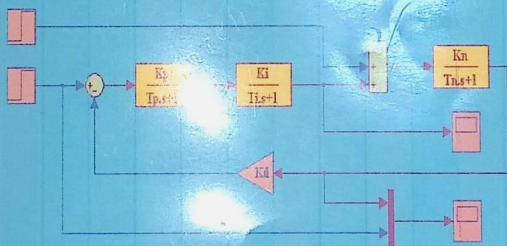


Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P  
Bazarov M.B., Xalilov A.J.

## BOSHQARISH SISTEMALARINI KOMPYUTERLI MODELLASHTIRISH ASOSLARI



05.24.

62:51

373 523

B 89

Boshqarish sistemg-  
larini kompyuterli  
modellashtirish asos  
lari. O'quv qo'llan  
2009 20.000 so'm

W

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
NAVOIY KON-METALLURGIYA KOMBINATI  
NAVOIY DAVLAT KONCHILIK INSTITUTI**

---

---

**Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P.,  
Bazarov M.B., Xalilov A.J.**

---

**BOSHQARISH SISTEMALARINI  
KOMPYUTERLI MODELLASHTIRISH  
ASOSLARI**

*O'quv qo'llama*

**NAVOIY  
"NAVOIY GOLD SERVES"**

**2009**

62:51

B 89

**SDVU Axborot-  
resurs markazi**

**Inv № 373523**

Yusupbekov N.R., Muxitdinov D.P., Bazarov M.B., Xalilov A.J.  
 Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari: O'quv  
 qo'llanma.- Navoiy: «Navoiy Gold Servis».- 2009 184 BET

Taqdim etilayotgan ushbu qo'llanmada modellashtirishning yangi ko'rinishlaridan biri bo'lgan - kompyuterli modellashtirish asoslari hamda kompyuterli modellashtirishning asosiy vositalaridan biri bo'lgan kompyuter texnologiyasining ilg'or tizimlari - Mathematica, Maple, Matlab ning kompyuter algebrasi tizimlari orasida tutgan o'imi, ularning bir-biridan farqli tomonlari, kamchiliklari, yutuqlari faktlar asosida yoritilgan. Ushbu qo'llanma "Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish", "Avtomatlashtirish va boshqaruv" va turdosh texnik ixtisosliklar bakalavriat ta'lim yo'nalishlari bo'yicha tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan bo'lib, bunda Mathematica, Maple, Matlab tizimlarning vositalaridan foydalangan holda "Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish", "Avtomatik boshqarish nazariyasi" fanlarining tipik masalalarini yechish yo'llari bayon qilingan.

Navoiy Davlat Konchilik Institutining Ilmiy Kengashida muhokama etilib,  
 chop etishga tavsiya etilgan

Taqrizchilar: O'zMU professori, f.-m.f.d. Z.X.Yuldashev  
 NDKI dotrenti, t.f.n. Z.O. Eshmurodov



## SO'Z BOSHI

*Ta'limning yangi modeli jamiyatda mustaqil fikrlovchi erkin shaxsning shakllanishiga olib keladi. O'zining qadr qimmatini anglaydigan, irodasi baquvvat iymoni butun, hayotda aniq maqsadga ega bo'lgan insonlarni tarbiyalash imkoniga ega bo'lamiz.*

*Islom Karimov.*

**R**espublikamizda olib borilayotgan islohotlarning taqdirida yuqori malakali mutaxassislarining roli benihoya kattadir. Prezidentimiz ta'kidlaganlaridek: "Ertangi kun yangicha fikrlay oladigan, zamonaviy bilimga ega bo'lgan yuksak malakali mutaxassislarni talab etadi". Shu sababli xalqimizning boy intellektual merosi va umumbashariy qadriyatlarini, zamonaviy madaniyat, iqtisodiyot, fan, texnika va texnologiyalar asosida yetuk mutaxassislar tayyorlash tizimi ishlab chiqildi va jadal sur'atlar bilan hayotga tatbiq etilmoqda.

Ta'lim tizimidagi chuqur va keng ko'lamda islohotlarning mazmuni va amalga oshirish muddatlari O'zbekiston Respublikasining "Ta'lim to'risida"gi qonun va "Kadrlar tayorlash milliy dasturi" da o'z ifodasini topgan. Jumladan, "Kadrlar tayorlash milliy dasturi" da ta'kidlanganidek, "kadrlar tayorlash tizimi va mazmunini mamlakatning ijtimoiy va iqtisodiy taraqqiyoti istiqbollariidan, jamiyat ehtiyojlaridan, fan, madaniyat, texnika va texnologiyaning zamonaviy yutuqlaridan kelib chiqqan holda qayta qurish" lozim.

Yuqoridagi talablardan kelib chiqqan holda yoshlarga zamonaviy kompyuter sirlarini hamda dasturlash texnologiyalarini chuqur o'rgatish hozirgi kunning dolzarb masalalaridan biridir. O'tgan asrning 80-yillaridan boshlab zamonaviy kompyuter texnologiyalari safiga kompyuter matematikasi sistemalari jadal sur'atlar bilan kirib kelib o'qitish texnologiyalari sifatida katta muvaffaqiyatlarga erishmoqda.

## **Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

Keyingi yillarda kompyuter matematikasi sistemalari (Mathematica, Maple, Matlab, Mathcad va h.k.) qo'llanilmayotgan sohalarni topish juda qiyin. Hozirgi kunda turli xarakterdagi boshqaruv tizimlarini modellarini qurish va ularni elektron hisoblash mashinalarida tadqiq qilish "Avtomatlashtirish va boshqaruv" yo'nalishidagi fanlarning asosiy masalalaridan biri hisoblanadi.

Ma'lumki, kompyuter texnologiyasining rivojlanishi bilan murakkab tizimlarni tadqiq qilishda mashinali modellashtirish usuli eng samarali va bu usulning yordamisiz texnika va texnologiyaning ba'zi muammolarini hal etish qiyinlashib qoldi. Shu sababdan muhandis-texnologlarni tayyorlashdagi dolzarb masalalardan biri - matematik modellashtirish nazariyasining asoslarini va usullarini o'zlashtirish hisoblanadi. Bu masala nafaqat o'rganilayotgan ob'ektlarning modellarini qurish, ular dinamikasini tahlil qilish va model bilan mashinali eksperimentni boshqarish imkonini beradi, balki o'rganilayotgan tizimlarga yaratilayotgan modellarning monandligini ma'lum miqdorda, qo'llanish chegarasida fikr yuritish mumkinligi hamda zamonaviy hisoblash texnika vositalarida tizimlarning modellashtirishni to'g'ri tashkil qilish imkonini beradi.

Shu kunlarda rivojlangan mamlakatlarda muhandislar, texnologlar, aniq fanlar mutaxassislari o'zlarining ilmiy tadqiqotlarida zamonaviy dasturiy tizimlar - Mathematica, Mathcad, Maple, Matlab ning imkoniyatlaridan unumli foydalanmoqdalar. Jahonning yetakchi universitetlari o'zlarining o'quv jarayonlariga bu tizimlarni keng ko'lamda joriy qilganlar.

Taqdim etilayotgan ushbu qo'llanmada modellashtirishning yangi ko'rinishlaridan biri bo'lgan - kompyuterli modellashtirish asoslari hamda kompyuterli modellashtirishning asosiy vositalaridan biri bo'lgan kompyuter texnologiyasining ilg'or tizimlari - Mathematica, Maple, Matlab ning kompyuter algebrasi tizimlari orasida tutgan o'rni, ularning bir-biridan farqli tomonlari, kamchiliklari, yutuqlari faktlar asosida yoritilgan. Ushbu qo'llanma "Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish", "Avtomatlashtirish va boshqaruv" va turdosh texnik ixtisosliklar bakalavriat ta'lim yo'nalishlari bo'yicha tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan bo'lib, bunda Mathematica, Maple, Matlab tizimlarning vositalaridan foydalangan holda "Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish", "Avtomatik boshqarish nazariyasi" fanlarining tipik masalalarini yechish yo'llari bayon qilingan.

Qo'llanma, o'zbek tilida yozilgan dastlabki amaliyot bo'lganligi sababli, ayrim kamchiliklardan xoli emas. Shu bois qo'llanma haqidagi tanqidiy fikr-mulohazalarni mualliflar quyidagi elektron manzillarda: [mamurjon@mail.ru](mailto:mamurjon@mail.ru), [azim\\_xj@mail.ru](mailto:azim_xj@mail.ru) mamnuniyat bilan qabul qiladilar.

**Mualliflar**

## 1 BO'LIM

## HISOBLASH MASHINALARIDA TIZIMLARNI MODELLASH.

### §1. Matematik modellashtirish.

**T**exnologik jarayonlarni qanday o'rganish mumkin? Bu muammoni yechish kalitini matematik modellashtirish usuli beradi. Bu usul tizimli tahlil strategiyasiga asoslanadi. Bu strategiyaning mohiyati - jarayonni murakkab o'zaro ta'sirlanuvchi ierarxik tizim deb, uning strukturasi sifatli tahlilab, matematik ifodasini ishlab chiqish va noma'lum parametrlarini baholashdan iboratdir.

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

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

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

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

- 1) o'rganilayotgan ob'ektning matematik tavsifini tuzish;
- 2) matematik tavsifi tenglamalar tizimini yechish usulini tanlash va modellashtiruvchi dastur shaklida uni joriy qilish;

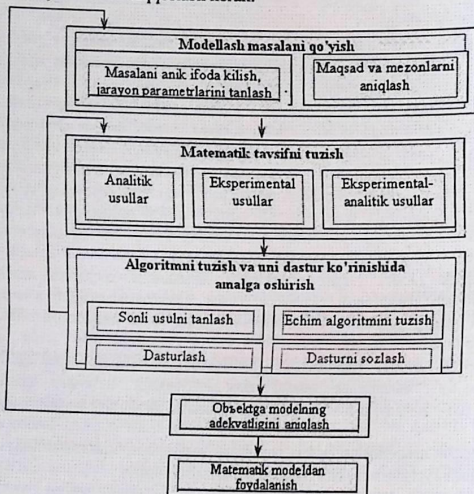
## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

3) modelning ob'ektga monandligi (adekvatligi)ni aniqlash.

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

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

Real jarayonga matematik modelning monandligini tekshirish uchun jarayon o'tishida ob'ektdan olingan o'lchovlar natijasini o'xshash sharoitlardagi model bashorati natijalari bilan taqqoslash kerak.



1.1-rasm. Matematik modelni ishlab chiqish bosqichlari.

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Modelning monandligini o'rnatish bosqichi uni ishlab chiqish bosqichlari ketma-ketligining yakuniysidir. 1.1-rasmda matematik modelni ishlab chiqishning umumiy sxemasi ko'rsatilgan.

Matematik modelni qurilishida real hodisa soddalashtiriladi, sxemalashtiriladi, va olingan sxema hodisalar murakkabligiga bog'liq holda u yoki boshqa matematik apparat yordamida tavsiflanadi.

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

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

Matematik tavsifi mukammallik darajasiga bog'liqligiga qarab, ikkita chegaraviy hodisani ajratishimiz mumkin:

a) modellashtirilayotgan jarayonning barcha asosiy tomonlarini tavsiflaydigan tenglamalar to'la tizimi va bu tenglamalarning barcha soniy qiymatlari ma'lum;

b) jarayonning to'la matematik tavsifi yo'q.

Bu ikkinchi hodisa ob'ekt haqida to'la bo'lmagan axborotning borligida jarayonlarni boshqarish ishi bo'lganda va g'alayonlar ta'sir etganda masalalarni yechish uchun tipikdir. Tadqiq qilinayotgan hodisalar haqida yetarli axborot yo'qligida ularni o'rganish eng oddiy modellar qurishdan, lekin tadqiq qilinayotgan jarayonning asosiy (sifatli) spesifikasini buzmasdan boshlanadi.

Shunday qilib, model bilan o'tkazilgan tajribalar natijalari bo'yicha biz ish sharoitidagi originalning xulqini miqdoriy bashorat qilishimiz kerak.

Ishlab chiqarishdagi modellashtirish ob'ektlari deganda quyidagilarni tushunish kerak:

1. Texnologik tizimlar (TT)- bu texnologik jihozlarning bo'laklari, avtomatik liniyalar, moslashuvchan ishlab chiqarish tizimlar(MICHT).
2. Texnologik jarayonlar(TJ).
3. Texnologik uskunalar ishlayotganda yuz beradigan fizikaviy va kimyoviy jarayonlar (FKJ).

Modellashtirish jarayoniga ikkita asosiy talab qo'yiladi.

Birinchidan, modeldagi eksperiment originaldagi eksperimentga qaraganda soddaroq, tejamliroq, xavfsizroq bo'lishi kerak.

Ikkinchidan, modelning sinovi asosida originalning parametrlarini hisoblashda qo'llaniladigan qoidasi bizga ma'lum bo'lishi kerak. Busiz eng yaxshi modellashtirish ham befoyda bo'lib qoladi.

Toza ko'rinishda (alohida) berilgan ob'ektlarning matematik modellari kam qo'llaniladi, ular qo'yidagidek kombinasiyalangan. Masalan, TT matematik modellarida TJ matematik modellaridan foydalaniladi, ularda, o'z navbatida, FJ, KJ va FKJ matematik modellaridan foydalaniladi.

## **§2. Modellashtirish tizimlari turlarining tasnifi.**

Modellashtirish asosida o'xshashlik nazariyasi yotadi, u shuni tasdiqlaydiki, mutloq o'xshashlik bir ob'ektning boshqa xuddi Shunday ob'ekt bilan almashtirish mavqeiga ega bo'lishi mumkin. Modellashtirish mutloq o'xshashlik o'rinli emas va Shuning uchun ob'ektning tadqiq qilinyotgan ishlash tarafini yetarli yaxshi aks ettirishga intilish kerak. Shuning uchun modellashtirish turlarini tasniflash alomatlardan biri sifatida – modelning to'liqlik darajasini tanlash mumkin va modellarni shu alomatga muvofiq to'liq, to'liq bo'lmagan va taxminiylarga bo'lish mumkin. To'liq modellashtirish asosida nafaqat vaqtda, balki fazoda ham namoyon bo'ladigan to'liq o'xshashlik yotadi. To'liq bo'lmagan modellashtirish uchun o'rganilyotgan ob'ektga modelning to'liq bo'lmagan o'xshashligi xarakterlidir.

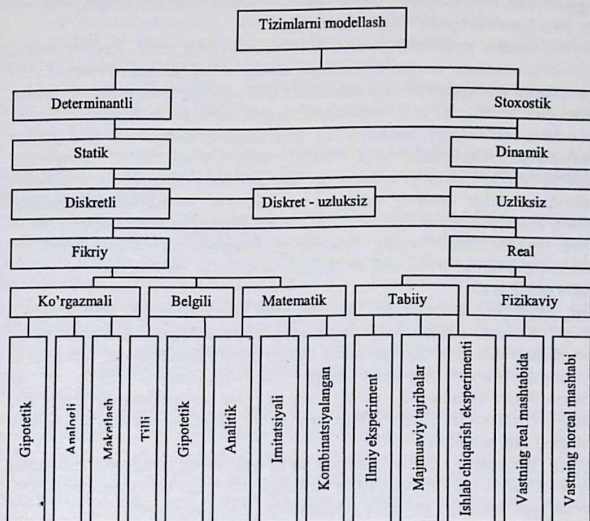
S tizimlarini modellashtirish turlarining tasnifi 2-rasmda keltirildi. S tizimda o'rganilyotgan jarayonlar xarakteriga muvofiq modellashtirishning barcha turlari determinanlangan va stoxastik, statik va dinamik, diskret, uzluksiz va diskret – uzluksizlarga bo'linishi mumkin. *Determinanlangan modellashtirish* determinanlangan jarayonni aks ettiradi, ya'ni har qanday tasodifiy ta'sirlarning yo'qligi inobatga oladigan jarayonlarni nazarda tutadi; *Stoxastik modellashtirish* ehtimollik jarayonlar va hodisalarni aks ettiradi. Bu holda tasodifiy jarayonning qator amalga oshirilishlari tahlillanadi va o'rta ta'riflar, ya'ni bir turdagi amalga oshirishlarning to'plami baholanadi. *Statik modellashtirish* qandaydir vaqt lahzasida ob'ekt xulqini tavsiflash uchun xizmat qiladi, *dinamik modellashtirish* esa vaqtda ob'ektning xulqini aks ettiradi. *Diskret modellashtirish* diskretligi nazarda tutilgan jarayonlarni tavsiflash uchun xizmat qiladi va shunga muvofiq uzluksiz modellashtirish tizimlarda uzluksiz jarayonlarni aks ettirish uchun imkon beradi, *diskret – uzluksiz modellashtirishdan* esa diskret hamda uzluksiz jarayonlarni ajratib ko'rsatish zarur bo'lgan hollarda foydalaniladi.

### **Xayoliy modellashtirish.**

*Xayoliy modellashtirish* Ba'zi hollarda vaqtning berilgan oralig'ida amalga oshirib bo'lmaydigan yoki ularni jismoniy shartlaridan tashqarida yotganligi uchun ob'ektlarni modellashtirishning yagona usuli hisoblanadi. Masalan, xayoliy

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

modellash asosida mikroolamdagi fizik tajriba o'tkazishga imkon bermaydigan ko'p vaziyatlarni tahlillash mumkin. Xayoliy modellashtirish ayoniy, belgili va matematik ko'rinishda amalga oshirilishi mumkin.



1.2-rasm.. Tizimlarning modellashtirish turlarining tasnifi.

Ob'ektni ( $S$  tizimni) taqdim etish shakliga muvofiq xayoliy va real modellashtirishni ajratish mumkin.

### **Ayoniy modellashtirish.**

Ayoniy modellashtirishda, ob'ektda o'tadigan hodisalar va jarayonlarni aks ettiruvchi real ob'ektlar haqida turli ayoniy modellar inson tushunchalari asosida yaratiladi. *Gipotetik modellashtirish* asosida real ob'ektda jarayonlar o'tish qonuniyatlari haqida tadqiqotchi qandaydir gipotezani asos qilib oladi. Bu gipoteza ob'ekt haqida tadqiqotchining bilim darajasini aks ettiradi va o'rganilayotgan ob'ektning kirish va chiqish orasidagi sabab – oqibat aloqalarga asoslanadi. Gipotetik modellashtirish formal modellarni qurish uchun ob'ekt haqidagi bilimlar etishmayotganda ishlatiladi.

**Analogli modellashtirish.**

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

Xayoliy ayoniy modellashtirishda *makett* muhim o'rin oladi. Xayoliy maket real ob'ektda o'tadigan jarayonlar fizikaviy modellashtirishga imkoni bo'lmagan yoki modellashtirish boshqa turlarini o'tkazishdan oldin qo'llanilishi mumkin bo'lgan hollarda qo'llaniladi. Xayoliy maketlarni qurish asosida analogiyalar yotadi, biroq odatda ob'ektdagi hodisalar va jarayonlar orasidagi sabab - oqibat bog'lanishlarga asoslanadi. Agar Ba'zi tushunchalar, ya'ni alomatlarni belgilashni hamda alomatlar orasida ma'lum amallarni kiritsak, unda *alomatli modellashtirish* amalga oshirish mumkin va alomatlar yordamida tushunchalar to'plamini aks ettirish mumkin, ya'ni so'zlardan ayrim gaplar va zanjirlar tuzish mumkin. Ko'plik nazariyasining birlashtirish, kesishish va to'ldirish amallarini qo'llab, ayrim belgilar orqali real ob'ektlarga tavsiflar berish mumkin.

**Tilli modellashtirish.**

Tilli modellashtirish asosida qandaydir tezaurus (bir tilning mukammal lug'ati) yotadi. U kiruvchi tushunchalar to'plamidan tashkil topadi, uning ustiga bu to'plam fiksatsiyalangan bo'lishi kerak. Shuni qayd qilish kerakki, tezaurus va oddiy lug'at orasida prinsipial farqlar bor. Tezaurus - lug'at, bir xil bo'lmaganlikdan tozalangan, ya'ni unda har bir so'zga yagona tushuncha muvofiq bo'lishi kerak, garchi oddiy lug'atda bir so'zga bir nechta tushunchalar muvofiq bo'lishi mumkin.

Belgili modellashtirish real ob'ektni o'rinni bosadigan va uning munosabatlarini asosiy xossalarni ma'lum alomatlar va belgilarning ma'lum tizimi yordamida ifoda etadigan mantiqiy ob'ektni yaratishning sun'iy jarayonidir.

**Matematik modellashtirish.**

Matematik modellashtirish deganda - berilgan real ob'ektning Ba'zi bir matematik ob'ektga muvofiqligini belgilash jarayoni tushuniladi. Bu matematik ob'ekt matematik model deb ataladi, va bu modelni tadqiq qilish o'rganilayotgan real ob'ekt xarakteristikalarini olish imkonini beradi. Matematik modelning turi nafaqat real ob'ekt tabiatiga bog'liq, balkim ob'ektni tadqiq masalalariga va talab qilinadigan ishonchlilik va bu masalani yechish aniqligiga bog'liq. Har qanday matematik model, boshqalarga o'xshab, haqiqatga yaqinlashishning Ba'zi darajasi bilan real ob'ektni tavsiflaydi. Sistemalar ishlash jarayoni xarakteristikalarini tadqiq qilish uchun matematik modellashtirishni analitik, imitasion va kombinasionlarga ko'rinishlarga bo'lish mumkin.

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Analytik modellashtirish uchun shu narsa xarakterliki, tizim elementlarini ishlash jarayonlari qandaydir funktsionali munosabatlar (algebraik, integro - differensial, chekli - ayirmali va sh.o'.) yoki mantiqiy shartlar ko'rinishida yoziladi. Analytik modelni tadqiqot usullari:

Analytik model quyidagi usullar bilan tadqiq qilinishi mumkin:

a) analitik, bu usul izlanayotgan xarakteristikalar uchun umumiy ko'rinishda aniq bog'liqliklarni olish kerak bo'lganda qo'llaniladi;

b) sonli, bu usul umumiy ko'rinishda tenglamalarni yechishni bilmasdan, aniq boshlang'ich ma'lumotlarda sonli natijalarni olish kerak bo'lganda qo'llaniladi;

v) sifatli, bu usul anik ko'rinishda yechimni olmasdan, yechimning Ba'zi xossalarni topish mumkin (masalan, yechimning turg'unligini baholash) bo'lganda qo'llaniladi.

Agar  $S$  sistemaning izlanayotgan xarakteristikalari boshlang'ich sharoitlari, parametrlari va o'zgaruvchalarini bog'layotgan aniq ifodalar ma'lum bo'lsa, tizimning ishlash jarayonini eng to'liq tadqiqotini o'tkazish mumkin. Lekin bunday bog'liqliklarni olish faqatgina oddiy tizimlar uchun muvaffaqiyatli bo'ladi. Tizimlar murakkablashganda ularni analitik usul bilan tadqiqlash katta qiyinchiliklarga olib keladi va Ba'zida bu qiyinchiliklarni engib bo'lmaydi. Shuning uchun, analitik usuldan foydalanishni istaganda tizimning loqal umumiy xususiyatlarini o'rganish uchun birlamchi model ancha soddalashtiriladi.

Sonli usul analitik usulga nisbatan tizimlarning kengroq sinfini tadqiq qilishga imkon beradi, lekin bunda olingan yechimlar xususiy xarakterga ega bo'lib, SHK (shaxsiy kompyuter) dan foydalanganda sonli usul g'oyat samaralidir. Ba'zi bir hollarda tizim tadqiqotchisini matematik modelning sifatli usuli tahlilidan foydalanib olingan xulosalar qanoatlantirishi mumkin. Bunday sifatli usullar, masalan boshqarish tizimlarning turli variantlarini samarasini baholash uchun avtomatik boshqarish nazariyasida keng qo'llaniladi.

Hozirgi vaqtda katta tizimlarning ishlash jarayoni xarakteristikalarini tadqiq qilishda kompyuterli amalga oshirish usullari keng tarqalgan. EHM da matematik modelni amalga oshirish uchun unga muvofiq modellashtirish algoritmini qurish kerak.

### **Imitasion modellashtirish.**

Imitasion modellashtirish  $S$  tizimning vaqt bo'yicha ishlash jarayonini amalga oshiruvchi modelning algoritmi qayta ishlab chiqiladi va shu bilan birga elementar hodisalar imitatsiyalanadi. Ularning vaqt bo'yicha yuz berishi hamda mantiqiy strukturalarini saklagan holda tizim xarakteristikalarini baholash

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

imkonini beruvchi, vaqtning ma'lum momentlaridagi jarayonning holati haqidagi boshlang'ich ma'lumotlarni olish imkonini beradi.

Tahliliy modellashtirishga nisbatan imitatsion modellashtirishning asosiy afzalligi murakkabroq masalalarni yechish imkonini hisoblanadi. Imitatsion modellar diskret va uzluksiz elementlarning mavjudligi, tizim elementlarining egri chiziqli xarakteristikalarini, ko'plab tasodifiy ta'sirlar va boshqa tahliliy tadqiqotlarda qiyinchiliklarni tez-tez paydo qiladigan omillarni hisobga olish imkonini beradi. Hozirgi vaqtda imitatsion modellar - katta tizimlarni tadqiq qilishda eng samarali bo'lib, Ba'zida tizimning xulqi haqida, ayniqsa uni loyihalash bosqichida axborot olishni yagona amaliy ommabop usuli hisoblanadi.

$S$  tizimni ishlash jarayonini imitatsion modelda qayta ishlab chiqarish natijasida olingan natijalar, tasodifiy qiymatlar va funksiyalarning amalga oshirishlari bo'lganda, jarayon xarakteristikalarini olish uchun uni ko'p karra qayta ishlab chiqish talab qilinadi. Keyin axborot statistik qayta ishlanadi va imitatsion modelning kompyuterli amalga oshirish usuli sifatida statistik modellashtirish usulidan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Avval statistik sinovlar usuli ishlab chiqiladi va u o'zi tasodifiy qiymatlar va funksiyalarni modelash uchun qo'llaniladigan sonli usulni ifodalaydi hamda ularning ehtimollik xarakteristikalarini tahliliy masalalar yechimlari bilan mos tushadi (bunday prosedura Monte - Karlo usuli deb ataladi). Shundan keyin bu usuldan tasodifiy ta'sirlarga duchor bo'lgan tizimlarning ishlash jarayonlari xarakteristikalarini tadqiq qilish maqsadida kompyuterli imitatsiya uchun foydalana boshlashdi, ya'ni statistik modellashtirish usuli paydo bo'ldi.

Shunday qilib, statistik modellashtirish usulini keyingi bosqichlarda imitatsion modelning kompyuterli amalga oshirish usuli deb, statistik sinovlar usuli (Monte - Karlo) ni esa tahliliy masalani yechishning sonli usuli deb ataymiz.

Imitatsion modellashtirish usuli tizim strukturasi variantlarini, tizimni boshqarish turli algoritmlar samarasini, tizimning turli parametrlarini o'zgarishining ta'sirini baholash masalalarini inobatga olib,  $S$  katta tizimlar tahlili masalalarini yechishga imkon beradi. Samaradorlikni baholashning Ba'zi mezonlari bo'yicha optimal bo'lgan ma'lum chegaralanishlarda berilgan xarakteristikalarini bilan tizimni yaratish talab qilinganda imitatsion modellashtirish katta tizimlarning strukturaviy, algoritmik va parametrik sintezi asosida qo'yilishi mumkin.

Imitatsion modellar asosida tizimlarning kompyuterli sintezi masalalarini yechishda, qayd qilingan tizimning tahlili uchun modellashtirish algoritmlarini ishlab chiqishdan tashqari, tizimning optimal variantini qidirish algoritmini ham ishlab chiqish kerak. Kompyuterli modellashtirish uslubi asosiy mazmuni berilgan modellashtirish algoritmlari bilan tizimlarning tahlili va sintezi masalalariga mos keluvchi ikkita asosiy bo'limga ajratamiz: statika va dinamika.

**Kombinasiyalangan modellashtirish.**

*Kombinasiyalangan modellashtirish* (tahliliy-imitasion) tizimlarning tahlili va sintezida tahliliy va imitasion modellashtirishning fazilatlarini birlashtirishga imkon beradi. Kombinasiyalangan modellar qurilgan ob'ektning ishlash jarayonini tashkil etuvchi nimjarayon uchun dastlabki dekompozitsiya o'tkaziladi va ular uchun imkon bo'lganda tahliliy modellar ishlatiladi, qolgan nimjarayonlar uchun esa imitasion modellar quriladi. Bunday kombinasiyalangan yondashuv tadqiqot qilishda faqat tahliliy va imitasion modellashtirishdan alohida foydalanish imkoni bo'lmaganda tizimlarning sifatli yangi sinflarini qamrab olishga imkon beradi.

**Real modellashtirish.**

*Real modellashtirishda* yoki real ob'ektda butunlayin, yoki uning qismida turli xarakteristikalarini tadqiq qilish imkonidan foydalaniladi. Bunday tadqiqotlar nafaqat normal rejimlarda ishlayotgan ob'ektlarda o'tkazilishi mumkin, balki tadqiqotchini qiziqtirayotgan xarakteristikalarini baholash uchun maxsus rejimlarni tashkillashtirishda (o'zgaruvchilar va parametrlarning boshqa qiymatlarida, vaqtning boshqa masshtabida va h.k.) ham amalga oshirilishi mumkin. Real modellashtirish eng monand bo'lgan modellashtirish hisoblanadi, lekin real ob'ektlarning xossalari hisobga olganda uning imkoniyatlari chegaralangan bo'lib qoladi. Masalan, korxonaning ABT (Avtomatik boshqarish tizimlari) ni real modellashtirish uchun, birinchidan, Shunday ABTni yaratish, ikkinchidan esa, boshqariladigan ob'ektda tajribalar o'tkazish, ya'ni butun korxonada tajribalar o'tkazish talab qilinadi, lekin ko'p hollarda buning imkoni yo'q. Real modellashtirishning turli xilliligini ko'rib chiqamiz.

Modellashtirishda kibernetik modellashtirish o'ziga xos o'ringa ega. Kibernetik modellashtirishda modellar bo'lib o'tayotgan fizik jarayonlarning ob'ektda bo'lib o'tayotgan jarayonlarga bevosita o'xshashligi bo'lmaydi. Bu holda qandaydir funksiyani eksplizitlashga intilinadi va real ob'ekt «qora quti» sifatida qaraladi, unda qator kirishlar va chiqishlar bo'lib, ular orasidagi Ba'zi bir aloqalar modellashtiriladi. Kibernetik modellardan foydalanganda ko'pincha tashqi muhitning ta'sirlaridagi ob'ektning xulq taraflari tahlil qilinadi.

**§3. Hisoblash mashinalarida tizimlarni modellashtirish imkoniyatlari va samaradorligi.**

Tadqiq qilinayotgan va loyihalashtirilayotgan  $S$  tizimlarda stoxastik jarayonlar o'tirishini o'rganish zarurati bilan bog'langan yirik tizimlarni ishlash sifatining talab qilinayotgan ko'rsatkichlarini ta'mirlash, bir-birini o'zaro to'ldiruvchi nazariy va eksperimental tadqiqotlarning majmuini o'tkazish imkonini beradi. Yirik tizimlarni eksperimental tadqiq qilish samaradorligi real

tizim bilan tabiiy eksperimentlarni o'tkazish talab qilganligi sababli yoki katta moddiy sarflarni va ko'p vaqtni talab qilganligini, yoki umuman amaliy iloji bo'lmaganligi sababli (masalan, loyihalashtirish bosqichida real tizim mavjud bo'lmaganda) ancha past bo'ladi.

Zamonaviy kompyuterlarni paydo bo'lishi murakkab tizimlarini tadqiqot qilishga tahliliy usullarni keng joriy etishga hal qiluvchi zamin bo'ldi. Buning asosida modellar va usullar, masalan matematik dasturlash, yirik tizimlarda boshqarish masalalarini yechish uchun amaliy vosita bo'lib qoldi. Xaqiqatan, bu masalalarni yechish uchun yangi matematik usullarni yaratishda katta yutuqlarga erishilgan edi, lekin matematik dasturlash murakkab tizimlarning ishlash jarayonini tadqiq qilishning amaliy vositasi bo'lib qolmadi, chunki matematik dasturlash modellari ulardan samarali foydalanish uchun judayam qo'pol va takomillashmagan bo'lib chiqdi. Tizimning stoxastik xossalarini hisobga olish zarurati, kirish axborotining aniqlovchi emasligi, o'zgaruvchanlar va parametrlarning katta soni orasida korrelyasion aloqalarning mavjudligi, tizimlarda jarayonlarni xarakterlovchi, murakkab matematik modellar qurishga olib keladi va tahliliy usul bilan Shunday tizimlarni tadqiq qilishda muhandislik amaliyotida qo'llash imkonini bermaydi. Amaliy hisoblar uchun yaroqli tahliliy bog'liqliklarni faqat soddalashtiruvchi va shu bilan birga tadqiq qilinayotgan haqiqiy jarayonning tasvirini buzadigan taxminlar mavjudligida olish imkonini beradi. Shuning uchun oxirgi vaqtlarda tizimlarni loyihalashtirish bosqichida monandroq modellarni tadqiq qilishga imkon beruvchi usullarni ishlab chiqarish zarurati sezilmoqda.

### **3.1 Tizimlar modellarini EHMda amalga oshirish va ularning ketma-ketligini ishlab chiqish**

Hisoblash texnikasining rivojlanishi bilan yirik tizimlarini tadqiq qilishda kompyuterli modellashtirish usuli eng samarali usul bo'lib qoldi va usiz ko'pgina yirik xalq xo'jalik muammolarini yechish mumkin emas. Shuning uchun muhandis-sistematexniklarni tayyorlashda dolzarb masalalardan biri - matematik modellashtirish nazariyasi va usullarini o'zlashtirish hisoblanadi.

Kompyuterli modellashtirishning matematik, algoritmik, dasturiy va amaliy jihatlarini ko'rishdan avval, hisoblash texnikasi vositalarida amalga oshirilayotgan ob'ektlar matematik modellarining keng sinfi uchun umumiy metodologik jihatlarini o'rganish kerak. Hisoblash texnikasi vositalaridan foydalanib modellashtirish real ob'ektda katta yoki kichik tezlik bilan o'tayotgan hodisalar mexanizmini tabiiy tajribalarda qisqa vaqt davomida bo'lib o'tadigan yoki o'tishi uchun uzoq vaqt kerak bo'ladigan o'zgarishlarning ishonchli

## **Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

natijalarini olish imkonini beradi. Kompyuterli model kerak bo'lganda haqiqiy vaqtni shartli «cho'zish» yoki «siqish» imkonini beradi, chunki kompyuterli modellashtirish reallikdan farqlanadigan tizimli vaqt tushunchasi bilan bog'liq. Undan tashqari, dialogli tizimda kompyuterli modellashtirish ABT personalini ob'ektni boshqarishda, masalan boshqarish jarayonini amalga oshirish uchun kerakli amaliy malakani ishlab chiqish zarur bo'lgan ishbilarmon o'yinlarni tashkil etishda yechimlar qabul qilishga o'rgatadi.

Tizimning kompyuterli modellashtirish mohiyati o'zida ayrim dasturiy majmuani ifoda etadigan model bilan hisoblash mashinasida tajribani o'tkazishdan iborat bo'lib, uning ishlash jarayonini  $S$  tizim elementlarining shakllari va (yoki) algoritmik tavsiflaydi, ya'ni ular bir-biri bilan va tashqi muhit  $E$  bilan o'zaro ta'sirlashadi. Kompyuterli modellashtirish tizimning ishlash sifatini baholash mezonini aniq ifoda etish va uning maqsadi to'la shakllanishi qiyin bo'lgan hollarda muvaffaqiyatli qo'llaniladi, chunki u EHM ning dasturiy – texnik imkoniyatlarining insonning noformal kategoriyalar bilan fikr yuritishini birga olib borish imkonini yaratadi.

$S$  tizim ishlash jarayonining  $M$  modeliga qo'yiladigan asosiy talablarni ifodalaymiz:

1. Modelni to'liqligi foydalanuvchiga tizimning talab qilinadigan aniqlik va ishonchlik bilan xarakteristikalar baholarining zarur to'plamini olish imkonini berishi kerak.
2. Struktura, algoritm va tizimning parametrlari variatsiyalaganda turli vaziyatlar tiklanish imkonini modelning moslanuvchanligi ta'minlashi kerak.
3. Mavjud resurslarga cheklanishlarni hisobga olganda yirik tizim modelini ishlab chiqish davomiyligi va amalga oshirilishi imkon boricha minimal bo'lishi kerak.
4. Modelning strukturasi blokli bo'lishi kerak, ya'ni butun modelni qayta ishlamasdan almashtirish, qo'shish va chiqarib tashlash imkoniga ega bo'lishi kerak.
5. Axborot ta'minoti ma'lum sinfdagi tizimlarning ma'lumotlar bazasi bilan modelning samarali ishlash imkoniga yo'l berishi kerak.
6. Dasturiy va texnik vositalar modelning samarali (tez ishlash va xotira bo'yicha) kompyuterli amalga oshirish va foydalanuvchining u bilan qulay muloqotini ta'minlashi kerak.
7. Chegaralangan hisoblash resurslari mavjudligida tizim modeli bilan tahliliy-imitatsion yondashuvdan foydalanib maqsadga yo'naltirilgan (rejalashtirilgan) kompyuterli tajribalarni o'tkazishni amalga oshirish kerak.

Ushbu talablarni hisobga olib,  $S$  tizimlarni hamda ularning nimitizimlari va elementlarni EHMda modellashtirishda haqqoniy bo'lgan asosiy qoidalarni ko'rib chiqamiz.  $S$  tizim kompyuterli modellashtirishda uning ishlash jarayonining

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

xarakteristikalari  $M$  model asosida aniqlanadi.  $M$  model modellashtirish ob'ekti haqida mavjud kirish axborotdan kelib chiqib quriladi. Ob'ekt haqidagi yangi axborot olinganda, yangi axborotni hisobga olish bilan uning modeli qayta ko'rib chiqiladi va aniqlanadi, ya'ni modellashtirish jarayoni modelning ishlab chiqish va kompyuterli amalga oshirishni o'z ichiga olgan holda, iteratsiyalidir. Bu iteratsiyali jarayon  $S$  tizimning qo'yilgan tadqiq qilish va loyihalashtirish masalani yechish doirasida monand deb hisoblash mumkin bo'lgan  $M$  model olinguncha davom etadi.

EHM yordamida tizimlarni modellashtirishni quyidagi hollarda qo'llash mumkin:

a) tashqi muhitning va modellashtirish ob'ekti parametrlar, algoritmlar va strukturalarning o'zgarishiga bo'lgan sezgirlikni aniqlash maqsadida loyihalashtirishdan oldin  $S$  tizimlarni tadqiq qilish uchun;

b) tizimning turli variantlarining sintezi va tahlili uchun  $S$  tizimini loyihalashtirish bosqichida;

v) tizimni loyihalashtirish va joriy qilish tugagandan keyin, ya'ni uning ishlashida, real tizimni tabiiy sinovlar (ishlashi) natijalarini to'ldiruvchi axborotni va vaqt davomida tizimning rivojlanish bashoratlarini olish uchun.

Kompyuterli modellashtirish hamma qayd etilgan holatlarga qo'llanilayotgan umumiy qoidalar mavjud. Hatto modellashtirish aniq usullari bir biridan farq qilganda ham modellashtirish turli modifikatsiyalari mavjuddir, masalan, kompyuterli modellashtirish metodologiya asosida qo'yilishi mumkin bo'lgan aniq dasturiy-texnik vositalardan foydalanib modellashtirish algoritmlarni kompyuterli amalga oshirish sohasida, tizimlarni modellashtirish amaliyotida umumiy tamoyillarni ifodalash mumkin.

$S$  tizimni modellashtirish asosiy bosqichlariga quydagilar kiradi:

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

Shunday qilib,  $S$  tizimning modellashtirish jarayoni, uch bosqich ko'rinishida guruhlangan, qayd etilgan nimbosqichlarni bajarishga olib keladi.  $M_K$  konseptual modelini qurish bosqichida va uni shakllanishida modellashtirilayotgan ob'ektni uni ishlash jarayonining asosiy tuziluvchilarini ajratish nuqtai nazaridan tadqiq qilinadi, modellashtirishning ikkinchi bosqichida modelni ketma-ket algoritmlashtirish va dasturlashtirish yo'li bilan  $M_M$  kompyuterli modelga o'zgartirilishi zarur bo'lgan aproksimatsiyalar aniqlanadi va  $S$  tizim modelining umumlashgan sxemasi paydo bo'ladi. Tizimni modellashtirishning oxirgi bosqichi, tanlangan dasturiy-texnik vositalardan foydalangan holda olingan reja muvofiq EHM da ishchi hisoblarni o'tkazish,  $E$  tashqi muhit ta'sirini hisobga olib  $S$  tizimni modellashtirish natijalarini olish va talqin qilishga olib keladi. Ravshanki, yangi axborotni olishda, modelni qurishda va uni

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

kompyuterli amalga oshirishda ilgari qabul qilingan yechimlar qayta ko'rilishi mumkin, ya'ni modellashtirish jarayoni iterasiyalidir. Har bir bosqichning mazmunini batafsilroq ko'rib chiqamiz.

### 3.2. Tizimning konseptual modelini qurish va uni shakllantirish

Kompyuterli modellashtirishning birinchi bosqichida —  $S$  tizimning  $M_K$  konseptual modelini qurish va uni shakllantirishda — model shakllantiriladi va uning shakllangan sxemasi quriladi, ya'ni bu bosqichning asosiy vazifasi ob'ektning ma'noli tavsifidan uning matematik modeliga, boshqacha so'z bilan aytganda, shakllantirish jarayoniga o'tishdir.

Hozirgi vaqtda EHM da tizimlarni modellashtirish — yirik tizimlar tavsiflarini baholashning eng universal va samarali usulidir. Bu ishda eng ko'p mas'uliyatli va eng kam shakllangan lahzalari  $S$  tizim va  $E$  tashqi muhit orasidagi chegarani o'tkazishdir, tizim tavsifini soddalashtirish va avval konseptual, keyin esa tizimning shaklli modelini qurishdir. Model monand bo'lishi shart, bo'lmasa modellashtirish ijobiy natijalarini olib bo'lmaydi, ya'ni tizimning ishlash jarayonini monand bo'lmagan modelda tadqiq qilish umuman ma'noni yo'qotadi. Adekvat model deb  $S$  tizimni modelini ishlab chiquvchini tushunchasining darajasida ma'lum yaqinlik bilan  $E$  tashqi muhitda uning ishlashini aks ettiruvchi modelga aytiladi. Blokli tamoyil bo'yicha tizimni ishlash modelini qurish eng oqilonadir. Bunday model bloklarining uchta avtonom guruhini ajratish mumkin. Birinchi guruh bloklari o'zidan  $S$  tizimga  $E$  tashqi muhitni ta'sir qilish imitatoridir; ikkinchi guruh bloklari tekshirilayotgan  $S$  tizimning aslida ishlash jarayonining modelidir; uchinchi guruh bloklari yordamchilar va ikkita birinchi guruh bloklarining kompyuterli amalga oshirish uchun hamda modellashtirish natijalarini qayd qilish va qayta ishlash uchun xizmat qiladi.

Shakllantirish imkonini namoyish etish uchun ayrim gipotetik  $S$  tizimning ishlash jarayonini ko'rib chiqamiz. Bu tizimni  $y_1(t), y_2(t), \dots, y_{n'}(t)$  bilan,  $h_1, h_2, \dots, h_{n''}$  parametrlari bilan,  $x_1, x_2, \dots, x_{n'}$  kirish ta'sirlari va  $v_1, v_2, \dots, v_{n''}$  tashqi muhit ta'siri mavjudligida m nimitizimlarga ajratish mumkin. Unda jarayonning matematik modeli bo'lib quyidagi bog'lanish tizimi xizmat qilish mumkin

$$y_1(t) = f_1(x_1, x_2, \dots, x_{n'}; v_1, v_2, \dots, v_{n''}; h_1, h_2, \dots, h_{n''}; t);$$

$$y_2(t) = f_2(x_1, x_2, \dots, x_{n'}; v_1, v_2, \dots, v_{n''}; h_1, h_2, \dots, h_{n''}; t);$$

$$\dots \dots \dots$$
$$y_{n'}(t) = f_{n'}(x_1, x_2, \dots, x_{n'}; v_1, v_2, \dots, v_{n''}; h_1, h_2, \dots, h_{n''}; t).$$

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Agarda  $f_1, f_2, \dots, f_m$  funksiyalar ma'lum bo'lganda, unda bog'lanishlar tizimni ishlash jarayonining ideal matematik modeli bo'lib chiqardi. Lekin amalda yirik tizimlar uchun oddiy ko'rinishdagi modelni olish ko'pincha mumkin emas, Shuning uchun odatda  $S$  tizimning ishlash jarayoni qat'iy elementar nimjarayonlarga ajratiladi. Bunda nimjarayonlarga ajratishlar shunday o'tkazish kerakki, shakllanishda qiyinchiliklar tug'dirmasin va ayrim nimjarayonlar modellarini qurish oddiy bo'lsin. Shunday qilib, bu bosqichda nimjarayonlarning shakllanish mohiyati namunaviy matematik sxemalar bilan tanlashdan iborat bo'ladi. Masalan, stoxastik jarayonlar uchun nimjarayonlar tarkiblovchi, yechilayotgan amaliy masalalar nuqtai nazaridan, real hodisalarning asosiy xususiyatlarini yetarli aniq tavsiflaydigan ehtimollik avtomatlar sxemalari, ommaviy xizmat qilish sxemalari va h.k.lar bo'lishi mumkin.

Shunday qilib, har qanday  $S$  tizimning ishlash jarayonini shakllanishida oldin uni tarkiblovchi hodisalarni o'rganish kerak. Natijada o'zida o'rganilayotgan jarayon uchun xarakterli qonuniyatlarni birinchi harakatda aniq ifoda etishni nomoyon etuvchi va amaliy masalani qo'yishdan iborat bo'lgan jarayonning mazmunli tavsifi paydo bo'ladi. Mazmunli tavsif keyingi shakllanish bosqichlariga boshlang'ich material bo'lib hisoblanadi: tizimning ishlash jarayonini shakllangan sxemasiga va bu jarayonning matematik modelini qurishga. EHM da tizimning ishlash jarayonini modellashtirish uchun jarayonning matematik modelini muvofiq modellovchi algoritmlar va kompyuterli dasturlar o'zgartirish kerak.

$M_k$  tizimni va uni formallashtirish (3- rasmga karang) konseptual modelini qurishning asosiy nimbosqichlarini batafsilroq ko'rib chiqamiz.

**1. Tizimning mashiali modellashtirish masalasini qo'yilishi.**  $S$  aniq tizimning tadqiq qilish masalasini aniq ifoda etish berilmoqda va Shunday masalalarga asosiy e'tibor qaratiladi: a) masala mavjudligini va kompyuterli modellashtirish zarurligini tan olish;

b) mavjud resurslarni hisobga olib masalani yechish uslubini tanlash;

v) masalaning masshtabi va uni nimmasalalarga ajratish imkoniyatini aniqlash.

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

**2. Tizimni modellashtirish masalasining tahlili.** Masala tahlilini o'tkazish modellashtirish usuli bilan uni yechishda kelib chiqadigan qiyinchiliklarni engishga

## **Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

yordam beradi. Ko'rilayotgan ikkinchi bosqichda asosiy ish tahlilni aynan o'tkazishga qaratiladi va quyidagilarni inobatga oladi:

- a)  $S$  tizimning ishlash jarayoni samaradorligini baholash mezonlarini tanlash; b)  $M$  modelning endogen va ekzogen o'zgaruvchilarini aniqlash; v) imkoni bor identifikatsiya usullarini tanlash; g) tizimning modelini algoritmlashning ikkinchi bosqichi mazmunini dastlabki tahlilini va uning kompyuterli amalga oshirishni bajarish;
- d) tizimning modellashtirish natijalarini olish va talqin qilish, uchinchi bosqich mazmunini dastlabki tahlilini bajarish.

**3. Modellashtirish ob'ekti haqida kirish axborotiga talablarni aniqlash va uni yig'ishni tashkillashtirish.**  $S$  tizimni modellashtirish masalasi qo'yilgandan keyin axborotga talablar aniqlanadi. Axborotdan bu masalani yechish uchun zarur sifatli va miqdorli kirish ma'lumotlari olinadi. Bu ma'lumotlar masalani, uni yechish usullarining mazmunini chuqurroq tushunishga yordam beradi. Shunday qilib, bu bosqichda quyidagilar: a)  $S$  tizimi va  $E$  tashqi muhit haqida zarur ma'lumotni tanlash; b) aprior ma'lumotlarni tayyorlash; v) mavjud eksperimental ma'lumotlarning tahlili; g) tizim haqida axborotni dastlabki qayta ishlash usullar va vositalarni tanlash olib boriladi.

Bunda shuni esda saqlash kerakki, modellashtirish ob'ekti haqida kirish axborot sifatiga nafaqat model monandligi, balki modellashtirish natijalarining ishonchlilik ham jiddiy bog'liqdir.

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

Shunday qilib,  $S$  tizimning modeli bilan ishlash jarayonida, modellashtirish olingan natijalari va ob'ekt haqida yangi axborotga bog'liqligiga qarab, bu bosqichga ko'p marta qaytib kelish mumkin.

**5. Modelning parametrlari va o'zgaruvchilarini aniqlash.** Matematik modelning tavsifiga o'tishdan avval,  $h_k$ ,  $k=1, n$ , tizimning parametrlarini,

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

$x_i, i=1, n, y_i=1, n,$  kirish va chiqish o'zgaruvchilarini,  $v_i=1, n$  tashqi muhitning ta'sirini aniqlash kerak. Bu bosqichning yakuniy maqsadi – tashqi muhitda ishlayotgan,  $S$  tizimning matematik modelini qurish va tayyorgarlikdir. Buning uchun modelning barcha parametr va o'zgaruvchilarini ko'rib chiqish va tizimning yaxlit ishlash jarayoniga ularning ta'sir darajasini baholash zarur. Har bir parametr va o'zgaruvchilarning tavsifi quyidagi shaklda berilish kerak: a) ta'rif va qisqacha tavsif; b) belgilash simvoli va o'lchash birligi; v) o'zgarish ko'lam; g) modelda qo'llash joyi.

**6. Modelning asosiy mazmunini aniqlash.** Bu bosqichda modelning asosiy mazmuni aniqlanadi va qabul qilingan gipotezalar va farazlar asosida ishlatilgan tashqi muhitning ta'sirini aniqlash usuli tanlanadi. Bunda quyidagi chiqilgan tizimning modelini qurish usuli tanlanadi. Bunda quyidagi xususiyatlari hisobga olinadi: a) tizimning modellashtirish masalasini ifodalash (formulirovkalash); b)  $S$  tizimning strukturasi va uning xulqi algoritmlari,  $E$  tashqi muhitning ta'siri; v) modellashtirish masalasining yechish vositalari va imkon bo'lgan usullari.

**7. Tizimning samaradorligini baholash mezonlarini asoslash.** Modellashtirilayotgan  $S$  tizimning ishlash jarayonining sifatini baholash uchun samaradorlikni baholash mezonlarining Ba'zi majmuini tanlash kerak. Ya'ni masalaning matematik qo'yilishi samaradorlikni baholash uchun kerakli munosabatni xuddi tizimning parametrlari va o'zgaruvchilarining funksiyalarini olish kabi amalga oshirishga olib keladi. Bu funktsiya o'zidan parametrlar va o'zgaruvchilarning o'zgarishi tadqiq qilinayotgan sohada javob yuzasini ifodalaydi va tizimning reaksiyasini aniqlashga imkon beradi.  $S$  tizimning samaradorligini ko'rilayotgan masalaga qarab integrall yoki xususiy mezonlar yordamida baholash mumkin.

**8. Approksimatsiya proseduralarini aniqlash.**  $S$  tizimda o'tayotgan real jarayonlarni approksimatsiyalash uchun odatdagiday proseduralarning uchta ko'rinishidan foydalaniladi: a) determinanlangan; b) ehtimolli; v) o'rta qiymatlarni aniqlash.

