

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

**OLIV TA‘LIM TIZIMI PEDAGOG VA RAHBAR KADRLARINI QAYTA  
TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI OSHIRISHNI TASHKIL  
ETISH BOSH ILMIY - METODIK MARKAZI**

**O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI HUZURIDAGI PEDAGOG  
KADRLARINI QAYTA TAYYORLASH VA ULARNING MALAKASINI  
OSHIRISH TARMOQ (MINTAQAVIY) MARKAZI**

**“Matematikada informatsion (axborot)  
texnologiyalar” moduli bo‘yicha  
O‘QUV –USLUBIY MAJMUA**

**Toshkent — 2021**

Mazkur o‘quv-uslubiy majmua Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2020 yil 7 dekabrda 648-sonli buyrug‘i bilan tasdoiqlangan o‘quv reja va dastur asosida tayyorlandi.

Tuzuvchi: V.I.Romanovskiy nomidagi Matematika instituti  
“Hisoblash matematikasi” laboratoriyasi mudiri, f.-  
m.f.d. A.R.Hayotov.

Taqrizchilar: Toshkent transport universiteti “Informatika va kompyuter  
grafikasi” kafedrası mudiri, f.-m.f.d., professor  
X.M.Shadimetov,  
O‘zMU Hisoblash matematikasi va axborot tizimlari  
kafedrası mudiri, f.-m.f.n., dotsent M.O‘.Xudoyberganov

*O‘quv -uslubiy majmua O‘zbekiston milliy universiteti Kengashining qarori bilan  
nashrga tavsiya qilingan (2020 yil 24 dekabrda №3-sonli baènnomasi)*

## **MUNDARIJA:**

<b>I. ISHCHI DASTUR.....</b>	<b>4</b>
<b>II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTREFAOL TA’LIM METODLARI .....</b>	<b>10</b>
<b>III. NAZARIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI.....</b>	<b>13</b>
<b>IV. AMALIY MASHG‘ULOT MATERIALLARI .....</b>	<b>51</b>
<b>V. GLOSSARIY.....</b>	<b>57</b>
<b>VI. ADABIYOTLAR RO‘YXATI .....</b>	<b>60</b>

## I. ISHCHI DASTUR

### Kirish

Dastur O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentabrda tasdiqlangan “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-4947-son, 2019 yil 9 iyuldagi “Matematika ta’limi va fanlarini yanada rivojlantirishni davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlash, shuningdek, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining V.I. Romanovskiy nomidagi Matematika instituti faoliyatini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4387-son, 2019 yil 27 avgustdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-son, 2019 yil 8 oktabrdagi “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-son, 2020 yil 7 maydagi “matematika sohasidagi ta’lim sifatini oshirish va ilmiy-tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-4708-son li Farmonlari hamda O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentabrdagi “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi 797 sonli Qarorlarida belgilangan ustuvor vazifalar mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasb mahorati hamda innovatsion kompetentligini rivojlantirish, sohaga oid ilg‘or xorijiy tajribalar, yangi bilim va malakalarni o‘zlashtirish, shuningdek amaliyotga joriy etish ko‘nikmalarini takomillashtirishni maqsad qiladi.

Dastur doirasida berilayotgan mavzular ta’lim sohasi bo‘yicha pedagog kadrlarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish mazmuni, sifati va ularning tayyorgarligiga qo‘yiladigan umumiy malaka talablari va o‘quv rejalari asosida shakllantirilgan bo‘lib, uning mazmuni kredit modul tizimi va o‘quv jarayonini tashkil etish, ilmiy va innovatsion faoliyatni rivojlantirish, pedagogning kasbiy professionalligini oshirish, ta’lim jarayoniga raqamli texnologiyalarni joriy etish, maxsus maqsadlarga yo‘naltirilgan ingliz tili, mutaxassislik fanlar negizida ilmiy va amaliy tadqiqotlar, o‘quv jarayonini tashkil etishning zamonaviy uslublari bo‘yicha so‘nggi yutuqlar, pedagogning kreativ kompetentligini rivojlantirish, ta’lim jarayonlarini raqamli texnologiyalar asosida individuallashtirish, masofaviy ta’lim xizmatlarini rivojlantirish, vebinar, onlayn, «blended learning», «flipped classroom» texnologiyalarini amaliyotga keng qo‘llash bo‘yicha tegishli bilim, ko‘nikma, malaka va kompetensiyalarni rivojlantirishga yo‘naltirilgan.

Qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishining o‘ziga xos xususiyatlari hamda dolzarb masalalaridan kelib chiqqan holda dasturda tinglovchilarning mutaxassislik fanlar doirasidagi bilim, ko‘nikma, malaka hamda kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar takomillashtirilishi mumkin.



## Modulning maqsadi va vazifalari

### Modulning maqsadi:

- Tinglovchilarda kompyuter va kompyuter sistemalari, ularning to'laqonli imkoniyatlari haqida aniq tasavvurni shakllantirish;
- Matematik tizimlar haqida umumiy tushunchalar hosil qilish;
- Matematika sohasidagi mutaxassis faoliyatida zarur bo'lgan dasturiy ta'minotdan samarali foydalana olish mahoratini hosil qilish;
- Yangi informatsion texnologiyalarga suyangan holda zamonaviy dasturiy tizimlardan samarali foydalanishga va o'z kasbida qo'llashga o'rgatish.

### Modulning vazifalari:

Tinglovchilarga o'zlarining yo'nalishlari bo'yicha uchraydigan muammolarini matematik paketlar yordamida vizual tahlil qilish imkoniyatlari mavjud. Shu sababdan, matematika sohasidagi mutaxassislarning kasbiy talablarini hisobga olgan holda, dasturiy vositalar va bilimlarni tinglovchilarga o'rgatish modulning asosiy vazifasi hisoblanadi.

### Modul bo'yicha tinglovchilarning bilimi, ko'nikma, malakasi va kompetentligiga qo'yiladigan talablar:

- Modulni o'zlashtirish jarayonida amalga oshiriladigan masalalar doirasida tinglovchilar:

- kompyuterli matematik tizimlarda ishlashni;
- matematik masalalarni matematik tizimlarda yechishni va standart funksiyalardan foydalanishni **bilishi kerak**;
- matematik fanlarni o'qitishda innovatsion ta'lim metodlari va vositalarini amaliyotda qo'llash;

- matematik tizimlardan foydalanib o'quv mashg'ulotlarini tashkil etish, ta'lim metodlarining turlari, ta'limni tashkil etish shakllari, ta'lim jarayonida qo'llaniladigan o'qitish vositalari, o'qitish jarayonida ishlatiladigan matematik tizimlar funksiyalari turlari, animatsiya elementlarini qo'llash

- talabaning o'zlashtirish darajasini nazorat qilish va baholashning nazariy asoslari hamda innovatsion yondashuv uslublarini to'g'ri qo'llay olish **ko'nikmalariga** ega bo'lishi zarur;

matematika fanlari bo'yicha mashg'ulotlarni tashkil etishda MathCad, Maple, MatLab tizimlari imkoniyatlaridan keng foydalanish, masala yechimini vizuallashtirish va ushbu tizimlarda elektron darsliklar yarata olish;

- matematikani o'qitish innovatsion jarayonini loyihalashtirish va tashkillashtirishning zamonaviy usullarini qo'llash **malakalariga** ega bo'lishi lozim.

