavjud? -Tayanch iboralarni o'quv maqsadlari deganda nimani tushunasiz? -ma'lumotlarning xotirada qanday tasvirlanadi? 2.4. Talabalarga mavzuning asosiy tushunchalariga e'tibor qilishni va yozib olishlarini ta'kidlaydi.	bilan javob beradi. 2.2. Eshitadi, yozib oladi. 2.3. Eslab qoladi, yozadi. 2.4. Har bir savolga javob berishga harakat qiladi. 2.5. Ta'riflarni yozib oladi, misollar keltiradi.
3-bosqich Yakuniy (10min)	3.1. Mavzuga yakun yasaydi va talabalar e'tiborini asosiy masalalarga qaratadi. Faol ishtirok etgan talabalarni rag'batlantiradi. Mustaqil ish uchun vazifa, tayanch iboralarni izoxli ta'riflarini o'rganish vazifa qilib beradi, baholaydi.	3.1. Eshitadi, aniqlashtiradi. 3.2. Topshiriqni yozib oladi.

Amaliy 1 EtdfEK, SXva MIM, GTS , SXM 3/1 guruhlar uchun Mashg`ulot 1 Matematik modellashirish va dasturlashtirish	“TASDIQLAYMAN” Kaf. Mudiri _____ K.Qurbonov “ _____ ” _____ 2014 yil Chiziqli algebraic tenglamalar sistemasini echish usullari va ularni dasturlash asoslarini o`rganish.
---	--

ET va EK, GTI, SxvaMIM, SXM 3/1 guruhlar 17.02. 2014 yil

Amaliy mashg`ulotlarining texnologik xaritasi

Vaqti 2 soat	Talabalar soni 20-26
O`quv mashg`ulotining shakli	Amaliy mashg`ulot
Mashg`ulot rejasi	1. Matematik model tushunchasi 2. Matematik modullarning asosi. 3. Chiziqli algebraic tenglamalar sistemasini echish usullari va ularni dasturlash asoslari. 4. Turbo paskal tilida masalalarini dasturlashtirish
<i>O`quv mashg`ulotining maqsadi:</i> Matematik modullari, ularning turlari, yechilish usullari, chiziqli tenglamalar sistemari ularning echilish usullari, Kramer usuli, Gaus usuli, teskari matritsa usuli, iteratsiya usuli, transendentusuli, oraliqni teng ikkiga bo`lish usuli, vatarlar usuli, urinmalar usuli, aniq integral qiymatini taqribiy echish usuli, toqg`ri to`rtburchak usuki, trapetsiya usuli, Simpson usuli, boshlang`ich shartli differensial tenglamalarni sonli echish usullari, Eyler usuli, Runge Kutto, chegaraviy oddiy differensial tenglamalarni echish, differensial progonka, integral va integro- differensial tenglamalarni taqribiy yechish, Voltera tenglamasini, Fredgolm ko`rinishidagi tenglamasi, O`zgaruvchan kesimli to`sin egilishi masalasining matematik modeli va ularni echish, o`zgaruvchan kesimli sterjentebranishi masalasining matematik modeli va uning echilish, ыеукоуr turg`unligi, masalasining matematik modeli va uni echish, usullari va ularni turbo paskal tilidagi dasturlarini tuzish natija olish.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> <i>O`qituvchi:</i> _Matematik modellashirishni dasturlashtirish tilining modullariga bog`lash, er tuzish va er kadastr, sxva mim, sxm va gidrotexnik inshoatlar yo`nalishi sohasidagi o`rni haqida tushuncha berish; - Matematik modullari, ularning turlari haqida ma`lumot berish; - yechilish usullarini qisqacha tushuntirish; - chiziqli tenglamalar sistemari ularning echilish usullarini qisqacha ma`lumot berish .- Kramer usulida echilishini qisqacha tushuntirish va uni bajariga talabalarga topshiriqlar olishni tavsiya qilish, hamda ularga induvidial topshiriqlarni berish, bajarilishini kuzatib boorish hamda tavsiyalar berish.	<i>O`quv faoliyatining natijalari :</i> <i>Talaba:</i> - Dastlabki ma`lumotlar yig`ishni hal qiladi; - Usullarni o`rganib ularni asoslaydi va izohlaydi; - Usullarni izohlaydi va yozib tayyorlaydi misllarga dastur tuzadi; - Pascaldasturlashtirish tilining modullari o`qiydi o`rganadi hamda bajaradi yozib boradi. - o`zgaruvchilari bilan ishlashni dastur tuzib yozib boradi o`qiydi o`rganadi hamda bajaradi yozib boradi. - algaritmlarni dasturlashtirishning gidrotexnik inshoatlar, er tuzish va er kadastr, qishloq va suv, qishloq va suv xo`jaligi mexanizatsiyasi, yo`nalishlari sohalaridagi o`rni masalalarini o`qiydi tushunadi, yozadi va unung matematik modelini tuzadi. - yangi o`zgaruvchilarni o`rganadi yozib oladi va ularni turbo paskal tilida dasterlashtiradi. -algaritmlarni dasturlashtirishning gidrotexnik inshoatlar yo`nalishi sohasidagi o`rganadi yozib boradi, O`qiydi o`rganadi hamda bajaradi yozib boradi. -algaritmlarni dasturlashtirishning organadi yozadi misol yechadi, amaliy mashg`ulotni bajaradi;
O`qitish usuli	Amaliy masalani bajarish, o`qituvchi- talaba-, o`qituvchi , talaba - talaba texnikasi asosida olib boriladi
O`qitish vositalari	Tarqatma material, Dasturlash tillari Turbo Paskal algaritmik tili
O`qitish shakli	Tarqatma material hamda masalalar
O`qitish shart-sharoiti	Tarqatma material, kompiyuter, dastur, texnikasi

Amaliy mashg'ulotining texnik vaqlari va xaritasi

Bosqichlar Vaqti – 2 soat	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchi	Talaba
1-boaqich O'tgan darsni qisqacha yakunlash (10 min)	1.1. O'tgan dars mavzusi,uning maqsadi,o'quv mashg'ulotidan olingan natijalarni izohlab o'tish. 1.2. Otgan mavzuni yangi mavzuga bog'lash va uning usullari.	1.1. Eshitadi, fikrlaydi, o'z fikrini agar bo'lsa ifodalaydi, o'tgan mavzuning to'liq ma'nosiga ega bo'ladi
2-Bosqich asosiy talabalarga topshirlarni tushuntirish (50 min)	2.1.Talabalar e'tiborini masalaning echimiga jalb qiladi ularga ko'rsatma beradi. 2.2. Talabalarga tarqatma materiallarni etkizadi va bajarish tartibini tushuntiradi. 2.3. Talabalarga tarqatma materiallarni etkizadi va bajarish tartibini tushuntiradi ularning topshiriqni bajarishini kuzatib boradi. 2.4. Talabalarga tarqatma materiallarni etkizadi va bajarish tartibini tushuntiradi ularning topshiriqni bajarishini kuzatib boradi va natijani talab qiladi, kamchiligi bo'lsa to'g'rlab boradi hamda yakunlashga harakat qiladi.	–Eshitadi, mustaqil o'rganadi hamda yozib boradi – Bajarishga kirishadi o'ylaydi fikrlaydi,fikrini yozadi hamda masalaga ijobiy yondashadi. - Dastur tuzadi uni yozib boradi, fikr qiladi bajaradi. - Bajargan ishiga ilmiy ilmiy yondoshadi asoslaydi yozib boradi dasturni to'liq bajaradi.
3-Bosqich (20 min)	3.1. Mavzuni yakunlaydi amaliy mashg'ulotlarning bajarilishini tekshiradi va baholaydi. 3.2. Talabalarning ishlarini ijobiy baholashga harakat qiladi.	3.1. Fikrini bayon qiladi o'qituvchiga murojoat qiladi va ijobiy baholanishga harakat qiladi. 3.2.Fikrini ilmiy asoslab berishga harakat qiladi ilmiylik darajasini tushuntiradi va o'qituvchidan qo'shimcha fikrlarni eshitadi yozib oladi. 3.2. Uyga topshiriqni yozib oladi,Bajarilish usulini o'qituvchi bilan birgalikda tanlaydi.

Tayyorladi katta o'qituvchi _____A.A. Yo'ldoshev

Vizual materiallar

1-ilova.

Dastlabki umumiy ma'lumotlar

O'quv fanining maqsadi va vazifalari

Talabalarga tabiatdagi jarayonlarni ma'lum bir tartib asosida o'rganish maqsadida foydalaniladigan turli tushuncha va usullarni o'rgatish, ularga model tushunchasining mohiyati va uning modellashtirishda ahamiyati bo'yicha ko'nikma va malakalarni shakllantirishdan iborat.

Fanning vazifasi – talabalarga hayotiy masalalarni echishda modellashtirishning ahamiyati va yaratiladigan modellarning turli matematik usullar yordamida sonli va dasturlash orqali echish usullarni o'rgatishdan iborat.

Fanning o'quv rejadagi boshqa fanlar bilan o'zaro bog'liqligi va uslubiy jihatdan uzviy ketma-ketligi

“Matematik modellash tirish” fani 5-semestrlarda o’qitiladi. Talabalarni yuqorida keltirilgan tasavvur, bilim va ko’nikmalarga erishish uchun nazariy, amaliy, tajriba mashg’ulotlari ko’zda tutiladi. “Matematik modellash tirish” fanini o’rganishda matematika va tabiiy (oliy matematika, diskret matematika, tizimning dasturiy ta’minoti, dasturlash texnologiyasi, dasturlash asoslari) kabi fanlardan olingan bilim va ko’nikmalarga ega bo’lishi talab etiladi.

Fanni o’qitishda zamonaviy axborot va pedagogik texnologiyalar

Talabalarning “Matematik modellash tirish” fanini o’zlashtirishlari uchun o’qitishning ilg’or va zamonaviy usullaridan foydalanishni, yangi informastion-pedagogik texnologiyalarni tadbiq qilish muhim ahamiyatga egadir. Fanni o’zlashtirish darslik, o’quv va uslubiy qo’llanmalar ma’ruza matnlari, tarqatma materiallar, virtual stendlar hamda yuqori saviyalidasturlash tillaridan foydalaniladi. Ma’ruzada ilg’or pedagogik texnologiyalardan foydalaniladi.

2-ilova.

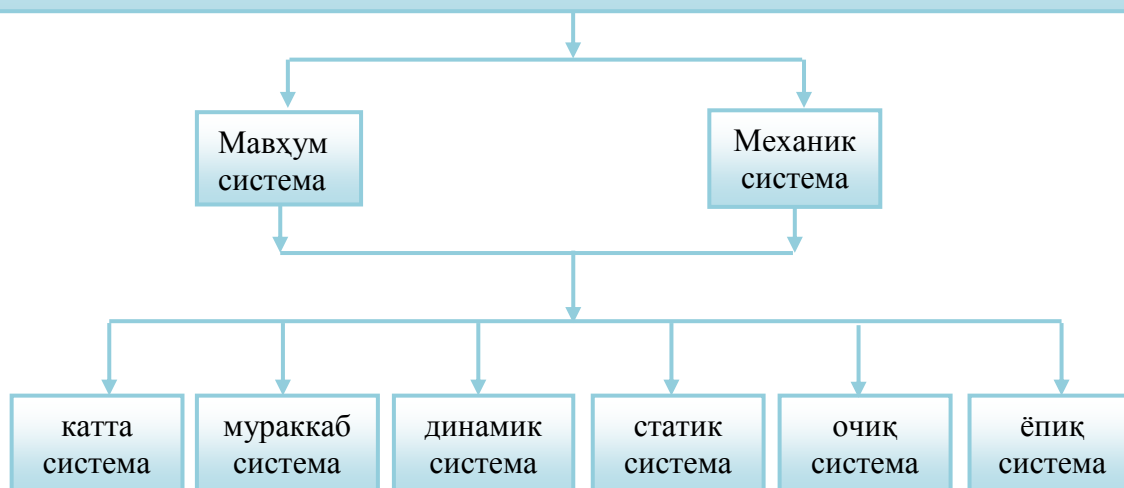
1-savol. “Modellashtirish nazariyasining umumiy muammolari”.

1. Model tushunchasi.
2. Modellashtirish tushunchasi.
3. Matematik model tushunchasi.
4. Matematik modelni qurish bosqichlari.
5. Matematik modellarni sinflash.

Ilmiy va amaliy tadqiqotlarda real mavjud sistemalarni modellashtirish katta rol o’ynaydi. Modellashtirish mohiyati shundan iboratki, har bir real mavjud yoki abstrakt bo’lgan ikki sistemalar orasida o’xshashlik munosabati o’rnatiladi. Agar bu sistemalardan birinchisi tadqiq qilish uchun ikkinchisiga nisbatan soddaroq bo’lsa, ikkinchi sistemaning xossalari haqida birinchi sistema xulqini kuzatib xukm chikarish mumkin. Bu xolda tadqiqot uchun foydalanilgan sistemani model deyiladi.

Modellashtirish masalalarining ko’yilishi san’atini egallashga yordam beradigan sistemaviy tushunchalarga jumladan, «sistema» so’ziga diqqatni karataylik

Система – юнонча бирлашма (сочетание) деган маънони билдиради ва умумий функция билан боғланган элементлар тўпламидир ёки система ўзаро алоқадаги элементлар тўпламидир ёки ораларида у ёки бу алоқалар мавжуд бўлган элементлар тўпламини



Ko'p sondagi elementlardan tashkil topgan sistemani "katta sistema" deyiladi. Katta sistemalar xar joyda:tabiatda, texnikada, jamiyatda mavjud. Katta sistemani sistema ostilari bo'yicha tadqiq qilinadi. Katta sistemalarning umumiy qonuniyatlarini, xossalarini va tuzilishini o'rganish bilan bilimning yangi soxalaridan biri katta sistemalar nazariyasi shurullanadi.

Elementlari va ular orasidagi aloqalari turli-tuman, bir jinsli bo'lmagan sistameni murakkab sistema deyiladi. Masalan, odam, odamning nerv sistemasi murakkab sistema bo'ladi, iktisodiy sistema murakkab, extimoliy, dinamik sistema bo'ladi.

Dinamik sistemalar, o'z navbatida determinirlangan va extimoliy sistemalarga ajraladi. Vaqtga qarab o'zgaradigan sistema dinamik sistemadir. Dinamik sistemada vaqtning bir qancha davrlari qaraladi. Masalan, iktisod dinamik sistema bo'ladi.

Statik sistemada vaqtning faqat bitta joriy davri qaraladi. Masalan, ishlab chikarishva boshqa iktisodiy ob'ektlarning joylashuvi statik sistema bo'ladi.

Tashqi muxitdan ajralgan sistema yopiq sistemadir. Masalan, import, eksport xisobga olinmaydigan sodda xoldagi iktisod yopiq sistema bo'ladi.

Tashqi muxit bilan o'zaro ta'siri xisobga olinadigan sistema ochiq sistemadir. Masalan, tirik mavjudodlar, eksport, importni xarakterlovchi ko'rsatkichlar kiritilgan mamlakat iktisodi ochiq sistema bo'ladi.

Extimoliy sistema-kelajakdagi xulqini avvaldan aniq aytib bo'lmaydigan sistema extimoliy sistemadir. Sistemadagi jarayonlarning tasodifiy xakteri xisobga olinsa,bunday sistema extimoliy sistemadir.

Determinirlangan sistema- bu vaqtning xar bir momentida sistema xakida absolyut ochik ma'lumotlar olish mumkin bo'lsa.Determinirlangan deganda biz u yoki bu amalning natijasi-ni avvaldan to'la aytib berishni tushunamiz. Masalan, sozlangan soat mexanizmi determinirlangan sistema bo'ladi.

Элементлар тўпламининг ўзи системани ташкил қилмайди. Системанинг элементлари ундай ёки бундай боғланишда бўлиши керак.

1. Кристаллнинг атом панжараси – система эмас, чунки у атомлар тўпламини ташкил қилса ҳам, бирор вазифани бажараришга мўлжалланмаган.
2. Поезд купесида газета ўқиётган учта одам гуруҳи – система эмас

1. Оила - система
2. Сухбатга киришган ўша учала одамлар гуруҳини - система
3. Темир йул - система
4. Халқ хўжалиги-система
5. Тирик ҳужайра-система, чунки у ўсади, озикланади, ҳаётий жараёни давом эттиришдан иборат бўлган ўз вазифасига бўйсунди.
6. Тенгламалар системаси
7. Одамнинг асаб системаси
8. Ҳарбий ишларда муҳофаа системаси.
9. Автоматлаштирилган бошқарув системаси

Система система остиларга ажралиши мумкин. Масалан, станок уни бошқарувчи уста билан икки ўзаро таъсирдаги ва ўзаро боғлиқ қисмли одам-машина системасини ташкил қилади. Ишчи, ўз навбатида, мускул, асаб, қон айланиши ва бошқа системалардан ташкил топган системани ҳосил қилади.

Система тушунчасига алоқадор бўлган баъзи тушунчаларни келтирамиз:

Элемент- мураккаб объектлар, ҳодисалар, жараёнларнинг (берилган системада, берилган қараш ва таҳлил усулида) қисмларга ажралмайдиган ташкил этувчиси (компоненти).

Тузилиш(структура)-система элементлари орасидаги алоқаларнинг нисбатан турғун қайд қилиниши.

Системанинг яхлитлиги –системанинг муҳитга ва бошқа ўхшаш системаларга нисбатан боғлиқ эмаслиги.

Эмерджентлик-система хоссаларининг система элементлари хоссаларига келтирилмаслиги (келтирилмаслик даражаси).

Системанинг мақсади- унинг энг яхши ҳолати.

Тескари алоқа-системанинг вақт мабайнидаги амали натижаларнинг шу амал характериға таъсири.

Oxirgi o'n yilliklarda "tizimli yondashish", "tizimli tahlil", "tizimlar nazariyasi" tushunchalari paydo bo'ldi.

Tizimli yondashish -asosi obe'ktlarni sistema sifatida qarashdan iborat bo'lgan ilmiy bilish va sostial amaliyotning metodikasining yunalishi.

Tizimli yondashish tadqiqotchini sistemaning yaxlitligini ochishga, undagi aloqalarning ko'p xil turlarini aniqlashga, ularni bitta yagona nazariy bir xolga olib kelishga yunaltiradi.

Tizimli yondashish prinsiplari (asosiy qonun - qoidalar) kibernetikada, texnikada, boshqaruvda, iqtisodiyotda va boshqalarda qo'llaniladi.

Jarayonlarni matematik modellashtirishda tizimli yondashishdan deyarli hamma fanlar (geografiya, politologiya, psixologiya, sostiologiya va boshqalar) vaqillari tomonidan foydalaniladi. Bunda modellashtirilayotgan ob'ekt sistema sifatida qaraladi.

Tizimli yondashish tushunchalarining aniq amaliy muammolarning tahliliga qullash tizimli tahlil (yoki sistemalar tahlili)nomini oldi.Tizimli tahlilning har qanday metod u yoki bu omillar, xodisalar,

jarayonlarning matematik bayoniga tayanadi. Tizimli tahlilning asosi matematik modellarni tuzishdan iborat. Tahlilning taqdiri modelning sifatiga bog'liq. Fan bora-bora alohida faktlarni o'rganishdan modellarning murakkab sistemalarini o'rganishga o'tishni tayyorladi. Tizimli tahlilining yaxshi maktabi bo'lib, fizika hisoblanadi. Fizikada o'zaro bog'langan modellar tizimbarpo qilingan. Tizimli tahlil matematik fan emas. U rasmiylashtirilgan modellarni tahliliga asoslangan metodlarni soddalashtiradi va o'zlashtiradi.

Tarixan tizimli tahlil 50 va 60 -yillarda shov-shuvli muvaffaqiyat qozongan jarayonlar tadqiqoti va boshqaruv nazariyasining keyingi tarakkiyotidir. Tizimli tahlil ilmiy-texnik faoliyatning muhim turidir.

Kibernetika, informastiyalar nazariyasi, o'yinlar nazariyasi va boshqalar tizimli tahlilning tarkibiy qismlaridir. Muayyan muammoning tizimli tahlilini quyidagi 11 bosqichga ajratish mumkin:



Bu bilan masalaning qo'yilishidan model tuzilishigacha bo'lgan yo'lni kuz oldiga keltirish mumkin. Demak tizimli tahlil tatbikiy fan bo'lib, u aniq amaliy masalalarni echishga yunaltilgan.

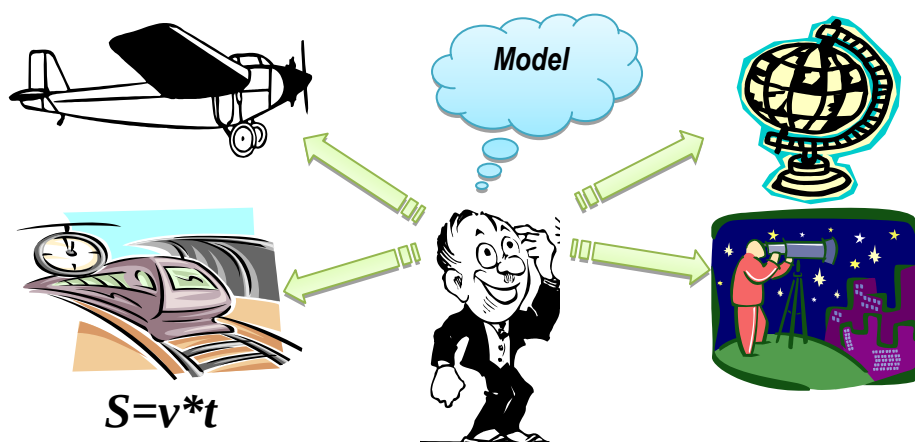
Tizimlar nazariyasi esa fanlar metodologiyasiga mansub. Bunda biologik va ijtimoiy tabiatli ixtiyoriy etarli murakkab materiya (modda) tashkillanishlariga oid umumiylik o'rganiladi. Materiya doim u yoki bu tashkillanishga ega. Tabiatdamavjud bo'lgan moddalarning ajoyib turli tumanligiga karamay, ularning tashkiliy shakllari nisbatan ko'p emas. Tizimlar nazariyasi falsafani bilish nazariyasi va boshqa bo'limlari bilan hamdamatematik mantiqbilan bevosita bog'langan. Ba'zi olimlar fikriga ko'ra tizimlarning umumiy nazariyasi har qanday turdagi tizimlar haqidagi umumiy fan bo'lishi kerak. Hozirgi kundato'plamlar nazariyasi, algebra apparatlaridan foydalanuvchibir qancha tizimlarning matematik nazariyalari ko'rilgan.

Shunday qilib yuqorida biz tizimli tushunchalar, ular bilan bog'liq bo'lgan modellashtirishning mohiyati, model tushunchasi haqida qisqacha gapirib o'tdik.

Endi biz model, modellashtirish tushunchalari va ularga bog'liq bo'lgan asosiy tushunchalar ustida batafsilroq to'xtalamiz.

"Model" so'zi lotincha *modulus*, so'zidan olingan bo'lib, o'lchov, me'yor, obraz, namuna, analog, "o'rinbosar" degan ma'nolarni bildiradi.

Model tushunchasini ta'riflash juda qiyin. Bir manbada uning 31 ta ta'rifi sanab o'tilgan. Shunday bo'lsada bu tushuncha har birimizga tanish: o'yinchok samolyot-samolyotning modeli, globus - erning modeli, planetariy ekrani - osmon va undagi yulduzlar modeli, $S=v*t$ formula – jism harakati modeli. Bu bayon qilingan predmetlar grafik tasvirlar, formulalar bir "model" so'zi bilan birlashadilar.



Model ta'riflaridan birini yuqorida bayon qilgan edik. Yana turli shaklda berilgan ta'riflardan ba'zilarini keltiramiz. Keng ma'noda model biror ob'ekt yoki ob'ektlar tizimining obrazi yoki namunasidir. N.N. Moiseev ta'rifi bo'yicha «Model deganda biz predmet (hodisa) haqida uning u yoki bu ayrim xossalari aks ettiruvchi ma'lum bir chegaralangan ma'lumotni beruvchi soddalashtirilgan bilimni tushunamiz. Modelni ma'lumotni kodlashning maxsus shakli sifatida qarash mumkin. Oddiy kodlashda bizga barcha dastlabki ma'lumotlar ma'lum bo'ladi va ularni biz faqat boshqa tilga o'tkazamiz, model esa, kaysi tildan foydalansa ham, kishilar ilgari bilmagan ma'lumotni ham kodlaydi». Endi modellashtirish tushunchasi haqida gapiramiz. Modellashtirishning ham turli shakllardagi bayonini keltiramiz. Modellarni yasash kishilar faoliyatida juda katta ahamiyatga ega.



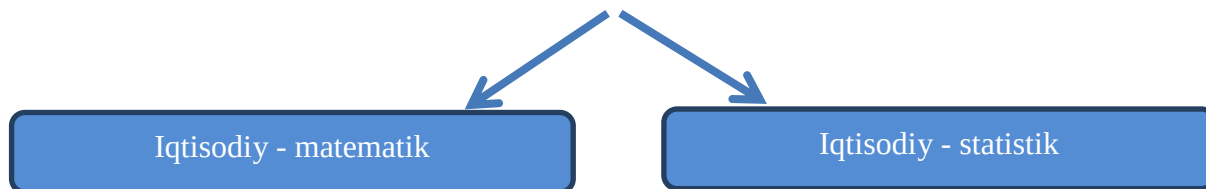
Modelni qurish
jarayoniga
modellashtirish
deyiladi.

Modellashtirish deganda obe'kt (tizim)ning modeli yordamida shu obe'ktning xossalarini tadqiq qilish jarayonini tushuniladi. Modellashtirish bilish obe'klarini ularning modellari yordamida tadqiq etish, kuzatilayotgan predmet va hodisalarning modellari yasash va o'rganishdir. Obe'ktning uning modeli yordamida bilish modellashtirishdir. Har qanday bilish modellashtirishdan iborat, chunki bunda tegishli obe'kt bosh miyada asab hujayralari majmui yordamida ideal ko'rinishda aks etadi, ya'ni biz obe'ktning modeli bilan ish ko'ramiz. Modellashtirish - turli jarayon va hodisalarni o'rganishning eng keng tarqalgan metodlaridan biri.

Model tushunchasi biologiya, medistina, ximiya, fizika, iktisodiyot, sostiologiya, demografiya va boshqa fanlarda ham ko'llaniladi.



Iktisodiy tizimlarni modellashtirishda matematik modellar keng qo'llanilmokda.



Biz matematik modellar haqida so'z yuritamiz. Matematik modellarni tuzish tizimli tahlilining asosidir. Bu ixtiyoriy tizimni tadqiq qilishning markaziy bosqichidir. Keyingi tahlilning natijasi modelning sifatiga bog'liq.

Matematik model tushunchasiga ham turli ta'riflar berilgan. Ulardan ba'zilarini keltiramiz. Jarayonning matematik tavsifini, ya'ni jarayonni matematik tilda bayonlashni matematik model deb yuritamiz. Matematik model olamning ma'lum hodisalari sinfining matematik belgilar bilan ifodalangan taqribiy ifodasidir.

Real tizimning (aniqrog'i tizim ishlashi jarayonining) matematik modeli deganda biz tizim parametrlariga, kirish signallariga, boshlang'ich shartlar va vaqtga bog'liq tizim holatlari xarakteristikalarini (bular orqali chiqish signallarini) aniqlovchi munosabatlar (masalan, formulalar, tenglamalar, tengsizliklar, mantiqiy shartlar, operatorlar va boshqalar) to'plamini tushunamiz.



Ўrganilgan jaraён ёки ҳодисани математик символлар ёрдамида баён қилувчи математик муносабатлар системасини математик модель дейилади.



Объектнинг харақтеристикаларини баён қилувчи математик ифодаларни математик модель дейилади.



Формулалар кўринишида ёзилган фақат миқдорий харақтеристикаларни ўз ичига олган моделларни математик модель дейилади.



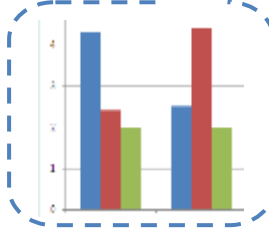
Ҳодисалар синфининг соддалаштирилган математик белгилар билан ифодаланган баёни математик модель дейилади.



Ташқи дунёнинг бирор ҳодисалар синфининг математик белгилар ёрдамида тақрибий баёни математик модель дейилади.

Misollar: Eng qadimgi matematik modellardan biri Evklid geometriyasidir. Bu bizni kurshab olgan fazo va undagi predmetlar modelidir. Predmetlar sonining abstrakt modeli sonidir. Hammaga ma'lum matematik modellar: butun sonlar tizimsi, xakikiy sonlar tizimsi. Hozirgi zamon algebrasida gruppalar, xalqalar, maydonlar, vektor fazolar, chiziqli algebralar, bul algebralari kabi matematik modellar bilan ish ko'riladi.

Аниқ sonli xarakteristikalariga ega bo'lgan modelni **sonli model**, mantiqiy ifodalar yordamida yozilgan modelni **mantiqiy model** (masalan, **algoritm blok-sxemas**), grafik usuldagi modelni **grafik model** (masalan, **grafiklar, diagrammalar, rasmlar**), EXM yordamida ro'yobga chiqarilgan modelni **mashina(elektron)modeli** deyiladi



Модел нима учун керак?

объект (жараён)нинг таркиби, тузилиши, асосий хоссалари, ривожланиши қонунлари ва ташқи дунё билан ўзаро таъсирини тушуниш учун;

объект(жараён)ни бошқаришни ўрганиш ва берилган мақсад ва критерийларда бошқаришнинг энг яхши усулларини аниқлаш учун;

объектта таъсир қилишнинг берилган усулларининг ва формаларини ишга солишнинг тўғри ва билвосита оқибатларини олдиндан айтиб бериш учун;

Matematik model olamni bilish, boshqarish va oldindan aytib berishning kuchli usulidir.

Har qanday matematik model uch yul bilan paydo bo'lishi mumkin;

а) ҳодисани тўғридан-тўғри кузатиш натижасида, уни тўғридан-тўғри ўрганиш ва тушуниш натижасида; бундай усул билан олинган моделни феноменологик модел дейилади;

б) бирор дедукция жараёни натижасида, бунда янги модел бирор умумийроқ моделдан хусусий ҳол сифатида олинади; бундай моделларни асимптотик моделлар дейилади;

в) бирор индукция жараёни натижасида, бунда янги модел "элементар" моделларнинг табиий умумлашмасидан иборат бўлади. Бундай моделларни ансамбль моделлари дейилади.



Nyuton mexanikasining hamma modellari fenomenologik modellardir. Bular kishilarning harakatlardan eng soddasi bo'lgan mexanik harakatlarning tabiatini tushunish va anglash yulidagi (harakatlari) tirishishlari yakunini chiqardilar. Kuchning harakat xarakteriga ta'sirini Nyutongacha bilishar edi. Nyutonning ba'zi o'tmishdoshlari harakat sirlarini ochishga juda yaqin keldilar. Bulardan biri I. Kepler edi. Nyuton birinchi bo'lib impulsning saqlanish qonunini tushundi va bayon qilib berdi. Ma'lum bo'lishicha, kuch tezlikning o'zgarishini aniqlaydi, tezlikning o'zini emas, ya'ni kuch tezlikni emas, balki tezlanishni aniqlaydi:

$$F = m \frac{dv}{dt}$$

Bu erda massa vaznli proporsionallik koeffitsienti rovida ishtirok etmoqda. Shu kabi qator kashfiyotlar yaratildi.

Matematiklar va fiziklarning birgalikdagi harakatlari tufayli fizika modellarining hozirgi zamon tizimi barpo etildi. Bu erda qizig'i va muhimi modellarining to'plamigina emas, balki tizimi yaratildi. Hozirgi zamon fizikasi - bu matematik modellarining mantiqan bog'langan tizimidir. Bu jarayonda asimptotik tahlil g'oyalarining rivoji katta rol o'ynadi. Yangi modellar eskilarini oshkor qilmadi, balki ularni ba'zi xususiy hol sifatida kiritdilar. Masalan, Nave-Stoks modellari o'z ichiga xususiy hol sifatida Eyler modelini kiritdi. Agar Nave-Stoks modelida qovushqoqlik v ni nolga teng desak, Eyler modeliga kelamiz.

Biror tabiat hodisasi, prostessini matematik o'rganish uchun, u avvalo soddalashtiriladi, ya'ni hodisaga xos xossalarning xilma-xilligidan bir qismini tekshirish uchun kiritadilar, hamda hodisa xarakteristikallari va tashqi muhit orasidagi aloqa(bog'lanish)lar haqida ba'zi mulohazalar qilinadi. Bir qancha xodisalar modellari bir xil bo'lishi mumkin. Aksincha bir hodisa uchun bir necha turli modellar qurish mumkin. Model hodisa bilan aynan bir emas, u hodisa strukturasi haqida biror taqribiy tasavvur beradi xolos. Model ba'zan birinchi qaraganda juda qo'pol bo'lishi mumkin, lekin u qonikarli natijalar berishi mumkin.

Masalan, I. Kepler va I. Nyuton vaqtlaridan osmon mexanikasi Quyosh tizimi tuzilishining quyidagi modeliga asoslangan: Quyosh va planetalar mos massalarga ega va ular orasida tortilish kuchlari

$$F = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

qonun bo'yicha ta'sir qiladigan material nuqtalarni bildirgan, bu erda F -bu massalari m_1 , m_2 va oralaridagi masofa r ga teng bo'lgan ikkita osmon jismlari orasidagi tortilish kuchi, γ -tortilish doimiysi. Planetalarni modelashtirgan material nuktalar ularning og'irlik markazlarida joylashgan. Bu model birinchi qarashda qo'pol bo'lsa ham, u planetalar harakatini to'la qonikarli bayon qiladi va bu model katta natijalarga olib keldi, xususan Quyosh tizimida astronomlarga noma'lum planetalar mavjudligini isbotladi. 1846 yil Neptun, 1930yil Pluton planetalarining mavjudligi isbotlandi.

Model tizimni etarli to'g'ri akslantirishi va foydalanish uchun qulay bo'lishi kerak.

Modelning modelashtirilgan ob'ektga mosligini modelning adekvatligi deyiladi. "Adekvatlik" so'zi lotinchadan tarjimada teng, tenglashtirilgan degan ma'noni bildiradi.

Bu shartli tushuncha, chunki model real ob'ektga to'la mos bo'lolmaydi, aks holda bu model emas, ob'ektning o'zi bo'lardi. Odatda model qancha adekvat bo'lsa, u shuncha murakkab bo'ladi. Shuning uchun modelning soddaligi va adekvatligi talablari qandaydir ma'noda qarama-qarshidir. Modelashtirishda adekvatlik umuman emas, balki tadqiqot uchun muhim hisoblangan xossalari bo'yicha nazarda tutiladi.

Misollar:1. Avtomobilni boshqarishni o'rganishda kerak bo'ladigan stend-trenajerdagi avtomobil modeli avtomobilga shakl, o'lchovlari bo'yicha o'xshamaydi, gildiraklari hatto yuq. Shunday bo'lsa ham boshqaruvni o'rganish uchun bu adekvat model bo'ladi.

2. Garaj maketini qurishda o'sha avtomobilning modeli mashinaga tashqi o'xshash (kengligi, balandligi, uzunligi bo'yicha proporsional), ammo aslida u yog'ochning o'zi. Bu quriladigan masala uchun adekvat model bo'ladi.



3. Agar bizni iqtisodiyotida xomashyoning miqdoriy xarakteristikalarini (og'irligi) qiziqтира (masalan, bir tonna qandaydir yarim fabrikat olish uchun qancha xomashyo

kerakligini aniqlaydigan bo'lsak), u holda bizni o'sha jarayonning narx xarakteristikalarini qiziqtirmasligi mumkin; agar aksincha bizni narx xarakteristikalarini qiziqтира, u holda biz modelga miqdoriy xarakteristikalarini kiritmasligimiz mumkin. Bizni qiziqtirgan xarakteristika bo'yicha modelning jarayonga adekvatligi tekshiriladi.



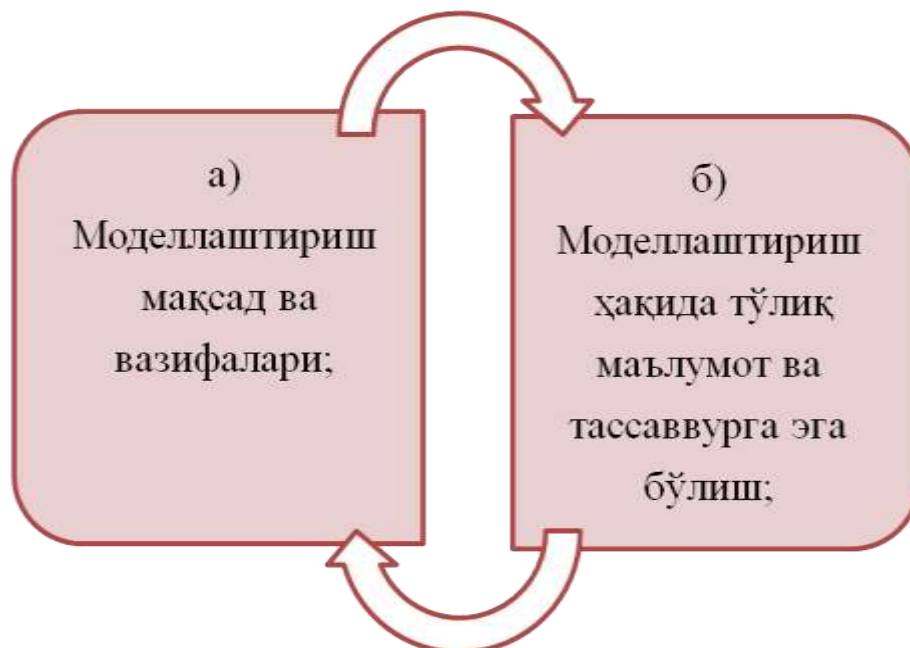
Nazorat savollari.