Determinanlangan prosedura qo'llanganda modellashtirish natijalari  $S$  tizimning kirish ta'sirlari, parametrlari va o'zgaruvchilari berilgan majmui bo'yicha bir qiymatli aniqlanadi. Bu holda modellashtirish natijalariga ta'sir qiluvchi tasodifiy elementlar bo'lmaydi. Ehtimoliy prosedura tasodifiy elementlar,  $E$  tashqi muhit ta'sirini qamrab olganda,  $S$  tizimning ishlash faoliyati xarakteristikasiga ta'sir qiladi va chiqish o'zgaruvchilarining taqsimlash qonuniyatlari haqida axborotni olish zarur bo'lganda qo'llaniladi. O'rta qiymatlarni aniqlash prosedurasini tizimning modellashtirishda tasodifiy elementlar mavjudligida chiqish o'zgaruvchilarning o'rta qiymatlari qiziqtirganda qo'llanadi.

**9. Tizimning konseptual modelnini tavsiflash.** Tizimning modelini qurish bu nimbosqichida: a)  $M_k$  konseptual model abstraktli atamalar va tushunchalarda tavsiflanadi; b) namunaviy matematik sxemalardan foydalanib modelning tavsifi beriladi; v) gipotezalar va farazlar yakuniy qabul qilinadi; g) modelni qurishda real jarayonlarning approksimatsiya proseduralarini tanlash asoslanadi. Shunday qilib bu nimbosqichda masalaning to'liq tahlili o'tkaziladi, uning yechish uchun turli usullari ko'riladi va modellashtirishning ikkinchi bosqichida qo'llaniladigan  $M_k$  konseptual modelning mukammal tavsifi beriladi.

**10. Konseptual model ishonchliligini tekshirish.**  $M_k$  konseptual modelning tavsifidan keyin,  $S$  tizimning modellashtirish keyingi bosqichiga o'tishdan avval modelning ayrim konsepsiyalarining ishonchliligini tekshirish kerak. Konseptual modelning ishonchliligini tekshirish murakkabroq, chunki uni qurish jarayoni evristikdir va bunday model abstrakt atamalar va tushunchalarda tavsiflanadi.  $M_k$  modelni tekshirish usullaridan biri— modelni tahlil qilishga imkon beruvchi teskari o'tish operatsiyalarni qo'llash, qabul qilingan approksimatsiyalarga qaytish va, nihoyat, modellashtirilayotgan  $S$  tizimda oqayotgan real jarayonlarni qaytadan ko'rishdir.  $M_k$  konseptual modeli ishonchliligini tekshirish o'z ichiga quyidagilarni qamrab olishi kerak: a) model g'oyasini tekshirish; b) kirish axborot ishonchliligini baholash; v) modellashtirish masalasini qo'yilishini ko'rib chiqish; g) qabul qilingan approksimatsiyalarning tahlili; d) gipotezalar va farazlarni tadqiq qilish.

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

**11. Birinchi bosqich bo'yicha texnikaviy hujjatlarni tuzish.**  $M_k$  konseptual modelini qurish bosqichi va uni shakllantirish oxirida bosqich bo'yicha texnikaviy hisobot tuziladi, u quyidagilardan iborat : a)  $S$  tizimni modellashtirish masalasining to'liq qo'yilishi;; b) tizimni modellashtirish masalasining tahlili; v) tizim samaradorligini baholash mezonlari; g) tizim modelining parametrlari va o'zgaruvchilari; d) modelni qurishda qabul qilingan gipotezalar va farazlar; e) modelni abstrakt atamalar va tushunchalarda tavsiflash; j)  $S$  tizimni modellashtirishdan kutilayotgan natijalarini tavsiflash.

Texnikaviy hujjatlarni tuzish —  $S$  tizimini modellashtirishni muvaffaqiyatli o'tkazishning majburiy shartidir, chunki yirik tizim modelini ishlab chiqish jarayonida va uni kompyuterli amalga oshirilishida turli bosqichlarda turli kasb mutaxassislar guruhlari ishtirok etadi (masalani qo'yuvchilardan boshlab

dasturchilargacha) va ushbu hujjat qo'yilgan masalani modellashtirish usuli bilan yechishda ularni samarali hamkorlik qilishining vositasi bo'lib xizmat qiladi.

### 3.3. Modelni algoritmlash va uni kompyuterli amalga oshirish

Modellashtirishning ikkinchi bosqichida — modelni algoritmlash va uni kompyuterli amalga oshirish bosqichida — birinchi bosqichda shakllangan matematik model, kokret kompyuterli modelga aylanadi.  $S$  tizimni ishlatish jarayonining  $M_M$  kompyuterli modeli ko'rinishida g'oyalari va matematik sxemalarni amalga oshirishga yo'naltirilgan bu bosqich amaliy faoliyat bosqichini ifodalaydi.

Ayrim tizimlarni ishlash jarayonlari o'rganilganda, ular uchun holatlarning ikki xili xarakterligini ko'rish mumkin:

1) maxsus, tizimning ishlash jarayonida faqat Ba'zi vaqt lahzariga tegishli (kirish yoki boshqarish ta'sirlarini kelish lahzalari, tashqi muhitning g'alayonlari va sh.o.);

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

Maxsus holatlar yana shu tomonlar bilan xarakterli,  $z_i(t)$  holatlar funksiyalari vaqtning bu lahzarida sakrab o'zgaradi, maxsus holatlar orasida esa  $z_i(t)$  koordinatalarini o'zgarishi ravon va uzluksiz bo'lib o'tadi yoki umuman o'tmaydi. Shunday qilib,  $S$  tizimning modellashtirishda, faqat vaqtning o'sha lahzaridagi maxsus holatlarini bo'lib o'tishini kuzatib,  $z_i(t)$  funksiyalarni qurish uchun zarur bo'lgan axborotni olish mumkin. Ko'rinishidagi, tavsiflangan izimlar turi uchun «maxsus holatlar tamoyili» bo'yicha modellashtirish algoritmlarini qurish mumkin.  $z$  holatning cakra ko'rinishli (releli) o'zgarishini  $\delta z$  deb belgilaymiz, «maxsus holatlar tamoyili» esa — « $\delta z$  tamoyili» deb.

Maxsus holatlardagi bunday tizimlarning ishlash jarayonini tavsiflari maxsus holatlar haqidagi axborot bo'yicha baholanishini, maxsus emas holatlari esa modellashtirishda qaralmasligini belgilab o'tamiz. « $\delta z$  tamoyili» « $\Delta t$  tamoyili» ga nisbatan modellashtirish algoritmlarini amalga oshirish kompyuterli vaqtini qator tizimlar uchun ancha kamaytirish imkonini beradi. « $\delta z$  tamoyili»ni amalga oshiruvchi modellashtirish algoritmini qurish mantiqi ko'rilgan « $\Delta t$  tamoyili» uchun shu bilan farq qiladiki,  $S$  tizimning maxsus holatiga muvofiq  $t_s$  vaqt lahzasini aniqlash prosedurasini o'ziga oladi. Yirik tizimlarni ishlash jarayonini tadqiq qilish uchun modellashtirish algoritmlarini qurish kombinatsiyalangan tamoyildan foydalanish oqilonadir. U o'zida ko'rilgan har bir tamoyillarning afzalliklariga ega.

## **Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

Tizimlarni ishlash jarayoni modellar mantiqiy struktura va kompyuterli dasturlarni ifodalashning qulay shakli – sxemadir. Modellashtirishning turli bosqichlarida modellashtirish algoritmlarining umumlashgan va batafsil mantiqiy sxemalari hamda dasturlar sxemalari tuziladi.

*Modellashtirish algoritmining umumlashgan (yiriklashgan) sxemasi* tizimning modellashtirishida hech qanday aniqlovchi detallarsiz harakatlarning umumiy tartibini beradi. Umumlashgan sxema shuni ko'rsatadiki, modellashtirishning navbatdagi qadamida nimani bajarish kerak, masalan tasodifiy sonlar datchigiga murojat qilish.

*Modellashtirish algoritmining batafsil sxemasi* umumlashgan sxemada bo'lmagan aniqliklarni o'z ichiga oladi. Batafsil sxema nafaqat, tizimni modellashtirish navbatdagi qadamida nimani bajarish kerakligini, balki buni qanday bajarish kerakligini ham ko'rsatadi.

*Modellashtirish algoritmining mantiqiy sxemasi* o'zida  $S$  tizimni ishlash jarayon modelining mantiqiy strukturasini ifodalaydi. Modellashtirish masalasini yechish bilan bog'liq mantiqiy operatsiyalarning vaqt bo'yicha tartiblangan ketma-ketligini mantiqiy sxema ko'rsatadi.

*Dasturlash sxemasi* aniq matematik ta'minotdan foydalanib modellashtirish algoritmining dasturiy amalga oshirish tartibini aks ettiradi. Dasturlash sxemasi o'zidan aniq algoritmik til bazasida dasturni ishlab chiquvchi modellashtirish algoritmining mantiqiy sxemasini talqin qiladi. Bu sxemalar orasidagi farq shundan iboratki, tizimni ishlash jarayoni modelini mantiqiy strukturasini mantiqiy sxemasi aks ettiradi, dastur sxemasi esa – modellashtirishning aniq dasturiy-texnik vositalaridan foydalanib modelni kompyuterli amalga oshirish mantiqini aks ettiradi.

### **3.4. Modellashtirish natijalarini olish va talqin qilish**

Modellashtirishning uchinchi bosqichida — modellashtirish natijalarini olish va talqin qilish bosqichida — tuzilgan va sozlangan dastur bo'yicha ishchi hisoblarni o'tkazish uchun EHMdan foydalaniladi. Bu hisoblar natijalari modellanayotgan  $S$  tizimning ishlash jarayoni tavsiflari haqida xulosalarni tahlil qilish va ifodalashga imkon beradi.

EHMda modellashtirish algoritmlarini amalga oshiririshida tadqiq qilinayotgan  $z(t) \in Z$  tizimlar ishlash jarayoni holatlari haqida axborot ishlab chiqiladi. Bu axborot kompyuterli tajriba natijalarida olinadigan, izlanayotgan xarakteristikalar taqribiy baholashni aniqlash, ya'ni baholash mezonlari uchun kirish materialini hisoblanadi. Baholash mezonlari sifatida tizimda haqiqatda bo'lib o'tayotgan jarayon yoki bu jarayonlarning maxsus

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

shakllantirilgan funksiyalari asosida olinadigan ko'rsatkichlari xizmat qiladi.

Baholashning oddiyroq mezonlarini tez-tez qo'llaniladi, modellashtirish natijalarini talqin qilishda baholash mezonlarining taqsimlanishsh qonunining turli statik xarakteristikalarini hisoblanadi.

Modellashtirish natijalarini statistik qayta ishlash usullarini amalda qo'llanilayotgan boshqa xususiyati blokli konstruksiyali modellar yordamida tizimni ishlash jarayonining tadqiqoti bilan bog'langan. Bitta blok uchun kirish ta'sirlarini imitatsiyalash modelning boshqa blokida dastlabki olingan baholash mezonlari asosida olingan hollar modelning alohida bloklarini alohida modellashtirishni tez-tez qo'llashga olib keladi. Alohida modellashtirishda mezonlarni amalga oshirish to'plagichda bevosita yozilishi, yoki bular ta'sirini imitatsiyalash uchun tasodifiy sonlar generatorlaridan keyinchalik foydalanish bilan modellashtirish natijalarini statistik qayta ishlash asosida olingan ularning approksimatsiyasi o'rin olishi mumkin.

Oxirgi, uchinchi tizimning modellashtirish bosqichiga kirishdan oldin uni muvafaqiyatli o'tkazish uchun quyidagi asosiy nimbosqichlarni bajarishga olib keluvchi aniq harakatlar rejasini tuzish zarur.

### **Tizimning modeli bilan kompyuterli tajribani rejalash.**

EHMda ishchi hisoblarni bajarishdan oldin  $S$  tizimni modellashtirishni o'tkazish zarur bo'lgan o'zgaruvchilar va parametrlar kombinatsiyalarini ko'rsatib, eksperimentni o'tkazish rejasini tuzilishi kerak. Kompyuterli eksperimentni rejalash kompyuterli resurslarni minimal sarflashda modellashtirish ob'ekti haqida kerakli axborotning maksimal hajmini olishga safarbar qilingan. Bunda kompyuterli eksperimentning strategik va faktik rejalash farqlanadi. Eksperimentni strategik rejalashda modellashtirishning oldingi qo'yilgan (masalan, EHMda modellashtirish usuli bilan tadqiq qilinayotgan  $S$  tizimning strukturasi, algoritmlari va parametrlarini optimallashtirish) maqsadiga erishish uchun eksperimentning optimal rejasini qurish masalasi qo'yiladi. Kompyuterli eksperimentni taktik rejalash strategik rejalashda berilgan (masalan, EHMda  $S$  tizimning statistik modellashtirishda to'xtatishning optimal qoidalarini tanlash masalasini yechish) ko'p zaruriylardagi har bir aniq eksperimentni optimal amalga oshirishning xususiy maqsadini ko'zlaydi. Kompyuterli eksperiment eng samarali rejasini olish uchun statistik usullarni qo'llash zarur.

### **Hisoblash vositalariga talablarni aniqlash.**

Hisoblash vositalaridan foydalanish vaqti bo'yicha talablarni ifodalash zarur, ya'ni bitta yoki bir nechta EHMda ishlash grafigini tuzish hamda EHMni modellashtirishda kerak bo'ladigan tashqi moslamalarni ko'rsatish lozim.

**Ishchi hisoblarni o'tkazish.**

$S$  tizim modeli bilan kompyuterli eksperimentni o'tkazish rejasi va modelning dasturini tuzgandan keyin EHMda ishchi hisoblashlarga kirishish va EHMda hisoblarni o'tkazib, chiqish ma'lumolarini, ya'ni modellashtirish natijalarini olish mumkin.

Kompyuterli modellashtirishni o'tkazishni ikki bosqichda bajarish maqsadga muvofiqdir: nazorat, keyin esa ishchi hisoblar. Bunda nazorat hisoblari  $M_M$  kompyuterli modellarni tekshirish uchun va kiruvchi ma'lumotlarni o'zgarishiga natijalarning sezuvchanligini aniqlash uchun bajariladi.

**Tizimni modellashtirish natijalarining tahlili.**

EHMda hisoblashlar natijasida olingan chiqish ma'lumotlarini samarali tahlil qilish uchun ishchi hisoblar natijalari bilan nima qilish va ularni qanday talqin qilish kerakligini bilish lozim. Bu masalalar  $S$  tizimni modellashtirishning ikkita birinchi bosqichlarida dastlabki tahlil asosida echilishi mumkin.  $M_M$  model bilan kompyuterli tajribani rejalash chiqish ma'lumotlarning kerakli miqdorini chiqarish va ularning tahlil usulini aniqlashga imkon beradi. Bunda faqatgina keyingi tahlil uchun kerak bo'ladigan natijalar bosmaga berish hamda modellashtirish natijalarini qayta ishlash va bu natijalarni eng ko'rgazmali ko'rinishda ifodalash nuqtai nazaridan EHM ning imkoniyatlaridan to'laroq foydalanish kerak.

**Modellashtirish natijalarini keltirish.**

Ilgari belgilanganidek, modellashtirishning uchinchi bosqichida modellashtirishning oxirgi natijalarini jadvallar, grafiklar, diagrammalar, sxemalar va shu kabilar ko'rinishida ifodalashga asosiy e'tiborni qaratish lozim. Har bir aniq holda eng to'g'ri keladigan shaklni tanlash maqsadga muvofiq, chunki bu buyurtmachi tarafidan ularni keyingi foydalanish samaradorligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Ko'p holatlarda eng oddiy shakl jadvallar hisoblanadi, hattoki  $S$  tizimning modellashtirish natijasini grafiklar ko'proq ko'rgazmali tasvirlaydi. Modellashtirishning dialogli rejimlarida displeyalar modellashtirish natijalarini operativ aks ettiradigan eng oqilona vositalardir.

**Modellashtirish natijalarining talqini.**

Modellashtirish natijalarini olib va tahlil qilish bo'lib, ularni modellashtirish natijasida ob'ektga, ya'ni  $S$  tizimga nisbatan talqin qilish kerak. Bu bosqichning asosiy mazmuni —  $M_M$  model orqali kompyuterli tajriba o'tkazish natijasida olingan axborotdan modellashtirish ob'ektiga qo'llaniluvchi axborotga o'tish. Buni asosida tadqiqatlanayotgan  $S$  tizimning ishlash jarayoni tavsiflariga nisbatan xulosalar chiqariladi.

**Modellashtirish natijalarini chiqarish va tavsiyalar berish.**

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Bu nimbosqichni o'tkazish oldingi ikkinchi bosqich bilan chambarchas bog'liq. Modellashtirish yakunlarini chiqarishda  $M_M$  model ustida tajriba rejasiga muvofiq olingan natijalarning bosh xossalari belgilanishi, gipotezalar va farazlarni tekshirilishi o'tkazilgan bo'lib, bu natijalar asosida xulosalar bajarilgan bo'lish kerak. Bularning hammasi modellashtirish natijalaridan amaliy foydalanish tavsiyalarini ifodalashga imkon beradi, masalan  $S$  tizimning loyihalashtirish bosqichida.

### **Uchinchi bosqich bo'yicha texnikaviy hujjatlarni tuzish.**

Bu hujjatlar o'z ichiga quyidagilarni olish kerak: a) kompyuterli eksperimentni o'tkazish rejasini; b) modellashtirish uchun kirish ma'lumotlar to'plamlari; v) tizimni modellashtirish natijalari; g) modellashtirish natijalarini tahlili va bahosi; d) olingan modellashtirish natijalari bo'yicha xulosalar; e) kompyuterli modelni keyingi mukammallashtirish yo'llarini va uni amalga oshirishning mavjud sohalarini ko'rsatishlarni.

Shunday qilib,  $S$  tizimning modellashtirish jarayoni modellashtirish sanab o'tilgan bosqichlarini bajarishiga olib keladi.  $M_M$  konseptual modelini qurish bosqichida modellashtirish ob'ektni tadqiqi o'tkaziladi, kerakli approksimatsiyalar aniqlanadi va modelning mantiqiy sxemasi va dasturning sxemasini ketma-ket qurish yo'li bilan modellashtirish ikkinchi bosqichida  $M_M$  kompyuterli modelga qayta o'zgartiriladigan umumlashgan sxemasi quriladi. Modellashtirish oxirgi bosqichida EHMda ishchi hisoblar o'tkaziladi,  $S$  tizimning modellashtirish natijalarini olinadi va talqin qilinadi.

## **NAZORAT SAVOLLARI**

1. Model deganda nimani tushunasiz?
2. Model xodisa va jarayonni qanday akslantirishi kerak?
3. Modelning takribiylik xarakteri qanday kurinishlarda namoyon bo'ladi?
4. Modellashtirish uslublaridan qayerda foydalaniladi?
5. Modellashtirish qanday obektlarni o'rganishda, ayniqsa, muhim?
6. Modellarini qanday turlarga ajratish mumkin?
7. Abstrakt va fizik modellarining farqi nimada?
8. Imitasion model deganda nimani tushunasiz?
9. Matematik model qaysi sohada ko'p qo'llaniladi?
10. Matematik modelni tahlil qilish nimalarga olib kelishi mumkin?
11. Kompyuterda modellashtirish texnologiyasining umumiy ko'rinishini qanday tasavvur qilasiz?
12. Kompyuterda modellashtirishning qanday yo'nalishlarini bilasiz?

**2 BO'LIM**

**MATHEMATICA KOMPYUTER  
SISTEMASI HAQIDA UMUMIY  
MA'LUMOTLAR**

**M**athematica integrallashgan sistemasi hozirgi kunda, mavjud kompyuter dasturlari orasida yetakchi o'rinlardan birini egallaydi. Mathematica sistemasining 4(2000 yil)- va 5 (2003 yil) - variantlari o'zlarining qulay va tushunarli interfeysi (foydalanuvchining muloqot muhiti) va turli-tuman xarakterdagi hisoblash jarayonlariga qo'llanilish imkoniyatining mavjudligi bilan o'zlarining oldingi avlodlaridan keskin farq qiladi. Keyingi 20 yil ichida Mathematica sistemasi takomillashib juda katta muvaffaqiyatlarga erishdi. Shu kunlarda muhandislar, iqtisodchilar, aniq fanlar mutaxassislari o'zlarining ilmiy tadqiqotlarida Mathematica dasturiy sistemasining imkoniyatlaridan unumli foydalanmoqdalar. Jahonning yetakchi universitetlari o'zlarining o'quv jarayonlariga bu sistemani keng ko'lamda joriy qilganlar. O'rta umumiy ta'lim o'quv yurtlarida Mathematica dasturiy sistemasini o'quvchilarga aniq fanlarni o'qitishda muvaffaqiyatli qo'llamoqdalar.

**§1. Mathematica sistemasi va kompyuter algebrasi tizimlari  
orasida tutgan o'rni.**

Amerika Qo'shma Shtatlarining Wolfram Research, Inc. kompaniyasi tomonidan yaratilgan Mathematica tizimi fizik olim Stefan Wolfram tomonidan 1987 yilda taklif etilgan bo'lsada, 1988 yilda Mathematica tizimining 1-lahjasi(versiyasi) jamoatchilik hukmiga havola etildi. Mathematica dasturiy tizimi Amerika jamoatchiligi tomonidan shu yilda, ya'ni 1988 yilda yaratilgan buyuk texnik va matematik kashfiyotlarning 10 tadan bittasi sifatida qayd etilgan. Mathematicaning dastlabki varianti asosan Macintosh turidagi kompyuterlar uchun mo'ljallangan bo'lsada, ko'p o'tmay (oradan 6 oydan so'ng) MS-DOS operatsion tizimi muhitida ishlaydigan Mathematica tizimining yangi versiyasi ham paydo bo'ldi. 1991 yilda tizimning Mathematica 2 versiyasi, 1996 yilda esa Mathematica

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

3.0 versiyalari taklif etildi. Shundan keyin bu dasturiy tizim 20 dan ortiq operatsion tizimlar, ya'ni Microsoft Windows, Windows NT, OS/2, Linux, Unix va boshqa operatsion tizimlar muhitida ishlash uchun moslashtirildi.

Hozirgi kunda Mathematica 4 (2000 yil) va Mathematica 5 (2003 yil) tizimlari keng ko'lamda foydalanilmoqda. Mathematica 4.0 va Mathematica 5.0 tizimlari o'zlarining qulay va tushunarli interfeysi turli-tuman xarakterdagi hisoblash jarayonlariga qo'llanilish imkoniyatining mavjudligi bilan o'zlarining oldingi avlodlaridan keskin farq qiladi. Shu kunlarda muhandislar, iqtisodchilar, aniq fanlar mutaxassislari o'zlarining ilmiy tadqiqotlarida Mathematica dasturiy tizimining imkoniyatlaridan unumli foydalanmoqdalar. Jahonning yetakchi universitetlari o'zlarining o'quv jarayonlariga bu tizimni keng ko'lamda joriy qilganlar.

Shunday tabiiy savol tug'iladi: «Shuncha ilm ahlini, muhandislarini qolaversa o'qituvchi – professorlarni, talabalarni o'zining imkoniyatlari bilan o'ziga rom qilgan bu tizimning imkoniyatlari qay darajada? U o'zining qaysi tomonlari bilan mavjud tizimlar va dasturlash tillaridan farq qiladi?»

Ushbu bo'limda yuqoridagi savollarga javob izlashga harakat qilamiz.

Mathematica dasturiy tizimi, avvalo sonli va analitik(simvulli) hisoblashlarni yuqori tezlikda va aniq bajarishga mo'ljallangan dasturiy tizimdir.

Bu tizim, yuqorida sanalgan tizimlar kabi, amaliy dasturlar ta'minoti (ADT) yaratuvchi mutaxassislar uchun quyidagi:

- matematik amallar: ifodalarni soddalashtirish, ular ustida algebraik shakl almashtirishlar bajarish, turli tenglama va tengsizliklarni sonli va analitik yechish, differensiallash, integrallash, matritsalar ustida algebraik amallarni bajarish, optimallashtirish masalalarini hal qilish, turli ko'rinishdagi (oshkor, oshkormas, parametrik va h.k) funksiyalarni grafiklarini yasash masalalarini tez va aniq amalga oshirish;
- hujjatlar va dasturlarni yaratish hamda tahrirlash imkoniyatini beruvchi matn muharrirlari;
- foydalanuvchilar uchun interaktiv rejimda (bevosita muloqot asosida) ishlash imkoniyatini beruvchi ko'p oynali interfeysi;
- yuqori saviyada tashkil etilgan ma'lumotnoma tizimi;
- analitik va sonli ifodalar ustida amallar bajaruvchi protsessor;
- muloqot jarayonidagi noaniqliklarni ko'rsatuvchi diagnostika tizimi;
- tizimning bevosita yadrosiga birlashtirilgan tayyor dastur va funksiyalar kutubxonasi;

vositalaridan unumli foydalanish imkonini beradi.

Yuqorida sanalgan vositalar amaliy dasturiy ta'minot yaratish jarayonida o'rganiladigan masalaning matematik modelini qurish, hisoblash usullarini

### **Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

tanlash, hisoblash eksperimentlarini o'tkazish va olingan natijalarni tahlil qilish jarayonini to'liq avtomatlashtirish imkonini beradi. Bu esa ADT ni tashkil etishning protsedurasini va masalalarni EHM da yechishning an'anaviy ketma-ketligini tubdan o'zgartirishga olib keladi.

Hozirgi kunda amaliy masalalarni sonli va analitik yechishda Mathematicadan tashqari Maple, Mathcad, Matlab, Derive, Statistica va shunga o'xshash dasturiy tizimlar ham keng qo'llanilmoqda. Foydalanuvchi oldida, tabiiyki, quyidagicha savol paydo bo'ladi: «Mavjud tizimlardan qaysi biridan qanday sharoitda foydalanish maqsadga muvofiq?».

Ushbu savolga javobni quyidagi jadvaldan ko'rish mumkin:

<b>N</b>	<b>Dasturiy tizim</b>	<b>Vazifasi va imkoniyatlari</b>	<b>Kamchiliklari</b>
1.	<b>Derive 4.01 4.11</b>	O'rta maktab o'quvchilari va oily o'quv yurtlarining boshlang'ich kurs talabalari uchun mo'ljallangan. 1)Funksional dasturlashni o'rganish imkoniyatining mavjudligi 2)Uncha murakkab bo'lmagan analitik hisoblashlarni bajarish mumkinligi 3)Barcha buyruqlarini rus tiliga o'girilganligi	1)Grafika imkoniyatlari chegaralangan 2) Operatorli dasturlash imkoniyatini mavjud emasligi 3)Maxsus funksiyalarning qiy-matlarini analitik hisoblash imkoniyatini yo'qligi
2.	<b>Mathcad 8 2000</b>	1)Grafiklar qurish imkoniyati juda ajoyib bo'lib, foydalanuvchi bilan muloqot muhiti namunali yo'lga qo'yilgan. 2)Ma'lumotlarni palitralar vositasida kiritish imkoniyatini mavjudligi 3)Operator va funksiyalarni o'rinni tanlanganligi 4)Bu sohada adabiyotlarni etarli darajada mavjudligi	1)Analitik hisoblashlarni imkoniyatini chegaralanganligi 2)Dasturlash tilining soddaligi va imkoniyatini chegaralanganligi 3)EHMdada katta resurslarni talab qilinishi 4)Ruslashtirilgan ma'lumotlar tizimini mavjud emasligi
3.	<b>Maple V R4 R5 R6 </b>	1)Universitetlarning yuqori bosqich talabalari va ilmiy texnik hisoblashlarga mo'ljallangan 2)3000 taga yaqin analitik hisoblashlarni bajarishga mo'ljallangan funksiyalari va buyruqlari mavjud 3)Ma'lumotlar tizimi juda qulay shaklda tashkil etilgan 4)Hujjatlarni yuqori saviyada formatlash imkoniyati mavjud	1)Tovushlarni sintez qilish imkoniyatining yo'qligi 2)Katta hajmda EHM resurslarini talab qilinishi 3)Yuqori malakali mutaxassislarga va matematiklarga mo'ljallanganligi

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

4.	Mathematica - 4/5	1) Universitetlarning yuqori bosqich talabalari va ilmiy texnik hisoblashlarga mo'ljallangan 2) Turli platformadagi EHMlarga mo'ljallanganligi 3) Tovushlarni sintez qilish imkoniyatining mavjudligi 4) Ma'lumotlar tizimi juda qulay shaklda tashkil etilgan 5) Hujjatlarni yuqori saviyada formatlash imkoniyati mavjud	1) Katta hajmda EHM resurslarini talab qilinishi 2) Yuqori malakali mutaxassislar va matematiklarga mo'ljallanganligi
----	-------------------	--	--

Shunday qilib, yuqoridagi jadvalga qo'shimcha ravishda shuni aytish mumkinki, Mathematica 5.0 tizimida barcha bajariladigan ishlar bloknot (hujjat) sifatida tashkil qilinib, muloqot interaktiv rejimda amalga oshiriladi.

Yuqoridagi jadvalda tavsiflari keltirilgan dasturiy tizimlardan foydalanishning ommaviylashuviga quyidagi faktorlar:

- kompyuterlar odatdagi uy elektr jihozlari qatoridan o'rin olayotganligi;
- hozirgi zamon talabasi, ilmiy xodimi va mutaxassisi hayotida Internet tarmog'idan foydalanish kundalik ehtiyojga aylanganligi;
- o'quvchi va talabalarga bilim berishda dasturiy tizimlardan o'qitish vositasi sifatida foydalanish darajasining oshishi;
- dasturiy tizimlardan foydalanishga doir maxsus adabiyotlarni ko'payganligi asos - sabab bo'lmoqda.

Holbuki rivojlangan mamlakatlarda bu tizimlar o'qitish jarayonining ajralmas qismiga aylanib qolgandir. Masalan, AQSh, Xitoy, Yaponiya va Germaniya davlatlarida bu tizimlardan nafaqat o'qitish jarayonida, balki ilmiy-texnik hisoblashlarda unumli foydalanilmoqda. MDH mamlakatlari orasida bu borada Belorussiya respublikasining professor o'qituvchilari, muhandislari va olimlar peshqadamligni qo'ldan bermay kelmoqdalar.

Bizning nazarimizda, ushbu qo'llanmada respublikamizda birinchi marta o'zbek tilida kompyuter algebrasi tizimlarining imkoniyatlari qisqacha bayot qilingan. Shuning uchun, ushbu qo'llanma, ba'zi xatoliklardan holi bo'lmasligi mumkin. Bizning keyingi tadqiqotlarimiz Mathematica sistemasining boshqa imkoniyatlarini yanada batafsil yoritishga hamda bu sistema vositalarini amaliy fanlarini o'qitishga tatbiq etishdan iborat bo'ladi.

## §2. Mathematica sistemasining tuzilishi va interfeys oynasining tarkibi.

Mathematica tizimini, boshqa shu turdagi tizimlarga nisbatan ustunliklaridan biri - uni turli kompaniyalar (firma)larning (Macintosh, Apple

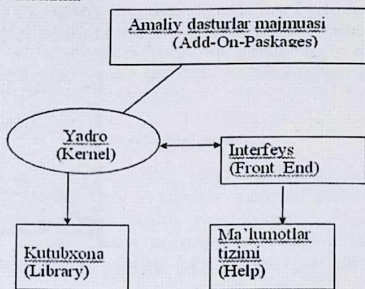
### Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

va x.k) EHM lari uchun bir xilligi, ya'ni barcha shaxsiy EHM lar uchun moslashtirilganligidir.

Uning ishlash prinsipi, asosiy qismlari:

- Yadro;
- Interfeys;
- Amaliy dasturlar majmuasi(paketi),
- Kutubxona;
- Ma'lumotlar tizimlarining quyidagi o'zaro aloqasi (bog'liqligidan) ko'rish mumkin

Sxemadan ko'rish mumkinki, bunda asosiy o'rinni Yadro (*Kernel*) tashkil etadi. *Yadro* aniq bir EHM tuzilishiga bog'liq bo'lmasdan, u asosan matematik hisob-kitoblarni bajarishga mo'ljallangan. Bu tizimni aniq bir EHM platformasiga moslashtirish (yo'naltirish) uchun *Interfeys protsessori (Front End)* xizmat qiladi. *Kutubxona (Library)* esa *Yadroga* biriktirilgan mavjud funksiyalar safini kengaytirish uchun mo'ljallangan. Sonli analiz usullarining algoritmlarini hamda amaliy masalalarni yechish algoritmlarini va dasturlari *Amaliy dasturlar majmuasi (ADM) (Pakety rasshireniye-AAD-ON-Paskages)* da mujassamlashtirilgan. Bu dasturlar *Mathematica* dasturlash tilida tuzilgan bo'lib, bu majmuani foydalanuvchi tomonida kengaytirish imkoniyati ham ko'zda tutilgan, ya'ni foydalanuvchining o'zi ham ma'lum bir sinfdagi masalalarning yechish dasturlarini tuzib, ushbu majmuaga qo'shib quyishi mumkin.



1.1-rasm.

Bundan tashqari, *Mathematica* dasturiy tizimi, tizimga biriktirilgan *Ma'lumotlar tizimi (Help)* ga egadir. Bu ma'lumotlar o'zida 6 ta elektron

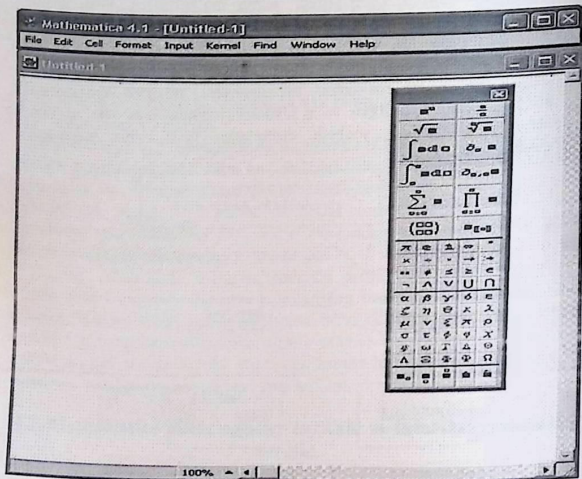
**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

darslikni jamlagan bo'lib, bu elektron kitoblarda "jonli" misol ko'rsatmalar jamlangan. Ya'ni, foydalanuvchi elektron darsliklarni foydalanganda, ularda keltirilgan qoida va namunaviy ko'rsatmalarni o'zining ma'lumotlari yordamida tekshirib ko'rishi mumkin.

Interfeys oynasining tarkibi. Ixtiyoriy dasturiy tizimdan foydalanish uchun uning foydalanuvchilar bilan muloqot muhiti (interfeysi) ni bilish zarur. Mathematica 4.0 tizimining Windows operatsion muhitida joylashtirilgan interfeysi bilan tanishamiz. Mavjud dasturiy tizimlar: Mathematica, Mathcad va h.k ham Windows operatsion muhitida ishlagani sababli ularning interfeyslari Microsoft Office 9X muhitidagi dasturlar (Word, Excel, Power Paint) interfeyslariga o'xshashdir.

Shunday qilib, Mathematica tizimining interfeysi, umumiy holda quyidagicha (1.2-rasm):

Oyna sarlavhasi	Holatlar satri
Menyular satri	Prokrutka chizg'ichlari
Ishchi soha	



1.2- rasm. Interfeys oynasining ko'rinishi

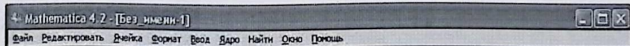
## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

*Sarlavhada* Mathematica tizimining belgisi va joriy "ishchi soha"dagi hujjatning nomi ko'rsatiladi. E'tibor berilsa, Mathematicada, boshqa dasturlardagidek, "Vositalar paneli", "Formatlash paneli" va shunga o'xshash satrlar mavjud emas. Tizim mualliflari tomonidan, bu yordamchi vositalar-panellarining o'rniga turli matematik belgilar funksiyalar, tizimni boshqarish buyruqlarining (ularning soni 700 dan ortiq) piktogrammalarini o'zida mujassamlashtirgan *palitralar kiritilgan*.

**Prokrutka chizg'ichlari.** Bu chizg'ichlar tizim oynasining o'ng va ostki qismlarida joylashgan. Ular ishchi sohadagi matnni vertikal va gorizontal yo'nalishlarga siljitish uchun ishlatiladi. Har bir chizg'ichda "yugurdak"(begunok) o'rnatilgan bo'lib, u orqali oyna hujjatning qaysi joyiga kelganini bilib olish mumkin.

**Holatlar satri.** Bu satr ishchi sohaning ostki qismida joylashgan. Hujjatni kiritish davomida bu satrda ko'rsatkichlar holati, menyu va buyruqlar haqida ma'lumotlar berib boriladi.

**Menyular satri.** Matematika tizimida ham boshqa dasturlardagi kabi, bajarilayotgan amallar menyu qismlari orqali tartibga solinadi.



### 1.3- rasm. Menyular satrining ko'rinishi

Menyular satri (1.3- rasm) quyidagi qismlardan: Fayl (File), Redaktirovat (Edit), Yacheyka (Cell), Format (Format), Vvod (Input), Yadro (Kernel), Nayti (Find), Okno (Window), Pomosh (Help). Bu qismlarning orasida "Fayl" va "Redaktirovat"ning ko'pgina bandlari Windowsning barcha amaliy dasturlaridagi (Fayl va Pravka) kabitir.

#### Fayl (File) menyusi

Bu menyuda fayllar bilan ishlash, yangi hujjatlar uchun oyna yechish, oldingi saqlangan hujjatlarni xotiradan chaqirish, joriy hujjatni yopish, tayyorlangan hujjatni diskga yozish, yangi oynadagi hujjatga nom berib saqlash, matnni hujjatga qanday joylashganini oldindan ko'rish, hujjatlarni chop etish hamda tizimdan chiqish kabi bir qator ishlarni amalga oshirish mumkin.

Fayl menyusining ba'zi bir bandlari bilan tanishamiz:

- Новыу (New-Ctrl+N) - yangi hujjat uchun oyna hosil qilish;
- Открыт (Open-Ctrl+Q) - mavjud oynani yuklash;
- Сохранит (Save-Ctrl+S) - hujjatni yozish ;

- Закрыт (Close-Ctrl+F4) - joriy oynani yopish;
- Сохранит как (Save as-Shift +Ctrl+S)- hujjatni nomini o'zgartirib yozish;
- Сохранение osobo (Open Special)- fayllarni maxsus formatlarda ochish;
- Палитры (Paletters)- palitralarni ishchi sohaga chaqirish
- Параметры печатаи (Printing Settings)- chop etish parametrlarini o'rnatish;
- Печатаи (Print)- joriy hujjatni chop etish
- Выход (Exit-Alt+F4)- tizim ishini yakunlash.

*Fayl, yacheyka va bloknot tushunchalari.* Ma'lumki, fayl tushunchasi har qanday dasturiy muhitning asosiy vositalaridan biridir. Mathematica tizimida fayllar ham ikkita katta sinfga: *sistemali fayllar* va *foydalanuvchi tomonidan tuzilgan fayllarga* bo'linadi.

Dastlabki paytlarda Mathematica tizimida tuzilgan hujjatlarning fayllari *.ma* (Mathematical-applications-so'zlarining bosh harflari) kengaytmali bilan foydalanilgan. Bunday kengaytmali fayllarni muharrirlash oynasiga chaqirib to'ldirish, tahrirlash yoki bajarish mumkindir. Bunday fayllarni tizimga yozib qo'yish jarayonida, tizimning resurslari tomonida, bir vaqtning o'zida, *.mb* kengaytmali binar fayllar ham hosil kilinadi. Bunday faylning *.mb* kengaytmada hujjatning, berilgan matnning grafik obrazini hosil qilinadi.

Mathematica tizimining 3/4 - versiyalarida hujjatlarni "*Bloknot*" yoki "*Zapishnaya knijka*" (rus tilida) yoki *Notebook* (ingliz tilida) atash qabul qilinadi. O'zbek tilidagi bayonlarimizda esa bunday bloknotlarni "*Hujjat*" deb atashga kelishib olamiz. Shunday qilib, *bloknot* - hujjatlarda oddiy matn yoki grafik yoki boshqa ma'lumotlarni saqlash mumkin. *Bloknot hujjatlar .nb* kengaytmali matnli fayllar sifatida foydalaniladi. Bunday kengaytmali fayllarni ASC II formatli ixtiyoriy matn muharriri tomonidan o'qish va tahrirlash mumkin.

Hujjatlardagi barcha ma'lumotlar *yacheykalarda* saqlanadi. Yacheykalarining xarakteri ular bajaradigan funksiyalarga hamda ulardagi ma'lumotlarning turiga bog'liqdir. Yacheykalarini o'ng tomonidagi ko'rangdagi kvadrat *qavs (o'rta qavs - J)*, ularning o'lchovini, *stili(uslubini) xarakterini* anglatadi. Shu o'ng tomondagi o'rta qavslardagi ortiqcha belgilarga ko'ra uning *atributi (xossasi)ni* aniqlash mumkin.

Shunday qilib, har bir yacheyka ma'lum bir maqsad uchun yo'naltiriladi va foydalaniladi.

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Masalan, hujjatning sarlavhasi – nomi yozilgan yacheyka faollashmagan (“inactive” - neaktivnaya) deb ataladi. Faollashmagan yacheyka hisoblashlarda foydalanilmaydi. Hisoblash natijalarini chiqarish (Chop etish) ga mo'ljallangan yacheyka formatlangan (formatted) - formatirovannaya) deb ataladi. Bu yacheyka ham tahrirlanmaydi. Kiritish ma'lumotlarini o'zida aks ettiruvchi yacheyka esa formatlanmagan (unformatted) - neformatirovannaya) deb atalib u tahrirlanadi. Faollashmagan yacheyka oxiridagi o'rta qavs ( ) ning yuqori qismida gorizontaal chiziqcha belgisi turadi.

Bundan tashqari, yopilgan (zakrytaya), initsializatsiya qilingan (initsializirovannaya) yacheyka tushunchalari ham mavjud. Yopilgan yacheykaning o'ng tomonidagi o'rta qavsning yuqori qismida «x» belgisi turadi. “Locked” buyrug'i orqali yopilgan yacheykani ochish mumkin. Odatda tashqaridagi turli tasodifiy aralashishlardan yacheykani himoyalash maqsadida, yacheyka yopib qo'yiladi.

Har bir yacheyka hujjatda o'zining aniq bir stili (uslubi) ga egadir. Ya'ni, yacheykadagi matnning shrifti, o'lchami, rangi bo'lishi mumkin.

Endi Amaliy dasturlar majmuasi (ADD – Ons ) haqida qisqacha fikr yuritaylik. Amaliy dasturlar majmuasi (ADD – Ons ) ADDOns katologiga joylashtirilgan bo'lib, u o'zida 150 dan ortiq amaliy masalalarni yechish algoritmlarini (dastur)larini mujassamlashtirgan. Juda ko'p qo'llaniladigan ba'zi dasturlar majmualari bilan tanishib chiqamiz:

- Algebra – ko'phadlar ustida turli algebraik amallar, algebraik tengsizlik va h. k;
- Calculus – hosilalarni, integrallarni, limitlarni simvolli hisoblash, Fur'e va Laplasning to'g'ri va teskari almashtirishlari, chiziqsiz algebraik tenglamalarni yechish, differensial tenglamalarni yechish va h. k.;
- LinearAlgebra – chizikli algebra masalarini yechish;
- Miscellaneuos- fizikaviy miqdorlarni o'lchov birliklarini berish, kimyoviy elementlar haqida ma'lumotlar ;
- NumberTheory – sonlar nazariyasining funksiyalari;
- Geometry – geometrik hisoblashlar uchun funksiyalar, muntazam to'g'riburchak va ko'pburchaklarni yasash, geometrik figuralarni aylantirish (tekislikda ham fazoda);
- Graphics - maxsus ko'rinishdagi geometrik figuralar va sirtlarni grafiklarini yasash, parametrik, oshkor va oshkormas ko'rinishdagi funksiyalarning grafiklarini yasash va h.k.

Barcha fayllarda yechiladigan masala uchun yetarli darajada tushuntirish matnlari(izohlar), algoritmlar berilgan( faqat ingliz tilida). Bu izoh va

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**  
tushuntirish matnlari qo'yilgan masalani o'rganishni va ulardan foydalanishni  
osonlashtiradi.

### **Redaktirovat (Edit) menyusi**

Hujjatlarni tahrirlashning barcha amallari Redaktirovat menyusida  
keltirilgan.

Ushbu menyuning ba'zi bandlarini tavsiflarini keltiramiz:

- Otmena (Undo - Ctrl+z) - amallarni rad etish;
- Vyrezat (Cut - Ctrl+x) - yacheykadagi matnni qirqib buferga o'tkazish;
- Kopirovat (Copy - Ctrl+c) - yacheykadagi ma'lumotni nusxasini olish;
- Vstavit (Paste - Ctrl+v) - buferdagi ma'lumotni yacheykaga joylashtirish;
- Vstavit kak (Paste as) - buferdagi ma'lumotni berilgan formatda yacheykaga joylashtirish;
- Videlit vse (Select all - Ctrl+a) - barcha yacheykalarni belgilash (tanlash);
- Pomestit ob'ekt (Insert Object) - ob'ektlarni joylashtirish;
- Orfograficheskaya proverka (Check Spelling) - orgrofiya nuqta- nazaridan tekshirish;
- Nastroyki (Preferences) - tizimni sozlash oynalarini chaqirish.

### **Yacheyka (Cell) menyusi**

Yacheykalar hujjatlarning asosiy qismlari hisoblanadi. Yacheyka bir  
biridan *statusi (maqomi)* bilan farq qilib, uning tipi va turli holatlardagi  
ko'rinishlari - ularning asosiy xarakteristikasi hisoblanadi.

Yacheyka menyusi da yacheykalar ustida amallar bajarishni tashkil  
etadigan buyruqlar joylashtirilgan.

Ushbu menyuning ba'zi buyruqlarining tavsiflari quyidagicha:

- Konvertirovat v (Convert to) - yacheyka formatini almashtirish;
- Otobrazit kak (Display As) - yacheyka ko'rinishini formatini almashtirish;
- Opsii yacheyki (Cell Properties) - yacheykalarni xossalarini o'rnatish;
- Gruppировka yacheyek (Cell Grouping) - yacheykalarni guruhlash;
- Statistika razmerov yacheyki (Cell Size Statistics) - yacheykalarining  
o'lchamlari haqida ma'lumotlarni olish va h.k.

### **Format (Format) menyusi**

Mathematica tizimida kiritish va chiqarish yacheykalarining formatlashni  
turli imkoniyatlari mavjud. Bu imkoniyatlarga yacheykalarni o'lchamlarini,  
simvollarning ranglarini, Shriftlarni tanlash va h.k. lar kiradi.

Format menyusi (8-rasm) bir necha bandlardan tashkil topganini ko'ri  
qiyin emas. Bu buyruqlar odatda nashriyot masalalarini qulay va tez hal qili  
uchun qo'llaniladi.

### **Vvod (Input) menyusi**

Ma'lumki hisoblarni bajarishdan oldin hisoblashlar uchun kerakli ma'lumotlarni va matematik ifodalarni kiritish zarur.

Ushbu masalalar Vvod(Input) menyusi orqali hal qilinadi.

Menyudagi ba'zi buyruqlarning bajarilish qoidalari bilan tanishaylik. Ma'lumki, ikki o'lchovli grafiklar yordamida chiziqsiz algebraik tenglamalarni qulay usullar bilan yechish mumkin. Mathematica tizimida ikki o'lchovli grafiklarning nuqtalarini koordinatalarini *Poluchit graficheskkiye koordinaty (Get Graphics Coordinates)* buyrug'i yordamida olinadi.

Jadval qiymatlarni kiritish menyuning *Sdelat tablitsu (Greate Table/Matrix/Palette)* buyrug'i orqali amalga oshiriladi.

### **Yadro(Kernel) menyusi**

Yadro menyusida ishchi sohaga yuklangan (chaqirilgan) hujjatning yacheykalari ustida Yadro tomonidan bajariladigan amallarning ro'yxati keltirilgan.

Bu qism menyuslar hisoblash jarayonini boshqarish uchun xizmat qiladi. Menyuning «Вычисление»(Evaluation) qism menyusini bandlari bilan qisqacha tanishamiz:

- Вычисление yacheyek(Evaluation Cells) – tanlangan yacheykalarni hisoblash;
- Вычисление bloknot (Evaluation Notebook) – hujjatni barcha yacheykalarini hisoblash.

Hujjatlarda kiritish va chiqarish satrlari mos ravishda *In[n]* va *Out[n]* ko'rinishida belgilanadi. Ba'zan bu belgilar hujjatlarni rasmiylashtirishda xalaqit beradi. Shuning uchun, Yadro menyusidagi *Pokazat vxodnyye /vyyhodnyye imena(Show In/Out Names)* qism menyusi bu *In[n]* va *Out[n]* larni hujjatlarda ko'rsatmaslik imkonini beradi.

### **Nayti(Find) menyusi**

Nayti menyusida matnlardagi va ifodalardagi qism matnlarni izlab topish yoki almashtirish amallarini bajaradigan qism menyular keltirilgan.

- Nayti (Find) – berilgan satrlarni (oldinga va orqaga qarab) almashtirmasdan izlash;
- Vvod vıdeleniye (Enter Selection) – tanlangan satrni izlash;
- Iskat sleduyushiy (Find Next) – oldinga qarab hujjat bo'yicha izlash;
- Iskat predıduShey (Find Previous)- orqaga karab hujjat bo'yicha izlash.;
- Iskat v tegax yacheyki (Find in Cell Tags) – berilgan etiketkali(tegli) yacheykani izlash;
- Zamenit vsyo (Replace All) – berilgan hujjatda almashtirishni bajarish.

### Okno(Window) menyusi

Mathematica tizimi ham ko'p oynali dasturlar sinfiga tegishli bo'lib, bir vaqtning o'zida bir necha hujjatlar bilan ishlash mumkin.

Okno menyusidagi qism menyular ro'yxati bilan tanishamiz:

- Vystroit okna (Stack Windows) – oynalarni kaskadli joylashtirish;
- Razmnojat v Shirinu (The Windows Wide) – oynalarni balandlik bo'yicha ustma-ust joylashtirish;
- Razmnojit v vysotu (The Windows Tall) – oynalarni yonma-yon joylashtirish.

Har bir hujjat o'zining oynasiga ega bo'lishi tabiiydir. Foydalanuvchi o'ziga qulay shaklda oynalarni joylashtirib ularda kerakli amallarni bajarishi mumkin.

### Pomosh(Help) menyusi

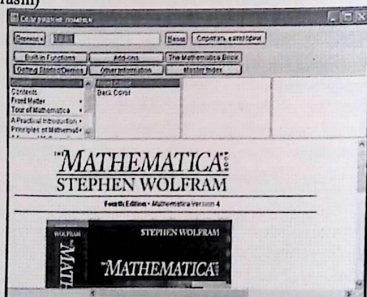
Mathematica tizimi juda ham boy ma'lumotlar tizimiga egadir.

Pomosh menyusida juda qulay usulda kerakli ma'lumotlarni topish mexanizmi ishlab chiqilgan.

Bu menyuning ishlash prinsipi hamda Mathematica da ma'lumotlar tizimi haqida keyingi paragrafda batafsil ma'lumotlar keltirilgan.

## §3. Mathematicada ma'lumotlar tizimi.

Pomosh(Help) menyusi dagi eng ko'p ishlatiladigan qism menyularni qarang chiqaylik (1.4-rasm)



1.4- rasm

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

- Obozrovatel pomoshi (Help Browser – Shift+f)
- Nayti funksii (Find Selection function) – bu ikkala qism menyularda ma'lumotlarni izlash prinsipi deyarli bir xildir. Ma'lumotlar tizimining sharhlovchisi (Brouzer) ning oynasinida, quyidagilarni ko'rish mumkin:
- Built- in Functiuons – tizim Yadrosiga birlashtirilgan funksiyalar;
- Add – Ons – amaliy dasturlar majmuasi;
- The Mathematica Book – S. Wolfram tomonidan yozilgan kitobning elektron varianti;
- Getting Started/Demos – boshlovchilar uchun qo'llanma va misollar;
- Other information – boshqa kerakli ma'lumotlar;
- Master Index - ko'rsatkichlar alfavit bo'yicha.