- matematikani o'qitishda foydalaniladigan zamonaviy (matlab, mathcad, maple, GeoGebra va boshqalar) matematik paketlarini o'quv jarayoniga tatbiq etish;

- matematikaning xorij va respublika miqyosidagi dolzarb muammolari,

yechimlari, tendensiyalari asosida o'quv jarayonini tashkil etish;

- matematikani turli sohalarga tatbiq etish;

- oliy ta'lim tizimida matematik fanlar mazmunining uzviyligi va uzluksizligini tahlil qila olish *kompetensiyalariga* ega bo'lishi lozim.

### **Modulni tashkil etish va o'tkazish bo'yicha tavsiyalar**

- Modulni o'qitish ma'ruza va amaliy mashg'ulotlar shaklida olib boriladi. Modulni o'qitish jarayonida ta'limning zamonaviy metodlari, pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya texnologiyalari qo'llanilishi nazarda tutilgan:

- ma'ruza darslarida zamonaviy kompyuter texnologiyalari yordamida prezentatsion va elektron-didaktik texnologiyalardan;

- o'tkaziladigan amaliy mashg'ulotlarda texnik vositalardan, ekspress-so'rovlar, test so'rovlari, aqliy hujum, guruhli fikrlash, kichik guruhlar bilan ishlash, kollokvium o'tkazish, va boshqa interaktiv ta'lim usullarini qo'llash nazarda tutiladi.

### **Modulning o'quv rejadagi boshqa modullar bilan bog'liqligi va uzviyligi**

“Matematikada informatsion texnologiyalar” moduli o'quv rejadagi “Ta'lim jarayoniga raqamli texnologiyalarni joriy etish”, “O'lchov nazariyasi va uning qo'llanishi”, “Zamonaviy geometriya” va “Matematikaning sohalarga tatbiqlari” o'quv modullari bilan uzviy bog'langan holda matematik pedagoglarning ta'lim jarayonidagi tursi sohalardagi tatbiqlarni zamonaviy axborot texnologiyalari, resurslari va dasturlaridan foydalanish bo'yicha kasbiy pedagogik tayyorgarlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

### **Modulning oliy ta'limdagi o'rni**

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilar ta'lim jarayonida MathCad, Maple va MatLab kabi matematik tizimlardan foydalanish, ulardan amaliyotda foydalanish, hamda LATEX dasturida matematik matnli tekstlarni hosil qilish va taqdimotlar tayyorlash kabi kasbiy kompetentlikka ega bo'ladilar.

### **Modul bo'yicha soatlar taqsimoti**

№	Modul mavzulari	Auditoriya o'quv yuklamasi		
		Жами	jumladan	
			Nazariy	Amaliy mashg'ulot
1.	MathCAD va Maple tizimi	6	2	4
2.	MathCAD va Mapleda ikki va uch o'lchovli grafika	4	2	2

3.	MatLab tizimi	4	2	2
4.	LATEX sistemasida matnlarni formatlash, jadval va grafiklar tuzish, matematik formulalar yozish va taqdimotlar tayyorlash	4	2	2
<b>Jami:</b>		<b>18</b>	<b>8</b>	<b>10</b>

## NAZARIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

### 1-mavzu. MathCAD va Maple tizimi (2 soat).

- 1.1. MathCAD va Maple tizimi.
- 1.2. Matematik ifodalar va funksiyalar.
- 1.3. Algebra va sonlar nazariyasi masalalarini yechish.
- 1.4. MathCAD va Maple tizimida matematik analiz masalalarini yechish.
- 1.5. Differensial tenglamalarni umumiy yechimini topish.
- 1.6. ODT uchun Koshi va aralash masalalarni yechish.

### 2-mavzu. MathCAD va Mapleda ikki va uch o‘lchovli grafika (2 soat).

- 2.1. MathCAD va Mapleda ikki va uch o‘lchovli grafika.
- 2.2. Animatsiya.
- 2.3. MathCAD va Mapleda dasturlash elementlari.

### 3-mavzu. MatLab tizimi (2 soat).

- 3.1. MatLab tizimi.
- 3.2. Matematik ifodalar va funksiyalar.
- 3.3. MatLab tizimida matematik analiz masalalarini yechish.
- 3.4. GeoGebra ikki va uch o‘lchovli grafika.

### 4-mavzu. LATEX sistemasida matnlarni formatlash, jadval va grafiklar tuzish, matematik formulalar yozish va taqdimotlar tayyorlash (2 soat).

- 4.1. LATEX sistemasida matnlarni formatlash.
- 4.2. LATEX sistemasida jadval va grafiklar tuzish.
- 4.3. LATEX sistemasida matematik formulalar yozish va taqdimotlar tayyorlash.

## AMALIY MASHG‘ULOTLAR MAZMUNI

O‘tilgan mavzularni chuqur tahlil qilish va o‘zlashtirilgan bilimlarni mustahkamlash uchun tashkil etiladigan amaliy mashg‘ulotlar mavzu doirasida berilgan tushunchalarga misollar keltirish, ba’zi muhim natijalarni tinglovchilar bilan muhokama tarzida isbotlash, mavzu doirasidagi ilmiy yangiliklarni tinglovchilarga oson usulda yetkazishga mo‘ljallangan.

### 1-amaliy mashg‘ulot. MathCAD va Maple tizimi (4 soat).

MathCAD va Maple tizimida standart matematik ifodalar va funksiyalardan foydalanishni o‘rganish, algebra va sonlar nazariyasi hamda matematik analizga doir standart masalalarni yechishni o‘zlashtirish, differensial tenglamalarni umumiy va

xususiy yechimlarini topishga doir masalalar yechish, ODT uchun Koshi va aralash masalalarni yechish.

**2-amaliy mashg‘ulot. MathCAD va Mapleda ikki va uch o‘lchovli grafika (2 soat).**

MathCAD va Mapleda ikki va uch o‘lchovli grafikalar chizish, animatsiyalar yaratish va dasturlar tuzishni o‘rganish.

**3-amaliy mashg‘ulot. MatLab tizimi (2 soat).**

MatLab tizimida matematik ifodalar va funksiyalarni o‘rganish, algebra va sonlar nazariyasi hamda matematik analizning standart masalalarini yechish, differensial tenglamalarni umumiy va xususiy yechimlarini topishga doir masalalar yechish, ODT uchun Koshi va aralash masalalarni yechish, ikki va uch o‘lchovli grafiklar chizish, animatsiyalar yaratish va dasturlar tuzishni o‘rganish

**4-amaliy mashg‘ulot. LATEX dasturi (2 soat).**

LATEX dasturida matnlarni formatlash, jadval va grafiklar tuzish, matematik formulalar yozish va taqtimotlar tayyorlash

**O‘QITISH SHAKLLARI**

- Mazkur modul bo‘yicha quyidagi o‘qitish shakllaridan foydalaniladi:
- ma‘ruzalar, amaliy mashg‘ulotlar (ma‘lumotlar va texnologiyalarni anglab olish, aqliy qiziqishni rivojlantirish, nazariy bilimlarni mustahkamlash);
- davra suhbatlari (ko‘rilayotgan loyiha yechimlari bo‘yicha taklif berish qobiliyatini oshirish, eshitish, idrok qilish va mantiqiy xulosalar chiqarish);
- bahs va munozaralar (loyihalar yechimi bo‘yicha dalillar va asosli argumentlarni taqdim qilish, eshitish va muammolar yechimini topish qobiliyatini rivojlantirish).