1. Modellashirishning mohiyati nimadan iborat?
2. Model nima?
3. Tizim nima?
4. Tizimga misollar keltiring.
5. Tizim osti nima?
6. Tizim ostiga misol keltiring.
7. Element nima?
8. Tizimning turlari asida gapiring.
9. Ehtimoliy tizimni tushuntirib bering.
10. Tizimli tahlilning mohiyatini gapiring.
11. Model ta'riflaridan keltiring.
12. Modellarga misollar keltiring.
13. Modellashirish nima?
14. Matematik model ta'riflaridan keltiring.
15. Matematik modellarga misollar keltiring.
16. Model nima uchun kerak?
17. Matematik modelning paydo bo'lish yullari.
18. Modelning adekvatligini tushuntiring.

3-ilova.

1- mashg'ulot bo'yicha xulosa

1. "Matematik modellashirish" fanining predmeti va bilish usullari, rivojlanish tarixi boshqa fanlar bilan aloqasi to'g'risida bilimlarni to'liq tasavvurini shakllantirish, tizim tuzilmasining asoslari, ularning klassifikatsiyasi, modelning mohiyati va modellashirish texnologiyasini o'rgatishdan iborat. Modellashirish quyidagi muammolarni qo'yadi:



2. Tizim tuzilmalarining o'zgaruvchanligi va tartiblanganligi, ularning fizik va mantiqiy tuzilishi kabi muammolarni qo'yadi.

3. "Matematik modellashtirish" fani fundamental fan bo'lib talabalarga turli modellashtirish muammolarni echish uchun ularninazariy-uslubiy bilim bilan qurollantiradi.

4-ilova.

1-ma'ruza mashg'uloti bo'yicha bilimlarni mustahkamlash uchun vazifa

(Ha, yo'q texnikasi).

1. "Matematik modellashtirish" fani boshqa fanlar bilan bog'liqmi?
2. "Matematik modellashtirish" fanidan darslik va o'quv qo'llanma mavjudmi?
3. Tizim va tizimda mumkinmi?
4. Model va modellashtirish farqlanadimi?
5. Tayanch iboralarning o'quv maqsadlarini toifalarini belgilashni bilasizmi?
6. Talabalar bilimini baholashning reyting nazorati to'g'risida nizom mavjudmi?

O'quv topshiriqlar

1- ilova.

Guruh bilan ishlash qoidalari

Guruh a'zolarining har biri

- o'z sheriklarining fikrlarini hurmat qilishlari lozim;
- berilgan topshiriqlar bo'yicha faol, hamkorlikda va mas'uliyat bilan ishlashlari lozim;
- o'zlariga yordam kerak bo'lganda so'rashlari mumkin;
- yordam so'raganlarga ko'mak berishlari lozim;
- guruhni baholash jarayonida ishtirok etishlari lozim;

2-ilova

1. *Bitta gap bilan savolga javobni shakllantiring.*
tizim, katta tizim, murakkab tizim, dinamik tizim, statik tizim, determinirlangan, ehtimoliy tizim, ochiq tizim, yopiq tizim, tizim osti, tizimli yondashish, tizimli tahlil, tizimlar nazariyasi kabi tushunchalar qanday bog'liqlikda namoyon bo'ladi?
2. *Tizimga misollar keltiring?*
3. *Ushbu tushunchalarning mazmunini yoriting.*
Tizim, model, modellashtirish, matematik model, matematik modellashtirish.

Baholash mezonlari va ko'rsatkichlari (ball)**3-ilova.**

Guruh	1 topshiriq	2 topshiriq	3 topshiriq (har bir savol 0,2 ball)			Ballar yig'indisi
	(0,7)	(0,7)	1-savol	2-savol	3-savol	(2,0)
1						
2						
3						

4-ilova.**B.B.B. usuli asosida bilimlarni sinash uchun tarqatma materiallar**

	Tushuncha	Bilaman "+", Bilmayman "-".	Bildim "+", Bila olmadim "-".
1	“Matematik modelashtirish” fanining predmeti nimadan iborat		
2	Tizim to'g'risida ma'lumot bering		
3	Modelashtirish to'g'risida ma'lumot bering		
4	Baholashning reyting nazorati		
5	Joriy nazorat		
6	Oraliq nazorat		
7	Yakuniy nazorat		
8	Matematik modelashtirishning mohiyati to'g'risida ma'lumot bering		

Modul № 2
“Modellashtirish texnologiyasi”

Modul № 2 “Modellashtirish texnologiyasi”	Konseptual model tuzish. Dastlabki modelni tayyorlash. Matematik model va uni ishlab chiqish. Modellashtirish ob’ekti. Ob’ektlar haqida ma’lumotlar. Aprior axborot. Apostreor axborot.
2-mavzu.	Modellashtirish texnologiyasi

1.1.Ma’ruza mashg’ulotini o’qitish texnologiyasi

<i>Vaqt - 4 soat</i>	Talabalar soni: 70-80 nafar
<i>O’quv mashg’ulotining shakli</i>	Vizual ma’ruza
<i>O’qitish texnologiyasi</i>	Muammoli
<i>Ma’ruza mashg’ulotining rejasi</i>	1.Konseptual modelni yaratish. 2.Dastlabki ma’lumotlarni tayyorlash. 3.Matematik modelni ishlab chiqish 4.Modellashtirish vositalarini tanlash. 5.Modelni adekvatligini tekshirish va sozlash. 6.Model bilan tajribalarni tahlil etish. 7.Modellashtirish natijalarini tahlil etish. 8.Modellashtirish ob’ekti. 9.Ob’ekt haqida xabarlar. 10.Aprior axborot. 11.Aposterior axborot.
<i>O’quv mashg’ulotining maqsadi:</i> Matematik modelni ishlab chiqish ishlab chiqishda qo’llaniladigan dastlabki ma’lumotlarni tayyorlash, modellashtirish vositalarini tanlash, matematik modelni ishlab chiqish va model bilan tajriba natijalarini tahlil qilish.Ularga ta’luqli nazariyani tahlil qilish.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> -Matematik model yaratishda qo’llaniladigan dastlabki ma’lumotlarni tayyorlash yo’llarni bayon qilish; -Matematik modelni ishlab chiqish vositalarini tanlash va adekvatligini tekshirish usullarini bayon qilishi; - Matematik model va tajriba natijalarini tahlil qilish usullarini bayon etish.	<i>O’quv faoliyatining natijalari:</i> <i>Talaba:</i> - Matematik modellashtirishda qo’llaniladigan zaruriy ma’lumotlarni to’plash usullarini tahlil qilish; -Matematik modellashtirish vositalarini tanlash, uni ishlab chiqish va adekvatligini tekshirish. Shu bilan birga matematik model va tajriba natijalrni tahlil qilish usullari namoyish etish; -Mustaqil ish sifatida uyda modellashtirish sinflarini o’rganadi.
<i>O’qitish uslubi va texnikasi</i>	Vizual ma’ruza, blist-so’rov, bayon qilish, klaster, texnikasi
<i>O’qitish vositalari</i>	Ma’ruzalar matni, proektor, tarqatma materiallar, grafik organayzerlar.
<i>O’qitish shakli</i>	Jamoa va guruhda ishlash.
<i>O’qitish shart-sharoiti</i>	Proektor, kompyuter bilan jihozlangan auditoriya.
<i>Mavzularning tayanch iboralari nomi:</i> 1. model 2. matematik model 3. modellashtirish 4. moddiy model 5. abstrakt model 6. funkstional model 7.strukturali model 8. immitastion model	<i>Tayanch iboralarning o’quv maqsadlari:</i> 1. Moddiy modellar asosan o’rganilayotgan ob’ekt va jarayonni geometrik, fizik, dinamik yoki funkstional xarakteristikalarini ifodalaydi. 2.Abstrakt (ideal) modellar inson tafakurining mahsuli bo’lib, ular tushunchalar, gipotezalar va turli xil qarashlar tizimsidan iborat. 3. Matematik modellashtirish turli xil tabiatli, ammo bir xil matematik bog’lanishlarni ifodalaydigan voqea va jarayonlarga asoslangan tadqiqot usulidir.

9. nazariy model 10. analitik model 11. tadbiiy model	4. Funkstional model – X ga qiymat berib. U ning qiymatini olish bo'yicha ob'ektning o'zgarishini ifodalaydi. Bunda $Y=D(X)$ bog'lanish mavjud bo'ladi. 5. Strukturali modellar ob'ektning ichki tuzilishini, uning tuzilish kismlarini, ichki parametrlarini, ular orasidagi bog'lanishlarni ifodalaydi. 6. Immitastion modellar. EXMning vujudga kelishi bilan modellashtirishning yangi yunalishi paydo bo'ladi. Model yaratishva unda tajribalar o'tkazishda EXM katta rol o'ynaydi. Bunday modellarni immitastion modellar deyiladi.
<i>Mustaqil ish</i> -darslik va o'quv qo'llanmalar bo'yicha fan boblari va mavzularini o'rganish;	Talaba: - Modellashtirish sinflarini tahlil qilish; - Matematik modellashtirish vositalarini tanlash, uni ishlab chiqish va adekvatligini tekshirish. Shu bilan birga matematik model va tajriba natijalarni tahlil qilish usullari namoyish etish; - Mustaqil ish sifatida uyda modellashtirish sinflarini o'rganadi.
<i>O'quv – ilmiy adabiyotlar</i>	1. Dyachko A.G. i dr. «Reshenie prikladnykh zadach» Moskva 1987g. 2. Gorstko A.B. «Poznakomtes s matematicheskimi modelirovaniem» Moskva 1971g. 3. Gorstko A.B. «V poiskax pravilnogo resheniya» Moskva 1970g. 4. Tixonov A.N., Kostomarov D. P. «Vvodnye lektii po prikladnoy matematike» Moskva 1984g. 5. Levin A.E., Germenko G.L. Modelirovanie ierarxiya osnovy avtomatizirovannogo proektirovaniya. M. 1989. 6. Kamilov M.M., Ergashev A.K. Matematik modellashtirish. TATU, Toshkent 2007-176 b. 7. www.cyberseller.ru 8. www.bookorchive.ru 9. www.plati.acdshop.ru
Mindmapping texnologiyasi asosida o'quv maqsadlarining toifalarini belgilash.	
Nazariy ma'lumotlar asosida qog'ozda miya xaritasini shakllantirish 1. model-miya xaritasida asosiy tugun 2. matematik model– qo'shimcha tugun 3. moddiy model– qo'shimcha tugun 4. abstrakt model– qo'shimcha tugun 5. funkstional model– qo'shimcha tugun 6. strukturali model– qo'shimcha tugun 7. immitastion model– qo'shimcha tugun	

Ma'ruza mashg'ulotini texnologik kartasi (2-mashg'ulot)

Bosqichlar vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchi	Talaba

1-bosqich Kirish (5min)	1.1 Mavzu, uning maqsadi, o'quv mashg'ulotidan kutilayotgan natijalar ma'lum qilinadi	1.1. Eshita-di, yozib oladi.
2-bosqich Asosiy (65 min)	2.1. Talabalar e'tiborini jalb etish va bilim darajalarini aniqlash uchun tezkor savol-javob o'tkazadi. 2.2. O'qituvchi vizual materiallardan foydalangan holda ma'ruzani bayon etishda davom etadi. 2.3. Modellar sinflarining taqdimotini namoyish qiladi. 2.4. Quyidagi savollardan foydalangan holda mavzu yoritiladi: -dastlabki ma'lumotlarga nimalar kiradi? -adekvatliknima? -modellashtirish vositalariga nimalar kiradi? -modelni ishlab chiqish bosqichlariga nimalar kiradi? 2.5. Talabalarga mavzuning asosiy tushunchalariga e'tibor qilishni va yozib olishlarini ta'kidlaydi.	2.1. Eshitadi, navbat bilan javob beradi. 2.2. Eshitadi, yozib oladi.
3-bosqich Yakuniy (10min)	3.1. Mavzuga yakun yasaydi va talabalar e'tiborini asosiy masalalarga qaratadi. Faol ishtirok etgan talabalarni rag'batlantiradi. Mustaqil ish uchun vazifa, ma'lumotlarning turlarini o'rganishni vazifa qilib beradi, baholaydi.	3.1. Eshitadi, aniqlashtiradi. 3.2. Topshiriqni yozib oladi.

Vizual materiallar

1-ilova

1. Konseptual modelni yaratish

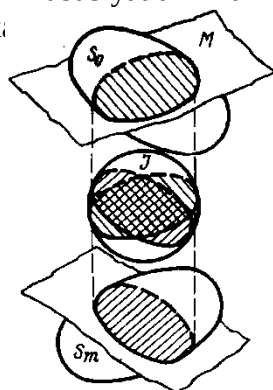
Modelni ishlab chiqarishda tavsiflashni shartli ravishda quyidagi pog'onalariga bo'lish mumkin:



Bu pog'onalarda modellar yaratiladi.

Konseptual (mazmunli) model - abstrakt model bo'lib, tizimni S_0 tarkibiva strukturasini, elementlar xususiyatini va sabab-oqibat bog'lanishlarini aniqlaydi. Konseptual modelda odatda so'z bilan tadqiq etilayotgan tizimning elementar hodisalar haqida xabarlar beriladi. Bundan tashqari elementar hodisalar orasidagi o'zaro ta'sir turi va darajasi, har bir elementar hodisani tizimni ishlashi umumiy jarayondagi o'rni va ahamiyati tavsiflanadi.

Dastlab konseptual model tadqiqotchini ongida vujudga keladi. Model modellashtirish maqsadiga mos ravishda tizimni ma'lum xususiyatlarini aniqlashga qaratilgan bo'ladi. Bu jarayon M-orentastiya deyiladi. Tadqiqotchi tizimi x iqtirgan xususiyatlari tariflanadi.



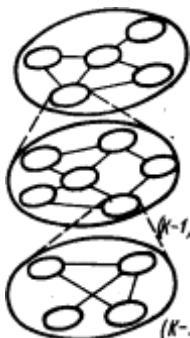
2.1.Rasm. Konseptual modelni tasvirlash.

Konseptual modelni ishlab chiqqish tizimini S_0 chuqur bilishni talab etadi, chunki modelda qatnashadigan va modellashtirish natijalariga ahamiyatli ta'sir etmaydigan parametrlarni tanlab olinadi.

Modelni yaratishda asosiy muammolardan biri bu modelni oddiyligi va adekvatligi o'rtasida kompromissni aniqlashdir. Kompromiss echimini topishni formal usullari mavjud emas. Bu muammo asosan tadqiqchining tizim hakidagi bilimlariga, hisoblash boholariga tajribasiga bog'liq. Shuning uchun modellashtirish faqat Fan bo'libginaqolmasdan, balki san'at hamdir. Mo'ljallanmagan modelni tuzishda ko'pincha foydali va tashqi muhitning ta'sirlari aniqlanadi.

Stratifikastiya.

Konseptual modelni yaratishdagi keyingi qadam modelni detallashtirish sohasini tanlash hisoblanadi.



2.2.Rasm. Model pog'onalari.

Ma'lumki, har qanday ixtiyoriy tizim, shu jumladan hisoblash tizimlari - bu ko'pdan-ko'p elementlar birligidir. Har bir tizim xususiyatlardan biri uning kichik bo'laklarga bo'linishidir. Shuning uchun tizimlar qismlar (qism bulaklar, elementlar) majmuasi shaklda tasvirlanadi. Bu majmuaga tizimni butunligiga saqlab qoluvchi hamma bo'laklar kiritiladi. Biror-bir elementni modeldan chiqarib tashlash tizimi asosiy xususiyatlarini yo'qotilishiga olib kelmasligi lozim.

Ikkinchi tomondan esa tizimni har bir bo'lagi bir nechta elementlar majmuasidan iboratdir va bu bo'lak ham mayda elementlarga bo'linadi. Shuni hisobga olgan holda detallashtirish pog'onasini tanlash muammosi modellarni ierarxik ketma-ketligini qurish bilan echimni topish mumkin. Har bir pog'onada tizimni xarakterli xususiyatlari, o'zgaruvchilar, prinstiplar va bog'lanishlar mavjudki, bular yordamida tizim harakati yoziladi.

Detallashtirish pog'onalari boshlanishlar deyiladi, pog'onalarni ajratish esa stratifikastiya deyiladi. Boshlanishlarni tanlash modellashtirish maqsadida va elementlarni xususiyatini oldindan bilish darajasiga bog'liq. Biror bir tizim uchun turli boshlanishlar ishlatilishi mumkin. Odatda modelga faqat detallashtirishni bitta pog'ona elementlari ishlatiladi. S_{ok} chi boshlanish. Ba'zi hollarda modelda turli boshlanish elementlari ham ishtirok etishi mumkin. Agar alohida elementlarni umum tizim (funkstional) xususiyatlari haqida kam ma'lumot bo'lsa, yoki ularni tavsiyalash qiyin bo'lsa, bunday hollarda har bir element uchun modelda quyi boshlanishdan uning detallashtirilgan tavsiyalari kiritilishi mumkin, ya'ni (K-1) boshlanishdan. Bu quyi pog'ona elementlarini ham bo'laklarga bo'lish va ularni (K-2) boshlanish pog'ona elementlari tavsiflari bilan almashtirish mukin.

Mo'ljallangan va stratifikastiyalangan konseptual modelni tizishda quyidagi yuriqnomadan foydalanish mumkin. Modelga tizimni hamma parametrlari kiritilishi lozimki, birinchi navbatda bu parametrlar modellashtirish jarayonida variastiyalash bilan tadqiqotchini qiziqtiruvchi xarakteristikalarini konkret tashqi muhit ta'sirlarida berilgan vaqt intervalda T aniqlash imkoniyatini bersin. Qolgan parametrlarni (o'zgaruvchilar) ni modeldan o'chirib tashlash kerak.



Salbiy ta'sir generatorlari tizimni normal ishlash jarayonini buzadi (2.3-rasm) Tizimni chiqish ta'sirlarini qabul qiluvchi modelga kiritilmaydi. Faraz qilinadiki tizimni ishlash natijalari, ya'ni asosiy o'zgartiriladigan mahsulotlar, qo'shimcha mahsulot va axlatlar, tizimni holati haqidagi axborot va tashqi tizimlarga bo'ladigan boshqarish ta'sirlari tashqi muhit tomonidan to'la va to'xtovsiz yuritiladi.



Рasm 2.3. Структуралаш ва бoшқариш.

Modelni strukturasini tuzish elementlar orasidagi o'zaro aloqalarni ko'rsatish (ifodalash) bilan tugaydi. Aloqa moddiy va axborotli ko'rinishlarga (turlarga) bo'linadi. Moddiy aloqalar o'zgartirilayotgan mahsulotni bitta elementdan ikkinchi elementga mumkin bo'lgan o'tish yullarini aks ettiradi. Axborotli aloqalar esa elementlar orasidagi boshqarish va holatlar haqidagi axborotni uzatishni ta'minlaydi.

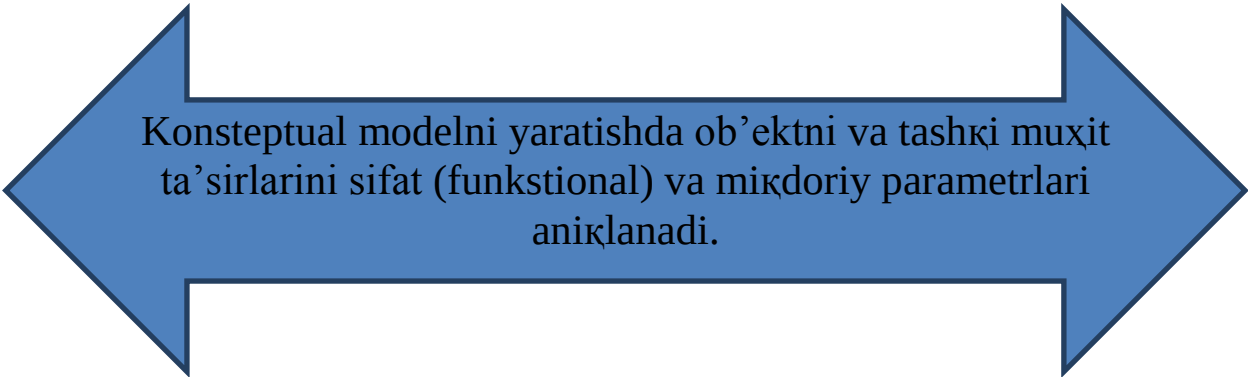
Moddiy va axborotli aloqalar tizimida biror - bir moddiy aloqa kanali bilan aks ettirish shart emas

Oddiy tizimlarda bir funkstiyali elementlardan iborat, ya'ni bittadan ortiq bo'lmagan moddiy aloqaga ega bo'lgan tizimlarda axborot aloqalari umuman mavjud bo'lmashligi mumkin. Bunday tizimlarda ishlash jarayonini boshqarish uning strukturasi bilan aniqlanadi, ya'ni ularda boshqarish strukturali boshqarish tamoyili bilan amalga oshiriladi. Bunday tizimlar misol sifatida mantiq elementlari va analog hisoblash mashinalarni keltirish mumkin.

Murakkab tizimlarda, ya'ni ko'p funkstional elementli yoki bittadan ortiq chiqish moddiy aloqalarga ega bo'lgan tizimlarda boshqarish vositalari va mos axborot aloqalar mavjud bo'ladi. Boshqarishgako'rsatma berish uchun, ya'ni qaysi element dastlabki ob'ektni kachon va qaerdan olish, o'zgartirish uchun qanday operastiyani (amalni) bajarish va qaerga uzatish kerakligini talab qiladi. Bunday tizimlarni dasturiy yoki algoritmik boshqarishtamoyilida ishlaydi deyiladi. Konsteptual modelda hammahal etuvchioidalar va ishchi yuklamani (elementlar jarayonlari) boshqarishni aniqlashtirish kerak.

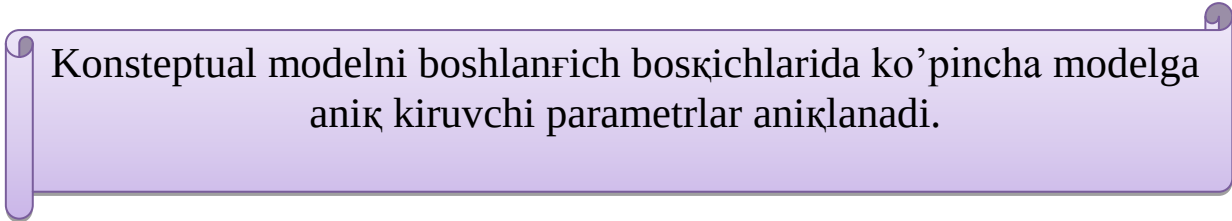
2.DASTLABKI MATERIALLARNI TAYYORLASH.

Fakt ma'lumotlarni to'plash.



Konsteptual modelni yaratishda ob'ektni va tashqi muxit ta'sirlarini sifat (funkstional) va miqdoriy parametrlari aniqlanadi.

Miqdoriy parametlar uchun modellashtirishda dastlabki ma'lumotlar sifatida foydalanuvchi parametrlarni aniq qiymatlarini aniqlash zarur. Bu ko'p mehnat talab etuvchi va ma'suliyatli bosqich. Bu modellashtirishni natijalariga katta ta'sir etadi. Ma'lumki, modellashtirish natijalarini ishonchliligi va aniqliligi dastlabki ma'lumotlarni aniqlashga va to'laligiga bog'liq.



Konsteptual modelni boshlanfich boskichlarida ko'pincha modelga aniq kiruvchi parametrlar aniqlanadi.

Bu parametlar bo'yicha dastlabki ma'lumotlarni to'plash (yig'ish) konsteptual modelni ishlab chiqish bilan parallel olib borish mumkin. Konsteptual modelni aniqlashtirish kolgan parametlar ham topiladi. Dastlabki ma'lumotlarni to'plashquyidagi sabablar bo'yicha murakkablashadi.

Биринчидан параметрлар қиймати фақат детерминистик бўлибгина қолмай, балки стохастик ҳаракатга эга бўлиши мумкин.

Иккинчидан, ҳамма параметрлар статционар бўлавермайди. Айниқса бу ташқи муҳит таъсирига тегишлидир.

Учинчидан, кўпгина ҳолларда мавжуд бўлмаган (лойиҳалаштирилаётган, модернизация қилинаётган) тизимлар ёки янги шартларда ишлайдиган тизимларни моделлаштириш ҳақида гап боради.

Parametrlarni katta qismi - bu tabiat bo'yicha tasodifiy miqdorlardir. Ammo soddalashtirish maqsadida ular deterministik bo'yicha qiymatlari bilan ifodalanadi. Bunday qilish uchun agar tasodifiy miqdor katta bo'lmagan siljishlarga ega bo'lsa, yoki modellashtirish maqsadiga o'rtacha qiymatlar bo'yicha erishish mumkin bo'lsa.

Modelni yaratishda ayniqsaholat, ya'ni deterministik parametrlar tasodifiy kattaliklar bilan ta'sirlanish mumkin. Bu asosan tizim elementlarni yoki tashqi ta'sirlarni elementlarni integratsiyalash bilan model o'lchamlarini kamaytirish uchun ishlatiladi.

Taqsimlanish qonuniyatini tanlash.

Tasodifiy parametrlar uchun statistik to'plash va uni qayta ishlash tashkil etiladi. Qayta ishlash jarayonida parametrni biror-bir nazariy taqsimlanish qonun bilan ta'svirlash imkoni yaratiladi (aniqlanadi). Bundan maqsad tizimni asosiy parametrlarini ma'lum bir taqsimlanish qonunlarida va yuklamalarda anatomik modelni yaratish imkoni paydo bo'ladi, imitatsion modellashtirishda esa taqsimlanish qonuniyatini ko'rinishini berish va statistik xarakteristikalarini berish tasodifiy miqdorini jadval ko'rinishida berishdan ko'ra samaralidir.

Taqsimlanish qonuniyati ko'rinishini tanlash prosedurasi quyidagilardan iborat:





Taqsimlanish qonunlarini ko'rinishini tanlash matematik statistikada to'la ishlab chiqilgan.

Funkstiyalarni approkstimastiyalash

Tizimni har bir element uchun kirish ta'sirlarini parametrlari bilan chiqishxarakteristikalarini orasidagi funkstional bog'lanish mavjuddir. Ba'zi bir elementlar uchun funkstional bog'lanish ma'lum bo'ladi, ba'zi bir elementlar uchun esa ishlash tabiatdan aniqlash mumkin. Ammo ba'zi bir elementlar uchun esa parametrlarini turli qiymatlarida chiqishxarakteristikalarini miqdoriyqiymatlarini tajribaviy qiymatlari to'plamini olish mumkin. Bunday hollarda funkstional bog'lanishxakteri haqida biror-bir farazni olg'a surish mumkin, ya'ni uni ma'lum bir matematik tenglama bilan approkstimastiyalash mumkin.

Yirilgan tajriba ma'lumotlari asosida ikkita va undan ortiq o'zgaruvchilar orasidagi matematik borlanishlarni topish regressiya, korrelyastiya va disperstion taxlil asosida amalga oshiriladi.

Biror bir elementni tavsiflash uchun tenglama ko'rinishini tadqiqotchini o'zi aniqlaydi. Agar o'zgaruvchilar soni ikkita bo'lsa tajriba nuqtalarini joylashtirishga qarab grafiklarni taqqoslash natijalari bilan sodda ravishda aniqlanadi. Keng tarqalgan approkstimastiya qiluvchi funkstiyalar sifatida masalan, to'g'ri chiziq, giperbola, eksponenta va h.k. olinishi mumkin. So'ngra regressiya tahlili usullari bilan tanlab olingan regressiya tenglamasining konstantalari (koefistentlari) hisoblanadi. Tanlab olingan konstantalar shunday tanlanadiki, tanlab olingan nazariy tug'richiziq tajriba ma'lumotlariga biror-bir

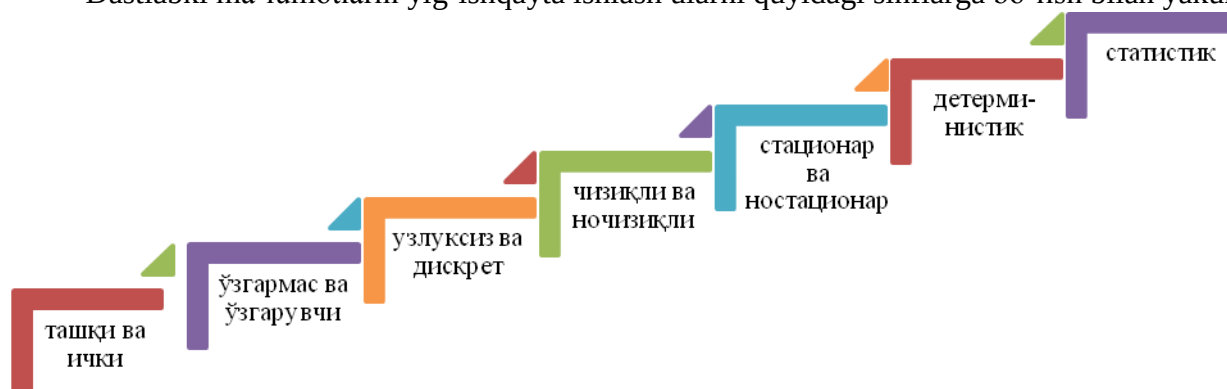
ma'noda eng yaxshi yaqinlashuvi kerak. Ko'pincha tajriba va nazariy egri chiziqlarning yaqinlashuvi kichik kvadratlar mezoni bo'yichabaholanadi.

Tanlab olingan bog'lanish tajriba ma'lumotlari bilan mos kelishligini aniqlashda korrelyastion tahlil usullaridan foydalaniladi. Korrelyastiya koefistienti quyidagi oraliqlarda 0 dan+ _1 gacha qiymatlarqabul kilib, agar korrelyastiya mavjud bulmasa 0 ga teng, agar hamma tajriba nuqtalari egri chiziqda yotsa +1 gayoki1 ga tengdir.

Gipotezalarni oldinga surish.

Kelajakdagi tizimni yangi elementlarini aks ettiruvchi yoki ishlash shartlarini ifodalovchi elementlar parametrlari haqida aniq ma'lumotlarni yig'ish(to'plash) imkoniyati mavjud bo'lmasligi mumkin. Bunday parametrlar uchun ularning mumkin bo'lganqiymatlari bo'yicha gipotezalar oldinga suriladi. Bunda gipotezalarni ekspert mutaxassislar oldinga surganliklarikatta ahamiyatga egadir. Chunki ular yaratilayotgan tizimni yaxshi tasavvur eta oladilar yoki tizimga ta'sir etayotgan tashqi ta'sirlarni biladilar. Ma'lumotlarni mutaxassislar guruhidan olingan xabarlar katta yutuqlarga olib kelishi mumkin. Bunday hollarda sub'ektivlik darajasini bir muncha kamaytirish mumkin va amaliyotda keng qo'llaniladigan ekspertlarni baholash usullaridan foydalanish mumkin. Bunday ishlarni bajarishda mavjud bo'lgantizimlarni yoki o'xshashtizimlarni ishlash jarayoni natijalarida qo'shimcha ma'lumotlarni topish mumkin.

Dastlabki ma'lumotlarni yig'ishqayta ishlash ularni quyidagi sinflarga bo'lish bilan yakunlanadi:



Miqdoriy parametrli o'zgaruvchilar uchuntadqiqotchimodellashtirish jarayonida variastiya qilish uchun ularni qiymatlari o'zgarishi mumkinbo'lgan chegaralarni aniqlash va diskret o'zgaruvchilarni esa qabulqilish mumkin bo'lganqiymatlari topiladi.

3. Matematik modelni ishlab chiqish.

Umumlashtirilgan modellar.

Konsteptual model va miqdorli dastlabki ma'lumotlar matematik modelni ishlab chiqish uchun asos bo'ladi.



Matematik modellarni yaratishni umumiy yagona uslubi mavjud emas. Chunki tizimlarni turli-tuman xillari (turlari) bor.



Strukturali yoki dasturiy boshqarish, o'zgarmas yoki o'zgaruvchi strukturali, o'zgarmas (kattik) yoki almashtiriladigan (egiluvchan) dasturiy boshqarish. Kirish ta'sirlari va ichki hollar xarakteri bo'yicha quyidagi turlarga bulinadi: uzluksiz va uzlukli, chiziqli va nochiziqli, stasionar va nostasionar, deterministik va stoxastik.

Tizimlarni ma'lum bir sifatleri uchun formal sxemalar va matematik usullar ishlab chikilgan. Bu sxemalar yordamida tizimlarni ishlash jarayonini yozish mukin, ba'zi hollarda esa analitik tadbiq etishni amalga oshirish mumkin. Tizimlarni ishlash jarayonini shakliy vositalari sifatida ma'lum tillar va imitastion modelashtirish tizimlari misol bo'la oladi.



4. Modelashtirish usulini tanlash.

Аналитик modellar

Ishlab chikilgan tizimni ishlash jarayonini matematik modelni tadbiq etish turi turli usullar bilan tadbiq etishi mumkin - analitik yoki imitastion. Tahlil etishni analitik usullari yordamida modelni to'latadqiq etish mumkin. Ba'zi hollarda esa analitik modelni mavjudligi optimallashtirishda matematik usullaridan foydalanish imkonini beradi. Analitik usullarda foydalanish uchun matematik modelni shunday analitik bog'lanishlar ko'rinishiga keltirish kerakki, bunda tizim parametrlari va tashqi ta'sirlar bilan uning xarakteristikalarini orasidagi bog'lanishniq analitik bog'lanishko'rinishidabo'lishi lozim. Ammo bu juda sodda tizimlar uchun ishlab chiqilishi mukin. Analitik usullarni murakkab tizimlar uchun ishlatilishi uchun vakillikni va mavhumlikni darajasi yuqoribo'lishi lozim. Shuning uchun analitik usullar tizimni boshlang'ich qo'pol baholash jarayonida ishlatiladi. Chunki bunda tizimni aniq modeli uchun axborot etishmovchiligi bo'lishi mumkin. Ko'pgina hollarda murakkab tizimlardagi parallel jarayonni tahlil etish uchun foydalanish mumkin.

Ba'zi bir analitik modellar ma'lum bo'lgan matematik usullar bilan analitik echish imkoni bo'lmaydi. Ularni tadqiq etish uchun sonli usullardan foydalanish mumkin. Bunday usullar matematik modelni tenglamalar tizimsi ko'rinishda ifodalangan tizimlarga qo'llanilishi mumkin va ularni sonli usullar bilan echish imkoni bo'lishi mumkin. Sonli usullarni ishlatilishi asosan tezkor, hisoblash tizimlari asosida amalga oshirilishi katta samaraga ega.

Agar hosilbo'lgan tenglamalarni analitik yoki sonli usullar yordamida echish imkoni bulmasa, unda sifatli usullardan foydalanish mumkin. Sifatli usullar qidirilayotgan kattaliklarni asimptomati

qiymatlarini baholash imkonini beradi, hamda bu qiymatlarni turg'unligi va tizim traektoriyasini umumiy xarakterhaqida fikr yuritish imkonini beradi. Bu xususiyatlar ayrim traektoriyalar harakatiga ham tegishlidir.

Imitastion usullar.

Imitastion modellashtirishda tizim-originalni dinamik jarayonlari abstrakt modeldagi imitastiya qilinayotgan jarayonlar bilan almashtiriladi. Ammo bu almashtirishdagi ayrim amallar (operastiyalar) uzunligi va vaqt ketma-ketliklari orasidagi munosabatlar tizim originalidagi munosabatlarga mos kelishi lozim. Shuning uchun imitastion modellashtirish usuli algoritmik yoki operastion modellashtirish deb atalishi mumkin. Imitastiya qilish jarayonida (orginal bilan tajriba o'tkazish kabi) ayrim hodisalarni va holatlarni yoki chiqish ta'sirlarini o'lchash bilan tizimni ishlash xarakteristikalarini sifatini hisoblash imkonini beradi.

Imitastiya modellashtirish tizimida bo'layotgan jarayonlarni amaliy ixtiyoriy harqanday detallashtirish sathida o'rganish va tadqiq etish imkoniniberadi. Hisoblash texnikasini imkoniyatlaridan foydalanib, imitastion modelda tizimni harqandayboshqarish algoritminiva uni ishlashini sinab ko'rish mumkin. Analitik usuldatadqiq etuvchi modellar ham imitastion usullar yordamida tahlil etilishi mumkin. Buning natijasida modellashtirishda imitastion usullari murakkab tizimlarni tadqiq etishni asosiy usullardan biri ekanligi bo'libqolmoqda.