Boshlovchilar uchun qo'llanmada tizimning barcha imkoniyatlari misollar yordamida batafsil yoritilgan.

Ma'lumotlar tizimining Matematicheskaya kniga (The Mathematica Book) bo'limida esa katta hajmdagi ma'lumotlar (formulalar, grafiklar, turli xarakterdagi hisoblashlarning namunalari) jonli misollar yordamida keltirilgan. Boshqa ma'lumotlar bo'limida esa tizimning interfeysi haqidagi barcha ma'lumotlar va h.k. lar keltirilgan.

### **§4. Mathematicada hisoblashlarin tashkil etish**

**Butun va haqiqiy sonlar ustida amallar.** Mathematicada hisoblash uchun kerak bo'lgan amallar ketma-ketligi yoki o'qish uchun kerak bo'lgan matn ishchi sohaga yoziladi. Mathematica da bajarish uchun berilgan ma'lumotni kiritgandan so'ng *shift+enter* klavishalarini yoki qo'shimcha sonlar klaviaturasidagi *enter* klavishasini bosish zarur. Bundan keyingi bayonlarimizda quyidagicha kelishib olamiz, ya'ni kiritish va chiqarish belgilari- *In[n]* va *Out[n]* tushirib qoldirib kiritiladigan ma'lumotlarni **quyuq qora rangda**, olinadigan natijalarni esa oddiy rangda belgilanishini eslatib o'tamiz.

Dastlab Mathematica dan kalkulyator sifatida foydalanish qoidalari bilan tanishamiz. Mathematica tizimi butun qiymatli ma'lumotlar ustida amallar bajarganda, amallar o'ta aniqlikda bajariladi: Masalan,

5^40

9094947017729282379150390625

8^250

592238652153285574016181750664711973288301855894735950904.  
48457261125600917296481564746033051629885786075124004254.  
57279991804428268870599332596921062626576000993556884845.  
16107769113649609221818857293319394575679302556170217062.

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

123456789123456789123456789^2

15241578780673678546105778281054720515622620750190521

%/123456789123456789123456789

123456789123456789123456789

Bu yerda %-belgi oldingi natijadan foydalanilganligini ko'rsatadi. Ixtiyeriy asosli sonlar ustida amallar bajarilganda quyidagi konstruksiyadan foydalaniladi:  $Asos^{^}son$

16^^123abcde

305839326

2^^1010111

87

Mathematica da 1000! ni bir necha sekundlarda hisoblash mumkin. Bundan tashqari Mathematica da ixtiyeriy aniqlikda hisoblashlarni bajarish mumkin. *Ifoda- yexrr* ni son shaklida tasvirlash uchun  $N[expr]$  yoki  $N[expr, natijadagi\ kerakli\ raqamlar\ soni]$  funksiyasidan foydalanish mumkin. Masalan,  $2*\pi$  sonini 50 raqamdan iborat qiymatini quyidagicha hisoblash mumkin :

$N[2*\pi,50]$

6.283185307179586476925286766559005768394338

$BaseForm[expr, n]$  funksiyasi yordamida yexrr-ifodani  $n$  asosli sanoq sistemasida tasvirlash mumkin ( $n < 32$ ), bunda olinadigan natijadagi  $n$  satr osti indeks shaklida ko'rsatiladi:

$BaseForm[87,2]$

1010111;

$BaseForm[305839326,16]$

123abcde<sub>16</sub>

Mathematica tizimida EHM ning foydalaniladigan eng kichik va eng katta sonlarining qiymatlarini quyidagi tizim funksiyalari yordamida aniqlash mumkin:

$SMaxMachineNumber$

1.79769 10<sup>308</sup>

$SMinMachineNumber$

2.22597 10<sup>-308</sup>

Simvulli kattaliklar, satrlar va ifodalar. Simvulli satrlar tizimda qo'shtimoq belgisi ostida beriladi, ya'ni "sssss". Bunday satrlarda quyidagi boshqaruvchi belgilar ishlatilishi mumkin:

\n — yangi satrga o'tish;

\t — jadval ko'rinishda tasvirlash.

Bu fikrlarning isboti sifatida quyidagi misollar bilan tanishamiz:

"Hello\nmy\nfriend!"

Hello  
my  
friend!

"Hello\tmy\tfriend!"

Hello my friend!

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Mathematica tizimida *ifodalar* quyidagicha ifodalanadi:

*Mathematica da*

*Oddiy matematik yozuvda*

$2*\text{Sin}[x]$

$2*\sin(x)$

$2 \text{ Sin}[x]$

$2\sin(x)$

$(a + b^2 + c^3)/(3*d - 4*e)$

$(a+b^2+c^3)/(3d-4e)$

$\text{Sqrt}(2)$

$\sqrt{2}$

$\text{Integrate}[\text{Sin}[x],x]$

$\int \sin(x)dx$

Tizimda ifodalarning yozilishining ba'zi xususiyatlarini keltiramiz:

- ko'paytirish amali(\*) yoki probel(bo'shliq) bilan almashtirilishi mumkin;
- tizim yadrosiga birlashtirilgan funksiyalar (elementar va maxsus funksiyalar) ning nomlari bosh harflar bilan boshlanishi shart;
- grek alfavitining harflari lotin harflari yordamida (aytilishiga ko'ra) bilan yoziladi;
- kichik (dumaloq- (...)) qavslar ifodalarning qismlarini ajratish, o'rta qavs(kvadrat- [...]) lar funksiyalarning argumentlarini tasvirlash, katta (figurali-{...}) qavslar esa ro'yxatlarni belgilash uchun ishlatiladi

**Ruyxatlar, massivlar va ob'ektlar.**

Tizimda ishlatiladigan

murakkab ma'lumotlarni umumiy ko'rinishda, ya'ni *ro'yxatlar* (lists) ko'rinishida ifodalash mumkin. Ular vektor va matritsalar kabi quyidagi ko'rinishlarda beriladi:

- {1, 2, 3} — 3 ta butun sondan iborat ro'yxat;
- {a, b, s} — 3 ta simvulli ma'lumotdan iborat ro'yxat;
- {1, a, x^2} — turli tipli ma'lumotlar iborat ruyxat;

Umumiy holda Mathematica tizimida foydalaniladigan ob'ektlarning nomlari(identifikatorlari) ni quyidagicha farqlash mumkin:

sssss — foydalanuvchi tomonidan berilgan ob'ektning nomi;

SSSS — tizim yadrosidagi ob'ektning nomi;

SSsss — tizim ob'ektining nomi.

Tizim yadrosidagi barcha ob'ektlarning nomlarini ?\* buyruq yordamida yoki ?S\* buyruq yordamida aniqlash mumkin, bu yerda S — lotin alfavitining ixtiyeriy harfi. Xuddi shu maqsadda, Name["S"] funksiyasidan ham foydalanish mumkin. Masalan, Names["A\*"] funksiyasi yordamida A harfi bilan boshlanuvchi barcha xizmatchi so'zlarning ro'yxatini olish mumkin. Bundan tashqari, ?Name buyrug'i yordamida Name nomi bilan boshlanuvchi ixtiyoriy ta'rif yoki ko'rsatmalar haqida ma'lumot olish mumkin.

**Funksiyalar, kalitlar, atributlar va direktivalar.** Eng muhim ob'ektlardan biri funksiyadir. Funksiyaning boshqa ob'ektlardan farqi shunda u o'z nomi va formal parametrlariga ega bo'ladi. Funksiyaga murojaat qilgan uning formal parametrlarining o'miga xaqiqiy parametrlarning qiymatlari bo'yicha murojaat qilinadi. Umumiy ko'rinishi:

*Funksiya identifikatori*{01, 02, 03, ...}

Bu yerda 01, 02, 03, ... — parametrlar, ifodalar va shunga o'xshashlar bo'lishi mumkin. Ular kvadrat qavsda bir-biridan vergullar bilan ajratilib beriladi. Funksiya parametrlari orasida maxsus ob'ektlar-kalitlar ham bo'lishi mumkin. *Kalitlarlarnin umumiy ko'rinishi:* Kalitning nomi -> Kalitning qiymati. Kalitning qiymati qandaydir so'z ham bo'lishi mumkin. Masalan: funksiyani grafigini yasash uchun xizmat qiladigan:

`Plot[sin[x], {x,0,20}, Axes->None]`, bu yerda parametr `Axes->None` koordinatalar chizig'ini yo'qligini, ya'ni bekor qilinishini anglatadi. `Options[name]` funksiyasi yordamida name identifikatorli funksiya uchun barcha mumkin bo'lgan kalitlar ro'yxatini olish mumkin. Ba'zi funksiyalar Sin)uman kalitga ega bo'lmasligi, ba'zilarida esa (Solve), bir nechta kalitlar bo'lishi mumkin.

Har bir ob'ekt *atribut* deb ataluvchi xususiyatlari va belgilari (alomatlari) bilan xarakterlanadi. `Attributes [name]` funksiyasi name nomli funksiyaning barcha atributlarini ro'yxatini beradi. Masalan:

`Attributes[Sin]` {Listable, NumericFunction, Protected}

`Attributes[Solve]` {Protected}

Bundan tashqari Mathematica tizimida *direktiva* tushunchasi ham mavjud. Bu *direktiva* lar xech kandy funksiyaning qiymatini hisoblamaydi, balki bu funksiyalarning keyingi hisoblashlarda qanday bajarilishini ko'rsatib beradi

**O'zgarmaslar, o'lchovli kattaliklar va o'zgaruvchilar.** Mathematica da quyidagicha nomlangan o'zgarmaslardan foydalaniladi:

- Complex Infinity — kompleks cheksizlik;
- Degree —  $\pi/180$  qiymatga ega va bir gradusdagi radianlarning soni;
- E — natural logarifmning asosi-2,71828...;
- EulerGamma — Eyler o'zgarmasi - 0,577216...;
- I — mavhum birlik-  $\sqrt{-1}$ ;
- Infinity — «musbat» cheksizlik ( minus ishorasi oldida turgan bo'lsa -

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

«manfiy cheksizlik»);

- Catalan — Catalan o'zgarmasi - 0,915966...;
- Pi —  $\pi$  soni.

{N[Degree], N[E], N[Pi]} {0.0174533,2.71828,3.14159}  
{N[EulerGamma],N[GoldenRatio],N[Catalan]} {0.577216,1.61803,0.915966}

Bundan tashqari Mathematica tizimi fizik va ximik hisoblashlarda keng qo'llaniladigan o'lchovli birliklar bilan amallar bajarish qobiliyatiga ega. Masalan: 1 Meter ili 0.5 Second.

Mathematica tizimidagi barcha o'zgaruvchilar, agar maxsus ko'rsatma bo'lmasa, *global* xarakterga egadir. Quyida o'zgaruvchilarga qiymat berishning asosiy usullari bilan tanishamiz:

- $x = \text{value}$  —  $x$  o'zgaruvchiga  $\text{value}$  qiymati berildi;
- $x = u = \text{value}$  —  $x$  va  $u$  o'zgaruvchilarga  $\text{value}$  qiymati berildi;
- $x := \text{value}$  —  $x$  o'zgaruvchiga  $\text{value}$  qiymati kechiktirilib beriladi;
- $x =.$  —  $x$  o'zgaruvchining oldingi holati bekor qilinadi.

Misollar:

- $g = \text{Plot}[\text{Sin}[x], \{x, 0, 20\}]$  -  $g$  o'zgaruvchiga qiymat grafik ob'ekt sifatida berildi;
- $u = 1 + x^2$  —  $u$  o'zgaruvchiga simvollar qiymati  $(1 + x^2)$  ifoda ko'rinishida berildi;
- $z = \{1, 2, x, a + b\}$  -  $z$  o'zgaruvchiga qiymat 4 ta elementdan iborat ro'yxat sifatida berildi.

Qiymat berish operatorlari  $=$  va  $:=$  farqlarini anglash uchun quyidagi misol bilan tanishamiz:  $a=12$  ning natijasi - 12,  $b:=15$  ning natijasi Har xil satrlarda  $b$  va 15 ga teng.

**O'rniga qo'yish amali va foydalanuvchi funksiyasi.** Mathematica tizimida o'rniga qo'yish amali belgilar kombinatsiyasi- /. (slesha va nuqta) yordamida amalga oshiriladi:  $\text{yexpr} /. x \rightarrow \text{value}$  —  $\text{expr}$  ifodada  $x$  o'zgaruvchining o'rniga  $\text{value}$  qiymati qo'yiladi; yoki  $\text{expr} /. \{x \rightarrow \text{xvalue}, u \rightarrow \text{yvalue}\}$ ;

$$\begin{array}{ll} 1+x^3/.x->1+z & 1+(1+z)^3 \\ x^2+2*x+3/.x->2 & 11 \end{array}$$

Umuman olganda o'rniga qo'yish (rule) amalida quyidagi ikki usul qo'llaniladi:

$\text{lhs} \rightarrow \text{rhs}$  —  $\text{lhs}$  tugridan to'g'ri  $\text{rhs}$  o'rniga qo'yiladi;

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Ihs : > rhs — kechiktirilgan o'rniga qo'yish (ruledelayed), bunda Ihs - rhs bilan almashtiriladi:

$$r:=1+x^2+3*x^3$$

$$r/.x->1+u \quad 1+(1+u)^2+3(1+u)^3 f[1]-f[2],f[3]/.f[n_]->n^2$$

$$f[n_]:=n^2 f[4]+f[y]+f[x+y] \quad 16+u^2+(x+u)^2$$

Foydalanuvchi funksiyasini berish va anglash yoki yo'qotish uchun quyidagi usullar qo'llaniladi:

- $f(x_)$  :=  $x^3$  - f nomli foydalanuvchi funksiyasini kechiktirib berilishi;
- $f(x_)= x^3$  — f nomli foydalanuvchi funksiyasini berilishi;
- ?f — f haqida ma'lumotlarni olish;
- Clear[f] — f funksiyaning barcha xossalarini bekor qilish.

Yuqoridagi belgilashlarda  $x_$  dagi “\_” - belgi *namuna(obrazets)* lar hosil qilish uchun ishlatiladi.

### §5. Mathematicaning operator va funksiyalari

#### Arifmetik operatorlar

Mathematica da (+, -, \*, / va ^) operatorlardan tashqari yexrg //N. operator ham mavjud. Bu operator yexrr ifodani (ma'lum bir aniqlikda) taqribiy qiymatini aniqlab beradi. % - belgi oldingi amalning natijasini, %% - belgisi esa ikkita oldingi amalning natijasini aniqlab beradi va h.k.

Agar x ning qiymati bo'lsa, u holda **MantissaExponent[x]** funksiya x ni mantissasi va tartibini ro'yxat ko'rinishda hosil qiladi. Keyingi ikkita **Rationalize[x]** va **Rationalize[x, dx]** funksiyalar x ning qiymatlarini ratsional ko'rinishda hosil qiladi (ikkinchisi berilgan aniqlikda).

$$\text{Rationalize}[N[\text{Pi}], 10^{-3}] \quad \frac{355}{113}$$

$$\text{Rationalize}[N[\text{Pi}], 10^{-12}] \quad \frac{5419351}{1725033}$$

Mathematicaning xususiyatlaridan yana biri shundaki operatorlarni *qisqartirilgan* ko'rinishda ifodalash mumkinligida.

Funksiya	Operator	Mazmuni
Increment[i]	++	i ning qiymati foydalanilgani qadar uning qiymatini 1 taga oshiradi
PreIncrement[i]	++i	i ning qiymati foydalanilgani qadar uning qiymatini 1 taga oshiradi

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

<b>PreDecrement[i]</b>	--i	qiymatini 1 taga oshiradi i ning qiymati foydalanilgani qadar uning qiymatini 1 taga kamaytiradi
<b>AddTo[x, d]</b>	x += dx	x ning qiymatiga dx qo'shib x ga yoziladi
<b>SubtractFrom[x, dx]</b>	x -= dx	x ning qiymatidan dx ayrilib x ga yoziladi
<b>DivideBy[x, s]</b>	x /= s	x ning qiymati s bo'linib x ga yoziladi

Operatorlarning qisqartirilgan shakli yozuvlarni ixchamlasada, ammo ifodaning tushunish sal murakkablashadi.

Kiritish	Chiqarish
i=0	0
++i; ++i; ++i	3
-I	4
i-	5
i --	4

### Arifmetik funksiyalar.

Mathematica da arifmetik amallarni bajarish uchun quyidagi arifmetik funksiyalardan foydalaniladi:

- **Divide[x, u]** — x ning qiymati u ga bo'linadi, ya'ni bu amalning natijasi  $x \cdot u^{-1}$  ga teng;
- **Plus[x, u, ...]** — ro'yxatdagi barcha elementlarning yig'indisini hisoblaydi;
- **Mod[m, n]** — m ning n ning bo'lishdagi qoldiqni aniqlaydi;
- **Times [x, u, . . . ]** — ro'yxatdagi barcha elementlarning ko'paytmasini hisoblaydi;

Misollar:

<b>Divide[1.,3]</b>	0.333333
<b>Mod[123,20]</b>	3
<b>Mod[123,-20]</b>	-17
<b>Mod[-123,20]</b>	17
<b>Plus[2,3,4]</b>	9
<b>Times[2,3,4]</b>	24

x va u larning qiymatlarini o'rnini almashtirish maqsadida  $\{x, u\}=\{u, x\}$  yozuvdan foydalanish mumkin. Quyidagi funksiyalar xaqiqiy sonlarni ma'lum

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

bir qoidalar buyicha ularga yaqin butun sonlar bilan almashtirish uchun xizmat qiladi:

- **Ceiling**[x] — x dan katta yoki teng bo'lgan eng kichik butun sonni aniqlaydi;
- **Floor**[x] — x ga kichik yoki teng bo'lgan eng katta butun sonni aniqlaydi;
- **Quotient**[n, m] —  $n/m$  nisbatni butun qiymatini, **Floor**[ $n/m$ ] dagidek aniqlaydi;
- **Round**[x] — x eng yaqin songacha yaxlitlaydi.

Yuqoridagi funksiyalarning argumenti fakat birta qiymatdan iborat qilib ko'rsatilgan bo'lsada ularning argumentlari ro'yxatlardan ham iborat bo'lishini uqtirib o'tamiz. Misollar:

**Selling**{-5.9,-5.1,5.5,1.5,9}      {-5, -5, 5, 6, 6}

**Floor**{-5.9,-5.1,5.5,1.5,9}      {-6, -6, 5, 5, 5}

**Round**{-5.9,-5.1,5.5,1.5,9}      {-6,-5, 5, 5, 6}

Ba'zi funksiyalar butun sonlarning bo'luvchilarini topish va EKUK ini topish imkoniyatini beradi. Masalan::

- **Divisors**[n] — n sonning bo'luvchilarini ro'yxatini beradi;
- **DivisorSigma**[k, n] — n sonning musbat bo'luvchilarining k darajalarining yig'indisini aniqlaydi;
- **ExtendedGCD**[n, m] — n va m sonlarining kengaytirilgan EKUB ini aniqlaydi;
- **GCD**[n1, n2, ...] — musbat ni sonlarining EKUB ini aniqlaydi;
- **LCM**[n1, n2, ...] — musbat ni sonlarining EKUK ini aniqlaydi.

Butun qiymatli funksiyalar turkumiga **Factorial**[n] yoki **n!** larni kiritish mumkin.; **Factorial2**[n] yoki **n!!** — ikqilangan faktoriallarni hisoblaydi:

**Factorial**[10]      3628800

20!      2432902008176640000

10!!      3840

20! //N      2.4329X10<sup>18</sup>

Natijadagi \ - belgi keyingi simvollarni keyingi qatorga o'tkazish kerakligini ko'rsatadi.

Keyingi funksiyalar tub sonlarni va ularning xarakteristikalarini aniqlashga yordam beradi:

- **Prime**[n] — n- tub soni aniqlab beradi (**Prime**[5] — 5 -tub son, ya'ni 11 ni aniqlab beradi);
- **PrimePi**[x] — x dan katta bo'lmagan tub sonlarning sonini aniqlaydi (**PrimePi**[10] funksiyaning natijasi 4 ga teng);

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Bu funksiyalar sonlar nazariyasining masalalarini yechish uchun mo'ljallangan.

### Mantiqiy operatorlar va funksiyalar.

Mantiqiy amallarni bajarish uchun quyidagi mantiqiy operatorlardan foydalanish:

= - tenglik (Masalan,  $a = b$ );

= - tengsizlik;

> - katta (Masalan,  $b > a$ );

>= - katta yoki teng;

< - kichik;

<= - kichik yoki teng.

Bularni quyidagi shakllarda ham foydalanish mumkin:  $a = b = s$ ;  $a != b != s$  va  $x < u < z$  va h.k. Bu operatorlarning natijasi **True** yoki **False**.

Asosiy mantiqiy funksiyalar (R, q va boshqa mantiqiy qiymatlar ustida) quyidagicha beriladi:

**Not[p]** yoki **! r** -mantiqiy inkor;

**And[p, q, ...]** yoki **r && q && ...** -mantiqiy ko'paytirish;

**Or[p, q, ...]** yoki **r || q || ...** - mantiqiy ko'paytirish.

Misollar:

<b>And[True, True, True]</b>	<b>True</b>
<b>Not[True]</b>	<b>False</b>
<b>And[1, 1, 0]</b>	<b>1    1    0</b>
<b>And[1, 1, 0]</b>	<b>1 &amp;&amp; 1 &amp;&amp; 0</b>

Mantiqiy munosabatlar quyidagicha ham berilishi mumkin:

**Equal [lhs, rhs]; Greater[x, y]; GreaterEqual[x, u]; Negative[x]; NonNegative[x]; Positive[x]; Xor[e1, e2, ...].**

Misollar:

<b>Positive[2-3]</b>	<b>False</b>
<b>Equal[1+2, 4-1]</b>	<b>True</b>
<b>Positive[2]</b>	<b>True</b>
<b>NonNegative[-2]</b>	<b>False</b>
<b>Xor[True, False]</b>	<b>True</b>

Boshqa mantiqiy funksiyalar haqidagi ma'lumotlarni ma'lumotlar bazasidan topish mumkin.

### Elementar va maxsus funksiyalar.

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Mathmatica da elementar (standart) funksiyalarning barchasini qiymatlarini hisoblash imkoniyati mavjud. Masalan:

Mathmatica da	Oddiy yozuvda
Abs[z]	z
ArcCos[z]	arccosz

Umumiy holda bu yerda z yoki kompleks bo'lishi mumkin. Misollar:

Sqrt[2.]	1.41421
2*Sin[1]	2 Sin[1]

Mathematica da kompleks sonlar bilan ishlash imkoniyati judda katta:

Arg[z] — z kompleks sonning argumenti;

Conjugate[z] — z kompleks songa qo'shma kompleks soni hosil qiladi;

Im[z] — kompleks sonning mavhum qismini hosil qiladi;

Re[z] — kompleks sonning qismini hosil qiladi.

Misollar:

z1:=2+1*3	
z2:=4+1*5	
N[z1+z2]	6. + 8.1 I
Re[2+1*3]	2

## §6. Matematik tahlilning amallarini Mathematicada hisoblash

Ushbu paragrafda differensial va integral hisob kursining ba'zi amallarini Mathematica sistemasida sonli va simvolli hisoblashning ba'zi xususiyatlari bilan shug'ullanamiz.

**Yig'indini hisoblash:**

- Sum[f,{ i,imax}] - bu funksiya f ifodaning qiymatlari yig'indisini o'zgaruvchi i dan imax gacha bir qadam bilan o'zgarganda hisoblaydi yoki boshqacha qilib aytganda  $\sum_{i=1}^{imax} f_i$  -yig'indining sonli qiymati topiladi;
- Sum[f,{ i ,imin,imax}] -bu funksiya f ifodaning qiymatlarini yig'indisini imin o'zgaruvchi imax gacha bir qadam bilan o'zgarganda hisoblashga imkon beradi;
- Nsum[f,{ i ,imin,imax}] - bu funksiya f ifodaning yig'indisini son qiymatini hisoblaydi.

Misollar:

Sum[i^2,{1,1,2,0.25}]	11.875
-----------------------	--------

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

$$\sum_{i=1}^{10} \sum_{j=1}^5 ij$$

770

Sum[xiy,{i,1,4},{j,1,4}]

xu+x<sup>2</sup>u+x<sup>3</sup>u+x<sup>4</sup>u+x<sup>2</sup>u<sup>2</sup>+x<sup>3</sup>u<sup>2</sup>+xU+x<sup>3</sup>u<sup>3</sup>+xU+xU

$$\text{Sum}\left[\frac{i^3}{i+1}\right],\{i,1,n\}$$

1/3(3-3EulerGamma+2n+n<sup>3</sup>)-PolyGamma[0,2+n]

Nsum[1/i^3,{i,1,100}]

1.20206

**Ko'paytmani hisoblash.**

Ko'paytmani hisoblash **Product** arifmetik funksiyasi orqali amalga oshiriladi va **Sum** funksiyasi kabi qo'llaniladi:

Product[i,{i,10}]

3628800

NProduct[i^2,{i,1,2,0.2}]

93.6405

Product[Log[i],{i,2,5,0.5}]

4.23201Log[2]

**Hosilani hisoblash.**

Funksiya hosilasini hisoblash uchun quyidagi funksiyalardan foydalaniladi

- **D[f,x]**- x bo'yicha f ifodadan hosila oladi;
- **D[f,{x,n}]**- x bo'yicha f ifodadan n- tartibli xususiy hosila oladi.
- **D[f,{x1,x2,...}]**- x1, x2, ..., xn o'zgaruvchilar bo'yicha f ifodadan aralash hosila oladi.
- **Dt[f, x]** — f funksiyadan x bo'yicha umumlashgan hosilani hisoblaydi.

Hosilani hisoblash uchun Mathematica da quyidagi funksiya ham ishlatiladi. **Derivative[n1,n2,...][f]** - f ifodadan birinchi o'zgaruvchi bo'yicha n1 marta, ikkinchi o'zgaruvchi bo'yicha n2 marta va h.k hosilalarni hisoblaydi.

Misollar:

D[x\*Sin[x],x]

xCos[x]+Sin[x]

D[BesseJ[2,x],x]

1/2(BesseJ[1,x]-BesseJ[3,x])

f[x]:=x/(1+x^2) D[f[x],x,3]

$-\frac{48x^4}{(1+x^2)^4} + \frac{48x^2}{(1+x^2)^3} - \frac{6}{(1+x^2)^2}$

Dt[n,x]

Log[x]

### Integralni hisoblash.

Mathematica sistemasida aniq va aniqmas integrallar hisoblashni Integrate funksiyasi orqali amalga oshiriladi.

- Integrate[f,x]- f ifodadan x bo'yicha aniqmas integralni hisoblaydi.
- Integrate[f,{x,xmin,xmax}]-f ifodaning xmin dan xmax gacha aniq integralini hisoblaydi
- Integrate[f,{x,xmin,xmax},{y,ymin,ymax}]- f ifodadan ikki karram integralni hisoblaydi.

NIntegrate[Sqrt[2\*x+1],{x,0,1}]

1.39872

NIntegrate[1/(x\*y),{x,4,4.4},{y,2,2.6}]

0.025006

NIntegrate[x^2\*y,{x,0,1},{u,x,x^2},{z,x\*y,x^2\*y^3}]

0.010582

### Limitni hisoblash.

Limitni hisoblash Limit[ifoda, parametr] funksiyasi orqali amalga oshiriladi:

$$\text{Limit}\left[\frac{a^x - x^2}{a^x + x^2}, x \rightarrow a\right]$$

Direction-yo'nalishni bildiradi

$$\text{Limit}\left[\frac{x^2 + x + 2}{x^2 - 2x - 3}, x \rightarrow 3, \text{Direction} \rightarrow -1\right]$$

$$\text{Limit}\left[\frac{x^2 + x + 2}{x^2 + 2x - 3}, x \rightarrow 3, \text{Direction} \rightarrow +1\right]$$

## §7. Mathematicada simvolli hisoblashlarni bajarilishi

**Ifodalar.** Ma'lumki, matematik ifodalar- hisoblashlar algoritmlarini asosi hisoblanadi. Boshqacha qilib aytganda, simvolli (analitik) matematik ifodalar ustida turli shakl almashtirishlarga asoslangan Mathematica arifmetik amallarni operatorlar emas, balki funksiyalar yordamida ham bajarish mumkin. YA'ni bu holda arifmetik ifodalarni Mathematica da yozilish forma(shakl) bilan tanishamiz:

№	Amallarning tavsifi	Qisqa shaklda yozilishi	To'liq shaklda yozilishi
1	Qo'shish	x+y+z	Plus[x, u, z]

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

2	Ko'paytirish	$x u z$ yoki $x*y*z$	Times[x, y, z]
3	Darajaga ko'tarish	$x^n$	Power[x, n]
4	Ro'yxat hosil qilish	{a,b,c}	List[a, b,c]
5	O'rmiga qo'yish	$a \rightarrow b$	Rule[a,b]
6	Qiyamat berish yoki o'rnatish	$a=b$	Set[a,b]

**Mathematica da ifodalarni yozish usullari.** Ifodalarni yozishni 4 xil uslubi mavjud:

- $f[x, u]$  -  $f[x, u]$  uchun standar shakl,
- $f@x$  -  $f[x]$  uchun prefiks shakl;
- $x//f$  -  $f[x]$  uchun postfiks shakl];
- $x \sim f u$  -  $f[x, u]$  uchun infiks shakl.

Bu yozilish uslublarning qo'llanilishiga misollar keltiramiz:

$F[x]=2*x^2$	$2 x^2$
$F[a]$	$2 a^2$
$a//F$	$2a^2$
$f[x,y]=x^2+y^2$	$x^2+y^2$
$f[a,b]$	$a^2+b^2$
$a \sim f \sim b$	$a^2+b^2$

**Part** funksiyasi yoki ikkilangan kvadrat qavslar ifodaning berilgan qismini ajratish uchun ishlatiladi. **Part** funksiyasi quyidagi ko'rinishlarda uchrashi mumkin:

- **Part [expr, n]** yoki **expr [ [n] ]** - expr ifodani boshidan boshlab n-qismini ajratib oladi;
- **expr [ [-n] ]** - expr ifodani oxiridan boshlab n- qismini ajratib oladi;
- **expr [ [n1,n2,...] ]** - expr ifodani n1,n2,..qismlarini ajratib olib «daraxt»-graf ko'rinishida tasvirlaydi.

Quyidagi funksiyalar esa ifodaning maxsus qismlarini ajratish uchun xizmat qiladi. Masalan:

- **Denominator[expr]** - yexrr ifodaning maxrajini ajratish uchun xizmat qiladi;

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

- **First[expr]** - yexrr ifodaning birinchi elementini ajratish uchun xizmat qiladi;
- **Last[expr]** - yexrr ifodaning birinchi elementini ajratish uchun xizmat qiladi;
- **Rest [expr]** - yexrr ifodani birinchi elementi yo'qotilgan holda tasvirlaydi.

Misolalar:

Denominator[(x+1)/(x^2+2*x+3)]	$3+2x+x^2$
expr=a*b+c-d	ab+c-d
First[expr]	ab
Last[expr]	-d
Rest[expr]	c-d

Ifodadagi ba'zi elementlarni o'chirish(yo'qotish). Ba'zi matematika shakli almashtirishlarda ifodalarning ba'zi ayrim elementlarini o'chirish yo'qotishga ehtiyoj seziladi. Bu maqsadda quyidagi funksiyalardan foydalaniladi.

- **Delete[expr, n]** funksiyasi expr ifodaning n pozitsiyada turgan elementni yo'qotish uchun xizmat qiladi. Agar n manfiy son bo'lsa, u holda oxirgi pozitsiyadagi element o'chiriladi;
- **Deletefexpr, (i, j,...)** - {i, j, ...} pozitsiyalardagi ifodaning qismlarini o'chirish uchun xizmat qiladi;
- **Delete [expr, {{i1, j1,...}, {i2, j2,...},...}]** - ko'rsatilgan pozitsiyalardagi ifodaning qiymatini yo'qotish uchun xizmat qiladi;
- **DeleteCases [expr, pattern]** - expr ifodaning pattern namunasi bilan baxtli bo'lgan (ustma-ust tushgan) elementlarini yo'qotish uchun xizmat qiladi;

Delete funksiyasini qo'llanilishiga doir misollar keltiramiz:

expr = a * b + s - d	ab + s - d
Delete [expr, 1]	c-d
Delete [expr, 3]	ab+ s

Ifodalar ustida boshqa amallar. Yuqorida tanishilgan funksiyalar tashqari boshqa funksiyalar bilan ham ifodalarda turli-tuman shakl almashtirishlarni bajarish mumkin. Shulardan ko'p qo'llaniladigan funksiyalar bilan tanishamiz:

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

- **Append [expr, elem]** - yexrr ifodaning oxiriga elementi qism ifodani qo'shish uchun xizmat qiladi;
- **AppendTo [s, elem]** - elem qism ifodani s ning qiymatiga qo'shish hamda s ga hosil bo'lgan ifodani yozish uchun xizmat qiladi;
- **Chop [expr, tol ]** - yexrg ifodaning tarkibidagi absolyut qiymati buyicha tol dan kichkina bo'lgan taqribiy xaqiqiy sonlarni 0 bilan almashtirish va natijani yana yexrg da hosil qilish uchun xizmat qiladi;
- **Replace [expr, rules]** - rulesda ko'rsatilgan qoida yoki ko'rsatma asosida yexrg ifodada shakl almashtirish hamda natijani yana yexrg da hosil qilish uchun xizmat qiladi;

**Append [a + s, b]**

a+ b+ s

**x = {a, b, s}**

{a, b, c}

**AppendTo [ x , 15 ]**

{a, b, c, 15}

### **Ifodalarning yozilishini nazorat qilish uchun funksiyalar.**

Mathematica tizimidagi dasturlash tilida dasturiy ta'minotni (dasturlar kutubxonasi, dasturlar majmuasi va shunga o'xshash) tuzish jarayonida yoki tizim bilan mulqotni o'rnatish jarayonida ba'zi tasvirlanadigan ifodalarning xossalarni bajarilish yoki bajarilmasligini nazorat qilishga to'g'ri keladi. Quyida keltiriladigan arifmetik hamda mantiqiy funksiyalar shunday nazoratni tashkil etish uchun ishlatiladi:

- **AtomQ [expr]** -agar yexrg ifoda atomar, ya'ni boshqa qism ifodalarga yoyilmaydigan bo'lsa u holda bu funksiyaning qiymati True, aks holda False ga teng bo'lishini anglatadi;
- **FreeQ [expr, form]** -agar yexrg ifodada form bilan ustma-ust tushmaydigan qism ifoda bo'lsa, u holda bu funksiyaning qiymati True, aks holda False ga teng bo'lishini anglatadi

Misol:

**AtomQ[2+3/4]**

True

**Funksiyalarning nomlarini ifodalarning oldiga yoki ba'zi qismlariga joylashtirish.** Mathematica tizimida funksiyalar o'zlarining nomlari (odatda - f) va funksional bog'liqni ko'rsatuvchi yexrg ifodalar bilan xarakterlanadi. Ko'p hollarda funksiyalarga murojaat qilinganda natija sifatida ifodaning qiymati (sonli yoki simvulli) olinadi. SHunday bo'lsada Mathematica tizimining oxirgi

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

modifikatsiyalarida funksiya tushunchasi ancha kengaytirilgan. Boshqacha qilib aytganda, natija sifatida nafaqat sonli yoki simvulli ifodalar, balki har qanday ob'ektni, ya'ni grafik va ovoqli ob'ektlarni olish mumkin. Aytish mumkinki, Mathematica tizimining muloqot tili funksional dasturlash prinsiplariga amal qilgan holda ifodalarning tasvirlanishi to'liq shaklda bo'lishi ko'zda tutilgan. Quyidagi funksiyalarning ishlash prinsiplari bilan tanishaylik:

- **Apply [f, expr]** — f ni yexrg ifodaning sarlavhasiga joylashtirilishini ta'minlaydi;
- **Nest [f, expr, n]** - f ni yexrg ifodaga n marta qo'llanilishini ta'minlaydi;
- **Map [f, expr]** - f ni yexrg ifodaning har bir elementiga qo'llanilishini ta'minlaydi;

Misolalar:

**Apply [f, {a, b, x}]**                      **f[a, b, x]**

**s[x, y, z] := x + y + b**

**N[Apply[s, {1, 2, a}]]**                      **3. + b**

**MapAll [f, a\*x + b]**                      **f[f[b] + f[f[a] f[x]]]**

**Rekurrent funksiyalar.** Funksiyalarda o'rniga qo'yish amali qo'llanilishi rekurrent algoritmlarni Mathematica hal qilish jarayonini ancha yengillashtiradi. Misol sifatida faktorialni hisoblash algoritmi bilan tanishaylik:

Amal	Izox
<code>fact[n_] := n*fact[n-1]</code>	Faktorialning rekursiv funksiyasi berilgan
<code>fact[1]=1</code>	Funksiyani boshlang'ich qiymati berilgan
1	
<code>fact[3]</code>	3! ning qiymati hisoblangan
6	
<code>fact[10]</code>	10! ning qiymati hisoblangan
3628800	

?fact[l]	Funksiyaning ta'rifi tekshirilgan
Global ' fact	
fact[l] = 1	
fact[n_] :=nfact[n-1]	

**Invers funksiyalar.** Invers funksiyalar deb berilgan funksiyalarni teskarilash natijasida hosil bo'lgan funksiyalarga aytiladi. Masalan, Sin [x] funksiya uchun invers funksiya ArcSin [x] ga teng. Quyidagi funksiyalar funksiyalarning inverslarini hosil qilish uchun ishlatiladi:

- **InverseFunction [f]** - f funksiyaga teskari funksiyani hosil qilish uchun foydalaniladi;
- **InverseFunction [f, n]** - n – argument bo'yicha f funksiyaga teskari funksiyani hosil qiladi;
- **InverseFunction [f, n, tot]** - tot ta argumenli f funksiyani n – argument bo'yicha teskarilaydi;

Quyidagi funksiyaning foydalanilishiga misollar kiritilgan:

<b>InverseFunction [Sin]</b>	ArcSin
<b>%[x]</b>	ArcSin[x]
<b>Composition [f, g, h]</b>	Composition[f, g, h]
<b>InverseFunction [Composition [%, q]]</b>	Composition[q <sup>-1</sup> , h <sup>-1</sup> , g <sup>-1</sup> , f <sup>-1</sup> ]

**Matematik munosabatlarni Mathematicada berilishi.** Simvulli shakl almashtirishlar juda ham ko'p qoida va formulalarga asoslanib amalga oshiriladi. Bu formula va qoidalar ko'p tomli ma'lumotnoma hamda qo'llanmalarda keltirilgan. Bu qoidalarning juda ham ko'pchiligi tizimning yadrosiga kiritib qo'yilgan. Agar qo'pol xatolar uchrasa, u holda shu xatolik haqida ma'lumot beriladi va hisoblash jarayoni to'xtatiladi. Agar tizim nuqtai – nazaridan xatoliklarga duch kelinsa yoki xato borligiga shubha tushsa, u holda ogohlantiriluvchi ma'lumotlar chop etilib hisoblash davom ettiriladi. Agar foydalanuvchi uchun kerakli formula yoki qoida tizim yadrosida mavjud bo'lmasa, u holda bu formula yoki qoidani foydalanuvchi o'zi hosil qilishi mumkin. SHunday qilib mavjud formulalar majmuasini kengaytirishga ehtiyoj seziladi.

Bu ma'lumotlarda tizim har ehtimolga qarshi xatolik borligi haqida ogohlantiruvchi ma'lumot beradi. Bunga ahamiyat bermasdan, berilgan qonuniyatni misollarda bajarilishini tekshirib ko'ramiz:

<code>log [exp [15]]</code>	15
<code>log[exp[u^2+1]]</code>	$1+y^2$

Xuddi shuning kabi `log[x_^n_] := n*log[x]` munosabat uchun ham yaqin funksiya kiritish mumkin.

**Kompyuter algebra si funksiyalari.** Kompyuter algebra si tizimlari (Mathematica, Matlab, Maple, Matcad va h.k.) uchun xarakterli bo'lgan shunday funksiyalar mavjudki (Simplify, Expand, Collect, Factor va h.k.), murakkab shakl almashtirishlar uchun qo'llaniladi hamda deyarli har qanday tizimda uchraydi. Ushbu bo'limda shunday funksiyalar bilan tanishamiz.

**Ifodalarni soddalashtirish (Simplify).** Matematik ifodalarni soddalashtirish - hisoblash uchun qulay shaklga keltirish simvulli matematika muhim masalalaridan biridir. Ifodalarni soddalashtirish uchun asosan `Simplify[expr]` funksiyasi qo'llaniladi.

Endi shu funksiyaning qo'llanilishiga doir misollar bilan tanishaylik

<code>Simplify[a*a-2*a*b+b^2]</code>	$(a-b)^2$
<code>Simplify[Sin[x-y]+Sin[x+y]]</code>	$2\cos[y]\sin[x]$
<code>Simplify[Exp[x]*Exp[y]/Exp[z]]</code>	$e^{x+y-z}$
<code>A := (Cos[4*x] - 4*Cos[2*x] + 3) / (4*Cos[2*x] + Cos[4*x] + 3)</code>	
<code>Simplify[A]</code>	$\tan[x]^4$
<code>Simplify[6 Log[10],</code>	$\log[1000000]$
<code>Complexity Function -&gt; LeafCount]</code>	

**FullSimplify** funksiyasi ifodalarni to'la holda soddalashtirish foydalaniladi. Uning imkoniyatlari ancha kengdir. Masalan bu funksiya murakkab ifodalarni hamda maxsus funksiyalar qatnashgan ifodalarni soddalashtirish uchun juda qo'l keladi:

<code>Simplify[Gamma[x]*x*(x-1)*(x-2)*(x+n)]</code>	$x(1+x)(2+x)(n+x)\Gamma[x]$
<code>FullSimplify[Gamma[x]*x*(x-1)*(x-2)*(x+n)]</code>	$(n+x)\Gamma[3+x]$

Quyida ifodalarni yoyish (`Expand`) uchun foydalaniladigan funksiyalarning ba'zilarini keltirilgan:

- `ComplexExpand[expr]` — yexrr ifodaning barcha o'zgaruvchilari bo'lganda ifodani ochish (yoyish) uchun xizmat qiladi;
- `FunctionExpand[expr]` — yexrr ifoda maxsus funksiyalarni o'z ichiga olsa, ushbu funksiya qo'llaniladi;
- `Expand[expr]` — yexrr ifodada musbat butun darajalar qatnashganda ochish uchun xizmat qiladi;

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Misollar:

$$\text{Expand}[(x-a)*(x-b)*(x-c)] \quad -abc + abx + acx + bcx - ax^2 - bx^2 - cx^2 + x^3$$
$$\text{Expand}[\sin[x]^2 + \cos[x]^3] \quad \cos[x]^2 + \sin[x]^2$$

**Trigonometrik ifodalarni soddalashtirish.** YUqoridagi funksiyalarni trigonometrik funksiyalar qatnashgan ifodalarni soddalashtirish uchun ham qo'llasa bo'ladi. Ammo shunday maxsus funksiyalar borki bular yerdamida trigonometrik ifodalarni yoki maxsus funksiyalar qatnashgan ifodalarni osongina soddalashtirsa bo'ladi. Bunday funksiyalarning nomlarida Trig so'zi qatnashgan bo'ladi.

**TrigExpand[expr]**, funksiyasi bilan tanishamiz:

Misollar:

$$\text{TrigExpand}[\sin[a+b]] \quad \cos[b]\sin[a] + \cos[a]\sin[b]$$

$$\text{TrigExpand}[\cos[3*x]] \quad \cos[x]^3 - 3\cos[x]\sin[x]^2$$

Yana quyidagi ikkita funksiya ham juda ko'p qo'llaniladi:

- **TrigToExp[expr]** — trigonometrik ifodani eksponensial ko'rinishga o'zgartiradi;
- **ExpToTrig[expr]** — eksponensial ifodani trigonometrik ko'rinishga o'zgartiradi;
- **TrigFactor [expr]** — trigonometrik ifodani oddiy ko'paytma shaklga keltiradi;

**TrigReduce[expr]** funksiyasi trigonometrik funksiyalarning ko'paytmasi qatnashgan ifodalarni soddalashtirish uchun ishlatiladi:

$$\text{TrigReduce}[2*\sin[x]*\cos[y]] \quad \sin[x-y] + \sin[x+y]$$

$$\text{TrigReduce}[\cosh[x]*\tanh[x]] \quad \sinh[x]$$

**Ko'phadlar va ular ustida amallar.** Sonlarni, matematik ifodalarni ayniqsa ko'phadlarni ko'paytuvchilarga ajratish nomlarida Factor so'zi qatnashgan quyidagi funksiyalar xizmat qiladi:

- **Factor[poly]** — poly ko'phadni ko'paytuvchilarga ajratadi;
- **FactorInteger[n]** — n butun soni tub ko'paytuvchilarga ajratadi;

Misollar:

$$\text{Factor}[x^3 - 6*x^2 + 11*x - 6] \quad (-3+x)(-2+x)(-1+x)$$

$$\text{Factor}[x^3 - 6*x^2 + 21*x - 52] \quad (-4+x)(13-2x+x^2)$$

## §8. Mathematicada chiziqli algebra elementlari va optimallashtirish masalasi

### 8.1. Massiv tushunchasi. Mathematicada massivlar

Mathematica tizimida massivlar, vektorlar va matritsalar bilan ishlaydigan ko'plab funksiyalar mavjud. Ushbu mavzuda chiziqli algebra masalalarini yechishda qo'llaniladigan funksiyalar bilan tanishamiz. Massivlarni tasvirlash uchun asosan quyidagi funksiyalar ishlatiladi:

- **Array[f, n]** —  $n$  ta elementli ro'yxatni  $f[i]$  hosil qilish uchun qo'llaniladi;
- **Array[f, {n1, n2, ...}]** —  $f[i_1, i_2, \dots]$  elementli ichma-ich ro'yxat ko'rinishdagi  $n_1 \times n_2 \times n_3 \times \dots$  elementli massivni hosil qilish uchun qo'llaniladi;
- **Array[f, dims, origin]** -  $\text{dims}$  o'lchovli ro'yxatni ( $\text{origin}$  xususiyatli);  
Massivlarni berilishiga misollar:  

$Y := \text{Array}[\text{Exp}, 4]$	$Y \{E, ye^2, ye^3, ye^4\}$
$N[Y]$	$\{2.71828, 7.38906, 20.0855, 54.5982\}$
$\text{Array}[f, \{3, 3\}]$	$\{\{f[1, 1], f[1, 2], f[1, 3]\},$ $\{f[2, 1], f[2, 2], f[2, 3]\}, \{f[3, 1], f[3, 2], f[3, 3]\}\}$
$\text{Array}[\text{Sin}, 3, 0]$	$\{0, \text{Sin}[1], \text{Sin}[2]\}$
$\text{Array}[\text{Sin}, 4, 1, \text{Plus}]$	$\text{Sin}[1] + \text{Sin}[2] + \text{Sin}[3] + \text{Sin}[4]$

### 8.2. Chiziqli algebra amallari uchun mo'ljallangan funksiyalar.

Quyidagi funksiyalar chiziqli algebra elementlarida qo'llaniladigan asosiy amallar (vektorlar va matritsalar ustidagi asosiy amallar)ni bajaradi:

- **Cross[v1, v2, v3, ...]** — vektorlarni kross-ko'paytirish uchun qo'llaniladi ( $v_1 * v_2 * v_3 * \dots$  ko'rinishda ham berilishi mumkin);
- **Det[m]** —  $m \times m$  o'lchovli kvadrat matritsaning determinant (aniqlovchisi) ni hisoblash uchun qo'llaniladi;
- **DiagonalMatrix[list]** — list ro'yxatning elementlaridan iborat diagonal matritsani hosil qilish uchun qo'llaniladi;
- **Dot[a, b, s]** —  $a, b$  va  $c$  vektorlar (matritsalar yoki tenzorlarni) ko'paytirish uchun xizmat qiladi; (ko'paytirish amali  $a \cdot b \cdot S$  ko'rinishda ham berilishi mumkin);
- **EigenSystem[m]** — berilgan kvadrat  $m$  matritsaning xususiy qiymatlar va xususiy vektorlarini ro'yxatini hosil qilish uchun xizmat qiladi;
- **Eigenvalues[m]** — berilgan kvadrat  $m$  matritsaning xususiy qiymatlar

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

ro'yxatini hosil qilish uchun xizmat qiladi;

- **Eigenvectors[m]** — berilgan kvadrat  $m$  matritsaning xususiy vektorlarini ro'yxatini hosil qilish uchun xizmat qiladi;
- **IdentityMatrix[n]** —  $n \times n$  o'lchovli birlik matritsani hosil qilish uchun xizmat qiladi (bunda bosh diagonal elementlari faqat 1 dan, qolganlari esa faqat 0 dan iborat bo'ladi);
- **Inverse[m]** — berilgan kvadrat  $m$  matritsaning teskarisini, ya'ni  $m^{-1}$ , ni hosil qilish uchun xizmat qiladi; ( $m \times m^{-1} = e$  tenglik bajariladi);
- **LinearSolve[m, b]** —  $m \cdot x = b$  ko'rinishdagi chiziqli algebraik tenglamalar sistemasining yechimi  $x$  vektorni topish uchun xizmat qiladi;
- **MatrixPower[m, n]** —  $m$  matritsaning  $n$ -darajasini topishga xizmat qiladi;
- **PseudoInverse[m]** —  $m$  kvadrat matritsaning psevdo teskari matritsasini topish uchun xizmat qiladi;
- **Transpose[m]** —  $m$  kvadrat matritsani tranponirlash, ya'ni ustunlar va yo'llarini almashtirish uchun xizmat qiladi.

Misollar:

```
A:=IdentityMatrix[3]      A{{1, 0, 0}, {0, 1, 0}, {0, 0, 1}}
MatrixExp[A]              {{E, 0, 0}, {0, ye, 0}, {0, 0, ye}}
MatrixQ[A]                True
m:={{1,2},{3,7}}
MatrixForm[m]             1  2
                          3  7
Det[m]                    1
Inverse[m]                 {{7, -2}, {-3, 1}}
m = {{1,2},{3,7}}         {{1,2},{3,7}}
Transpose[m]              {{1,3},{2,7}}
Inverse[{{1,2},{3,7}}]   {{7,-2},{-3,1}}
```

### 8.3. Chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini yechish.

Chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini (CHATS) yechishga doir misollar bilan tanishamiz. Birinchi navbatda CHATS ni simvolli yechish bilan tanishamiz. Bunda  $AX=V$  ko'rinishdagi sistemaning yechimini

$X=A^{-1}V$ , ko'rinishda izlashda Dot va Inverse funksiyalardan foydalanamiz:

A:={a,b,c,d}

B:={e,f}

X:=Dot[Inverse[A],B]

$$\left\{ \frac{de}{-bc+ad} - \frac{bf}{-bc+ad}, -\frac{ce}{-bc+ad} + \frac{af}{-bc+ad} \right\}$$

Ikkinchi navbatda esa sistemani sonli yechishda LinearSolve funksiyasidan foydalanamiz:

$$\text{LinearSolve}[1,2,3,4,7,9] \quad \{-5,6\}$$

Endi kompleks koeffitsiyentli CHATS larni yechish usuli bilan tanishamiz:

$$\begin{aligned} A &= \{(1+2I, 2+3I), (3+4I, 4+5I)\} \\ B &= \{(1+2I, 2+3I), (3+4I, 4+5I)\} \\ V &= \{2I, 3\} \\ C &= \{2I, 3\} \end{aligned}$$

$$X = \text{LinearSolve}[A, B] \quad \frac{1}{4} - 4I, \frac{11I}{4}$$

Mathematica tizimidagi boshqa funksiyalar bilan foydalanuvchilar uchun mo'ljallangan chiziqli algebra masalalarini yechish uchun mo'ljallangan kengaytirilgan paketdan foydalanish mumkin.