## II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTREFAOL TA’LIM METODLARI

### “Keys-stadi” metodi

“Keys-stadi”— inglizcha so‘z bo‘lib, (“case” – aniq vaziyat, hodisa, “stadi” – o‘rganmoq, tahlil qilmoq) aniq vaziyatlarni o‘rganish, tahlil qilish asosida o‘qitishni amalga oshirishga qaratilgan metod hisoblanadi. Mazkur metod dastlab 1921 yil Garvard universitetida amaliy vaziyatlardan iqtisodiy boshqaruv fanlarini o‘rganishda foydalanish tartibida qo‘llanilgan. Keysda ochiq axborotlardan yoki aniq voqea-hodisadan vaziyat sifatida tahlil uchun foydalanish mumkin. Keys harakatlari o‘z ichiga quyidagilarni qamrab oladi: Kim (Who), Qachon (When), Qayerda (Where), Nima uchun (Why), Qanday/ Qanaqa (How), Nima-natija (What).

### “Keys metodi” ni amalga oshirish bosqichlari

Ish bosqichlari	Faoliyat shakli va mazmuni
<b>1-bosqich: Keys va uning axborot ta’minoti bilan tanishtirish</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ yakka tartibdagi audio-vizual ish;</li> <li>✓ keys bilan tanishish(matnli, audio yoki media shaklda);</li> <li>✓ axborotni umumlashtirish;</li> <li>✓ axborot tahlili;</li> <li>✓ muammolarni aniqlash</li> </ul>
<b>2-bosqich:Keysni aniqlashtirish va o‘quv topshirig‘ni belgilash</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ individual va guruhda ishlash;</li> <li>✓ muammolarni dolzarblik iyerarxiyasini aniqlash;</li> <li>✓ asosiy muammoli vaziyatni belgilash</li> </ul>
<b>3-bosqich: Keysdagi asosiy muammoni tahlil etish orqali o‘quv topshirig‘ining yechimini izlash, hal etish yo‘llarini ishlab chiqish</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ individual va guruhda ishlash;</li> <li>✓ muqobil yechim yo‘llarini ishlab chiqish;</li> <li>✓ har bir yechimning imkoniyatlari va to‘siqlarni tahlil qilish;</li> <li>✓ muqobil yechimlarni tanlash</li> </ul>
<b>4-bosqich: Keys yechimini yechimini shakllantirish va asoslash, taqdimot.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ yakka va guruhda ishlash;</li> <li>✓ muqobil variantlarni amalda qo‘llash imkoniyatlarini asoslash;</li> <li>✓ ijodiy-loyiha taqdimotini tayyorlash;</li> <li>✓ yakuniy xulosa va vaziyat yechimining amaliy aspektlarini yoritish</li> </ul>

## “Assisment” metodi

**Metodning maqsadi:** mazkur metod ta’lim oluvchilarning bilim darajasini baholash, nazorat qilish, o’zlashtirish ko’rsatkichi va amaliy ko’nikmalarini tekshirishga yo’naltirilgan. Mazkur texnika orqali ta’lim oluvchilarning bilish faoliyati turli yo’nalishlar (test, amaliy ko’nikmalar, muammoli vaziyatlar mashqi, qiyosiy tahlil, simptomlarni aniqlash) bo’yicha tashhis qilinadi va baholanadi.

### Metodni amalga oshirish tartibi:

“Assisment”lardan ma’ruza mashg’ulotlarida talabalarning yoki qatnashchilarning mavjud bilim darajasini o’rganishda, yangi ma’lumotlarni bayon qilishda, seminar, amaliy mashg’ulotlarda esa mavzu yoki ma’lumotlarni o’zlashtirish darajasini baholash, shuningdek, o’z-o’zini baholash maqsadida individual shaklda foydalanish tavsiya etiladi. Shuningdek, o’qituvchining ijodiy yondashuvi hamda o’quv maqsadlaridan kelib chiqib, assesmentga qo’shimcha topshiriqlarni kiritish mumkin.

Har bir katakdagi to’g’ri javob 5 ball yoki 1-5 balgacha baholanishi mumkin.



#### Test

**Yangilik — bu:**

- A) Xabar
- V) Ma’lumot
- S) Dalil
- D) Ob-havo ma’lumoti



#### Qiyosiy tahlil

O’zbekiston raqamli televideniyesi va an’anaviy televideniye qiyosiy taxlil qiling.



#### Tushuncha tahlili

Yangiliklarni izohlang...



#### Amaliy ko’nikma

“O’zbekiston” telekanali informatsion dasturlarida yangiliklar foizini aniqlang

## Venn Diagrammasi metodi

**Metodning maqsadi:** Bu metod grafik tasvir orqali o’qitishni tashkil etish shakli bo’lib, u ikkita o’zaro kesishgan aylana tasviri orqali ifodalanadi. Mazkur metod turli tushunchalar, asoslar, tasavurlarning analiz va sintezini ikki aspekt orqali ko’rib chiqish, ularning umumiy va farqlovchi jihatlarini aniqlash, taqqoslash imkonini beradi.

### **Metodni amalga oshirish tartibi:**

- ishtirokchilar ikki kishidan iborat juftliklarga birlashtiriladilar va ularga ko‘rib chiqilayotgan tushuncha yoki asosning o‘ziga xos, farqli jihatlarini (yoki aksi) doiralarda ichiga yozib chiqish taklif etiladi;
- navbatdagi bosqichda ishtirokchilar to‘rt kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiriladi va har bir juftlik o‘z tahlili bilan guruh a‘zolarini tanishtiradilar;
- juftliklarning tahlili eshitilgach, ular birgalashib, ko‘rib chiqilayotgan muammo yohud tushunchalarning umumiy jihatlarini (yoki farqli) izlab topadilar, umumlashtiradilar va doirachalarning kesishgan qismiga yozadilar.



### III. NAZARIY MASHG'ULOT MATERIALLARI.

#### 1-mavzu. MathCAD va Maple tizimi.

- 1.7. MathCAD va Maple tizimi.
- 1.8. Matematik ifodalar va funksiyalar.
- 1.9. Algebra va sonlar nazariyasi masalalarini yechish.
- 1.10. MathCAD va Maple tizimida matematik analiz masalalarini yechish.
- 1.11. Differensial tenglamalarni umumiy yechimini topish.
- 1.12. ODT uchun Koshi va aralash masalalarni yechish.

#### 1.1. MathCAD va Maple tizimi.

Mathcad bu matematikaning turli sohalaridagi masalalarini yechishga mo'ljallangan ajoyib sistemadir. Dasturning nomlanishi ikkita so'zdan iborat bo'lib – MATHematika ( matematika) va CAD ( avtomatik loyihalash sistemasi).

Mathcad ni o'rganish juda oson bo'lib, uni ishlatish soddadir. Ushbu dasturni boshqarish Windows muhitida oldin ishlaganlar uchun intuitiv tushinarlidir. Mathcad ni juda ko'p sohalarda sodda hisoblashlarni hisoblashdan tortib to elektrik sxemalarni qurishgacha ishlatish mumkin.

Mathcad formula, sonlar, matnlar va grafiklar bilan ishlaydigan universal sistemadir. Mathcad tili matematika tiliga juda ham yaqindir, shu sababli unda ishlash matematiklar uchun juda osondir.