Modellashtirishvositalarini tanlash.

Modellashtirishni texnik vositalari.

Modellashtirish usuli tanlangandan so'nghisoblashtexnikasi yordamida modelni tadqiq etish uchun texnik va dasturiy vositalar tanlanadi. Dasturiy vositalar sifatida prosteduragamo'ljallangan algoritmik tillar, muammoga- mo'ljallangan tillar yoki modellashtirish avtomatlashtirilgan tizimlardan foydalanish mumkin.

Modellarni tadqiq etish uchun universal yoki ixtisoslashtirilgan hisoblashtizimlaridan foydalanish mumkin. Universalhisoblashtizimlari yordamida analitik modellashtirishni amalga oshirish uchun texnik vositalarga katta talablar qo'yilmaydi. Imitastion modellashtirishda foydalaniladigan universal hisoblashtizimlariga qo'yiladigan asosiy talablar bu kattahajmdagi etarli bo'lgan tezkor xarakterdir. Buning sababi shundan ibratki, modelni tajriba o'tkazishda har doim element parametrlariga almashib ketma-ket murojat etiladi va shuning uchun ularni hammasi tezkor xotirada saklanishi mumkin.

Imitastion modellashtirish tizimlarda tadqiq etishni universal usuli bo'lib, ularni ishlash xarakteristikalarini miqdoriybaxolash

Har bir model tajriba statik modellashtirishda ma'lum mashina vaqtini egallaydi, shuning uchun modellashtirish jarayoni uchun yukori unumdorlikka ega bo'lgan xisoblash texnikasidan foydalanish kerak.

ALGORITMIK TILLAR

Dasturiy modellar yaratish uchun yuqoripog'onaliuniversal prosteduraga mo'ljallangan algoritmik tillar, masalanPascal, Delphi, C++, Java va boshqalardan foydalanish mumkin. Ma'lumki hisoblashtizimlarini imitastion modellashtirish uchun dasturlashda algoritmik tillardan foydalanilgan.

Умум мақсадга мўлжалланган тилларда имитацион моделларни яратишда маълумотларни қайта ишлаш масалаларидаги дастурлашга хос бўлмаган бир қатор қийинчиликларга дуч келинади. Бу қийинчиликлар имитацион моделлаштиришни алгоритмларга хос бўлган иккита хусусиятдир.

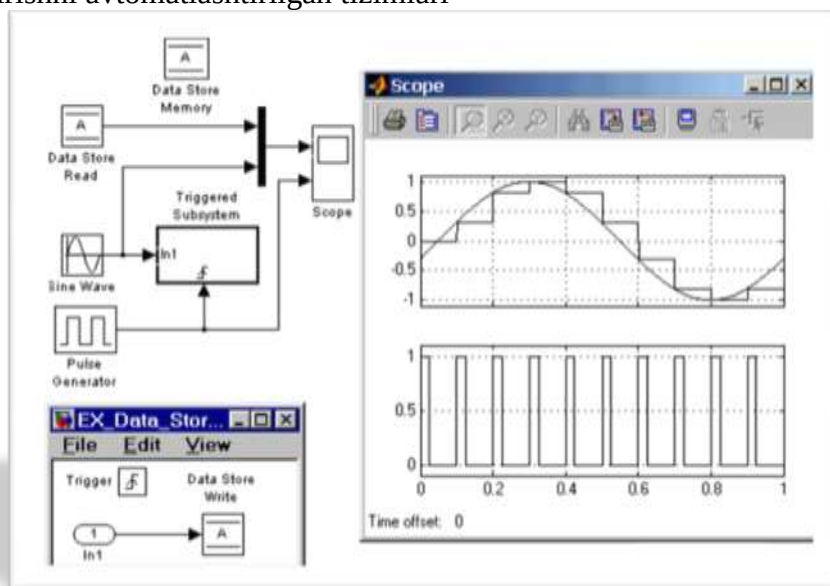
Биринчи хусусият шундан иборатки, мураккаб тизимларни ҳаракат алгоритмлар параллел алгоритмлардан иборат, ҳар бир вақт дақиқасида биттадан ортиқ ўзгартiriшлар амалга оширилади. Параллел алгоритмларни дастурлашдаги қийинчиликлар шундан иборатки, алгоритмик тиллар асосан кетма-кет жараёнларни ёзиш учун мўлжалланган. Юқори поғонадаги тилларда параллел жараёнларни дастурий имитация қилиш параллел жараёнларни псевдопараллел ташкил этишни тақозо этади. Бу эса ўз навбатида дастурлаш соҳасида мураккаб масаладир.

Иккинчи хусусияти шундан иборатки, моделлаштириш жараёнида ҳажми ағирior баҳолаш қийин бўлган маълумотларни қайта ишлаш талаб этилади. Бу жараён имитацион моделларни динамик характерга эга эканлигидан келиб чиқиб, тизимдаги оммавий жараёнларни ўрганишга мўлжалланганлигини билдиради. Бундай алгоритмларни дастурлашда асосий эътибор тезкор хотирани динамик тақсимлашда қаратилган бўлиши керак.

Modellashtirish tillari.

Imitastion modellashtirishda keng sinfdagi modellarga xos bo'lgan masalalarga duch kelinadi. U algoritmlarni parallel bajarilishini tashkil etishdir; xotirani dinamik taksimlash; modelvaqti bilan amal o'tkazish; tasodifiy jarayonlarni imitastion qilish; xodisalar massivini olib borish; modellashtirish natijalarini to'plash va qayta ishlashdir. Bu masalalarni echimini topish uchun maxsusmuammoga-mo'ljallangan vositalar(dasturiy tizimlar), ya'ni modellashtirish tillari yaratilgan.Xozirgi davrda 500 dan ortiq modellashtirish tillari ma'lum.

Modellashtirishni avtomatlashtirilgan tizimlari



Mashinada modellarni yaratish jarayonini soddalashtirish va tezlashtirish harakati imitastion modellarni dasturlashni avtomatlashtirilgan tizimlariga olib keladi. Tadqiqotchini dasturlashdan ozod qilgan bir necha tizimlar ishlab chikildi. Dastur avtomatik ravishda biror-bir formal sxema asosida yaratiladi. Formal sxema tadqiqotchi tomonidan berilgan tizimprametlari, tashqi ta'sirlar va ishlash xususiyatiga kura ishlab chikiladi. Dastlabki ma'lumotlar u yoki bu kanonik tasviralanadi. Mashinada o'tkazilgan tajriba natijalari asosida asosiy chiqish ma'lumotlari hisoblanadi va avtomatik bosmaga chikariladi, qo'shimcha chiqish natijalari esa tadqiqotchi ko'rsatmasi bo'yicha olinadi. Bunday tizimlar avtomatlashtirilgan universal imitastion modellar yoki imitastion dasturlar generatori deyiladi. Modellashtirishni dasturiy va texnik vositalari bir necha mezonlarni hisobga olgan holda

tanlanadi. Unda zaruriy shartlardan biribu - konseptual va matematik modelni yaratish uchun vositalarni etarli va to'labo'lishligidir.

Modellashtirish tilini tanlagandan so'ng dasturiy modelni ishlab chikiladi. Bu jarayon quyidagilarni o'z ichiga oladi: algoritmni ishlab chiqish, kirish ma'lumotlarini tasvirlash shaklini aniqlashtirish, dasturni yozish va to'g'rilash. Bu juda muhim ko'p mehnat talab qiluvchi jarayon bo'lib, boshqa dasturlash jarayonlarda kam farqlanadi.



Adekvatlikni tekshirish va modelni sozlash.

Adekvatlikni tekshirish. Modelni tizimga adekvatligini tekshirishni tadqiq etilayotgan tizim bilan o'lchamlari mosligini tahlil etish, hamda tizimga teng qiymatligini tahlil etishdan iborat. Ammo modeltizimni to'la aks ettirishi shart emas, chunki uni yaratish ma'noga ega bo'lmay koladi. Adekvatlik tashqi sharoitlarni va ishlash muhitlarini mukammallashga qilingan harakat sababli, ba'zi bir tasodifiy faktorlarni hisobga olmasliktufayli buziladi. Tashqimuhit ta'sirlari to'g'risida aniq xabarlarini, tizimni tuzilishidagi ba'zi bir noaniqliklar, qabulqilingan approksimastiya, inerpolyastiya, taxminlar, gipotezalar model bilan tizim orasidagi moslikni kamayishiga olib keladi. Yuqorida aytib o'tilgan faktorlar sababli modellashtirishnatijalari real jarayonlardan ahamiyatli farqlanishga olib keladi.

Adekvatlikni tabiiy mezoni sifatida orginalni biror-bir xarakteristikasini y_0 . Modelxarakteristikasidany_m og'ishi bo'lishi kerak, ya'ni

$$\Delta y = | y_0 - y_m |$$

Yoki og'ishni original xarakteristikasiga nisbati.

Bunda model tizim – original bilan adekvat deyiladi, agar ogish Δ u chegaraviy kattalik (miqdor) Δ , oshmaslik ehtimolli ruxsat berilgan ehtimollikdan R_Δ katta bo'lsa, ya'ni

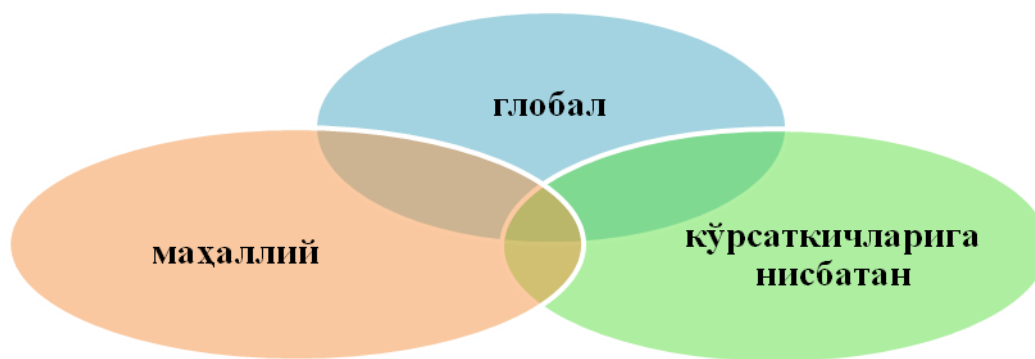
$$P(\Delta y < \Delta) \geq P_\Delta$$

Ammo bu kreteriyini amaliyotda foydalanish ba'zi bir sababalarga kura qiyinchiliklarga olib keladi. Modelni adekvatligini tekshirish zarur, aks holda notug'ri modellashtirish natijalari asosida notug'ri echimlar qabul kilinishi muin. Amaliyotda adekvatlikni baholash modellashtirish natijalarini ekspertlar tahlili bo'yicha amalga oshiriladi.

Adekvatilikni tekshirishni quyidagi turlari mavjud:



Modelni sozlash. Adekvatlikni tekshirish natijalari bo'yicha model bilan tizim - original orasidagi mos kelmaslik katta bo'lsa, modelni sozlash yoki aniq bir o'lchamga keltirish zarur bo'ladi. Bunda quyidagi o'zgartirishlar kiritilishi mumkin:



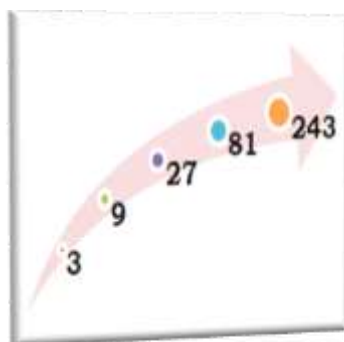
Глобал ўзгаришлар кўрилишига сабаб концептуал ёки математик моделда услубий хатоликларни аниқлаш натижасидир. Бундай хатоликларни бартараф этиш янги моделни ишлаб чиқишга олиб келади.



Маҳаллий ўзгаришлар эса баъзи бир параметрларни аниқлаштириш ёки алгоритмларни ўзгариш билан боғлиқдир. Бундай ўзгаришларни бажариш, масалан, тизимни баъзи бир ташкил этивчиларини моделини ўзгариш, ташқи таъсирлар моделини унга эквивалент бўлган аниқроқ моделлар билан алмаштириш орқали амалга оширилади.



Кўрсаткич ўзгариш эса моделда баъзи бир кўрсаткич ўзгариш орқали эришилади.



Model bilan tajriba o'tkazishni rejalashtirish.

Strategik rejalashtirish. Modellashtirish maqsadi ishlab chiqilgan modelni tadqiq etish bilan erishiladi. Tadqiq etish shundan iboratki, tajriba o'tkazilib, natijada model parametrlari boshqariluvchi o'zgaruvchilarini turli qiymatlarida tizimni chiqish xarakteristikalarini aniqlanadi. Tajribalarni o'tkazish ma'lum reja asosida olib boriladi. Boshqariladigan o'zgaruvchilarni juda ko'p mumkin bo'lgan qiymatlari mavjud bo'lganligi uchun har bir mashinada tajriba parametrlarini ma'lum bir to'plamlarida olib boriladi.

Masalan, boshqariladigan parametrlar soni 5 ta bo'lsa, har bir parametr 3 ta qiymat qabul qilsa, parametrlar qiymati 243 ga teng bo'ladi, parametrlar soni 10 bo'lsa, (har biri 5 ta qiymat qabul kilsa) tajribalar soni 10 ml. yaqinlashadi. Hisoblash va vaqt resurslari chegaralangan xolda mumkin bo'lgan hamma tajribalarni o'tkazish mumkin emas. Demak, parametrlarni ma'lum bir to'plamini tanlash va tajribalar ketma-ketligini o'tkazish masalasi paydo bo'ladi. Bunday jarayon strategik rejalashtirish deyiladi.

Taktik rejalashtirish.

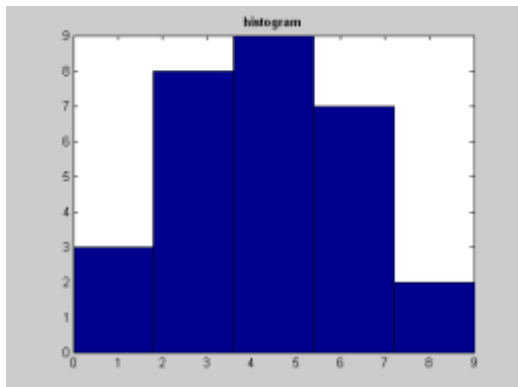
Imitastion modellashtirishni natijalarini statik ishonchliligini ta'minlangan holda mashinada tajriba o'tkazish vaqtini kamaytirish usullar majmuasiga taktik rejalashtirish deyiladi. Bitta tajriba uzunligiga (modellashtirish davri T_m) tizimni statstionarliligi, xarakteristikalarini o'zaro bog'likligi va modellashtirishni boshlang'ich sharoitlar qiymatlari ta'sir etadi.

Tajribada olingan ma'lumotlar vaqt bo'yicha qator sifatida qaralishi mumkin, ya'ni ma'lum bir xarakteristikalarini o'lchash natijalaridir. Xarakteristikalarini o'lchash qatorini biror-bir stoxastik ketma-

ketlikdan olingan kattaliklar sifatida ko'rish mumkin. Agar bu ketma-ketlik stasionar bo'lsa, uning o'rtacha qiymatiga bog'liq bo'lmaydi. Uning bahosivaqtqatorining o'rtachaqiymatiga tengdir. Ergodik ketma-ketlik uchun bu bahoning aniqligio'lchashlar soni N o'sgan sari oshadi.

Modellashtirish natijalarini tahlil etish.

Imitastion tajriba natijalarini qayta ishlash. Statistik modellashtirishda imitastion tajriba o'tkazishda

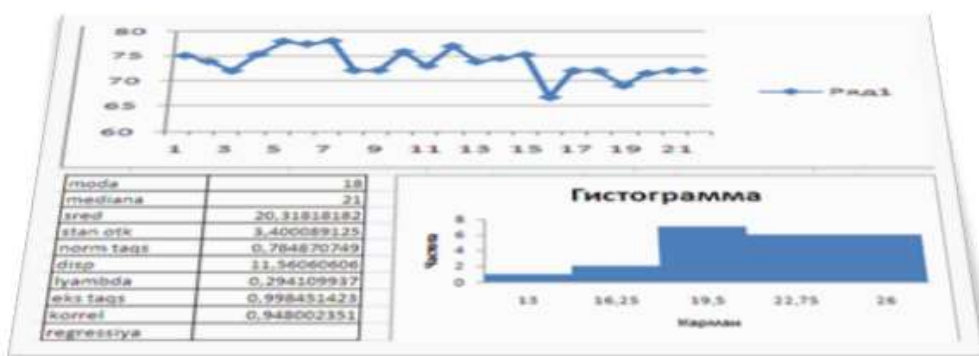


har bir chiqishxarakteristikasini ko'pdan-ko'pqiymatlari o'lchanadi. Bu tanlab olish natijalarini kelgusida qulay tahlil qilish va qo'llash uchun ishlatiladi. Holbuki chiqishxarakteristikalar ko'pincha tasodifiy kattaliklar yoki funkstiyalar bo'lganliklari uchun ularni qayta ishlash matematik kutilish, disperstiya va korrelyastion jihatlarini hisoblash uchun ishlatiladi.

Stoxastik xarakteristikalar uchun nisbiy chastotalar gistogrammasini, ya'ni taqsimlanishni empirik zichligini qurish mumkin. Shu maqsadda xarakteristikasini mumkin

bo'lganqiymatlar sohasini intervallarga bo'linadi. Tajriba vaqtida o'lchamlar natijasida xarakteristikasini har bir intervalga tutash sonlari aniqlanadi va hammasi o'lchashlar soni hisoblanadi. Tajriba tugagandan so'ng har bir interval uchun xarakteristika tushgan sonlarini o'lchashlarning umumiy sonigava interval uzunligiga bo'lgan nisbati hisoblanadi. Tuzilgan gistogramma uchun biror-bir nazariy taqsimlanishqonuniyatini tanlab olish mumkin. Imitastion tajriba o'lchashlarini qayta ishlash jarayoni integral xarakteristikalarini hosil qilish uchun, ya'ni ma'lumotlarni siqish uchun yo'naltirilgan.

Xarakteristikalarini tizim parametrlariga bog'liqligini aniqlash. Statik modellashtirish natijalari bo'yicha tizim xarakteristikalarini tizim parametrlari va tashqi ta'sirlarga bog'lanishini aniqlash mumkin. Buning uchun korrelyastion disperstion va regression usullardan foydalanish mumkin.



Korrelyastion usul yordamida ikkita va undan ortiq tasodifiy kattaliklar orasidagi bog'lanishni mavjudligini topish mumkin. Bo'shliqlik bahosi sifatida korrelyastiya koeffitsientidan foydalanish mumkin. Korrelyastiya koeffitsienti ular orasida chiziqli bog'lanish borligini ko'rsatadi va ular birgalikda normal qonuniyat bo'yicha taksimlangan bo'ladilar. Agar korrelyastiya koeffitsienti absolyut qiymatibo'yicha1 ga teng bo'lsa, tahlil etilayotgan kattaliklar orasida nostoxastik chiziqli bog'lanish borligini bildiradi. Agar 0 ga teng bo'lsa, bog'lanish mavjud bo'lmaydi. Korrelyastiya koeffitsientini oralik qiymatlari esa og'ishi bo'lganchiziqli bog'lanish borligiga yoki nochiziqli korrelyastiya mavjudligini bildiradi.

Dispersion tahlildan chiqishxarakteristikalar qiymatlariga turli faktorlarni nisbiy ta'sir etish uchun aniqlash uchun foydalanish mumkin. Bunda xarakteristikani umumiy disperstiyasi ko'rilayotgan mos faktorlarga mos keladigan komponentalariga(tashkil etuvchilar) bo'linadi. Ayrim komponentalarining qiymatlari bo'yichatahlil etilayotgan xarakteristikasiga bo'lgan u yoki bu faktorni ta'sir etish darajasi to'g'risida xulosa chikarish mumkin.

Agar tajribadagi hamma faktorlar miqdoriy bo'lsa, unda xarakteristikalar va faktorlar orasidagi analitik bog'lanishni topish mumkin. Buning uchun regression tahlil usullaridan foydalanish mumkin. Topilgan bog'lanish empirik model deyiladi. Regression tahlil shundan iboratki, mustaqil va mustaqil bo'lmagano'zgaruvchilar orasidagi munosabat tanlab olinadi, tajriba ma'lumotlari asosida tanlab olingan munosabat parametrlari hisoblanadi va tajriba ma'lumotlarini model bilan approksimatsiya qilish sifati baholanadi. Agar sifati qonikarsiz bo'lsa, boshqa bog'lanish tanlab olinadi va bu prostedura takrorlanadi.

Modellashtirish natijalarini tahlil qilishga modelni uning parametrlari va variastiyasiga sezgirliigi tahlil etish masalasi tegishlidir. Sezgirlikni tahlil etish deyilganda tizimni ishlash jarayonini xarakteristikalarini parametrlarni qiymatlarini mumkin bo'lgan og'ishiga turg'unligini tekshirishdan iborat.

Modellashtirish natijalarini tahlil etish, modelni ko'pgina axborotli parametrlari to'plamini aniqlashtirishga yordam beradi. Natijada konseptual modelni boshlang'ich ko'rinishini o'zgartirishga olib keladi. Xarakteristika va parametrlar orasidagi funkstional bog'lanishni aniqlash imkonini beradi va tizimni analitik modelini yaratishda imkon beradi yoki samaradorlik kriteriyasi koefistentlarini aniqlash imkonini tug'diradi.

Modellashtirish natijalaridan foydalanish.

Umuman, modellashtirish natijalari tizimni ishlash qobiliyati haqida echim qabul qilish uchun, eng yaxshi loyixa variantini tanlash uchun yoki tizimni optimallashtirish uchun ishlatiladi. Tizimni ishlash qobiliyati asosan parametrlarni mumkin bo'lgan ixtiyoriy qiymatlari chegaralari doirasidan uning xarakteristikalarini chiqishi yoki chiqmasligi bo'yicha echim qabul qilinadi. Hamma ishga yaroqli bo'lgan variantlar bo'yicha samaradorlik kriteriyasi maksimal qiymatqabul qiluvchi variant tizim tanlab olinadi. Eng umumiy va murakkab bu tizimni optimallashtirishdir: Tizim parametrlari o'zgaruvchilari qiymatlarini shunday to'plamini topish talab etiladiki, bunda samaradorlik kreteriyasining maksimal qiymatini ta'minlasin.

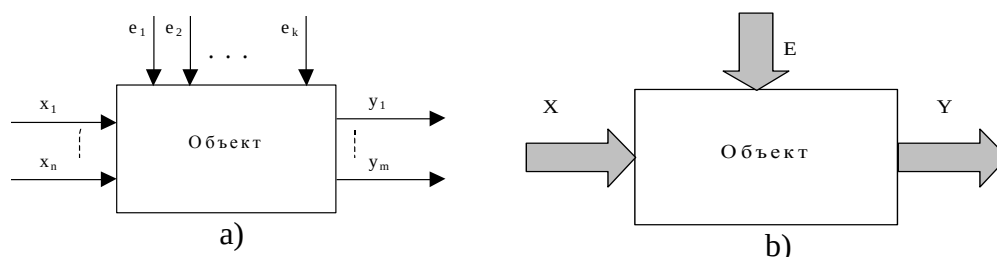
Bunda hammap ta xarakteristikalar quyidagi chegaralarni qanoatlantirsin.

$$y_{i_{\min}} \leq y_i \leq y_{i_{\max}}, i = 1, \dots, n$$

Modellashtirish muammosini qo'yishda va echishda tadqiqotchi turli masalalarga duch keladi. Asosiy masalalardan biri bu –modellashtirish ob'ekti deb nimaga aytiladi, uning umumiy xususiyatlari nimadan iborat va qanday xossalarga ega bo'ladi? Shuning uchun modellashtirish muammosini modellashtirilayotgan ob'ektni o'rganishdan boshlash mumkin.

Modellashtirish ob'ekti

Modellashtirilayotgan ob'ektni ko'pqutubli shaklda tasvirlash qulaydir, 1-rasm, a, bunda $x_1, \dots, x_p$ ob'ektni kuzatiladigan kirish kanallari; $e_1, \dots, e_k$ ob'ektni kuzatilmaydigan kirish kanallari; $u_1, \dots, u_t$ ob'ektni kuzatiladigan chiqish kanallari



1-rasm. Modellashtirilayotgan ob'ektni tasvirlash.

Ko'p o'lchamli ob'ektni vektor shaklida yozish kulay. (1-rasm, b). Bunda

$$X = (x_1, \dots, x_n);$$

$$Y = (y_1, \dots, y_m);$$

$$E = (e_1, \dots, e_k);$$

Ob'ektni hamma kirish kanallari tashqimuhitni ob'ektga bo'lgan tasirini ifodalaydi va muhitni holatini va vaqtini ma'lum bir funkstiyalari hisoblanadi. Xolbuki, tashqimuhit modeli mavjud bo'lmaganligi sababli, ob'ektni kirish kanallarini tabiiyki vaqtning tasodifiy funkstionallari sifatida ko'rish mumkin, ya'ni

$$X = X(t), E = E(t),$$

Bu vaqtning tasodifiy funkstiyalarning statistik xususiyatlari umuman olganda noma'lum. Ammo, ob'ektni kirish va chiqishlarini kuzatish mumkin. Ya'ni $X(t)$ va $Y(t)$ funkstiyalarini uzluksiz yoki uzlukli (diskret) shakldagi kechishlari ma'lum. Ob'ektni kuzatilmaydigan kirish kanali $E(t)$ strukturasini ma'lum deb olinadi, ya'ni bu tasodifiy funkstiyani xarakteri ma'lum. Ko'pgina hollarda $E(t)$ normal tasodifiy jarayon deb olinadi, ammo uni bevosita kuzatish mumkin emas.

Ob'ekt kirish kanallari X va E ni chiqish kanali Y bilan biror bir noma'lum operator F_0 bilan bog'lab turadi.

$$Y = F_0(X, E).$$

Ammo bu operator F identifikatsiya qilinmaydi, balki model operatori $Y = F(X)$ identifikatsiya qilinadi.

Kuzatilmaydigan faktor esa tasodifiy xalaqit sifatida ko'rib, operator F ni aniqlashga xalaqit beradi.

Umuman olganda, identifikatsiya qilinayotgan ob'ekt ko'pgutubli ko'rinishda tasvirlanib (ifodalanib), ba'zi bir kirish kanallari kuzatilmaydi.

Ob'ekt haqida xabarlar

Identifikatsiya prozedurasini boshlashdan avval ob'ekt haqidagi hamma xabarlar 2ta turga bo'linadi: aprior A va aposterior V . Demak quyidagi ikkilik ob'ekt haqidagi hamma axborotni xarakterlaydi (ifodalaydi)

$$\langle A, B \rangle \quad (1)$$

Aprior axborot

Aprior axborot ob'ektni kirish va chiqish kanallarini kuzatishdan oldin ma'lum bo'lishi zarur va quyidagi savolga javob berishi lozim: identifikatsiya qilinayotgan ob'ektni strukturasini nimadan iborat? Ob'ektni strukturasini turta alomat qiymatlari bilan xarakterlaymiz:

Demak, ob'ekt to'rtta alomat bilan kodlanadi, shuni aytib o'tish joyizki, ob'ekt strukturasini har doim yuqoridagi turta alomat bilan cheklanib qolmaydi.

Ob'ekt turlarini alomatlarini aniqroq tavsiflaymiz va ularni ma'nosini ko'rib chiqaylik.

1. Dinamiklik alomati. α Ob'ekt dinamik ($\alpha=1$) deyiladi, agarda uning chiqishi harakati faqat joriy vaqtdagi kirishga bog'liq bo'lmay, kirishni oldingi vaqt daqiqalariga ham bog'liq bo'lsa, ob'ekt xotiraga ega, ya'ni uning chiqishi kirishining oldingi holatlariga ham ma'lumligini anglatadi. Aks holda ob'ekt statik deyiladi ($\alpha=0$).

2. Stoxastiklik alomati. β ob'ekt stoxastik deyiladi ($\beta=1$) Agar uning chiqish harakati nazorat qilib bo'lmaydigan kirish kanallariga bog'liq bo'lsa yoki ob'ektni o'zi tasodifiy nazorat qilib bo'lmaydigan faktorlar (ta'sirlar) manbaiga ega bo'lsa. Aks holda ob'ekt deterministik ($\beta=0$) deyiladi.

Shuni aytib o'tish kerakki, tabiatda stoxastik bo'lmagan ob'ektlar mavjud emas, chunki harqandayo'ldash jarayonida albatta katta yoki kichik miqdorda xatoliklarda yoki og'ishlarga yo'l ko'yiladi. Shuning uchun ko'pincha ob'ektlarni «kichik» va «katta» stoxastikligi deyilsa to'g'ri bo'ladi. Bunda «kichik» stoxastik xususiyatiga ega bo'lgan ob'ektlarni deterministik deb atash mumkin.

3. Nochiziqlik alomati. γ ob'ekt nochiziqlik deyiladi ($\gamma=1$) Agarda uning ikkita turli kirish tasirlari har bir alohida tasirlar yig'indisiga ekvivalent bo'lmasa. Agar ob'ektda xalaqitlar mavjud bo'lmasa, nochiziqlik ob'ekt quyidagi sharh bilan aniqlanadi.

$$F_0(X_1 + X_2) \neq F_0(X_1) + F_0(X_2).$$

Bu shart bajarilmasa, ya'ni bu ifoda tenglik ko'rinishdabo'lsa, ob'ekt chiziqli $\gamma=0$ deyiladi.

4. Diskretlik alomati. δ . Ob'ekt diskret deyiladi ($\delta=1$) , agarda uning kirish va chiqish kanallarining holati diskret vaqt daqiqalarida $t=1, 2, \dots, p$ o'zgarsa yoki o'lchanilsa. Agar kirish va chiqish uzluksiz o'zgarsa yoki o'lchanilsa, unda ob'ekt uzluksiz deyiladi ($\delta=0$).

Ko'rinib turibdiki, A modelini ko'rinishini aniqroq darajada oydinlashtiradi. Ob'ektni to'laaniqligi uchun esa uning dinamikasi ($\alpha=1$ bo'lganda), stoxastiklikni ehtimollik xususiyatlari ($\gamma=1$ bo'lganda) va nochiziqlik ($\beta=1$ bo'lganda) turini aytib o'tish zarur.

Tabiiyki, modelni turi haqidagi tasavvurlar (A bilan aniqlanadigan) aposterior axborotni tahlil qilishdan so'ng o'zgarishi mumkin, ya'ni ob'ektni kirish va chiqish kanallari harakatini kuzatishdan so'ng.

4. Aposterior axborot.

Agar aprior axborot A sifat xarakteriga ega bo'lsa, aposterior axborot – miqdoriydir, ya'ni ob'ektni kirish va chiqish kanallarini kuzatish natijalari yoki bayonnomasi. Bu bayonnoma quyidagi ko'rinishga ega:

$$B = \langle X, Y \rangle,$$

Bu erda X - ob'ektni kirishini hamo'lchashlari natijasi;

U - shu kuzatish davrida uning chiqishlarini o'lchash natijalari.

Uzluksiz ob'ektlar uchun ($A = \alpha\beta\gamma 0$) intervalda $0 \leq t \leq T$ quyidagi uzluksiz ma'lumotlarni hosil kilamiz:
 $X = X(t), Y = Y(t)$

Shunday kilib, quyidagini olamiz:

$$B_0 = (\langle X(t), Y(t) \rangle \mid 0 \leq t \leq T).$$

Bu degani, ob'ektni harakati $(n+m)$ ta turli egri chiziqlar yordamida hisobga olingan: $x_1(t), \dots, x_n(t), y_1(t), \dots, y_m(t)$

Shuni aytib o'tish kerakki, X va $X(t)$ lar bu hollarda ayniy emaslar, chunki X berilgan intervaldagi hammabog'lanish $X(t)$ ni ifodalaydi, $X(t)$ bu bog'lanishni faqattdaqiqasidagi konkret qiymatini ifodalaydi. Xuddi shu singari Y i $Y(t)$ larni ayniy emasligini aytib o'tish zarur.

Diskret hollarda ($A = \alpha\beta\gamma 1$) quyidagiga ega bo'lamiz $X = (X_1, \dots, X_N)$ va $Y = (Y_1, \dots, Y_N)$ protokol (bayonnoma) quyidagiko'rinishda yoziladi.

$$B_1 = (\langle X_i, Y_i \rangle \mid i = 1, \dots, N),$$

Bu quyidagi sonlarni N ta ustun va $p+t$ ta qatordan iborat jadvalni

$$\text{ifodalaydi.} \begin{pmatrix} x_{11} & x_{21} & \cdot & \cdot & x_{n1} & y_{11} & y_{21} & \cdot & \cdot & y_{m1} \\ x_{12} & x_{22} & \cdot & \cdot & x_{n2} & y_{12} & y_{22} & \cdot & \cdot & y_{m2} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{1N} & x_{2N} & \cdot & \cdot & x_{nN} & y_{1N} & y_{2N} & \cdot & \cdot & y_{mN} \end{pmatrix},$$

Ko'rinib turibdiki bu ikkala yozuv shakllari o'rinlidir. Masalan, protokol B_1 protokol B_0 dan diskret vaqt dakikalarini $t=0, \delta, 2\delta, \dots, (N-1)\delta$ bu erda δ - diskretlik intervali ($\delta = T/N$) belgilash bilan hosil qilish mumkin.

Shunday qilib, juftlik ob'ektni identifikatsiyalash maqsadlari uchun to'la va etarlicha xarakterlaydi. Shuning uchun bu juftlik identifikatsiyalash goyalari, usullari va yondoshishlarida foydalaniladi.

Nazorat savollari.

1. Modellashtiriladigan ob'ektni ko'pqutubli ko'rinishda to'la tasvirlash.
2. Modellashtirilayotgan ob'ekt haqidagi aprior va apposterior axborot.
3. Modellashtirilayotgan ob'ektlar qanday alomatlar bo'yicha sinflarga bo'linadi?
4. Murakkab tizimlarni tadqiq etish uchun qanday foydalaniladi?
5. Imitatsion modellashtirishni predmeti nimadan iborat?
6. Modellashtirish vositalari deyilganada nimani tushunasiz va uni qanday turlarini bilasiz?
7. Modelni adekvatligini tekshirish deyilganda nimani tushinasiz?
8. Model bilan tajribalarni rejalashtirish nimani anglatadi?
9. Modelni yaratishda ma'lumotlarni yig'ish deyilganda nima tushiniladi?
10. Taqsimlanish qonuniyatini tanlash masalasi qanday echiladi?
11. Funktsiyalarni approksimatsiyalash deyilganda nima tushiniladi?
12. Tizimlarni shakllantirishda (formalashtirishda) qanday vositalardan foydalaniladi?
13. Ommaviy xizmat ko'rsatish tizimi deyilganda nimani tushinasiz?

2-ilova.**2- mashg`ulot bo'yicha xulosa**

1. Modellarning sinflari va ularning vazifalari ko'rib o'tildi. Ularning qo'llanish sohalari ko'rsatiladi. Modellarni ishlab chiqishda qo'llaniladigan dastlabki ma'lumotlarni to'plash usullari va ular asosida modelni ishlab chiqishdang texnik vositalari tanlash yo'llari ko'rib chiqildi. Ko'rilgan ma'lumot va vositalar asosida matematik modelni ishlab chiqish va uning natijalarini tajriba asosida tahlil qilish yo'llari ko'rib chiqildi. Bu masalalarni echishda quyidagi muammolarni vujudga keldi:

- a) Modelni tuzish uchun ob'ekt xususiyatlarini izohlash kamchiligi va afzalliklari;
 - b) Modelni tuzishda foydalaniladigan vositalarni to'g'ri tanlash bo'yicha tassavvurga ega bo'lish;
2. Model tuzish va uning natijalarini soni echishning nazariy-uslubiy bilim bilan qurollantiradi.

3-ilova.**2-ma'ruza mashg`uloti bo'yicha bilimlarni mustahkamlash uchun vazifa**

(Ha, yo'q texnikasi).

1. Model tuzishda gipotezalar vujudga keladimi?
2. Modellashtirishda algoritmik tillarining roli bo'lishi mumkinmi?
3. Model yaratish texnik vositalarning ahamiyatbo'lishi mumkinmi?
4. Imitastion modelda EHMning o'rni bormi?
5. Modellarning barcha sinflarini bilasizmi?
6. Modelni ishlab chiqishda ob'ektning roli bo'lishi mumkinmi?
7. Modelashtirish natijalarini sonli tahlil qilish mumkinmi?