#### 8.4. Funksiyalarni optimallashtirish masalasi

Ruyxatdagi eng katta va eng kichik sonlarni topish. Eng katta va eng kichik sonlarni topish uchun Mathematica da quyidagi funksiyalardan foydalaniladi:

- $\text{Max}[x_1, x_2, \dots]$  —  $x_i$  qiymatlarni eng kattasini topishga imkon beradi;
- $\text{Max}\{x_1, x_2, \dots, \{u_1, \dots, \dots\}\}$  — ro'yxatlardagi elementlarning eng kattasini topish imkonini beradi;
- $\text{Min}[x_1, x_2, \dots]$  —  $x_i$  qiymatlarni eng kichigini topishga imkon beradi;
- $\text{Min}\{x_1, x_2, \dots, \{y_1, \dots, \dots\}\}$  — ro'yxatlardagi elementlarning eng kattasini topish imkonini beradi

Misollar:

$$\begin{aligned} \text{Max}[1,5,2,6,5,3,4] & \quad 6.5 \\ \text{Min}[\{1,3,2\}, \{4,5,6\}, \{9,8,7\}] & \quad 1 \end{aligned}$$

#### 8.5. Analitik funksiyaning lokal minimumini izlash.

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

**FindMinimum[f, {x, x0}]** f funksiya funksiyaning lokal minimumini topishga imkon yaratadi. Bunda lokal minimumni izlash  $x=x_0$  qiymatdan boshlanadi. YA'ni,  $x_0$  lokal minimum uchun boshlang'ich yaqinlashish hisoblanadi. f funksiyaning gradiyentini topish **Gradient** funksiya yordamida amalga oshiriladi. FindMinimum ni qo'llanilishiga doir misollar keltiramiz:

**FindMinimum[-5x Exp[-x/2](2+Sin[3x]),{x,1}]**  
{-7.17833,{x->0.783139}}

Lokal maksimumni topish uchun esa f funksiyani -1 ga kupyatirib yuqoridagi funksiyadan foydalansa bo'ladi.

### 8.6. Analitik funksiyaning global minimum va maksimumini izlash.

Analitik ko'rinishda berilgan funksiyalarni global minimumi va maksimumini topish maqsadida quyidagi funksiyalar qo'llaniladi:

- **ConstrainedMax[f, {inequalities}, {x, u, ...}]**- inequalities tengsizliklar orqali aniqlangan f funksiyani global maksimumini aniqlaydi;
- **ConstrainedMin[f, {inequalities}, {x, u, ...}]** — inequalities tengsizliklar orqali aniqlangan f funksiyani global minimumini aniqlaydi.

Bunda barcha  $x, u, \dots$  o'zgaruvchilar musbat hisoblanadi. Bu funksiyalar yordamida chiziqli dasturlashning masalalarini yechishda ham foydalanish mumkin.

Bundan tashqari **Linear Programming[c, m, b]** funksiyasidan ham foydalanish mumkin.

## §9. Turli xil tenglamalarni Mathematicada yechish usullari

### 9.1. Algebraik tenglamalarni simvulli yechish.

Mathematica tizimida tenglamalarni sonli va simvulli yechish uchun asosan **Solve[eqns, vars]** va **Solve[eqns, vars, elims]** nomli funksiyalar qo'llaniladi. Bu yerda, eqns - tenglamaning yoki tenglamalar sistemasini ko'rinishi; vars - o'zgaruvchilar hamda elims - shart, ya'ni o'zgaruvchilar. Bunda elims da vars o'zgaruvchilarning bir qismi, ya'ni yechimi talab qilinmaydigan o'zgaruvchilar ko'rsatiladi. Ko'rsatiladigan parametrlar vars yoki elims ro'yxat ko'rinishida yoki && simvol orqali birlashtirilgan ifodalar ko'rinishida bo'lishi mumkin. Tenglamalarni ifodalaydigan eqns da esa tenglik belgisi sifatida - = = belgilar ketma-ketligi ishlatiladi. Bildirilgan fikrlarni quyida keltirilgan misollarda yanada yaqqolroq tushunib olish mumkin.

Misollar:

$$\text{Solve}[2*x^2 - 5*x - 10 == 0, x]$$

$$\left\{ \left\{ x \rightarrow \frac{1}{4}(5 - \sqrt{105}) \right\}, \left\{ x \rightarrow \frac{1}{4}(5 + \sqrt{105}) \right\} \right\}$$

$$\text{Solve}[\{x^2 + y^2 + z = 5, x*y + z = 2, x + y + z = 3\}, \{x, u, z\}]$$

$$\{\{z > 0, x > 2, y > 2\}, \{z > 0, x > 2, y > 1\}, \{z > 3, x > 1, u > 1\}, \{z > 3, x > 1, y > -1\}\}$$

Yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan xatoliklarni oldini olish uchun olingan yechimlarning qiymatlarini tenglamalarga qo'yib tekshirish mumkin. Masala sodd va yechimi aniq bo'lgan quyidagi tenglamalar sistemasini yechish algoritmi bilan tanishaylik.

$$x*u=6$$

$$x^2+u=7$$

$$\text{eqns}=\{x*y=6, x^2+y=7\}$$

$$\text{result}=\text{Solve}[\text{eqns},\{x,y\}]$$

$$\{\{u > -2, x > -3\}, \{u > 3, x > 2\}, \{u > 6, x > 1\}\}$$

$$\text{eqns}/\text{result}$$

$$\{\{\text{True}, \text{True}\}, \{\text{True}, \text{True}\}, \{\text{True}, \text{True}\}\}$$

Bu sistemani yechganda Mathematica bir vaqtning o'zida 3 ta juftlik yechimni olishga imkon berdi. Olingan yechimlarni berilgan tenglamalar sistemasiga qo'yganimizda ayniyatga ega bo'lganimizni Mathematica True - rost javobi orqali isbotladi.

## 9.2. Differensial tenglamalarni simvulli yechish.

Differensial tenglamalarni simvulli yechish uchun, asosan, quyidag funktsiyalardan foydalaniladi:

$\text{DSolve}[\text{eqn}, u[x], x]$  - bog'liqsiz o'zgaruvchi  $x$  bo'yicha  $u[x]$  funktsiyaga nisbatan  $\text{eqn}$  differensial tenglamani yechimini izlaydi;

$\text{DSolve}[\{\text{eqn1}, \text{eqn2}, \dots\}, \{u1[x1], \dots\}, \{x1, \dots\}]$  differensial tenglamalar sistemasini yechadi;

Misolalar:

$$\text{DSolve}[\text{Derivative}[1][y][x] == 2*a*x^3, u[x], x]$$

$$\{\{u[x] \rightarrow \dots + S[1]\}\}$$

$$\text{DSolve}[y[x] == \text{Sin}[E*x], y[x], x]$$

$$\{\{y[x] \rightarrow C[1] + \text{SinIntegral}[E*x]\}\}$$

Differensial tenglamalarning analitik yechimlari nafaqat elementar funktsiyalarni, balki maxsus matematik funktsiyalarni ham o'z ichiga olish mumkin.

### NAZORAT TOPSHIRIQLARI

1. Quyidagi funksiyaning 2-tartibli barcha xususiy hosilalarini toping.

$$f(x, y) = \operatorname{arctg} \frac{5x + y}{1 - 4xy}.$$

2. Uch karrali integralni hisoblang.  $\int_0^{e-1} dx \int_0^{e-x-1} dy \int_e^{x+y+e} \frac{\ln(x-y) dz}{(x-e)(x+y-e)}.$

3.  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n(n+1)}$  qator yig'indisini toping.

4.  $\sum_{n=1}^{\infty} n(n+1)x^n$  darajali qator funksiyasini toping.

5.  $f(x, y) = \operatorname{arctg} \frac{x-y}{1+xy}$  Funksiyani 6-tartibgacha  $(0, 0)$  nuqta atrofida Teylor qatori ko'paytuvchilariga ajrating.

### NAZORAT SAVOLLARI

1. Mathematica da xususiy hosilalar qanday hisoblanishini yozing.
2. Ikki karrali va uch karrali integral hisoblashlar uchun qanday buyruqlardan foydalaniladi? Ularning parametrlarini ko'rsating.
3. DSolve buyrug'i qanday vazifani bajaradi?
4. Mathematica da yig'indi va ko'paytma qanday hisoblanadi?
5. Qanday buyruq funksiyani darajali qatorga ko'ra ko'paytuvchilarga ajratish uchun ishlatiladi?

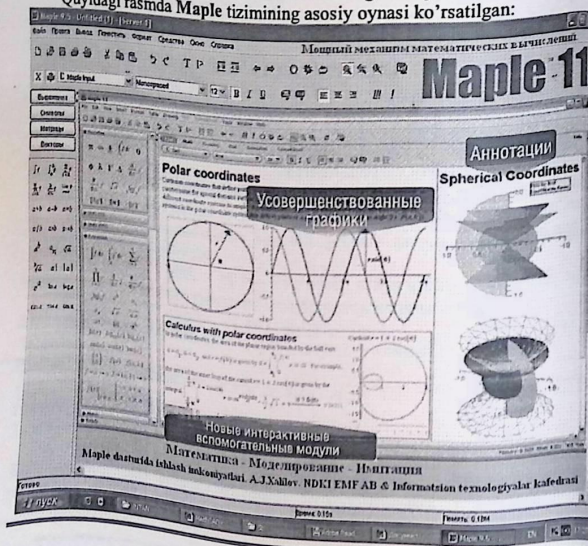
### 3 BO'LIM

## MAPLE TIZIMIDA ISHLASH ASOSLARI

### §1. Maple tizimining interfeysi.

**M**APLE sistemasi - kompyuterda turli yo'nalishdagi: iqtisodiy mexanika, matematika, fizika, muhandislik masalalarining analitik sonli yechimlarini aniq, tez, samarali hal etish uchun mo'ljallangan sistemadir. Unda 4000 dan ortiq buyruqlar mavjud bo'lib, bu buyruq matematika fanining Algebra, Geometriya, Matematik tahlil, Matematika statistika kabi turli sohalarini masalalarini hal etishga mo'ljallangan.

Quyidagi rasmda Maple tizimining asosiy oynasi ko'rsatilgan:



## **Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

### **Maplening ish stoli quyidagi bo'limlardan iborat:**

Sarlavha satri;	Ishchi soha;
Asosiy menyular satri;	Holat satri.
Uskunalar paneli;	Chizg'ich va yurg'izish yo'lakchalari

Maplening ishchi maydoni uch qismga bo'linadi:

1. Kiritish maydoni - buyruqlar satridan tashkil topgan. Har bir buyruq satri > simboli bilan boshlanadi;

2. Chiqarish maydoni - kiritilgan buyruqlarni qayta ishlangandan so'ng hosil bo'lgan ma'lumotlar (analitik ifodalar, grafiklar va xabarlar)ni o'z ichiga oladi;

3. Matnli izohlar maydoni - ro'y bergan xatoliklar yoki bajarilgan buyruqlarga izohlar, turli xarakterdagi xabarlar.

Buyruqlar satrini matnl rejimiga o'tkazish uchun uskunalar panelidan sichqoncha yordamida **T** ni tanlaymiz.

Buyruqlar satriga o'tish uchun esa uskunalar panelidan **↵** tanlaymiz.

### **1 - TOPSHIRIQ**

1. Mapleni ishga tushiring.

2. Mapleni yuklagandan so'ng birinchi satr buyruqlar satri hisoblanadi. Buyruqlar satrini matnliga o'tkazing. Bu qatorda «Amaliy ish №1» va mavzu nomini yozing. **Enter** tugmachasini bosgan holda keyingi satrga o'ting.

3. Yangi satrga «Bajargan o'quvchi» degan yozuvni kiritib, bundan so'ng o'z familiyangizni kiritib va **Enter** tugmachasini bosing.

4. Keyingi satrga «1-topshiriq» deb yozing.

5. Faylingizni disketga ko'chirib oling. Buning uchun «Файл» menyusidan «Сохранить как» buyrug'ini tanlang va faylni «Familiya\_1» bilan yozib qo'ying. Bu 1- tajriba ishining nomeri hisoblanadi.

6. Shundan so'ng keyingi satrga «Bajarilgan amaliy mashg'ulot Familiya\_1 nomi bilan saqlangan» degan yozuvni kiritib.

**Izox:** Bundan keyin har bir bajarilayotgan topshiriqni rasmiylashtirish shu ketma-ketlikda amalga oshiriladi. Ya'ni, har bir tajriba ishini bosh qismida «N - Amaliy ishi» yozuvi teriladi, bu erda N - mavzu nomeri. Berilgan topshiriqni bajarishdan oldin «N - TOPSHIRIQ» yozuvi tavsiya etiladi. Nazorat topshiriqlarini bajarishdan oldin matnli rejimda «Nazorat topshiriqlari» degan yozuvni yozishni unutmang. Topshiriqni bajarib bo'lgandan so'ng faylni ismingiz va mavzu nomerini ko'rsatgan holda Familiya\_N ko'rinishda diskka yozib qo'ying.

1.1. Mapleda butun va ratsional sonlar, o'zgarmaslar. Arifmetik amallar

1. O'zgarmaslar:

T. R	O'zgarmaslar	O'zgarmaslarning aytilishi
1.	Pi	$\pi$ soni
2.	i	mavhum son
3.	infinity	cheksizlik
4.	gamma	Eyler o'zgarmasi
5.	true	mantiqiy rost
6.	false	mantiqiy yolg'on

2. Arifmetik amallarning belgilari:

T. R	Arifmetik amal belgilari	Arifmetik amal belgilari aytilishi
1.	+	Qo'shish
2.	-	Ayirish
3.	*	Ko'paytirish
4.	/	Bo'lish
5.	^	Darajaga ko'tarish amali
6.	!	Faktorial
7.	<, >, >=, <=, <>, =	Tagqoslash belgilari

3. Butun, ratsional va kompleks sonlar.

Mapleda sonlarni haqiqiy (real) va kompleks (complex) ko'rinishda tasvirlash mumkin. Kompleks sonlar algebraik shaklda yoziladi, ya'ni  $z = x + iy$  u buyruqlar satrida  $z := x + I * y$  ko'rinishda bo'ladi.

Haqiqiy sonlar esa butun (integer) va ratsional sonlarga bo'linadi. Ratsional sonlar 3 xil ko'rinishda tasvirlanishi mumkin:

- ratsional kasr ko'rinishida, masalan:  $28/70$ ;
- ko'zg'aluvchan vergulli (float) ko'rinishida, masalan:  $2.3$ ;
- ko'rsatkichli shaklda, ya'ni  $1,602 \cdot 10^{-19}$  sonni  $1,602 * 10^{19}$  ko'rinishda tasvirlash mumkin.

Ratsional sonni taqribiy ko'rinishda hosil qilish uchun ularning butun qismiga nolni qo'shib qo'yish tavsiya etiladi. Masalan:  $> 35/2$ ;

> 35/4.0;

8.750000000

Yunon alfavitining harflarini Mapleda poligrafik ko'rinishda yozish mumkin. Buning uchun buyruqlar satrida yunon harfining nomi teriladi, ya'ni **alpha** yozuvini kiritsak,  $\alpha$  harfi hosil bo'ladi.

Yunon alfaviti			
$\alpha$ - alpha	$\eta$ - eta	$\mu$ - mu	$\phi$ - phi
$\beta$ - beta	$\theta$ - theta	$\xi$ -xi	$\chi$ - chi
$\gamma$ - gamma	$\iota$ - ita	$\pi$ - pi	$\psi$ - psi
$\delta$ - delta	$\kappa$ - kappa	$\rho$ - rho	$\omega$ -omega
$\epsilon$ - epsilon	$\lambda$ - lambda	$\sigma$ - sigma	
$\zeta$ - zeta	$\nu$ - nu	$\upsilon$ - upsilon	

Yunon bosh harflarini hosil qilish uchun esa shu harfning nomini bosh harf bilan yozish tavsiya etiladi. Masalan,  $\pi$  ni hosil qilish uchun **pi** yozuvi yoziladi.

**Izoh:** Yunon harflarini maxsus menyu yordamida ham hosil qilish mumkin.

## 2 - TOPSHIRIQ

1. Matn rejimiga o'ting va «2-topshiriq» degan yozuvni kiriting. Shundan so'ng buyruqlar satriga o'ting.

2.  $\sqrt{4+\sqrt{9}}$  ning qiymatini hisoblash uchun buyruqlar satriga  
> sqrt(4+sqrt(9)); ni kiriting. Enter tugmachasini bosib natijani olish mumkin:  
 $\sqrt{7}$

3.  $\frac{\sqrt{25}-4}{\sqrt{3}}$  ni hisoblaylik.

> (((sqrt(25))-4)/(sqrt(3))); buyrug'ini kiritib,  
 $\frac{1}{3}\sqrt{3}$

natijaga ega bo'lamiz.

## 1.2. Maple buyruqlari. Standart funksiyalar

Maplening standart buyruqlarining umumiy ko'rinishi quyidagicha:

`command(p1, p2, ...)`

Bu yerda, `command` – buyruqning nomi, `p1, p2,...` - uning parametrlari. Har bir buyruq oxirida `(:)` yoki `(;)` belgisi bo'lishi shart. `(;)` belgisi buyruqlar bajarilgandan so'ng natija ekranda ko'rsatilishini ta'minlaydi. `(:)` belgisi esa buyruq bajarilsada natijani ekranda namoyon etilmaslikni anglatadi.

`(%)` – foiz belgisi esa oldingi buyruqni chaqirish uchun xizmat qiladi. Bu simvol oldingi qadamdagi buyruq yozuvini qisqartirish maqsadida foydalaniladi. Masalan,

`> a+b;`

$a+b$

`> %+c;`

buyruqning natijasi esa  $a+b+c$  ga teng bo'ladi.

O'zgaruvchi berilgan qiymatni o'zlashtirishi uchun `(:)` belgi qo'llaniladi.

Maple dasturi to'liq yuklanmaguncha uning buyruqlari ko'rinmaydi. Uning buyruqlarining katta qismi avtomatik tarzda yuklanadi.

Boshqa buyruqlarni esa standart kutubxonadan yoki buyruqlar bajarilishidan oldin `readlib(command)` buyrug'i bilan chaqirib olinishi mumkin. Bunda `command` chaqirilayotgan buyruqning nomi.

Maplening qolgan amaliy buyruqlari maxsus kutubxonadan qism dastur paketlarida joylashgan bo'ladi. Bu buyruqlar paketini dasturni yuklash vaqtida chaqirish mumkin.

Standart amaliy buyruqlar paketidan buyruqlarni ekranga chaqirishning ikki usuli mavjud:

1. Qism dastur paketining barcha buyruqlarini `with(package)` buyrug'i orqali chaqirish, bunda `package`-paketning nomi.

2. `> package[command](options);` buyrug'i orqali. Bunda `package` - paketning nomi, `command(options)`- kerakli buyruq.

Maple qism dasturlar kutubxonasida bir necha amaliy masalalarni yechish uchun dasturlar majmuasi (paketi) mavjud. Masalan, `linalg` - chiziqli algebra amallarini, `geometry` – planimetriya masalalarini yechishni, `geom3d` - stereometriya masalalarini yechishni, `student` – talabalar uchun foydali bo'lgan amallarni o'z ichiga olgan paketlarni sanab o'tish mumkin.

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

Quyidagi jadvalda standart funksiyalar va ularning Mapledagi yozilish qoidalari keltirilgan.

**Maplening standart funksiyalari**

Matematik yozuvda	Mapledagi yozuvda	Matematik yozuvda	Mapledagi yozuvda
$e^x$	<b>exp(x)</b>	$\sqrt{x}$	<b>sqrt(x)</b>
$\ln x$	<b>ln(x)</b>	$ x $	<b>abs(x)</b>
$\lg x$	<b>log10(x)</b>	$\sin x$	<b>sin(x)</b>
$\log_a x$	<b>log[a](x)</b>	$\cos x$	<b>cos(x)</b>
$\sqrt{x}$	<b>sqrt(x)</b>	$\operatorname{tg} x$	<b>tan(x)</b>
$ x $	<b>abs(x)</b>	$\operatorname{ctg} x$	<b>cot(x)</b>
$\sin x$	<b>sin(x)</b>	$\sec x$	<b>sec(x)</b>
$\cos x$	<b>cos(x)</b>	$\operatorname{cosec} x$	<b>csc(x)</b>
$\operatorname{tg} x$	<b>tan(x)</b>	$\arcsin x$	<b>arcsin(x)</b>
$\operatorname{ctg} x$	<b>cot(x)</b>	$\arccos x$	<b>arccos(x)</b>
$\sec x$	<b>sec(x)</b>	$\operatorname{arctg} x$	<b>arctan(x)</b>
$\operatorname{cosec} x$	<b>csc(x)</b>	$\operatorname{arctg} x$	<b>arccot(x)</b>
$\arcsin x$	<b>arcsin(x)</b>	$\operatorname{sh} x$	<b>sinh(x)</b>
$\arccos x$	<b>arccos(x)</b>	$\operatorname{ch} x$	<b>cosh(x)</b>
$\operatorname{arctg} x$	<b>arctan(x)</b>	$\operatorname{th} x$	<b>tanh(x)</b>
$e^x$	<b>exp(x)</b>	$\operatorname{cth} x$	<b>coth(x)</b>
$\ln x$	<b>ln(x)</b>	$\delta(x)$ - Dirak funksiyasi	<b>Dirac(x)</b>
$\lg x$	<b>log10(x)</b>	$\log_a x$	<b>log[a](x)</b>

**Izoh:** Mapleda bundan tashqari turli-tuman maxsus funksiyalarni qiymatlarini hisoblash uchun mo'ljallangan buyruqlar ham mavjud. Masalan: Bessel funksiyasi, Eyler, Beta, Gamma funksiyalari.

### 3 – TOPSHIRIQ

1. Matn rejimiga o'tib «3-topshiriq» degan yozuvni yozing. So'ngra buyruqlar satriga o'ting.

2.  $\sin \frac{\pi}{2} + \cos \frac{5\pi}{2}$  ni qiymatini hisoblash uchun buyruqlar satriga  
> sin(Pi/2)+cos(5\*Pi/2);ni kiritib, Enter ni bosamiz. Natijada 1 ga ega bo'lamiz.

3. Endi  $\sin^4 \frac{\pi}{4} + \cos^4 \frac{3\pi}{4}$  ni hisoblaylik.

> combine((sin(Pi/4))^4+(cos(3\*Pi/4))^4);

1/2

4.  $\sin^4 \frac{\pi}{8} + \cos^4 \frac{3\pi}{8} + \sin^4 \frac{5\pi}{8} + \cos^4 \frac{7\pi}{8}$  ni hisoblash uchun esa buyruqlar satriga

> combine((sin(Pi/8))^4+(cos(3\*Pi/8))^4+(sin(5\*Pi/8))^4+(cos(7\*Pi/8))^4); ni kiriting va Enter tugmasini bosing. combine buyruqi bilan

darajali ifodalarda shakl almashtirish mumkin). Natijada ekranda  $\frac{3}{2}$  ni ko'rish mumkin.

#### 1.3. Mapleda matematik ifodalar ustida shakl almashtirishlar

Mapleda matematik ifodalar ustida shakl almashtirish jarayonida quyidagi amallarni bajarish mumkin:

- O'xshash hadlarni ixchamlash;
- Ko'paytuvchilarga ajratish;
- Qavslarni ochish;
- Ratsional kasrlarni qisqartirish va shu kabilar

Ifodalarning qismlarini ajratish. Bu holda matematik ifoda quyidagi ko'rinishda yoziladi:

> eq:=exp1=exp2;

bunda eq – ifodaning matematik ko'rinishi, exr1 – formulaning chap qismini shartli ifodalaniishi; exr2 – ifodaning o'ng qismini ifodalaydigan shart.

### Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Ifodaning o'ng qismini ajratish buyrug'ini **rhs(eq)** va chap qismini ajratish uchun esa **lhs(eq)** buyrug'idan foydalanish mumkin.

Misol ko'ramiz:

> eq:=a^2-b^2=c;

$$eq := a^2 - b^2 = c$$

> lhs(eq);

$$a^2 - b^2$$

> rhs(eq);

$$c$$

Ratsional kasr  $a/b$  ko'rinishda berilgan bo'lsa, u holda uni surat va maxrajini mos ravishda **numer** va **denom** buyruqlari bilan ajratib olish mumkin.

Masalan:

> f:=(a^2+b)/(2\*a-b);

$$f := \frac{a^2 + b}{2a - b}$$

> numer(f);

$$a^2 + b$$

> denom(f);

$$2a - b$$

**Ifodalarda shakl almashtirishlar.** Ifodalarda qavslarni ochib ularning hadlarini ixchamlash **expand(eq)** buyrug'i bilan amalga oshiriladi:

> eq:=(x+1)\*(x-1)\*(x^2-x+1)\*(x^2+x+1);

$$eq := (x + 1)(x - 1)(x^2 - x + 1)(x^2 + x + 1)$$

> expand(eq);

$$x^6 - 1$$

Ko'phadlarni ko'paytuvchilarga ajratish uchun esa **factor(eq)** buyrug'idan foydalanamiz. Masalan:

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

1. > p:=x^5-x^4-7\*x^3+x^2+6\*x;

$$p := x^5 - x^4 - 7x^3 + x^2 + 6x$$

> factor(p);

$$x(x-1)(x-3)(x+2)(x+1)$$

2. > p:=x^4-3\*x^3-6\*x^2;

$$p := x^4 - 3x^3 - 6x^2$$

> factor(p);

$$x^2(x^2-3x-6)$$

Kasrlarni normal(eq) buyrug'i bilan normal(standart) ko'rinishga keltirish mumkin.

1. > f:=(a^2-b^2)/((a-b)\*(a+b));

$$f := \frac{a^2 - b^2}{(a - b)(a + b)}$$

> normal(f);

$$1$$

2. > f:=(a^4-b^4)/((a^2+b^2)\*a\*b);

$$f := \frac{a^4 - b^4}{(a^2 + b^2)ab}$$

> normal(f);

$$\frac{a^2 - b^2}{ab}$$

Ifodalarni soddalashtirish simplify(eq) buyrug'i bilan amalga oshiriladi.

Masalan:

> eq:=(cos(x)-sin(x))\*(cos(x)+sin(x));

> simplify(eq);

$$2 \cos(x)^2 - 1$$

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Ifodalarda o'xshash hadlarni ixchamlash **collect(exp,var)** buyrug'i bilan amalga oshiriladi. Bunda **exp** – ifoda, **var** – o'zgaruvchining nomi. Shu nomli o'zgaruvchi bo'yicha ixchamlash amali bajariladi.

**simplify** buyrug'ining ba'zi xususiyatlari bilan tanishib chiqaylik.

**simplify(eq,trig)** buyrug'idan trigonometrik ifodalarni soddalashtirishda foydalanish maqsadga muvofiqdir. Bu buyruqda uchrashi mumkin bo'lgan standart parametrlar: **power** – darajali ifodalarni soddalashtirishda; **radical** yoki **sqrt** – ildizlar qatnashgan ifodalarni almashtirish; **ln** – logarifmlar qatnashgan ifodalarni almashtirish, **exp** – eksponenta qatnashgan ifodalarni almashtirish uchun ancha qulayliklar tug'diradi.

Trigonometrik funksiyalarning darajasini pasaytirish yoki darajali funksiyalarning ko'rsatkichini umumlashtirish uchun **combine(eq,param)** buyrug'idan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Bunda **eq** –ifoda, **param** – almashtirilishi kerak bo'lgan funksiyaning tipini ko'rsatuvchi parametr, ya'ni **trig** – trigonometrik ifodalar uchun, **power** – darajali ifodalar uchun qo'llaniladi.

Agar ifodalarda nafaqat kvadrat ildiz, balki boshqa darajadagi ildizlar ham qatnashgan bo'lsa, u holda ularni soddalashtirish uchun **radnormal(eq)** buyrug'idan foydalanish yaxshi natija beradi.

Masalan:

1. > **sqrt(3+sqrt(3)+(10+6\*sqrt(3))^(1/3))=**  
**radnormal(sqrt(3+sqrt(3)+(10+6\*sqrt(3))^(1/3)));**

$$\sqrt{3 + \sqrt{3} + (10 + 6\sqrt{3})^{1/3}} = 1 + \sqrt{3}$$

2. > **((sqrt(3+sqrt(3))^3)=**  
**radnormal((sqrt(3+sqrt(3))^3));**

$$(3 + \sqrt{3})^{(3/2)} = 3\sqrt{3 + \sqrt{3}} + \sqrt{3 + \sqrt{3}}\sqrt{3}$$

**convert(exp, param)** buyrug'i yordamida **exp** ifodani **param** tipli parametr bo'yicha soddalashtirish mumkin. Xususiyl holda **sinx** va **cosx** qatnashgan ifodalarni soddalashtirishda parametr sifatida **tan** ni olish mumkin.

Umuman olganda, bu buyruq **Maple**da katta ahamiyatga ega. U ifodalarni bir tipdan boshqasiga almashtirish imkoniyatiga ega. Masalan: **convert(list, vector)** buyrug'i **list** ro'yxatini **vector**ga almashtiradi.

**convert(expr, string)** – buyrug'i esa matematik ifodalarni matnli ifodalar bilan almashtiradi. **convert** buyrug'ining parametrlari haqida kengroq

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

tushunchalar kerak bo'lsa, ma'lumotlar tizimiga **convert[termin]** buyrug'ini berib, ma'lumot olishingiz mumkin.

Agar siz **Mapleda** qaysidir buyruqning parametrlarini unutgan bo'lsangiz, u holda **F1** tugmachasini bosib, kerakli ma'lumotga ega bo'lishingiz mumkin.

### 4 - TOPSHIRIQ

1. Matnli rejimga o'ting va «4-topshiriq» yozuvini tering.

2.  $p = x^3 + 4x^2 + 2x - 4$  ko'phadni ko'paytuvchilarga ajratish uchun buyruqlar satriga

> **factor**( $x^3 + 4x^2 + 2x - 4$ ) ni kiriting va **Enter** tugmasini bosing.

Natijada  $(x+2)(x^2+2x-2)$  hosil bo'ladi.

3.  $p = x^4 - 4x^4 + 2x^2 - 4x^2$  bo'lganda

> **factor**( $x^4 - 4x^4 + 2x^2 - 4x^2$ );

$$-x^2(3x^2 + 2)$$

4.  $\frac{1 + \sin 2x + \cos 2x}{1 + \sin 2x - \cos 2x}$  ifodani soddalashtirish uchun esa buyruqlar satriga

> **eq**:= $(1 + \sin(2*x) + \cos(2*x)) / (1 + \sin(2*x) - \cos(2*x))$ ;

> **convert**(eq, tan);

> **eq**=**normal**(%); ni kiriting

$$\frac{1 + \sin(2x) + \cos(2x)}{1 + \sin(2x) - \cos(2x)} = \frac{1}{\tan(x)}$$

5.  $(\sin^2 x + \cos^2 x) - 2(\sin^4 x + \cos^4 x)$  ni soddalashtiring:

> **eq**:= $(\sin(x)^2 + \cos(x)^2) - 2*(\sin(x)^4 + \cos(x)^4)$ ;

> **combine**(eq, trig); ni kiriting

$$-\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos(4x)$$

4.  $3(\sin^4 x + \cos^4 x) - 2(\sin^6 x + \cos^6 x)$  ifodani soddalashtirish uchun buyruqlar satriga

> **eq**:= $3*(\sin(x)^4 + \cos(x)^4) - 2*(\sin(x)^6 + \cos(x)^6)$ ;

> **eq**=**combine**(eq, trig); ni kiriting

$$3\sin(x)^4 + 3\cos(x)^4 - 2\sin(x)^6 + \cos(x)^6 = 1$$

### Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

5. Barcha nazorat topshiriqlarini bajaring. Bajarishdan oldin matnli rejimga o'tib «Nazorat topshiriqlari» ni tering.
6. Barcha nazorat savollariga javob bering.

#### NAZORAT TOPSHIRIQLARI

1. Hisoblang  $(i-1)^3$   $z:=(I-1)^3$
2. Hisoblang  $e^{i\pi/4}$
3.  $\operatorname{tg}^3 - \sin \frac{\sqrt{5}}{5}$  ifodaning aniq qiymatini toping.
4.  $\omega(k) = \alpha k^2 + \beta k^4$ ;  $\xi = ae^{-\gamma} \cos(\omega t + \varphi)$ ; formulalarni yozing
5.  $p=x^3-4x^2+5x-2$  ko'phadni ko'paytuvchilarga ajrating
6.  $\sin^2 3x - \sin^2 2x - \sin 5x \sin x$  ifodani soddalashtiring

#### NAZORAT SAVOLLARI

1. **Maple** sistemasi qanday masalalarni yechishga mo'ljallangan?
2. **Maple** oynasining asosiy elementlarini tushuntiring.
3. **Maplening** ishchi sohasi qanday shartli bo'limlarga bo'linadi va bo'limlarning vazifasi nimalardan iborat?
4. Buyruqlar satridan matnlar satriga qanday o'tiladi va aksincha?
5. **Maplening** asosiy menyu bandlari vazifalari qanday?
6. Asosiy matematik o'zgarma **Mapleda** qanday tasvirlanadi?
7. **Mapleda** ratsional sonlar qanday ko'rinishda beriladi?
8. Ratsional sonning tarkibiy qiymati qanday olinadi?
9. **Maple** buyruqlari qanday maxsus belgilar bilan tugaydi va ular nimani ifodalaydi?
10. Qism dastur kutubxonasidan qanday buyruqlarni olish mumkin?
11. **factor, expand, normal, simplify, combine, convert** buyruqlarining vazifalarini tushuntiring.

## §2. Mapleda funksiyalarni berilish usullari. Tenglama va tengsizliklarni yechish

### 2.1. Mapleda funksiyalarning berilish usullari. O'zgaruvchilarni almashtirish.

Mapleda ham funksiyalar bir necha usullarda beriladi:

1-usul. O'zlashtirish operatori (:) bilan tasvirlanadi, ya'ni:

> f:=sin(x)+cos(x);

$$f := \sin(x) + \cos(x)$$

Agar o'zgaruvchi x ga aniq qiymat berilsa, u holda funksiyaning shu x uchun aniq qiymatini olish mumkin. Masalan: oldingi misoldagi funksiyaning  $x = \pi/4$  nuqtadagi qiymati:

> x:=Pi/4;

$$x := \frac{\pi}{4}$$

> f;

$$\sqrt{2}$$

Bu buyruqlardan so'ng  $x = \pi/4$  ni qabul qiladi.

Odatda Mapleda barcha hisoblashlar simvoli ko'rinishda beriladi. Ba'zi irratsional o'zgaruvchilarni, ya'ni  $e, \pi$  kabilarning taqribiy qiymatlarini Mapleda evalf(expr,t) buyrug'i bilan olish mumkin. Bu erda expr – ifoda, t-aniqlilik, ya'ni verguldan keyin qatnashadigan o'nli raqamlar soni.

Masalan: oldingi misoldagi funksiyaning taqribiy qiymati quyidagicha hisoblanadi.

> evalf(%);

.7357588824

Bunda (%) simvoli oldingi buyruq natijasini chaqirish uchun ishlatildi.

2-usul. Funksional operator yordamida, ya'ni  $(x_1, x_2, \dots)$  o'zgaruvchilar to'plamini  $\{f_1, f_2, f_3, \dots\}$  ifodalar to'plamiga mos keltirish yo'li bilan. Masalan, ikki o'zgaruvchili funksiyaning funksional operator vositasida aniqlanishi quyidagicha bo'ladi:

> f:=(x,y)->sin(x+y);

$$f := \sin(x + y)$$

Bu funksiyaga murojaat qilish esa odatdagi matematik usulda amalga oshiriladi, ya'ni qavslar orasidagi o'zgaruvchilarning o'rniga ularga mos keladigan aniq qiymatlar beriladi. Oldingi holdagi funksiyaning qiymatini quyidagicha hisoblash mumkin:

> f(Pi/2,0);

1

**3-usul. unapply(expr,x1,x2,...)** buyrug'i yordamida, bunda **expr** – ifoda, **x1,x2...** – o'zgaruvchilar ketma-ketligi.

Masalan:

> f:=unapply(x^2+y^2,x,y);

$$f := (x,y) \rightarrow x^2 + y^2$$

> f(-7,5);

74

Bundan tashqari, **Maple**da elementar bo'lmagan funksiyalarni ham turli usullarda aniqlash mumkin.

> piecewise(cond\_1,f1, cond\_2, f2, ...)

buyrug'i yordamida

$$f(x) = \begin{cases} f_1(x), & x < a_1 \\ f_2(x), & a_1 < x < a_2 \\ \dots\dots\dots \\ f_n(x), & x > a_n \end{cases}$$

funksiyani aniqlash mumkin.

Masalan:  $f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ x, & 0 \leq x < 1 \\ \sin x, & x \geq 1 \end{cases}$  funksiyani

> f:=piecewise(x<0, 0, 0<=x and x<1, x, x>=1, sin(x)); buyrug'i yordamida tasvirlash mumkin.

### 1 - TOPSHIRIQ

Matnlar satriga «№\_topshiriq» ni yozish bilan boshlang. Nazorat topshiriqlarini bajarishdan oldin matnli rejimga o'tib «Nazorat topshiriqlari» ni

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

tering. Eslatib o'tamizki, bu ketma-ketlikdagi rasmiylashtirish har bir amaly mashg'ulot uchun o'rinli bo'ladi.

1. Mapleni yuklang. Matnli rejimga o'tib «Amaliy ishi №\_\_» ni kiritib. Enter tugmasini bosing. Satr pastiga «Bajardi: XX guruh o'quvchisi .....» deb ism va familiyangizni kiriting. Keyingi satrga «№\_\_ topshiriq» ni kiriting.

2.  $f = \sqrt{1-x^2-y^2}$  funksiyani hamda uning  $x = \rho \cos \phi$ ,  $y = \rho \sin \phi$  almashtirishdan foydalanib, qutb koordinatalarida ifodalang va ifodani soddalashtiring. Buning uchun

> f:=sqrt(1-x^2-y^2);

$$f = \sqrt{1-x^2-y^2}$$

> f:=subs({x=rho\*cos(phi),y=rho\*sin(phi)},f);

$$f = \sqrt{1-\rho^2 \cos(\phi)^2 - \rho^2 \sin(\phi)^2}$$

> f:=simplify(%); ni kiriting

$$f = \sqrt{1-\rho^2}$$

### **Baholash buyruqlari**

**Haqiqiy ifodalarni baholash.** Navbatdagi buyruqlar haqiqiy ifodalarni baholash uchun ishlatiladi, ya'ni:

- > **frac(expr)** – expr ifodaning kasr qismini hisoblash;
- > **trunc(expr)** – expr ifodaning butun qismini hisoblash;
- > **round(expr)** – expr ifodalarni yaxlitlash uchun xizmat qiladi.

**Kompleks ifodalarni baholash.**  $z=x+iy$  ko'rinishdagi kompleks ifodalarning haqiqiy va mavhum qismlarini **Re(z)** va **Im(z)** buyruqlari bilan ajratib olish mumkin.

Masalan:

> z:=3+I\*2;

> Re(z);Im(z);

3, 2

Agar  $z=x+iy$  kompleks songa qo'shma kompleks son -  $w=z^*=x-iy$  bo'lsa, **conjugate(z)** buyrug'i bilan hosil qilinadi. Yuqoridagi misolga yana murojaat qilib:

w:=conjugate(z);

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

$w:=3-2I$  ga ega bo'lamiz.

$z$  ifodaning moduli va argumenti **polar(z)** buyrug'i orqali hosil qilinadi. Bunda dastavval uni standart dasturlar kutubxonasi **readlib** dan chaqirib olish kerak. Ya'ni:

> **readlib(polar): polar(I);**

$$\text{polar}\left(1, \frac{1}{2}\pi\right)$$

Agar kompleks ifoda juda murakkab yoki bir necha parametrlarni o'z ichiga olgan bo'lsa, u hoda uning haqiqiy va mavhum qismlarini **Re(z)** va **Im(z)** buyruqlar yordamida ajratib olish ko'zlangan natijani bermaydi. Bunday hollarda kompleks ifodalarning haqiqiy va mavhum qismini **evalc(z)** buyrug'i orqali topish mumkin.

Masalan:

> **z:=ln(1-I\*sqrt(3))^2;**

$$z := \ln(1 - I\sqrt{3})^2$$

> **evalc(Re(z)); evalc(Im(z));**

$$\frac{1}{4}\ln(4)^2 - \frac{1}{9}\pi^2 \\ - \frac{1}{3}\ln(4)\pi$$

## 2 - TOPSHIRIQ

1.  $a=57/13$  soni berilgan bo'lsin. Uning butun qismi -  $x$  va kasr qismi -  $y$  ni toping hamda  $a=x+y$  ekanligini ko'rsating.

> **a:=57/13;**

> **y:=frac(a);**

$$\frac{5}{13}$$

> **x:=trunc(a);**

4

> **x+y;**

$$\frac{57}{13}$$

2.  $z = \frac{2-3i}{1+4i} + i^6$  kompleks son berilgan bo'lsin. Uning haqiqiy va mavhum qismlarini hamda, berilgan kompleks ifodaga qo'shma bo'lgan kompleks sonni toping.  $w+z=2\text{Re}(z)$  ning bajarilishini isbotlang.

Buning uchun buyruqlar satriga quyidagilarni kiriting:

>  $z=(2-3*I)/(1+4*I)+I^6$ ;

>  $\text{Re}(z)$ ;  $\text{Im}(z)$ ;

$$-\frac{27}{17}$$

$$-\frac{11}{17}$$

>  $w:=\text{conjugate}(z)$ ;

$$w := -\frac{27}{17} + \frac{11}{17}I$$

>  $z+w$ ;

$$-\frac{54}{17}$$

3.  $z = -1 - i\sqrt{3}$  kompleks sonning moduli va argumentini toping,  $z^4$  ni hisoblang. Buning uchun buyruqlar satriga quyidagilarni tering:

>  $z=-1-I*\text{sqrt}(3)$ ;

>  $\text{readlib}(\text{polar})$ ;  $\text{polar}(z)$ ;

$$\text{polar}\left(2, -\frac{2}{3}\pi\right)$$

>  $\text{evalc}(z^4)$ ;

$$-8 - 8\sqrt{3}I$$

## 2.2. Tenglamalarni yechish

Oddiy tenglamalarni yechish.  $\text{solve}(\text{eq}, x)$  buyrug'i Maple'da tenglamalarni yechish uchun xizmat qiladi. Bunda  $\text{eq}$  – tenglamaning ko'rinishi,  $x$  – o'zgaruvchi.

Masalan:

>  $\text{solve}(a*x+b=c, x)$ ;

$$-\frac{b-c}{a}$$

Agar tenglama bir nechta yechimga ega bo'lsa, u holda, bu buyruqqa qandaydir name nomini berish kerak. Tenglamaning biror yechimini topish uning nomini va yechimning raqamini qavslarda ko'rsatish orqali amalga oshiriladi.

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Masalan:

>  $x := \text{solve}(x^2 - a = 0, x);$

$$x := -\sqrt{a}, \sqrt{a}$$

>  $x[1];$

$$-\sqrt{a}$$

>  $x[2];$

$$\sqrt{a}$$

>  $x[1] + x[2];$

0

**Tenglamalar sistemasini yechish.** Tenglamalar sistemasini  $\text{solve}\{\{\text{eq1}, \text{eq2}, \dots\}, \{x1, x2, \dots\}\}$  buyrug'i yordamida olish mumkin. Faqat bunda buyruqning 1-figurali qavsida tenglamalar vergul bilan ajratilgan holda, 2-figurali qavsda esa o'zgaruvchilar vergul bilan ajratilgan holda kiritiladi. Agar tenglamalar sistemasining yechimlarini keyingi etapdagi hisoblashlarda foydalanish nazarda tutilsa, u holda bu buyruqqa qandaydir nom berilishi maqsadga muvofiqdir. So'ngra  $\text{assign}(\text{name})$  buyrug'i bajarilib, sistemaning yechimlaridan keyingi hisoblashlarda foydalanish mumkin.

Masalan:

>  $s := \text{solve}\{\{a \cdot x - y = 1, 5 \cdot x + a \cdot y = 1\}, \{x, y\}\};$

$$s := \left\{ x = \frac{a+1}{5+a^2}, y = \frac{a-5}{5+a^2} \right\}$$

>  $\text{assign}(s); \text{simplify}(x-y);$

$$\frac{6}{5+a^2}$$

**Tenglamalarni taqribiy yechish.** Agar tenglamalar yechimini analitik usulda olish imkoniyati bo'lmasa, u holda ularning sonli-taqribiy yechimini olishga to'g'ri keladi. Bu hol **Maple**da  $\text{fsolve}(\text{eq}, x)$  deb ataluvchi maxsus buyruq orqali amalga oshiriladi. Bu buyruqning parametrlari  $\text{solve}$  buyrug'iniki kabi yoziladi.

>  $x := \text{fsolve}(\cos(x) = x, x);$

$x := .7390851332$

**Maple**da rekkurent va funktsional tenglamalarni yechish.  $\text{rsolve}(\text{eq}, f)$  buyrug'i butun qiymatli  $f$  uchun  $\text{eq}$  rekurrent tenglamalarni yechish uchun

### 2.3. Tengsizliklarni yechish

Sodda ko'rinishdagi tengsizliklarni yechish. Solve buyrug'idan tengsizliklarni yechish uchun ham foydalanish mumkin.

Tengsizliklarning yechimlari izlanuvchan noma'lum yotgan sonli oraliqlar ko'rinishida beriladi. Agar yechimlar bir tomondan chegaralanmagan oraliqdan iborat bo'lsa, u holda Maple'da yechimlar, maxsus ko'rinishda beriladi. Masalan, yechim  $x \in (-\infty, a)$  ko'rinishda bo'lsa, bu yerda  $a$  – qandaydir son, u holda Maple'da natija-yechim ekranda **RealRange**( $-\infty$ , **Open**( $a$ )) ko'rinishda paydo bo'ladi. **Open** so'zi sonli oraliqning chegaralanmaganligini anglatadi. Agar yechimda bu so'z uchramasa, u holda intervalning chegarasi shu to'plamda ekanligi tushuniladi.

Masalan:

```
> s:=solve(sqrt(x+3)<sqrt(x-1)+sqrt(x-2),x);
```

```
> convert(s,radical);
```

$$\text{RealRange}\left(\text{Open}\left(\frac{2}{3}\sqrt{21}\right),\infty\right)$$

Agar siz tengsizlikning yechimini sonli intervallar -  $x \in (a, b)$  ko'rinishida emas, balki  $a < x$ ,  $x < b$  ko'rinishida olish istagida bo'lsangiz, u holda buyruq parametrlarida tengsizlik o'zgaruvchisini figurali qavs ichida yozishingizga to'g'ri keladi. Masalan:

```
> solve(1-1/2*ln(x)>2,{x});
```

$$\{0 < x, x < e^{(-2)}\}$$

Tengsizliklar sistemasini yechish. Solve buyrug'i tengsizliklar sistemasini yechish uchun ham qo'llaniladi.

Masalan:

```
> solve({x+y>=2,x-2*y<=1,x-y>=0,x-2*y>=1},{x,y});
```

$$\{x = 1 + 2y, \frac{1}{3} \leq y\}$$

#### 4 – TOPSHIRIQ

1.  $13x^3 - 25x^2 - x^4 - 129x + 270 > 0$  tengsizlikni yeching. Buning uchun buyruqlar satriga

```
> solve(13*x^3-25*x^2-x^4-129*x+270>0,x);
```

ni kiritish kerak. Natijada ekranda

```
RealRange(Open(-3), Open(2)), RealRange(Open(5), Open(9))
```

yozuvni ko'rish mumkin.

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Mustaqil ravishda bu yechimni analitik (formula) ko'rinishida yozing. Tengsizlikning yechimini o'zingiz bilgan boshqa ko'rinishga o'tkazing.

2. Tengsizlikni yeching.  $e^{(2x+3)} < 1$ .

Buning uchun quyidagi buyruqni kiritamiz:

> solve(exp(2\*x+3)<1,x);

$$\text{RealRange}\left(-\infty, \text{Open}\left(-\frac{2}{3}\right)\right)$$

### NAZORAT TOPSHIRIQLARI

1.  $z = \left(2e^{i\pi/6}\right)^5$  kompleks son berilgan. Uning ko'rinishini algebraik shaklga o'tkazib, haqiqiy va mavhum qismini, modul va argumentini toping.

2.  $f(x,y) = \left(\frac{\arctg(x+y)}{\arctg(x-y)}\right)^2$  funksiyani funksional ko'rinishda yozing. Uni  $x=1$ ,  $y=0$  va  $x = (1+\sqrt{3})/2$ ,  $y = (1-\sqrt{3})/2$  nuqtalardagi qiymatini toping.

3.  $f(x,y) = \frac{x^3y^2 - x^2y^3}{(xy)^5}$  funksiyani o'zlashtirish operatori ( $:=$ ) orqali yozing va uni  $x=a$ ,  $y=1/a$  nuqtalardagi qiymatini hisoblang. O'rninga qo'yish buyrug'i subsdan foydalaning.

4. Sistemaning barcha aniq yechimlarini analitik ko'rinishda yozing

$$\begin{cases} x^2 - 5xy + 6y^2 = 0, \\ x^2 + y^2 = 10. \end{cases}$$

5. Trigonometrik tenglamaning barcha yechimlarini toping.  
 $\sin^4 x - \cos^4 x = 1/2$

6. Tenglamaning sonli yechimini toping  $e^x = 2(1-x)^2$

7. Tengsizlikni yeching.  $2 \ln^2 x - \ln x < 1$

### NAZORAT SAVOLLARI

1. Maple da funksiyalarning berilish usullarini tavsiflang.

2. Haqiqiy ifodalarni baholash Maple da qanday amalga oshiriladi?

3. Evalf buyrug'ining vazifasini tushuntirib bering.

4. Qaysi buyruq orqali kompleks sonning haqiqiy va mavhum qismini hamda modul va argumentini va unga qo'shma bo'lgan kompleks sonini topish mumkin. Evalc buyrug'i vazifasini tushuntirib bering.

5. Solve buyrug'i qanday vazifani bajaradi?

6. Rekurrent tenglamaning sonli yechimini topish uchun qanday buyruqlardan foydalanish mumkin?

7. Tenglamaning aniq yechimini hamda uning barcha yechimlarini topish uchun qanday qo'shimcha buyruqlardan foydalanish mumkin?

8. Tengsizliklarning yechimlari ekranda qanday ko'rinishlarda beriladi. Ekranda chegaralangan intervallar chegaralanmagan intervallardan qanday belgi (yoki yozuv)lar bilan farqlanadi?

### §3. Maple grafikasi. Ikki va uch o'lchovli grafiklar hamda animatsiyalar.

#### 3.1. Ikki o'lchovli grafiklar.

**Plot buyrug'i va uning parametrlari.** Bir o'zgaruvchili funksiya grafiginu yasash uchun ( $a \leq x \leq b$  intervalda  $Ox$  o'qida va  $c \leq y \leq d$  intervalda  $Oy$  o'qida) `plot(f(x), x=a..b, y=c .. d, parameters)` buyrug'i qo'llaniladi. **Parameters** – grafik tasvirini boshqarish parametri. Agar parametrlari ko'rsatilmasa, u holda ular avtomatik tarzda o'rnatiladi. Tasvirni sozlash uskunalar panelidan ham amalga oshiriladi.