Masalan: Kvadrat tenglamani ildizini topadigan formula biror bir dasturlash tilida  $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$  ko'rinishda yozilsa, Mathcad da shu formula quyidagi ko'rinishda

yoziladi.

$$x := \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$$

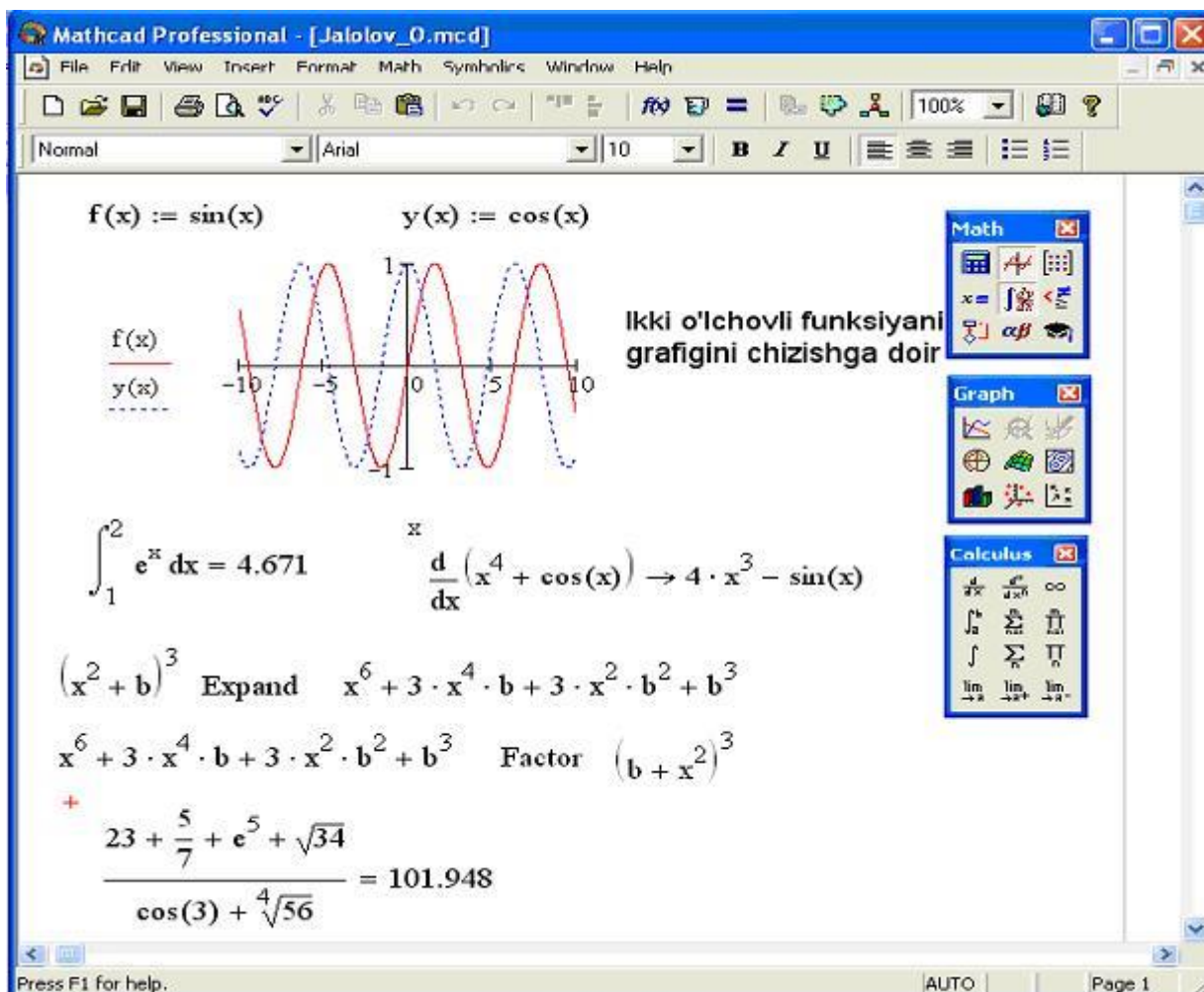
Ya'ni matematikada qanday yozilsa bu yerda ham xuddi shunday yoziladi. Mathcad yordamida formulalar faqatgina chiroyli yozilmasdan balki ixtiyoriy masalani sonli yoki belgili yechish imkoniyatiga ega. Mathcad o'zining yordamchi sistemasiga egadir. Har qanday tenglama atrofida ixtiyoriy matnni joylashtirish mumkin, bu esa hisoblash jarayonini izohlash uchun juda zarurdir.

Mathcad 2000 dasturini quyidagi uch xil varianti mavjud.

1. Mathcad 2000 Standart
2. Mathcad 2000 Professional
3. Mathcad 2000 Preium

Bu dasturlar yordamida nafaqat matematikaga doir masalalarni yechish mumkin balki bu dastur yordamida ilmiy maqolalar, tezislar, dissertatsiya ishlarini, diplom ishlarini, kurs ishlarini

loyihalash mumkin chunki bu dastur yordamida matematik formulalarni, matnlarni, grafiklarni juda chiroyli qilib ifodalash mumkin, yana bu dastur yordamida yuqori darajada elektron darsliklar ham yaratish mumkin.



1- rasm. Mathcad 2000 dasturida ishlashga doir misollar.

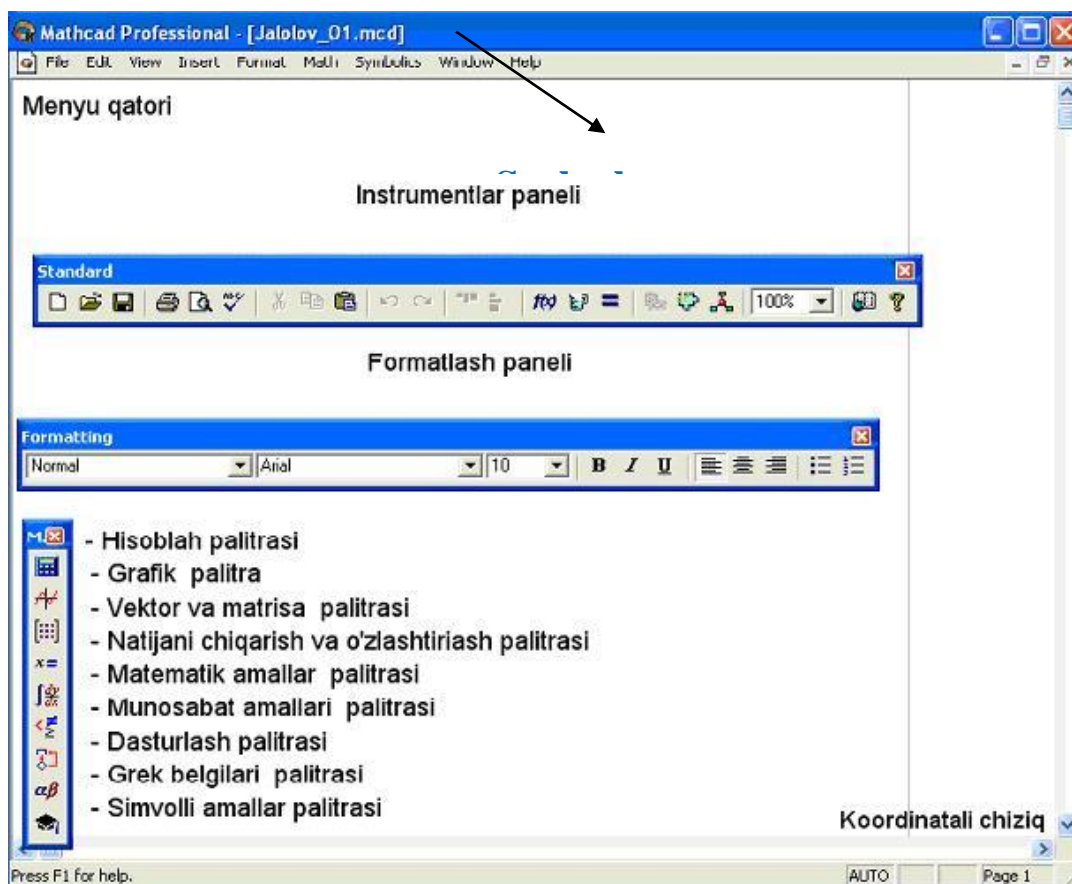
Mathcad dasturi 6 ta xarakterli interfeyslardan iborat. (2- rasmda keltirilgan).