Amaliy mashg'ulotining o'qitish texnologiyasi

Vaqt – 2 soat	Talabalar soni: 20-25 nafar
O'quv mashg'uloti shakli	Bilimlarni chuqurlashtirish va kengaytirish bo'yicha amaliy mashg'uloti
O'quv mashg'uloti rejasi	1. Chiziqli tenglamalar tizimsini Kramer usulida echish. 2. Chiziqli tenglamalar tizimsini Gauss usulida echish. 3. Chiziqli tenglamalar tizimsini matrista usulida echish.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> Bu amaliy mashg'uloti jarayonida savollar va muammolar borasida suhbat o'tkaziladi. Bu darsda "aqliy hujum" usulini ham qo'llash mumkin. Shuningdek, test va masalalar echish mumkin.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> - mavzu bo'yicha bilimlarni tizimlashtirish, mustahkamlash. - darslik bilan ishlash ko'nikmalarini hosil qilish;	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i> Talaba: - Chiziqli tenglamaga ta'rif beradi; - Kramer usulini izohlab beradi; - Gauss usulini izohlab beradi; - Matrista usulini izohlab beradi; - Algortm tushunchasiga ta'rif beradi va uning turlarini izohlaydi.
O'qitish uslubi va texnikasi	Blist-so'rov, birgalikda o'qiymiz "ehtiyot" so'zlariga klaster, munozara.
O'qitish vositalari	Ma'ruza matni, o'quv qo'llanmasi, proektor, doska.
O'qitish shakli	Bilimlarni chuqurlashtirish va kengaytirish, individual va guruh bo'yicha o'qitish.
O'qitish sharoitlari	Kompyuter texnologiyalari, proektor bilan ta'minlangan, guruhda dars o'tishga moslashtirilgan auditoriya.

Amaliy mashg'ulotining texnologik kartasi (1-mashg'ulot)Bosqichlar, **Faoliyat mazmuni**

	o'qituvchi	talaba
1-bosqich. Kirish (10 min)	1.1. Mavzuni, maqsadi rejadagi o'quv natijalarini e'lon qiladi, ularning ahamiyatini va dolzarbligini asoslaydi. Mashg'ulot hamkorlikda ishlash texnologiyasini qo'llagan holda o'tishini ma'lum qiladi. 1.2. Aqliy hujum usulidan foydalangan holda auditoriyaning tayyorgarlik darajasini aniqlaydi: Modellashtirish bilan bog'liq qanday terminlarni bilasiz? Ularning mazmunlarini ham bilasizmi?	1.1. Mavzuni yozadi va savollarga javob beradi.
2-bosqich asosiy (60 min)	2.1. Talabalarni 2 guruhga bo'ladi, har biriga vazifa beradi (2-ilova). Kutlayotgan o'quv natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhda ishlash qoidasi bilan tanishtiradi (1-ilova). 2.3. Vazifani bajarishda o'quv materiallari (ma'ruza matni, o'quv qo'llanma) laridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Guruhlarda ish boshlashni taklif etadi. 2.4. Tayyorgarlikdan keyin taqdimotni boshlangani e'lon qilindi. 2.5. Talabalar javobini sharhlaydi, xulosalarga e'tibor beradi, aniqlik kiritadi. 2.6. Talabalarga B. B. B usuli bo'yicha ifodalangan jadvalni namoyish qiladi va ustunlarni to'ldirishni aytadi. Tushunchalarga izohlarni to'g'rilaydi va savollarga javob qaytaradi. Guruhlar faoliyatiga umumiy ball beradi.	2.1. O'quv natijalarini taqdim qiladilar. 2.2. Savollar beradi. 2.3. Javoblarni o'tdiradi. 2.4. Jadval ustunlarini to'ldirishni davom ettiradi.
3-bosqich Yakuniy (10 min)	3.1. Mashg'ulotni yakunlaydi, talabalarni baholaydi va faol ishtirokchilarni rag'batlantiradi.	3.1. Eshitadi. 3.2. Topshiriq oladilar.

$$\Delta = \begin{vmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 1 & -4 & 7 \\ 0 & 5 & -2 \end{vmatrix} = 2 \cdot (-4) \cdot (-2) + 1 \cdot 7 \cdot 0 + 1 \cdot 5 \cdot (-1) - 0 \cdot (-4) \cdot (-1) - 1 \cdot 1 \cdot (-2) -$$

$$- 2 \cdot 5 \cdot 7 = 16 + 0 - 5 - 0 + 2 - 70 = -57$$

$$\Delta_{x_1} = \begin{vmatrix} 1 & 1 & -1 \\ 14 & -4 & 7 \\ 4 & 5 & -2 \end{vmatrix} = 1 \cdot (-4) \cdot (-2) + 1 \cdot 7 \cdot 4 + (-1) \cdot 14 \cdot 5 - (-1) \cdot (-4) \cdot 4 -$$

$$- 1 \cdot 14 \cdot (-2) - 1 \cdot 7 \cdot 5 = 8 + 28 - 70 - 16 + 28 - 35 = -57 ;$$

$$\Delta_{x_2} = \begin{vmatrix} 2 & 1 & -1 \\ 1 & 14 & 7 \\ 0 & 4 & -2 \end{vmatrix} = 2 \cdot 14 \cdot (-2) + 1 \cdot 7 \cdot 0 + (-1) \cdot 1 \cdot 4 - (-1) \cdot 14 \cdot 0 - 1 \cdot 1 \cdot (-2) -$$

$$- 2 \cdot 7 \cdot 4 = -56 + 0 - 4 - 0 + 2 - 56 = -114 ;$$

$$\Delta_{x_3} = \begin{vmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & -4 & 14 \\ 0 & 5 & 4 \end{vmatrix} = 2 \cdot (-4) \cdot 4 + 1 \cdot 14 \cdot 0 + 1 \cdot 1 \cdot 5 - 1 \cdot (-4) \cdot 0 - 1 \cdot 1 \cdot 4 -$$

$$- 2 \cdot 14 \cdot 5 = -32 + 0 + 5 - 0 - 4 - 140 = -171 ;$$

$$x_1 = \frac{\Delta_{x_1}}{\Delta} = \frac{-57}{-57} = 1 ; x_2 = \frac{\Delta_{x_2}}{\Delta} = \frac{-114}{-57} = 2 ; x_3 = \frac{\Delta_{x_3}}{\Delta} = \frac{-171}{-57} = 3 ;$$

Javob: $x_1 = 1, x_2 = 2, x_3 = 3.$



Gauss usuli. Gauss usuli yoki no'malumlarini ketma-ket yo'qotish usuli chiziqli algebraik tenglamalar tizimsini aniq echish usuli hisoblanadi. Bu usulining algoritmi quyidagi hisoblashlar ketma-ketligidan iborat.

$a_{11} \neq 0$ bo'lsin (agar $a_{11} = 0$ bo'lsa, tizimdagi tenglamalarning o'rnini almashtirib $a_{11} \neq 0$ ga ega bo'lish mumkin). (1) tizimdagi birinchi tenglamaning barcha hadlarini a_{11} ga bo'lib

$$x_1 + a_{12}^{(1)} x_2 + \dots + a_{1n}^{(1)} x_n = b_1^{(1)}$$

ni hosil qilamiz. Bu tenglamani ketma-ket $a_{21}, a_{31}, \dots, a_{n1}$ larga ko'paytirib, undan tizimning keyingi tenglamalarini ayiramiz va

$$\begin{cases} x_1 + a_{12}^{(1)} x_2 + \dots + a_{1n}^{(1)} x_n = b_1^{(1)} \\ a_{22}^{(1)} x_2 + \dots + a_{2n}^{(1)} x_n = b_2^{(1)} \\ \dots\dots\dots \dots\dots\dots \dots\dots\dots \\ a_{n2}^{(1)} x_2 + \dots + a_{nn}^{(1)} x_n = b_n^{(1)} \end{cases} \quad (2)$$

tizimga ega bo'lamiz. Buerda $a_{ij}^{(1)} = a_{ij} - \frac{a_{i1} a_{1j}^{(1)}}{a_{11}}, b_j^{(1)} = b_j - \frac{b_1 a_{j1}}{a_{11}} i=2, \dots, n; j=2, 3, \dots, n.$

(2) tizim uchun yuqoridagi hisoblashlar (noma'lumlarni ketma-ket yo'qotish) ni bir necha bor takrorlab, quyidagi

$$\begin{cases} x_1 + a_{12}^{(1)} x_2 + a_{13}^{(1)} x_3 + \dots + a_{1n}^{(1)} x_n = b_1^{(1)} \\ x_2 + a_{23}^{(2)} x_3 + \dots + a_{2n}^{(2)} x_n = b_2^{(2)} \\ \dots\dots\dots \dots\dots\dots \dots\dots\dots \\ x_n = b_n^{(n)} \end{cases} \quad (3)$$

tizimni hosil qilamiz va x_i larni topish uchun

$$x_k = a_{k,n-1}^{(k-1)} - \sum_{j=k+1}^n a_{kj}^{(k-1)} x_j, k = n, n-1, n-2, \dots, 1$$

formulaga ega bo'lamiz.

Misol. Quyidagi

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 = -1 \\ 2x_1 - 3x_2 + 4x_3 = 13 \\ -3x_1 + x_2 - 2x_3 = -6 \end{cases}$$

tenglamalar sistemasini Gauss usulida eching.

Echish.

$$\begin{aligned} \begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 = -1 \\ 2x_1 - 3x_2 + 4x_3 = 13 \\ -3x_1 + x_2 - 2x_3 = -6 \end{cases} &\Leftrightarrow \begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 = -1 \\ 7x_2 - 6x_3 = -15 \\ 7x_2 - 5x_3 = -9 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 = -1 \\ 7x_2 - 6x_3 = -15 \\ -x_3 = -6 \end{cases} \Leftrightarrow \\ \begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 = -1 \\ 7x_2 - 6x_3 = -15 \\ x_3 = 6 \end{cases} &\Leftrightarrow \begin{cases} x_1 + 2x_2 - 6 = -1 \\ 7x_2 - 36 = -15 \\ x_3 = 6 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x_1 + 2x_2 - 6 = -1 \\ 7x_2 = 21 \\ x_3 = 6 \end{cases} \Leftrightarrow \\ \begin{cases} x_1 + 6 - 6 = -1 \\ x_2 = 3 \\ x_3 = 6 \end{cases} &\Leftrightarrow \begin{cases} x_1 = -1 \\ x_2 = 3 \\ x_3 = 6 \end{cases} \end{aligned}$$

Javob: $x_1 = -1$, $x_2 = 3$, $x_3 = 6$.

Chiziqli algebraik tenglamalar tizimsini Gauss usulida echish uchun Paskal algoritmik tilida tuzilgan dastur matni.

program gauss; uses crt;

const n=4; {tenglamalarsoni}

type

stroka=array[1..n+1] of real;

matrisa=array[1..n] of stroka;

vektor=array[1..n] of real;

var

a:matrisa; x:vektor; max,c:real;

i,j,k,m:integer;

procedure gauss_1(b:matrisa; var y:vektor);

begin

for i:=1 to n do

begin

max:=abs(b[i,i]); j:=i;

for k:=i+1 to n do if abs(b[k,i])>max then

begin max:=abs(b[k,i]);

j:=k;

```

end;
if j<>i then for k:=i to n+1 do
begin c:=b[i,k]; b[i,k]:=b[j,k];
      b[j,k]:=c;
end;

c:=b[i,i];
for k:=i to n+1 do b[i,k]:=b[i,k]/c;
for m:=i+1 to n do
begin
c:=b[m,i];
for k:=i+1 to n+1 do b[m,k]:=b[m,k]-b[i,k]*c;
end;
end;

y[n]:=b[n,n+1];
for i:=n-1 downto 1 do
begin
y[i]:=b[i,n+1];
for k:=i+1 to n do y[i]:=y[i]-b[i,k]*y[k]
end;
end;

end;

begin
clrscr;
for i:=1 to n do
for j:=1 to n+1 do
begin
write('a[' ,i:1,',',j:1,']=');
read(a[i,j]);
end;
gauss_1(a,x);
writeln('Sistemaning yechimi:');
for i:=1 to n do writeln('x[' ,i:1,']= ',x[i]:10:4);
end.

```



Teskari matritsa usuli. Bizgan-o'lchovli

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

kvadrat matrasta berilgan bo'lsin.

Tarif. A matrasta teskari matrasta deb shunday A^{-1} matrasta aytiladiki,

$$A^{-1} \cdot A = E$$

bo'ladi. Bu erda E birlik matrasta, ya'ni

$$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Teorema. Agar A matrasta elementlaridan tuzilgan determenant qiymati noldan farqli, ya'ni $\det A \neq 0$ bo'lsa, A matrasta teskari matrasta mavjud.

Agar A matrasta teskari matrasta mavjud bo'lsa, u quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$A^{-1} = \begin{vmatrix} \frac{A_{11}}{\Delta} & \frac{A_{21}}{\Delta} & \dots & \frac{A_{n1}}{\Delta} \\ \frac{A_{12}}{\Delta} & \frac{A_{22}}{\Delta} & \dots & \frac{A_{n2}}{\Delta} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{A_{1n}}{\Delta} & \frac{A_{2n}}{\Delta} & \dots & \frac{A_{nn}}{\Delta} \end{vmatrix}$$

bu erda $\Delta = \det A$, A_{ij} - a_{ij} elementlarning algebraik to'ldiruvchilari ($i, j = 1, n$) :

$$A_{ij} = (-1)^{i+j} \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1,j-1} & a_{1,j+1} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2,j-1} & a_{2,j+1} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{i-1,1} & a_{i-1,2} & \dots & a_{i-1,j-1} & a_{i-1,j+1} & \dots & a_{i-1,n} \\ a_{i+1,1} & a_{i+1,2} & \dots & a_{i+1,j-1} & a_{i+1,j+1} & \dots & a_{i+1,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{n,j-1} & a_{n,j+1} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}, i, j = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Misol. $A = \begin{vmatrix} 5 & 1 & 3 \\ 0 & 4 & 2 \\ -2 & 1 & 0 \end{vmatrix}$ matristaga teskari matrasta toping.

Echish.

$$\Delta = \det A = \begin{vmatrix} 5 & 1 & 3 \\ 0 & 4 & 2 \\ -2 & 1 & 0 \end{vmatrix} = -4 + 24 - 10 = 10 ;$$

Algebraik

to'ldiruvchilarni

hisoblaymiz: $A_{11} = -2$; $A_{12} = -4$; $A_{13} = 8$; $A_{21} = 3$; $A_{22} = 6$; $A_{23} = -7$; $A_{31} = 10$; $A_{32} = -10$;

$A_{33} = 20$.

U holda

$$A^{-1} = \begin{vmatrix} -\frac{1}{5} & \frac{3}{10} & 1 \\ -\frac{2}{5} & \frac{3}{5} & -1 \\ \frac{4}{5} & -\frac{7}{10} & 2 \end{vmatrix}$$

Chiziqli algebraik tenglamalar tizimsini teskari matrasta usulida echish uchun, (1) ni

$$AX = B \quad (4)$$

ko'rinishda yozib olamiz. Bu erda

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}; X = \begin{vmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{vmatrix}; B = \begin{vmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{vmatrix}.$$

(4) ni A^{-1} ga ko'paytirib, (1) tizimning echimini matrasta ko'rinishida hosil qilamiz

ChATSni teskari $X = A^{-1}B$ matrasta usulida echishga tuzilgan dastur matni.

program obrat_matritsa;

uses crt;

```

const n=3;{tenglamalar soni}
type vector=array[1..n] of real;
type matr=array[1..n,1..n+1] of real;
var
  a,c: matr; b,x: vector;
  i,j,m,k: integer;
procedure umv(l1:matr; l2:vector; var l3:vector);
var i,k:integer;
begin
  for i:=1 to n do l3[i]:=0.0;
  for i:=1 to n do for k:=1 to n do
    l3[i]:=l3[i]+l1[i,k]*l2[k];
  end;
procedure obrmat(ao: matr; it: integer; var a1o: matr);
  label 1;
  var lo: matr; xo,bo: vector; so: real;
begin
  m:=0; bo[1]:=1; for k:=2 to it do bo[k]:=0;
  for k:=1 to it-1 do for i:=k+1 to it do
    begin
      lo[i,k]:=ao[i,k]/ao[k,k];
      for j:=k+1 to it do ao[i,j]:=ao[i,j]-lo[i,k]*ao[k,j];
      bo[i]:=bo[i]-lo[i,k]*bo[k]
    end;
    1:xo[it]:=bo[it]/ao[it,it]; m:=m+1;
  for k:=it-1 downto 1 do
    begin
      so:=0;
      for j:=k+1 to it do so:=so+ao[k,j]*xo[j];
      xo[k]:=(bo[k]-so)/ao[k,k]
    end;
  for k:=1 to it do
    if m+1=k then bo[k]:=1 else bo[k]:=0;
  for k:=1 to it-1 do for i:=k+1 to it do
    bo[i]:=bo[i]-lo[i,k]*bo[k];
  for j:=1 to it do a1o[j,m]:=xo[j];
  if m<it then goto 1
end;
beginclrscr;
for i:=1 to n do for j:=1 to n do
begin
  write('A[' ,i:1,',',j:1,']=');
  read(A[i,j])
end;
for i:=1 to n do
begin
  write('B[' ,i:1,']=');
  read(B[i])
end;
obrmat(A,n,c);umv(c,b,x);
for i:=1 to n do begin
  writeln('x[' ,i:1,']= ',x[i]:8:4);
end;
end.

```



Iterastiya usuli.

Noma'lumlar soni ko'p bo'lganda Kramer, Gauss, teskari matrasta usullarining aniq echimlar beruvchi chiziqli tizim sxemasi juda murakkab bo'lib qoladi. Bunday hollarda tizim ildizlarini topish uchun ba'zan taqribiy sonli usullardan foydalanish qulaydir. Shunday usullardan biri iterastiya usulidir. Quyidagi tenglamalar tizimi berilgan bo'lsin:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, i=1,2,...,n(5)$$

Bu tizim matrasta ko'rinishda quyidagicha yoziladi:

$$Ax = b,$$

bu erda

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \dots \\ b_n \end{pmatrix}, x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{pmatrix}.$$

Biz (5) da $a_{ii} \neq 0$ ($i=1,n$) deb faraz qilamiz.

Tenglamalar tizimsida 1- tenglamani x_1 ga nisbatan, 2- tenglamani x_2 ga nisbatan va oxirgisini x_n ga nisbatan echamiz:

$$\begin{cases} x_1 = \beta_1 + 0 + \alpha_{12} x_2 + \alpha_{13} x_3 + \dots + \alpha_{1n} x_n \\ x_2 = \beta_2 + \alpha_{21} x_1 + 0 + \alpha_{23} x_3 + \dots + \alpha_{2n} x_n \\ \dots \\ x_n = \beta_n + \alpha_{n1} x_1 + \alpha_{n2} x_2 + \alpha_{n3} x_3 + \dots + \alpha_{nn-1} x_{n-1} + 0 \end{cases} \quad (6)$$

Ushbu

$$\alpha = \begin{pmatrix} 0 & \alpha_{12} & \dots & \alpha_{1n} \\ \alpha_{21} & 0 & \dots & \alpha_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \alpha_{n1} & \alpha_{n2} & \dots & 0 \end{pmatrix} \text{ va } \beta = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \beta_n \end{pmatrix}$$

matristalar yordamida (6) ni quyidagicha yozishimiz mumkin

$$x = \beta + \alpha x \quad (7)$$

(7) tizimni ketma-ket yaqinlashishlar usuli bilan echamiz:

$$x^{(0)} = \beta, x^{(1)} = \beta + \alpha x^{(0)}, x^{(2)} = \beta + \alpha x^{(1)}, \dots$$

Bu jarayonni quyidagicha ifodalaymiz:

$$x^{(k)} = \beta + \alpha x^{(k-1)}, x^{(0)} = \beta \quad (8)$$

Bu ketma-ketlikning limiti, agar u mavjud bo'lsa (5) tizimning izlanayotgan echimi bo'ladi. Biz

$$x^{(k)} = \begin{pmatrix} x_1^{(k)} \\ x_2^{(k)} \\ \dots \\ x_n^{(k)} \end{pmatrix}$$

belgilashni kiritamiz.

Agar ixtiyoriy $\varepsilon > 0$ uchun $|x_i^{(k+1)} - x_i^{(k)}| < \varepsilon$ tengsizlik barcha $i = 1, 2, \dots, n$ uchun bajarilsa

$x^{(k+1)} = (x_1^{(k+1)}, x_2^{(k+1)}, \dots, x_n^{(k+1)})$ vektor (5) tizimning aniqlikdagi echimi deb yuritiladi.

Teorema. Agar keltirilgan (6) tizim uchun $\sum_{j=1}^n |\alpha_{ij}| < 1$ yoki $\sum_{i=1}^n |\alpha_{ij}| < 1$ shartlardan birortasi

bajarilsa, u holda (8) iterastiya jarayoni boshlang'ich yaqinlashishni tanlashga bog'liq bo'lmagan holda yagona echimga yaqinlashadi.

Natija (8) tenglamalar tizimsi uchun $\sum_{j=1}^n |a_{ij}| < |a_{11}|$, $\sum_{j=2}^n |a_{2j}| < |a_{22}|$, ..., $\sum_{j=1}^n |a_{nj}| < |a_{nn}|$

tengsizliklar bajarilsa (8) iteratsiya yaqinlashuvchi bo'ladi.

Misol. Tenglamalar tizimsini $\varepsilon=0,001$ aniqlikda oddiy iteratsiya usuli bilan eching:

$$\begin{cases} 4x_1 + 0,24x_2 - 0,08x_3 = 8 \\ 0,09x_1 + 3x_2 - 0,15x_3 = 9 \\ 0,04x_1 - 0,08x_2 + 4x_3 = 20 \end{cases}$$

Echish:

$$\begin{cases} 0,24 + |-0,08| = 0,32 < |a_{11}| = 4 \\ 0,09 + |-0,15| = 0,24 < |a_{22}| = 3 \\ 0,04 + |0,08| = 0,12 < |a_{33}| = 4 \end{cases}$$

Demak, iteratsiya yaqinlashadi

$$\begin{cases} x_1 = 2 - 0,06x_2 + 0,02x_3 \\ x_2 = 3 - 0,03x_1 + 0,05x_3 \\ x_3 = 5 - 0,01x_1 + 0,02x_2 \end{cases}$$

Nolinchi yaqinlashish: $x^{(0)} = \beta = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 5 \end{pmatrix}$, $x_1^{(0)} = 2$, $x_2^{(0)} = 3$, $x_3^{(0)} = 5$.

$$\alpha = \begin{pmatrix} 0 & -0,06 & 0,02 \\ -0,03 & 0 & 0,05 \\ -0,01 & 0,02 & 0 \end{pmatrix}$$

(8) formula yordamida hisoblashlarni bajaramiz.

$$x^{(1)} = \beta + \alpha x^{(0)} = \begin{pmatrix} 1,92 \\ 3,19 \\ 5,04 \end{pmatrix}; x_1^{(1)} = 1,92; x_2^{(1)} = 3,19; x_3^{(1)} = 5,04.$$

$$x^{(2)} = \beta + \alpha x^{(1)} = \begin{pmatrix} 1,9094 \\ 3,1944 \\ 5,0446 \end{pmatrix}; x^{(3)} = \beta + \alpha x^{(2)} = \begin{pmatrix} 1,90923 \\ 3,19495 \\ 5,04485 \end{pmatrix};$$

$$x_1^{(2)} = 1,9094; x_2^{(2)} = 3,1944; x_3^{(2)} = 5,0446.$$

Ushbu jadval hosil bo'ladi.

Yaqinlashishlar (k)	x_1	x_2	x_3	$x_1^{(k)} - x_1^{(k-1)}$	$x_2^{(k)} - x_2^{(k-1)}$	$x_3^{(k)} - x_3^{(k-1)}$
0	2	3	5	-	-	-
1	1,92	3,19	5,04	0,08	0,19	0,04
2	1,9094	3,1944	5,0446	0,0106	0,0044	0,0046
3	1,90923	3,19495	5,04485	0,00017	0,00055	0,00025

Bunda $|x_1^{(3)} - x_1^{(2)}| = 0,00017 < \varepsilon$, $|x_2^{(3)} - x_2^{(2)}| = 0,00055 < \varepsilon$, $|x_3^{(3)} - x_3^{(2)}| = 0,00025 < \varepsilon$ bajariladi.
 $x=x^{(3)}$ ChTS ning taqribiy echimi.

Tenglamalar tizimini iteratsiya usulida echish uchun Paskal algoritmik tilida tuzilgan dastur matni.

```

program iter_sis; uses crt;
label 1,2;
const n=3; {tenglamalar coni}
type
matrisa=array[1..n,1..n] of real;
vektor=array[1..n] of real;
var
a,a1:matrisa; x,x0,b,b1:vektor; eps,s:real; i,j,k:integer;
begin
  clrscr;
  for i:=1 to n do begin
    for j:=1 to n do begin
      write('a['',i:1,',',j:1,']='); read(a[i,j]) end;
    write('b['',i:1,']='); read(b[i]);
  end;
  eps:=0.0001;
  for i:=1 to n do begin
    b1[i]:=b[i]/a[i,i];
    for j:=1 to n do a1[i,j]:=-a[i,j]/a[i,i]
  end;
  for i:=1 to n do begin
    x0[i]:=b1[i];
    a1[i,i]:=0;
  end;
  2: for i:=1 to n do
  begin
    s:=0.0;
    for j:=1 to n do s:=s+a1[i,j]*x0[j];
    x[i]:=b1[i]+s;
  end;
  k:=0;
  for i:=1 to n do if abs(x[i]-x0[i])<eps
  then begin k:=k+1; if k=n then goto 1 end
  else begin for j:=1 to n do x0[j]:=x[j]; goto 2 end;
  1:writeln('Sistemaning taqribiy yechimi:');
  for i:=1 to n do writeln('x['',i:1,']= ',x[i]:10:8);
end.

```

Ishni bajarish tartibi:

1. Berilgan ayrim masalalarni analitik ko'rinishda echish.
2. Berilgan masalaning echish algoritmini blok-sxema ko'rinishda tasvirlash.
3. Turbo-Paskal muhitida dasturni kiritish.
4. Dasturni kompyuter xotirasida saqlash va dasturdagi mavjud xatolarni topish va ularni to'g'rilash.
5. Dasturni ishga tushirishva masalaning boshlang'ich ma'lumotlarini kiritib natijalar olish.
6. Olingan natijalar tahlili asosida xulosalar qilish.

O'quv topshiriqlar

1- ilova.

Guruh bilan ishlash qoidalari

Guruh a'zolarining har biri

- o'z sheriklarining fikrlarini hurmat qilishlari lozim;
- berilgan topshiriqlar bo'yicha faol, hamkorlikda va mas'uliyat bilan ishlashlari lozim;

- o'zlariga yordam kerak bo'lganda so'rashlari mumkin;
- yordam so'raganlarga ko'mak berishlari lozim;
- guruhni baholash jarayonida ishtirok etishlari lozim;

2-ilova

1. *Bitta gap bilan savolga javobni shakllantiring.*
Chiziqli algebraik tenglamalarni echish usullarini tushunchalari qanday bog'liqlikda namoyon bo'ladi?
2. *Modellarning sinflariga misollar keltiring?*

Baholash mezonlari va ko'rsatkichlari (ball)

3-ilova.

Guruh	1 topshiriq	2 topshiriq	3 topshiriq (har bir savol 0,2 ball)			Ballar yig'indisi
	(0,7)	(0,7)	1-savol	2-savol	3-savol	(2,0)
1						
2						
3						

4-ilova.

B.B.B. usuli asosida bilimlarni sinash uchun tarqatma materiallar

	Tushuncha	Bilaman "+", Bilmayman "-".	Bildim "+", Bila olmadim "-".
1	Chiziqli algebraik tenglamalarni echishda qaysi usulda olingan natijada aniqlik kattabo'lishim mumkinmi?		
2	Chiziqli algebraik tenglamalarni echishni dasturlash mumkinmi?		
3	Inerastiya usulini MS Excel bajarish mumkinmi?		
4	Gauss usulini MS Excel bajarish mumkinmi?		

Modul № 3**“Strukturaviy identifikastiyalash masalasi va identifikastiyalash usullarining sinflari”**

Modul № 3 “Strukturaviy identifikastiyalash masalasi va identifikastiyalash usullarining sinflari”	Identifikastiyalash masalasini qo'yilishi va qiyinchiligi. Ob'ekt strukturasi va parametrlarini indentifikastiyalash usullarining sinflari. Ob'ektni tashqimuhitdan ajratish Ob'ektga kirish va chiqishni tartibga solish (Ekspertlarni baholash usuli). Bevosita baholash usuli. Juft taqqoslash usuli. Modelda hisobga olinadigan ob'ektni kirish va chiqishlarini rastional sonini topish, hamda kirish va chiqishlari orasidagi bog'lanishni xarakterini aniqlash.
3-mavzu.	Identifikastiyalash masalalari va muammolari

1.1.Ma'ruza mashg'ulotini o'qitish texnologiyasi

<i>Vaqt- 8 soat</i>	Talabalar soni: 70-80 nafar
<i>O'quv mashg'ulotining shakli</i>	Vizual ma'ruza
<i>O'qitish texnologiyasi</i>	Muammoli
<i>Ma'ruza mashg'ulotining rejasi</i>	1. Identifikastiyalash masalasini qo'yilishi. 2. Identifikastiyalashdagi qiyinchiliklar. 3. Ob'ektni strukturasi va parametrlarini indentifikastiyalash. 4. Identifikastiyalash usullarini sinflari. 5. Ob'ektni tashqimuhitdan ajratish. 6. Ob'ektni kirish va chiqishni tartibga solish (Ekspertlarni baholash usuli). 7. Bevosita baholash usuli. 8. Juft taqqoslash usuli. 9. Modelda hisobga olinadigan ob'ektni kirish va chiqishlarini rastional sonini topish. 10. Ob'ekt modeli kirish va chiqishlari orasidagi bog'lanishni xarakterini aniqlash.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> Ob'ektnimodellashtirish jarayonida identifikastiyalash muammolarini aniqlash usullarini sinflarga ajratish orqali kirish va chiqishni tartibga solishdan foydalanib baholash va taqqoslash usullari nazariyasini tahlil qilish.	
<i>Pedagogik vazifalar:</i> - Identifikastiyalash masala-si va muammolarini tahlil qilish; - Identifikastiyalash usullarining sinflarinibayon qilishi; - Ob'ektni kirish va chiqishni tartibga solishni baholash usullarini bayon etish.	<i>O'quv faoliyatini natijalari:</i> <i>Talaba:</i> - Modellashtirilayotgan ob'ektning identifikastiyalash masalalarini vamammolarini tahlil qilish; - Identifikastiyalash usullari orqali ob'ektning kirish va chiqishlarini tartibga solish; - Mustaqil ish sifatida uyda baholash, taqqoslash, kirish va chiqishlar xarakterini o'rganadi.
<i>O'qitish uslubi va texnikasi</i>	Vizual ma'ruza, blist-so'rov, bayon qilish, klaster, texnikasi
<i>O'qitish vositalari</i>	Ma'ruzalar matni, proektor, tarqatma materiallar, grafik organayzerlar.
<i>O'qitish shakli</i>	Jamoa va guruhda ishlash.
<i>O'qitish shart-sharoiti</i>	Proektor, kompyuter bilan jihozlangan auditoriya.

Mavzularning iboralari nomi: 1.identifikatsiya masalasi 2.operator 3.ob'ektni strukturasi 4.parametrliidentifikatsiya 5.ob'ektning stoxastiksi	Tayanch iboralarning o'quv maqsadlari: 1. Identifikatsiya masalasi deb ob'ekt operatori F_0 ni topishga aytiladi 2.Ob'ekt strukturasi – bu uni tashkil etgan elementlar. 3.Parametrliidentifikatsiya – ob'ektniidentifikatsiya jarayonida bu strukturani noma'lum parametrlarni topish masalasiga keltirish
Mustaqil ish -darslik va o'quv qo'llanmalar bo'yicha fan boblari va mavzularini o'rganish;	Talaba: - Modellashtirishda ob'ektni indentifikatsiyalash masalasi va uning muammolarini tahlil qilish; - Identifikatsiyalash usullari orqali ob'ektning kirish va chiqishlarini tartibga solishni baholash usullarini sinflarga ajratish; - Ob'ekt modelida kirish va chiqishlari orasidagi bog'lanishni xarakterini aniqlash; -Mustaqil ish sifatida uyda ma'lumotlarning strukturaviy identifikatsiyalash sinflari, baholash usullari o'rganadi.
O'quv – ilmiy adabiyotlar	1. Dyachko A.G.i dr.«Reshenie prikladnyx zadach» Moskva 1987g. 2. Gorstko A.B. «Poznakomtes s matematicheskimmodelirovaniem» Moskva 1971g. 3. Sovetov B.Ya. Yakovlev S.A.Modelirovanie sistem M. 1985. 4. Levin A.E., Germenko G.L. Modelirovanie ierarxiya osnovy avtomatizirovannogo proektirovaniya. M. 1989. 5. Kamilov M.M.Ergashev A.K. Matematik modellashtirish. TATU, Toshkent 2007-176 b. 6. www.cyberseller.ru 7. www.bookorchive.ru 8. www.plati.acdshop.ru 12.www.zsu.edu.ua
V.M. Bronnikov metodikasi asosida o'quv maqsadlarining toifalarini belgilash	
Metodni amalga oshirish bosqichlari	
1.identifikatsiya masalasini chuqurroq tushinish	
2.ob'ektni strukturasi tasavvurda shakllantirish	
3.parametrliidentifikatsiya so'z bilan tasvirlash	
4.ob'ektning stoxastikasi haqida fikrlarni taklif qilish	
5.operator tushunchasini boshqa tushunchalar bilan izohlash	

Ma'ruza mashg'ulotini texnologik kartasi (3-mashg'ulot)

Bosqichlar vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchi	Talaba
1-bosqich Kirish (5min)	1.1.Mavzu, uning maqsadi, o'quv mashg'ulotidan kutilayotgan natijalar ma'lum qilinadi	1.1.Eshitadi, yozib oladi.
2-bosqich Asosiy (65 min)	2.1. Talabalar e'tiborini jalb etish va bilim darajalarini aniqlash uchun tezkor savol-javob o'tkazadi. 2.2. O'qituvchi vizual materiallardan foydalangan holda ma'ruzani bayon etishda davom etadi. 2.3.Modellashtirilayotgan ob'ektni indentifikastiyalash bo'yicha taqdimotini namoyish qiladi. 2.4.Quyidagi savollardan foydalangan holda mavzu yoritiladi: -identifikastiya masalalariga nimalar kiradi? -parametrli identifikastiya qandaytashkil etiladi? -identifikastiyalash usullarining sinflarga bo'lish nimadan iborat? 2.5. Talabalarga mavzuning asosiy tushunchalariga e'tibor qilishni va yozib olishlarini ta'kidlaydi.	2.1. Eshitadi, navbat bilan javob beradi. 2.2. Eshitadi, yozib oladi.
3-bosqich Yakuniy (10min)	3.1. Mavzuga yakun yasaydi va talabalar e'tiborini asosiy masalalarga qaratadi. Faol ishtirok etgan talabalarni rag'batlantiradi. Mustaqil ish uchun vazifa, ma'lumotlarning turlarini o'rganishni vazifa qilib beradi, baholaydi.	3.1. Eshitadi, aniqlashtiradi. 3.2. Topshiriqni yozib oladi.

Vizual materiallar**1-ilova****1.Identifikastiyalash masalasini quyilishi**

Identifikastiya masalasi deb, ob'ekt operatori F_0 i topishga aytiladi, ya'ni modelni shunday operatorini F topish kerakki, biror-bir ma'noda ob'ekt operatoriga F_0 yaqin bo'lsin $F \approx F_0$.

Shuni aytib o'tish joyizki, bu operatorlar orasidagi yaqinlik nisbiydir, chunki F_0 operatorlar turli strukturaga ega bo'lishi mumkin, turlicha tillarda shakillantirilgan va turli son kirish kanallariga ega bo'lishi mumkin. Shuning uchun operatorlarni bir-biriga yaqinligini baholash murakkab yoki imkoni yuq. Ko'pgina hollarda ob'ekt operatori haqida axborot etarli bulmaydi. Shuning uchun tabiiyki operatorlarni yaqinligi kirish tasiri X bo'yicha baholash mumkin, ya'ni ob'ekt chiqishiva model chiqishibo'yicha. Har bir vaqtda qiyaqidagi bu reakstiyalarni yaqinlik darajasini masalan, chiqish vektorlarini farqini kvadratining qiymatibo'yicha baholash mumkin, ya'ni

$$q(t) = |Y(t) - Y^M(t)|^2 = \sum_{i=1}^m [y_i(t) - y_i^M(t)]^2, \quad (2')$$

Bu erda $Y^M = (y_1^M, \dots, y_m^M)$ modelchiqish vektori.

Umuman ob'ekt bilan model oarsidagi yaqinlik tafovut funkstiyasiyordamida baxolanadi. Bu funkstiya ob'ektni va modelni ikki vektorli argumentli skalyar funkstiyasidan iborat.

$$q(t) = \delta(Y(t), Y^M(t)), \quad (3)$$

Endi identifikatsiya masalasini quyidagicha shakllantirish mumkin. Bu shundan iboratki shunday operatorini tuzish kerakki, tashqimuhit tasiri X ga ob'ekt reaksiyasigao'xshash tasir ko'rsatsin. Model operatorireakstiyasi kirish tasiriga X reaksiya ko'rsatishining ko'rinishi quyidagicha

$$Y^M = F(X)$$

Demak, model operatori F shunday bo'lishi kerakki, bundao'rinli bo'lsin. Bu erda ekvivalentlik belgisi, ya'nimodel va ob'ekt chiqishlari bir xildagi kirish tasirlarigaekvivalent bo'lishi shart

$$Y^M \sim Y$$

Tabiiyki, indentifikatsiya jarayoni, ya'ni model operatorini shunday aniqlash kerakki, ob'ekt bilan model orasidagi tafovut minimal bo'lsin.