Plot buyrug'ining asosiy parametrlari quyidagicha bo'lishi mumkin:

- 1) `title="text" text` – tasvirning sarlavhasi. Lotin harflari bilan probelsiz yozilsa, qo'shtirnoq belgisini tushirib qoldirsa ham bo'ladi.
- 2) `coords=polar` – qutb koordinatalarini o'rnatish. (odatiy holda dekart koordinatalar o'rnatilgan bo'ladi).
- 3) `axes` – koordinata o'qlari turini o'rnatish: `axes=NORMAL` - odatiy o'qlar; `axes=BOXED` – shkalali ramkada grafik, `axes=FRAME` – markazi tasvirning chap past burchagida joylashgan o'qlar; `axes=NONE` – koordinatalar o'qisiz holat;
- 4) `Scaling` – tasvirning masshtabini o'rnatish: `scaling=CONSTRAINED` –koordinata o'qlari bir xil masshtab bo'lishini ta'minlash; `scaling=UNCONSTRAINED` – oyna o'lchami bo'yicha grafik masshtablashtirish;
- 5) `style=LINE(POINT)` – chiziq yoki nuqtalar vositasida yasash;
- 6) `numpoints=n` – grafiklarning hisoblanadigan nuqtalari soni (odatda  $n=49$ );

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

7) **color** – chiziq ranglarini belgilash: ranglarni ingliz tilidagidek yoziladi, masalan: **yellow** – sariq va **hokazo**;

8) **xtickmarks=nx** va **ytickmarks=ny** – mos ravishda OX va OY o'qlaridagi belgilar sonlari;

9) **thickness=n**,  $n=1,2,3\dots$  -.chiziqning qalinligini ko'rsatuvchi parametr (odatiy holda  $n=1$  deb qabul qilingan);

10) **linestyle=n** – chiziqning turini belgilovchi parametr, ya'ni: uzluksiz, punktirli va h.k.(doimiy holda  $n=1$  – uzluksiz chiziq);

11) **font=[f,style,size]** – matnni chiqarish uchun uning shrifti turini o'rnatish; **f** da shriftning nomi beriladi, ya'ni **TIMES**, **COURIER**, **HELVETICA**, **SYMBOL**, **style**da shriftning xususiyati beriladi: **BOLD**, **ITALIC**, **UNDERLINE**; **size** – shriftning o'lchami **pt** birlikda beriladi;

12) **labels=[tx,ty]** –koordinata o'qlaridagi yozuv, bu yerda **tx** – OX o'qi, **ty** esa OY o'qi bo'yicha;

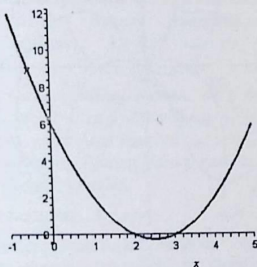
**plot** buyrug'i yordamida nafaqat oshkor ko'rinishda berilgan  $y=f(x)$  funksiyalarni, balki parametrik ko'rinishdagi funksiyalarning grafiklarini **plot([y=y(t), x=x(t), t=a..b], parameters)** buyrug'i yordamida yasash mumkin.

### 1.1 - TOPSHIRIQ

1.  $y = x^2 - 5x + 6$  funksiyaning grafigini qalin chiziq bilan -1 dan 5 gacha bo'lgan intervalda yasang. Buning uchun buyruqlar satriga quyidagi buyruqlarni kiriting.

> **with(plots):**

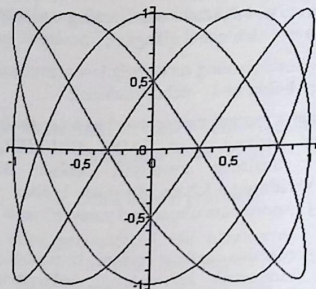
> **plot(x^2-5\*x+6,x=-1..5);**



**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

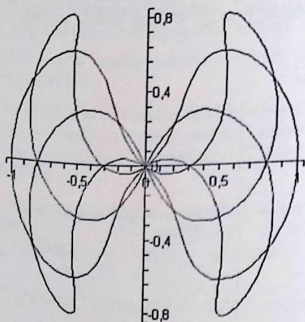
3. Parametrik ko'rinishda berilgan  $y = \sin 3t$   $x = \cos 5t$   $0 \leq t \leq 2\pi$  ega chiziqning grafigini yasang. Qutb koordinatalarida funksiyaning grafigini izoh ko'rsatilgan holda yasang.

> plot ((sin(3\*t),cos(5\*t),t=0..2\*Pi),color=blue);



> plot ((sin(3\*t),cos(5\*t),t=0..2\*Pi),color=blue,coords=polar);

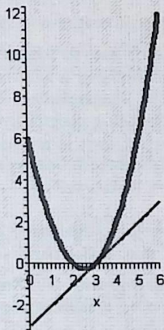
Izoh: Berilgan funksiyaning qutb koordinatalar sistemasida grafigi



## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

5. Bir tasvirda ikki grafik:  $y = x^2 - 5x + 6$  funksiyani va unga urinma bo'lgan  $y = x - 3$  larning grafiklarini yasang.

```
> plot([x^2-5*x+6, x-3], x=0..6, scaling=CONSTRAINED,  
color=[red,blue], linestyle=[1,2], thickness=[3,2]);
```



**Oshkormas funksiyalar grafiklarini yasash.** Ma'lumki, agar tenglama  $F(x,y)=0$  ko'rinishda berilgan bo'lsa, u holda uni oshkormas funksiya ko'rinishida berilgan deyiladi. Oshkormas funksiya grafigini yasash uchun dasturlar kutubxonasidagi **implicitplot** buyrug'idan foydalaniladi:

**plots: implicitplot(F(x,y)=0, x=x1..x2, y=y1..y2)**

Tasvirda izohli matnlarni chop etish. **Plots** dasturlar kutubxonasidagi **textplot** buyrug'i izohli matnni chiqarish uchun ishlatiladi: **textplot([xo,yo,'text'], options)**, bunda  $xo, yo$  – matn boshlanadigan nuqtaning koordinatalari.

Bir tasvirda bir necha grafikni yasash. Ko'p hollarda bir tasvirda bir nechta grafikni turli buyruqlar bilan joylashtirishga to'g'ri keladi. Masalan: **plot** buyrug'i bilan kiritilgan grafiklarga tasvirni qo'shish, **textplot** bilan matnli yozuvlar ham kiritish mumkin. Buning uchun natijani qandaydir o'zgaruvchi bilan nomlashga to'g'ri keladi, masalan:

**> p:=plot(...); t:=textplot(...):**

Bunday vaqtda natija ekranda ko'rinmaydi. Grafikning natijasini olish uchun **plots** dasturlar kutubxonasidan tegishli buyruqni chaqirish kerak:

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

> with(plots): display([p,t], options).

Tengsizliklar yordamida ikki o'lchovli sohani yasash. Berilgan  $f_1(x,y) > c_1, f_2(x,y) > c_2, \dots, f_n(x,y) > c_n$  tengsizliklar sistemasining ikki o'lchovli sohasini yasash uchun plots dasturlar kutubxonasidagi **inequal** buyrug'idan foydalanamiz:

**inequal({f1(x,y)>c1,...,fn(x,y)>cn}, x=x1...x2, y=y1..y2, options)**

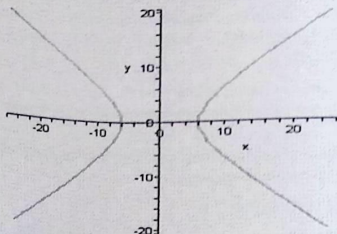
Bu yerda buyruqning figurali qavsida tengsizliklar sistemasi ko'rsatiladi. Soha, so'ngra esa koordinatalar o'qining o'lchovlari va parametrlari kiritiladi. Parametrlarda ochiq va yopiq chegaralardagi ranglarni, ichki va tashqi sohalarning ranglarini, shuningdek, chegaraviy chiziqlarning qalinliklari haqidagi ma'lumotlar beriladi:

- **Optionsfeasible = (color=red)** – sohaning ichki ranglarini o'rnatadi;
- **Optionsexcluded = (color=yellow)** – sohaning tashqi ranglarini o'rnatadi;
- **Optionsopen (color=blue, thickness=2)** – ranglarni hamda ochiq chegaradagi chiziqlarning qalinliklarini o'rnatadi;
- **Optionsclosed color=green, thickness=3)** –ranglarni, yopiq chegaradagi chiziqlarning qalinliklarini o'rnatadi.

### 1.2 - TOPSHIRIQ

1. Oshkormas funksiya (giperbola)  $\frac{x^2}{2.25} - \frac{y^2}{1.5} = 16$  ning grafigini yasang.

> with(plots):  
implicitplot(x^2/2.25-y^2/1.5=16, x=-25..25, y=-30..30,color=green, thickness=2);



**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

2.  $\frac{x^2}{36} + \frac{y^2}{9} = 1$  ellipsga ichki chizilgan  $x = 6 \cos^3 t$ ,  $x = 3 \sin^3 t$

$0 \leq t \leq 2\pi$  -- astroidaning grafigini bitta tasvirda yasang. Astroida va Ellips yozuvlarini qalin shrift bilan ko'rsating. Buning uchun

> with(plots):

eq:=x^2/36+y^2/9=1:

el:=implicitplot(eq, x=-8..8, y=-8..8, color=green, thickness=4):

as:=plot([6\*cos(t)^3, 3\*sin(t)^3, t=0..2\*Pi], scaling=CONSTRAINED, color=blue, thickness=2):

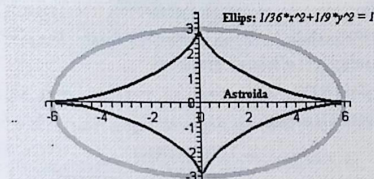
eq1:=convert(eq, string):

t1:=textplot([2.5, 3.5, eq1], font=[TIMES, ITALIC, 10], align=RIGHT):

t2:=textplot([1, 3.5, "Ellips:"], font=[TIMES, BOLD, 10], align=RIGHT):

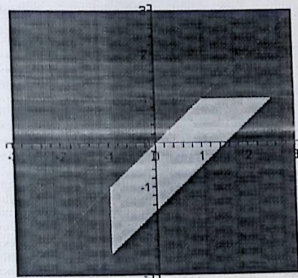
t3:=textplot([2.8, 0.4, "Astroida"], font=[TIMES, BOLD, 10], align=LEFT):

display([as, el, t1, t2, t3]):



3.  $x - y > 0$ ,  $x - y < 1$ ,  $y < 1$ ,  $x > -1$  chiziqlar bilan chegaralangan sohani yasang.

> with(plots):inequal({x-y>0, x-y<1.5, y<1, x>-1}, x=-3..3, y=-3..3, color=red);



### 3.2. Uch o'lchovli grafiklar. Animatsiyalar

Oshkor funksiyalar orqali berilgan sirtlarning grafiklari. `plot3d(f(x,y), x=x1...x2, y=y1...y2, options)` buyrug'i yordamida  $z = f(x, y)$  ko'rinishdagi funksiyalarning grafiklarini yasash mumkin. Bu buyruqning ko'p parametrlan `plot` buyrug'ining parametrlari bilan ustma-ust tushadi. `plot3d` buyrug'ining eng ko'p ishlatiladigan parametrlaridan biri - `light=[angl1, angl2, c1, c2, c3]`. Bunda sferik koordinatalar sistemasidagi nur hosil qiladigan nuqtaning koordinatalari (`angl1, angl2`) dan chiquvchi sirtning ost ranglari ko'rsatiladi. Hosil qilinadigan rangning `[0,1]` kesmada yotuvchi bir qismi qizil (`c1`), yashil (`c2`) va ko'k (`c3`) ranglardir.

Parametrik ko'rinishda berilgan sirtlarning grafiklari. Agar parametrik tenglamalar :  $x=x(u,v)$ ,  $y=y(u,v)$ ,  $z=z(u,v)$ , bilan berilgan bo'lsa, sirtni yasash uchun `plot3d([x(u,v), y(u,v), z(u,v)], u=u1..u2, v=v1..v2)` buyrug'idan foydalanish mumkin.

Oshkormas ko'rinishda berilgan sirtlarni yasash.  $F(x, y, z) = c$  tenglama bilan berilgan sirtlarning uch o'lchovli grafiklari

`plot: implicitplot3d(F(x,y,z)=c, x=x1..x2, y=y1..y2, z=z1..z2),`

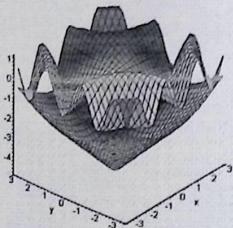
buyrug'i yordamida yasaladi.

#### 2- TOPSHIRIQ

1.  $(x, y) \in [-\pi, \pi]$  oraliqda  $z = \sin xy$  va  $z = \sqrt{x^2 + y^2} - 7$  sirtlarni yasang.

Sirtning o'zgarib turuvchi rangini  $x + y$  funksiya orqali berilishini ta'minlang.

`> plot3d((sin(x*y), sqrt(x^2+y^2)-5), x=-Pi..Pi, y=-Pi..Pi, grid=[30,30], axes=FRAMED, color=x+y);`

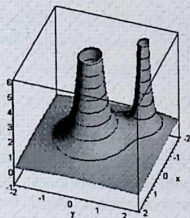


**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

$$2. z = \frac{1}{x^2 + y^2} + \frac{0,2}{(x + 1,2)^2 + (y - 1,5)^2} + e^{\sin(x^2 + y^2)} \quad \text{sirtni sath}$$

chiziqlari bilan birgalikda yasang.

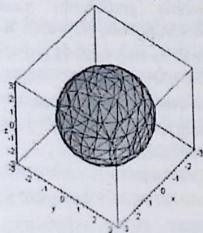
```
> plot3d(1/(x^2+y^2)+0.2/((x+1.2)^2+(y-1.5)^2), x=-4.4, y=-2..2.5, view=[-2..2, -2..2.5,-1..6], grid=[60,60], shading=NONE, light=[100,30,1,1,1], axes=BOXED,color=green, orientation=[65,20], style=PATCHCONTOUR);
```



3.  $x^2 + y^2 + z^2 = 6.25$  tenglama orqali aniqlangan sharni yasang

```
> with(plots):
```

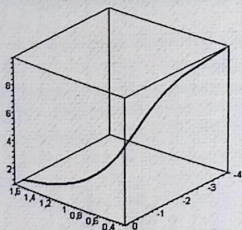
```
> implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=6.25,x=-3..3, y=-3..3, z=-3..3);
```



4.  $x = e^{\cos(t)}$ ,  $y = \ln(\sin(t))$ ,  $z = t^2$  tenglama orqali berilgan fazoviy egri chiziqni yasang.

```
> with(plots):
```

```
spacecurve([exp(cos(t)),ln(sin(t)),t^2], t=1..5, color=blue, thickness=2, axes=BOXED);
```



**Animatsiyalar.**

Mapleda plot dasturlar kutubxonasidagi **animate** (ikki o'lchovli) **animate3d** (uch o'lchovli) buyruqlari yordamida harakatlanuvchi tasvirlar – animatsiyalarni hosil qilish mumkin. **Frames** parametri **animate3d** buyrug'ida animatsiyalardagi kadrlar sonini anglatadi. Agar bu parametr o'rnatilmagan bo'lsa, u holda **frames=8** deb faraz qilinadi.

**NAZORAT TOPSHIRIQLARI**

1. Birinchi tur Bessel funksiyasi -  $J_n(x)$  ning  $n$  nomer  $-20 < x < 20$  da o'zgartirishda alohida-alohida grafiklarini yasang. Bessel funksiyasi **BesselJ(n,x)**, buyrug'i orqali chaqiriladi, bu yerda  $n$  – Bessel funksiyasining nomeri,  $x$  – erkli o'zgaruvchi.  $n=0,1,2,3,4,5,6$  da Bessel funksiyasining dastlabki 6 tasining grafiginu yasagandan so'ng ularni taqqoslang.

2. Qutb koordinatalar sistemasida  $0 < \varphi < 4\pi$  da  $\rho = \cos^3(\varphi/3)$  funksiyaning grafiginu yasang. Grafik chizig'ining qalinligini 3 ga teng qilib, uning rangi sifatida **magenta** nomli rangni tanlang.

3. Bir koordinatalar sistemasida  $y = x + 2\arctg x$  funksiyaning, hamda uning asimptotalari  $y = x$  va  $y = x + 2\pi$  lar grafiklarini yasang. Parametrlar uchun quyidagilarni tanlang: asosiy chiziqning rangi – havorang; asimptotalarning rangi – qizil; asosiy chiziqning qalinligi – 3; asimptotalar uchun – oddiy; koordinatalar o'qining masshtabini bir xilligi saqlansin. Har bir chiziqning nomlanishi ko'rsatilgan bo'lsin.

4. Parametrik tenglamalar bilan berilgan sirt (Myobius yaprog'i)ni yasang:

$$x = \left(5 + u \cos\left(\frac{v}{2}\right)\right) \cos v, \quad y = \left(5 + u \cos\left(\frac{v}{2}\right)\right) \sin v, \quad z = u \sin\left(\frac{v}{2}\right), \quad v \in [0, 2\pi], \quad u \in [-1, 1].$$

## NAZORAT SAVOLLARI

1. Qanday buyruqlar bilan tekislikda va fazoda grafiklarni yasash mumkin? Bu buyruqlarning parametrlari haqida gapiring.
2. Grafik yasovchi buyruqlar joylashgan qo'shimcha dasturlar kutubxonasi qanday nomlanadi?
3. Oshkormas ko'rinishda berilgan funksiyalarning grafiklari qaysi buyruqlar yordamida yasaladi? Ularning parametrlarini yozing
4. **display** buyrug'i nima maqsadda ishlatiladi?
5. Berilgan tengsizliklar sistemasi orqali aniqlanadigan ikki o'lchovli soha qanday buyruq bilan yasaladi?
6. Fazoviy egri chiziqlarning grafiklari qanday buyruq bilan yasaladi?
7. **animate** va **animate3d** buyruqlarining imkoniyatlari haqida so'zlab bering.

## §4. Bir o'zgaruvchili funksiyalar differensial va integral hisobi.

### 4.1. Limitlarni hisoblash

Limitlarni hisoblash ikki buyruq bilan amalga oshiriladi.

Mapleda ba'zi bir matematik amallar ikki xil buyruq bilan amalga oshiriladi. Buyruq nomi bir xil, ammo bosh va kichik harflar bilan yoziladi. Bosh harf bilan yozilganda matematik ifodaning analitik ko'rinishini namoyon qiladi. Kichik harf bilan yozganda amal bajarilib, natija ekranda namoyon bo'ladi.

1. **limit(expr, x=a, par)**, bu yerda **expr** –limiti izlanayotgan ifoda **a** – nuqta, **par** – bir taraflama limitni izlashda zarur bo'lmagan parametr, (**left** –chapdan, **right** – o'ngdan) yoki o'zgaruvchi turi (**real** –haqiqiy, **complex** –kompleksli).

2. **Limit(expr, x=a, par)** parametrlari oldingidek qabul qilinadi.

Buyruqlarning ishlatilishiga misol:

> **Limit(sin(5\*x)/x, x=0);**

$$\lim_{x \rightarrow 0} \left( \frac{\sin(5x)}{x} \right)$$

> **limit(sin(5\*x)/x, x=0);**

5

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

Bu ikki buyruq orqali hisoblashlarni standart analitik ko'rinishda yozib hisoblash mumkin.

> Limit( $\sin(5^*x)/x, x=0$ )=limit( $\sin(5^*x)/x, x=0$ );

$$\lim_{x \rightarrow 0} \left( \frac{\sin(5x)}{x} \right) = 5$$

> Limit( $((4^*x-1)/(4^*x+1))^{(2^*x)}, x=\text{infinity}$ )=limit( $((4^*x-1)/(4^*x+1))^{(2^*x)}, x=\text{infinity}$ );

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{4x-1}{4x+1} \right)^{(2x)} = e^{(-1)}$$

Bir taraflama limitlar quyidagi parametrlar bilan hisoblanadi: left -limitni chap taraflama topish, right -o'ngdan. Masalan:

> Limit( $1/(1+\exp(1/x)), x=0, \text{left}$ )=limit( $1/(1+\exp(1/x)), x=0, \text{left}$ );

$$\lim_{x \rightarrow 0^-} \left( \frac{1}{1 + e^{\left(\frac{1}{x}\right)}} \right) = 1$$

> Limit( $1/(1+\exp(1/x)), x=0, \text{right}$ )=limit( $1/(1+\exp(1/x)), x=0, \text{right}$ );

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \left( \frac{1}{1 + e^{\left(\frac{1}{x}\right)}} \right) = 0$$

### 1 - TOPSHIRIQ

1.  $\lim_{x \rightarrow 1} (1-x) \lg \frac{\pi x}{2}$  limitni hisoblang

> Limit( $((1-x)^* \tan(\text{Pi}^* x/2)), x=1$ )=limit( $((1-x)^* \tan(\text{Pi}^* x/2)), x=1$ );

$$\lim_{x \rightarrow 1} (1-x) \tan\left(\frac{1}{2} \pi x\right) = 2 \frac{1}{\pi}$$

2.  $\lim_{x \rightarrow 1^-} \arctg \frac{1}{1-x}$  va  $\lim_{x \rightarrow 1^+} \arctg \frac{1}{1-x}$  bir taraflama limitni hisoblang

> Limit( $\arctan(1/(1-x)), x=1, \text{left}$ )=limit( $\arctan(1/(1-x)), x=1, \text{left}$ );

$$\lim_{x \rightarrow 1^-} \arctan\left(\frac{1}{1-x}\right) = \pi \frac{1}{2}$$

> Limit( $\arctan(1/(1-x)), x=1, \text{right}$ )=limit( $\arctan(1/(1-x)), x=1, \text{right}$ );

$$\lim_{x \rightarrow 1^+} \arctan\left(\frac{1}{1-x}\right) = -\pi \frac{1}{2}$$

## **4.2. Differensiallash**

### **2.1 Hosilalarni hisoblash**

Mapleda hosilalar ikki buyruq bilan hisoblanadi.

1) **diff(f, x)**, **f** –differensiallanishi kerak bo'lgan funksiya, **x** – differensial almashtirishdagi o'zgaruvchi

2) **Diff(f, x)** parametrlari oldingidek. Bu buyruq bajarilganda hosilaning analitik yozuvi  $\frac{\partial}{\partial x} f(x)$  ko'rinishda bo'ladi.

Differensiallashdan so'ng natijani soddalashtirish mumkin. Buning uchun natijani qanaqa ko'rinishda olishga ko'ra **simplify factor** yoki **expand** buyrug'ini ishlatish mumkin.

Masalan:

> Diff(cos(5\*x^4),x)=diff(cos(5\*x^4),x);

$$\frac{d}{dx} \cos(5x^4) = -20 \sin(5x^4) x^3$$

Hosilani oldingi tartib bilan hisoblashda x^n parametri ko'rsatiladi. Bunda n –hosila tartibi. Masalan:

> Diff(x^6,x\$5)=diff(x^6,x\$5);

$$\frac{d^5}{dx^5} (x^6) = 720 x$$

> Diff(cos(2\*x)^2-sin(4\*x),x\$4)=diff(cos(2\*x)^2-sin(4\*x),x\$4);

$$\frac{d^4}{dx^4} (\cos(2x)^2 - \sin(4x)) = -128 \sin(2x)^2 + 128 \cos(2x)^2 - 256 \sin(4x)$$

Olingan natijani soddalashtiramiz:

> simplify(%);combine(%);

$$\frac{d^4}{dx^4} ((\cos(2x) - 2 \sin(2x)) \cos(2x)) = 256 \cos(2x)^2 - 512 \cos(2x) \sin(2x) - 128$$

$$\frac{d^4}{dx^4} \left( \frac{1}{2} \cos(4x) + \frac{1}{2} \sin(4x) \right) = 128 \cos(4x) - 256 \sin(4x)$$

### **2.2 Differensiallash operatorlari**

Differensiallash operatorlarini ifodalash uchun D(f) buyrug'idan foydalanamiz. F – funksiya. Masalan:

> D(arctan);

$$z \otimes \frac{1}{1+z^2}$$

Hosilani nuqtada hisoblasak:

> D(arctan)(Pi/4);evalf(%);

$$\frac{1}{1 + \frac{1}{16} p^2}$$

0.6184864582

Differensiallash operatori funksional operatorlarni qabul qiladi.

> f:=x->sin(ln(x^4))-cos(exp(2\*x));  
D(f);

$$x \otimes \frac{4 \cos(\ln(x^4))}{x} + 2 \sin(e^{2x}) e^{2x}$$

## 2 – TOPSHIRIQ

1. Hosilani hisoblang  $f(x) = \sin^3 2x - \cos^3 2x$

> Diff(sin(2\*x)^3-cos(2\*x)^3,x)=diff(sin(2\*x)^3-cos(2\*x)^3,x);

$$\frac{\partial}{\partial x}(\sin(2x)^3 - \cos(2x)^3) = 6\sin(2x)^2 \cos(2x) + 6\cos(2x)^2 \sin(2x)$$

2.  $\frac{\partial^{24}}{\partial x^{24}}(e^x(x^2-1))$  hisoblang

> Diff(exp(x)\*(x^2-1),x\$24)=diff(exp(x)\*(x^2-1),x\$24):

> collect(% ,exp(x));

$$\frac{\partial^{24}}{\partial x^{24}} e^x(x^2-1) = e^x(x^2 + 48x + 551)$$

3.  $y = \sin^2 x / (2 + \sin x)$  funksiyaning ikkinchi hosilasini  $x = \pi/2$ ,  $x = \pi$  nuqtalarda hisoblang.

> y:=sin(x)^2/(2+sin(x)); d2:=diff(y,x\$2):

> x:=Pi; d2y(x)=d2;

$$x:=\pi \quad d2y(\pi)=1$$

> x:=Pi/2; d2y(x)=d2;

$$x:=\frac{1}{2}\pi \quad d2y\left(\frac{1}{2}\pi\right) = \frac{-5}{9}$$

### **4.3. Funksiyalarni tekshirish**

Funksiyalarni aniqlanish sohasidan izlashni boshlash kerak, ammo bu qiyin amalga oshiriladi. Shuning uchun tengsizliklar sistemasini yechish bilan bu savolga javob topamiz(2 mavzu.q). Faqat bu funksiya barcha son o'qida aniqlanganmi, yo'qmi, u uzluksizmi degan savollarga javob topish kerak.

#### **3.1 Uzluksiz funksiya va uning bo'linish nuqtasi.**

**iscont(f,x=x1..x2)** buyrug'i bilan funksiyaning  $[x_1, x_2]$  oraliqda uzluksizligini aniqlash mumkin. Agar bu funksiya berilgan oraliqda uzluksiz bo'lsa, u holda, xulosalar qatorida *true* – (rost); uzluksiz bo'lmasa, *false* –(yolg'on) degan javob chiqadi. Xususiy holda intervalga  $x=-\text{infinity}..\text{infinity}$  berilsa, funksiya barcha son o'qida tekshiriladi. Bunday holda *true* javobi chiqsa, funksiya barcha son o'qida aniqlangan va uzluksiz bo'ladi. Aks holda uning bo'linish nuqtasini topishga to'g'ri keladi.

Bu ikki usulda amalga oshiriladi:

1) **discont(f, x)** buyrug'i bilan. Bunda *f* –izlanayotgan uzluksiz funksiya, *x* –o'zgaruvchi. Bu buyruq funksiyaning birinchi va ikkinchi tur uzilish nuqtalarini aniqlaydi.

2) **singular(f,x)** buyrug'i funksiyaning 2-tur uzilish nuqtasida o'zgaruvchining haqiqiy qiymatini kompleks son kabi topishda ishlatiladi.

Bu buyruqlar bajarilishidan oldin uni standart kutubxonadan **readlib(name)** bilan yuklanadi. **Name** –yuqoridagi ixtiyoriy ko'rsatilgan buyruq.

Bu buyruqlar natijasini figurali qavsda bo'linish nuqtalarini ko'chirish kabi ko'rsatish mumkin. Bu yozuv turi *set* deb ataladi. Hisoblashlar davomida bo'linish nuqtalari qiymatini olish uchun *Set* tipidan **convert** buyrug'i bilan doimiy sonli turni keltirib chiqarish mumkin.

#### **3.1 - TOPSHIRIQ**

1.  $y = \frac{1}{x^2 - 1}$  funksiyaning bo'linish nuqtalarini toping.

```
> restart:readlib(iscont): readlib(discont):
```

```
iscont(1/(x^2-1),x=-infinity..infinity);
```

*false*

Bu funksiya uzluksizmasligini bildiradi. Shuning uchun kesmaning bo'linish nuqtalarini topamiz:

```
> discont(1/(x^2-1),x);
```

*{-1, 1}*

2.  $y = \frac{\ln x}{x^2 - 1}$  Funksiyaning bo'linish nuqtasini toping.

> readlib(singular):

iscont(ln(x)/(x^2-1),x=-infinity..+infinity);  
false

> singular(ln(x)/(x^2-1));

{x=0}, {x=1}, {x=-1}

### 3.2 Ekstremumlar. Funksiyaning eng katta va eng kichik qiymatlari.

Mapleda funksiya ekstremumlari  $\text{extrema}(f, \{\text{cond}\}, x, 's')$  buyrug'i bilan topiladi.  $F$  – ekstremumi izlanayotgan funksiya, figurali qavs ichidagi  $\{\text{cond}\}$  – o'zgaruvchi chegarasi,  $x$  – ekstremum izlanayotgan o'zgaruvchi nomi, 's' – ekstremumning qabul qiladigan o'zgaruvchi nomi, {} – bo'sh figurali qavs barcha son o'qida ekstremum nuqtalari topilishini bildiradi. Bu buyruqlar natijasi set tipiga tegishli.

Masalan:

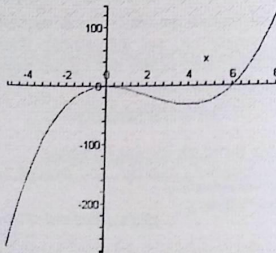
> restart:readlib(extrema):

extrema(x^3-6\*x^2, {}, x, 'x0'); 'x0';

{-32, 0}

{x=4}, {x=0}

> plot(x^3-6\*x^2, x=-5..8);



Birinchi xulosalar qatoriga funksiya ekstremumi, 2-xulosalar qatoriga ekstremum nuqtalari chiqadi.

Ammo bu buyruq qaysi nuqta maksimum va minimumligini aytib bermaydi. Funksiyaning  $x \in [x1, x2]$  intervaldagi maksimum nuqtasini topish

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

uchun **maximize** ( $f, x, x=x1..x2$ ) va **minimum** nuqtasini topish uchun **minimize**( $f, x, x=x1..x2$ ) buyruqlari bajariladi. O'zgaruvchidan keyin 'infinity' ko'rsatilsa yoki  $x=-infinity..+infinity$  interval berilsa unda **maximize** va **minimize** barcha son o'qida maksimum va minimum nuqtalarni haqiqiy sonlar to'plami va kompleks son kabi topadi. Bu parametr berilmasa nuqtalarni topish faqat haqiqiy sonlar to'plamida bajariladi.

Masalan:

```
> maximize(exp(-x^2), {x});
```

Bu buyruqlarning kamchiligi shundaki, unda funksiya faqat maksimum va minimum nuqtalarda qiymat qabul qiladi. Shuning uchun misolni to'liq yechish maqsadida funktsiyani tekshirish ekstremum nuqtalarida ( $x, y$ ) koordinatalarda uning xossalriga ko'ra o'rganish quyidagi buyruq bilan amalga oshiriladi.

```
> extrema(f, {x, y}, s);
```

1

So'ng **maximize**( $f, x$ ); **minimize**( $f, x$ ) buyruqlari bajariladi. Shundan so'ng barcha koordinatalarda ekstremum nuqtalar aniqlanadi.

**maximize** va **minimize** buyruqlari absolyut ekstremumlarni tez topsada, lokal ekstremumlarni hamma vaqt ham topa olmaydi. **Extrema** buyrug'i funktsiyaning ekstremumi bo'lmagan kritik nuqtalarni aniqlashga mo'ljallangan. Bu holda funktsiyaning ekstremum qiymatlari 2-xulosalar qatoridagi kritik nuqtalarni hisoblashlardan ko'ra birinchi xulosalar qatorida kichik bo'ladi.  $f(x)$  funktsiyaning  $x=x_0$  nuqtadagi 2-hosilasi ishorasiga ko'ra hisoblanganda uning xususiyatlari:  $f'(x_0) > 0$ , bo'lsa,  $x_0$  nuqta minimum,  $f'(x_0) < 0$  bo'lsa,  $x_0$  nuqta maksimum bo'ladi.

Yangi opsiyadagi **location** parametri o'zgaruvchidan so'ng vergul bilan yozilsa maksimum va minimumning koordinatalari nuqtasini olishimiz mumkin. Xulosalar qatorida funktsiyaning aniq maksimumi(minimumi)figurali qavsda koordinata nuqtalari bilan ko'rsatiladi.

Masalan:

```
> restart:readlib(extrema):
```

```
extrema(x^4 - 2*x^2+1/2, {x, x0}, 'x0');
```

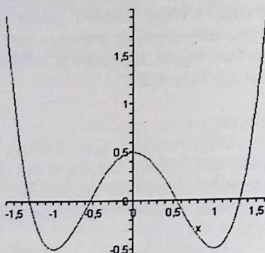
$$\left\{ \begin{array}{l} -1 \\ 1 \end{array} \right\}$$

{(x=-1), (x=0), (x=1)}

```
> minimize(x^4 - 2*x^2+1/2, x=-1.6..1.6, location=true);
```

$$\frac{-1}{2} \left\{ \left[ (x=-1), \frac{-1}{2} \right], \left[ (x=1), \frac{-1}{2} \right] \right\}$$

```
> plot(x^4-2*x^2+1/2, x=-1.6..1.6);
```



Xulosalar qatorida minimum koordinatalari va shu nuqtada funktsiyaning qabul qiladigan qiymatlari chiqdi.

**extrema**, **maximize** va **minimize** buyruqlari standart kutubxonadan **readlib(name)** buyrug'i bilan yuklanadi. **Name** – yuklanadigan buyruq.

### 3.2 - TOPSHIRIQ

1.  $y = \frac{1}{2}(x^2 - \frac{1}{2})\arcsin x + \frac{x}{4}\sqrt{1-x^2} - \frac{\pi}{12}x^2$  ning max va min ini toping.

> **readlib(extrema):**

> **y:=(x^2-1/2)\*arcsin(x)/2+x\*sqrt(1-x^2)/4-Pi\*x^2/12:**

> **extrema(y,{x,'s'});;**

$$\{0, -\frac{1}{24}\pi + \frac{1}{16}\sqrt{3}\}$$

$$\{\{x=0\}, \{x=\frac{1}{2}\}\}$$

Bu buyruqlar bajarilgandan so'ng funktsiyaning ekstremumlari va ekstremum nuqtalari topildi. Tartib bilan joylashtirilganda ekstremum 2-xulosalar qatoriga, ekstremum qiymatlari esa 1-xulosalar qatoriga joylashtirildi. (0,0) va (1/2,  $-\pi/24 + \sqrt{3}/16$ ) da ekstremumlari topildi. Faqat ularning qaysi biri max va minligini aniqlash qoldi.

Buning uchun **maximize** va **minimize** buyruqlarini qo'llaymiz.

> **readlib(maximize):readlib(minimize):**

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

> **ymax:=maximize(y,{x});**

$$y_{max} := 0$$

> **ymin:=minimize(y,{x});**

$$y_{min} := -\frac{1}{24}\pi + \frac{1}{16}\sqrt{3}$$

Natijani matn rejimida yangi qatorga «Ekstremumlar  $\max y(x) = y(0) = 0$ ,  
 $\min y(x) = y(1/2) = -\pi/24 + \sqrt{3}/16$ » deb kiriting.

Matematik simvol va grek harflarini matn rejimi uchun uskunalar panelidan summa belgisi tugmasini bosib olishimiz mumkin. Maplarning doimiy buyruqlarini hosil bo'lgan formulalarni kiritish qatori pastidagi uskunalar majmuasidan tanlab, so'ng Enterni bosib olishimiz mumkin. Masalan:  $\sqrt{3}$  formulasi uchun kiritish qatoriga sqrt(3) ni terish kerak. Matn rejimiga qaytish uchun yana uskunalar panelidan T harfi yozilgan tugmani bosamiz.

Ikkinchi formula to'plami tartibi javobi quyidagicha:

- Matn rejimini toping va  $\min y(x)=y(1/2)=$ ; ni tering;
- Summa tugmasini bosing;
- Formulani kiritish qatoriga  $-\pi/24+\text{sqrt}(3)/16$  ni tering;
- Enterni bosing.

2.  $f(x) = x^2 \ln x$  funksiyaning eng katta va eng kichik qiymatini  $x \in [1,2]$  intervalda toping.

> **f:=x^2\*ln(x):**

> **maximize(f,{x},{x=1..2});**

$$4 \ln(2)$$

> **minimize(f,{x},{x=1..2}):simplify(%);**

$$-\frac{1}{2}e^{(-1)}$$

Natijani matn rejimiga yangi qatorida «eng katta qiymat  $\max f(x) = 4 \ln 2$ , eng kichik qiymat  $\min f(x) = -1/2e$ » deb kiriting.

3.  $y = \frac{x^3}{4-x^2}$  funksiya ekstremumini toping va ikkinchi tartibli hosila yordamida xossalarini aniqlang.

> **restart:y:=x^3/(4-x^2): readlib(extrema):**

**readlib(maximize): readlib(minimize):**

> **extrema(y,{x,'s'});s;**

$$\{-3\sqrt{3}, 3\sqrt{3}\}$$

$$\{\{x=0\}, \{x=2\sqrt{3}\}, \{x=-2\sqrt{3}\}\}$$

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

Ikkita ekstremum va uchta kritik nuqtalari olindi. Funktsiyani topishni ikkinchi tartibli hosila bilan davom ettirish mumkin.

$$\begin{aligned} > d2:=diff(y,x^2): x:=0: d2y(x):=d2; \\ & \quad d2y(0):=0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} > x:=2*\sqrt{3}:d2y(x):=d2; \\ & \quad d2y(2\sqrt{3}):=-\frac{3}{4}\sqrt{3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} > x:=-2*\sqrt{3}:d2y(x):=d2; \\ & \quad d2y(-2\sqrt{3}):=\frac{3}{4}\sqrt{3} \end{aligned}$$

$y'(0)=0$   $x=0$  nuqtada ekstremumlari yo'q,  $y'(2\sqrt{3})<0$   $x=2\sqrt{3}$  nuqtada maksimum,  $x=-2\sqrt{3}$  da minimum nuqta bo'ladi. Matn rejimida javobni yozing:

«Maksimum nuqta  $2\sqrt{3}$ ,  $-3\sqrt{3}/4$ , minimum nuqta  $-2\sqrt{3}$ ,  $3\sqrt{3}/4$ » 4

Funksiyani aniqlashning umumiy sxemasi.

1.  $f(x)$  - Funksiyaning aniqlanish sohasi uzluksizligi aniqlangandan so'ng ko'rsatilishi mumkin.

2. Funksiya uzluksizligi va bo'linish nuqtalari quyidagi sxema bo'yicha topiladi.

> iscont(f, x=-infinity..infinity);

> d1:=discont(f,x);

> d2:=singular(f,x);

d1 va d2 o'zgaruvchilar to'plami natijasiada x qiymat 1 va 2-tur bo'linish nuqtasini qabul qiladi (agar ular aniqlangan bo'lsa).

3. Asimptotalari. Grafikning vertikal asimptotalari cheksiz bo'linish nuqtalari bilan ifodalanadi. Tenglamani vertikal asimptotalari > yr:=d2; ko'rinishda bo'ladi.

Funksiya cheksizligini ifodalovchi og'ma asimptota mavjud bo'lsa, uning xususiyatlarini ifodalashi mumkin.  $y=kx+b$  og'ma asimptota tenglamasida koeffitsiyent quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$k = \lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{f(x)}{x} \quad \text{va} \quad b = \lim_{x \rightarrow +\infty} (f(x) - kx).$$

$x \rightarrow -\infty$  uchun analogik formula. Buning uchun og'ma asimptota quyidagi sxema bilan ifodalanadi.

$x \rightarrow -\infty$  uchun analogik formula

> k1:=limit(f(x)/x, x=+infinity);

> b1:=limit(f(x)-k1\*x, x=+infinity);

> k2:=limit(f(x)/x, x=-infinity);

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

> b2:=limit(f(x)-k2\*x, x=-infinity);  
x → +∞ va yoki x → -∞ bo'lganda bitta asimptota bo'ladi, k1=k2 va b1=b2 esa tez uchrab turadigan holat. Shunga ko'ra asimptota tenglamasi:  
> yn:=k1\*x+b1;

4. Ekstremumlar. Funksiya ekstremumlarini tekshirish sxema bo'yicha amalga oshiriladi

> extrema(f(x), {x, 's'});

> s;

> fmax:=maximize(f(x), x);

> fmin:=minimize(f(x), x);

Bu buyruqlar bajarilgandan so'ng (x, y) ning barcha koordinatalarida maksimum va minimumlar topiladi.

### 3.3 Grafik yasash.

Funksiyaning grafigini yasash funksiyani tekshirishning oxirgi etapi hisoblanadi. Tekshirilayotgan funksiya grafigi asimptotasi siniq chiziqlar bilan, maksimum va minimum nuqtalari koordinatalarini ko'rsatilgan holda yasaladi. Bir necha funksiya grafigini yasash, yozuvlar kiritish §3 mavzuda ko'rib chiqilgan.

### 3.3 - TOPSHIRIQ

1.  $f(x) = \frac{x^4}{(1+x)^3}$  funksiyaning to'liq tekshirishni sxema bo'yicha bajaring. Avval

matn rejimiga kiring va tering: «Funksiyaning tekshirish» So'ng yana buyruqlar qatoriga o'tib tering:

> f:=x^4/(1+x)^3;

Matnli rejimda «Funksiya uzluksizligi» deb kiriting. Buyruqlar qatoriga

> readlib(iscont): readlib(discont):

readlib(singular):

iscont(f, x=-infinity..infinity);

false

ni kiriting.

Bu funksiya uzluksizligini bildiradi. Matn rejimiga o'ting va «Bo'linish nuqtalarini topish» deb kiriting. Buyruqlar qatoriga o'tib yozing.

> discont(f,x);

{-1}

Olingan bo'linish nuqtalari qiymatlarini convert buyrug'idagi set turi bo'yicha konvertlang, ikkinchi opsiyani qo'shing, masalan: '+'.

> xr:=convert(%, '+');

$$x := -1$$

Matn rejimiga o'ting va « $x = -1$  nuqtada cheksiz bo'linish olindi» deb yozing. Yangi qatorga «Asimptotalarini topish», Keyingi qatorga «Vertikal asimptota tenglamasi:  $x = -1$ » (vertikal asimptota bo'linish nuqtalarida bo'lishi mumkin). Yangi qatorga «Og'ma asimptota koeffitsienti» deb kiriting.

Buyruqlar qatoriga kiring va quyidagilarni kiriting

```
> k1:=limit(f/x, x=+infinity);  
b1:=limit(f-k1*x, x=+infinity);  
k2:=limit(f/x, x=-infinity);  
b2:=limit(f-k2*x, x=-infinity);
```

$$k1 := 1$$

$$b1 := -3$$

$$k2 := 1$$

$$b2 := -3$$

Bunday holatlarda  $x \rightarrow +\infty$  va  $x \rightarrow -\infty$  lar uchun og'ma asimptota koeffitsenti bir xil bo'ladi. Shuning uchun matnli rejimga o'tib «Og'ma asimptota tenglamasi» deb yozing. So'ng yangi buyruqlar qatoriga o'tib quyidagini bajaring:

```
> y=k1*x+b1;
```

$$y = x - 3$$

Matn rejimida «Ekstremlarni topish»ni kiriting. Buyruqlar qatoriga kiriting.

```
> readlib(extrema): readlib(maximize);  
readlib(minimize);  
extrema(f, {}, x, 's');
```

$$\left\{ \frac{-256}{27}, 0 \right\}$$

$$\{ \{x = -4\}, \{x = 0\} \}$$

Funksiya bo'linishli bo'lsa, unda maksimum va minimumni topishda bo'linish nuqtasiga kirmasligi uchun intervalni ko'rsatish kerak.

```
> fmax:=maximize(f, x=-infinity..-2);  
fmin:=minimize(f, x=-1/2..infinity);
```

$$fmax := \frac{-256}{27}$$

$$fmin := 0$$

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

2.  $y = \arctg(x)$  va  $y = \arctg(x^3 - x)$  funksiyalar grafiklarini va asimptotalarini yasang, ekstremumning koordinata nuqtalarini ko'rsating. Funksiyani tekshirish etaplarini rasmiylashtirish oldingi misoldagi kabi bo'ladi. Mustaqil holda standart kutubxonadan kerakli buyruqlarni yuklang.

```
> restart: y:=arctan(x):  
iscont(y, x=-infinity..infinity);  
k1:=limit(y/x, x=-infinity);  
k2:=limit(y/x, x=+infinity);  
b1:=limit(y-k1*x, x=-infinity);  
b2:=limit(y-k1*x, x=+infinity);  
extrema(y, {}, x, 's'); 's';  
ymax:=maximize(y); ymin:=minimize(y);
```

*true*

$k1 := 0$

$k2 := 0$

$b1 := -\frac{1}{2} p$

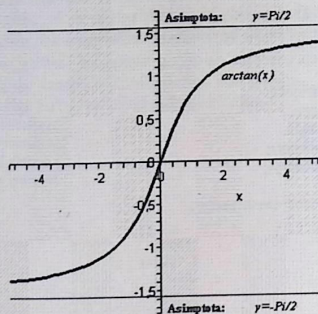
$b2 := \frac{1}{2} p$

's'

$ymax := \frac{1}{2} p$

$ymin := -\frac{1}{2} p$

```
> with(plots): yy:=convert(y,string):  
p1:=plot(y,x=-5..5, linestyle=1, thickness=2,color=blue):  
p2:=plot(b1,x=-5..5, linestyle=1,thickness=1):  
p3:=plot(b2,x=-5..5, linestyle=1,thickness=1):  
t1:=textplot([0.2,1.7,"Asimptota:"],font=[TIMES, BOLD, 10], align=RIGHT):  
t2:=textplot([3,1.7,"y=Pi/2"],font=[TIMES, ITALIC, 10], align=RIGHT):  
t3:=textplot([0.2,-1.7,"Asimptota:"],font=[TIMES, BOLD, 10], align=RIGHT):  
t4:=textplot([3,-1.7,"y=-Pi/2"],font=[TIMES, ITALIC, 10], align=RIGHT):  
t5:=textplot([2,1,yy], font=[TIMES, ITALIC,10], align=RIGHT):  
display([p1,p2,p3,t1,t2,t3,t4,t5]);
```



```
> restart: readlib(extrema):y:=arctan(x^3-x):
iscont(y, x=-infinity..infinity);
k1:=limit(y/x, x=-infinity);
k2:=limit(y/x, x=+infinity);
b1:=limit(y-k1*x, x=-infinity);
b2:=limit(y-k1*x, x=+infinity);
extrema(y, {}, x, 's');extqiymat:=evalf(%);'s';
minmax:=evalf(%);
ymax:=maximize(y); ymin:=minimize(y);
```

true

k1 := 0

k2 := 0

b1 := - $\frac{1}{2} \pi$

b2 :=  $\frac{1}{2} \pi$

$\left\{ \arctan\left(\frac{2}{9}\sqrt{3}\right), -\arctan\left(\frac{2}{9}\sqrt{3}\right) \right\}$

extqiymat:= {0.3674219047, -0.3674219047}

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

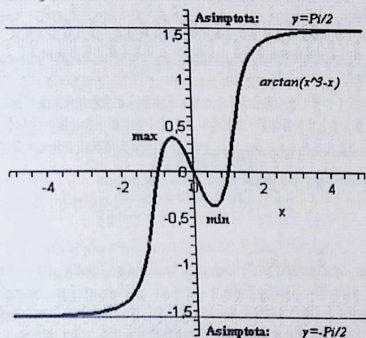
$$\left\{ \left\{ x = \frac{1}{3} \sqrt{3} \right\}, \left\{ x = -\frac{1}{3} \sqrt{3} \right\} \right\}$$

$$\text{minmax} := \{ \{x = 0.5773502693\}, \{x = -0.5773502693\} \}$$

$$y_{\max} := \frac{1}{2} p$$

$$y_{\min} := -\frac{1}{2} p$$

```
> with(plots): yy:=convert(y,string):
p1:=plot(y,x=-5..5, linestyle=1, thickness=2,color=blue):
p2:=plot(b1,x=-5..5, linestyle=1,thickness=1):
p3:=plot(b2,x=-5..5, linestyle=1,thickness=1):
t1:=textplot([0.2,1.7,"Asimptota:"],font=[TIMES, BOLD, 10], align=RIGHT):
t2:=textplot([3,1.7,"y=Pi/2"],font=[TIMES, ITALIC, 10], align=RIGHT):
t3:=textplot([0.2,-1.7,"Asimptota:"],font=[TIMES, BOLD, 10], align=RIGHT):
t4:=textplot([3,-1.7,"y=-Pi/2"],font=[TIMES, ITALIC, 10], align=RIGHT):
t5:=textplot([2,1,yy], font=[TIMES, ITALIC,10], align=RIGHT):
t6:=textplot([0.3,-0.5,"min"],font=[TIMES, BOLD, 10],align=RIGHT):
t7:=textplot([-1.7,0.4,"max"],font=[TIMES, BOLD, 10],align=RIGHT):
display([p1,p2,p3,t1,t2,t3,t4,t5,t6,t7]);
```



#### 4.4. Integrallash

##### 4.1 Analitik va sonli integrallash

Aniqmas integral  $\int f(x)dx$  2-xil buyruq yordamida hisoblanadi.

1. **int(f, x)** buyrug'i bilan. Bunda **f**-integral osti funksiya, **x** – integrallanadigan o'zgaruvchi
2. **Int(f, x)** buyrug'i bilan. Bunday parametrklar oldingidek qabul qilinadi. **Int** buyrug'i ekranga matematik formulalarni analitik ko'rinishda beradi.

$$\int_a^b f(x)dx \text{ aniq integralni hisoblash uchun } \text{int} \text{ va } \text{Int} \text{ buyruqlariga}$$

qo'shimcha kiritiladi.

> **Int(2\*sin(x)^4, x=0..Pi)=int(2\*sin(x)^4, x=0..Pi);**

$$\int_0^{\pi} 2 \sin(x)^4 dx = \frac{3}{4}\pi$$

##### 4.2 Parametrlari bilan berilgan integrallar. Parametrlar chegarasi.

Parametrlari bilan berilgan integralni hisoblash talab etilsa, uning qiymati shu parametrga yoki qandaydir chegaraga tegishli bo'ladi. Matematik analizda

ma'lum bo'lgan  $\int_0^{+\infty} e^{-ax} dx$  ko'rinishdagi integralni  $a>0$ ,  $a<0$  da qaraylik.

Integralni hisoblaganda quyidagi natijani olamiz:

> **Int(exp(-a\*x), x=0..+infinity)=int(exp(-a\*x), x=0..+infinity);**

$$\int_0^{\infty} e^{(-a)x} dx = \lim_{x \rightarrow \infty} \left( -\frac{e^{(-a)x} - 1}{a} \right)$$

Bunday holda parametrlari bilan berilgan integral hisoblanmaydi. Hisoblashda aniq analitik natija olish uchun parametriga qandaydir qiymat berish va uni chegarada ko'rsatish kerak. Buni buyruqlari yordamida bajarish mumkin. **assume(expr1)**, bunda **expr1** – tengsizlik. Qo'shimcha chegaralar **additionally(expr2)** buyruq bilan beriladi. Bunda **expr2** – boshqa tengsizlik, parametrning boshqa tarafdama chegarasi.

Parametrlari bilan berilgan  $\int_0^{+\infty} e^{-ax} dx$  integralga qaytaylik. Hisoblash ketma-

ketligi quyidagicha bo'ladi.

> assume(a>0);

Int(exp(-a\*x), x=0..+infinity)=int(exp(-a\*x), x=0..+infinity);

$$\int_0^{\infty} e^{(-a \cdot x)} dx = \frac{1}{a}$$

### 4.3 Integrallashning asosiy usullarini o'rganish.

Mapleda matematikani o'rgatadigan student paketi mavjud. Bu paketda natijani keltirib chiqaradigan, amallar tushunarli bo'lishini ta'minlaydigan, hisoblashlarni qadam ba qadam hisoblaydigan imkoniyatlar majud. Masalan,

matematikadanma'lum bo'lgan  $\int u(x)v'(x)dx = u(x)v(x) - \int u'(x)v(x)dx$

bo'laklab integrallash formulasini Mapleda student paketidan foydalanib qadam ba qadam bajarish mumkin.