- Sarlavha qatori – Bu qatorda hujjatning nomi va oynani boshqarish tugmalari joylashgan
- Menyu qatori – Bu qatorda har bir menyu qandaydir komandalardan tashkil topgan.
- Instrumentlar paneli – Belgili tugmalardan iborat bo'lib, har bir belgili tugma qandaydir komandani bajaradi.
- Formatlash paneli - Belgili tugmalardan iborat bo'lib, hujjatdagi belgilangan formula yoki matni formatlashni tez amalgam oshiradi.



- Matematik belgilar paneli – Bu panel ham belgili tugmalardan iborat bo'lib, har bir belgili tugma qandaydir matematil amalni bajaradi.
- Koordinatali chiziq.

Yuqorida keltirilgan uchta panelni har birini oynani ixtiyoriy joyida joylashtirish mumkin. Buning uchun har bir panelni ustida sichqonchani olib borib chap tugmasini bosib turib panelni oynani ixtiyoriy joyiga joylashtiish mumkin.



2- rasm. Mathcadning 6 xil xarakterli interfeysi.

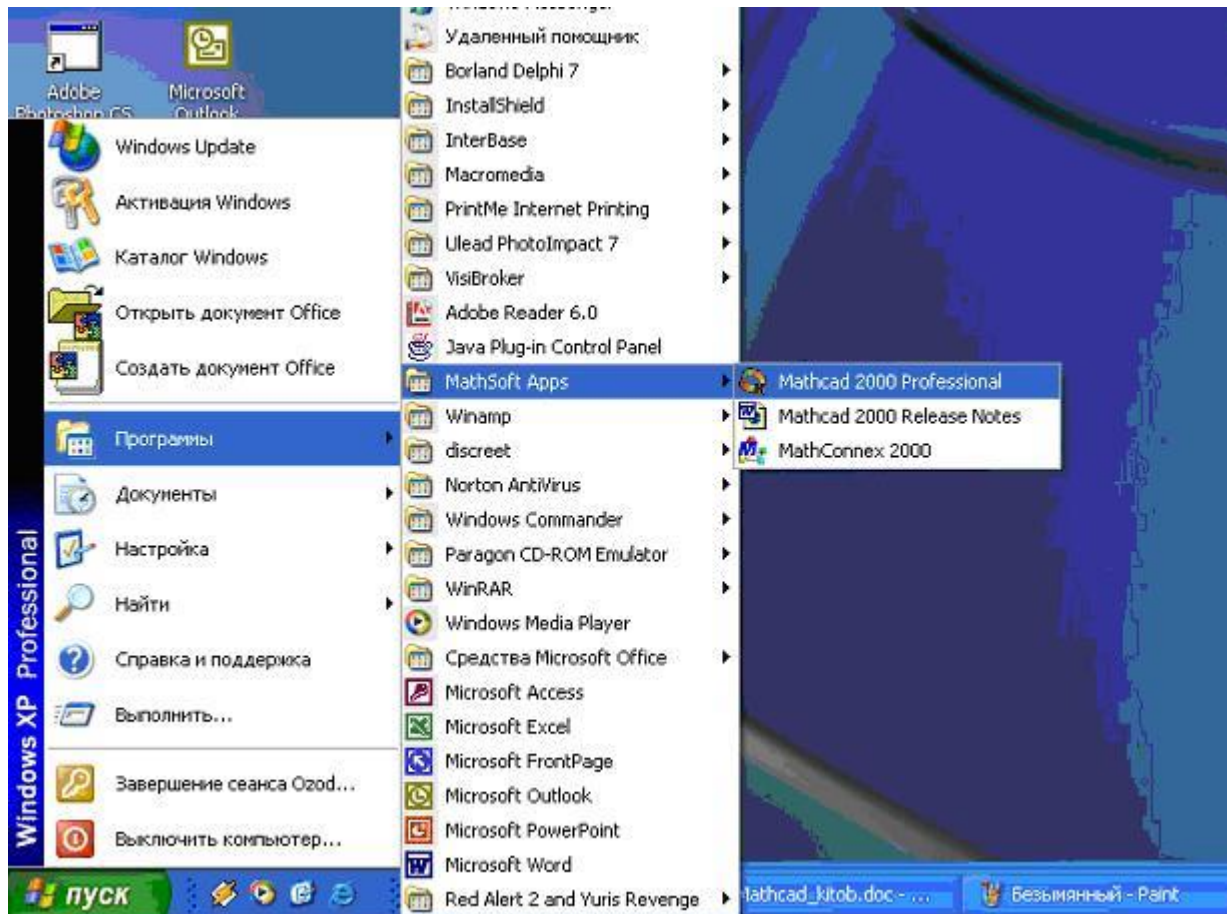
**Mathcad 2000 dasturini o'rnatish uchun kompyuter quyidagi talablarga javob berishi kerak.**

- Prosessor Pentium 90 va undan yuqori.
- Kompakt diskni o'qiydigan qurilma.
- Operasion sistema Windows 95/98-va undan yuqori.
- Operativ xotirasi 32 va undan yuqori.
- Qattiq diskda 80 M bayt bo'sh joy bo'lishi kerak.

## Mathcad da ishlashning asosiy usullari.

### 1. Mathcad dasturini Programmi (Pragrams) menyusidan ishga tushirish.

- Pusk belgisida sichqoncha chap tugmasini bosing va quyidagini bajaring.