Identifikatsiyalash jarayoni har doim biror-bir funktsiya yoki funkstionalni minimumini topish operatsiyasiga olib kelavermaydi. Haqiqatdan ham agar ob'ekt statik xususiyatga ega bo'lsa, uni identifikatsiyalash prostedurasida chiziqli yoki umumiy holda nochiziqli tenglamalar tizimini echish masalasiga keltiriladi.

Demak, ob'ektlarni indentifikatsiya masalasida minimallashtirish prostedurasiga keltirilishi tamoyilli va muhim xususiyatga ega. Bunday xususiyat indentifikatsiyalash masalalariga xos belgidir.



2. Identifikatsiyalashdagi qiyinchiliklar.

Identifikatsiyalash masalasini qo'yishda va echishda asosan 2 ta qiyinchilik mavjud bo'ladi. Birinchisi operator sinfini aniqlash va unda echimni topish. Bunday qiyinchilikni xozirgi davrda shaklan (formal) echib bulmaydi. Chunki operator sinfini aniqlash bosqichida boshqarishmaqsadida indentifikatsiyalash predmeti bo'lgan ob'ekt haqidagi aprior axborotdan foydalanish kerak. Bu bosqich shakllantirish juda murakkab bo'lgan masala bo'lib, ko'pgina hollarda evristik usulda echiladi. Bunday echimlarni faqat inson qabulqila oladi.

Ob'ekt operatori kaysi sinfga tegishli ekanligini topish uchun quyidagilarni hisobga olish kerak:



Oxirigi ikkita punkt operator sinfini Ω identifikatsiya qilinayotgan ob'ektni kelgusidagi boshqarish bilan boglaydi.

Ikkinchi qiyinchilik kuyilgan minimallashtirish masalasini echishda foydalanuvchi (istemolchi) uchun eng kam sarf harajat bilan echish talab etiladi. Bu hol esa o'z navbatida indentifikatsiya algoritmini tanlashda ma'lum chegaralar qo'yadi.



3. Ob'ektni strukturasi va parametrlarini indentifikatsiyalash.

Ob'ektni strukturali indentifikatsiyalash deb, modelni operatori strukturasi aniqlashdan iborat. Agar modelni operatorinistrukturasini aniqlangan yoki aprior ma'lum bo'lsa, unda indentifikatsiyalash jarayoni bu strukturani noma'lum parametrlarni topish masalasiga keltiriladi. Bunday indentifikatsiyalash jarayoni parametrlarini indentifikatsiyalash deyiladi. (ba'zi hollarda birinchi jarayon keng ma'noda indentifikatsiyalash, ikkinchisi esa tor ma'noda indentifikatsiyalash deyiladi).

Ob'ektni strukturali indentifikatsiyalash modelni strukturasinidastlabki tanlash masalasi bilan borlangan bo'lib, parametrlarni indentifikatsiyalash esa berilgan struktura bo'yicha bu modelni parametrlarini aniqlash masalasi tushuniladi. Ko'rinib turibdiki, strukturali indentifikatsiyalashning birinchi bosqichi ikkinchisidan oldin keladi va ikkinchi bosqichni o'zining tarkibiga oladi.

Afsuski, struktura tushunchasi o'zining aniq ta'rifiga ega emas, ammo hamma intuitiv ravishda bir xilda tushiniladi. Modelni strukturasi sifatida uning koefitsientlarigacha aniqlikda model operatorining ko'rinishi tushiniladi. Shuni aytib o'tish kerakki, A kodi bilan belgilangan ob'ekt strukturasi umuman olganda modelning strukturasi bilan mos tushmasligi mumkin. Masalan, ob'ektning stoxastik xususiyatlari sodda ask etmasligi mumkin. Ammo uning parametrlarini indentifikastiyalash usulini aniqlaydi. Bundan tashqari model ob'ektdan farqliroq kam kirish va chiqish kanallariga ega bo'lishi mumkin. Bu kuzatishlar soni (xajmi) kam bo'lgan hollarda bo'lishi mumkin.

Endi indentifikastiyalash masalasini aniqlaylik. Faraz kilaylik, Model strukturasi ma'lum bo'lsin, ya'ni strukturali indentifikastiya masalasi echilgan bo'lsin. Bunda model operatori quyidagik o'rinishdabo'ladi $F(x)F(x)=f(x, c)$, Bu erda $f(.,)$ berilgan operator, $S=(s_1, \dots, s_k)$ modelni noma'lum parametrlari vektori. Bu holda modelni parametrlarini indentifikastiyalash masalasi tafovut funkstiyasini minimallashtirish masalasi shaklida yoziladi

$$Q(C) \rightarrow \min_{C \in R^r} \Rightarrow C^* \quad (12)$$

Bunday masalani echimi sifatida $S^*=(s_1^*, \dots, s_k^*)$ vektori bo'ladi. $Q(C) = \int_0^T \rho \{Y(t), f[X(t), C]\} h(t) dt$

Demak indentifikastiyalash masalasi matematik dasturlash masalasiga keltirildi.



4. Indentifikastiyalash usullarining sinflari.

Indentifikastiyalash usullari 3 ta sinflarga bo'linish alomatlari bilan farqlanadi va usullar bu alomatlar qiymati bilan xarakterlanadi:

$$C = \langle \xi, \eta, \zeta \rangle, \quad (14)$$

Bu alomatlar usullarini kodlaydi. Bu esa, ξ, η, ζ kikki qiymat qabul qiluvchi struktura alomatlari.

Aktivlik alomati ξ . Indentifikastiyalash jarayoni aktiv deyiladi ($\xi=1$), agar uni tadbiq etishda ob'ektni kirish holatini ma'lum ko'rinishda berish yoki o'zgartirish mumkin bo'lsa, ya'ni tashqimuhitholatini o'zgartirish mumkin bo'lsa. Bu jarayon boshqarishdir. Agar ob'ektda kirish holatini boshqarish mumkin bo'lmasa, bunday indentifikastiyalash passiv deyiladi.

2. Adaptivlik alomati η . Agar ob'ekt harakatda haqidagi axborot darhol emas balki, axborot kelishi bilan yoki stiklik ravishda va indentifikastiya qilinayotgan parametrlar qiymatlar har bir kadamda to'g'rilanilsa (yoki uzluksiz) bunday indentifikastiyalash adaptiv deyiladi. Aks holda indentifikastiya usuli adaptik bo'lmagan $\eta=0$ deyiladi. Bunday usul real vaqt mashtabida ishlash jarayonlariga tadbiq etiladi. Bu usulda har doim indentifikastiya qilinayotgan parametrlar qiymati yaxshilanib boradi. Shuning uchun bu usulni parametrlar vaqt bo'yicha sekin o'zgaradigan (siljiydigan) ob'ektlarni indentifikastiyalash jarayonida qo'llaniladi.

3. Qadamlilik alomati ζ . Agar indentifikastiya qilinayotgan parametrlar indentifikastiyalash jarayonida diskret o'zgarsa, bunday usul qadamli deyiladi. ($\zeta=1$). Aks holda usul uzluksiz ($\zeta=0$).



Ob'ektni tashqi muhitdan ajratib olish.

Ob'ektni tashqimuhitdan ajratib olish boshqarish maqsadi va algoritmi bilan aniqlanadi. Agar maqsad samarali shakllantirilmasa boshqariladigan ob'ekt modelini ham yaratish mumkin emas. Shuning uchun maqsadni shakllantirishdan avval ob'ektni boshlang'ich (dastlabki) modeli mavjud bo'lishi lozim. Tabiiyki bu boshlang'ich model juda ham taxminiy bo'ladi. Ana shu model boshqariladigan ob'ekt modeli uchun asos bo'ladi, ya'ni ob'ektni tashqimuhitdan ajratib olish jarayoni hisoblanadi.



Ob'ektni kengaytirish jarayonidaki quyidagi tamoyilga amal qilinishi kerak: Ob'ektni tashkirmuxitni shunday elementlari biriktirilishi zarurki, bu elementlar maqsadga erishishga ta'sir etsin va maqsadga erishish uchun ularni boshqarish mumkin bo'lsin.



5. Ob'ektni kirish va chiqishlarini tartibga solish (Ekspertlarni baholash usuli)

Ob'ektni modelini strukturalashni aniqlash uchun eng avvalo ob'ektni qaysi kirish va chiqishni modelda qatnashishi lozimligini aniqlash zarur. Avval ko'pqutublilikni ahamiyat kasb etuvchi qanday kirish va chiqishlarni asosiy hisoblanadi. Modelboshqarish uchun yaratilayotganligi uchun eng ahamiyatli faktor boshqarishmaqsadiga ahamiyatli ta'sir etuvchi hisoblanadi. Modelni strukturasini tanlashda hisobga olingan kirish sonlarini variastiyalash bilan tanlanadi. Buning uchun tanlab olinayotgan faktorlarni tartibga solish kerak. Bu holda eng ahamiyat kasb etuvchi faktorlarni tanlash tabiiyki - ular tartibga solingan qatorning boshida joylanadilar.

Shuning uchun indentifikastiya masalasida boshlang'ichbosqichda ob'ektni kirish kanallarini tartibga solish zarur. Ob'ektni modeli xali mavjud emasligi sababali. Kirish parametrlarini tartibga solish, masalan ekspertlarni baholash usuli bilan olib borilishi mumkin.

Buning uchun hamma kirish va chiqishlar aniqlanadi. Bu kirish va chiqishlar nazorat qilinishi shart. Aks holda ularni modelga kiritish ma'noga ega emas.

Ekspertlarni baholash usulida ekspert har bir kirishga $x_i (i=1, \dots, n)$ biror-bir butun sonni k_i mos qo'yadi.

$$x_i \rightarrow k_i (i = 1, \dots, n),$$

Bunda berilgan rang ($k=1$) ob'ektda maqsadga erishish uchun eng ahamiyat kasb etuvchi kirishga mos qo'yiladi. Ikkinchi rang esa ($k_i=2$) qolgan kirishlarni eng asosisiysiga qo'yiladi va x.z.

Natijada ekspertlar yordamida quyidagiqatorni hosil kiladi:

$$k_1, k_2, \dots, k_n, \quad (3)$$

Bu prostedura ekspertlarni baholash usuli deyiladi. Bu usulning 2ta turi mavjud:

- bevosita tartibga solish usuli;
- juft sinash usuli;



6.Bevosita tartibga solish usuli

N ta ekspertni n ta faktorni tartibga solishga kerak bo'lsin. Har bir faktorda har bir ekspert rang mos rang ko'rsin -ya'ni birdann gacha butun soni. Bunda i -chi faktorga j -chi ekspert k_{ij} rangni mos qo'yadi. Natijada $N \times n$ o'lchamli ekspertlarni xulosa matristasini hosil kilamiz.

$$K' = \begin{pmatrix} k_{11} & k_{21} & \dots & k_{n1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_{1N} & k_{2N} & \dots & k_{nN} \end{pmatrix}$$

Bu matristada qatorlar raqami ekspertlar raqamiga mos keladi. Uch ustunlar raqami esa tartibga solinayotgan faktorlar nomeriga mos keladi. Bu deganij-qatorj-chi ekspert xulosasiga, i -chi ustun esa ekspertni i -chi faktor bo'yicha xulosasiga mos keladi.

Ekspertlar tomonidan ranglarni tanlashda quyidagi shartlarga rioya etilishi kerak:

1. Har bir ekspert uchun hamma faktorlarga tayinlangan ranglar yig'indisi bir xil bo'lishi kerak va qo'yidagiga teng:

$$\sum_{i=1}^n i = \frac{n(n+1)}{2}.$$

Bu degani ekspertlar xulosasiga mos keluvchi matristaning ixtiyoriy qator elementlarining yig'indisi quyidagiga teng.

$$\sum_{i=1}^n k_{ij} = \frac{n(n+1)}{2} \quad j = (1, \dots, N).$$

2. Agar ekspert qandaydir q faktorlarni bir xil ahamiyatga ega deb baholasa, u hamma faktorlarga bir xildagi rang beradi. Bu rang q ta butun sonlar o'rtacha arifmetik qiymatiga teng. Masalan, 4 ta faktorni teng qiymatga (ahamiyatga) ega bo'lsa, ($q=4$) x_1, x_2, x_3, x_4 va ranglash qatorini beshinchi o'rnida tursa, ularni rangi tenglikka olib keladi:

$$k_1 = k_2 = k_5 = k_6 = \frac{5 + 6 + 7 + 8}{4} = 6,5$$

Demak ranglarning qiymati kasr sonlar hambo'lishi mumkin. Ko'rinib turibdiki, kasrli ranglar har doim $1/2$ soniga karrali bo'ladi.

Natijaviy rangni aniqlash uchun har bir faktorni o'rtacha rangini aniqlash etarli.

$$\bar{k}_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N k_{ij} \quad (i = 1, \dots, n).$$

Bu ranglar faktorlarni natijaviy ranglash imkonini beradi. Birinchi o'ringa o'rtacha rangi minimal bo'lgan faktor qo'yiladi.

$$\bar{k}_l = \min_{i=1, \dots, n} \{ \bar{k}_i \},$$

Ya'ni x_l faktorni, ikkinchi o'ringa o'rtacha rangi kichik bo'lgan faktor va x.z. Hosilbo'lgan rangni ketma-ketligi faktorlarni tartibga solish imkonini beradi va N ekspertlar kollektivi (guruhi) o'rtacha xulosasini beradi.

Ma'lumki harqanday ekspertlarni so'rov o'tkazish natijalari koniqlik bo'lavermaydi. Hakikatdan ham ekspertlar xulosasi bir-biridan keskin farq qilsa (masalan ekspertlarni yarmi x_1 faktoriga birinchi rang qolgan rangi esa oxirgi rang bersa) unda bunday ranglash hal etuvchi prosteduralarni asosi qilib olib bo'lmaydi. Shuning uchun harqanday ekspertlarni so'rov o'tkazish natijalarini baholash uchun mezon

kiritiladi. Bu mezon ekspertlarni kelishuvchilik mezoni (yoki ko'rstakichi) deyiladi. Ekspertlar kelishuvligi qancha yuqoribo'lsa, ekspertlar so'roviga ishonch shuncha yuqoribo'ladi.

Ekspertlarni kelishuvchilik mezonini hisoblash uchun quyidagilarni hisoblash kerak:

1.O'rtacha ranglar disperiyasi:

$$D(\bar{k}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{k}_i - \bar{k})^2,$$

Bu erda

$$\bar{k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{k}_i = \frac{n+1}{2}$$

O'rtacha rangni matematik kutilishi.

2.Maksimal diperstiyani xisoblaymiz. (Bu ekspertlarni to'la kelishuvlik holatida bo'ladi).

$$D_{\text{max}}(\bar{k}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(i - \frac{n+1}{2} \right)^2 = \frac{n^2 - 1}{12},$$

Ekspertlarni kelishuvlik kriteriyasini quyidagi munosabat bilan ifodalash mumkin.

$$W = \frac{D(\bar{k})}{D_{\text{max}}(\bar{k})} = \frac{12}{n(n^2 - 1)} \sum_{i=1}^n \left(\bar{k}_i - \frac{n+1}{2} \right)^2.$$

Shuni aytib utish kerakki $0 \leq W \leq 1$. Agar $W=0$ bo'lsa, ekspertlar bir-biri bilan to'la rozi emaslar, agar $W=1$ bo'lsa, ular birgalikda bir fikrni aytadilar, ya'ni hamfikrlar. Agar W birga yaqin bo'lsa, ularni fikri bir-biriga yaqin va ranglash natijalari ishonchlidir. Aks holda ekspertlar so'rov natijasi ishonchsizdir.

1.Juft taqqoslash usuli.

Ekspertga faktorlarni juft-juft bo'lib taqqoslash taklif etiladi, ya'ni har bir juft faktorga x_i va x_l mos ravishda soni q_{il} mos ko'yish kerak.

$$q_{il} = \begin{cases} 1, & \text{agar } x_i \succ x_l; \\ 0, & \text{agar } x_i \sim x_l; \\ -1, & \text{agar } x_i \prec x_l; \end{cases}$$

Bunda " $\succ$ " belgi afzallik belgisini bildiradi. $\sim$ belgisi esa ranglash nuqtai nazaridan faktorlarni ekvivalentligini bildiradi.

q_{il} soni quyidagi xususiyatga ega.

$$q_{il} + 0 = q_{il}.$$

Shunday kilib har bir ekspert (j-chi) uz xulosasini $p \times p$ o'lchamli jadval ko'rinishida ifodalaydi.

	x_1	x_2	...	x_n
x_1	0	q_{12}^j	...	q_{1n}^j
x_2	q_{21}^j	0	...	q_{2n}^j
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$
x_n	q_{n1}^j	q_{n2}^j	...	0

Bu jadvalni quyidagi matrasta shaklida yozish mumkin.

$$\bar{Q} = \left\| \bar{q}_{il} \right\|,$$

Ekspertlarni xulosasini o'rtacha qiymatini topamiz. Buning uchun o'rtacha jadvalni ($p \times p$ o'lchamli) tuzamiz.

$$\bar{q}_{il} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N q_{il}^j$$

Bunda i-faktorni faktorlarga ko'ra o'rtacha afzalligi. Bu o'z navbatida ekspert xulosasini bildiradi. Espertlarni kelishuvchanligini aniqlaymiz.

$$W = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\bar{q}_{il})^2.$$

Tartibgasolinayotganfaktorlarranginianiqlashhuchunranglarnitanlashqoidasinianiqlashkerak. Bundayqoidalarbirnechabo'lishimumkin. Ulardanikkitasiniko'ramiz:

1. Birinchi qoida. Harbifaktorniumumiy (yig'indi) afzalliginihisoblaymiz

$$q_i = \sum_{l=1}^n (\bar{q}_{il}).$$

Tabiiyki umumiy afzalligi maksimal bo'lgan birinchi rangga ega bo'ladi.

$$q_z = \max_{i=1, \dots, n} \{q_i\}$$

Ya'ni x_z faktorni birinchi rangga ega, ya'ni $k_z=1$. Xuddi shu singari qolgan faktorlarni rangi topiladi.

2. Ikkinchi qoida. Bu qoidani asosiy mazmuni kontrastni kuchaytirish g'oyasiga asoslangan. Buning uchun δ chegara qo'yiladi.

Agar afzallik bu chegaradan yuqoribo'lsa, u yaqqol bo'ladi, agar past bo'lsa bunda u ishonchsizdir, ya'ni unda ekvivalentlikka mos keladi. Bunda o'rtacha afzalliklar matristasini $\bar{Q}$ kontrast matristasiga U o'zgartirib, so'ngra ranglash qatoriga oson yo'llar bilan o'tkaziladi.

$$u_{il} = \varphi(q_{il}) \quad (i \neq l = 1, \dots, N),$$

Bunda

$$\varphi(q) = \begin{cases} -1, & \text{agar } q \leq -\delta \\ 0, & \text{agar } |q| < \delta \\ 1, & \text{agar } q \geq \delta \end{cases}$$

Ko'rinib turibdiki, bunday o'zgartirish butunlay va to'la ravishda chegara δ ($0 < \delta < 1$) bilan aniqlanadi. Agar $\delta=1$ bo'lsa, kontras matrista U_0 ga aylanadi va hamma faktorlar ekvivalent bo'ladi. Agar $\delta=0$ bo'lsa, u to'la birlar bilan to'ldiriladi.

Shuning uchun δ , chegarani tanlashda shuni esda tutish kerakki, uni ortirish ranglashdan rad qilishga, kamayishi esa yaqqol afzallikni ortishiga va ziddiyatlikni paydo bo'lishiga olib keladi.

Optimal chegarani aniqlash, topish uchun mumkin bo'lganko'rsatmalardan biri bu «chegaralar ziddiyatida» chegarani δ topishdir, ya'ni katta bo'lmaganmiqdorda kamayishi ziddiyatlarga olib kelishidir.



7. Modelda hisobga olinadigan ob'ektni kirish va chiqishlarini rastional sonini topish.

Yuqorida aytib utilgan koida bo'yicha modelni kirishi va chiqishi nomzodlarning tartibga olingan qatorini aniqlash mumkin.

$$\left. \begin{array}{l} x_1 \succ x_2 \succ \dots \succ x_n \\ u_1 \succ u_2 \succ \dots \succ u_q \\ y_1 \succ y_2 \succ \dots \succ y_m \end{array} \right\}$$

Bu erda qulaylik bo'lishi uchun tartibga solingan faktorlar raqamlarini shunday tartiblanganki, ularning rakami rangiga teng bo'lsin, ya'ni $k_i=i$

Modelni xarakterlovchi rastional sonlarni n^* , q^* i m^* tanlash, ya'ni kirish va chiqishlarni o'lchovlari ekspertlar tomonidan amalga oshiriladi. Buning uchun minimal kirish va chiqishdan (n_1 , q_1 , m_1), ya'ni eng sodda modeldan boshlash lozim, masalan, $n_1=0$; $q_1=m_1=1$. bu modelni $-F_1$ deb ataymiz.

Demak eng birinchi sodda model quyidagi uchlik bilan xarakterlanadi. $F_1 = \langle n_1, q_1, t_1 \rangle$. Ikkinchi model esa ekspertlar tomonidan quyidagi uchlikdan tanlab olinadi:

$$\left. \begin{aligned} F'_2 &= \langle n_1 + 1, q_1, m_1 \rangle \\ F''_2 &= \langle n_1, q_1 + 1, m_1 \rangle \\ F'''_2 &= \langle n_1, q_1, m_1 + 1 \rangle \end{aligned} \right\}$$

Bu uchlikni ekspertlar ranglab, birinchi rang olgan uchlik F_2 ni tashkil etadi. Xuddi shu singari $(i+1)$ chi model F_{i+1} uchlik F_i ni ranglash bilan aniqlanadi:

$$\left. \begin{aligned} F'_{i+1} &= \langle n_i + 1, q_i, m_i \rangle \\ F''_{i+1} &= \langle n_i, q_i + 1, m_i \rangle \\ F'''_{i+1} &= \langle n_i, q_i, m_i + 1 \rangle \end{aligned} \right\}$$

Shundayqilib ob'ektni model larketma-ketligini $F_1, F_2, \dots, F_l$ hosil qilamiz. Bu modellar ketma-ketligi borgan sari aniq va murakkab bo'ladi. Endi bu qatorda afzallikni aniqlashni topish kerak, ya'ni shunday modelni ajratib olish kerakki, bu model indentifikastiya qilinsin. Bu jaryon ham ekspertlar tomonidan amalga oshiriladi. Natijada afzalliklar ketma-keligini hosil qilamiz.

$$F_1 \prec F_2 \prec \dots \prec F_z \succ F_{z+1} \succ \dots \succ F_l.$$

Bu esa quyidagi modelda to'xtash kerak degani.

$$F_z = (n_z, q_z, m_z)$$

$$\text{va natijadan } n^* = n_z, q^* = q_z, m^* = m_z$$

Nazorat savollari.

1. Strukturali identifikastiyalash deyilganda nimani tushiniladi?
2. Parametrlil identifikastiyalash masalasi qanday echiladi?
3. Identifikastiyalash usullari qanday alomatlar bo'yicha sinflarga bulinadi?
4. Adaptik indentifikastiyalash usuli nimadan iborat?
5. Identifikastiyalash masalasini tarixi.
6. Identifikastiyalash masalasi qanday qo'yiladi?
7. Ob'ekt va model chiqishlar orasidagi tafovutlik funkstiyasi deyilganda nimani tushunasiz?
8. Identifikastiya masalasini optimallashtirish masalasiga keltirish.
9. Identifikastiyalash masalasida qanday qiyinchiliklar mavjud bo'ladi?
10. Strukturali indentifikastiyalash masalasini qanday turlarini bilasiz?
11. Ob'ektni kirish va chiqishlarini ranglash deyilganda nimani tushunasiz?
12. Bevosita ranglash usuli, mohiyati nimadan iborat?

2-ilova.

3- mashg'ulot bo'yicha xulosa

1. Identifikastiyalash masalasini echish davomida ob'ektning strukturasini o'rganish orqali parametrlil identifikastiyaga olib kelinadi va identifikastiyalash usullarini qaysi alomatlariga ko'ra sinflarga ajratish orqali uning muammolari o'rganiladi:

2. Identifikastiyalash masalalarini echishda duch keladigan muammolari va ularni echish masalalari ko'riladi.

3. Identifikastiya masalalarini optimallashtirish masalalariga keltirish muammolarni echish uchun ularni nazariy-uslubiy bilim bilan qurollantiradi.

O'quv topshiriqlar

1- ilova.

Guruh bilan ishlash qoidalari

Guruh a'zolarining har biri

- o'z sheriklarining fikrlarini xurmat qilishlari lozim;
- berilgan topshiriqlar bo'yicha faol, hamkorlikda va mas'uliyat bilan ishlashlari lozim;
- o'zlariga yordam kerak bo'lganda so'rashlari mumkin;
- yordam so'raganlarga ko'mak berishlari lozim;
- guruhni baholash jarayonida ishtirok etishlari lozim;

2-ilova

1. Bitta gap bilan savolga javobni shakllantiring.

Strukturali va parametrlil identifikatsiya tushunchalari qanday bog'liqlikda namoyon bo'ladi?

2. Idenmisollar keltiring?

Baholash mezonlari va ko'rsatkichlari (ball)

3-ilova.

Guruh	1 topshiriq	2 topshiriq	3 topshiriq (har bir savol 0,2 ball)			Ballar yig'indisi
	(0,7)	(0,7)	1-savol	2-savol	3-savol	(2,0)
1						
2						
3						

4-ilova. B.B.B.

usuli asosida bilimlarni sinash uchun tarqatma materiallar

	Tushuncha	Bilaman "+", Bilmayman "-"	Bildim "+", Bila olmadim "-".
1	Strukturali identifikatsiyalash deyilganda nimani tushuniladi?		
2	Parametrlil identifikatsiyalash masalasi qanday echiladi?		
3	Identifikatsiyalash usullari qanday alomatlar bo'yicha sinflarga bo'linadi?		
4	Identifikatsiyalash masalasi qandayqo'yiladi?		
5	Identifikatsiyalash masalasida qandayqiyinchiliklar mavjud bo'ladi?		
6	Ob'ekt va modelchiqishlar orasidagi tafovutlik funktsiyasi deyilganda nimani tushunasiz?		

Amaliy mashg'ulotining o'qitish texnologiyasi

Vaqt –4 soat	Talabalar soni: 20-25 nafar
O'quv mashg'uloti shakli	Bilimlarnichuqurlashtirishvakengaytirishbo'yichaamaliy mashg'uloti
O'quv mashg'uloti rejasi	1. Transtendent tenglamalarnioraliqni teng ikkiga bo'lish, vatar va urinmalar usuli yordamida echish 2. Aniq integrallarni to'g'ri to'rtburchak, Simpson va trapeستيya usulida echish.
O'quv mashg'ulotining maqsadi: Bu amaliy mashg'uloti jarayonida savollar va muammolar borasida suhbat o'tkaziladi. Bu darsda "aqliy hujum" usulini ham qo'llash mumkin. Shuningdek, test va masalalar echish mumkin.	

Pedagogik vazifalar: - mavzu bo'yicha bilimlarni tizimlashtirish, mustahkamlash. - darslik bilan ishlash ko'nikmalarini hosil qilish;	O'quv faoliyatining natijalari: Talaba: -Transtendent tenglama aniq integralgata'rif beradi; -oralichni teng ikkiga bo'lish usulini izohlab beradi; -vatar usulini izohlab beradi; -urinma usulini izohlab beradi; -to'g'ri to'rtburchak usulini izohlab beradi -Simpson usulini izohlab beradi -trapeziya usulini izohlab beradi
O'qitish uslubi va texnikasi	Bli-so'rov, birgalikda o'qiymiz "ehtiyot" so'zlariga klaster, munozara.
O'qitish vositalari	Ma'ruza matni, o'quv qo'llanmasi, proektor, doska.
O'qitish shakli	Bilimlarni chuqurlashtirish va kengaytirish, individual va guruh bo'yicha o'qitish.
O'qitish sharoitlari	Kompyuter texnologiyalari, proektor bilan ta'minlangan, guruhda dars o'tishga moslashtirilgan auditoriya.

Amaliy mashg'ulotning texnologik kartasi (1-mashg'ulot)

Bosqichlar,	Faoliyat mazmuni	
	o'qituvchi	Talaba
1-bosqich. Kirish (10 min)	1.1. Mavzuni, maqsadi rejadagi o'quv natijalarini e'lon qiladi, ularning ahamiyatini va dolzarbligini asoslaydi. Mashg'ulot hamkorlikda ishlash texnologiyasi asosida o'tishni ma'lum qiladi. 1.2. Aqliy hujum usulidan foydalanib auditoriyaning tayyorgarlik darajasini aniqlaydi: Transtendent tenglamalarni echishning yana qanday usullarini bilasiz? Ularning mazmunini izohlab bering?	1.1. Mavzuni yozadi va savollarga javob beradi.
2-bosqich asosiy (60 min)	2.1. Talabalarni 2guruhga bo'ladi, har biriga vazifa beradi (2-ilova). Kutilayotgan o'quv natijalarini eslatadi. 2.2. Guruhda ishlash qoidasi bilan tanishtiradi (1-ilova). 2.3. Vazifani bajarishda o'quv materiallari (ma'ruza matni, o'quv qo'llanma) laridan foydalanish mumkinligini eslatadi. Guruhlarda ish boshlashni taklif etadi. 2.4. Tayyorgarlikdan keyin taqdimotni boshlangani e'lon qilinadi. 2.5. Talabalar javobini sharhlaydi, xulosalarga e'tibor beradi, aniqlik kiritadi. 2.6. Talabalarga B. B. B usuli bo'yicha ifodalangan jadvalni namoyish qiladi va ustunlarni to'ldirishni aytadi. Tushunchalarga izohlarni to'g'rilaydi va savollarga javob qaytaradi. Guruhlar faoliyatiga umumiy ball beradi.	2.1. O'quv natijalarini taqdim qiladilar. 2.2. Savollar beradi. 2.3. Javoblarni to'ldiradi. 2.4. Jadval ustunlarini to'ldiradi va muhokamada ishtirok etadi.
3-bosqich Yakuniy (10 min)	3.1. Mashg'ulotni yakunlaydi, talabalarni baholaydi, vafal ishtirokchilarni rag'batlantiradi.	3.1. Eshitadi. 3.2. Topshiriq oladilar.

Kerakli dasturiy vositalar:

Turbo Paskal dasturlash tizimi va transtendent tenglamalarni echish uchun oralichni teng ikkiga bo'lish, vatarlar va urinmalar usullariga tuzilgan dasturlar.

Ishning maqsadi: Talabalarni transtendent tenglamalarni taqribiy echish algoritmi bilan tanishtirish va aniq integrallarni to'g'ri to'rtburchak, trapeziya va Simpson usullari yordamida taqribiy hisoblash algoritmlari bilan tanishtirish hamda ularni Paskal tilida tuzilgan dasturda ishlashga o'rgatish.

Nazariy qism.

Chekli $[a,b]$ oraliqda aniqlangan va uzluksiz $f(x)$ funkiya berilgan bo'lib, uning birinchi va ikkinchi tartibli hosilalari shu oraliqda mavjud bo'lsin. Shu bilan birga $[a,b]$ da $f'(x)$ funktsiya o'z ishorasini saqlasin.

$$f(x)=0 \quad (1)$$

tenglama $[a,b]$ oraliqda yagona echimga ega bo'lsin va bu echimni berilgan $\varepsilon > 0$ aniqlikda topish talab qilingan bo'lsin. Quyida bu echimni aniqlash uchun bir necha sonli usullar, ularning Paskal algoritmik tilida tuzilgan programmalarni keltiramiz.

Masalaning qo'yilishi: $[a,b]$ oraliqda aniqlangan uzluksiz $f(x)$ funktsiya berilgan bo'lib bizdan quyidagi

$$\int_a^b f(x) dx \quad (1)$$

integralni hisoblash talab qilingan bo'lsin. Ba'zi hollarda $f(x)$ funktsiyaning berilishiga qarab bu integralni aniq hisoblashimiz mumkin. Amaliy ishlarda $f(x)$ funktsiya shunday ko'rinishga ega bo'ladiki, (1) integralni aniq hisoblab bo'lmaydi. Bunday hollarda (1) integralni berilgan aniqlikda taqribiy hisoblashga to'g'ri keladi.

Quyida aniq integralni hisoblash uchun bir necha taqribiy usullar, ularning algoritmi va unga mos Paskal algoritmik tilida tuzilgan programmalari keltirilgan.



Oraliqni teng ikkiga bo'lish usuli. $[a,b]$ oraliqni $x_0 = (a+b)/2$ nuqta orqali ikkita teng $[a, x_0]$ va $[x_0, b]$ oraliqlarga ajratamiz. Agar $|a - x_0| \leq \varepsilon$ bo'lsa, $x = x_0$ (1) tenglamaning ε aniqlikdagi taqribiy echimi bo'ladi. Bu shart bajarilmasa, $[a, x_0]$ va $[x_0, b]$ oraliqlardan (1) tenglama ildizi joylashganini tanlab olamiz va uni $[a_1, b_1]$ deb belgilaymiz. $x_1 = (a_1 + b_1)/2$ nuqta yordamida $[a_1, b_1]$ oraliqni ikkita teng $[a_1, x_1]$ va $[x_1, b_1]$ oraliqlarga ajratamiz. $|a_1 - x_1| \leq \varepsilon$ bo'lsa, $x = x_1$ (1) tenglamaning ε aniqlikdagi taqribiy echimi bo'ladi, aks holda $[a_1, x_1]$ va $[x_1, b_1]$ oraliqlardan (1) tenglama ildizi joylashganini tanlab olamiz va uni $[a_2, b_2]$ deb belgilaymiz. Bu oraliq uchun yuqoridagi hisoblashlar ketma-ketligini $|a_i - x_i| \leq \varepsilon$ ($i=2,3,4,\dots$) shart bajarilguncha davom ettiramiz. Natijada (1) tenglamaning $x = x_i$ taqribiy echimini hosil qilamiz.

Misol. $f(x) = x^4 - x^3 - 2x^2 + 3x - 3$ tenglamaning $[-2; 1]$ oraliqdagi ildizini $\varepsilon = 0,01$ aniqlikda hisoblang.

Echish. 7- qadamda $a_7 = -1,7305$ va $b_7 = -1,7363$ bo'lib, $|a_7 - b_7| = 0,01 \leq \varepsilon$ shart bajariladi.

$$\bar{x} = \frac{a_7 + b_7}{2} = -1,7334 \approx -1,73 \quad (\text{javob: } \xi = -1,73(\pm 0,01)).$$

Oraliqni teng ikkiga bo'lish usuliga Paskal tilida tuzilgan dastur matni:

Program oraliq2;

Uses crt; {Oraliqni teng ikkiga bo'lish usuli}

var a,b,eps,x,fa,fc,c:real;

function f(x:real):real;

begin

f := { f(x) funktsiyasining ko'rinishi }

end;

begin clrscr;

write('a='); read(a);

write('b='); read(b);

write('eps='); read(eps);

fa := f(a);

while abs(b-a) > eps do

begin

c := (a+b)/2;

fc := f(c);

*if fa*fc <= 0 then b := c else begin a := c; fa := fc end;*

end;

writeln('x=', c:10:4);

end.



Vatarlar usuli. Aniqlik uchun $f(a)>0$ ($f(a)<0$) bo'lsin. $A=A(a;f(a))$, $B=B(b;f(b))$ nuqtalardan to'g'ri chiziq o'tkazamiz va bu to'g'ri chiziqni Ox o'qi bilan kesishish nuqtasini $x_1 = a - \frac{b-a}{f(b)-f(a)} \cdot f(a)$ deb belgilaymiz.

Agar $|a-x_1| \leq \varepsilon$ bo'lsa, $x=x_1$ (1) tenglamaning ε aniqlikdagi taqribiy echimi bo'ladi. Bu shart bajarilmasa, $b=x_1$ ($a=x_1$) deb olamiz. A, B nuqtalardan to'g'ri chiziq o'tkazamiz va uning Ox o'qi bilan kesishish nuqtasini $x_2 = a - \frac{b-a}{f(b)-f(a)} \cdot f(a)$ deb olamiz.

Agar $|x_2-x_1| \leq \varepsilon$ shart bajarilsa, $x=x_2$ (1) tenglamaning ε aniqlikdagi taqribiy echimi bo'ladi, aks holda $b=x_2$ ($a=x_2$) deb olib, yuqoridagi amallar ketma-ketligini $|x_i-x_{i-1}| \leq \varepsilon$ ($i=3,4,\dots$) shart bajarilguncha davom ettiramiz. Natijada (1) tenglamaning $x=x_i$ taqribiy echimini hosil qilamiz.

x_n larning ketma-ket hisoblash formulasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$x_n = a - \frac{x_{n-1} - a}{f(x_{n-1}) - f(a)} \cdot f(a) \left(x_n = b - \frac{x_{n-1} - b}{f(x_{n-1}) - f(b)} \cdot f(b) \right)$$

Misol: $\lg(0,55x+0,1)-x^2=0$ tenglamaning $[0,6;0,8]$ oraliqdagi ildizini $\varepsilon=0,005$ aniqlikda hisoblang. *Echish.* $|x_2-x_1| = 0,002 < \varepsilon$ bajariladi. $x_2=0,7517$; $x_1=0,7417$ bundan $x=0,7517$.