Agar integral osti funksiya  $f=u(x)v'(x)$  bo'lsa, unda bo'laklab integrallash uchun `intparts(Int(f, x), u)` buyruq ishlatiladi. Bunda `u`-formula bo'yicha bo'laklab integrallanadigan funksiya.

Agar integrallashda o'zgaruvchilarni almashtirish talab etilsa, `changevar(h(x)=t, Int(f, x), t)` (bunda `t` - yangi o'zgaruvchi) buyrug'i qo'llaniladi.

`intparts` va `changevar` buyruqlar integralni to'liq hisoblamasdan faqat berilgan oraliqda hisoblaydi. To'liq natija olish uchun bu buyruqlardan `so'ng value(%)`; buyrug'i ko'rsatilishi kerak.

Bu yerdagi buyruqlarni ishlatishdan oldin student paketini `with(student)` buyrug'i bilan yuklashni unutmang.

### 4 TOPSHIRIQ

1. Aniqmas integralni toping  $\int \sin x \sin 2x \sin 3x dx$ ;

> restart:

> Int(sin(x)\*sin(2\*x)\*sin(3\*x), x)=int((sin(x)\*sin(2\*x)\*sin(3\*x), x);

$$\int \sin(x) \sin(2x) \sin(3x) dx = -\frac{1}{16} \cos(4x) - \frac{1}{8} \cos(2x) + \frac{1}{24} \cos(6x)$$

2. Aniqmas integralni toping:  $\int_0^2 3^x e^{3x} dx$ .

Int((3^x)\*exp(3\*x), x=0..2)=int((3^x)\*exp(3\*x), x=0..1/2);

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

$$\int_0^2 3^x e^{(3-x)} dx = \frac{-1 + \sqrt{3} e^{\left(\frac{3}{2}\right)}}{\ln(3)+3}$$

3.  $\int_0^{+\infty} \frac{1-e^{-ax^2}}{xe^{x^2}} dx$ , xususiy bo'lmagan integralni  $a > -1$  da hisoblang

> restart; assume(a>-1);

Int(((1-exp(-a\*x^2))/(x\*exp(x^2))), x=0..+infinity)=int(((1-exp(-a\*x^2))/(x\*exp(x^2))), x=0..+infinity);

$$\int_0^{\infty} \frac{1 - e^{-ax^2}}{xe^{x^2}} dx = \frac{1}{2} \ln(1 + a)$$

4. Integralning sonli yechimini toping:  $\int_{\pi/6}^{\pi/2} \frac{\sin x}{x} dx$

> Int (sin(x)/x,x=Pi/6..Pi/2)=evalf(int(sin(x)/x,x=Pi/6..Pi/2),25);

$$\int_{\frac{1}{6}\pi}^{\frac{1}{2}\pi} \frac{\sin(x)}{x} dx = 0.2550729722318743888462751$$

5.  $\int x^3 \cos x dx$  funksiyani bo'laklab integrallashni barcha etaplari bilan bajaring

> restart; with(student): J:=Int(x^3\*cos(x),x);

J:=intparts(Int(x^3\*cos(x),x),x^3);

intparts(%,x^2);

intparts(%,x);

value(%);

$$J = \int x^3 \cos(x) dx$$

$$J = x^3 \sin(x) - \int 3x^2 \sin(x) dx$$

$$J = x^3 \sin(x) + 3x^2 \cos(x) + \int -6x \cos(x) dx$$

$$J = x^3 \sin(x) + 3x^2 \cos(x) - 6x \sin(x) - \int -6 \sin(x) dx$$

$$J = x^3 \sin(x) + 3x^2 \cos(x) - 6x \sin(x) - 6 \cos(x)$$

Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashdovirish axoslari. O'quv qo'llanma

6.  $\int_0^1 \frac{x}{1+x^2} dx$  umumiy o'lchiga qo'yilish bilan  $\int_0^1 \frac{dx}{1+\cos x}$  integralni hisoblang

> J:=int(1/(1+cos(x)), x:=0..1);  
 J:=changevar(int(x/2+1/(2\*(1+cos(x))), x:=0..1), J(2), J(1), 0);  
 value(%);

$$\int_0^1 \frac{x}{1+\cos(x)} dx$$

$$\int_0^1 \frac{x/2 + 1/(2(1+\cos(x)))}{1} dx$$

**NAZORAT TOPSHIRIQLARI**

1.  $\lim_{x \rightarrow 0} \left( \frac{x^2 - 2x + 1}{x^2 - 4x + 2} \right)^x$  limitini hisoblang.

2. Funksiya limitini toping:  $y = \frac{1}{1+2^{1/x}}$ ,  $x \rightarrow +0$  va  $x \rightarrow -0$ .

3. Hisoblang:  $\frac{\partial^5}{\partial x^5} (\ln x)$

4.  $y = \frac{1}{1-e^{1-x}}$  funksiyaning bo'linish nuqtalarini toping.

5.  $f(x) = x \sin x + \cos x - x^2/4$ ,  $x \in [-1,1]$  funksiya ekstremumlarini toping va xossalari ko'rsating.

6.  $y = \frac{x^2(x-1)}{x+1}$  funksiyaning to'liq tekshiring.

7.  $y = x^3 - 3x^2 + 2$  ekstremum koordinatalari ko'rsatilgan funksiya grafigini yasang.

8.  $\int \frac{(x^2-6)dx}{x^4+6x^2+8}$  aniqmas integralni hisoblang.

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

9.  $\int_0^{+\infty} \frac{\sin(ax)\cos(bx)dx}{x}$  xususiy bo'lmagan integralni  $a>0$   $b>0$  da va  $a>b$ ,  $a=b$ ,  $a<b$  holatlarda hisoblang.

10.  $\int_{0,1}^{0,2} \frac{\sin(3x)e^{-x^2}}{x^4} dx$  integralning sonli yechimini toping.

11.  $\int_0^{\pi/2} x^3 \cos x dx$  funksiyani bo'laklab integrallashni barcha etaplari bo'yicha bajaring.

12.  $\int_0^{\pi/2} \frac{dx}{5-4\sin x + 3\cos x}$  funksiyani  $\operatorname{tg}(x/2)=t$  umumiy o'rniga qo'yish bilan integralni hisoblang.

**NAZORAT SAVOLLARI**

1. Limitlar qanday buyruqlar bilan hisoblanadi. Ularning parametrlari qanday?
2. Funksiya hosilasi qanday topiladi?
3. Funksiya uzluksizligini tekshiradigan buyruqlarni yozing.
4.  $(x, y)$  koordinatalar bilan ko'rsatilgan funksiya maksimum va minimumlari qanday topiladi?
5. **maximize**, **minimize** va **extrema** buyruqlarida qanday yetishmovchiliklarni ko'rish mumkin.
6. Mapleda funksiyani umumiy tekshirish sxemasi va grafigini yasashni tushuntiring
7. Analitik va sonli integrallash qanday buyruqlar bilan bajariladi?
8. **student** paketi nimaga mo'ljallangan?
9. Bo'laklab integrallash buyruqlarini yozing.
10. O'zgaruvchilarni almashtirish usuli bilan integrallashni bajarish buyruqlarini yozing.

§5. Ko'p o'zgaruvchili funksiyalar differensial va integral hisobi.

Qatorlar

5.1. Ko'p o'zgaruvchili funksiyalar differensial hisobi

Ko'p o'zgaruvchili funksiyalarni differensial va integral hisoblashlarning ko'pgina topshiriqlari Mapleda bir o'zgaruvchili funksiyalardagi buyruqlarga qo'shimcha parametrlar berish bilan bajariladi.

1.1. Xususiy hosilalar.

$f(x_1, \dots, x_m)$  funksiya bilan berilgan xususiy hosilani hisoblash uchun bizga tanish bo'lgan diff buyrug'idan foydalaniladi. Bunday holatda bu buyruq quyidagi ko'rinishda bo'ladi:  $\text{diff}(f, x_1, x_2, \dots, x_m)$ , bunda  $x_1, \dots, x_m$  -differensiallash bajariladigan o'zgaruvchilar,  $\$$  belgisi mos differensiallash tartibi. Masalan xususiy hosila  $\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}$ ,  $\text{diff}(f, x, y)$  ko'rinishda yoziladi.

1.1 - TOPSHIRIQ

1.  $f = \arccos \frac{x^2}{y^5}$  funksiya uchun  $\frac{\partial f}{\partial x}$  va  $\frac{\partial f}{\partial y}$  ni toping.

> f:=arccos(x^2/y^5);  
Diff(f,x)=diff(f, x);

$$f := \arccos\left(\frac{x^2}{y^5}\right)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \arccos\left(\frac{x^2}{y^5}\right) = -\frac{2x}{y^5 \sqrt{1 - \frac{x^4}{y^{10}}}}$$

> Diff(f,y)=diff(f,y);

$$\frac{\partial}{\partial y} \arccos\left(\frac{x^2}{y^5}\right) = \frac{5x^2}{y^6 \sqrt{1 - \frac{x^4}{y^{10}}}}$$

2.  $f(x, y) = \frac{2xy}{4x - 5y}$  Funksiyaning barcha 2-tartibli xususiy hosilasini toping.

> restart; f:=(2\*x\*y)/(4\*x-5\*y);  
Diff(f,x\$2)=simplify(diff(f,x\$2));  
Diff(f,y\$2)=simplify(diff(f,y\$2));  
p1:=Diff(f,x,y)=diff(f,x,y);simplify(p1);  
p2:=Diff(f,x,y)=diff(f,y,x);simplify(p2);

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left( \frac{2xy}{4x-5y} \right) = \frac{80y^2}{(4x-5y)^3}$$

$$\frac{\partial^2}{\partial y^2} \left( \frac{2xy}{4x-5y} \right) = \frac{80x^2}{(4x-5y)^3}$$

$$p^1 = \frac{\partial^2}{\partial y \partial x} \left( \frac{2xy}{4x-5y} \right) = \frac{2}{4x-5y} + \frac{10y}{(4x-5y)^2} - \frac{8x}{(4x-5y)^2} - \frac{80xy}{(4x-5y)^3}$$

$$\frac{\partial^2}{\partial y \partial x} \left( \frac{2xy}{4x-5y} \right) = -\frac{80xy}{(4x-5y)^3}$$

$$p^2 = \frac{\partial^2}{\partial y \partial x} \left( \frac{2xy}{4x-5y} \right) = \frac{2}{4x-5y} + \frac{10y}{(4x-5y)^2} - \frac{8x}{(4x-5y)^2} - \frac{80xy}{(4x-5y)^3}$$

$$\frac{\partial^2}{\partial y \partial x} \left( \frac{2xy}{4x-5y} \right) = -\frac{80xy}{(4x-5y)^3}$$

## 1.2 Ko'p o'zgaruvchili funksiyalarning lokal va shartli ekstremumlari.

Ko'p o'zgaruvchili funksiyalarning lokal va shartli ekstremumlarini topish uchun standart kutubxonadan **extrema(f,{cond},{x,y,...},'s')** buyrug'i qo'llaniladi, bunda **cond** – tenglik ko'rinishida yoziladigan shartli ekstremumni izlash chegarasi. Chegaradan so'ng figurali qavsda **f** funksiyani qanoatlantiruvchi hamma o'zgaruvchilar, so'ng ekstremum nuqtasi koordinatasidagi o'zgaruvchi nomi ko'rsatiladi. Agar chegaralar ko'rsatilmasa, lokal ekstremumlar topiladi.

Ammo **extrema** buyrug'i ekstremumlar bo'lsa ham bo'lmasa ham barcha kritik nuqtalarni beradi.

Bir o'zgaruvchili funksiya kabi ko'p o'zgaruvchili funksiyaning eng katta va eng kichik qiymatlari ham **maximize(f,{x1,...,xn},range)**, va **minimize(f,{x1,...,xn}, range)** buyruqlari bilan hisoblanadi. Funksiyadan keyingi figurali qavsda uni qanoatlantiruvchi barcha o'zgaruvchilar ro'yxati, so'ng har bir o'zgaruvchi uchun eng katta va eng kichik qiymatni topish sohasi intervali ko'rsatiladi.

Buning uchun avval **simplex** paketini yuklash, so'ng **maximize** (yoki **minimize**) buyruqlarini qo'llash, bunda **range** parametri bilan figurali qavsda tengsizlik sistemasi chegarasini ko'rsatish mumkin. **simplex** paketi chiziqli optimizatsiyalash masalasi yechimi uchun qo'llaniladi. Uni yuklagandan so'ng **maximize** va **minimize** buyruqlari o'zining faoliyatini o'zgartiradi. Endi bu buyruq berilgan chiziqli funksiya maksimum yoki minimumi koordinata

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

nuqtalarini beradi. Bunda manfiy bo'lmagan yechim **NONNEGATIVE** uchun qo'shimcha opsiyaga imkon beriladi.

### 1.2 - TOPSHIRIQ

1.  $f(x, y) = 2x^4 + y^4 - x^2 - 2y^2$ . Funktsiya ekstremumlarini toping

> restart: readlib(extrema);

f:=2\*x^4+y^4-x^2-2\*y^2;

extrema(f, {}, {x,y}, 's');s;

$$f := 2x^4 + y^4 - x^2 - 2y^2$$

$$\left\{ 0, \frac{-9}{8} \right\}$$

$$\left\{ \left\{ x = \frac{1}{2}, y = 0 \right\}, \left\{ x = \frac{-1}{2}, y = 0 \right\}, (x=0, y=0), (y=1, x=0), (y=-1, x=0), \left\{ x = \frac{1}{2}, y = 1 \right\}, \left\{ x = \frac{1}{2}, y = -1 \right\}, \left\{ x = \frac{-1}{2}, y = 1 \right\}, \left\{ x = \frac{-1}{2}, y = -1 \right\} \right\}$$

$f_{\max} = 0$  va  $f_{\min} = -9/8$ , ikki ekstremum nuqtasi olindi. Maksimum nuqta (0,0).

Navbatdagi kritik nuqtalarni tekshirib ko'riladi.

> subs([x=1/2,y=1],f);

subs([x=1/2,y=0],f);

subs([x=0,y=1],f);

$$\frac{-9}{8}$$

$$-\frac{1}{8}$$

$$-1$$

Bu holda funksiya navbatdagi lokal ekstremumlarni qabul qiladi:

$$f_{\max} = f(0,0) = 0 \text{ va } f_{\min} = f\left(\pm \frac{1}{2}, \pm 1\right) = f\left(\pm \frac{1}{2}, \mp 1\right) = -9/8.$$

2.  $x=0$ ,  $y=0$ ,  $x=1$ ,  $y=2$  to'g'ri to'rtburchakda

$f(x, y) = x^2 + 2xy - 4x + 8y$  funksiyaning eng katta va eng kichik qiymatlarini toping.

**Izoh:** Berilgan sohani  $0 < x < 1$ ,  $0 < y < 2$  tengsizlik bilan yozish qulay.

restart: readlib(maximize):readlib(minimize):

> f:=x^2+2\*x\*y-4\*x+8\*y;

maximize(f,(x,y),x=0..1,y=0..2);

minimize(f,(x,y),x=0..1,y=0..2);

$$f := x^2 + 2xy - 4x + 8y$$

$$17$$

$$-3$$

Bu holda funksiya eng katta qiymat  $f_{\max} = 17$  va eng kichik qiymat  $f_{\min} = -4$  ga

cga.

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

3.  $f(x,y)=xy+yz$  funksiyaning  $x^2+y^2=2$ ,  $y+z=2$ ,  $x>0$ ,  $y>0$ ,  $z>0$  shartli ekstremumlarini toping.

> restart: readlib(extrema): f:=x\*y+y\*z:

assume(x>0);assume(y>0);assume(z>0);

simplify(extrema(f,{x^2+y^2=2,y+z=2},{x,y,z},'s'));

$$\left\{ \min\left(\frac{3}{2}\text{RootOf}(\_Z^2+4\_Z+1, \text{label}=\_L1)+\frac{1}{2}, 0\right), \max\left(\frac{3}{2}\text{RootOf}(\_Z^2+4\_Z+1, \text{label}=\_L1)+\frac{1}{2}, 2\right) \right\}$$

Ifodani soddalashtiruvchi simplify buyrug'i ishlatilganiga qaramay, olingan natija analitik ko'rinishda emas. Buni faqatgina convert buyrug'ini ishlatgan holda to'g'rilash mumkin.

> convert(% , radical);

convert(s, radical);

$$\left\{ \min\left(-\frac{5}{2}+\frac{3}{2}\sqrt{3}, 0\right), \max\left(-\frac{5}{2}+\frac{3}{2}\sqrt{3}, 2\right) \right\}$$

$$\left\{ \{z=-1, x=-1, y=-1\}, \left\{z=-\frac{5}{2}-\frac{1}{2}\sqrt{3}, x=-\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\sqrt{3}, y=-\frac{1}{2}+\frac{1}{2}\sqrt{3}\right\}, \{x=-1, z=-1, y=-1\} \right\}$$

Bunday holatda extrema buyrug'i funksiya qanday nuqtada ekstremumga egaligini aniqlagan holda o'zi ekstremumlar xarakterini o'rniga qo'yib tavsiflaydi.

> subs(s[1],f);

subs(s[2],f);

subs(s[3],f):convert(% , radical):simplify(%);

$$0$$

$$-\frac{5}{2}+\frac{3}{2}\sqrt{3}$$

Bunda funksiya navbatdagi ekstremum shartlari  $f_{\max}=f(1,1,1)=2$  va  $f_{\min}=f(-1,1,1)=0$  ni qabul qiladi, uchinchi kritik nuqta differensial tenglamaning maxsus nuqtasi(egar) bo'ladi.

4. Agar  $x+2y-3z \leq 4$ ,  $5x-6y+7z \leq 8$ ,  $9x+10z \leq 11$  shartlarni bajarish talab qilinsa va barcha o'zgaruvchilar manfiy emas bo'lsa,  $f(x,y,z)=-x+2y+3z$  funksiya o'zgaruvchisi qanday qiymatlarda maksimum nuqtaga ega bo'ladi?

> restart: with(simplex):

f:=-x+2\*y+3\*z:

cond:={x+2\*y-3\*z<=4, 5\*x-6\*y+7\*z<=8, 9\*x+10\*z<=11};

maximize(f,cond, NONNEGATIVE);

$$\left\{ x=0, z=\frac{11}{10}, y=\frac{73}{20} \right\}$$

**5.2. Ko'p o'zgaruvchili funksiyalar integral hisobi.**

Mapleda Student kutubxonasida joylashgan ikki maxsus buyruq karrali integrallarni hisoblash uchun mo'ljallangan.

$$\iint_D f(x,y) dx dy \text{ Ikki karrali integrallarni hisoblash uchun Doubleint}(f(x, y), D)$$

buyrug'i qo'llaniladi. Bunda D–biror navbatdagi formatda beriladigan integrallash sohasi:  $x=x1..x2$ ,  $y=y1..y2$ , bunda  $x1$ ,  $x2$ ,  $y1$ ,  $y2$  integrallashning to'g'ri burchakli sohasini beradigan son;

- $x=f1(y)..f2(y)$ ,  $y=y1..y2$ , bunda  $f1(y)$ ,  $f2(y)$  –  $y1$  dan  $y2$  gacha intervalda o'ng va chapdan chegaralangan integrallanadigan soha chizig'i;
- $x=x1..x2$ ,  $y=g1(x)..g2(x)$ , bunda  $g1(x)$ ,  $g2(x)$  -  $x1$  dan  $x2$  gacha intervalda tepadan va pastdan chegaralangan integrallanadigan soha chizig'i;

$$\iiint_V f(x,y,z) dx dy dz \text{ Uch karrali integrallarni hisoblash uchun: Tripleint}(f(x,$$

$y, z), x, y, z, V)$  buyrug'i ishlatiladi, bunda V-integrallanadigan soha.

Integralning qiymatini olish uchun value(%) buyrug'idan foydalanamiz.

Takroriy integrallarni hisoblash uchun takrorlanuvchi buyruq int ishlatiladi.

Masalan:  $\int_0^2 dy \int_0^1 2x^3 y^4 dx$  takroriy integralni hisoblash:

>restart: Int(Int( $2*x^3*y^4, x=0..1$ ),  $y=0..2$ )=int(int( $2*x^3*y^4, x=0..1$ ),  $y=0..2$ );

$$\int_0^2 \int_0^1 2x^3 y^4 dx dy = \frac{16}{5}$$

**2 - TOPSHIRIQ**

1.  $\int_2^4 dy \int_0^y \frac{3y^4}{x^2+y^2} dx$  takroriy integralni hisoblang.

>Int(Int( $3*y^4/(x^2+y^2), x=0..y$ ),  $y=2..4$ )=int(int( $3*y^4/(x^2+y^2), x=0..y$ ),  $y=2..4$ );

$$\int_2^4 \int_0^y \frac{3y^4}{x^2+y^2} dx dy = 45\pi$$

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

2.  $y=0, y=x, x+y=\frac{\pi}{2}$  chiziqlar bilan chegaralangan sohada

$\iint_D \sin(3x+2y) dx dy$  ikki karrali integralni hisoblang.

Izoh: Avval integrallash sohasi D ni

$D = \{(x, y) : y \leq x \leq \frac{\pi}{2} - y, 0 \leq y \leq \frac{\pi}{2}\}$  tengsizlik ko'rinishida yozish kerak.

> restart: with(student);

J:=Doubleint(sin(3\*x+2\*y), x=y..Pi/2-y, y=0..Pi/2);J:=value(%);

$$J = \int_0^{\frac{1}{2}\pi} \int_y^{\frac{1}{2}\pi-y} \sin(3x+2y) dx dy$$
$$J = \frac{2}{5}$$

3. Uch karrali integralni hisoblang  $\int_0^2 dz \int_{-1}^1 dx \int_{x^3}^1 (5 + xyz) dy$ .

Izoh: integrallash tartibi limitlar ketma-ketligiga bog'liq bo'ladi, shuning uchun avval funksiyani ifodalovchi limit ko'rsatiladi.

> J:=Tripleint(5+z\*x\*y, y=x^3..1, x=-1..1, z=0..2);J:=value(%);

$$J = \int_0^2 \int_{-1}^1 \int_{x^3}^1 5 + x y z dy dx dz$$
$$J = 20$$

**5.3. Qatorlar va ko'paytma. Darajali funksiyalarni Teylor qatoriga yoyish.**

Qatorlar yig'indisi va ko'paytmasini hisoblash. Chekli va cheksiz  $\sum_{n=a}^b S(n)$

yig'indi sum va Sum buyruqlari bilan hisoblanadi. Bu buyruq argumentlari bir xil: sum(expr, n=a..b), bunda expr -yig'indi indeksiga tegishli ifoda, a..b -yig'indi indeksiga tegishli limit, yig'indini n=a dan n=b gacha bajarilishi ko'rsatilgan.

Agar cheksiz qator yig'indisi hisoblanishi talab qilinsa, u holda yuqori limit infinity bilan beriladi.

Analogik holda  $\prod_{n=a}^b P(n)$  ko'paytma product(P(n),n=a..b) va Product

P(n),n=a..b) buyruq orqali hisoblanadi.

**3.1 - TOPSHIRIQ**

1. Qatorning to'liq va N-xususiy yig'indisini toping. Umumiy had:

$$a_n = \frac{1}{(3n+2)(3n-1)}$$

> restart: a[n]:=1/((3\*n+2)\*(3\*n-1));

S[k]:=Sum(a[n], n=1..k)=sum(a[n], n=1..k);

S:=limit(rhs(S[k]), k=+infinity);

$$a_n := \frac{1}{(3n+2)(3n-1)}$$

$$S_k := \sum_{n=1}^k \frac{1}{(3n+2)(3n-1)} = -\frac{1}{3(3k+2)} + \frac{1}{6}$$

$$S := \frac{1}{6}$$

2.  $\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} n^2 x^n$  darajali qator yig'indisini toping?

> restart: Sum((n+1)\*x^n, n=1..infinity)=sum((n+1)\*x^n, n=1..infinity);

$$\sum_{n=1}^{\infty} (n+1)x^n = \frac{x(-2+x)}{(x-1)^2}$$

3.  $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(1+x)^n}{(n+1)n!}$  darajali qator yig'indisini toping

> Sum((1+x)^n/((n+1)!), n=0..infinity)=sum((1+x)^n/((n+1)!), n=0..infinity);

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x+1)^n}{(n+1)!} = (x+1)e^{(x+1)}$$

4.  $\prod_{n=2}^{\infty} \frac{n^3+1}{n^3-1}$  cheksiz ko'paytmanni hisoblang.

> restart: Product((n^3+1)/(n^3-1), n=2..infinity)=product((n^3+1)/(n^3-1), n=2..infinity);

$$\prod_{n=2}^{\infty} \frac{n^3+1}{n^3-1} = \frac{3}{2}$$

**Darajali funksiyalarni Teylor qatoriga yoyish.**

Darajali qator funksiyasi  $f(x)$  ni  $a$  nuqta atrofida ko'paytuvchilarga ajratish  $f(x) = C_0 + C_1(x-a) + C_2(x-a)^2 + \dots + O(x^n)$  series( $f(x), x=a, n$ ) buyrug'i bilan amalga oshiriladi. Bunda  $a$  - ko'paytuvchilarga ajratish amalga oshiriladigan nuqta atrofi,  $n$  - qator hadlari soni.

### Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

`taylor(f(x), x=a, n)` buyrug'i  $f(x)$  funksiyani  $x=a$  nuqta atrofida  $n$ -l tartibgacha Teylor formulasi bo'yicha yoyadi.

`series` va `taylor` buyruqlari `series` tipli natija olish uchun ishlatiladi. Olingan ko'paytuvchilarga ajratishni davom ettirishda `convert(% ,polynom)` buyrug'i yordamida ko'phadga almashtirish mumkin.

`mtaylor(f(x), [x1,...,xn], n)` buyrug'i yordamida ko'p o'zgaruvchili  $f(x_1, \dots, x_n)$  funksiyani  $(a_1, \dots, a_n)$  nuqta atrofida o'zgaruvchilar to'plami  $(x_1, \dots, x_n)$  bo'lganda Teylor qatoriga  $n$ -tartibgacha ko'paytuvchilarga ajratish mumkin. Bu buyruq standart kutubxonaga tegishli bo'lganligi uchun uni `readlib(mtaylor)` ni chaqirgan holda olishimiz mumkin.

### 3.2 - TOPSHIRIQ

1.  $f(x) = e^{x^2} \ln(x+1)$  darajali qatorni  $x_0=0$  nuqta atrofida dastlabki 6-hadigacha ko'paytuvchilarga ajrating.

> `f(x)=series(exp(x^2)*ln(x+1), x=0, 6);`

$$f(x) = \left( x - \frac{1}{2}x^2 + \frac{4}{3}x^3 - \frac{3}{4}x^4 + \frac{31}{30}x^5 + \alpha(x^6) \right)$$

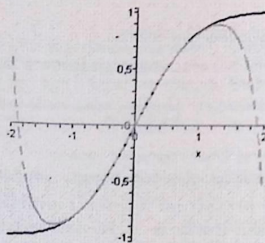
2.  $\operatorname{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$  integral xatosi grafigini yarating va uni nol nuqta atrofida

Teylor qatori ko'paytuvchilariga ajrating.

> `taylor(erf(x), x, 8); p:=convert(% ,polynom);`

`plot({(erf(x),p)}, x=-2..2, thickness=[2,2], linestyle=[1,3], color=[red,green]);`

$$p := \frac{2x}{\sqrt{\pi}} - \frac{2x^3}{3\sqrt{\pi}} + \frac{x^5}{5\sqrt{\pi}} - \frac{x^7}{21\sqrt{\pi}}$$



Grafikda Teylor qatori va funksiya tasvirlangan.

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

3.  $f(x, y) = \sin(x^2 + y^2) \cos(x)$  ni Teylor qatoriga (0, 0) nuqta atrofida 8-tartibgacha ko'paytuvchilarga ajrating.

> restart: readlib(mtaylor):

f=mtaylor(sin(x^2+y^2)\*cos(x), [x=0,y=0],8);

$$f = x^2 + y^2 - \frac{1}{2}x^4 - \frac{1}{2}y^2x^2 - \frac{1}{8}x^6 - \frac{11}{24}y^2x^4 - \frac{1}{2}y^4x^2 - \frac{1}{6}y^6$$

Bundan tashqari, Maple da foydalanuvchi uchun zarur amallarni protsedura ko'rinishida yaratish imkoni ham mavjud.

### NAZORAT TOPSHIRIQLARI

1. Funksiyaning 2-tartibli barcha xususiy hosilalarini toping.

$$f(x, y) = \arctg \frac{x+y}{1-xy}.$$

2.  $f(x, y, z) = y^2 + 4z^2 - 4yz - 2xz - 2xy$ , funksiyaning shartli ekstremumlarini  $2x^2 + 3y^2 + 6z^2 = 1$  da toping.

3. Uchli integralni hisoblang.

$$\int_0^{e-1} dx \int_0^{e-x-1} dy \int_e^{x+y+e} \frac{\ln(z-x-y) dz}{(x-e)(x+y-e)}.$$

4.  $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n(n+1)(n+2)}$  qator yig'indisi va birinchi N-hadi yig'indisini toping.

5.  $\sum_{n=1}^{\infty} n(n+1)x^n$  darajali qator funksiyasini toping.

6.  $f(x, y) = \arctg \frac{x-y}{1+xy}$  Funksiyaning 6-tartibgacha (0, 0) nuqta atrofida Teylor qatori ko'paytuvchilarga ajrating.

### NAZORAT SAVOLLARI

1. Maple da xususiy hosilalar qanday hisoblanishini yozing.
2. Ikki karrali va uch karrali integral hisoblashlar uchun qanday buyruqlardan foydalaniladi? Ularning parametrlarini ko'rsating.
3. Simplex paketi nimaga mo'ljallangan? Bu paketdagi maximize va minimize buyrug'i odatdagi maximize va minimize buyrug'idan nimasi bilan farq qiladi.
4. Maple da yig'indi va ko'paytma qanday hisoblanadi?
5. Qanday buyruq funksiyani darajali qatorga ko'ra ko'paytuvchilarga ajratish uchun ishlatiladi?

## 4 BO'LIM

## MATLAB TIZIMIDA ISHLASH ASOSLARI

**M**ATLAB sistemasi - kompyuterda turli yo'nalishdagi: mexanika, matematika, fizika, muxandislik va boshqaruv masalalarini yechish, turli xil mexanik, energetik va dinamik sistemalarni modellashtirish, loyihalash, tavsiflash va tahlil qilish masalalarining aniq, tez, samarali hal etish uchun mo'ljallangan sistema va turli xil sohali foydalanuvchilarga mo'ljallangan dasturlash tilidir.

MATLAB tizimining yaratilishi professor Kliv B.Mouler (Clive B.Mouler) va MathWorks firmasi prezidenti Djek Litl (Jack Little) lar faoliyati bilan bog'liq. Bir necha yillar Nyu-Mexiko, Michigan va Stenford universitetlarining matematika kafedrası va kompyuter markazlarida ishlagan Kliv Mouler, keyinchalik faoliyatini MathWorks firmasida davom ettirgan. 1984-yilda u, Fortran tizimida matrisali hisoblashlar va chiziqli algabra masalalarini yechish paketlarini yaratish ishlarida qatnashgan va birinchi marta "MATLAB" atamasini kiritgan. "MATLAB" so'zi inglizcha "Matrix Laboratory" so'zlarining qisqartirilgan ifodasidir.

Dastlab, MATLAB paketi matrisali hisoblashlar, dasturlar kutubxonasi uchun qulay qobiq sifatida qo'llanilgan bo'lsa, keyinchalik yuzlab yuqori malakali matematiklar va injener-texnik dasturchilar tajribasida, o'ziga xos laboratoriya sharoitida uning imkoniyatlari ancha kengaydi va hozirga kelib, ilmiy-texnikaviy dasturlash tili sifatida kompyuter algebrasi tizimlarining ilg'or vakillaridan biriga aylandi.

MATLAB tizimining integrallashgan muhiti(interfeysi) universal-interfaol rejimda ishlaydi va unda mexanika, matematika, fizika, muxandislik va boshqaruv masalalarini yechish, turli xil energetik, mexanik va dinamik sistemalarni modellashtirish, loyihalash, tavsiflash va tahlil qilish imkoniyatlari mavjud. Bir tomondan, MATLAB tizimidan dasturlash tili sifatida foydalanib, mavjud (yoki foydalanuvchi o'zi tuzgan) funksiyalar, hisoblash algoritmlari asosida turli xil energetik, mexanik va dinamik sistemalar ustida har xil hisob-kitoblar ishlari va ularning tavsiflarini o'ta tez va yuqori aniqlikda olish mumkin bo'lsa, ikkinchi tomondan, virtual laboratoriya sifatida yuqoridagi tizimlarni modellashtirish, loyihalash, tavsiflash va tahlil qilish mumkin. Bundan tashqari,

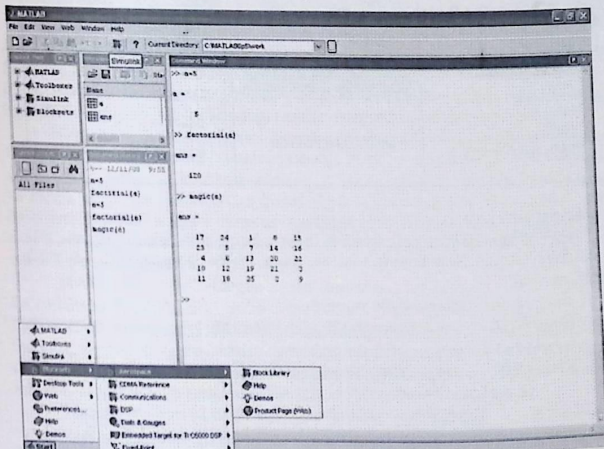
## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

MATLAB dasturiy tizimi bilan Microsoft Office, Maple sistemasi va boshqa bir qancha dasturlarga bevosita bog'lash orqali shu dasturlarda ishchi varag'ida MATLABda mavjud buyruqlardan "jonli" ravishda foydalanish mumkin. Masalan Microsoft Office Excelda MATLAB buyruqlaridan foydalanish undagi ishlarni sifatini va tezligini oshirsa, Microsoft Office Wordda (Word+Notebook) esa "jonli" elektron darsliklar, qo'llanmalar, prezentatsiyalar va turli ko'rinishdagi "jonli" elektron hujjatlar yaratish imkoniyatlari mavjud.

### §1. MATLAB tizimi interfeysi.

MATLAB tizimining asosiy oynasi quyidagicha ko'rinishda bo'lib, quyidagi bo'limlardan iborat:

1. Sarlavha satri;	5. Komandalar ishchi varag'i;
2. Asosiy menyular satri;	6. Oxirgi yozilgan komandalar ro'yxati;
3. Uskunalar paneli;	7. Holat satri.
4. Ishchi soha;	



MATLAB tizimining asosiy oynasi

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Asosiy menyular satri quyidagi menyulardan iborat.

<p><b>File — fayllar bilan ishlash menyusi</b></p>	<p><b>Edit — tahrirlash menyusi</b></p>	<p><b>View — uskunalar panelini chiqarish va yopish menyusi</b></p>
<p><b>Web — Internet manbalari menyusi</b></p>	<p><b>Windows — oynalar bilan ishlash menyusi</b></p>	<p><b>Help — ma'lumotnoma menyusi</b></p>

### Menyu buyruqlari:

Fayllar bilan ishlaydigan standart buyruqlarni o'z ichiga olgan **File** menyusining 1-bandi **New** buyrug'i bo'lib, unda **M-file**, **Figure**, **Model**, **GUI** bandlari mavjud.

- **New+M-file** – yangi M-file yaratish
- **New+Figure** – yangi figura(grafik oyna) yaratish
- **New+Model** – yangi model yaratish
- **New+GUI** – yangi FGI( Foydalanuvchining Grafikli Interfeysi)ni yaratish
- ...

**Izoh:** Qolgan menyu va menyu bandlaridagi buyruqlarini mustaqil o'rganish, Windows sistmasida ishlay oladigan foydalanuvchilar ixtiyoriga havola qilamiz.

**MATLAB** ning ishchi varag'i tom ma'noda uch qismga bo'linadi:

1. Buyruqlarni kiritish maydoni – buyruqlar satridan tashkil topgan. Har bir buyruq satri >> simvoli(bu simvol avtomatik tarzda buyruqlar satrining boshida bo'ladi va uni yozish shart emas) bilan boshlanadi;
2. Natijani chiqarish maydoni – kiritilgan buyruqlarni qayta ishlangandan so'ng hosil bo'lgan ma'lumotlar (analitik ifodalar, natijalar va xabarlar) ni o'z ichiga oladi;
3. Matnli izohlar maydoni - ro'y bergan xatoliklar yoki bajarilgan buyruqlarga izohlar, turli xarakterdagi xabarlar.

Buyruqlar **Enter** tugmasini bosish (bir marta) orqali amalga oshiriladi.

## **§2. MATLAB dasturlash tili alifbosi va oddiy arifmetik amallar.**

MATLAB dasturlash tilida boshqa dasturlash tillari kabi lotin alifbosining A dan Z gacha barcha katta va kichik harflari, 0 dan 9 gacha arab raqamlaridan foydalaniladi. Katta va kichik harflar, xuddi C++ dasturlash tilidagidek, ham o'zgaruvchi sifatida, ham ozgarmas sifatida bir-biridan farq qiladi. Lotin alifbosi harflaridan tashqari, klaviaturadagi barcha maxsus belgilardan foydalaniladi.

Buyruqlar **Enter** tugmasini bosish (bir marta) orqali amalga oshiriladi. O'zgaruvchi nomi nechta va qanaqa belgi yoki belgilardan iborat bo'lishidan qat'iy nazar, lotin harflaridan boshlanib, 63 ta belgidan oshmasligi shart. Katta va kichik harflar bir-biridan farq qiladi. Agar buyruq o'zgaruvchi nomi yozilmay bajarilsa, buyruq natijasi maxsus **ans**(inglizcha answer-javob) o'zgaruvchisi orqali beriladi. Ishchi sohadagi o'zgaruvchilar haqidagi ma'lumotlarni **who** yoki **whos** buyruqlari orqali ko'rish mumkin.

MATLAB da barcha ma'lumotlar **matritsa** yoki **massiv** ko'rinishida("MATLAB" so'zi inglizcha "Matrix Laboratory", yani "Matritsali Laboratoriya" so'zlarining qisqartirilgan ifodasidir) tasvirlanadi. Hattoki, skalyar o'zgaruvchilarni umumiy holda  $1 \times 1$  o'lchovli massiv(matritsa) deb qarash qabul qilingan. Shuning uchun ham massiv va matritsalar ustida ishlash, MATLAB da samarali ishlashda muhim ahamiyatga ega.

Massiv – bir turdagi ma'lumotlarning raqamlangan va tartiblangan to'plamidir. Massivning nomi bo'lishi shart. Massivlar o'lchovi yoki o'lchami bilan bir-biridan farq qiladi: bir o'lchovli, ikki o'lchovli, ko'p o'lchovli. Massiv

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

elementlariga murojaat qilish indekslar orqali amalgam oshiriladi. MATLAB da massiv elementlarini raqamlash bir(1)dan boshlangani uchun indekslari birga teng yoki katta bo'ladi.

**Oddiy arifmetik amallar.**

MATLAB da arifmetik amallar yetarlicha kengaytirilgan, hamda matritsaviy va arifmetik amallarni o'z ichiga oladi. Quyida arifmetik va matritsaviy amallar keltirilgan:

**1) o'zgarmaslar**

T. R	O'zgarmaslar	O'zgarmaslarning aytilishi
1.	pi	$\pi$ soni
2.	i yoki j	mavhum son
3.	inf	cheksizlik
4.	NaN	$\frac{0}{0}$ ko'rinishdagi aniqmaslik
5.	true	mantiqiy rost
6.	false	mantiqiy yolg'on

**2) arifmetik amallar:**

T. R	Arifmetik amal belgilari	Arifmetik amal belgilari aytilishi
1.	+	Qo'shish(skalyar yoki matritsaviy)
2.	-	Ayirish(skalyar yoki matritsaviy)
3.	*	Ko'paytirish(skalyar yoki matritsaviy)
4.	/	Bo'lish(skalyar)
5.	^	Darajaga ko'tarish(skalyar yoki matritsaviy)
6.	.*	Massiv mos elementlari buyicha ko'paytirish
7.	./	O'lchovlari bir xil massiv mos elementlari buyicha bo'lish
8.	.^	Massiv mos elementlari buyicha darajaga ko'tarish
9.	\	Matritsaviy chapdan unga bo'lish
10.	.\	Massiv mos elementlari buyicha chapdan unga bo'lish
11.	'	Qo'shma matritsani hisoblash
12.	.'	Transponerlash

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

MATLAB da matematik ifodalar ma'lum bir bajarilish tartibiga asosan bajariladi. Avval mantiqiy amallar, so'ngra arifmetik amallar: avval daraja, keyin ko'paytirish va bo'lish, undan keyin esa qo'shish va ayirish bajariladi. Agar ifodada qavslar bo'lsa, avval qavs ichidagi ifoda yuqoridagi tartibda bajariladi.

### 3) munosabat amallari:

T. R	Operator(sintaksis)	Amal belgilari aytilishi
1.	$= = ; (x = = y)$	Teng
2.	$\sim = ; (x \sim = y)$	Teng emas
3.	$< ; (x < y)$	Kichik
4.	$> ; (x > y)$	Katta
5.	$< = ; (x < = y)$	Kichik yoki teng
6.	$> = ; (x > = y)$	Katta yoki teng

### 4) mantiqiy amallar:

T. R	Operator(sintaksis)	Amal belgilari aytilishi
1.	$\&; \text{and (and (a, b))}$	va
2.	$  ; \text{or (or (a, b))}$	yoki
3.	$\sim ; \text{not (not (a, b))}$	inkor
4.	$\text{xor (xor (a, b))}$	
5.	$\text{any (any (a))}$	
6.	$\text{all (all (a))}$	

### Butun, ratsional va kompleks sonlar.

MATLABda sonlarni haqiqiy (o'zgarish diapozonlari  $[10^{-308}; 10^{308}]$  va  $[10^{-4950}; 10^{4950}]$ , double, real) va kompleks (complex) ko'rinishlarda tasvirlash mumkin. Kompleks sonlar algebraik shaklda yoziladi, ya'ni  $z=x+iy$  va u buyruqlar satrida  $\gg z=x+i*y$  yoki  $\gg z=x+yi$  ko'rinishda( ushbu  $\gg z=x+iy$  buyuq xato hisoblanadi) bo'ladi.

### Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Haqiqiy sonlar esa butun (integer) va ratsional sonlarga bo'linadi. Ratsional sonlar 3 xil ko'rinishda tasvirlanishi mumkin:

- ratsional kasr ko'rinishida, masalan,  $35/36$ ;
- qo'zg'aluvchan vergulli (float) ko'rinishida, masalan: 4.5;
- ko'rsatkichli shaklda, ya'ni  $6,02 \cdot 10^{-19}$  sonni  $6.02 \cdot 10^{19}$  ko'rinishda tasvirlash mumkin. Masalan:

```
>> a=3.25*(0.7-3.3/5.1)+2.3^2
```

```
a =
```

```
5.4621
```

```
>> b=5*(2.2+3.9i)+0.8
```

```
b =
```

```
11.8000 + 19.5000i
```

```
>> imag(b)
```

```
ans =
```

```
19.5000
```

```
>> real(b)
```

```
ans =
```

```
11.8000
```

```
>> z=2+9i
```

```
z =
```

```
2.0000 + 9.0000i
```

```
>> z=2+9*i
```

```
z =
```

```
2.0000 + 9.0000i
```

```
>> 35/2
```

```
ans =
```

```
17.5000
```

```
>> 9.602*10^2
```

```
ans =
```

```
960.2000
```

```
>> A25=3.25*(0.7-3.2/5.8)+2.5^2
```

```
A25 = 6.7319
```

```
>> k25hyrujhgdjddjghghg=3.25*(0.7-3.2/5.8)+2.5^2
```

```
k25hyrujhgdjddjghghg = 6.7319
```

Yunon alfavitining harflarini MATLABda yozish uchun esa shu harfning nomini yozish tavsiya etiladi. Masalan,  $\pi$  ni hosil qilish uchun **pi** yozuvi yoziladi.

## 1 - TOPSHIRIQ

1. Buyruqlar satriga o'ting.

$\sqrt{4+\sqrt{9}}$  ning qiymatini hisoblash uchun buyruqlar satriga

>> **sqrt(4+sqrt(9))** ni kiriting. Enter tugmachasini bosib natijani chiqarish

mumkin:

ans =

2.6458

2.  $\frac{\sqrt{25}-4}{\sqrt{3}}$  ni hisoblang.

>> **(sqrt(25)-4)/sqrt(3)**

3.  $\sin(\pi/3) - \cos(\pi/3) \arctg(1)$  ni hisoblang.

>> **sin(pi/3)-cos(pi/3)\*atan(1)** ni kiritib, natijani chiqaring.

### §3. MATLAB buyruqlari. Standart funksiyalar

MATLABning standart buyruqlarining umumiy ko'rinishi quyidagicha:

**buyruq(p1, p2, ...)** yoki **buyruq(p1, p2, ...);**

Bu yerda, buyruqning nomi, p1, p2, ... - uning parametrlari. Buyruq yozilgach natijni olish uchun (odatda MATLAB da buyruq oxirida nuqta vergul yoki ikki nuqta kabi belgilar qo'yilmaydi) Enter tugmasini bosish (bir marta) yetarli. Har bir buyruq oxirida (;) belgisi bo'lishi, buyruq bajarilsada natijani ekranda namoyon etilmaslikni anglatadi va Enter tugmasi bosilganda jimlik poidasiga asosan buyruq bajarilib, keyingi buyruqqa o'tiladi. Bunda natija EHM notirasida qoladi.

(%) - foiz belgisi izohlarni yozish uchun xizmat qiladi. Agar buyruqlar qisqa bo'lsa, ularni bir qatorga vergul bilan ajratgan holda yozib bajariladi. Agar buyruq yetarlicha uzun bo'lsa, u holda uch nuqta (...) qo'yilib, Enter ni bir marta bosish orqali keyingi qatordan davom ettiriladi va hk. Masalan:

$$c = \sqrt{\frac{\sin(\frac{4}{3}\pi x) + e^{0.1y}}{\cos(\frac{4}{3}\pi x) + e^{0.1y}}} + \sqrt[3]{\frac{\sin(\frac{4}{3}\pi x) + e^{0.1y}}{\cos(\frac{4}{3}\pi x) + e^{0.1y}}} \quad \text{ifodani } x = 0.2 \text{ va } y = -3.9 \text{ dag}$$

qiymatini hisoblaymiz:

>> **x=0.2;**

>> **y=-3.9;**

### Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

```
>> c=sqrt((sin(4/3*pi*x)+exp(0.1*y))/(cos(4/3*pi*x)+exp(0.1*y)))+...  
((sin(4/3*pi*x)+exp(0.1*y))/(cos(4/3*pi*x)+exp(0.1*y)))^(1/3)
```

c =

2.0451

Dasturlashda shunday vaziyatlar bo'ladiki, bunda ifodani hisoblashda oraliq o'zgaruvchilarni kiritib(yoki ifodani qismlarga bo'lib) qadamma-qadam hisoblash mumkin. Yuqoridag misolni qaraymiz:

```
>> x=0.2;  
>> y=-3.9;  
>> a=sin(4/3*pi*x)+exp(0.1*y);  
>> b=cos(4/3*pi*x)+exp(0.1*y);  
>> c=sqrt(a/b)+(a/b)^(1/3)
```

c =

2.0451

O'zgaruvchi berilgan qiymatni o'zlashtirishi uchun = belgi qo'llaniladi.

MATLAB dasturi buyruqlarni **help** <buyruq nomi> buyrug'i bilan chaqirib olinishi mumkin. MATLABning asosiy amaliy buyruqlari maxsus kengaytirilgan paketlar(kutubxonalar)ida, yani Toolbox("Toolbox" inglizcha - "uskunalar qutisi" ma'nosini bildiradi)larida joylashgan bo'ladi.. Bu buyruqlarni MATLAB tizimi ma'lumotnomalaridan yoki **help** <toolbox nomi> buyrug'i bilan chaqirish mumkin. Masalan: Simvulli hisoblashlarni bajarish paketi buyruqlarini Symbolic Math Toolbox paketini chaqirish orqali ko'rish munker:

```
>> help Symbolic Math
```

Symbolic Math Toolbox.

Version 2.1.3 (R13) 28-Jun-2002

Calculus.

diff - Differentiate.

int - Integrate.

limit - Limit.

taylor - Taylor series.

jacobian - Jacobian matrix.

symsum - Summation of series.

Linear Algebra.

diag - Create or extract diagonals.

triu - Upper triangle.

tril - Lower triangle.

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

- inv - Matrix inverse.
- det - Determinant.
- rank - Rank.
- rref - Reduced row echelon form.
- null - Basis for null space.
- colspace - Basis for column space.
- cig - Eigenvalues and eigenvectors.
- svd - Singular values and singular vectors.
- jordan - Jordan canonical (normal) form.
- poly - Characteristic polynomial.
- expm - Matrix exponential.

### Simplification.

- simplify - Simplify.
- expand - Expand.
- factor - Factor.
- collect - Collect.
- simple - Search for shortest form.
- numden - Numerator and denominator.
- horner - Nested polynomial representation.
- subexpr - Rewrite in terms of subexpressions.
- subs - Symbolic substitution.

### Solution of Equations.

- solve - Symbolic solution of algebraic equations.
- dsolve - Symbolic solution of differential equations.
- finverse - Functional inverse.
- compose - Functional composition.

### Variable Precision Arithmetic.

- vpa - Variable precision arithmetic.
- digits - Set variable precision accuracy.

### Integral Transforms.

- fourier - Fourier transform.
- laplace - Laplace transform.
- ztrans - Z transform.
- ifourier - Inverse Fourier transform.
- ilaplace - Inverse Laplace transform.
- iztrans - Inverse Z transform.

### Conversions.

- double - Convert symbolic matrix to double.
- poly2sym - Coefficient vector to symbolic polynomial.

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

- sym2poly - Symbolic polynomial to coefficient vector.
- char - Convert sym object to string.

### Basic Operations.

- sym - Create symbolic object.
- syms - Short-cut for constructing symbolic objects.
- findsym - Determine symbolic variables.
- pretty - Pretty print a symbolic expression.
- latex - LaTeX representation of a symbolic expression.
- ccode - C code representation of a symbolic expression.
- fortran - FORTRAN representation of a symbolic expression.

### Special Functions.

- sinint - Sine integral.
- cosint - Cosine integral.
- zeta - Riemann zeta function.
- lambertw - Lambert W function.

### String handling utilities.

- isvarname - Check for a valid variable name (MATLAB Toolbox).
- vectorize - Vectorize a symbolic expression.

### Pedagogical and Graphical Applications.

- rsums - Riemann sums.
- ezcontour - Easy to use contour plotter.
- ezcontourf - Easy to use filled contour plotter.
- ezmesh - Easy to use mesh (surface) plotter.
- ezmeshc - Easy to use combined mesh/contour plotter.
- ezplot - Easy to use function, implicit, and parametric curve plotter.
- ezplot3 - Easy to use spatial curve plotter.
- ezpolar - Easy to use polar coordinates plotter.
- ezsurf - Easy to use surface plotter.
- ezsurf - Easy to use combined surface/contour plotter.
- funtool - Function calculator.
- taylortool - Taylor series calculator.

### Demonstrations.

- symintro - Introduction to the Symbolic Toolbox.
- symcalcdemo - Calculus demonstration.
- symlindemo - Demonstrate symbolic linear algebra.
- symvpademo - Demonstrate variable precision arithmetic.
- symrotdemo - Study plane rotations.
- symeqndemo - Demonstrate symbolic equation solving.

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Access to Maple. (Not available with Student Edition.)

- maple - Access Maple kernel.
- mfun - Numeric evaluation of Maple functions.
- mfunlist - List of functions for MFUN.
- mhlp - Maple help.
- proceed - Install a Maple procedure. (Requires Extended Toolbox.)