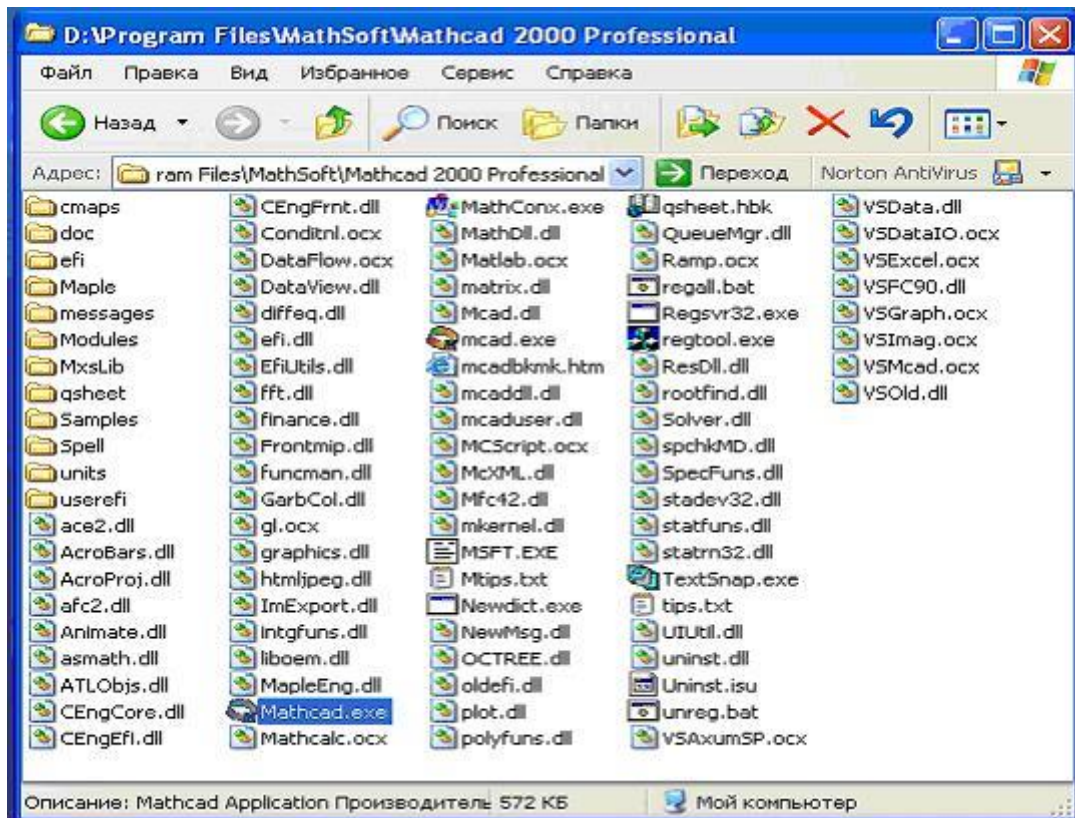
3-rasm. Mathcad dasturini programmi menyusidan ishga tushirish.

### 2. Mathcad da yaratilgan ixtiyoriy fayl orqali Mathcad dasturini ishga tushirish mumkin.

### 3. Moy kompyuterdan ishga tushirish.

- Moy k
- ompyuter
- C yoki D: diskni tanlang
- Program Files katalogini tanlang
- MathSoft katalogidan
- Mathcad.exe fayliga sichqonchani ikki marta bosing.

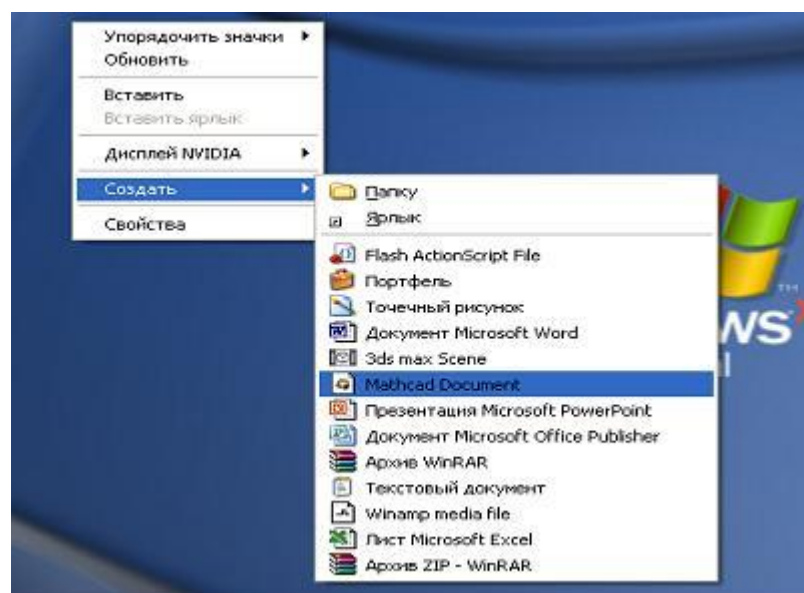
Buni qanday amalga oshirishni 2-rasmda keltirilgan.



4-rasm. Mathcad dasturini Moy kompyuter dan ishga tushirish.

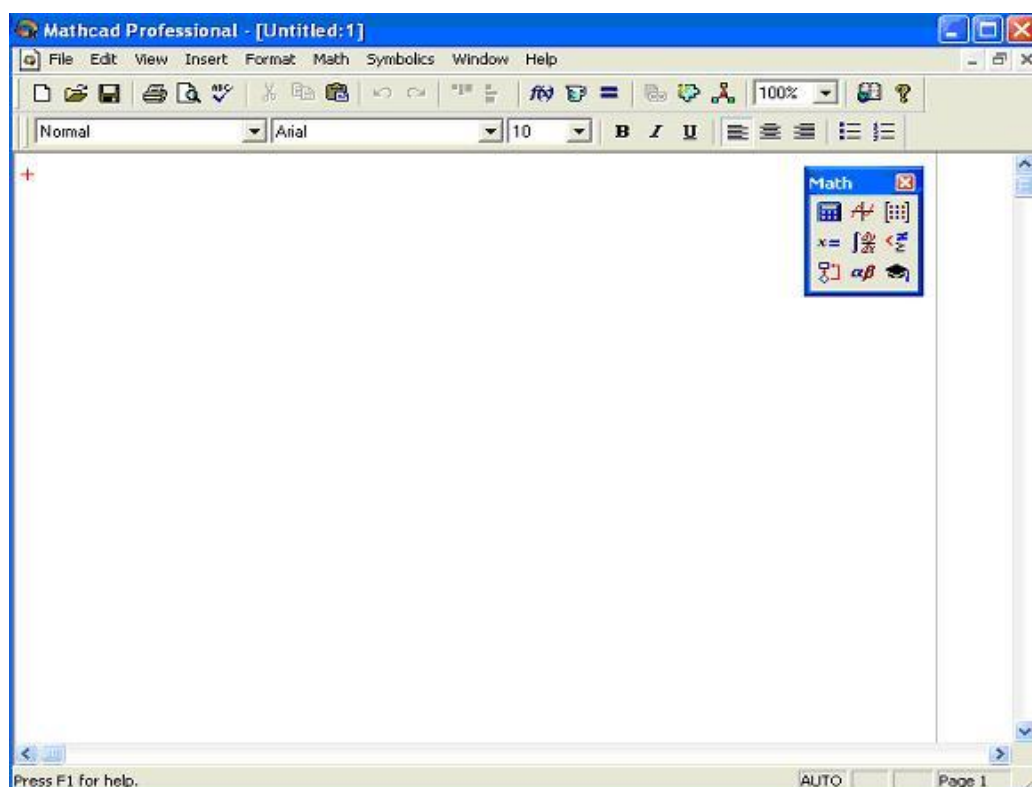
#### 4. Yangi fayl yaratib ishga tushirish

- Sichqonchani o'ng tugmasini bosish
- Sozdat
- Mathcad Document




5- rasm Yangi fayl yaratib Mathcad dasturini ishga tushirish.

Yoqorida keltirilgan 4 ta usuldan birortasi bajarilsa natijada ekranda Mathcad dasturi quyidagi ko'rinishda hosil bo'ladi.



6-rasm. Mathcad dasturining umumiy ko'rinishi.