Vatarlar usuliga Paskal tilida tuzilgan dasturning ko'rinishi:

```
program vatar;
uses crt; {Vatarlar usuli}
label 1,2;
var a,b,eps,x:real;
function f(x:real):real;
begin
  f:={ f(x)funktiasining ko'rinishi }
end;
begin clrscr;
  write('a='); read(a);
  write('b='); read(b);
write('eps='); read(eps);
2: x:=b;
x:=(b-f(b)*(b-a)/(f(b)-f(a)));
if abs(x-b)<eps then goto 1 else begin b:=x; goto 2 end;
1: writeln('x=',x:8:4);
end.
```



Urinmalar usuli. $[a,b]$ oraliqda $f'(x)$ va $f''(x)$ ning ishoralari o'zgarmasdan qolsin. $f(x)$ funktsiya grafigining $V=V(b,f(b))$ nuqtasidan urinma o'tkazamiz. Bu urinmaning Ox o'qi bilan kesishgan nuqtasini b_1 deb belgilaymiz. $f(x)$ funktsiya grafigining $V_1=V_1(b_1,f(b_1))$ nuqtasidan yana urinma o'tkazamiz va bu urinmaning Ox o'qi bilan kesishgan nuqtasini b_2 deb belgilaymiz. Bu jarayonni bir necha marta takrorlab $b_1, b_2, \dots, b_n$ larni hosil qilamiz. $|b_n - b_{n-1}| < \varepsilon$ shart bajarilganda hisoblash to'xtatiladi.

$$b_i = b_{i-1} - \frac{f(b_{i-1})}{f'(b_{i-1})}$$

Misol: $\lg(0,55x+0,1)-x^2=0$ tenglamaning $[0,6;0,8]$ oraliqdagi ildizini $\varepsilon=0,005$ aniqlikda hisoblang. *Echish.* $|b_2-b_1| = 0,002 \leq \varepsilon$; $x=b_2=0,7503$.

Urinmalar usuliga Paskal tilida tuzilgan dasturning ko'rinishi:

```
program urinma; uses crt; {Urinmalar usuli}
var x0,eps,x1,a:real;
function f(x:real):real;
begin
```

```

f:={ f(x) funkstiyasining ko'rinishi }
    end;
function fx(x:real):real;
    begin
    fx:={ f'(x) funkstiyasining ko'rinishi }
    end;
begin
clrscr;
write('x0='); read(x0);
write('eps='); read(eps);
x1:=x0;
repeat
a:=f(x1)/fx(x1);
x1:=x1-a;
until abs(a)<eps;
writeln('x=',x1:10:4);
end.

```

 **To'g'ri to'rtburchaklar usuli.** $h = \frac{b-a}{n}$, $x_0=a$, $x_n=b$, n – natural son bo'lsin. Ushbu

formulalar yordamida (1) integralni taqribiy hisoblash mumkin:

$$S = h \sum_{i=0}^{n-1} y_i, Q = h \sum_{i=1}^n y_i$$

Bu erda $x_i = x_{i-1} + h$, $y_i = f(x_i)$, $i=1,2,\dots,n$.

To'g'ri to'rtburchak usuli uchun xatolik quyidagicha aniqlanadi:

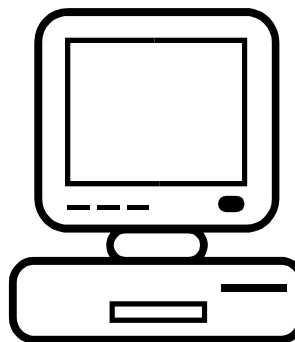
$$|I-S| < Mh(b-a), M = \max |f'(z)|, z \in [a,b]$$

Aniq integralni to'g'ri to'rtburchak usulida hisoblash uchun Paskal tilida tuzilgan dasturning ko'rinishi:

```

program turt_bur; uses crt;
var a,b,int:real; n:integer;
    function f(x:real):real;
        begin
        f:={ f(x)funkstiyaning ko'rinishi }
        end;
    procedure turtburchak(a1,b1:real;n1:integer; var
        var i:integer; h1,c:real;
        begin
            h1:=(b1-a1)/n1;
            c:=0; int1:=0; c:=a1-h1/2;
            for i:=1 to n1 do
                begin
                    c:=c+h1; int1:=int1+f(c)
                end;
            int1:=int1*h1;
        end;
begin
    read(a,b,n);
    turtburchak(a,b,n,int);
    writeln('Integr " "',int:10:4);
end.

```





Trapeziya usuli. $[a; b]$ oraliq $x_i = a + i \cdot h$ nuqtalar bilan ($i=1, 2, \dots, n$; $x_0 = a$, $x_n = b$, n -naturalson) $n+1$ ta oraliqqa ajratiladi va har bir oraliqda egri chiziqli trapeziya yuzi taqribiy ravishda to'g'ri chiziqli trapeziya yuziga almashtirilib, quyidagi taqribiy formulani hosil qilamiz

$$I = \int_a^b f(x) dx \approx \frac{h}{2} (y_0 + 2y_1 + \dots + 2y_{n-1} + y_n) = \frac{h}{2} \left(y_0 + y_n + 2 \sum_{i=1}^{n-1} y_i \right) = S$$

bu erda $I(1)$ integralning aniq qiymati, $S(1)$ integralning taqribiy qiymati, $y_i = f(x_i)$

$$\text{Xatolikni baholash: } |I - S| = R \leq \frac{h^2}{12} (b - a) M, M = \max |f''(z)|, z \in [a, b]$$

Aniq integralni trapeziya usulida hisoblash uchun Paskal tilida tuzilgan dasturning ko'rinishi:

program trap; uses crt;

var n1:integer; a,b,i1:real;

function f(x:real):real;

begin

f := { f(x) funkstiyaning ko'rinishi }

end;

procedure trap1(a1,b1:real;N:integer; var int:real);

var i:integer; h,s:real;

begin

h:=(b1-a1)/n;

s:=(f(a1)+f(b1))/2;

for i:=1 to n-1 do s:=s+f(a1+i*h);

int:=s*h;

end;

begin

clrscr;

write('a='); read(a);

write('b='); read(b);

write('N='); read(n1);

trap1(a,b,n1,i1);

writeln('i=',i1:10:4);

end.



Simpsonusuli. $h = \frac{b-a}{2n}$, $x_0 = a$, $x_{2n} = b$, $y_i = f(x_i)$, $i=1, 2, \dots, n$. n - natural son bo'lsin. Ushbu yig'indi yordamida (1) integralni taqribiy hisoblash mumkin:

$$S = \frac{h}{3} \left(y_0 + y_{2n} + 4 \sum_{i=1}^n y_{2i-1} + 2 \sum_{i=1}^{n-1} y_{2i} \right)$$

Xatoliklar:

$$R \leq \frac{(b-a)h^4}{180} M, M = \max |f^{IV}(z)|, z \in [a, b].$$

Misol. $y = \frac{1}{x^2}$ integral qiymatini $[1; 2]$ oraliqda $n=4$ da, trapeziya formulasi bilan hisoblang:

$$h = \frac{b-a}{n} = \frac{2-1}{4} = 0,25 = \frac{1}{4};$$

$$S = \frac{h}{2} (y_0 + y_4 + 2(y_1 + y_2 + y_3)); x_0=1, x_1=\frac{5}{4}; x_2=\frac{6}{3}=\frac{2}{1}; x_3=\frac{7}{4}; x_4=2;$$

$$y_0 = \frac{1}{1^2} = 1; y_1 = y(x_1) = \frac{4^2}{5^2} = \frac{16}{25} = 0,64; y_2 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 = \frac{4}{9} = 0,4444;$$

$$y_3 = \left(\frac{4}{7}\right)^2 = \frac{16}{49} = 0,3265 ; \quad y_4 = \frac{1}{2^2} = \frac{1}{4} = 0,25 ;$$

$$y_1 + y_2 + y_3 = 0,64 + 0,4444 + 0,3265 = 0,64 + 0,7709 = 1,4109$$

$$y_0 + y_4 = 1 + 0,25 = 1,25$$

$$S = \frac{1}{8}(1,25 + 2,8218) = \frac{1}{8}3,0718 = 0,3839 .$$

Aniq integralni Simpson usulida hisoblash uchun Paskal tilida tuzilgan dasturning ko'rinishi:

```
program simpson;
uses crt;
var
a,b,int1:real; n:integer;
function f(x:real):real;
begin
f:={ f(x)funktstiyaning ko'rinishi }
end;
procedure simps(a,b:real;n:integer;var int:real);
var h,s,s1,s2:real; i:integer;
begin
h:=(b-a)/(2*n);
s1:=0; s2:=0;
s:=f(a)+f(b);
for i:=1 to n do s1:=s1+f(a+(2*i-1)*h);
for i:=1 to n-1 do s2:=s2+f(a+2*i*h);
int:=h*(s+4*s1+2*s2)/3;
end;
beginclrscr;
write('a='); read(a); write('b='); read(b);write('n='); read(n);simps(a,b,n,int1);
writeln('integral=',int1:10:4);
end.
```

Ishni bajarish tartibi:

1. Berilgan masalaning echish algoritmini blok-sxema ko'rinishda tasvirlash.
2. Turbo-Paskal muhitida dasturni kiritish.
3. Dasturni kompyuter xotirasida saqlash va dasturdagi mavjud xatolarni topish va ularni to'g'rilash.
4. Dasturni ishga tushirishva masalaning boshlang'ich ma'lumotlarini kiritib natijalar olish.
5. Olingan natijalar tahlili asosida xulosalar qilish.

O'quv topshiriqlar

1- ilova.

Guruh bilan ishlash qoidalar

Guruh a'zolarining har biri

- o'z sheriklarining fikrlarini xurmat qilishlari lozim;
- berilgan topshiriqlar bo'yicha faol, hamkorlikda va mas'uliyat bilan ishlashlari lozim;
- o'zlariga yordam kerak bo'lganda so'rashlari mumkin;
- yordam so'raganlarga ko'mak berishlari lozim;
- guruhni baholash jarayonida ishtirok etishlari lozim;

2-ilova

1. Bitta gap bilan savolga javobni shakllantiring.
Transtendent tenglama va aniq integrallarni echish usullari tushunchalari qanday bog'liqlikda namoyon bo'ladi?
3. Taqribiy echish usullariga misollar keltiring?

Baholash mezonlari va ko'rsatkichlari (ball)

3-ilova.

Guruh	1 topshiriq	2 topshiriq	3 topshiriq har bir savol 0,2 ball)			Ballar yig'indisi
	(0,7)	(0,7)	1-savol	2-savol	3-savol	(2,0)
1						
2						
3						

B.B.B. usuli asosida bilimlarni sinash uchun tarqatma materiallar4-ilova.

	Tushuncha	Bilaman "+", Bilmayman "-"	Bildim "+", Bila olmadim "-".
1	<i>Transtendent tenglamalarni echishda qaysi usulda olingan natijada aniqlik kattabo'lishim mumkinmi?</i>		
2	<i>Transtendent tenglamalarni echishni dasturlash mumkinmi?</i>		
3	<i>Vatar usulini MS Excel bajarish mumkinmi?</i>		
4	<i>Urinma usulini MS Excel bajarish mumkinmi?</i>		
5	<i>Trapestiya usulini MS Excel bajarish mumkinmi?</i>		
6	<i>Simson usulini MS Excel bajarish mumkinmi?</i>		

Modul № 4**“Hisoblash tizimlarida modellashtirishni tadbiq etish usullari”**

Modul № 4 “Hisoblash tizimlarida modellashtirishni tadbiq etish usullari”	Talablar oqimi.Markov modellari.Hisoblash tizimlarini xarakteristikasini ommaviy va murakkab xizmat ko'rsatish tizimi sifatida taqribiy hisoblash. Hisoblash tizimlarining nostastionar ishlash rejimlari.Stoxastik tarmoklar sifatida hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini.Immitastion modellashtirish prostedurasi va algoritmi. Hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini aniqlash, tasodifiy miqdorlarni va ketma-ketliklarini generastiya qilish usullari.
4-mavzu.	Hisoblash tizimlarini anatomik modellashtirish

1.1.Ma'ruza mashg'ulotini o'qitish texnologiyasi

<i>Vaqt- 10 soat</i>	Talabalar soni: 70-80 nafar
<i>O'quv mashg'ulotining shakli</i>	Vizual ma'ruza
<i>O'qitish texnologiyasi</i>	Muammoli
<i>Ma'ruza mashg'ulotining rejasi</i>	1. Talablar oqimi. 2. Markov modellari 3.Hisoblash tizimlarini xarakteristikasi ommaviy xizmat ko'rsatish tizimlari sifatida. 4. Hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini murakkab xizmat ko'rsatish tizimlari sifatida. 5. Hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini tarkibiy hisoblash usullari. 6.Hisoblash tizimlarini nostastionar ishlash rejimlari. 7.Stoxastik tarmoklar sifatida hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini. 8. Immitastion modellashtirish prostedurasi. 9.Immitastion modellashtirishni umumlashgan algoritmi. 10.Hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini aniqlash usullari. 11.Qayta tajriba o'tkazish usuli. 12.Tasodifiy miqdorlarni va ketma-ketliklarni generastiya qilish usullari.
<i>O'quv mashg'ulotining maqsadi:</i> Hisoblash tizimlarida talablar oqimi va ularga ommaviy xizmat ko'rsatish, hisoblash tizimlarining xarakteristikalarini taqribiy hisoblash usullariga ta'luqli nazariyani tahlil qilish.	
<i>O'qitish uslubi va texnikasi</i>	Vizual ma'ruza, blist-so'rov, bayon qilish, klaster, texnikasi
<i>Pedagogik vazifalar:</i> - Talablar oqimini tahlil qilish; -Talablarga xizmat ko'rsatishda Markov modelining mohiyatini tavsiflanish holatini bayon qilish; - Hisoblash tizimlarining xarakteristikalarini hisoblash usullarini izohlab berish.	<i>O'quv faoliyatining natijalari:</i> <i>Talaba:</i> - Talablar oqiminidasturlash natijalari asosida tahlil qilish; -Ommaviy xizmat ko'rsatishda Markov modelining mohiyatini namoyish etish; -Hisoblash tizimlarining xarakteristikalarini taqribiy hisoblash usullari; - Mustaqil ish sifatida uyda hisoblash tizimlariga xizmat ko'rsatishniva immitastion modellashtirishni o'rganadi.

O'qitish vositalari	Ma'ruzalar matni, proektor, tarqatma materiallar, grafik organayzerlar.
O'qitish shakli	Jamoa va guruhda ishlash.
O'qitish shart-sharoiti	Proektor, kompyuter bilan jihozlangan auditoriya.
Mavzularning iboralari nomi: 1.Talab 2.oqim 3.oddiiy oqim 4.Puasson oqimi 5. Erlang oqimi 6. Ommaviy ko'osatish tizimi	<i>tayanch</i> Tayanch iboralarning o'quv maqsadlari: 1.Talab – hisoblash tizimida bajarish uchun kelib tushayotgan dasturlar 2.Oqim – qayta ishlash uchun kelayotgan ma'lumotlar 3.Oddiiy oqim – stastonar, mustaqil, ordinar xususiyatlarga ega bo'lgan oqim. 4. Puasson oqimi - agar oqimning intensivligi vaqt funktsiyasi bo'lsa $\lambda = \lambda(t)$ va Puasson taqsimlanish qonuniyati bilan aniqlangan bo'lishi kerak. 5. Erlang oqimi - ikkita ketma-ket talablar oqimidagi vaqt inetervali orasidagi parametrlari λ ga teng <i>xizmat</i>
Mustaqil ish -darslik va o'quv qo'llanmalar bo'yicha fan boblari va mavzularini o'rganish;	Talaba: - Talablar oqimi va ularga ommaviy xizmat ko'rsatishmodellarini tahlil qilish; -Hisoblash tizimlarining xarakteristikalarini taqribiy hisoblash usullari to'la o'zlashtirish; -Immitastion modellashtirishning vazifalari va algoritmni tahlil qilishi; - Mustaqil ish sifatida uyda hisoblash tizimlariga xizmat ko'rsatishniva immitastion modellashtirishni o'rganadi.
O'quv – ilmiy adabiyotlar	1. Dyachko A.G.i dr.«Reshenie prikladnyx zadach» Moskva 1987g. 2. Gorstko A.B.«Poznakomtes matematicheskimmodelirovaniem» Moskva 1971g. 3. Gorstko A.B.«V poiskax pravilnogo resheniya» Moskva 1970g. 4. Tixonov A.N. ,Kostomarov D.P. «Vvodnye lekstii po prikladnoy matematike» Moskva 1984g. 5. Tixonov A.N. ,Kostomarov D.P.«Amaliy matematikadan kirish lekstiyalari» Toshkent 1987 y. 6. Sovetov B.Ya. Yakovlev S.A.Modelirovanie sistem M. 1985. 7. Levin A.E., Germenko G.L. Modelirovanie ierarxiya osnovy avtomatizirovannogo proektirovaniya. M. 1989. 8. Kamilov M.M.Ergashev A.K. Matematik modellashtirish. TATU, Toshkent 2007-176 b. 9. www.cyberseller.ru 10. www.bookorchive.ru 11. www.plati.acdshop.ru 12. www.zsu.edu.ua

B.Blum taksonomiyasi asosida o'quv maqsadlarining toifalarini belgilash

Tayanch iboralar	O'quv maqsadlari toifalari					
	Bilish	Tushunish	Qo'llash	Analiz	Sintez	Baholash
1.Talab	+	+	+	+	+	+
2. oqim	+	+	+	+	+	+

3. oddiy oqim	+	+	+	+	+	+
4. Puasson oqimi	+	+	+	+	+	+
5. Erlang oqimi	+	+	+	+	+	
6. Ommaviy xizmat ko'rsatish tizimi	+	+	+	+	+	+

Ma'ruza mashg'ulotini texnologik kartasi (4-mashg'ulot)

Bosqichlar vaqti	Faoliyat mazmuni	
	O'qituvchi	Talaba
1-bosqich Kirish (5min)	1.1 Mavzu, uning maqsadi, o'quv mashg'ulotidan kutilayotgan natijalar ma'lum qilinadi	1.1. Eshitadi, yozib oladi.
2-bosqich Asosiy (65 min)	2.1. Talabalar e'tiborini jalb etish va bilim darajalarini aniqlash uchun tezkor savol-javob o'tkazadi. 2.2. O'qituvchi vizual materiallardan foydalangan holda ma'ruzani bayon etishda davom etadi. 2.3. Hisoblash tizimlarida modellashtirishni tadbiq etish usullarining taqdimotini namoyish qiladi. 2.4. Quyidagi savollardan foydalangan holda mavzu yoritiladi: - talablar oqimi va ommaviy xizmat ko'rsatish tizimiga nimalar kiradi? - hisoblash tizimlarining xarakteristikalarini taqribiy hisoblash usullari qanday tashkil etiladi? - imitastion modellashtirish protsedurasi va algoritminima? 2.5. Talabalarga mavzuning asosiy tushunchalariga e'tibor qilishni va yozib olishlarini ta'kidlaydi.	2.1. Eshitadi, navbat bilan javob beradi. 2.2. Eshitadi, yozib oladi.
3-bosqich Yakuniy (10min)	3.1. Mavzuga yakun yasaydi va talabalar e'tiborini asosiy masalalarga qaratadi. Faol ishtirok etgan talabalarni rag'batlantiradi. Mustaqil ish uchun vazifa hisoblash tizimlarida talablar oqimi, xarakteristikalarini aniqlash usullarini o'rganishni vazifa qilib beradi, baholaydi.	3.1. Eshitadi, aniqlashtiradi. 3.2. Topshiriqni yozib oladi.

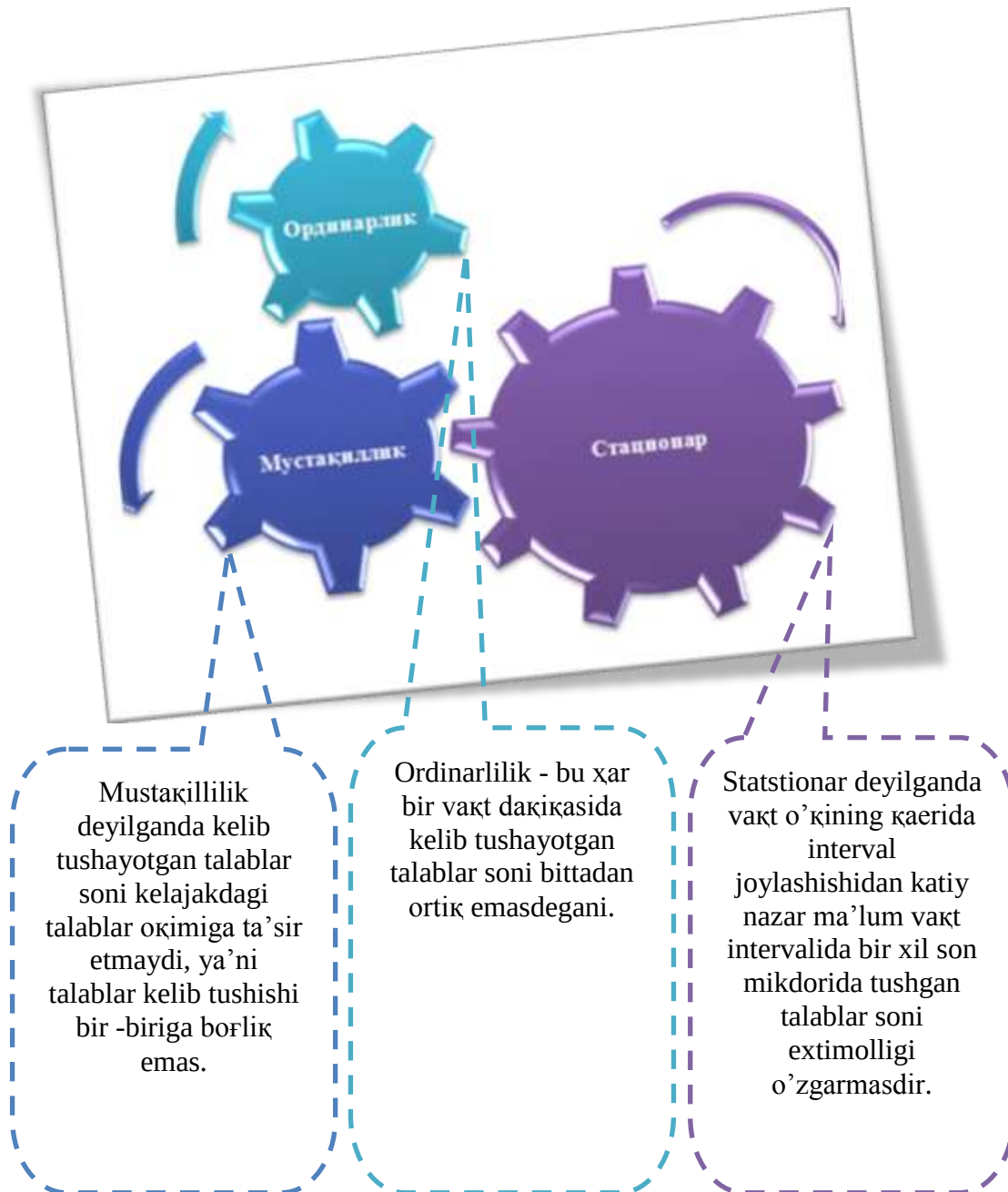
Vizual materiallar

1-ilova

1.Talablar oqimi

Oddiy oqim. Anatomik modelashtirishda tizimning xarakteristikalarini eng sodda talablar oqimi uchun hisoblanadi.

Oddiy oqim - bu quyidagi xususiyatlarga ega bo'lgan talablar oqimidir:



Bu xususiyatlarga ega bo'lgan ixtiyoriy oqim oddiy oqimdir.

Oddiy oqimda ketma-ket keluvchi talablar orasidagi vaqt intervali τ -taqsimlanish funktsiyasi quyidagiga teng bo'lgan tasodifiy kattalikdir.

$$F(\tau) = 1 - e^{-\lambda\tau} \quad (1)$$

Bunday taqsimlanish eksponensial (kursatkichli) deyiladi va uning zichligi

$$f(\tau) = \lambda e^{-\lambda\tau}, \quad (2)$$

ga teng. Interval uzunligining matematik kutilishi

$$M[\tau] = \int_0^{\infty} \tau f(\tau) d\tau = 1/\lambda, \quad (3)$$

ga teng va dispersiyasi esa quyidagicha topiladi.

$$D[\tau] = \int_0^{\infty} (\tau - M[\lambda])^2 f(\tau) d\tau = 1/\lambda^2 \quad (4)$$

O'rtacha kvadratik og'ishi esa matematik kutilishga teng bo'ladi.

Eksponenstial taqsimlanish esa bitta parametr bilan, ya'ni intensivlik bilan xarakterlandi.

Talablarning oddiy oqimi quyidagi xususiyatlarga ega:

1 M - ta mustaqil, ordinar, stasionar oqimlar intensivligi quyidagiga teng bo'lgan oddiy oqimga yaqinlashadi.

$$\lambda = \sum_{i=1}^M \lambda_i \quad (5)$$

2. Ixtiyoriy vaqt dakikasi bilan navbatdagi talab kelib tushish dakikasi orasidagi vaqt intervali $1/\lambda$ li matematik kutilishga ega bo'lgan eksponenstial taqsimlanish qonuniga ega.

3. Oddiy oqim tizimni (ob'ektni) «ogir» ishlash jarayonini vujudga keltiradi, chunki birinchidan talablar orasidagi vaqt oraligi (60%) uzunligi uning matematik kutilishidan $1/\lambda$ kichik bo'ladi, ikkinchidan esa variatsiya koeffitsienti 1 ga teng.

Oddiy oqim nazariyaga bog'liq bo'lgan analitik soddaligi bilan emas, balki amaliyotda mavjud talablar oqimi oddiy oqimdan kam fark kilmaydi. Bu empirik fakt bir kancha matematik modellar bilan tasdiqlangan.

Puasson oqimi. Puasson oqimi deb tizimga τ vaqtoralig'ida kelib tushayotgan talablar soni Puasson qonuniyati bo'yicha taksimlangan bo'ladi, ya'ni

$$P(k, \lambda) = \frac{(\lambda\tau)^k}{k!} e^{-\lambda\tau}, \lambda > 0, \quad (6)$$

Bu erda $R(k, \tau)$ τ -vaqtida tizimga kelayotgan talablar soni k ga teng bo'lishlik ehtimoli; λ - talablar oqimi intensivligi. Puasson taqsimlanishini matematik kutilishi va dispersiyasi $\lambda\tau$ ga teng. Puasson taqsimlanishi diskret bo'lib, statstionar Puasson oqimi oddiy oqimdir.

Agar oqimni intensivligi vaqt funktsiyasi bo'lsa $\lambda = \lambda(t)$ va Puasson taqsimlanishi qonuniyati bilan aniqlansa unda bunday Puasson oqimi bo'ladi, ammo oddiy oqim bulmaydi. Puasson taqsimlanishida ketma-ket keluvchi ikkita talablar orasidagi vaqt intervali uzunligi-bu esponenstial qonuniyatga taqsimlangan tasodifiy kattalikdir.

Erlang oqimi. Talablar orasidagi vaqt intervallari umumiy ko'rinishdagi taqsimlanish funktsiyasiga $G(\tau)$ ega bo'lishi mumkin. Agar bu intervallar mustaqil bo'lsa, unda talablar rekkurent oqimni yoki chegaralangan ta'sirli oqimni tashkil etadi deyiladi. Talablar oqimi rekkurent (Palma oqimi) oqimi deyiladi, agarda oqim stasionar, ordinar va talablar orasidagi vaqt intervali ixtiyoriy taqsimlanishga ega bo'lgan mustaqil tasodifiy kattaliklar bo'lgan. Demak oddiy oqim rekkurent oqimni xususiy holi bo'ladi. Rekkurent oqimga misol sifatida Erlang oqimini keltirish mumkin.

Erlang oqimi deb, shunday oqimga aytiladiki ikkita ketma-ket talablar oqimidagi vaqt inetervali orasidagi parametrlari λ ga teng. Bo'lgan yigindisik ta mustaqil tasodifiy kattaliklardan iborat ikspennestial taksimotli tasodifiy kattalikdir. k chi tartibli Erlang oqimida ketma-ket talablar oqimi orasidagi vaqt intervalining taqsimlanish zichligi quyidagicha.

$$f(\tau) = \frac{\lambda(\lambda\tau)^{k-1}}{(k-1)!} e^{-\lambda\tau}, k = 1, 2, \dots \quad (7)$$

Agar $k = 1$ bo'lsa Erlang oqimi oddiy oqimga aylanadi. Bunday oqimlar ommaviy xizmat ko'rsatishtizimlarida kent tarqalgan bo'lib, hisoblashtizimlarini analitik modellashtirishda foydalaniladi.

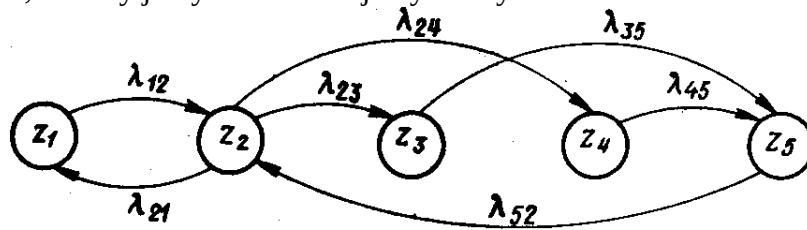
2. Markov modellari.

Umumiy ma'lumotlar. Ommaviy xizmat ko'rsatishtizimlarida mukammal o'rganilgan va tadqiq etilgan modellarga tasodifiy ishlash jarayoni Markov jarayoni sinflariga xos bo'lgan yoki Markov modellar shaklida berilgan tizimlardir.

Tizimda ketayotgan tasodifiy jarayon Markov jarayoni deyiladi, agarda ixtiyoriy vaqt daqiqasida jarayonni extimollik xarakteristikalari kelajakda faqat uni hozirgi xolatiga borlik bo'lib, bu xolatga tizim qachon va qanday kelganiga borlik emas.

Jarayon diskret holatli jarayon deyiladi. Agarda uning mumkin bo'lgan holatlarini $z_1, z_2, \dots, z_n$ Oldindan sanab chiqish mumkin bo'lsa, uning holatlari chekli to'plamga tegishli bo'lsa va tizim bir holatdan ikkinchi holatga oniy daqiqada o'tsa.

Agar kechayotgan jarayon uzluksiz vaqt bo'yicha kechsa va holatlar o'zgarishi ixtiyoriy tasodifiy daqiqada sodir bo'lsa, bunday jarayon uzluksiz jarayon deyiladi.



Rasm. Holatlar grafigiga misol.

Markov modelini tavsiflanishi. Tizim harakatini markov modeli ko'rinishda yozish uchun tizimholati tushunchasini aniqlash lozim, tizim bo'lishi mumkin bo'lgan hamma holatlar aniqlanadi; boshlang'ich daqiqadagi tizimholati; holatlar grafigi tuziladi, ya'ni hamma holatlar tasvirlanadi. Graf yasaladi; har bir o'tishdagi oqim intensivligi ko'rsatiladi.

$$\lambda_{ij}(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{P_{ij}(t, t + \Delta t)}{\Delta t} \quad (8)$$

Bu erda $p_{ij}(t, t + \Delta t)$ - t dan Δt gacha vaqt intervalida z_i holatdan z_j holatga o'tish ehtimolligi.

Stationar Markov jarayonlarida o'tish intensivligi vaqtga bog'liq emas; $\lambda_{ij}(t) = \lambda_{ij}$, unda $p_{ij}(t, t + \Delta t) = p_{ij}(\Delta t)$

Holat tushunchasi modelashtirish maqsadiga bog'liqdir. Ba'zi bir hollarda element holati orqaliniqlanishi mumkin. Ba'zi bir hollarda tizimholati xizmat olayotgan yoki navbatda turgan talablar soni bilan aniqlanadi.

Holatlar extimolligi uchun Kolmogorov tenglamasi.

Markov jarayonlarining miqdoriy xarakteristikasi sifatida holatlar ehtimolliklari to'plami hisoblanadi, ya'ni t daqiqasida jarayon $z_i(t = 1, \dots, n)$ holatida bo'lish ehtimolligidir.

Bu holatlar ehtimolliklari quyidagi differensial tenglamalar tizimi orqaliniqlanadi. Bu Kolmogorov tenglamalari tizimlaridir.

$$\left. \begin{aligned} \frac{dp_1(t)}{dt} &= p_2(t)\lambda_{21} - p_1(t)\lambda_{12}; \\ \frac{dp_2(t)}{dt} &= p_1(t)\lambda_{12} + p_5(t)\lambda_{52} - p_2(t)(\lambda_{21} + \lambda_{23} + \lambda_{24}); \\ \frac{dp_3(t)}{dt} &= p_2(t)\lambda_{23} - p_3(t)\lambda_{35}; \\ \frac{dp_4(t)}{dt} &= p_2(t)\lambda_{24} - p_4(t)\lambda_{45}; \\ \frac{dp_5(t)}{dt} &= p_3(t)\lambda_{35} + p_4(t)\lambda_{45} - p_5(t)\lambda_{52}. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Agar boshlang'ich holatlar berilgan bo'lsa, bu chiziqli differensial tenglamalar tizimsi holatlar ehtimolligini topishningilojini beradi.

Kolmogorif tenglamasini quyidagicha yozish mumkin.

$$\frac{dp_i(t)}{dt} = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_j(t)\lambda_{ji} - p_i(t)\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \lambda_{ij}, i = 1, \dots, n. \quad (9)$$

Bu erda shunisi hisobga olinganki bevosista o'tishlar mavjud bo'lmagan holatlar uchun $\lambda_{ij} = \lambda_{ji} = 0$

Holatlarni chegaraviy extimolliklari.

Tasodifiy jarayonlar extimolligida shuni isbotlanadiki, agarda tizimni holatlar sonin chekli bo'lsa, va cheklisonli kadamlar yordamida har bir holatlar ixtiyoriy boshqa holatga o'tish mumkin bo'lsa, bunday holatlarni chegaraviy (final) extimolliklari mavjud bo'ladi.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} p_i(t) = p_i, i = 1, \dots, n. \quad (10)$$

Hamma extimolliklarni yigindisi doim 1 ga teng. $t \rightarrow \infty$ da tizimda stastinar holat o'rgatiladi. Bu stastionar holatda uning ehtimollik xarakteristikalarini vaqtga bog'liq bulmaydi. Tizimni holatlarini chegaraviy ehtimolliklarini shu holatlarda o'rtacha nisbiy vaqt bo'lishligini anglatadi.

Tizim holatlarini chegaraviy holatlarini hisoblash uchun Kolmogoriv tenglamalarini chap tomonlarini 0 ga tenglab hosil bo'lgan chiziqli algebraik tenglamalar tizimsini echish etarlidir.

$$p_i \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \lambda_{ij} = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_j \lambda_{ji}, i = 1, \dots, n. \quad (11)$$

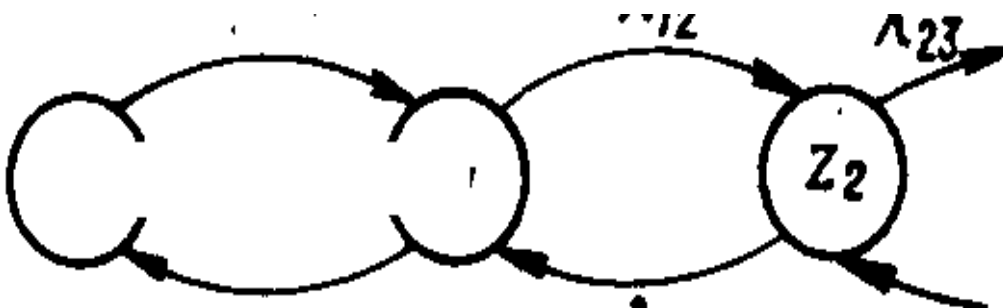
Bu tenglamalar bir jinsli tenglamalardir ya'ni ozod hadlarga ega emas, demak, normallashtirish quyidagi shartidan foydalanib, hamma noma'lumlarni ($p_i, i=1, n$) topish mumkin.

$$\sum_{i=1}^n p_i = 1 \quad (12)$$

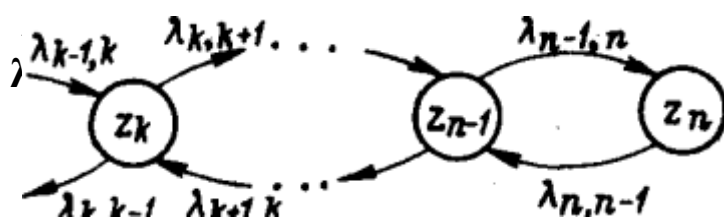
Bu oxirgi tenglamalar tizimsi va uni echamiz.