**Izoh:** **MATLAB** tizimi ma'lumotnomasida barcha Toolboxlar, ularning buyruqlari va ularni ishlatishga doir ayrim ko'rsatma hamda namunaviy misollar berilgan bo'lib, foydalanuvchini o'ziga kerakli bilimlarni mustaqil egallashida muhim ahamiyatga ega.

Quyidagi jadvalda asosiy standart funksiyalar va ularning **MATLAB**dagi yozilish qoidalari keltirilgan.

<b>MATLABning standart funksiyalari</b>			
Matematik yozuvda	MATLABdagi yozuvda	Matematik yozuvda	MATLABdagi yozuvda
$e^x$	<b>exp(x)</b>	$\arcsin x$	<b>asin(x)</b>
$\ln x$	<b>log(x)</b>	$\arccos x$	<b>acos(x)</b>
$\lg x$	<b>log10(x)</b>	$\arctg x$	<b>atan(x)</b>
$\log_2 x$	<b>log2(x)</b>	$\text{arctg}x$	<b>acot(x)</b>
$\sqrt{x}$	<b>sqrt(x)</b>	$\text{sh}x$	<b>sinh(x)</b>
$ x $	<b>abs(x)</b>	$\text{ch}x$	<b>cosh(x)</b>
$\sin x$	<b>sin(x)</b>	$\text{th}x$	<b>tanh(x)</b>
$\cos x$	<b>cos(x)</b>	$\text{cth}x$	<b>coth(x)</b>
$\text{tg}x$	<b>tan(x)</b>	$\text{arcch}$	<b>acosh(x)</b>
$\text{ctg}x$	<b>cot(x)</b>	$\text{arcoth}$	<b>acoth(x)</b>
$\text{sec}x$	<b>sec(x)</b>	$\text{arcosech}$	<b>acsch(x)</b>
$\text{cosec}x$	<b>csc(x)</b>	$\text{arcsech}$	<b>asech(x)</b>

**Izoh:** **MATLAB**da bundan tashqari turli-tuman maxsus funksiyalarni qiymatlarini hisoblash uchun mo'ljallangan buyruqlar ham mavjud. Bu buyruqlarni hisoblashda **MAPLE** tizimining maxsus funksiyalaridan (**MAPLE** tizim yadrosida mavjud) foydalaniladi. Bu buyruqlarni **>> help elfun** va **>> help mfunlist** kabi buyruqlarini berish orqali batafsil ko'rish mumkin.

2 – TOPSHIRIQ

1. >> help elfun va >> help mfunlist buyrug'ini bajarib, yuqoridagi standart va boshqa maxsus funksiyalarini ko'ring.

2.  $\sin \frac{\pi}{2} + \cos \frac{5\pi}{2}$  ni qiymatini hisoblash uchun buyruqlar satriga

>> sin(pi/2)+cos(5\*pi/2) ni kiritib, Enter ni bosamiz. Natijada 1 ga ega bo'lamiz.

3. Endi  $\sin^4 \frac{\pi}{4} + \cos^4 \frac{3\pi}{4}$  ni hisoblaylik.

> combine((sin(pi/4))^4+(cos(3\*pi/4))^4)

ans =

0.5000

4.  $\sin^4 \frac{\pi}{8} + \cos^4 \frac{3\pi}{8} + \sin^4 \frac{5\pi}{8} + \cos^4 \frac{7\pi}{8}$  ni hisoblash uchun esa buyruqlar satriga

>> combine((sin(pi/8))^4+(cos(3\*pi/8))^4+(sin(5\*pi/8))^4+(cos(7\*pi/8))^4)

ni kiritib va Enter tugmasini bosib. Natija

ans =

1.5000

§4. MATLAB da matematik ifodalar ustida shakl almashtirishlar

MATLABda matematik ifodalar ustida shakl almashtirish jarayonida quyidagi amallarni bajarish mumkin:

- O'xshash hadlarni ixchamlash;
- Ko'paytuvchilarga ajratish;
- Qavslarni ochish;
- Ratsional kasrlarni qisqartirish va shu kabilar

Bunday simvulli hisoblashlarni bajarishdan oldin ifodadagi o'zgaruvchilar *syms* yordamchi buyrug'i (*syms* inglizcha "symbols", ya'ni "simvollar" so'zining qisqa ifodasi) orqali e'lon qilinadi. Masalan:

>> syms x y z a b c d

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

### Ifodalarda shakl almashtirishlar.

Ifodalarda qavslarni ochib, ularning hadlarini ixchamlash `expand(<ifoda>)` buyrug'i bilan amalga oshiriladi:

```
>> syms x y z a b c d e
```

```
>> P=(x+1)*(x-1)*(x^2-x+1)*(x^2+x+1)
```

```
P =
```

```
(x+1)*(x-1)*(x^2-x+1)*(x^2+x+1)
```

```
>> P1=expand(P)
```

```
P1 =
```

```
x^6-1
```

Ko'phadlarni ko'paytuvchilarga ajratish uchun esa `factor(<ifoda>)` buyrug'idan foydalanamiz. Masalan:

```
>> factor(P1)
```

```
ans =
```

```
(x+1)*(x-1)*(x^2-x+1)*(x^2+x+1)
```

```
>> factor(x^5-x^4-7*x^3+x^2+6*x)
```

```
ans =
```

```
x*(x-1)*(x-3)*(x+2)*(x+1)
```

Ifodalarni soddalashtirish `simplify(<ifoda>)` yoki `simple(<ifoda>)` buyrug'i bilan amalga oshiriladi.

Masalan:

```
>> P2=(cos(x)-sin(x))*(cos(x)+sin(x))
```

```
P2 =
```

```
(cos(x)-sin(x))*(cos(x)+sin(x))
```

```
>> simplify(P2)
```

```
ans =
```

```
2*cos(x)^2-1
```

Bundan tashqari, ifodalarda ustida shakl almashtirishlarda kerak bo'ladigan `collect`, `numden`, `horner`, `subexpr`, `subs` kabi bir qator buyruqlari mavjud va uni mustaqil o'rganishni foydalanuvchiga qoldiramiz.

3- TOPSHIRIQ

- $p = x^3 + 4x^2 + 2x - 4$  ko'phadni ko'paytuvchilarga ajratish uchun buyruqlar satriga  
 >> **factor**( $x^3+4*x^2+2*x-4$ ) ni kiriting va **Enter** tugmasini bosing.
- $p = x^4 - 4x^4 + 2x^2 - 4x^2$  bo'lganda  
 >> **factor**( $x^4-4*x^4+2*x^2-4*x^2$ )
- $\frac{1 + \sin 2x + \cos 2x}{1 + \sin 2x - \cos 2x}$  ifodani soddalashtirish uchun esa buyruqlar satriga quyidagilarni tering.  
 >> **simplify**( $1+\sin(2*x)+\cos(2*x))/(1+\sin(2*x)-\cos(2*x)$ )
- $(\sin^2 x + \cos^2 x) - 2(\sin^4 x + \cos^4 x)$  ni soddalashtiring:  
 >> **simplify**( $\sin(x)^2 + \cos(x)^2 - 2*(\sin(x)^4 + \cos(x)^4)$ )
- Barcha nazorat topshiriqlarini bajaring va nazorat savollariga javob bering.

NAZORAT TOPSHIRIQLARI

- Hisoblang:  $z = (i-1)^3$
- Hisoblang:  $e^{i\pi/4}$
- $\lg 3 - \sin \frac{\sqrt{5}}{5}$  ifodaning aniq qiymatini toping.
- $\omega(k) = \alpha k^2 + \beta k^4$ ;  $\xi = ae^{-\gamma} \cos(\omega t + \varphi)$ ; formulalarni yozing
- $p = x^3 - 4x^2 + 5x - 2$  ko'phadni ko'paytuvchilarga ajrating
- $\sin^2 3x - \sin^2 2x - \sin 5x \sin x$  ifodani soddalashtiring.
- Quyidagi ifodalarni  $x = -1.75 \cdot 10^{-3}$  va  $y = 3.1 \cdot \pi$  bo'lgandagi qiymatini hisoblang.

1	$F = \left( \frac{e^{\sin y} + 2^{\cos y}}{200x + y} \right)^{23} + \ln \sin y  - \sqrt{\frac{e^{\sin y} + 2^{\cos y}}{200x + y}}$	$H = \frac{\sqrt{\cos 2y + \sin 4y + \sqrt{e^x + e^{-x}}}}{(e^{-x} + e^x)^3 (\sin 4y + \cos 2y - 2)^2}$
2	$Z = \arctg \frac{\sqrt[3]{x - \sin(y)}}{\sqrt{1-x^2}} - \frac{ x  \sqrt{1-x^2}}{\sqrt[3]{x - \sin(y)}}$	$Q = \sqrt{e^{\sin y} + e^{-1} \cos y} + \sqrt{1 + \frac{e^{\sin y} + e^{-1} \cos y}{\lg y}}$

3	$T = \frac{(\sin y + \sin 2y + \sin 3y)^4}{1 + \frac{\sin y + \sin 2y + \sin 3y}{e^x}} + \sqrt{1 + \frac{\sin y + \sin 2y + \sin 3y}{e^x}}$	8	$A = \sqrt{x(1+x)^2(1+2x)^3} + 3 \sqrt{\frac{x(1+x)^2(1+2x)^3}{\ln  \operatorname{ctg} y }}$
4	$W = \left(1 + \frac{\ln y}{x + \operatorname{tg} y}\right)^{1 + \frac{x + \operatorname{tg} y}{\ln y}}$	9	$S = \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{x - \sin y}{x + \sin y} + \frac{x + \sin y}{x - \sin y}} + e^{(x - \sin y)}$
5	$R = \operatorname{sh} \frac{(x + \ln y)^2}{\sqrt{ x - \ln y }} \cdot \operatorname{ch} [(x + \ln y) \sqrt{ x - \ln y }]$	10	$B = \frac{1 + \operatorname{arcsin}(\cos 2y)}{2^x + 3^{-x}} + \left( \frac{2^x + 3^{-x}}{x + \operatorname{arcsin}(\cos 2y)} \right)$

### NAZORAT SAVOLLARI

1. **MATLAB** sistemasi qanday masalalarni yechishga mo'ljallangan?
2. **MATLAB** oynasining asosiy elementlarini tushuntiring?
3. **MATLAB**ning asosiy menyu bandlari vazifalari qanday?
4. Asosiy matematik o'zgarmlar **MATLAB**da qanday tasvirlanadi?
5. **MATLAB**da ratsional sonlar qanday ko'rinishda beriladi?
6. **MATLAB** buyruqlari qanday maxsus belgilar bilan tugaydi?
7. **factor**, **expand**, **simplify**, **collect** buyruqlarining vazifalarini tushuntiring.

## §5. **MATLAB** tizimida oddiy hisoblash jarayonlarini dasturlash.

### 5.1. **MATLAB** tizimida dasturlash elementlari.

**MATLAB** tizimining integrallashgan muhiti(interfeysi) universal-interfaol rejimda ishlaydi va unda mexanika, matematika, fizika, muxandislik va boshqaruv masalalarini yechish, turli xil mexanik, energetik va dinamik sistemalarni modellashtirish, loyihalash, tavsiflash va tahlil qilish imkoniyatlari mavjud. Bir tomondan, **MATLAB** tizimidan dasturlash tili sifatida foydalanib, tizimda mavjud (yoki foydalanuvchi o'zi tuzgan) funksiyalar, hisoblash algoritmlari asosida turli xil masalar ustida har xil hisoblashlarini o'ta tez va yuqori aniqlikda olish mumkin bo'lsa, ikkinchi tomondan, **virtual laboratoriya**

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

sifatida yuqoridagi tizimlarni modellashtirish, loyihalash, tavsiflash va tahlil qilish mumkin.

MATLAB dasturlash tilida boshqa dasturlash tillari kabi lotin alifbosining A dan Z gacha barcha katta va kichik harflari, 0 dan 9 gacha arab raqamlaridan foydalaniladi. Katta va kichik harflar, xuddi C++ dasturlash tilidagidek, ham o'zgaruvchi sifatida, ham ozgarmas sifatida bir-biridan farq qiladi. Lotin alifbosi harflaridan tashqari, arifmetik, mantiqiy va taqqoslash amallari hamda klaviaturadagi maxsus belgilardan foydalaniladi.

MATLAB ning ishchi varag'i tom ma'noda uch qismga bo'linadi:

1. Buyruqlarni kiritish maydoni – buyruqlar satridan tashkil topgan. Har bir buyruq satri >> simvoli(bu simvol avtomatik tarzda buyruqlar satrining boshida bo'ladi va uni yozish shart emas) bilan boshlanadi;
2. Natijani chiqarish maydoni – kiritilgan buyruqlarni qayta ishlangandan so'ng hosil bo'lgan ma'lumotlar (analitik ifodalar, natijalar va xabarlar) ni o'z ichiga oladi;
3. Matnli izohlar maydoni - ro'y bergan xatoliklar yoki bajarilgan buyruqlarga izohlar, turli xarakterdagi xabarlar.

Buyruqlar Enter tugmasini bosish(bir marta) orqali amalga oshiriladi. O'zgaruvchi nomi nechta va qanaqa belgi yoki belgilardan iborat bo'lishidan qat'iy nazar, lotin harflaridan boshlanib, 63 ta belgidan oshmasligi shart. Agar buyruq o'zgaruvchi nomi yozilmay bajarilsa, buyruq natijasi maxsus ans(inglizcha "answer"-javob") o'zgaruvchisi orqali beriladi.

T. R.	Arifmetik amallarga doir misollar	T. R.	Arifmetik amallarning bajarilish tartibiga misollar	T. R.	Ba'zi bir ziddiyatli, muammoli vaziyatlarga misollar
1.	>> 5*5 ans = 25	5.	>> j=a-b*d/c+h/g*a j = 141	9.	>> k=1/0 Warning: Divide by zero. (Type "warning off MATLAB:divideBy Zero" to suppress this warning.) k = Inf
2.	>> a=16; b=24; c=32;	6.	>> j=a+b*d/c-h/g*a j = -109		
3.	>> d=c/(b-a) d = 4	7.	>> j=a-b*d/c+(h/g*a-sqrt(a*d))	10.	>> s=0/0 Warning: Divide by zero.

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

			j = 133	(Type "warning off MATLAB:divideBy Zero" to suppress this warning.) s= NaN
4.	>> h=d^3 h = 64	8.	>> j=(a-b*d/c)- (h/g*a- sqrt(a*d)) j = -107	

Ishchi sohadagi o'zgaruvchilar haqidagi ma'lumotlarni who yoki whos buyruqlari orqali ko'rish mumkin.

>> whos

Name	Size	Bytes	Class
a	1x1	8	double array
ans	1x1	8	double array
b	1x1	8	double array
c	1x1	8	double array
d	1x1	8	double array
g	1x1	8	double array
h	1x1	8	double array
j	1x1	8	double array
k	1x1	8	double array
s	1x1	8	double array

Grand total is 10 elements using 80 bytes

MATLAB da barcha ma'lumotlar matritsa yoki massiv ko'rinishida tasvirlanadi. Yuqoridagi whos buyrug'i natijasidan ko'rinib turibdiki, hattoki skalyar o'zgaruvchilarni umumiy holda 1x1 o'lchovli massiv(matritsa) deb qaralar ekan.

## 5.2. MATLAB tizimida massivlar bilan ishlash.

MATLAB da barcha ma'lumotlar matritsa yoki massiv ko'rinishida ("MATLAB" so'zi inglizcha "Matrix Laboratory", yani "Matritsali Laboratoriya" so'zlarining qisqartirilgan ifodasidir) tasvirlanadi. Hattoki, skalyar o'zgaruvchilarni umumiy holda 1x1 o'lchovli massiv(matritsa) deb qarash qabul qilingan. Shuning uchun ham massiv va matritsalar ustida ishlash, MATLAB da samarali ishlashda muhim ahamiyatga ega.

Massiv - bir turdagi ma'lumotlarning raqamlangan va tartiblangan to'plamidir. Massivning nomi bo'lishi shart. Massivlar o'lchovi yoki o'lchami bilan bir-biridan farq qiladi: bir o'lchovli, ikki o'lchovli, ko'p o'lchovli. Massiv

### Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

elementlariga murojaat qilish indekslar orqali amalgam oshiriladi. MATLAB da massiv elementlarini raqamlash bir(1)dan boshlangani uchun indekslari birga teng yoki katta bo'ladi.

MATLAB da massivlarning ustun-vektor, qator-vektor va matritsa ko'rinishlaridan foydalaniladi. Massivlar kvadrat qavslarga olinib yoziladi. Ustun-vektorning har bir elementi, ya'ni har bir qatori nuqtali vergul bilan ajratiladi.

```
>> a=[1; 3; 8]
```

```
a =
```

```
1
```

```
3
```

```
8
```

Qator-vektorning har bir elementi, ya'ni har bir ustuni vergul yoki bo'sh joy(probel) bilan ajratiladi.

```
>> b=[2 5 9]
```

```
b =
```

```
2 5 9
```

Demak, massivlarni kiritishda ustunlar vergul yoki bo'sh joy(probel) bilan qatorlar esa nuqtali vergul bilan ajratilar ekan.

```
>> A=[1 -2 3; 2 5 -9]
```

```
A =
```

```
1 -2 3
```

```
2 5 -9
```

```
>> B=[1 -2 3; 2 5 -9; 0 7.4 0.56; -8 9 45]
```

```
B =
```

```
1.0000 -2.0000 3.0000
```

```
2.0000 5.0000 -9.0000
```

```
0 7.4000 0.5600
```

```
-8.0000 9.0000 45.0000
```

```
>> C=[1 -2 3 5; 0 7.4 0.56 4; -8 9 45 64]
```

```
C =
```

```
1.0000 -2.0000 3.0000 5.0000
```

```
0 7.4000 0.5600 4.0000
```

```
-8.0000 9.0000 45.0000 64.0000
```

Massiv elementlariga murojaat qilish indekslar orqali amalgam oshiriladi.

Masalan:

```
>> a=[1; 3; 8];
```

```
>> a(3)
```

```
ans =
```

```
8
```

Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

```
>> b=[2 5 4 7 16 9];
```

```
>> b(2:5)=0
```

```
b =  
2 0 0 0 0 9
```

A matritsaning  $a_{1,2}$  elementiga murojaat qilish:

```
>> A(1,2)
```

```
ans =  
-2
```

B matritsani 6 ga skalyar ko'paytirish:

```
>> H=6*B
```

```
H =  
6.0000 -12.0000 18.0000 30.0000  
12.0000 30.0000 -54.0000 42.0000  
0 44.4000 3.3600 24.0000  
-48.0000 54.0000 270.0000 384.0000
```

```
>> F=[1 -2 3; 2 5 -9; 2 5 8]
```

```
F =  
1 -2 3  
2 5 -9  
2 5 8
```

F matritsani 3-jarajaga ko'tarish, ya'ni  $F*F*F$ :

```
>> F^3
```

```
ans =  
99 234 342  
-276 -663 -690  
200 374 -265
```

F matritsani elementlari buyicha 3-jarajaga ko'tarish, ya'ni har bir elementini:

```
>> F.^3
```

```
ans =  
1 -8 27  
8 125 -729  
8 125 512
```

```
>> G=[2 3 12; 1 3 0; 7 0.5 4]
```

```
G =  
2.0000 3.0000 12.0000  
1.0000 3.0000 0  
7.0000 0.5000 4.0000
```

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

**F va G matritsalarini(matritsalarini ko'paytirish qoidasiga asosan) ko'paytirish:**

>> F\*G

ans =

```
21.0000 -1.5000 24.0000
-54.0000 16.5000 -12.0000
65.0000 25.0000 56.0000
```

**F va G matritsalarini elementlari buyicha ko'paytirish:**

>> F.\*G

ans =

```
2.0000 -6.0000 36.0000
2.0000 15.0000 0
14.0000 2.5000 32.0000
```

**F va G matritsalarini qo'shish va ayirish:**

>> F+G

ans =

```
3.0000 1.0000 15.0000
3.0000 8.0000 -9.0000
9.0000 5.5000 12.0000
```

>> F-G

ans =

```
-1.0000 -5.0000 -9.0000
1.0000 2.0000 -9.0000
-5.0000 4.5000 4.0000
```

**Kiritilgan o'zgaruvchilar haqida ma'lumot olish:**

>> whos

Name	Size	Bytes	Class
A	2x3	48	double array
B	4x4	128	double array
C	3x4	96	double array
F	3x3	72	double array
G	3x3	72	double array
H	4x4	128	double array
a	3x1	24	double array
ans	3x3	72	double array
b	1x6	48	double array

Grand total is 86 elements using 688 bytes

Matritsalar ustida amallar bajarishda avval transponerlash, keyin darajaga ko'tarish, keyin ko'paytirish, keyin qo'shish va ayirish tartibi amal qiladi. Bundan tashqari matritsalarini rangini va teskarisini topish mumkin.

### 5.3. Tilning boshqaruvchi konstruksiyalari.

**MATLAB** dasturlash tili sifatida Fortran, Algol, Pascal, C,C++, Visual Basic, Visual C/C++, Borland C/C++ Builder, Delphi kabi dasturlash tillarining ayrim yutuqlari va imkoniyatlarini o'zida saqlab, moslashtirib, ularni yanada qulaylashtirgan. Tizimda 2000 dan ortiq funksiyalar, mavjud bo'lib, hisoblash jarayonlarini tashkil etishda asosan 9 ta operator va 14 ta xizmatchi so'zlardan foydalaniladi. Izohlar % belgisi bilan boshlanadi.

#### 1. O'zlashtirish operatori.

Umumiy ko'rinishi	Bajarilishi
<o'zgaruvchi>=<ifoda>	Bunda ifodaning qiymati o'zgaruvchiga beriladi, yani o'zlashtiriladi.

#### 2. Shartli operator.

Umumiy ko'rinishi	Qisqa ko'rinishi	Bajarilishi
if <1-shart> <1-operatorlar> elseif <2-shart> <2-operatorlar> elseif <3-shart> <3-operatorlar> ... else <operatorlar> end	if <shart> <operatorlar> else <operatorlar> end	Bunda 1-shart tekshiriladi, agar 1-shart rost bo'lsa(true qiymatni qabul qilsa), u holda 1-operatorlar ketma-ket bajariladi, aks holda 2-shart tekshiriladi, agar 2-shart rost bo'lsa(true qiymatni qabul qilsa), u holda 2-operatorlar ketma-ket bajariladi, aks holda va hk. agar birorta ham shart rost bo'lmasa(false qiymatni qabul qilsa), u holda oxirgi operatorlar ketma-ket bajariladi va tarmoqlanish jarayoni tugaydi.

#### 3. Tanlash operatori.

Umumiy ko'rinishi	Qisqa ko'rinishi	Bajarilishi
switch <ifoda> case <1-qiymat> <1-operatorlar> case <2-qiymat> <2-operatorlar> ... otherwise <operatorlar> end	switch <ifoda> case <1-qiymat> <1-operatorlar> case <2-qiymat> <2-operatorlar> otherwise <operatorlar> end	Bunda ifodaning qiymati 1-qitmat bilan ustma-ust tushsa(bir xil bo'lsa), 1-operatorlar ketma-ket bajariladi, aks holda 2-qiymat tekshiriladi va hk. agar ifodaning qiymati sanalgan qiymatlarning birortasi bilan ustma-ust tushmasa, oxirgi operatorlar ketma-ket bajariladi va tanlash jarayoni tugaydi.

**4. Parametrlil takrorlash operatori.**

Umumiy ko'rinishi	Qisqa ko'rinishi	Bajarilishi
<pre>for &lt;o'zgaruvchi&gt;= &lt;boshlang'ich qiymat&gt;: &lt;qadam&gt;:&lt;oxirgi qiymat&gt; &lt;operatorlar&gt; end</pre>	<pre>for &lt;o'zgaruvchi&gt;= &lt;boshlang'ich qiymat&gt;:&lt;oxirgi qiymat&gt; &lt;operatorlar&gt; end</pre>	<p>Bunda o'zgaruvchi boshlang'ich qiymatni qabul qiladi va operatorlar ketma-ket 1 marta bajariladi, keyin qadam oshgach operatorlar ketma-ket yana 1 marta bajariladi va hk. o'zgaruvchi oxirgi qiymatni qabul qiladi va operatorlar ketma-ket 1 marta bajariladi va takrorlanish jarayoni tugaydi.</p>

**Izoh:** Parametrlil takrorlash jarayoni chekli bo'lishi kerak. Agar qadam ko'rsatilmasa avtomatik tarzda qadam 1 ga teng hisoblanadi.

**5. Parametrlil takrorlash operatori.**

Umumiy ko'rinishi	Bajarilishi
<pre>while &lt;shart&gt; &lt;operatorlar&gt; &lt;qadam&gt; end</pre>	<p>Bunda boshlang'ich qiymat tekshiriladi agar rost bo'lsa, operatorlar ketma-ket 1 marta bajariladi va qadam oshadi, keyin yana shart tekshiriladi va hk. bu jarayon shart yolg'on bo'lguncha davom etadi va takrorlanish jarayoni tugaydi.</p>

**Izoh:** Bunda takrorlash jarayoni tashkil etishda avval boshlang'ich qiymat kiritilishi kerak.

**6. try-catch operatori.**

Umumiy ko'rinishi	Bajarilishi
<pre>try &lt;1-operatorlar&gt; catch &lt;2-operatorlar&gt; end</pre>	<p>Bunda 1-operatorlar ketma-ket 1 marta bajariladi, agar bajarilish jarayonida hatoliklar bo'lsa, u holda 2-operatorlar ketma-ket 1 marta bajariladi va jarayon tugaydi. Agar 1- operatorlar bajarilish jarayonida hatoliklar bo'lmasa, u holda 2-operatorlar bajarilmaydi.</p>

**7. break operatori.**

Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Umumiy ko'rinishi	Qisqa ko'rinishi	Bajarilishi
break	break	For, while, switch, try-catch konstruktsiyalaridan zudlik bilan chiqib ketish uchun foydalaniladi.

8. MATLABda funksiyalar tuzish operatori( function).

	Umumiy ko'rinishi	Misol
1.	function <funksiya nomi> <operatorlar>	function f1
2.	function <funksiya nomi>(<kiritilayotgan parametrlar>) <operatorlar>	function f2(x1,x2,...)
3.	function <chiqarilayotgan parametr>= <funksiya nomi>(<kiritilayotgan parametrlar>) <operatorlar>	function y=f3(x1,x2,...)
2	function <chiqarilayotgan parametrlar>= <funksiya nomi>(<kiritilayotgan parametrlar>) <operatorlar>	function [y1,y2,...]=f(x1,x2,...)

9. return operatori.

Umumiy ko'rinishi	Qisqa ko'rinishi	Bajarilishi
return	return	Funksiya konstruktsiyasidan zudlik bilan chiqib ketish uchun foydalaniladi.

Bu operatorlarni mustaqil o'rganishni foydalanuvchiga havola qilamiz.

5.4. M-fayllar.

MATLAB tizimida murakkab hisoblash jarayonlarini tashkil qilishda buyruqlar oynasining buyruqlar satri bir qator noqulayliklar tug'dirishi mumkin. Masalan, muayyan masalalarni yechish uchun tuzilgan dasturlarni qayta-qayta yozish, ko'plab buyruqlarni bir vaqtda bajarish va hk. Bunday noqulayliklarni oldini olish uchun MATLABda kengaytmasi m bo'lgan M-fayllardan foydalaniladi.

Umuman olganda, MATLAB tizimidagi deyarli barcha funksiyalar M-fayl(M-file) lar ko'rinishida Toolbox larda saqlangan holda jamlangan.

### Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

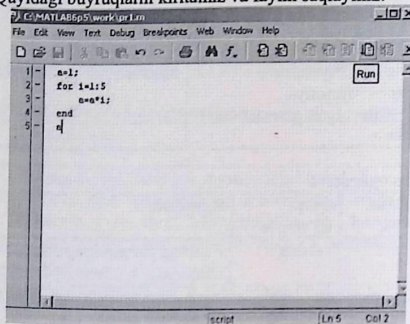
Foydalanuvchi ishlash vaqtida va keyinchalik zarur bo'lganda o'ziga kerakli funksiya va buyruqlarga ham buyruqlar satrida, ham M-fayllarda murojaat qilish orqali ulardan foydalanishi mumkin.

M-fayllar asosan 2 xil: **fayl-programma** va **fayl-funksiya** ko'rinishida bo'ladi. Yangi M-faylni yasash va tahrirlash uchun MATLAB tizimi asosiy oynasida **File** → **New** → **M-file** ketma-ketligini bajaramiz. Natijada yangi M-faylni tahrirlash oynasi ochiladi. Foydalanuvch tuzgan fayl-programmani foydalanuvch istalgan nomda saqlash imkoniyati mavjud.


**Misol:** 5! (besh faktorial) ni hisoblash dasturi tuzilsin. Dasturni fayl-programma ko'rinishda tuzamiz.

**Yechish:**

1. **File** → **New** → **M-file** ketma-ketligini bajaramiz. Bunda yangi M-fayl oynasi ochiladi.
2. Quyidagi buyruqlarni kiritamiz va faylni saqlaymiz:



```
1 - a=1;
2 - for i=1:5
3 -     a=a*i;
4 - end
5 - a
```

3. **Debug** → **Run** buyrug'i (yoki **F5** tugmasi)ni bajaramiz yoki uskunalar panelidagi  tugmasini bosamiz.

Natijada tizim asosiy oynasidagi buyruqlar satrida

```
>>
```

```
a =
```

```
120
```

natija chiqadi.

Bu natijani tizim asosiy oynasini buyruqlar satrida tuzilgan M-faylni nomiga murojaat qilish orqali ham olsa bo'ladi:

```
>> pr1
```

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

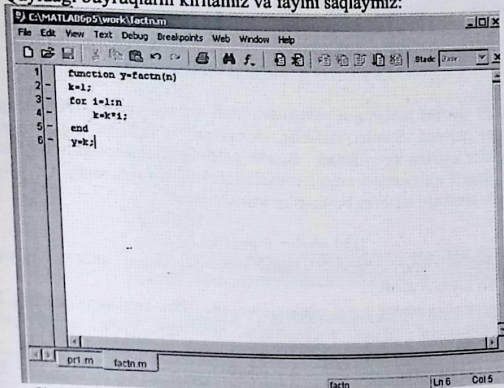
a =

120

**Misol:**  $n!$  ( $n$  faktorial)ni hisoblash dasturi tuzilsin. Dasturni fayl-funksiya ko'rinishida tuzamiz.

**Yechish:**

- 1) **File**→**New**→**M-file** ketma-ketligini bajaramiz. Bunda yangi M-fayl ochiladi.
- 2) Quyidagi buyruqlarni kiritamiz va faylni saqlaymiz:



```
1 function y=factn(n)
2 k=1;
3 for i=1:n
4     k=k*i;
5 end
6 y=k;
```

- 3) Tizim asosiy oynasini buyruqlar satrida tuzilgan M-faylni nomiga murojaat qilish orqali istalgan natural sonning faktorialini olish mumkin bo'ladi:

```
>> factn(6)
```

```
ans =
```

```
720
```

```
>> factn(100)
```

```
ans =
```

```
9.3326e+157
```

```
>> h=vpa(factn(100),160)
```

```
h=
```

```
933262154439441021883256061085752672409442548549605715  
091669104004079950642429371486326940304505128980429892  
96944474898258737204311236641477561877016501813248.
```

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Yuqoridagi misollardan ko'rinib turibdiki, fayl-funksiyalarni tuzib, funksiya nomi bilan saqlab, uni foydalanuvchi zarur bo'lganda aynan o'sha nom bilan buyruqlar satrida murojaat qilib, bemaol foydalanish imkoniyatiga ega bo'lar ekan. MATLABda mavjud bo'lmagan funksiya yoki hisoblash algoritmlarni foydalanuvchi o'zi tuzib, ularni mos Toolbox larga yoki yangi papkaga yig'ib, yangi dasturlar kutubxonasini yaratishi tizim imkoniyatlarini yanada oshishini bildiradi.

### §6. MATLAB grafikasi elementlari.

MATLAB da ma'lumotlarni vizuallashtirish uchun yuqori darajali grafik imkoniyatlar mavjud. Barcha grafiklar, menyulari va uskunalar paneliga ega alohida grafik oynada tasvirlanadi. Bunda grafiklarni oynadagi menyular va uskunalar paneli elementlari orqali sayqallashtirish, kerakli aniqlikni oshirish hamda foydalanuvchi talabiga ko'ra o'zgartirish mumkin.

#### Ikki o'lchovli grafika.

MATLAB da ikki o'lchovli grafiklarni chizishda asosan quyidagi buyruqlardan foydalaniladi:

- **loglog, polar, stairs, area, pcolor, line, pie, plot, semilogx, comet, bar, fill, colormap, ribbon, pie3, strips, semilogy, stem, barh, patch, rectangle, scatter, errorbar, imagesc** va h.k.;

Chizilgan grafiklar va grafik oynalarni loyihalash va boshqarishda grafik oyna menyulari va uskunalar paneli elementlari hamda quyidagi buyruqlar orqali amalgam oshiriladi:

- **grid, axis, hold, figure, shg, clf, subplot** va h.k.;

Odatda bir o'zgaruvchili funksiya grafiklarini chizishda **plot** buyrug'i va uning turli xil ko'rinishlaridan foydalaniladi.

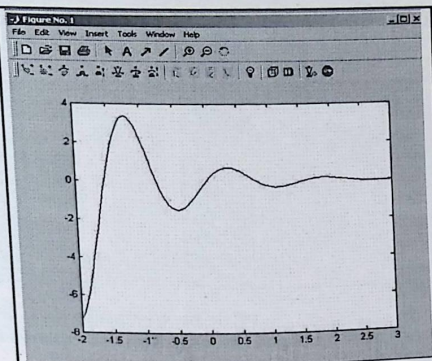
Qisqa ko'rinishi	Bajarilishi
<pre>&gt;&gt; x=[a:h:b]; &gt;&gt; y=f(x); &gt;&gt; plot(x,y)</pre>	Bunda dastlab berilgan h qadam bilan bo'laklarga bo'lingan oraliq kiritiladi, keyin funksiya kiritiladi, undan keyin plot buyrug'i kiritiladi.

Bunda **plot(x,y)** buyrug'iga uchinchi parametрни kiritish, ya'ni **plot(x,y,s)** buyrug'ini bajarish grafikdagi chiziqlar rangi, tipi, stili va foydalanuvchi talabiga ko'ra boshqa xususiyatlarini ko'rsatish imkonini beradi. Bu xususiyatlarni o'zgartirish grafik oyna menyulari buyruqlari, uskunalar paneli elementlari orqali va grafik maydonda chichqonchani ung tugmasini bosish orqali ham amalga oshirsa bo'ladi.

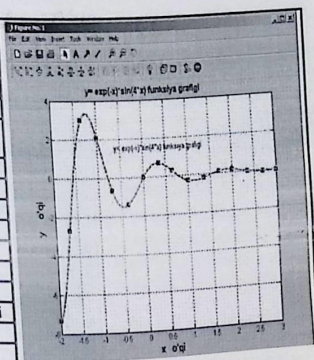
## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Agar bitta koordinata sistemasida bir nech grafikni bir vaqtda (bitta oynada) chizish talab qilinsa, u holda plot buyrug'ida avval 1-oraliq va 1-funksiya, keyin 2- oraliq va 2-funksiya va h.k. kiritiladi. Misol uchun  $y = e^{-x} \sin(4x)$  funksiya grafagini chizamiz:

```
>> x=[-2:0.05:3];
>> y=exp(-
x).*sin(4*x);
>> plot(x,y)
```

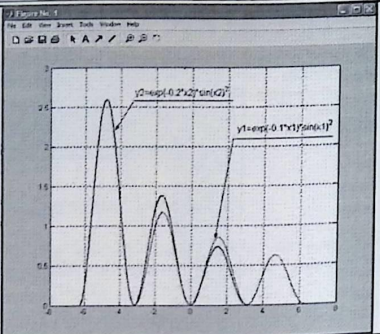


Chiziq rangi		Chiziq nuqtalari tipi	
y	Sariq	•	Nuqtali chiziq
m	Pushtirang	◦	Aylanali
c	Havorang	x	Krest(xoch)
r	Qizil	+	Qo'shish belgisi
g	Yashil	*	Yulduzcha
b	Ko'k	s	Kvadrat
w	Oq	d	Romb
k	Qora	v	burchakli
	va hokazo	^	burchakli
<b>Chiziq tipi</b>		<	burchakli
—	Uzluksiz, to'liq	>	burchakli
:	Punktli	p	Besh yulduzli
-.	Shtrix-punktli	h	Olti yulduzli
--	Shtrixli		va hokazo



## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

```
>>x1=[-pi:0.01:2*pi];
>>y1=exp(-0.1*x1).*sin(x1).^2;
>>x2=[-2*pi:0.01:pi];
>>y2=exp(-0.2*x2).*sin(x2).^2;
>>plot(x1,y1,x2,y2)
```



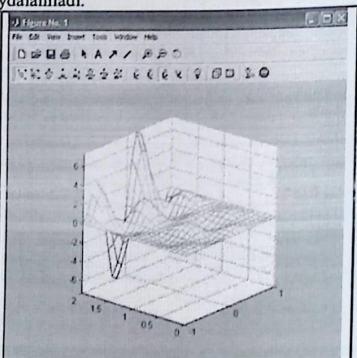
### Uch o'lchovli grafika.

MATLAB da uch o'lchovli grafiklarni chizishda asosan quyidagi buyruqlardan foydalaniladi: -

- bar3, plot3, mesh, surf, sphere, cylinder, bar3h, contour, meshgrid, fill3, ellipsoid, logo va h.k.;

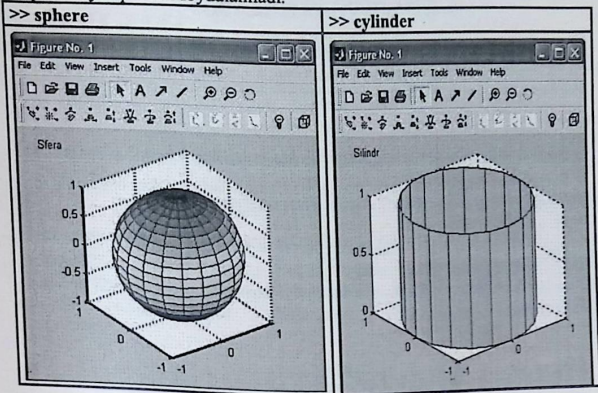
Odatda ko'p o'zgaruvchili funksiya grafiklarini chizishda mesh buyrug'i va uning turli xil ko'rinishlaridan foydalaniladi.

```
>> [X,Y]=meshgrid(-1:0.1:1,
0:0.1:2);
>> Z = 4*sin(2*pi*X).*cos(1.5*
pi*Y).*(1-X.^2).*Y.*(1-Y);
>> mesh(X,Y,Z)
```



## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Fazoda geometrik jismlarni tasvirlashda sphere, cylinder, bar3h, ellipsoid kabi bir qator buyruqlardan foydalaniladi.



### NAZORAT TOPSHIRIQLARI

1.  $y = \arctg(x)$  va  $y = \arctg(x^3 - x)$  funksiyalar grafiklari va asimptotalarini yasang.
2. Qutb koordinatalar sistemasida  $0 < \varphi < 4\pi$  da  $\rho = \cos^3(\varphi/3)$  funksiyaning grafigini yasang. Grafik chizig'ining qalinligini 3 ga teng qilib, uning rangi sifatida magenta nomli rangni tanlang.
3. Bir koordinatalar sistemasida  $y = x + 2\arctg x$  funksiyaning, hamda uning asimptotalari  $y = x$  va  $y = x + 2\pi$  lar grafiklarini yasang. Parametrlar uchun quyidagilarni tanlang: asosiy chiziqning rangi – havorang; asimptotalarning rangi – qizil; asosiy chiziqning qalinligi – 4; asimptotalar uchun – oddiy koordinatalar o'qining mashtabini bir xilligi saqlansin. Har bir chiziq nomlanishi ko'rsatilgan bo'lsin.
4. Dekart koordinatalar sistemasida barcha elementar funksiyalar grafiklarini yasang.
5. Fazoda ellipsoid, paraboloid va giperboloid larning grafiklarini yasang.

**NAZORAT SAVOLLARI**

1. Qanday buyruqlar bilan tekislikda va fazoda grafiklarni yasash mumkin? Bu buyruqlarning parametrlari haqida gapiring.

2. Oshkormas ko'rinishda berilgan funksiyalarning grafiklari qaysi buyruqlar yordamida yasaladi? Ularning parametrlarini yozing

4. **plot** va **mesh** buyrug'i nima maqsadda ishlatiladi?

5. Berilgan tengsizliklar sistemasi orqali aniqlanadigan ikki o'lchovli soha qanday buyruq bilan yasaladi?

6. Fazoviy sirtlar va egri chiziqlarning grafiklari qanday buyruq bilan yasaladi?

7. **bar3** va **plot3** buyruqlarining imkoniyatlari haqida so'zlab bering.

## 5 BO'LIM

# AVTOMATIK BOSHQARISH NAZARIYASI FANIDAN TAJRIBA ISHLARINI MATLAB TIZIMIDA BAJARISH

### §1. MATLAB da chiziqli avtomatik rostdash sistemasini (ARS)

#### strukturaviy o'zgartirish

##### 1.1. Ishdan maqsad

MATLAB amaliy dasturi tarkibiga kiruvchi Simulink dasturi bilan tanishish. Tadqiq etilayotgan ARS struktura sxemasini dasturda tasvirlash va zvenolar bog'lanishining strukturaviy o'zgartirishlar ko'nikmasini mustahkamlash.

##### 1.2. Jihozlanish.

Pentium tipidagi shaxsiy EHM, MATLAB dasturi.

##### 1.3. Nazariy qism.

Uzatish funksiyasi deb, chiqish kattaligi  $Y(s)$  ning Laplas tasviri kirish kattaligi  $X(s)$  ning Laplas tasviriga boshlang'ich shartlar 0 ga teng bo'lgandagi nisbatiga aytiladi.

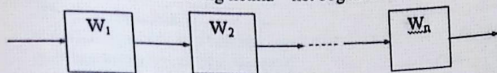
$$W(S) = \frac{Y(S)}{X(S)} \Big|_{t=0}$$

Uzatish funksiyasining umumiy ko'rinishi:  $W(S) = \frac{b_0 S^{m-1} + b_1 S^{m-2} + \dots + b_m}{a_0 S^n + a_1 S^{n-1} + \dots + a_n}$

MATLAB dasturida uzatish funksiyasi aynan shunday ko'rinishda kiritiladi. Zaruriy shart  $n > m$  bo'lib, bu sistemaning fizik amalga oshirish sharti hisoblanadi.

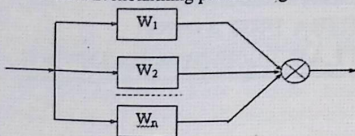
#### Strukturalarni o'zgartirish qoidalarini:

1. Sistema zvenolarining ketma - ket bog'lanishi:



$$W_{um} = W_1 \cdot W_2 \cdot \dots \cdot W_n$$

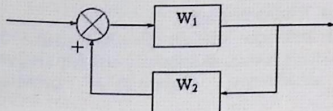
**2. Sistema zvenolarining parallel bog'lanishi:**



$$W_{um} = W_1 + W_2 + \dots + W_n$$

**3. Sistema zvenolarining teskari bog'lanishi:**

a) musbat va manfiy teskari bog'lanishli strukturalar

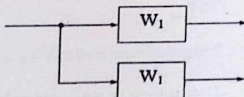
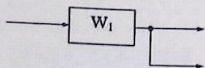
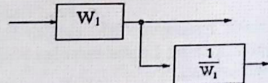
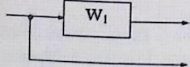


$$W_{um} = \frac{W_1}{1 \mp W_1 W_2}$$

**4. Tugunlarni elementlararo ko'chirish:**

berilgan struktur sxemasi

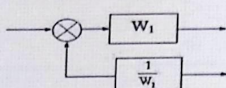
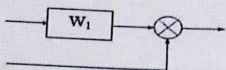
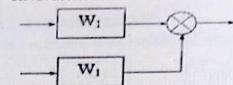
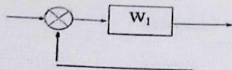
ekvivalent struktur sxema



**5. Summatorni elementlararo ko'chirish:**

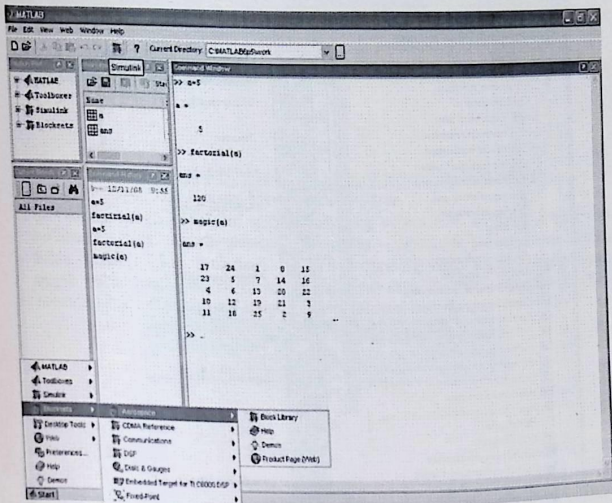
berilgan struktur sxema

ekvivalent struktur sxema




#### 1.4. Ishni bajarish buyicha ko'rsatma.

Tajriba ishini bajarish uchun avval MATLAB dasturini ishga tushirish zarur. MATLAB dasturining asosiy oynasi 1.1- rasmda ko'rsatilgan.



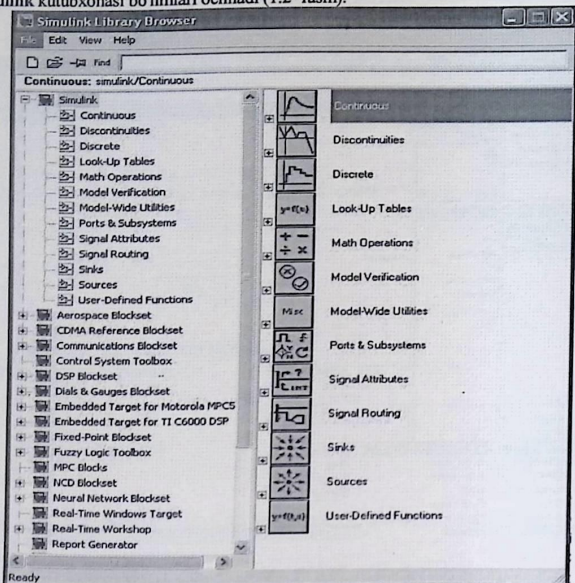
1.1.-rasm. MATLAB dasturining asosiy sahifasi.

MATLAB dasturining asosiy oynasi ekranda hosil bo'lgandan so'ng, Simulink qism dasturini ishga tushirish kerak. Buni quyidagi uchta usuldan biri yordamida amalga oshirish mumkin:

- MATLAB dasturi asosiy sahifasining uskunalar panelidagi **Simulink** tugmasi  ni bosish orqali;
- MATLAB asosiy sahifasining buyruqlar qatoriga **simulink** buyrug'ini yozish va Enter klavishasini bosish orqali;
- MATLAB dasturi asosiy oynasining pastki chap burchagida Start tavsiyanomasida Start/Simulink/Library Browser punktini tanlash orqali.

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellash tirish asoslari. O'quv qo'llanma


Yuqoridagi uchta usullardan istalgan birini amalga oshirish natijasida Simulink kutubxonasi bo'limlari ochiladi (1.2 - rasm).

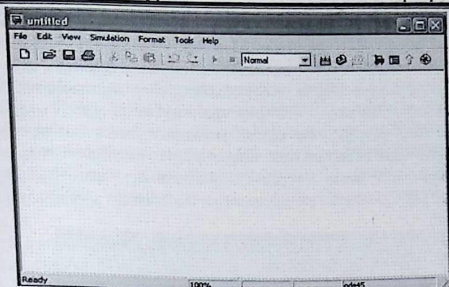


1.2.- rasm. Simulink kutubxonasi bo'limlari.

### Model strukturasi tuzish.

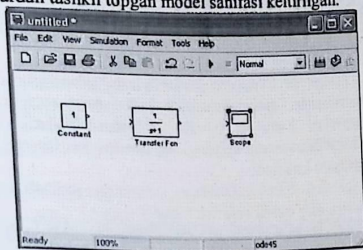
Simulink muhitida model tuzish uchun quyidagilarni bajarish kerak:

1. **File/New/Model** buyrug'i yordamida yoki **Simulink** kutubxonasining uskunalar panelidagi  tugmani qo'llash yordamida yangi model faylini tuzish (bu yerda va keyinchalik, «/» belgisi yordamida ketma-ket bajarish uchun tanlash lozim bo'lgan dastur menyusi punktlari ko'rsatiladi). (1.3. - rasm)



1.3.- rasm. Model tuzish oynasi.

2. Model oynasiga bloklarni qo'yish. Buning uchun mos keluvchi kutubxona bo'limini ochish kerak (Masalan, **Sources** – **Istochniki**). Keyin esa kursor bilan kerakli blok tanlanadi va sichqonchanning chap tugmachasini bosib quyib yubormagan holda, blokni tuzilgan sahifaga «ko'chirib o'tkaziladi». 1.4-rasmda bloklardan tashkil topgan model sahifasi keltirilgan.

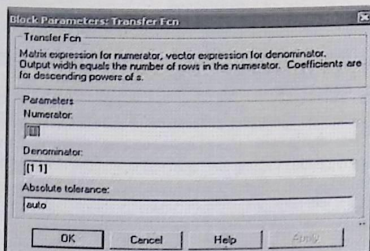


1.4- rasm. Bloklar joylashtirilgan model oynasi.

3. Blokni o'chirish. Blokni o'chirish uchun o'chirilishi lozim bo'lgan blok tanlanadi (kursor bilan uning rasmini ko'rsatish va sichqonchanning chap tugmachasini bosish orqali), so'ngra klaviyaturadagi **Delete** klavishi bosiladi. Blok o'lchamlarini o'zgartirish uchun o'zgartirilishi lozim bo'lgan blokni tanlash kerak, sichqoncha bilan blok burchaklaridan biri belgilanadi va chap tugmachasini bosgan holda blok o'lchamlari o'zgartiriladi (bu holda kursor ikki tomonga qaragan strelka ko'rinishiga ega bo'ladi).

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

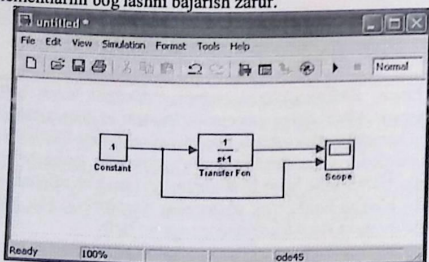
4. Blok parametrlarini o'zgartirish. Agar ehtiyoji bo'lsa, dastur tomonidan o'rnatilgan parametrlarni o'zgartirish mumkin. Buning uchun kursor yordamida tanlangan blokda sichqonchani chap tugmachasini ikki marta bosish kerak. Natijada, ushbu blok parametrlarini tahrir qilish sahifasi ochiladi. Sonli parametrlarni kiritish jarayonida butun sonlar vergul bilan emas, balki nuqta bilan ajratiladi. O'zgartirishlar kiritilgandan so'ng sahifani OK tugmasini bosib yopiladi. 1.5-rasmda uzatish funksiyasini modellashtiruvchi blok parametrlarini tahrirlovchi sahifa ko'rinishi keltirilgan.



- 1.5.-rasm. Uzatish funksiyasi blokining parametrlarini tahrirlash.

Bu oynadagi Numerator qatoriga uzatish funksiyasini suratidagi ko'phadni koeffitsientlar darajalari kamayib borish tartibida kiritiladi. Denominator qatoriga uzatish funksiyasini maxrajidagi ko'phadni koeffitsientlar darajalari kamayib borish tartibida kiritiladi.

5. Kutubxonadan kerakli barcha bloklarni sxemada joylashtirgandan so'ng sxema elementlarini bog'lashni bajarish zarur.



- 1.6.-rasm. Bloklar o'rtasida bog'lanish bajarilgan model.