### **Mathcad dasturida ishni tugatish.**

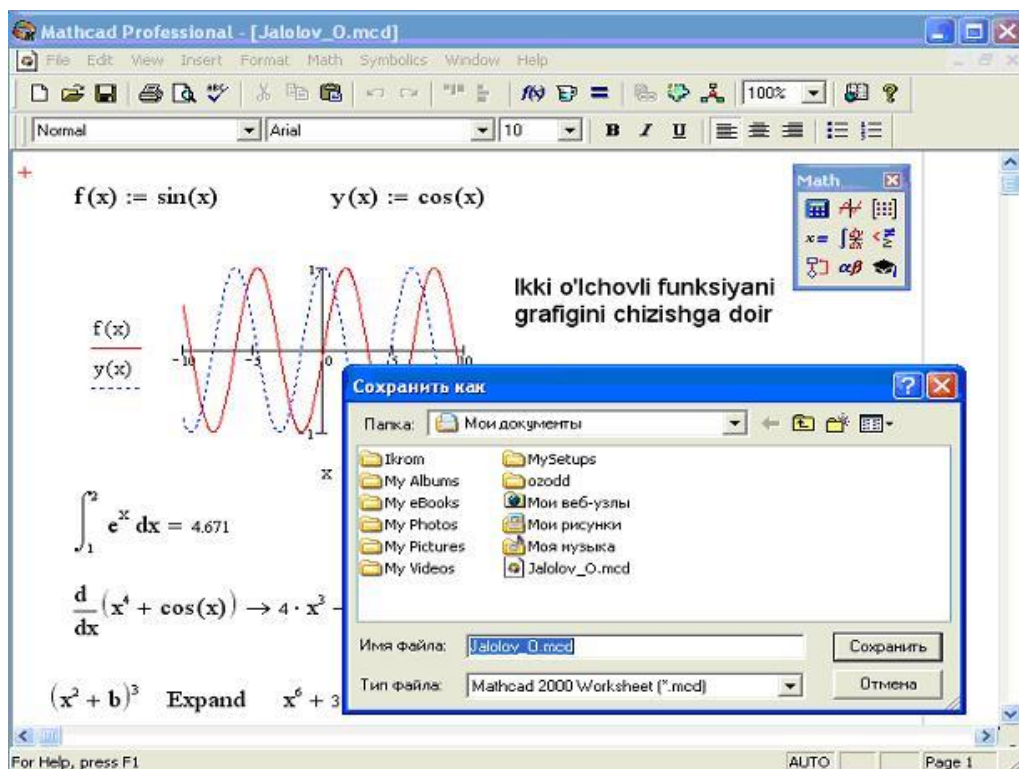
- Alt+F4 – tugmalarini birgalikda bosib dasturni yopish mumkin.
-  - X tugmasini bosib dasturni yopish mumkin.
- Fayl – Exit - orqali dasturni yopish mumkin.

### **Mathcad da yaratilgan hujjatni xotiraga saqlash.**

- Fayl – Save
- Fayl – Save As...

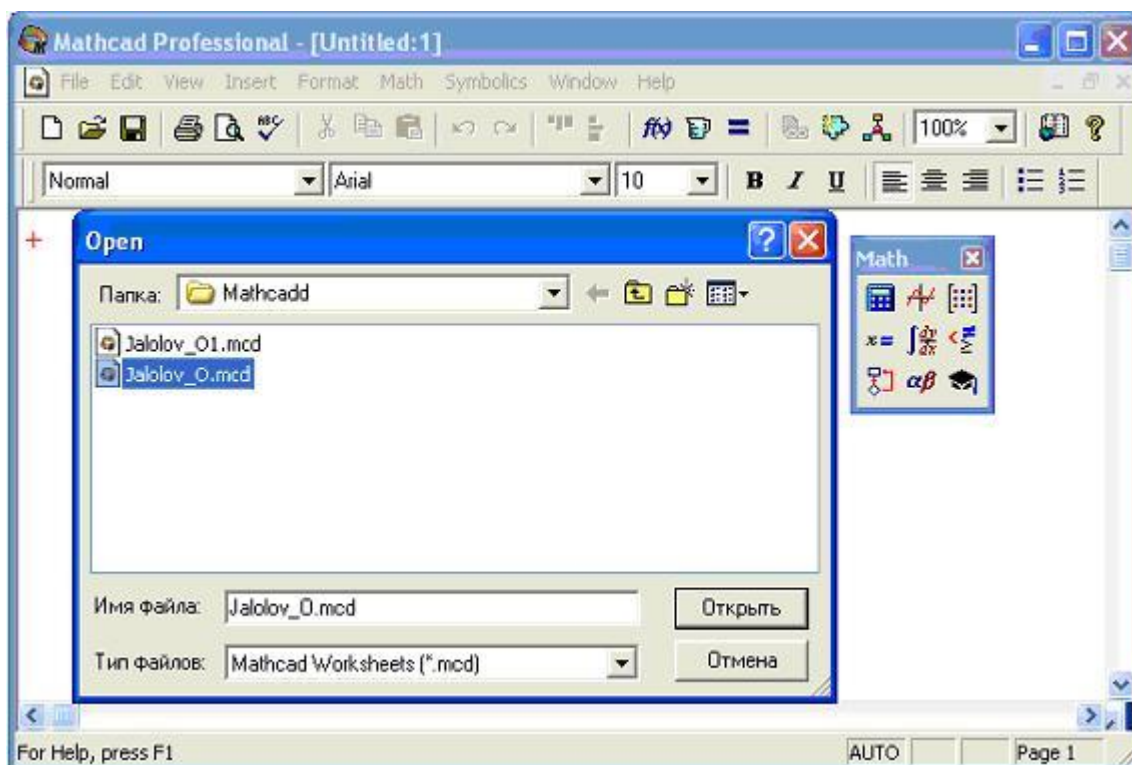
Buni qanday amalga oshirishni 5- rasmda keltirilgan.





7-rasm Yaratilgan hujjatni xotiraga saqlash.

**Yaratilgan hujjatni Mathcad dasturida ochish. Fayl – Open**



8-rasm. Yaratilgan hujjatni Matcad dasturida ochish.

Mathcad dasturining ishchi doirasi – bu ishchi kitob bo'lib, u bir yoki bir necha sahifalardan iborat bo'ladi. Mathcad dasturida faylni ochib, yopib yoki saqlab