Ko'payish va xalok bo'lish tizimi.

Diskret sonli holatlarga va uzluksiz vaqtli Markov modellariga misol sifatida ko'payish va xalok bo'lish misolini keltirish mumkin. Bu model shunisi bilan xarakterlanadiki, uning holatlar grafigi zanjir ko'rinishidabo'ladi. Bu grafikni asosiy xususiyati shundaki, har bir o'rtada turgan holatlar $z_1, \dots, z_{n-1}$ qo'shni holatlar bilan z_j to'g'ri va teskari strelkalar bilan bog'langan. (ya'ni chap va ung tomondagi holatlar bilan) faqatgina chekka holatlarga (z_0 va z_n) faqat bita qo'shni holatlar bilan bog'langan.



$\lambda_{0,1}\lambda_{1,2}$



Rasm. Ko'payish va holok bo'lish modelini holatlarmodeli.

Bu modelda Kolmogorif tenglamalar tizimlarini echish bilan hosilqilingan holatlar chegaraviy(final) ehtimolliklari quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$p_k = \frac{\lambda_{k-1,k} \dots \lambda_{12} \lambda_{01}}{\lambda_{k,k-1} \dots \lambda_{21} \lambda_{10}} p_0; \quad (13)$$

$$p_0 = \left(1 + \frac{\lambda_{01}}{\lambda_{10}} + \frac{\lambda_{12} \lambda_{01}}{\lambda_{21} \lambda_{10}} + \dots + \frac{\lambda_{n-1,n} \dots \lambda_{12} \lambda_{01}}{\lambda_{n,n-1} \dots \lambda_{21} \lambda_{10}} \right)^{-1} \quad (14)$$

Bu formula yordamida ba'zi hollarda ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasini masalalarini echishda foydalaniladi.

3. Hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini ommaviy xizmat ko'rsatish tizimlari sifatida.

Tizimning tavsifi: Faraz qilaylik, hisoblash tizimining modeli sifatida bitta kanalli bir jinsli cheksiz oddiy oqimli talablar oqimi va chegaralanmagan navbatli tizim bo'lsin. Talablar oqimi intensivligi λ bo'lsin. Talabga xizmat ko'rsatish vaqti uzunligi bu matematik kutilishi V tasodifiy kattalik. Xizmat ko'rsatish intensivligi μ bu V ga teskari kattalik, ya'ni $\mu = 1/V$. Xizmat ko'rsatish intensivligi vaqt birligida прибор xizmat ko'rsata olish mumkin bo'lgan talablar soni. Xizmat ko'rsatish ham intensivligi μ ga teng bo'lgan oqimdir. Ommaviy xizmat ko'rsatish nazariyasida bunday tizim M/M/1 bilan belgilanadi.

Ommaviy xizmat ko'rsatish tizimini (OXKT) holatlarini tizimda mavjud bo'lgan talablar soni bilan ajratamiz:

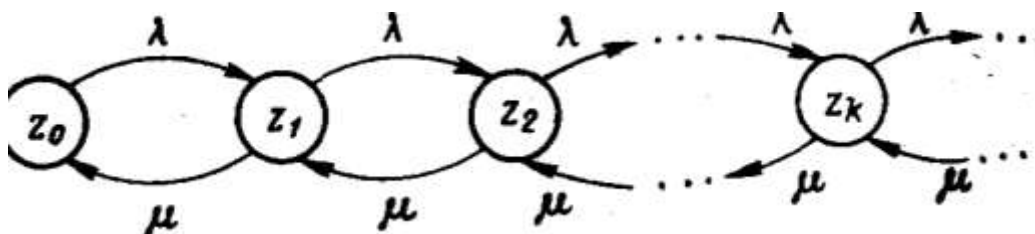
Z_0 -прибор bo'sh, navbat yo'q;

Z_1 -прибор band (talabga xizmat ko'rsatilayapti), navbat yo'q;

Z_2 -прибор band, navbatda bitta talab bor;

Z_k -прибор band, $(k-1)$ ta talab navbatda kutmoqda.

Bunday tizimni holatlar grafi rasmda ko'rsatilgan. Bu ko'payish va halok bo'lish modeli va cheksiz ko'pholatga ega bo'lgan modeldir, chunki navbat chegaralanmagan.



Rasm. Ommaviy xizmat ko'rsatish tizimi. Holatlarni chegaraviy ehtimolligi.

$$p_0 = [1 + \lambda / \mu + (\lambda / \mu)^2 + \dots + (\lambda / \mu)^k + \dots]^{-1}.$$

$\lambda / \mu = \rho$, deb belgilasak quyidagini hosilqilamiz

$$p_0 = (1 + \rho + \rho^2 + \dots + \rho^k + \dots)^{-1}.$$

Bu formuladagi qator geometrik progressiyani tashkil etadi.

Ma'lumki, $\rho < 1$ bo'lsa bu qatoryaqinlashadi. Bu progressiyaning hadlari yig'indisi $1/(1 - \rho)$ ga teng. Demak, $p_0 = 1 - \rho$.

Bu oxirgi formula pribor bo'shligini ehtimolligini ko'rsatadi va navbat mavjud emas. Bundan, pribor talabga xizmat ko'rsatishi bilan bandligi ehtimolligi quyidagi formula bilan topiladi

$$1 - p_0 = 1 - (1 - \rho) = \rho.$$

Bu degani quyidagi munosabat

$$\rho = \lambda / \mu$$

Ommaviy xizmat ko'rsatish tizimini bandlik (zagruzka) parametri sifatida xizmat qiladi va bandlik koeffitsienti bo'ladi. Unda $\eta = p_0 = 1 - \rho$ esa bo'sh turishlik koeffitsienti bo'ladi.

OXKTda talablar soni.

Tizimda talablarning o'rtacha soni n quyidagi formula yordamida aniqlanadi

$$n = \rho (1 - \rho) \frac{d}{d\rho} \sum_{k=1}^{\infty} \rho^k.$$

Bu formula yig'indi (summa)-cheksiz kamayuchi progressiyani ($\rho < 1$; bo'lganda) yig'indisi; uning qiymati $\rho/(1-\rho)$ ga teng, hosilasi esa $1/(1-\rho)^2$ ga teng.

Demak, tizimda stasionar rejim bo'lganda talablar quyidagi ifoda bilan hisoblanadi.

$$p = \rho/(1 - \rho).$$

Navbat uzunligi.

Xizmat ko'rsatuvchi priborga xizmat olishga navbat kutayotgan talablarni o'rtacha soniniyani, navbatning o'rtacha uzunligini l ni topamiz. Uni qiymati tizimdagi talablarning o'rtacha sonidan xizmat ko'rsatilyotgan talablar soni ayirmasiga teng. Agar pribor bo'sh bo'lsa, xizmat kursatilyotgan talablar soni nolga teng bo'ladi va birga teng bo'ladi, agar pribor band bo'lsa. Turg'un holatda (rejimda) bunday tasodifiy soni matematik kutilishi pribor bandligi ehtimolligiga teng. Bu ehtimollik oldin aniqlangan edi va r ga teng. Bundan OXKT da navbatni o'rtacha uzunligini quyidagi formula bilan topamiz:

$$l = n - \rho = \frac{\rho}{1 - \rho} - \rho = \frac{\rho^2}{1 - \rho}.$$

O'rtacha navbat uzunligini tulish koeffitsientiga bog'liqligi 2-rasmda tasvirlangan. Agar $\rho > 0,6-0,7$ bo'lsa navbat juda tez ortadi, agar $\rho \geq 1$ bo'lsa navbat mavjud bulmaydi, agar $\rho \geq 1$ bo'lsa cheksizlikga intiladi.

4. Hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini murakkab xizmat ko'rsatish tizimlari sifatida.

Ko'po'lchamli oqim. Xizmat kursatuvchi pribor kirishiga $1, \dots, M$ turdagi talablarni ko'po'lchamli oqimi kelib tushishi mumkin. Bu talablar oqimlarining intensivliklari mos ravishda $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_M$ larga teng. Faraz kilaylik, har bir turdagi talablar oqimi oddiy bo'lsin. Unda i -chi turdagi talablar oqimi bilan priborni yuklanishi

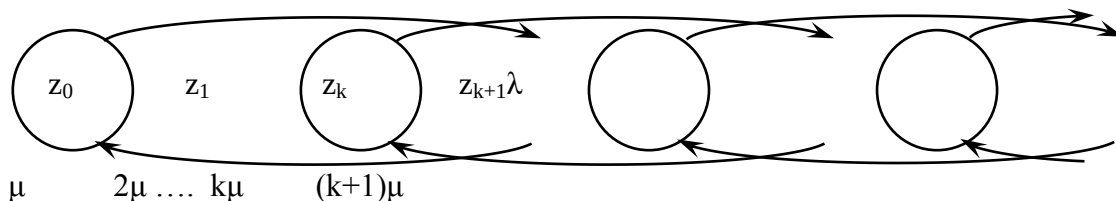
$$\rho_i = \lambda_i \theta_i$$

ga teng bo'ladi. Bunda V_i - i -chi turdagi talablarga xizmat ko'rsatishni o'rtacha uzunligi. Hamma oqimlar tomonidan priborni yuklanishi esa

$$P = \sum_{i=1}^M \rho_i$$

ga teng bo'ladi.

$\lambda \lambda \dots \lambda \lambda \lambda$



4-rasm.Ko'p kanalli OXKT holatlar grafi

Stasionar rejimni mavjudlik sharti $R < 1$ bo'ladi. O'rtacha kutish vaqti ω_{sr} va o'rtacha reaktsiya vaqti u_{sr} o'rtacha navbatdagi talablar miqdori bilan quyidagi munosabatlar bilan bog'langan:

$$\omega_{cp} = \sum_{i=1}^M \frac{\lambda_i}{\Lambda} \omega_i = \frac{1}{\Lambda} \sum_{i=1}^M l_i = \frac{l_{cp}}{\Lambda};$$

$$u_{cp} = \sum_{i=1}^M \frac{\lambda_i}{\Lambda} u_i = \frac{1}{\Lambda} \sum_{i=1}^M n_i = \frac{n_{cp}}{\Lambda},$$

Bu erda $\Lambda = \sum_{i=1}^M \lambda_i$ -oqimlarning umumiy intensivligi; λ_i / Λ -navbatga kelgan talab i-turdagi talab bo'lishligi ehtimolligi. l_{cp} —navbatdagi hama turdagi talablarni o'rtacha uzunligi;
 n_{sr} —tizimdagi hama turdagi talablarni o'rtacha soni.

Ko'p kanalli OXKT

Faraz kilaylik tizim bir xildagi xizmat ko'rsatish intensivligi μ bo'lgan ta xizmat ko'rsatish kanaldan iborat bo'lsin. Umumiy kirish talablar oqimi intensivligi esa λ bo'lsin.

Bunday tizim shartli ravishda $M/M/t$ bilan belgilanadi. Bunday tizimni holatlar o'zgarish grafi ko'payish va halok bo'lish modeli ko'rinishidabo'ladi. Bunday tizim uchun bir kanalli OXKT kabi quyidagilarni olish mumkin:

$$p_0 = \left(1 + \frac{\rho}{1!} + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^m}{m!} + \frac{\rho^{m+1}}{m!(m-\rho)} \right)^{-1};$$

$$p_1 = \frac{\rho}{1!} p_0, \dots, p_{m+r} = \frac{\rho^{m+r}}{m^r \cdot m!} p_0, \dots$$

Navbatning o'rtacha uzunligi

$$l = \sum_{r=1}^{\infty} r p_{m+r} = \frac{\rho^{m+1} p_0}{m m! (1 - \rho / m)^2}.$$

Bu ifodalarga band bo'lgan kanallarni o'rtacha soniga teng bo'lgan xizmat olayotgan talablarni o'rtacha sonini qo'shsak, yani

$$k = \lambda / (\mu m) = \rho / m,$$

Tizimdagi talablarni o'rtacha sonini topamiz, yani

$$n = l + \rho / m$$

Litll formulalari yordamida talablarni navbatda o'lishi o'rtachavaqtini aniqlash mumkin

$$\omega = l / \lambda$$

Talablarni tizimda bo'lishini o'rtachavaqti esa-reaktsiya vaqti quyidagiga teng

$$u = n / \lambda$$

Ommaviy xizmat ko'rsatish nazaryasida chegara mavjud bo'lmagan va navbatlar uzunligiga chegaralar mavjud bo'lganida bitta va ko'p kanalli tizimlar uchun bir o'lchamli va ko'po'lchamli OXKT lar uchun analitik formulalar ishlab chiqilgan.

Xizmat ko'rsatishoqimi. Amalyotda aniq bir hisoblash tizimlarini modellashtirish jarayonida qarshi talablar oqim va xizmat ko'rsatishoqimi oddiy oqimdan farqqilishi mumkin. Qarshi talablar oqimi Puasson, yopiq, Erlang xususiyatlariga ega bo'lishi mumkin. Xizmat ko'rsatishvaqtlarini umumiy holda gamma-taqsimlanishko'rinishida ifodalash mumkin. Bu taqsimlanish ehtimolligi quyidagicha

$$f(\tau) = \frac{(k / g)^k}{\Gamma(k)} e^{-k\tau / g} \tau^{k-1}, \tau > 0,$$

Bunda g -xizmat ko'rsatish uzunligini matematik kutilishi $M[\tau]$; k —taqsimlanish parametri; $G(k)$ —gamma-funktsiya. Gamma-taqsimlanish despersiyasi

$$D[\tau] = g^2 / k$$

Agar $k = 1$ bo'lsa gamma-taqsimlanish eksponensialga o'tadi. $k \rightarrow \infty$ intilishda bu taqsimlanish parametri k matematik kutilishva dispersiya yordamida aniqlanadi

$$k = \sigma^2 / D[\tau]$$

Butun sonli k -ning qiymatida $G(k) = (k-1)!$ Ga teng bo'ladi. Shuning uchun taksimlarish zichligi

$$f(\tau) = \frac{(k/\theta)^k}{(k-1)!} e^{-k\tau/\theta} \tau^{k-1}, \tau > 0$$

Bu ifoda k -chi tartibdagi Erlang taqsimlanishini zichligidir. Bu taqsimlanishni ko'rinishi 5-rasmda keltirilgan. Bu taqsimlanishda Erlang oqimidan farqliroq matematik kutilish k -ga bog'liq emas va $k \rightarrow 1$ bo'lganda deterministik taqsimlanishga intiladi. Xususiyl hollarda xizmat ko'rsatish uzunliklari eksponensial, tekis taqsimlanish, normal va boshqa qonuniyatli taqsimlanishlar bo'lishi mumkin. Bazi bir talablarni oqiminiturli birlashmalari uchun analitik bog'lanishlar aniqlangan.

Rad qiluvchi tizimlar

Hisoblash tizimiga intensivligi k teng bo'lgan oddiy oqim kelib tushayotgan bo'lsin. Bunday OXKT tuzilishi bo'yicham kanalli xizmat ko'rsatish tizimi bo'lsin. Xizmat ko'rsatishoqimi intensivligi r bo'lgan ixtiyoriy taqsimlanishqonuniyatiga ega bo'lgan tizimdir. Bu $M/G/m$ tizimidir. Bunday tizimlarda navbatdagi talab agar hamma kanallar band bo'lsa, xizmat olmasdan tizimni tark etadi. Bu degani tizimda navbat mavjud emas. Bunday tizimlarni xarakteristikalarini sifatida o'tkazish kobiliyati, xizmat ko'rsatish ehtimolligi va band bo'lgan kanallarning o'rtacha soni bo'ladi. Bunday tizimlarni ko'payishi va xalok bo'lish tizimiga mos keladi. Ko'payishi va halok bo'lish modeli formulalari asosida OXKTda m ta talab borligi ehtimolligi, yani hama kanallar bandligi formulasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$p_m = \frac{\rho^m}{m!} p_0; p_0 = (1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \dots + \frac{\rho^m}{m!})^{-1}.$$

Navbatdagi talab xizmat olishligi extimolligi esa

$$P_z = 1 - p_m = 1 - \frac{\rho^m}{m!} p_0.$$

Tizimni o'tkazuvchanlik xususiyati esa vaqt birligida xizmat olayotgan o'rtacha talablar soniga teng

$$S_z = \lambda P_z = \lambda (1 - \frac{\rho^m}{m!} p_0)$$

Band bo'lgan kanallarning o'rtacha soni quyidagi formula yordamida topiladi

$$k = S_z / \mu = \rho (1 - \frac{\rho^m}{m!} p_0)$$

Ustivor tartibiga ega bo'lgan despetcherlik tizimlari

Hisoblash tizimlari nazaryasida tizimlarni xarakteristikalarini ularning parametrlari bilan analitik bog'lanishlari batafsil tavsiflangan va tadqiq etilgan. Bu tizimlarning modellari ordinar va ordinar bo'lmagan, bir o'lchamli va ko'po'lchamli talablar oqimi bo'lgan ommaviy xizmat ko'rsatish tizimlarining modellari ko'rinishidabo'lishi mumkin. Bundan tashqari bunday modellar bitta kanalli va ko'p kanalli xizmat ko'rsatishni uzunligi ixtiyoriy taqsimlanishqonuniyatiga buyso'ngan bo'lishi hamda turli dispatcherlik (boshqarish) tartibiga asoslangan bo'lishi mumkin. Tizimlardagi xizmat ko'rsatish esa nisbiy, absolyut, aralashma va dinamik ustivorliklarga ega bo'lishi mumkin. Masalan OXKTga intensivliklari $\lambda_1, \dots, \lambda_m$ bo'lgan va oqimning talablariga xizmat ko'rsatishvaqti uzunliklarining matematik kurinishlari $\theta_1, \dots, \theta_m$ va dispersiyasi esa $\sigma^2_1, \dots, \sigma^2_m$ bo'lsin. Bunday tizimlarda uchta sinfga ega bo'lgan aralash dispatcherlik tartibi ishlatilishi mumkin:

- 1) $1, 2, \dots, M_1$ turdagi talablarga 2 va 3 turdagi talablarga nisbatan absolyut ustivorlik tayinlangan;
- 2) $M_1 + 1, \dots, M_1 + M_2$ turdagi talablarga 3 turdagi talablarga nisbatan nisbiy ustivorlik tayinlangan;
- 3) $M_1 + M_2 + 1, \dots, M$ turdagi talablarga kelib tushish tartibi bo'yicha xizmat ko'rsatish.

Turli turdagi talablarni o'rtacha kutish vaqti quyidagi ifodadan aniqlanadi

$$\omega_k = \begin{cases} \frac{P_{k-1}g_k}{1-P_{k-1}} + \frac{\sum_{i=1}^k \lambda_i \sigma_i^2}{2(1-P_{k-1})(1-P_k)}, & k = 1, \dots, M_1; \\ \frac{P_{M_1}g_k}{1-P_{M_1}} + \frac{\sum_{i=1}^{M_1} \lambda_i \sigma_i^2}{2(1-P_{M_1})(1-P_k)}, & k = M_1 + 1, \dots, M_1 + M_2; \\ \frac{P_{M_1}g_k}{1-P_{M_1}} + \frac{\sum_{i=1}^M \lambda_i \sigma_i^2}{2(1-P_{M_1+M_2})(1-P_k)}, & k = M_1 + M_2 + 1, \dots, M, \end{cases}$$

Bu erda $P_J = \sum_{j=1}^{-J} \rho_j$, $J = k-1, k, M_1, M_1 + M_2, M$,

Yuqoridagi tenglamalardan xususiy hollar sifatida tizimlarni quyidagixarakteristikalarini topish mumkin:absolyut ustivorlikka ega bo'lgan ($M_2 = M_3 = 0$), nisbiy ustivorlikka ega bo'lgan ($M_1 = M_3 = 0$) va aralash ustivorlikka ega bo'lgan 2 turdagi talablardan iborat bo'lgan tizimlar. Bundan tashkari tizimda absolyut va nisbiy ustivorlik ($M_3 = 0$), absolyut ustivorlik va ustivorlik mavjud bo'lmagan ($M_2=0$), hamda nisbiy ustivorlik va ustivorlik mavjud bo'lmagan ($M_1=0$) tizimlardir.

5. Hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini taqribiy hisoblash usullari.

Katta yuklamalarni baholash. Chiqishxarakteristikalarini taqsimlanishini parametrlarini aniqlash imkonini beruvchi analitik bog'lanishlar faqat ma'lum chegaralar uchun aniqlangan.

Kengroq ko'lamdagi tizimlar uchun esa stasionar turgun rejimlarning o'rtacha qiymatlari xisoblangan. Ammo, bazi bir tizimlar va rejimlar uchun esa ularning o'rtacha qiymatlarini aniqlash uchun aniq formulalar mavjud emas. Bunday tizimlarga ixtiyoriy kelib tushish davrlariga 1 galdan taqsimlanishi va ixtiyoriy xizmat ko'rsatish uzunligiga ega bo'lgan rejimlar misol bo'ladi. Bu modelllar shartli ravishda G/G/1 va G/G/m belgilanadi. Aniq bog'lanishlar mavjud bo'lmaganda taxminiy baholardan foydalanishga tug'ri keladi.

Amaliy nuqtai nazardan alohida ahamiyatga ega bo'lgan tizimlarda yuklama koeffitsienti birga yaqin bo'lgan hollar uchun tizim xarakteristikalarini taxminiy baholash usuli hisoblanadi. Xususan G/G/1 tizimlar uchun talabni navbatda kutish vaqti eksponensial qonuniyat bo'yicha taqsimlangan va o'rtacha kutish vaqti quyidagi formula bilan aniqlanadi.

$$\omega \approx \frac{\lambda(\sigma_\lambda^2 + \sigma_\mu^2)}{2(1-\rho)}, \quad \rho \rightarrow 1,$$

Bu erda $\sigma_\lambda^2, \sigma_\mu^2$ — talablarni mos ravishda kelib tushish davri dispersiyasi va xizmat ko'rsatish davri uzunliklari. Demak, $U=W+V$ bog'lanishi va Litll formulalaridan foydalanib qolgan xarakteristikalarini o'rtacha qiymatlarini hisoblash mumkin.

Chegaralarini aniqlash. Agar $0 \leq \rho < 1$ bo'lsaxarakteristikalarini baholash uchun bir nechta yondoshishlardan foydalanish mumkin. Xarakteristikalarini yuqori va quyi chegaralarini orasida xaqiqiy qiymatini hisoblash mumkin. Masalan G/G/1 tizimi uchun talabni navbatda o'rtacha kutish chegaralarini hisoblash uchun quyidagi formulalardan foydalanish mumkin:

$$\frac{\rho^2(v_\lambda^2 + v_\mu^2)}{2(1-\rho)\lambda} - \frac{\rho(1-v_\lambda^2)}{2\lambda} \leq \omega \leq \frac{\rho^2(v_\lambda^2 + v_\mu^2)}{2(1-\rho)\lambda} + \frac{(1-\rho)(1-v_\lambda^2)}{2\lambda}$$

Bu erda v_λ, v_μ — mos ravishda kelib tushish davri variatsiya koeffitsientiva talablarga xizmat ko'rsatish davri uzunligi.

Navbatni o'rtacha uzunligi esa $l = \omega\lambda$ ga teng va tizimdagi talablarni o'rtacha soni $n = l + \rho$ ga teng.

6. Hisoblash tizimlarini nostastionar ishlash rejimlari.

O'tish jarayonlari. Yuqoridagi Ma'ruza materiallarida asosan hisoblash tizimlarini stastionar turg'un rejimlardagi xarakteristikalarini ko'rilgan edi. Ammo amaliyotda nostastionar ishlash rejimlarini tahrir etish katta ahamiyatga egadir. Hisoblash tizimlarini nostastionar rejimlaridagi chiqish xarakteristikalarining qiymati ba'zi bir tizimlar uchun Kolmogorov tenglamasini sonli echish usullari yordamida aniqlash mumkin. Bunda intensivlikni vaqt funktsiyasi $\lambda_{ij}(t)$ ko'rinishida berib, boshqa tizimlarda esa jarayonlarni uzluksiz yoki deffuziyali approksimatsiya qilish natijasida erishiladi.

Nostastionar rejimni xususiy ko'rinishi sifatida o'tish jarayonlarini olish mumkin. Masalan, boshlang'ich vaqtda qiyasida tizimda navbat mavjud bo'lmaydi va talablar o'zgarmas intensivlik λ bilan kela boshlaydi. Bunda eng ahamiyatlisi qachon stastionar rejim tashkil topishidir.

Misol sifatida M/G/1 tizimidagi o'tish jarayonlarini tahlil etish natijalarini ko'rib chiqish mumkin. Kiruvchi Puasson oqimini intensivligi λ minutiga 0,95 ga teng bo'lgan, o'rtacha xizmat qilish vaqti esa $v=1$ olingan. Yuklash koeffitsienti $r=0,95$. Xizmat ko'rsatish vaqti uzunligini taqsimlanishi quyidagicha:

- 1) Eksponensial taqsimlanish

$$f_1(\tau) = e^{-\tau};$$

- 2) 8-tartibli normallashtirilgan Erlang taqsimlanishi

$$f_2(\tau) = \frac{8(8\tau)^7}{7!} e^{-8\tau};$$

- 3) O'rtacha qiymati 4 ga teng bo'lgan eksponensial taqsimlanish bilan o'rtacha qiymati 2/3 ga teng bo'lgan 4-chi tartibli Erlang taqsimlanishi kombinatsiyasi

$$f_3(\tau) = 0,1(0,25 e^{-\tau/4}) + 0,9((6\tau)^3 e^{-6\tau}).$$

Bunday hollar uchun o'tish jarayonida talablarni navbatda kutish o'rtacha vaqti bog'lanishi rasmda keltirilgan. Turg'un holat qiymatlari mos ravishda 19; 10; 69 va 35, 2 minutga teng.

7. Hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini murakkab xizmat ko'rsatish tizimlari sifatida.

Stoxastik tarmokni tavsiflanishi.

Odatda hisoblash tizimlari aloxida OXKT kabi emas, balki stoxastik tarmoq ko'rinishida tavsiflanadi. Hisoblash tizimlarini stoxastik tarmoq ko'rinishida tavsiflash uchun quyidagi parametrlar aniqlangan bo'lishi lozim:

- 1) Tarmoqni tashkil etuvchi ($S_1, S_2, \dots, S_n$) OXKTlar soni;
- 2) Har bir OXKTni kanallar soni ($t_1, \dots, m_n$);
- 3) Uzatish ehtimolliklari matritsasi $R = [p_{ij}]$;
- 4) Talablar manbai S_0 intensivligi λ_0 yoki aniq tarmokdagi talablar soni M ;
- 5) $S_1, S_2, \dots, S_n$ tizimlardagi talablarga xizmat ko'rsatish vaqtining uzunliklari $\vartheta_1, \vartheta_2, \dots, \vartheta_n$.

Yopiq tarmoklar uchun $\lambda_0 = 1$ deb olinadi.

Holatlar ehtimolligini aniqlash.

Stastionar turg'un holatda tizimda S_j talablar soni M_j bo'lish ehtimolligi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$\pi_{M_j} = \beta_j^{M_j} R_j(M_j) \pi_{0j},$$

Bu erda

$$\beta_j = \lambda_j \vartheta_j = \begin{cases} \rho_j & \text{npu } m_j = 1; \\ k_j & \text{npu } m_j > 1. \end{cases}$$

$$\pi_{0j} = \left(\sum_{M_j=0}^{m_j-1} \frac{\beta_j^{M_j}}{M_j!} + \frac{\beta_j^{m_j}}{m_j!(1 - \beta_j/m_j)} \right)^{-1}.$$

$$R_j(M_j) = \begin{cases} 1/M_j! & \text{npu } M_j \leq m_j; \\ 1/m_j! m_j^{M_j-m_j} & \text{npu } M_j > m_j; \end{cases}$$

Tizim S_1 da M_j talab bo'lishi ehtimolligi quyidagi formula yordamida topiladi:

$$P(M_1, \dots, M_n) = \frac{\prod_{j=1}^n R_j(M_j) (\alpha_j \vartheta_j)^{M_j}}{\sum_{A(M,n)} \prod_{j=1}^n R_j(M_j) (\alpha_j \vartheta_j)^{M_j}}$$

Bu erda

$$\sum_{j=1}^n M_j = M.$$

Yuqoridagi holatlar ehtimolliklari bo'yicha tarmok xarakteristikalarini aniqlanadi.

Ochiq tarmok xarakteristikalarini hisoblash.

Ochiq turdagi eksponenstional tarmokda stasionar rejimda Djekson teoremasiga asosan tarmok mustaqilbo'lgan OXKTlardan tashkil topgan bo'ladi va kirish oqimlari oddiy oqim xususiyatlariga ega bo'ladi. Har bir OXKT uchun xarakteristikalar aloxida aniqlanadi. Har bir S_j OXKT uchun navbatning o'rtacha uzunligi

$$l_j = \frac{\beta_j^{m_j+1}}{m_j! m_j (1 - \beta_j/m_j)^2} \pi_{0j},$$

Talablarning o'rtacha uzunliklari esa

$n_j = l_j + \beta_j$, ga teng. Unda tarmokni xarakteristikalarini: hama navbatdagi talablarni o'rtacha soni

$$l = \sum_{j=1}^n l_j,$$

Tarmoqdagi talablarni o'rtacha soni

$$N = \sum_{j=1}^n n_j,$$

Navbatdagi o'rtacha tutish vaqti

$$\omega = \sum_{j=1}^n \alpha_j \omega_j$$

Tarmoqni o'rtacha tasir etish vaqti

$$u = \sum_{j=1}^n \alpha_j u_j$$

Yopik turdagi tarmoqxarakteristikasini hisoblash.

Ixtiyoriy tarmoqni harqanday OXKTsi uchun navbatning o'rtacha uzunligi

$$l_j = \sum_{r=m_j+1}^M (r - m_j) P(M_j = r),$$

OXKTdagi talablar o'rtacha soni esa

$$n_j = \sum_{r=0}^M rP(M_j = r),$$

O'rtacha kutish vaqti ω_j va tizimda bo'lishvaqti u_j Littl formulalari asosida topiladi.

Shuni aytib o'tish joizki hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini tarmoq modellari ko'rinishidafaqat tor doiradagi tizimlar uchun mavjud. Bazi hollarda esa sonli usullardan foydalanishga tug'ri keladi. Tarmoq modellaridagi asosiy qiyinchiliklar bu-talablarga bir vaqtning o'zida bir nechta resurslarga bo'lgan talablarga mos bo'lgan vaziyatlarni hisobga olish bilan bog'liqbo'lgan vaziyatlardir. Shuning uchun hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini analitik modellashtirish asosan boshlang'ichbosqichlarda amalga oshirish maqsadga muvofiqdir.

8. Immitastion modellashtirish prosteduralari

Immitastion modellashtirishusulining mohiyati shundan iboratki, tizimni va tashqimuhit ta'sirlarini mantiq-analitik(matematik) modelini yaratishdan iborat bo'lib, tizimni ishlash jarayonini imitastiya qilishdan iboratdir, ya'ni tashqi ta'sirlar ostidagi tizim holatini vaqtbo'yichao'zgarishinianiqlashdan iborat. Natijada chiqish parametrlarini bir qancha qiymatlarini aniqlash bilan tizimni asosiy ehtimollik xarakteristikalarini aniqlashdan iborat. Bu ta'rif asosan stoxastik tizimlar uchun mos keladi. Deterministik tizimlar uchun chiqishxarakteristikalarini qiymatlarini to'plamini olish shart emas. Strukturali prinstipli boshqarishdagi tizim modeli elementlarning majmuasi modeli va ularning funkstional o'zaro bog'lanishi ko'rinishida ifodalanadi. Element modeli(agregat, xizmat ko'rsatishpribori) bu-birinchi galda qurilmani kirish ta'sirlariga (talablarga) bo'lganharakat qoidalari (algoritmlari) majmuasi va elementlar holatlarini o'zgarish koidasidir. Hisoblash tizimlarini tizim sathida modellashtirish jarayonida element u yoki bu detallashtirish sathida funkstional qurilmani aks ettiradi.

Eng oddiy holdaqurilma ishga yaroqli yoki rad etish hollarida bo'lishi mumkin.

Qurilmalarni o'zaro funkstional bog'lanishi talablarini kirish qurilmalaridan chiqishga mumkin bo'lganharakat yullarini aniqlaydi. Ular hisoblash tizimlarini funkstional tuzilmasini shakllantiradi.

Tashqimuhit ta'sirlari modeli bu-tizimga kiruvchi kirish signallarini (talablarini) kelib tushish dakikalarini, talablarini tizimdagi marshrutini va qayta ishlanish algaretmni ustivorligini qurilmalar yordamida talablarga xizmat ko'rsatish ish hajmini aniqlash koidalaridir.

Imitastion modellashtirish-bu tadqiq etish usuli bo'lib, tahlil etilayotgan denamik tizim imitator bilan almashtiriladi va u bilan o'rganilayotgan tizim haqida axborot olish uchun tajribalar o'tkaziladi.

Stoxastik tizimlarni imitastion modellashtirish usulining mohiyati tasodifiy miqdorlarni hisoblash usuli bilan tadqiq etiladi. Bu usul statik sinash usuli yoki Monte-Karlo usuli deyiladi.

Bu usulning moxiyati quyidagicha: tasodifiy miqdorniutaqsimlanish funkstiyasini aniqlash talab etilsin. Faraz kilaylik, kidirilayotgan u quyidagiko'rinishda ifodalanishi mumkin:

$$y = y(\alpha, \beta, \gamma, \dots, \varpi),$$

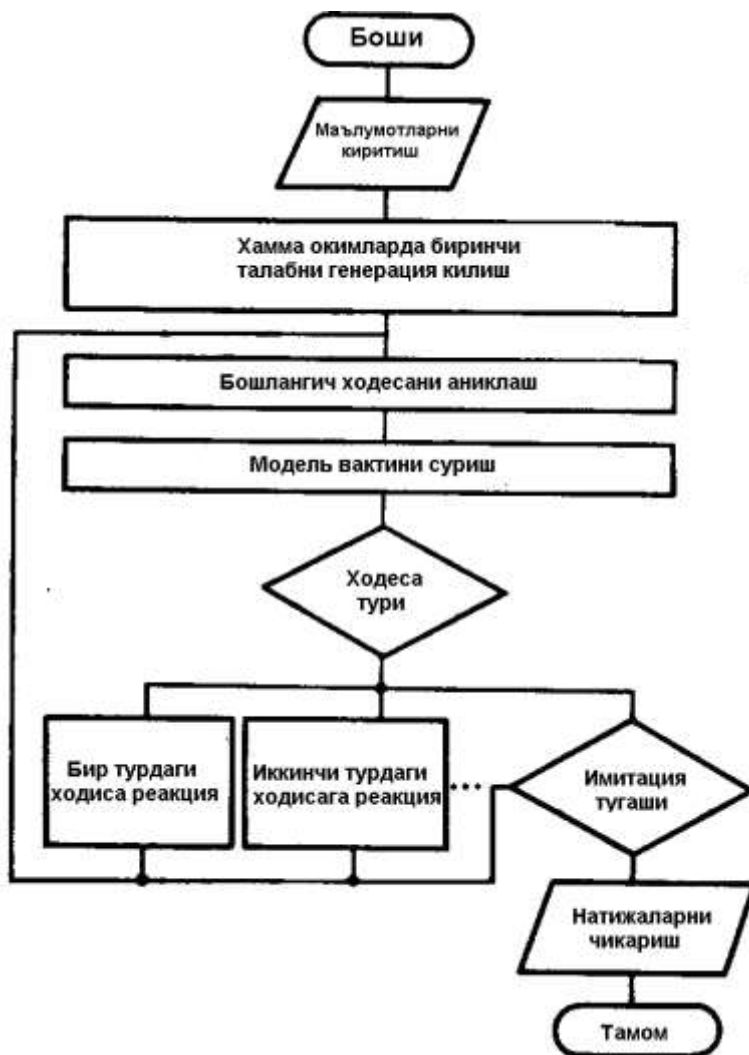
Bu erda $\alpha, \beta, \gamma, \dots, \varpi$ -ma'lum taqsimlanish funkstiyasiga ega bo'lgan tasodifiy kattaliklar bo'lsin. Bu masalani echish uchun quyidagi algoritmlardan foydalaniladi:

- 1) Har bir kattalik bo'yicha $\alpha, \beta, \gamma, \dots, \varpi$ tasodifiy miqdorlarni konkret qiymatlari $\alpha, \beta, \gamma, \dots, \varpi$ topiladi;
- 2) Topilgan miqdorlar bo'yicha u_i ni xususiy qiymatiyuqoridagi bog'lanish bilan topiladi.
- 3) Oldingi amallar N marta takrorlanadi va natijada tasodifiy miqdorni U .
- 4) U miqdorini N ta qiymatiga asosan uning empirik taqsimlanish funkstiyasi topiladi.

9. Imitastion modellashtirishni umumlashgan algoritmlari

Ayrim holatlar prinstipi bo'yicha modellashtirish algoritmi.