Bloklarni bog'lash uchun kursor bilan blokning «chiqish»ini belgilash, so'ngra sichqonchanning chap tugmachasini bosgan holda chiziqni (liniyani) keyingi blok kirishiga keltirish kerak. Shundan so'nggina klavishani qo'yib yuborish mumkin. Tarmoqlanish nuqtasini hosil qilish uchun kursorni ulanish chizig'ida kerak bo'lgan tugunga olib kelish va sichqonchanning chap yoki o'ng tugmasini bosgan holda chiziqni tortish zarur. Chiziqni o'chirish uchun o'chirilishi lozim bo'lgan chiziqni tanlash talab etiladi (bloklar ustida bajarilgani kabi), so'ngra klaviaturadagi **Delete** klavishasini bosish lozim. 1.6-rasmda bloklar o'rtasida bog'lash amali bajarilgan model sxemasi keltilgan.

6. Hisoblash sxemasini tuzgandan so'ng uni oynadagi **File/Save As...** menyu punktini tanlab, hamda fayl nomi va papkani ko'rsatib, diskda fayl ko'rinishida saqlash lozim. Shuni inobatga olish kerakki, fayl nomi 32 simvoldan oshmasligi, lotin alfavidagi harfdan boshlanishi hamda kirill va maxsus simvollardan tashkil topmagan bo'lishi kerak. Shu talablar fayl yo'li uchun ham ahamiyatli (fayl saqlanadigan papkalariga). Sxemani qayta tahrirlash jarayonlarida saqlash uchun **File/Save** menyu punktidan foydalanish yetarli. **Simulink** qism dasturini qayta ishga tushirganda sxemani yuklash kutubxona nazorat qiluvchi sahifadagi yoki **MATLAB** asosiy sahifasidagi **File/Open** menyu punkti yordamida amalga oshiriladi.

### 1.5. Ishni bajarish tartibi.

1. **MATLAB** dasturi ishga tushiriladi.
2. **Simulink** qism dasturi ishga tushiriladi.
3. Yangi model fayli tuziladi.
4. Bibliotekadan talaba o'zining variantiga mos bloklarni model oynasiga joylashtiradi.
5. Bloklar orasidagi bog'lanishlar o'rnatiladi.
6. Blok parametrlari o'zgartiriladi.
7. Model fayli kerakli nom bilan saqlanadi.
8. Tuzilgan model strukturasi bosmaga chiqariladi.

### NAZORAT SAVOLLARI

1. Uzatish funksiyasini hamda nollari va qutblarini aniqlang.
2. Uzatish funksiyasini fizik amalga oshirish shartini ko'rsating.
3. Ketma-ket, parallel va teskari bog'langan zvenolarning uzatish funksiyasini hisoblash formulalarini keltiring.
4. Tugunlarni va summatorni elementlararo ko'chirish qoidalari.
5. Berk sistema uzatish funksiyasi va xatolik signalini hisoblash formulalarini keltiring va ta'rif bering.

## §2. Dinamik sistemalarning vaqt xarakteristikalarini tadqiq etish

### 2.1. Ishdan maqsad

O'tkinchi jarayonni qurish bilan tanishish. Tipik dinamik zvenolar va ularning o'tkinchi hamda impulsli o'tkinchi jarayon xarakteristikalarini qurish.

### 2.2. Jihozlanish

Pentium tipidagi shaxsiy EHM va MATLAB dasturi.

### 2.3. Masalaning qo'yilishi.

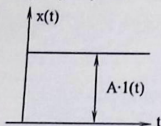
1. O'tkinchi jarayon xarakteristikalarini olish usullari va grafiklarini o'zgartirish imkoniyatlari bilan tanishish.
2. Tipik dinamik zvenolar vaqt xarakteristikalarini tadqiq qilish.

### 2.4. Nazariy qism.

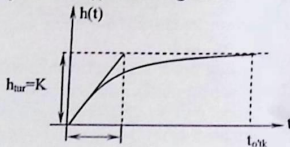
Asosiy tipik kirish signallari:

- pog'onali signal (funksiya);
- impulsli signal (funksiya);
- garmonik signal (funksiya).

Sistema (zveno)larning birlik pog'onali ta'sirga bo'lgan reaksiyasiga o'tkinchi jarayon yoki o'tish funksiyasi deyiladi va  $h(t)$  bilan belgilanadi.



$$x = A \cdot 1(t); \quad A = \text{sonst};$$



$$1(t) = \begin{cases} 1, & \text{булча } t \geq 0 \\ 0, & \text{булча } t < 0 \end{cases} \quad L\{A \cdot 1(t)\} = A \frac{1}{p}$$

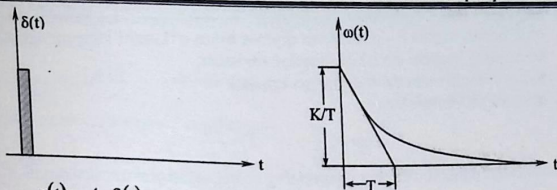
$t_{0,tk}$  – o'tkinchi jarayon davomiyligi – chiqish signali turg'unlashgunga bo'lgan vaqt.

$T = \tau$  – vaqt doimiysi.

Bunda,  $T = \tau \cdot h(t) = k(1 - 0,37) \cdot 1(t) = 0,63k$ .

Sistema (zveno)larning birlik impulsli ta'sirga bo'lgan reaksiyasi impulsli o'tkinchi jarayon yoki vazn funksiyasi deyiladi va  $\omega(t)$  bilan belgilandi.

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**



$$x(t) = A \cdot \delta(t);$$

$$A = \text{const};$$

$$\delta(t) = \begin{cases} 0, & \text{булса } t \geq 0 \\ \infty, & \text{булса } t = 0 \end{cases}$$

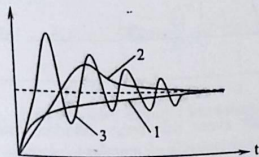
$$\int_0^{\infty} \delta(t) dt = 1. \quad A \rightarrow \infty; \Delta t \rightarrow 0$$

O'tkinchi va impulsli o'tkinchi funksiyalar jarayonning vaqt xarakteristikalarini hosil qiladi – bu signal kattaligi o'zgarishning vaqtga bog'liqligidir.

Sistema (zveno) larning garmonik ta'sirga bo'lgan reaksiyasi chastotaviy xarakteristika deyiladi.

O'tkinchi jarayon quyidagicha bo'lishi mumkin:

1. Monoton;
2. Aperiodik;
3. Tebranuvchan.



Pog'onali ta'sirda rostlanish sifati quyidagi parametrlar bo'yicha aniqlanadi:

$t_p$  – rostlanish vaqti yoki o'tkinchi jarayon vaqti (yo'l qo'yilishi mumkin xatolik zonasi  $2\Delta$ ga o'tgungacha bo'lgan vaqt).

$$|h(t) - h_{\infty}(t)| \leq \Delta$$

$$\sigma\% = \frac{h_{\max}(t) - h_{\infty}(t)}{h_{\max}(t)} \cdot 100\%$$

Qayta rostlash o'rnatilgan qiymatdan o'tkinchi jarayon grafingining maksimal og'ishini xarakterlaydi; kichik va o'rta quvvatli sistemalar uchun yo'l qo'yilgan qiymat

$$\sigma\% = (10 \div 20)\%$$

$$\sigma\% = (30 \div 40)\% \text{ -- yuqori quvvatli sistemalar uchun}$$

$\sigma\%$  - odatda 17% dan ko'p emas.

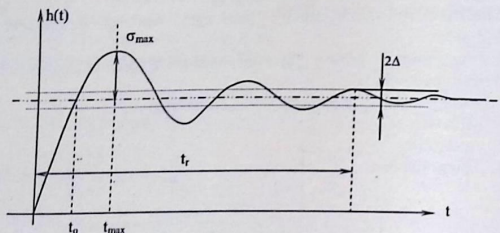
**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

- o'sib borish vaqti  $t_o$  – o'rnatilgan qiymat bilan o'tkinchi jarayon egri chizig'i og'ishining birinchi kesishish nuqtasi absissasi;
- $t_{max}$  – birinchi maksimum qiymatga erishish vaqti;
- chastota va tebranish davri

$$\omega = \frac{2\pi}{T}; \quad T = \frac{2\pi}{\omega}$$

-so'nish dekrementi o'tkinchi jarayonning so'nish tezligini karakterlaydi.

$$\chi\% = \frac{\left| h_{max}(t) - h_{\infty}(t) \right|}{\left| h_{min}(t) - h_x(t) \right|} \cdot 100\%$$



Tipik dinamik zveno deb, tartibi ikkidan yuqori bo'lmagan differensial tenglamalar bilan ifodalanuvchi elementlar to'plamiga aytiladi.

1. Inersiyasiz (proporsional) zveno

$$y(t) = k \cdot x(t); \quad W(p) = k;$$

$$h(t) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ k \cdot \frac{1}{p} \right\} = k \cdot 1(t).$$

2. Birinchi tartibli inersial zveno

$$T \frac{dy}{dt} + y(t) = k \cdot x(t); \quad W(p) = \frac{k}{T \cdot p + 1};$$

$$h(t) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ \frac{k}{1 + pT} \cdot \frac{1}{p} \right\} = k \cdot (1 - e^{-t/T}) \cdot 1(t);$$

$$\omega(t) = h'(t) = L^{-1} \{ W(p) \} = \frac{k}{T} e^{-t/T} \cdot 1'(t)$$

$T$  – vaqt doimiysi;  $k$  – uzatish koeffitsienti.

3. Tebranuvchi zveno

$$T^2 \frac{d^2 y}{dt^2} + 2dT \frac{dy}{dt} + y(t) = k \cdot x(t); \quad W(p) = \frac{k}{T^2 p + 2dT p + 1};$$

$0 < d < 1$  - so'nish (darajasi) koeffitsienti.

$$h(t) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ \frac{k}{T^2 p + 2dT p + 1} \cdot \frac{1}{p} \right\} = k \cdot \left[ 1 - \frac{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{\beta} \cdot e^{-\alpha t} \cdot \sin(\beta \cdot t + \varphi_0) \right];$$

$$\text{Bunda: } \alpha = \frac{d}{T}, \quad \beta = \frac{\sqrt{1-d^2}}{T}, \quad \varphi_0 = \arctg \frac{\sqrt{1-d^2}}{d};$$

$$\omega(t) = h'(t) = \frac{k(\alpha^2 + \beta^2)}{\beta} \cdot e^{-\alpha t} \cdot \sin \beta t.$$

4. Integrallovchi zveno

$$y(t) = k \int_0^t x(t) dt; \quad W(p) = \frac{k}{p}; \quad h(t) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ \frac{k}{p} \cdot \frac{1}{p} \right\} = k \cdot t \cdot 1(t);$$

$$\omega(t) = h'(t) = k \cdot 1'(t)$$

5. Ideal differensiallovchi zveno

$$y(t) = k \frac{dx}{dt}; \quad W(p) = kp; \quad h(p) = L^{-1} \left\{ W(p) \cdot \frac{1}{p} \right\} = L^{-1} \left\{ k \cdot p \cdot \frac{1}{p} \right\} = k \cdot \delta(t);$$

$$\omega(t) = h'(t) = k \cdot \delta'(t);$$

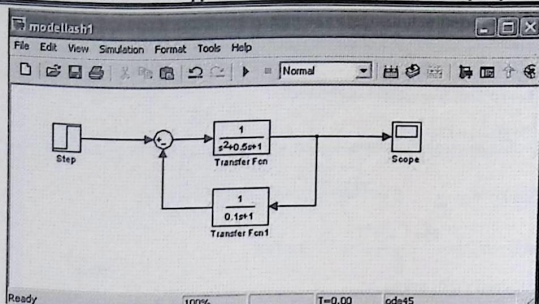
2.5. Ishni bajarish buyicha metodik kursatma.

**MATLAB** dasturi asosiy sahifasi ochilgandan keyin **Simulink** qism dasturini ishga tushirish kerak. Buning uchun 1 - tajriba ishida ko'rsatilgan uchta usulning biridan foydalanamiz.

Modelning o'tkinchi xarakteristikasini olish.

1. Sistemaning birlik pog'onali ta'sirga bo'lgan reaksiyasi **h(t)** - o'tish funksiyasini olish. Modelning kirishiga birlik pog'onali ta'sir hosil qilib beruvchi blok (**Step**) qo'yiladi va chiqishda shu funksiyaning grafiini ko'rsatuvchi (**Sscope**) bloki qo'yiladi.
2. Sistemani ishga tushirish uchun **Simulink** sahifasi uskunalar panelidagi (**Start**) tugmasi bosiladi. O'tkinchi jarayon grafiini ko'rish uchun esa **Sscope** bloki ustiga kursor keltirilib, sichqonchani chap tugmachasi ikki marta tez bosiladi.

Yopiq sistema o'tish funksiyasini olish uchun modelda teskari bog'lanish zanjiri amalga oshiriladi va ikkinchi punkt takrorlanadi (2.1-rasm).



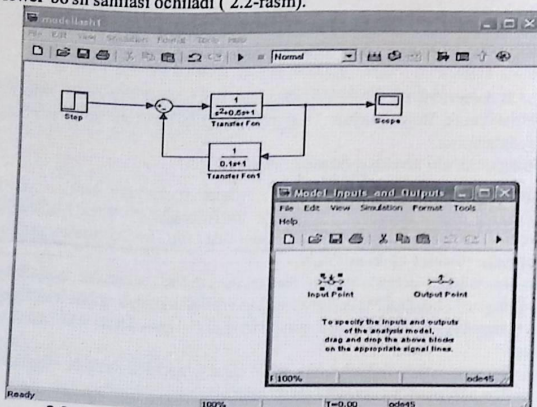
2.1-rasm.

Sistemaning vazn funksiyasini olish.

Buning uchun Simulink LTI-Viewer qism dasturini ishga tushirish lozim.

Bu quyidagicha amalga oshiriladi:

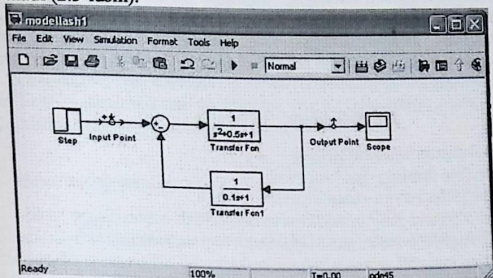
1. Simulink-modeli sahifasida Tools\Linear Analysis... komandasini bajarilganda Model\_Inputs\_and\_Outputs sahifasi hamda Simulink LTI-Viewer bo'sh sahifasi ochiladi ( 2.2-rasm).



2.2-rasm. Model\_Inputs\_and\_Outputs sahifasi.

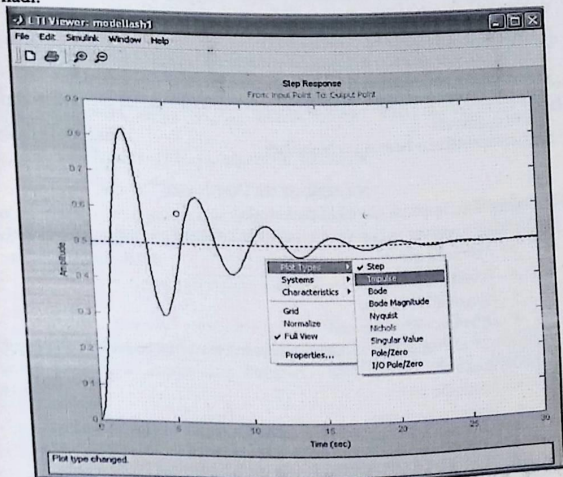
## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

2. Sistema kirishiga **Input Point** bloki va chiqishiga **Output Point** bloki o'rnatiladi (2.3-rasm).



2.3-rasm. **Input Point** bloki va **Output Point** bloki o'rnatilgan model.

3. LTI Viewer sahifasida **Simulink\Get Linearized Model** komandasi bajariladi.



2.4-rasm.. LTI Viewer sahifasi.

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Bunda ekranda sistemaning birlik pog'onali signalga bo'lgan reaksiyasi  $h(t)$ -xarakteristika hosil bo'ladi. Sistemaning vazn funksiyasini chiqarish uchun **LTI Viewer** sahifasida sichqonchaning o'ng tugmasi bosiladi va unda xarakteristikani o'zgartirish darchasi paydo bo'ladi. U yerdan **Impulse** punkti tanlaniladi (2.4-rasm).

### 2.6. Ishni bajarish tartibi.

1. MATLAB dasturi ishga tushiriladi.
2. Simulink qism dasturi ishga tushiriladi.
3. Variant bo'yicha kerakli sistema modeli tuziladi.
4. Sistemani o'tkinchi jarayon xarakteristikasini olish uchun **Ssope** bloki ochiladi so'ngra uskunalar panelidagi **Start** tugmachasi bosiladi.
5. Sistemaning impulsli signalga bo'lgan reaksiyasini olish uchun **Simulink LTI-Viewer** sahifasi ochiladi.
6. Sistema kirishiga **Input Point** va chiqishiga **Output Point** bloklari o'rnatiladi.
7. **LTI Viewer** sahifasida **Simulink\Get Linearized Model** komandasi bajariladi.
8. Hosil bo'lgan oynada sichqoncha yordamida **Impulse** punkti tanlaniladi.
9. Modelning parametrlarini o'zgartiriladi va o'zgartirilgan model xarakteristikolari olinib, oldingi olingan xarakteristikalar bilan solishtirilib analiz qilinadi.
10. Xarakteristikalar bosmaga chiqariladi.

### NAZORAT SAVOLLARI

1. O'tkinchi va impulsli o'tkinchi funksiyalar.
2. Quyidagi zvenolar uchun vaqt xarakteristikalarini keltiring:
  - Aperiodik zveno
  - Tebranuvchi zveno
  - Integrallovchi zveno
  - Differensiallovchi zveno
3. Quyidagi zvenolarda vaqt xarakteristikalar manfiy birlik teskari aloqa ta'sirida qanday o'zgaradi.
  - Aperiodik zveno
  - Tebranuvchi zveno
  - Integrallovchi zveno
  - Differensiallovchi zveno
4. Kiritilgan uzatish funksiyalar parametrlarini o'zgartirish qanday amalga oshiriladi?

### §3. Dinamik sistemalarning chastotaviy xarakteristikalarini tadqiq etish

#### 3.1. Ishdan maqsad

Amplituda va faza chastotaviy xarakteristikalarini qurish. Amplituda va faza chastotaviy xarakteristikalar va ularning bog'liqligini tadqiq etish. Chastotaviy xarakteristikalarini hisoblash, ularni qurish va tahlil qilish.

#### 3.2. Jihozlanish

Pentium tipidagi shaxsiy EHM va MATLAB dasturi.

#### 3.3. Masalaning qo'yilishi.

1. Dasturning chastotaviy xarakteristikalarini qurish imkoniyatlari bilan tanishish.
2. Simulink LTI-Viewer qism dasturi yordamida chastotaviy xarakteristikalarini qurish.
3. Tipik dinamik zvenolarning chastotaviy xarakteristikalarini tadqiq etish.

#### 3.4. Nazariy qism.

$W(p)$  uzatish funksiyasidan  $p=j\omega$  almashtirish yo'li bilan chastotaviy uzatish funksiyasi  $W(j\omega)$  olishimiz mumkin.

Chastotaviy uzatish funksiya yoki kompleks kattalikli funksiya  $W(j\omega)$  haqiqiy o'zgaruvchi  $\omega$  ga bog'liq, tarkibi haqiqiy  $U(\omega)$  va mavhum  $V(\omega)$  qismlardan iboratdir.

$W(j\omega) = U(\omega) + jV(\omega)$  -- algebraik ko'rinishi.

$W(j\omega) = A(\omega)e^{j\varphi(\omega)}$  -- darajali ko'rinishi.

bu erda  $A(\omega)$  -- amplituda chastotaviy xarakteristika (AFX) yoki chastotaviy uzatish funksiyasining moduli.

$\varphi(\omega)$  - signal fazasi

$$A(\omega) = \sqrt{U^2(\omega) + V^2(\omega)}; \quad \varphi(\omega) = \arctg \frac{V(\omega)}{U(\omega)}$$

Amplituda fazaviy xarakteristika (AFX) -- chastota 0 dan  $\infty$  gacha o'zgaranda chastotaviy uzatish funksiya moduli godografi yoki chastotaviy uzatish funksiyasi fazalarining kompleks tekisligidagi chastotaga bog'liqlik grafigidir.

$$A(\omega) = \text{mod } W(j\omega) = \frac{A_{\text{vux}}(\omega)}{A_{\text{mux}}(\omega)} - \text{modul}$$

Chastotaviy uzatish funksiyasining yuqoridagi 2 ta yozilish formasidan quyidagi xarakteristikalarini keltirishimiz mumkin:

### Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

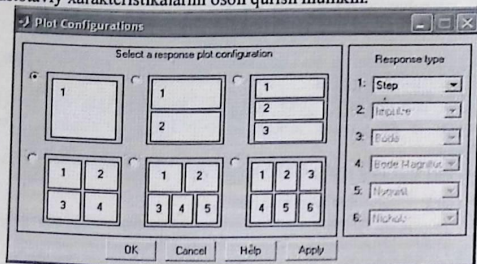
- $W(j\omega)$  – AFX-amplituda-fazaviy xarakteristika;
- $A(\omega)$  – ACHX- amplituda-chastotaviy xarakteristika;
- $\varphi(\omega)$  – FCHX- faza-chastotaviy xarakteristika;
- $U(j\omega)$  – HCHX- haqiqiy-chastotaviy xarakteristika;
- $V(j\omega)$  – MCHX- mavhum-chastotaviy xarakteristika;
- $L(j\omega)$  – logarifmik amplituda-chastotaviy xarakteristika

$$L(\omega) = 20 \lg A(\omega)$$

Rostlash jarayonining turg'unligi masalasini tadqiq etishda chastotaviy xarakteristikalar muhim rol o'ynaydi.

#### Ishni bajarish bo'yicha metodik ko'rsatma

Simulink LTI-Viewer uskunasi Control System Toolbox amaliy dasturi tarkibiga kiradi va chiziqli avtomatik sistemalarni analiz qilish uchun mo'ljallangan. Ushbu uskuna yordamida tadqiq qilinayotgan sistemaning chastotaviy xarakteristikalarini oson qurish mumkin.



3.4-rasm. Plot Configuration sahifasi

Sistemaning chastotaviy xarakteristikalarini olish uchun 2-tajriba ishidagi Simulink LTI-Viewer bilan ishlash ketma-ketligi bajarilib, LTI Viewer sahifasidagi Edit\Plot Configuration... komandasini bajarish kerak. Bu komandani bajarish natijasida Plot Configuration sahifasi ochiladi (3.4-rasm).

Ochilgan sahifada aks etuvchi grafiklar sonini (Select a response plot configuration panelida) va turlari (Response type panelida) tanlashimiz mumkin. Talab qilingan quyidagi punktlarni belgilab, grafik (diagramma)larni qurish mumkin.

- step – birlik pog'onali ta'sirga bo'lgan reaksiyasi(oddiy o'tish jarayoni garfigi);

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

- **impulse** – birlik impulsli ta'sirga bo'lgan reaksiyasi;
- **bode** – logarifmik amplituda va faza chastotaviy xarakteristika;
- **bode mag** -- logarifmik amplituda chastotaviy xarakteristika;
- **nyquist** – Naykvist diagrammasi;
- **nishols** – Nikols godografi;
- **sigma** – Singulyar soni;
- **pole/zero** – sistemaning qutb va nollari.

### 3.6. Ishni bajarish tartibi.

1. **MATLAB** dasturi ishga tushiriladi.
2. **Simulink** qism dasturi ishga tushiriladi.
3. Variant bo'yicha kerakli sistema modeli tuziladi.
4. Sistemaning chastotaviy xarakteristikalarini qurish uchun **Simulink LTI-Viewer** sahifasi ochiladi.
5. Sistema kirishiga **Input Point** bloki va chiqishiga **Output Point** blokini o'rnatiladi.
6. **LTI Viewer** sahifasida **Simulink\Get Linearized Model** komandasi bajariladi.
7. **LTI Viewer** sahifasidagi **Edit\Plot Configuration...** komandasini bajariladi.
8. Hosil bo'lgan oynadan kerakli xarakteristikalar tanlanadi.
9. Model parametrlarini o'zgartiriladi va qaytadan xarakteristikalar olinib avvalgi xarakteristikalar bilan solishtirilib o'rganiladi.
10. Natijalar bosmaga chiqariladi.

### NAZORAT SAVOLLARI

1. Chastotaviy xarakteristikalarini gapirib bering (AFX, FCHX, ACHX).
2. Quyidagi zvenolar uchun chastotaviy xarakteristikalarini keltiring:
  - Aperiodik zveno
  - Tebranuvchi zveno
  - Integrallovchi zveno
  - Differensiallovchi zveno
3. Quyidagi zvenolarda chastotaviy xarakteristikalar manfiy birlik teskari aloqa ta'sirida qanday o'zgaradi.
  - Aperiodik zveno
  - Tebranuvchi zveno
  - Integrallovchi zveno
  - Differensiallovchi zveno

## §4. Dinamik sistemalarni turg'unligini Naykvist mezonini bo'yicha

### tekshirish.

#### 4.1. Ishdan maqsad.

Avtomatik boshqarish sistemalarida turg'unlik masalarini yechish, turg'unlik shartlari va mezonlarini o'rganish. MATLAB dasturi yordamida sistemaning turg'unligini tekshirish.

#### 4.2. Jihozlanish

Pentium tipidagi shaxsiy EHM va MATLAB dasturi.

#### 4.3. Masalaning qo'yilishi.

1. Dinamik sistemalarning turg'unligini aniqlash mezonlari bilan tanishish.
2. Sistemaning turg'unligini Naykvist mezonini bo'yicha aniqlash.

#### 4.4. Nazariy qism.

Turg'unlikning Naykvist mezonini ochiq sistemaning amplituda faza xarakteristikasi (AFX) buyicha berk sistemaning turg'unligini tekshirish imkonini beradi. Ochiq sistemaning AFX sini esa analitik, hamda esperimental yo'l bilan olish mumkin.

Turg'unlikning bu mezonini aniq ravshan fizik ma'noga ega, ya'ni bu mezon ochiq sistemaning stasionar chastotali xususiyatlarini berk sistemaning nostasionar xususiyatlarini bilan bog'laydi. Ochiq sistemaning uzatish funksiyasi  $W(p)=P(p)/Q(p)$  berilgan bo'lsin. Bu yerda:  $Q(R)$  - ochiq sistemaning xarakteristik tenglamasi. Berk sistemaning uzatish funksiyasi:

$$\Phi(p) = \frac{W(p)}{1+W(p)} = \frac{\frac{P(p)}{Q(p)}}{1 + \frac{P(p)}{Q(p)}} = \frac{P(p)}{Q(p) + P(p)}$$

$A(p) = 1 + W(p) = 1 + \frac{P(p)}{Q(p)} = \frac{Q(p) + P(p)}{Q(p)}$  - berk sistemaning xarakteristik tenglamasi.

$Q(p)+P(p)$  - berk sistemaning xarakteristik polinomini ifodalaydi.

$Q(p)$  - polinomi "n" darajaga ega.

$R(r)$  - polinomi "m" darajaga ega.

Sistemaning ishga tushirish uchun doimo  $m < n$  bo'lishi kerak. Shuning uchun  $[Q(r)+R(r)]$  polinomi ham "n" darajaga ega bo'ladi. Ochiq sistemaning

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

o'zi turg'un va noturg'un holatda bo'lishi mumkin. Biz mana shu ikki holatda berk sistemaning turg'unligini tekshirib ko'ramiz.

### Ochiq sistema turg'un holatda.

Xarakteristik tenglamaning o'ng ildizlar soni  $l=0$  Mixaylov mezoniga muvofiq ochiq sistema xarakteristik tenglamasi argumentining o'zgarishi:

$$\Delta \arg Q(j\omega) - n \frac{\pi}{2}$$

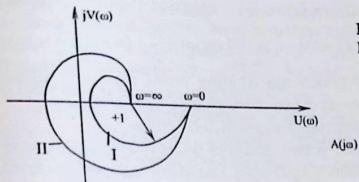
Endi berk sistema turg'un bo'lishini talab etamiz. Unda quyidagi tenglik bajarilishi lozim:

$$\Delta \arg [Q(j\omega) + P(j\omega)] = n \frac{\pi}{2}$$

(4.1) ifodaga muvofiq berk sistema xarakteristik tenglamasi argument o'zgarishi:

$$\Delta \arg A(j\omega) = \Delta \arg [Q(j\omega) + P(j\omega)] - \Delta \arg Q(j\omega) = n \frac{\pi}{2} - n \frac{\pi}{2} = 0$$

Shunday qilib, berk sistema turg'un bo'lishi uchun chastota.  $0 < \omega < \infty$  o'zgariganda  $A(j\omega)$  vektorining koordinata o'qi atrofidagi burchak burilishi (argument o'zgarishi) nolga teng bo'lish kerak, yoki chastota  $0 < \omega < \infty$  o'zgariganda berk sistema AFX  $A(j\omega)$  koordinata boshini, ya'ni  $(0;0)$  nuqtani o'z ichiga olmasligi kerak.  $A(j\omega) = 1 + W(j\omega)$  godografining ko'rinishi 4.1.1-rasmda ko'rsatilgan.



I-berk sistema turg'un.  
II-berk sistema noturg'un.

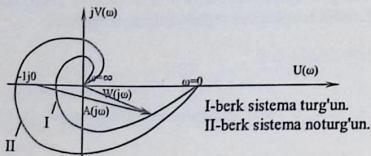
4.1.1-rasm.

Lekin berk sistemaning AFX  $A(j\omega) = 1 + W(j\omega)$  ochiq sistemaning AFX  $W(j\omega)$  dan faqat «+1»gagina farq qiladi.

Shuning uchun yuqorida keltirilgan Naykvist mezonining ta'rifini ochiq sistemaning AFX  $W(j\omega)$  ga tadbiiq etganimizda Naykvist mezonini quyidagicha ta'riflash mumkin.

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

Berk sistema turg'un bo'lishi uchun ochiq sistemaning AFX  $W(j\omega)$  chastota  $0 < \omega < \infty$  o'zgarganda  $(-1; j0)$  kritik nuqtani o'z ichiga olmasligi kerak. (4.2-rasi).



4.2-rasm.

**Ochiq sistema noturg'un.**

Bunda ochiq sistema xarakteristik tenglamasi  $l$  o'ng ildizga ega ya'ni  $l \neq 0$ , unda argumentlar prinsipiga muvofiq.

$$\Delta \arg Q(j\omega) = (n - 2l) \frac{\pi}{2}$$

bo'ladi.

Agar sistemaning turg'un bo'lishini talab etsak, unda quyidagi shart bajarilish kerak:

$$\Delta \arg [Q(j\omega) + P(j\omega)] = n \frac{\pi}{2}$$

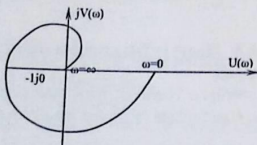
u holda  $A(j\omega) = 1 + W(j\omega)$  vektorining argument o'zgarishi

$$\Delta \arg A(j\omega) = \Delta \arg [Q(j\omega) + P(j\omega)] - \Delta \arg Q(j\omega) = n \frac{\pi}{2} - (n - 2l) \frac{\pi}{2} = l\pi$$

bo'ladi, ya'ni  $A(j\omega)$  vektorining koordinata o'kining boshi atrofidagi summar burchak burilishi turg'un berk sistema uchun  $\ll l\pi \gg$  ga teng bo'lishi lozim.

Bundan Naykvist mezonining quyidagi ta'rifi kelib chiqadi.

Berk sistema turg'un bo'lishi uchun chastota  $0 < \omega < \infty$  o'zgarganda ochiq sistemaning AFX  $W(j\omega)$  kritik nuqta  $(-1; j0)$  ni  $l/2$  maratta o'z ichiga olishi kerak; bunda  $l$ -ochiq sistema xarakteristik tenglamasining o'ng ildizlar soni (4.3-rasm).



4.3-rasm

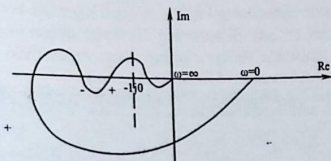
## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

$W(j\omega)$  godografi  $(-1;j0)$  nuqtani bir marta o'z ichiga olayпти. Shuning uchun bunda ochiq sistemaning o'ng ildizlar soni  $l=2$ , chunki  $l/2=1$ ,  $l=2$ . Demak ochiq sistema o'ng ildizlar soni  $l=2$  bo'lganda berk sistema turg'un bo'ladi.  $l \neq 2$  bo'lsa, berk sistema ham noturg'un bo'ladi.

Amaliy masalalarni yechishda Ya. Z. Sipkin taklif etgan "o'tish qoidasini" qo'llash maqsadga muvofiqdir.

$W(j\omega)$  xarakteristikani o'tish deganda shu xarakteristikaning kompleks tekisligida manfiy haqiqiy o'qni  $(-1;j0)$  nuqtaning chap toponida, ya'ni  $(-\infty;-1)$  kesmada kesib o'tishi nazarda tutiladi.

Agar  $W(j\omega)$  xarakteristikasi kritik nuqta  $(-1;j0)$  ning chap tomonini, ya'ni  $(-\infty;-1)$  kesmani chastota  $0 < \omega < \infty$  o'zgarganda pastdan yuqoriga kesib o'tsa, musbat o'tish yuqoridan pasga kesib o'tsa, manfiy o'tish deyiladi (4.4-rasm).

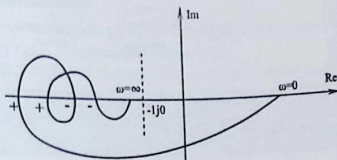


4.4-rasm.

Yuqorida aytilganlarni e'tiborga olgan holda Naykvist mezoniii quyidagicha ta'riflash mumkin.

Berk sistema turg'un bo'lishi uchun ochiq sistema AFX  $W(j\omega)$  ning chastota  $0 < \omega < \infty$  o'zgarganda  $(-\infty;-1)$  kesma orqali musbat va manfiy o'tishlarining ayirmasi  $l/2$  ga teng bo'lishi kerak. Bunda  $l$ -ochiq sistema xarakteristik tenglamasining o'ng ildizlar soni.

Agar  $W(j\omega)$  xarakteristikasi  $\omega = 0$  bo'lganda  $(-\infty;-1)$  kesmada boshlansa, yoki  $\omega = \infty$  bo'lganda shu kesmada tugasa, unda  $W(j\omega)$  xarakteristikaning bu kesmadan o'tishini yarim o'tish deyiladi. (4.5-rasm).



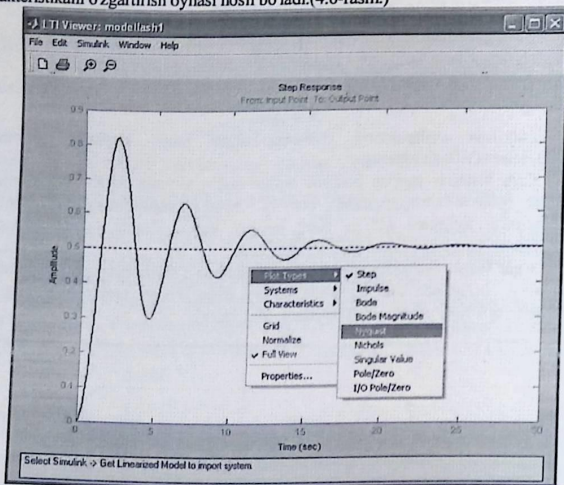
4.5-rasm.

Statik ochiq sistemalarning xarakteristikalari chastota o'zgartirishda yopiq kontur hosil qiladi.

Ideal integrallovchi zvenosi bo'lgan statik ochiq sistemalarning  $W(j\omega)$  xarakteristikalari chastota  $0 < \omega < \infty$  o'zgartirishda yopiq kontur hosil qilmaydi.

#### 4.5. Ishni bajarish bo'yicha ko'rsatma.

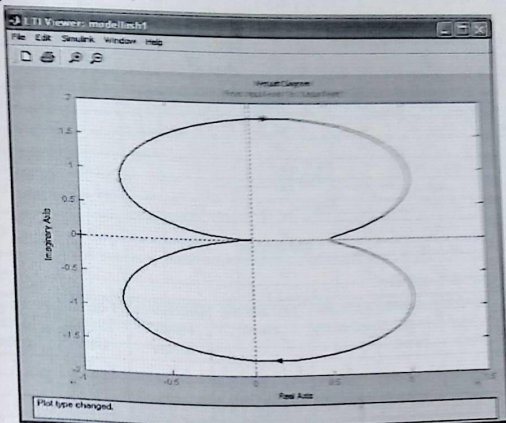
Sistemalarning turgunligini Nykvist mezonini buyicha tekshirganimizda kerakli sistema modeli struktura sxemasi ochiladi yoki tuziladi. So'ngra 3-tajriba ishida ko'rsatilganidek Simulink-modeli sahifasida Tools\Linear Analysis... punkti orqali sistema kirishiga Input Point bloki va chiqishiga Output Point bloki o'rnatiladi. LTI Viewer sahifasida Simulink\Get Linearized Model komandasi bajariladi. Bunda ekranda sistemaning birlik pog'onali signalga bo'lgan reaksiyasi  $h(t)$ -xarakteristikasi hosil bo'ladi. Sistemaning Nykvist diagrammasini chiqarish uchun LTI Viewer sahifasida sichqonchani chap tugmachasi bosiladi unda xarakteristikani o'zgartirish oynasi hosil bo'ladi.(4.6-rasm.)



4.6-rasm.

## Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

Bunda **nyquist** punktini tanlaniladi va Nyquist diagrammasi olinadi(4.7-rasm).

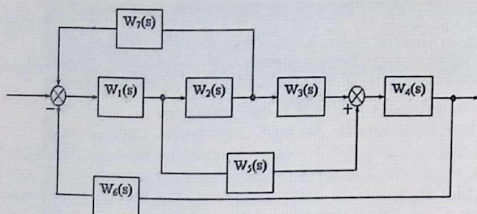


4.7-rasm.

### 4.6. Ishni bajarish tartibi.

1. **MATLAB** dasturi ishga tushiriladi.
2. **Simulink** qism dasturi ishga tushiriladi.
3. Variant bo'yicha kerakli sistema modeli tuziladi.
4. Sistemaning chastotaviy xarakteristikalarini qurish uchun **Simulink LTI-Viewer** sahifasi ochiladi.
5. Sistema kirishiga **Input Point** bloki va chiqishiga **Output Point** blokini o'rnatiladi.
6. **LTI Viewer** sahifasida **Simulink\Get Linearized Model** komandasi bajariladi.
7. **LTI Viewer** sahifasida sichqonchaning chap tugmachasi bosiladi va undan Nyquist diagrammasi tanlaniladi.
8. Model parametrlarini o'zgartiriladi va o'zgartirilgan modeldan Nyquist diagrammasi olinib avvalgisiga bilan taqqoslanadi.
9. Diagramma bosmaga chiqariladi.
10. Qurilgan diagrammadan sistemaning turg'unligi tekshiriladi.

NAZORAT TOPSHIRIQLARI



Variantlar:

№	Uzatish funksiyalari										
	1-tartibli inersial zveno		Intergallo v-chi zveno	Proporsional zveno	Tebranuvchi zveno			Differensiallovchi zveno	1-tartibli inersial zveno		Proporsional zveno
	K	T	K	K	K	d	T	K	K	T	K
1	W <sub>1</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>4</sub>				
	0	0	1	9	1	0,2	0,3	3	2	10	1
2	W <sub>3</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>2</sub>				
	1	0,1	0	10	2	0,1	0,6	4	22	7	19
3	W <sub>7</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>				
	2	0,5	2	0	4	0,8	2	2	18	0,7	3
4	W <sub>6</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>5</sub>				
	14	10	3	11	0	0	0	1	1	0,2	5
5	W <sub>5</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>4</sub>				
	5	0,9	1	18	3	0,5	1	0	2	0,2	3
6	W <sub>1</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>4</sub>				
	2	1	4	17	5	0,9	2	6	0	0	5
7	W <sub>3</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>2</sub>				
	8	0,4	3	22	2	0,7	3	3	8	9	0
8	W <sub>7</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>				
	9	5	2	0	4	0,4	0,9	4	7	7	10
9	W <sub>6</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>5</sub>				
	10	8	0	30	6	0,3	1,3	7	9	5	30
10	W <sub>5</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>4</sub>				
	0	0	5	1	1	0,6	0,8	2	14	10	26
11	W <sub>3</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>2</sub>				
	22	9	0	2	3	0,1	2,5	6	11	9	22

Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma

12	W <sub>7</sub>		W <sub>5</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>6</sub>			W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>
	24	7	1	0	7	0,55	3	5	15	3
13	W <sub>6</sub>		W <sub>1</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>2</sub>			W <sub>4</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>5</sub>
	15	6	2	6	0	0	0	4	19	7
14	W <sub>5</sub>		W <sub>2</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>3</sub>			W <sub>7</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>4</sub>
	30	4	4	8	6	0,15	2	0	10	5
15	W <sub>1</sub>		W <sub>3</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>7</sub>			W <sub>6</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>4</sub>
	7	3	5	7	5	0,8	1	2	0	0
16	W <sub>7</sub>		W <sub>5</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>6</sub>			W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>3</sub>
	9	2	3	9	4	0,65	2,9	7	24	0,8
17	W <sub>6</sub>		W <sub>1</sub>	W <sub>3</sub>	W <sub>2</sub>			W <sub>4</sub>	W <sub>7</sub>	W <sub>5</sub>
	3	5	2	14	3	0,3	4	0	26	8
18	W <sub>5</sub>		W <sub>2</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>3</sub>			W <sub>7</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>4</sub>
	4	0,2	4	0	8	0,5	2	1	29	8
19	W <sub>1</sub>		W <sub>3</sub>	W <sub>5</sub>	W <sub>7</sub>			W <sub>6</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>4</sub>
	26	10	0	11	1	0,63	0,7	5	30	2
20	W <sub>3</sub>		W <sub>7</sub>	W <sub>4</sub>	W <sub>1</sub>			W <sub>5</sub>	W <sub>6</sub>	W <sub>2</sub>
	19	0,8	3	15	2	0,7	0,7	4	0	0

### NÄZORAT SAVOLLARI

1. Dinamik sistemalarning turg'unligi.
2. Turg'unlikning Gurvis mezon.
3. Turg'unlikning chastotaviy mezonlari.
4. Turg'unlikning Naykvist mezon.
  - Ochiq sistema turg'un holatda.
  - Ochiq sistema noturg'un holatda.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Андриевский Б. Р., Фрадков А. Л. Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab.// М.: Наука, 2001.
2. Ануфриев И.Е. Самоучитель MATLAB 5.3/6.X. //СПб., 2002.
3. Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н. MATLAB 7.// СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
4. Базаров М. Б. Основы системы Mathematica. // Навои. –НГГИ.-2004.
5. Воробьев Е.М. Введение в систему МАТЕМАТИКА.// М.: "Финансы и статистика", 1998.
6. Гулятьев А. Визуальное моделирование в среде MATLAB.//СПб.: -2000.
7. Дашенко А.Ф. и др. MATLAB в инженерных и научных расчетах //Одесса «Астропринт» 2003.
8. Дьяконов В.П. Maple: учебный курс.// СПб.: Питер, 2001.
9. Дьяконов В.П. Mathematica 4: учебный курс. // СПб.: Питер, 2001.
10. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7+Simulink 5.6 в математике и моделировании. // М.: СОЛОН-Пресс, 2005.
11. Кетков Ю. Л. и др. MATLAB 7: программирование, численные методы.// СПб.:БХВ-Петербург, 2005.
12. Коптев А.А. и др. Maple в инженерных расчетах. Учебное пособие. // Тамбов. Изд. ТГТУ.2003.
13. Лазарев Ю.Ф. MATLAB 5.X. // Киев: BHV: Ирина, 2000.
14. Макконелл Дж. Основы современных алгоритмов. 2-е изд. Перевод с английского под редакцией С.Кландо.// ТЕХНОСФЕРА. Москва 2004.
15. Манзон Б. М. Maple V.// Power Edition. М.: Филинь, 1998.
16. Мартынов Н.Н. MATLAB 5.X. Вычисления, визуализация, программирование.// М.: Кудиц-Образ, 2000.
17. Матросов А. Решение задачи математики и механики в среде Maple. // "Знание", Москва, 1999.
18. Мироновский Л.А., Петрова К.Ю. Введение в MATLAB. Учебное пособие.// СПб., 2006.
19. Никольский С.М. Курс математического анализа (2 т.).//М.: 1991.
20. Никульчев Е.В. Пособие "Control System Toolbox". MATLAB и Simulink для проектирования и разработки систем управления//
21. Никульчев Е.В. Практикум по теории управления в среде MATLAB: Учебное пособие // М.: 2002.
22. Потемкин В.Г. MATLAB 5 для студентов. 2-е изд., испр. и доп. //М.: Диалог-МИФИ, 1999.

**Boshqarish sistemalarini kompyuterli modellashtirish asoslari. O'quv qo'llanma**

23. Потемкин В.Г. Система MATLAB: Справ. пособие.// М.: - 1997.
24. Потемкин В.Г. Система инженерных и научных расчетов MATLAB 5.X: В 2-х т. // М.: Диалог-МИФИ, 1999.
25. Семенов Н.Г. Введение в математическое моделирование. Maple, Mathematica, MATLAB.// М.: СОЛОН, 2002.
26. Тан К. Введение в компьютерную алгебру с использованием объектно-ориентированного программирования.// Мир. 2001.
27. Тарасевич Ю. Математическое и компьютерное моделирование. //М.: Едиториал-УРСС, 2001.
28. Черных И.В. SIMULINK: среда создания инженерных приложений // М.: 2004.
29. Bazarov M.B., Khalilov A.J., Jumayeva D.N. Maple kompyuter algebrasi sistemasini mustaqil o'rganuvchilar uchun uslubiy qo'llanma - Navoiy.- 2008.
30. <http://www.maplesoft.ru/>.
31. <http://www.exponenta.ru/>.
32. <http://www.matlab.ru/>.
33. <http://www.mathematica.com/>.

## MUNDARIJA

<b>SO'Z BOSHI</b> .....	<b>3</b>
<b>1 BO'LIM</b> .....	<b>5</b>
<b>HISOBLASH MASHINALARIDA TIZIMLARNI MODELASH</b> .....	<b>5</b>
§1. Matematik modellashtirish.....	5
§2. Modellashtirish tizimlari turlarining tasnifi.....	8
§3. Hisoblash mashinalarida tizimlarni modellashtirish imkoniyatlari va samaradorligi.....	13
3.1 Tizimlar modellarini EHMda amalga oshirish va ularning ketma-ketligini ishlab chiqish .....	14
3.2. Tizimning konseptual modelini qurish va uni shakllantirish.....	17
3.3. Modelni algoritmlash va uni kompyuterli amalga oshirish .....	22
3.4. Modellashtirish natijalarini olish va talqin qilish.....	23
<b>2 BO'LIM</b> .....	<b>27</b>
<b>MATHEMATICA KOMPYUTER SISTEMASI HAQIDA UMUMIY MA'LUMOTLAR</b> .....	<b>27</b>
§1. Mathematica sistemasi va kompyuter algebrasi tizimlari orasida tutgan o'rni.....	27
§2. Mathematica sistemasining tuzilishi va interfeys oynasining tarkibi.....	30
§3. Mathematicada ma'lumotlar tizimi.....	38
§4. Mathematicada hisoblashlarin tashkil etish .....	39
§5. Mathematicaning operator va funksiyalari .....	44
§6. Matematik tahlilning amallarini Mathematicada hisoblash .....	48
§7. Mathematicada simvollar hisoblashlarni bajarilishi.....	50
§8. Mathematicada chiziqli algebra elementlari va optimallashtirish masalasi.....	58
8.1. Massiv tushunchasi. Mathematicada massivlar .....	58
8.3. Chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini yechish.....	59
8.4. Funksiyalarni optimallashtirish masalasi.....	60
8.5. Analitik funksiyaning lokal minimumini izlash.....	60
8.6. Analitik funksiyaning global minimum va maksimumini izlash.....	61
§9. Turli xil tenglamalarni Mathematicada yechish usullari.....	61
9.1. Algebraik tenglamalarni simvollar yechish.....	61
9.2. Differensial tenglamalarni simvollar yechish.....	62
<b>3 BO'LIM</b> .....	<b>64</b>
<b>MAPLE TIZIMIDA ISHLASH ASOSLARI</b> .....	<b>64</b>
§1. Maple tizimining interfeysi.....	64
1.1. Mapleda butun va ratsional sonlar, o'zgarmlar. Arifmetik amallar.....	66
1.2. Maple buyruqlari. Standart funksiyalar .....	68
1.3. Mapleda matematik ifodalar ustida shakl almashtirishlar .....	70

§2. Mapleda funksiyalarni berilish usullari. Tenglama va tengsizliklarni yechish .....	76
2.1. Mapleda funksiyalarning berilish usullari. O'zgaruvchilarni almashtirish .....	76
2.2. Tenglamalarni yechish.....	80
2.3. Tengsizliklarni yechish.....	84
§3. Maple grafikasi. Ikki va uch o'lchovli grafiklar hamda animatsiyalar.....	86
3.1. Ikki o'lchovli grafiklar.....	86
3.2. Uch o'lchovli grafiklar. Animatsiyalar.....	92
§4. Bir o'zgaruvchili funksiyalar differensial va integral hisobi.....	95
4.1. Limitlarni hisoblash.....	95
4.2. Differensiallash .....	97
4.3. Funksiyalarni tekshirish.....	99
4.4. Integrlash.....	110
§5. Ko'p o'zgaruvchili funksiyalar differensial va integral hisobi.....	115
Qatorlar .....	115
5.1. Ko'p o'zgaruvchili funksiyalar differensial hisobi .....	115
5.2. Ko'p o'zgaruvchili funksiyalar integral hisobi .....	119
5.3. Qatorlar va ko'paytma. Darajali funksiyalarni Teylor qatoriga yoyish .....	120
<b>4 BO'LIM .....</b>	<b>124</b>
<b>MATLAB TIZIMIDA ISHLASH ASOSLARI.....</b>	<b>124</b>
§1. MATLAB tizimi interfeysi .....	125
§2. MATLAB dasturlash tili alifbosi va oddiy arifmetik amallar .....	127
§3. MATLAB buyruqlari. Standart funksiyalar.....	131
§4. MATLAB da matematik ifodalar ustida shakl almashtirishlar .....	136
§5. MATLAB tizimida oddiy hisoblash jarayonlarini dasturlash .....	139
5.1. MATLAB tizimida dasturlash elementlari .....	139
5.2. MATLAB tizimida massivlar bilan ishlash .....	141
5.3. Tilning boshqaruvchi konstruksiyalari .....	145
5.4. M-fayllar .....	147
§6. MATLAB grafikasi elementlari .....	150
<b>5 BO'LIM .....</b>	<b>155</b>
<b>AVTOMATIK BOSHQARISH NAZARIYASI FANIDAN TAJRIBA ISHLARINI MATLAB TIZIMIDA BAJARISH.....</b>	<b>155</b>
§1. MATLAB da chiziqli avtomatik rostdash sistemasini (ARS).....	155
strukturaviy o'zgartirish .....	155
§2. Dinamik sistemalarning vaqt xarakteristikalarini tadqiq etish .....	162
§3. Dinamik sistemalarning chastotaviy xarakteristikalarini tadqiq etish .....	169
§4. Dinamik sistemalarni turg'unligini Naykvist mezoni bo'yicha.....	172
tekshirish .....	172
<b>FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.....</b>	<b>180</b>

**Yusupbekov Nodirbek Rustambekovich.  
Muxitdinov Djaloliddin Patxiddinovich  
Bazarov Mamurjon Buronovich  
Xalilov Azim Jurakulovich**

---

---

**BOSHQARISH SISTEMALARINI  
KOMPYUTERLI MODELLASHTIRISH  
ASOSLARI**

*O'quv qo'llanma*

**Muharrir: Allanazarova S.X.**  
Navoiy Davlat Konchilik Instituti. Navoiy shahri Janubiy ko'cha 27a.

---

**Формат 60x84 1/16. Адади 1000. Буюртма № 64**

---

**«Navoiy Gold Servis» matbaa bo'limida  
chop etildi**