Ayrim holatlar sifatida tizimga kelayotgan (tushayotgan) talablarni belgilaymiz yoki talabga xizmat ko'rsatgandan so'ng element bo'shashi mumkin. Umuman, tizimda alohida holatlar sifatida boshqa turdagi hodisalar ham tanlab olinishi mumkin, masalan talabga xizmat ko'rsatish jarayonini rad etilishi va rad etilgandan so'ng qurilmani tiklashni tugallanishi.



Расм. Аyrим holatlar tamoyilibo'yicha modellashtirish algoritmi.

Bu algoritm bo'yicha oddiy stiklik modellashtirish jarayoni quyidagi amallarni bajarishga keltirilgan:

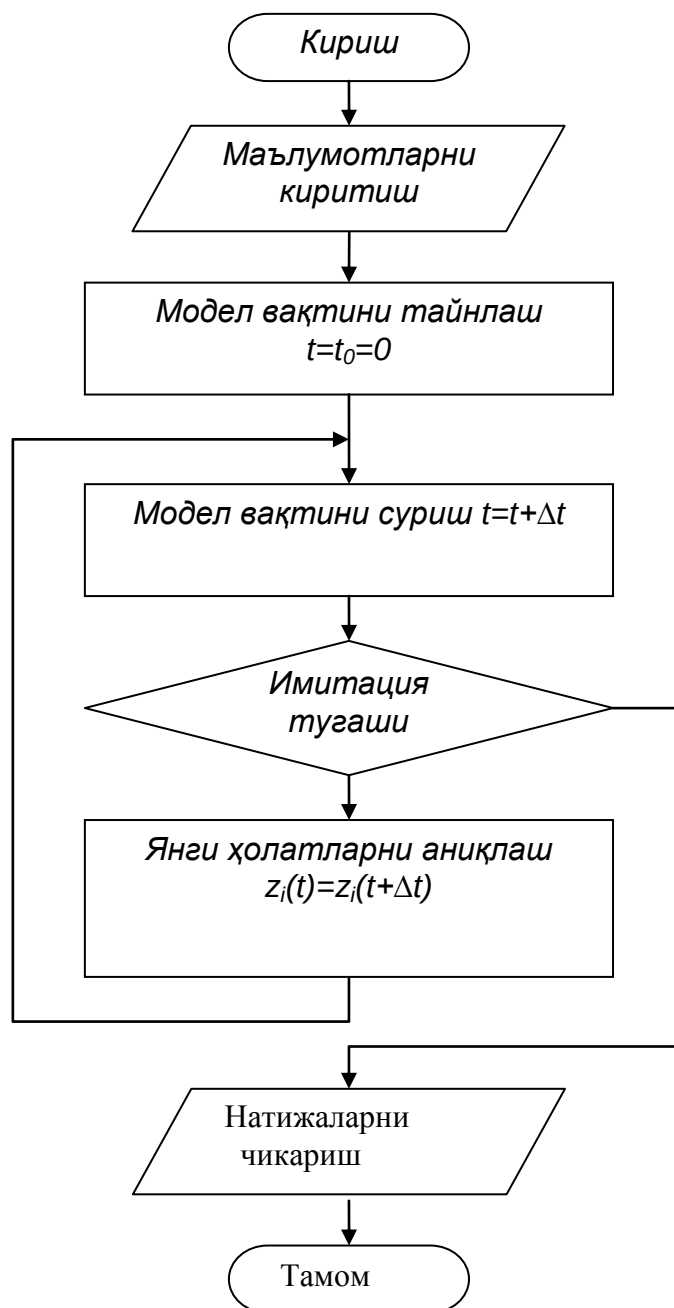
- 1) minimal vaqtlı hodisa aniqlanadi-eng boshlang'ich hodisa;
- 2) model vaqtiga eng boshlang'ich hodisani sodir bo'lish vaqti tayinlanadi;
- 3) hodisa turi aniqlanadi;
- 4) hodisaga modelni reaksiyasini aniqlanadi;
- 5) bu amallar modellashtirish vaqti tamom bo'lgunicha takrorlanadi.

Modellashtirish jarayonida chiqish xarakteristikalarini o'lchash va statik qayta ishlash amallari bajariladi. Ayrim holatlar tamoyili bo'yicha modellashtirishni algoritmi rasmda keltirilgan. Eng avval modellashtiruvchi dasturni inistilizatsiya qilinadi, ya'ni massivlarni tayyorlanadi, kirish ma'lumotlarini tezkor xotiraga yuklanadi, tasodifiy sonlar datchigini sozlanadi. So'ngra har bir oqimning birinchi talabi generatsiya qilinadi-ya'ni tizimga kelib tushish vaqt daqiqalari aniqlanadi va boshqa ko'rsatkichlar aniqlashtiriladi.

Δt prinstipi bo'yicha modellashtirish algoritmi.

Modellashtiruvchi algoritmnı umumlashgan sxemasi model vaqtini (Δt tamoyilibo'yicha) o'zgarmas ortirma tamoyili bo'yicha amalga oshiradi.

Bu algoritm quyidagi rasmda keltirilgan.



Расм. Вақт орттирмаси принстипи бо'йича моделлаштириш алгоритми.

Oldingi algoritm singari,avval dastur inistilizastiya qilinadi,xususan, $z_i(t_0)$, $i= 1, \dots, n$ larning qiymatlari kiritiladi.Bu miqdorlarning qiymatlari no'lchamli fazoda tizimni holatlarini xarakterlaydi.Model vaqtini $t = t_0 = 0$ deb belgilanadi.Tizimni ishlash jarayoni imitastiya qiluvchi asosiy amallar stiklda bajariladi.Tizimni ishlash jarayonini holatlarini $Z_i(t)$ ketma-ket o'zgarishibo'yicha kuzatib boriladi.Buning uchun model vaqtiga biror bir orttirma Δt beriladi.So'ngra holatlarning joriy vektori bo'yicha yangi holat $z_i(t + \Delta t)$ aniqlanadi. Modelvaqti berilgan modellashtirish vaqtidan kichik bo'lguncha stikl davom ettiriladi.

Imitastiya vaqtida talab qilingan tizim xarakteristikalarini o'lchanadi,belgilanadi va qayta ishlanadi.Agar $t \geq T_m$ bo'lsao'lchash natijalarini qayta ishlash tugallanadi va modellashtirish natijalari bosmaga (ekranga) chikariladi.

10. Hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini aniqlash

Imitastion modellashtirishda tadqiqotchini qiziqtirgan ixtiyoriy xarakteristikasiningqiymatini o'lchash mumkin.Odatda o'lchash natijalari bo'yicha butun tizimni xarakteristikalarini,oqimni va qurilmani parametrlari hisoblanadi (yoki aniqlanadi).

Butun tizim uchun tizimga kelib tushgan talablarni hisoblanadi, tizimda xizmat olgan yoki tizimni xizmat olmay tark etgan (u yoki bu sababga ko'ra) talablar hisoblanadilar. Miqdorlarni bu munosabatlari hisoblash tizimini ma'lum bir ishchi yuklamasidagi unumdorligini xarakterlaydi.

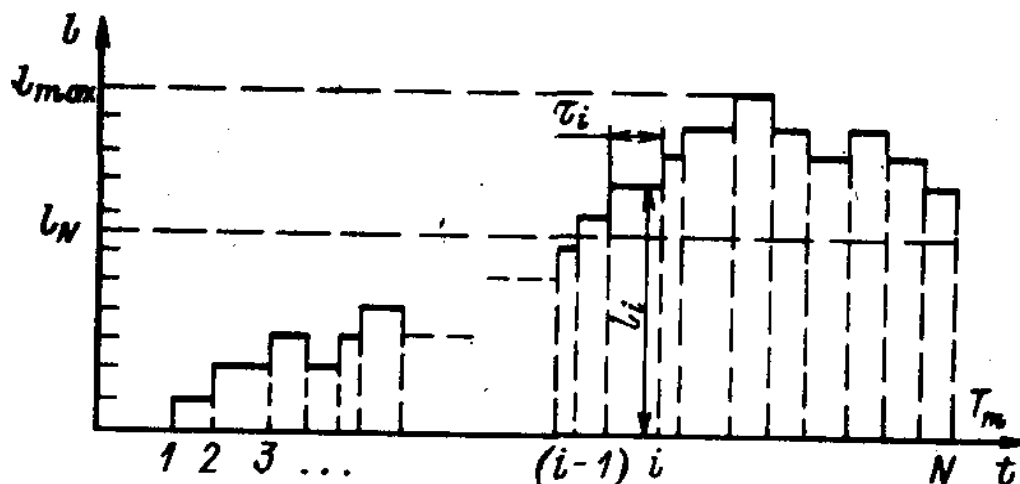
Har bir talablar oqimi bo'yicha aks tasir (reaksiya) vaqti va kutish vaqti xizmat olgan va yo'qotilgan talablar hisoblanadi. Statistik modellash tirishda xarakteristikalarini ko'pchilik qismi bu tasodifiy miqdordir. Har bir xarakteristika u bo'yicha N ta qiymati topiladi. Bu qiymatlar asosida esa nisbiy chastotalar gistogrammasi quriladi, so'ngra matematik kutilish, dispersiya va yuqori tartibli momentlar topiladi, hamda vaqt bo'yicha o'rtacha va maksimal qiymatlari aniqlanadi. Qurilmani yuklash koeffitsienti quyidagi formula yordamida hisoblanadi

$$\rho_k = g_k N_{ok} / T_m,$$

Bu erda ρ_k — k -chi qurilmani yuklash koeffitsienti; g_k — bita talabga k -chi qurilma tomonidan xizmat kursatilishi; N_{ok} — modellash tirish davrida qurilma tomonidan xizmat olgan talablar soni.

Chiqish xarakteristikasi vaqt bo'yicha o'rtacha qiymatini hisoblash

Modellash tirish jarayonida har bir qurilmaga navbatda turgan talablar soni hisoblanadi va jamg'aruvchilarni band etilgan sig'imi aniqlanadi. Bunda sig'imni maksimal qiymati kuzatiladi va vaqt bo'yicha o'rtacha qiymati topiladi. Masalan, navbatning o'rtacha uzunligi quyidagi formula bilan topiladi



Rasm. Navbat uzunligini o'zgarishini vaqt diagrammasi

$$l_N = \sum_{i=1}^N l_i \tau_i / T_m,$$

Bu erda i — navbat holatini o'zgarish nimeri; N — navbat holatini o'zgarish miqdori; τ vaqt intervali; l_i — intervaldagi navbatdagi talablar soni.



Gistogrammani qurish. Imitation modellash tirishni asosiy afzalligi shundan iboratki, harqanday chiqish xarakteristikasi bo'yicha nisbiy chastotalar gistogrammani qurish mumkin. Bu ehtimolliklarni taqsimlanishini empirik zichligi bo'ladi.

Stasionar tizimlarni tadqiq etishda gistogramma quyidagi usulda quriladi. Modellashtirishdan avval chiqishxarakteristikasini taxminiy o'zgarish chegaralari beriladi, ya'ni pastki y_H va yuqoriy y_B , hamma gistogrammani intervallar soni N_g ko'rsatiladi. Bu ma'lumotlar bo'yicha quyidagi interval hisoblanadi

$$\Delta = (y_B - y_H) / N_g.$$

So'ngra modellashtirish jarayonida xarakteristikani o'lchash natijalarni gistogrammani i -intervalga tushgan tasodifiy miqdorni tushish soni R_i topiladi va o'lchashlarni umumiy soni N hisoblanadi.

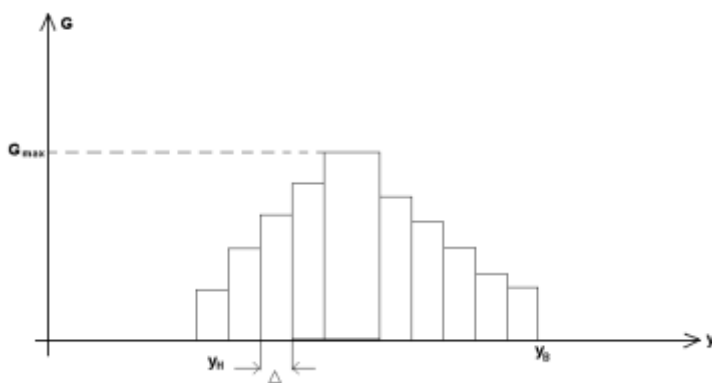
Olingan natijalar bo'yicha har bir interval bo'yicha nisbiy chastotasi hisoblanadi.

$$G_i = R_i / (N \Delta).$$

Bu ma'lumotlar nisbiy chastotalarini gistogrammasini qurish uchun etarlidir: absstissalar o'qi bo'yicha tahlil qilinayotgan xarakteristika u o'zgarish chegaralari qo'yiladi; o'zgarish diapazoni berilgan intervallar soniga bo'linadi; har bir i -chi interval ustidan absstissalar o'qiga paralel kesma o'tkaziladi.

Shuni aytib utish kerakki, nisbiy chastotalar gistogrammasining yuzi birga teng. Gistogramma yuzi har bir i -chi intervalda qurilgan tug'riburchaklar yuzining yigindisiga teng.

$$S_g = \sum_{i=1}^{N_g} G_i \Delta = \sum_{i=1}^{N_g} \frac{R_i}{N \Delta} \Delta = \sum_{i=1}^{N_g} \frac{R_i}{N} = 1,$$



Rasm. Nisbiy chastotalar gistogramasi

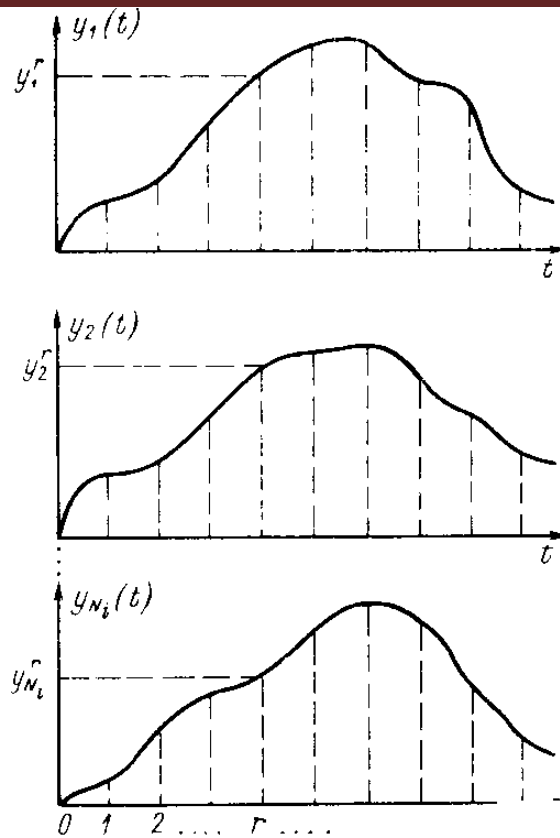
Chunki xarakteristikaning umumiy o'lchashlar soni har bir intervalga tushish sonlar yigindisiga teng

$$N = \sum_{i=1}^{N_g} R_i.$$

2. Qayta tajriba o'tkazish usuli

Nostasionar jarayonlarni xarakteristikalarini. Ishlash jarayoni stasionar ergodik bo'lmagan tizimlar uchun jarayonni faqat bitta tajriba bo'yicha extimollik xarakteristikalarini hisoblash mumkin emas.

Demak, agar hisoblash tizimiga intensivligi vaqt bo'yicha o'zgaruvchan talablar kelib tushsa, masalan, 3-rasm, bunday tizimlarning chiqish xarakteristikalarini nostasionar tasodifiy funktsiya (jarayonlar)lar bo'ladi.



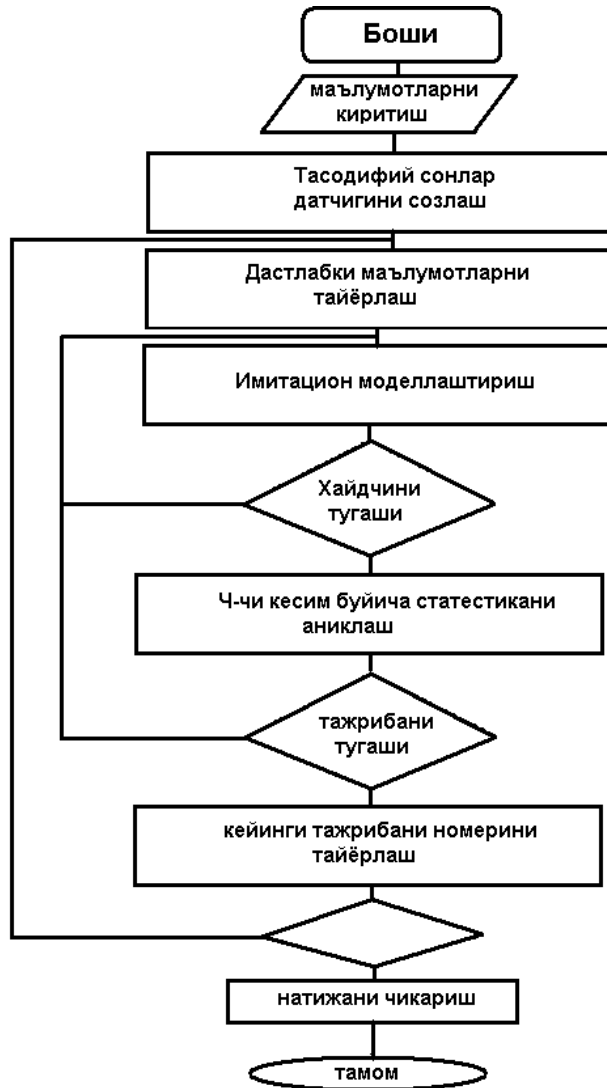
Rasm-3. Nostastionar tasodifiy jarayonini kechishi.

11. Qayta tajriba o'tkazish algoritmi.

Imitastion modellashtirishda hisoblash tizimlarini nostastionar ishlash jarayonlarini hamma xarakteristikalarini bo'yicha N_t ta tasodifiy jarayonlarni o'tkazish zarur bo'ladi shu sababli N_t ta tasodifiy jarayonlarni aniqlanish sohasida (O, T) imitastion tajribalar o'tkazilishi maqsadga muvofikdir.

Keyingi tajribadagidatchigi tasodifiy hodisalarni ketma-ket almashinib turishi uchun tasodifiy sonlar ini boshlang'ich qiymatlarini o'zgartirish lozim. Buni masalan, quyidagicha amalga oshirish mumkin: har bir keyingi tajribada tasodifiy sonlar datchigini qiymatini boshlang'ich qiymati sifatida oldingi tajribani oxirgi qiymati olinadi.

Tizimlarni nostastionar rejimini imitastion modellashtirish yo'li bilan tadqiq etish quyidagicha: N_t ta imitastion tajriba o'tkaziladi. Har bir keyingi tajribada tizimni va yuklamani parametrlari boshlang'ich qiymatlarga qo'yiladi va har bir tajribada o'zgaras bo'ladi yoki biror bir bog'lanish bo'yicha o'zgaradi. Tasodifiy sonlar datchigi boshlang'ich holatga bir marta o'rnatiladi, yani modellashtirishdan avval va modellashtirish oxirigacha tasodifiy sonlar ketma-ketligi ishlab chiqiladi.



Расм-4. Qayta tajriba o'tkazish usuli bilan modellashtirishalgoritmi.

Modellashtirish davri T_m har bir tajriba bo'yicha N_r ta kesimlarga bo'linadi. Ikkita qo'shni haydashlar orasidagi modellashtirish vaqti intervali haydash (krogen) deyiladi. Har bir tajriba uchun belgilangan vaqtdakikalarida $t_r (1, 2, \dots, N_r)$ chiqish xarakteristikalarini son qiymatlari aniqlanadi.

Navbat uzunligi dispersiyasi quyidagiga teng

$$D[L_i] = \frac{1}{i-1} (D[L_{i-1}](i-2) + (l_i - L_i)^2), \quad (14)$$

bu erda $D[L_{i-1}]$ — oldingi ($i-1$) tajribalaridagi navbat uzunligi dispersiyasi; birinchi tajribada dispersiya nolga teng deb olinadi.

Unda i -chi tajribadagi ch -chi kesimda bita talabga xizmat qilinganda har bir qurilmani yuklash vaqtini matematik kutilishini baholash quyidagicha topiladi:

$$V_i = V_{i-1} \frac{N_{z(i-1)}}{N_{z(i-1)} + n_{zi}} + g_i \frac{n_{zi}}{N_{z(i-1)} + n_{zi}} \quad (15)$$

bu erda: V_{i-1} — oldingi ($i-1$)ta tajribalarda yuklash vaqtlarini matematik kutilishi; oldingi ($i-1$)tajribalarda r -chi xaydashlarda qurilmalarni yuklash soni; g_i - i -chi tajribada r -chi haydashda yuklash vaqtini matematik kutilishi; n_{zi} - i -chi tajribada r -chi haydashda qurilmani yuklash soni.

Har bir r -chi xaydashda yuklash vaqtini dispersiyasi

$$D[V_i] = \frac{1}{N_{z(i-1)} + n_{zi}} (D[V_{i-1}](N_{z(i-1)} - 1) + d_i(n_{zi} - 1) + \frac{N_{z(i-1)}n_{zi}}{N_{z(i-1)} + n_{zi}} (g_i - V_{i-1})^2),$$

bu erda $D[V_{i-1}]$ — oldingi ($i - 1$)-chitajribadagi hisoblash dispersiyasi; $d_i - i$ – chitajribadahisoblangan dispersiyasi.

10. Tasodifiy kattaliklarni va ketma-ketliklarni generatsiya qilish usullari.

Tekis taksimlangan tasodifiy sonlarni hosil qilish. Stoxastik tizimlarni statik model lashtirishda tasodifiy hodisalarni, miqdorlarni va ketma-ketlarni berilgan statistik xarakteristikalar bo'yicha aniqlash talab etiladi. Ularni aniqlashda $[0,1]$ intervalda tekis taqsimlangan sonlar ketma-ketligidan foydalanish yotadi. Hisoblash tizimlarini bunday ketma-ketliklar shakllantirishi dasturlari tasodifiy sonlarni datchiklari yoki generatorlari deyiladi. Hisoblash tizimlari yordamida tekis taqsimlangan tasodifiy sonlarni hosil qilish uchun ko'pgina hollarda multiplikativ usuldan foydalaniladi. Bu usulda tasodifiy sonlar quyidagi rekkurent ifoda yordamida hosil qilinadi:

$$\alpha_i = (A \alpha_{i-1} + C) \bmod M,$$

bu erda A, S - o'zgarmaslar; M - etarli katta butun musbat son.

Mos ravishda o'zgarmaslar tanlab olish va boshlang'ich son α_0 ni berilganda bu formula $(0, M-1)$ intervalda tekis taksimlangan butun sonlar ketma-ketligini hosil qilishni ta'minlaydi. Bu ketma-ketlik M ga teng davrga ega. Shuning uchun bunday sonlar psevdasodifiy sonlar deyiladi. $(0,1)$ intervalida tekis taqsimlangan tasodifiy sonlar bilan hosil qilingan butun sonlarni masshtab almashtirish bilan topiladi.

Tasodifiy hodisalarni va diskret miqdorlarni model lashtirish.

Tasodifiy hodisani X ehtimollik P bilan model lashtirish uchun, tasodifiy sonni α intervalda $(0,1)$ tekis taqsimlangan qiymatini P bilan solishtiriladi. Agar $\alpha \leq R$ bo'lsa, hodisa X sodir bo'ldi deb hisoblanadi.

Faraz qilaylik, diskret tasodifiy miqdor Y bir nechta $y_1, \dots, y_n$ larni $r_1, \dots, r_p$ ehtimolliklarda qabul qiladi. Bunda quyidagi ifoda bajariladi:

$$y_1 < y_2 < \dots < y_n; \sum_{i=1}^n p_i = 1$$

Unda $(0,1)$ intervalda tekis taqsimlangan tasodifiy sonni qiymati α tanlab olinadi va shunday k ni topamizki, bu k ni qiymati $(1,n)$ to'plamga tegishli bo'lib, quyidagi tengsizlik qanoatlantiradi:

$$\sum_{i=1}^{k-1} p_i \leq \alpha \leq \sum_{i=1}^k p_i, \quad k \in (1, n).$$

Unda tasodifiy miqdor Y o'zining u_k qiymatini qabul qiladi.

Tasodifiy uzluksiz kattaliklarni model lashtirish .

Faraz qilaylik, uzluksiz tasodifiy kattalik Y ixtiyoriy taqsimot qonuniga ega bo'lsin.

Masalan,

y quyidagi empirik taqsimlanish zichligiga f^*

(u) –

gistogramma yordamida berilsin. Gistogramma dan empirik taqsimlanish funktsiyasi F^*

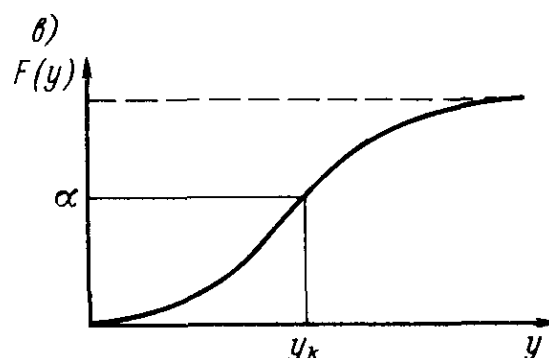
(u) –

diskret kumuliyativ funktsiya ni tasodifiy kattaliklarni $(y_{\min}, y_{\max})$

oralikdaguruhlash interval laro'rtasikeltirilgan.

Tasodifiy kattalikni Y biror bir bitta qiymatini aniqlash uchun tasodifiy sonni qiymati α olinadi. So'ng rashtu nday k topiladiki, bunda quyidagi munosabat o'rinalib o'lsin:

$$F_{k-1} < \alpha \leq F_k$$



5-Rasm.Diskret va funkstiyalari bo'yicha aniqlash grafigi.

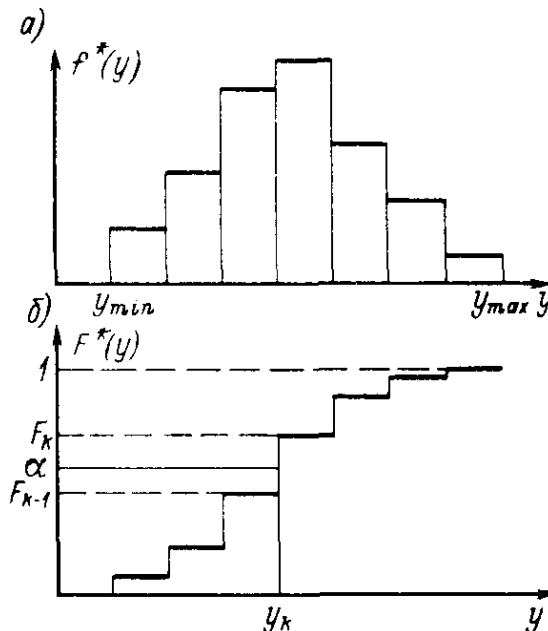
Unda y_k ga teng (5-rasm,b). Bu

tasodifiyuzluksiz

mumkin. Bu jarayon 5-v

Bu quyidagi tasodifiy kattalik Y ega bo'lsa, unda uni

$$F(y) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(y) dy \quad (0,1)$$



integral taqsimlanish tasodifiy sonlar qiymatini

qidiralayotgan tasodifiy son qoida integral taqsimlanish funkstiyasini $F(u)$ kattaliklarni topishda ishlatish rasmda keltirilgan teoremdan kelib chikadi: agar taqsimlanish zichligi $F(u)$ ga taqsimlanishi

intervaldatekistaqsimlanganbo'ladi. Ba'zibirtaqsimlanishqonuniyatlarichun(eksponenstial, Erlang) oddiyanalitikbog'lanishlaru = $F(\alpha)$ mavjud. Masalan, eksponenstialtaqsimlanishgaegabo'lgantasodifiysoniYaniqqiymatinitopishkerakbo'lsin. Yuqoridagiformulagavataqsimlanishzichliginiko'yamiz.

$$\alpha = \int_0^{y_k} \lambda e^{-\lambda y} dy, \quad y > 0.$$

integrallashdanson'ngquyidagigaegabo'lamiz.

$$\alpha = 1 - e^{-\lambda y_k}.$$

Butenglamaninisbatanyozib, quyidagigaegabo'lamiz:

$$y_k = -\ln(1 - \alpha) / \lambda.$$

Berilgan taqsimlanishqonuniyati bilan tasodifiy sonni qiymatini topish prostedurasi tasodifiy sinash yoki "sinash" deyiladi.

Tasodifiy jarayonlarni modellashtirish amaliyotda tasodifiy kattaliklar ketma-ketligini aniqlashga keltiriladi.Dastlabki ma'lumotlar sifatida taqsimlanishqonuniyatlar olinib, (0,1) intervalda tekis taqsimlangan sonlar ketma-ketligi $\alpha_1, \alpha_2, \dots$ hisoblanadi. Tasodifiy jarayonlarni kerakli vaqt daqiqalaridagi aniqqiymatlari yuqorida bayon etilgan qoida asosida topiladi.

Statistik madellashtirish jarayonida ko'p hollarda tasodifiy sonlar datchigiga murojaat qilish zarur bo'ladi.Ular yordamida har bir talabni tasodifiy parametrlari qiymatlari, har bir qurilma bilan talablarga xizmat ko'rsatish parametrlari: ehtimollik mashrutlash tartibida talablarni u yoki bu mashrut bo'yicha harakatlanish yo'llari topiladi.Tizimlarni imitastion modellashtirishda alohida holatlar tamoyili bo'yicha modellashtirishda har doim tasodifiy sonlar datchigidan foydalanib, boshqarish ketma-ketliklari shakllantiradi.

Nazorat savollari

- 1.Oddiy oqim va uning xususiyatlari.
- 2.Eksponenstialtaqsimlanishini asosiy xarakteristikallari.
- 3.Puasson oqimi.
- 4.Erlang oqimi va uning asosiy xususiyatlari.
- 5.Qanday jarayon Markov jarayoni deyiladi? Markov jarayonini yozilishi.
- 6.Kolmogorif tenglamalariniqandaymaqsadlarda foydalaniladi?
- 7.Ko'payish va xalok bo'lish modeli holatlar grafigi va asosiy formulasi.
- 8.Hisoblash tizimlarini tavsiflash uchun bir kanalli OXKT.
- 9.Hisoblash tizimini yuklash koeffistienti qandayaniqlanadi?
- 10.OXKT talablar soni qanday topiladi?
- 11.OXKTda navbat uzunligi qanday topiladi?

- 12.OXKTda aks ta'sir vaqti qandayaniqlanadi?
- 13.Litll formulasi va moxiyati.
- 14.Hisoblash tizimlarini tavsiflash uchun ko'p kanalli OXKT.
- 15.Ko'p kanalli OXKTning asosiy xarakteristikalar.
- 16.Qanday tizimlar uchun xarakteristikalarini taxminiy baholash usullari ishlatiladi.
17. Hisoblash tizimlarini xarakteristikalarini nostastionar rejimda tadqiq etishga bo'lganyondashishlar.
18. Yuklama katta bo'lganda xarakteristikalarini tadqiq etish.
19. Hisoblash tizimlariga nisbatan stoxastik tarmoqlarni tavsiflash.
20. Holatlar ehtimoligini aniqlash.
21. Ochiq va yopik turdagi tarmoqlarni xarakteristikasini aniqlash.
22. Imitastion modellashtirishni umumiy ta'rifi.
23. Hisoblash tizimlarini ishlash jarayonini imitastiya qilish.
24. Alohida holatlar tamoyili bo'yicha modellashtirish algoritmi.
25. Vaqt orttirmasi tamoyili bo'yicha modellashtirish algoritmi.
- 26.Hisoblash tizimlarini o'lchanadigan xarakteristikalar .
- 27.Hisoblashtizimlarini chiqish xarakteristikalarini hisoblashni asosiy formulari .
- 28.Gistogrammalarni qurish uslubiyoti va ularni hisoblash tizimlarini tadqiq etishda ko'llanilishi.
- 29.Qayta tajriba o'tkazish usulining asosiy mohiyati.
- 30.Tasodifiy kattaliklarni datchigi deb nimaga aytiladi ?

2-ilova.

4- mashg'ulot bo'yicha xulosa

1. Ma'lumotlarning yarim statik tuzilmasi va ularning EHM xotirasida ifodalanishi, uning elementlariga murojaat qilishni o'rgatishdan iborat quyidagi muammolarni qo'yadi:
 - a)Ma'lumotlarning stek tuzilmalarining kamchiligi va afzalliklari;
 - b) Ma'lumotlarning navbat tuzilmalarini yaratish haqida to'liq ma'lumot va tassavvurga ega bo'lish;
2. Ma'lumotlarning yarim statik tuzilmalarining xotirada ifodalanishi kabi muammolarni qo'yadi.
3. Ma'lumotlarning yarim statik tuzilmalari qo'llab dasturlarni yaratishda ma'lumotlarning elemntlari bilan ishlash muammolarni echish uchun ularninzariy-uslubiy bilim bilan qurollantiradi.

3-ilova.

4-ma'ruza mashg'uloti bo'yicha bilimlarni mustahkamlash uchun vazifa

(Ha, yo'q texnikasi).

1. Stekda 10 ta qiymat yozilgan, shundan 1-yozuv qiymatini birinchi bo'lib o'qishmumkinmi?
2. LIFO ko'rinishdagi ro'yxatda oxirgi qiymatni birinchi o'qish mumkinmi?
3. FIFO ko'rinishdagi ro'yxatda oxirgi qiymatni birinchi o'qish mumkinmi?
4. Navbatni halqasimon tashkil etish mumkinmi?
5. Navbatni LIFO ko'rinishdatashkil etish mumkinmi?
6. Stekni FIFO ko'rinishdatashkil etish mumkinmi?

7. Dekning stekdan farqi bormi?

O'quv topshiriqlar

1- ilova.

Guruh bilan ishlash qoidalar

Guruh a'zolarining har biri

- o'z sheriklarining fikrlarini xurmat qilishlari lozim;
- berilgan topshiriqlar bo'yicha faol, hamkorlikda va mas'uliyat bilan ishlashlari lozim;
- o'zlariga yordam kerak bo'lganda so'rashlari mumkin;
- yordam so'raganlarga ko'mak berishlari lozim;
- guruhni baholash jarayonida ishtirok etishlari lozim;

2-ilova

1. Bitta gap bilan savolga javobni shakllantiring.

LIFO, FIFO, navbat, stek, dek tushunchalari qanday bog'liqlikda namoyon bo'ladi?

3. Ma'lumotlarning yarim statik tuzilmasiga misollar keltiring?

Baholash mezonlari va ko'rsatkichlari (ball)

3-ilova.

Guruh	1 topshiriq	2 topshiriq	3 topshiriq (har bir savol 0,2 ball)			Ballar yig'indisi
	(0,7)	(0,7)	1-savol	2-savol	3-savol	
1						
2						
3						

Тошкент ирригация ва мелiorация институти БФ «Математика ва табиий фанлар кафедраси» катта ўқитувчи А. А. Юлдошевнинг «Matematik modellash tirish» фанидан тайёрланган «Модулли ўқитиш таълим технологиялари» ўқув услубий қўлланмасига

ТАҚРИЗ

Бугунги кунда барча йўналишларнинг замонавийлиги уларнинг компьютерлаштирилганлик даражаси билан ўлчанмоқда. Шу боис АКТларнинг жамиятимиз ижтимоий ва иқтисодий ҳаётига жадал суръатлар билан кириб келганлиги замонамизнинг ҳос хусусиятларидан бири бўлса, информатика фанини ўзлаштириш — давр талабидир.

Қўлингиздаги ушбу модул ўқитиш асосида тузилган ўқув услубий қўлланма техника таълим соҳасидаги коллеж, институт ва университетларнинг барча таълим йўналишларида таълим олаётган талабалар учун мўлжалланган бўлиб, «математик моделлаштириш» фанидан ёзилган латин алифбосидаги модулли услубий қўлланмадир. Ушбу модулли ўқув услубий қўлланма намунавий дастур асосида ёзилган.

Ўқув қўлланма институт талабаларининг «математик моделлаштириш» асосларини ўзлаштиришлари ва компьютерлардан ўз касбий фаолиятларида фойдалана олиш малака ва қўникмасини ҳосил қилишга қаратилган. Унда ватанимизда «математик моделлаштириш» фанининг тараққиёти ва истиқболлари, замонавий компьютер технологияларининг дастурий таъминотида оид материаллар берилган. Жумладан, «математик моделлаштириш» фанининг дастури, (мутахассислик маълумотлар билан ишлаш), айниқса муҳандислик йўналишидаги талабалар учун «математик моделлаштириш» курс ишларини бажаришга жуда ҳам содда ва раво талабалар тушинишига мос қилиб ёзилган.

Умуман олганда ТИМИ БФ катта ўқитувчиси Юлдошев Аскар Адизович томонидан ушбу «математик моделлаштириш» фанини модулли ўқитиш учун тайёрланган ўқув- услубий қўлланма қўйилган барча талабларга жавоб беради ва уни институт илмий методик кенгашда тасдиқлаш учун тавсия этамиз.

БДУ «Амалий математика ва ахборот технологиялари»
кафедраси доценти, т.ф.н., доцент Т. Б. Болтаев,
кафедраси доценти, ф-м.ф.н., доц Ж. Жумаев