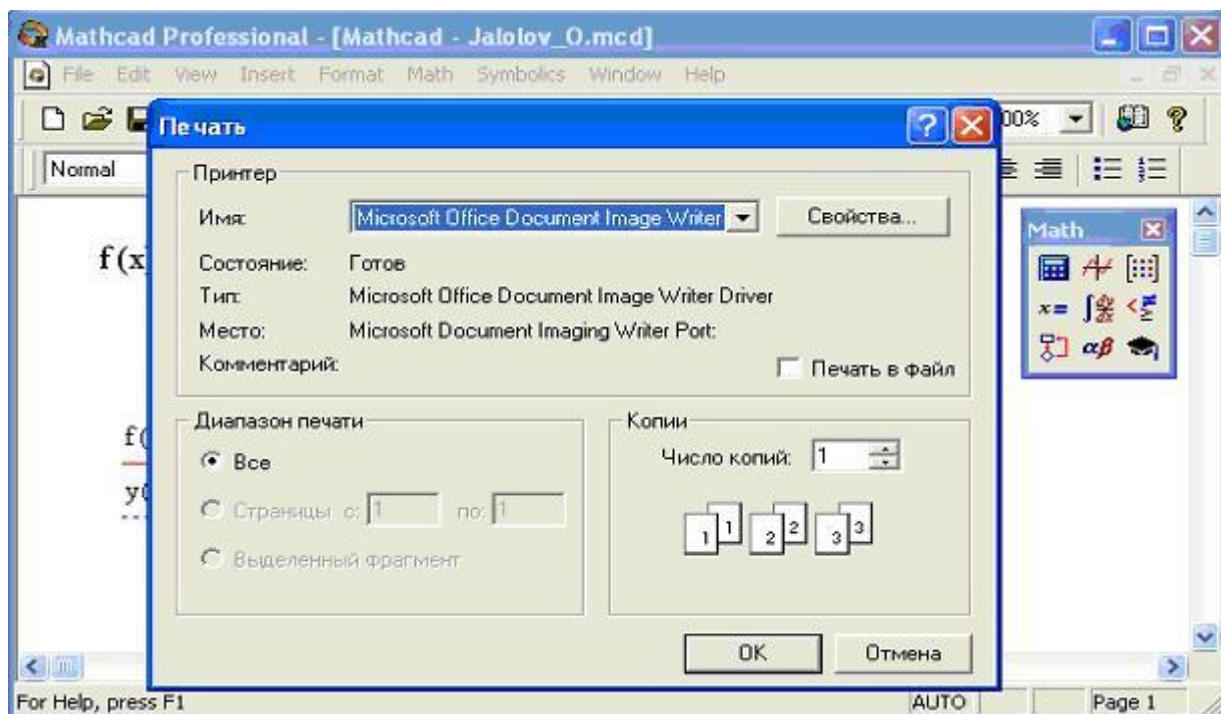


qo'yish orqali, siz ishchi kitobda ushbu faylni ochasiz, yopasiz yoki saqlab qo'yasiz. Har qanday fayl ustida uzoqroq ishlaganda, uni tez-tez qayta yozib turish zarur. Aks holda elektr energiyaning tasodifiy o'chib qolishi yoki biror bir boshqa sababga binoan ishlayotgan faylingiz yo'qolib qolsa, uni eng oxirgi yozilgan nuqtasidan qayta tiklash osonroq bo'ladi.

### **Chop etish**

Tayyorlangan materialni chop etishdan oldin, printerni tanlash lozim. Buning uchun quyidagi ishlarni amalga oshirish kerak.

- Betning parametrlarini o'rnatish uchun chop etiladigan sahifaning kerakli bezagini File menyusidan Page Setup... tugmasini bosib muloqot oynasida kerakli parametrlarni tanlash orqali amalga oshiriladi.
- File menyusidan Print Preview tugmasini bosib har bir sahifani qanday ko'rinishda chiqishini ko'rish mumkin.
- File menyusidan Print tugmasini bosib, kerakli printerni tanlab sahifani chop qilish mumkin.



9-rasm. Sahifani chop etish.

### **Maple – tipik integrallashgan sistema**

Matematik hisoblashlarni avtomatlashtirish tizimlari orasida «*Maple*» paketi

muhim o'ringa ega. «*Maple*» eng tarqalgan va qo'llaniladigan quvvatli va samarali integrallashgan tizim hisoblanadi. Shu bilan birga u barcha foydalanuvchilar uchun zamonaviy va universal matematik paket hisoblanadi. U ham sonli ham analitik(simvolli) hisoblashlarni amalga oshiradi. «*Maple*» keng va katta imkoniyatli grafik vositasiga ega.

«*Maple*» muhitidan foydalanish uchun ma'lum bir texnik va dasturiy ta'minotga ega bo'lish kerak.

#### **Texnik ta'minoti.**

«*Maple*» muhiti to'g'ri ishlashi uchun kompyuter quyidagi minimal texnik ta'minotiga ega bo'lish kerak

- **Processor** – Pentium I va undan yuqori.
- **Operativ xotira** – 16 Mbaytdan kam emas
- **Qattiq diskda** 80 Mb ga yaqin joy ajratilgan bo'lishi kerak.
- Windowsda ishlovchi videomonitor va videokarta.
- Windows muhitida ishlovchi sichqoncha.
- Windows muhitida ishlovchi ixtiyoriy printer.

#### **Dasturiy ta'minoti.**

- MS-DOS yoki PC-DOS operasion sistemalarining kamida 3.3 versiyalari va undan keyingilari.

- Microsoft Windows muhitining kamida 3.1 versiyasi va undan keyingilari, Windows NT 3.5 yoki undan keyingilar yoki Windows 95.

#### **Maple muhiti va uning ikoniyatlari bilan tanishish.**

##### **Maple paketining asosiy maqsadi va uning imkoniyatlari.**

Maple muhiti 1980 yilda Waterloo, Inc (Kanada) firmasi tomonidan yaratilgan. Bugungi kunda uning quyidagi versiyalari mavjud: Maple 5, Maple 6, Maple 7 va hokoza.

Maple da belgili ifodalashlar bilan ishlash uchun asosiysini sxema yadrosi tashkil qiladi. U belgili ifodalashlarning yuzlab bazaviy funksiya va algoritmlaridan iborat. Shu bilan birga operator, buyruq va funksiyalarning asosiy kutubxonasidan iborat.

Umumiy hisobda Maple 5 da 2500 ta, Maple 6 da 2700 ta, Maple 7 da 3000 ga yaqin funksiyalar mavjud. Bu shu narsani anglatadiki, ko'plab masalalarni sistema bilan to'g'ridan-to'g'ri muloqot tarzida yechish mumkin bo'ladi.

Maple dasturlashsiz katta hajmdagi masalalarni yechish imkoniyatiga ega. Faqat masalalarni yechish algoritmini yozish va uni bir necha bo'laklarga bo'lish kerak. Bundan tashqari yechish algoritmlari funksiya va sistema buyruqlari ko'rinishida hal qilingan minglab masalalar mavjud. Maple uch xil shaxsiy tilga ega: kirish, hal qilish va dasturlash. Maple matematik va injener-texnik hisoblashlarni o'tkazishga mo'ljallangan dasturlashning integrallashgan tizimi hisoblanadi. U formula, son, matn va grafika bilan ishlash uchun keng imkoniyatli tizimdir.

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

Maple tizimi matn muharriri, kuchli hisoblash va grafik proprocessoriga ega.

Matn muharriri matnlarni kiritish va muharrirlash uchun ishlatiladi. Matnlar izohlardan iborat bo'lib unga kiritilgan matematik ifodalar bajarilmaydi. Matn so'zlar, matematik ifoda va formulalar, maxsus belgilar va hokozalardan iborat bo'lishi mumkin. Maplening asosiy xususiyati matematikada umumiy qabul qilingan belgilarning ishlatilishidir.

Hisoblash proprocessor keng imkoniyatga ega. U murakkab matematik formulalar bo'yicha hisoblashlarni bajaradi. Ko'plab matematik funksiyalarga ega bo'lish bilan birga, qatorlar, yig'indi, ko'paytma, hosila va aniq integrallarni hisoblash, kompleks sonlar bilan ishlash, hamda chiziqli va chiziqli bo'lmagan tenglamalarni yechish, vektor va matrisilar ustida amallar bajarish imkoniyatini yaratadi.

Grafik proprocessor grafiklar yaratish va uni ekranga chiqarish uchun ishlatiladi. Grafik proprocessor foydalanuvchini grafik vositalarining eng qulay va sodda imkoniyatlari bilan ta'minlaydi. Foydalanuvchi oddiy funksiyalarning grafigini tizim bilan ishlashni boshlashdanoq chizishi mumkin. Tradision ko'rinishdagi grafik bilan birgalikda qutb grafiklari, fazoviy grafiklar, vektorli maydon grafiklari va hokozolarni yasash mumkin. Grafik tipik matematik masalalarni yechish uchun mo'ljallangan. Shu bilan birga grafikni tez-tez o'zgartirish, ularga matnli yozuv-larni qo'shish va uni hujjatni ixtiyoriy joyiga ko'chirish imkoniyati mavjud.

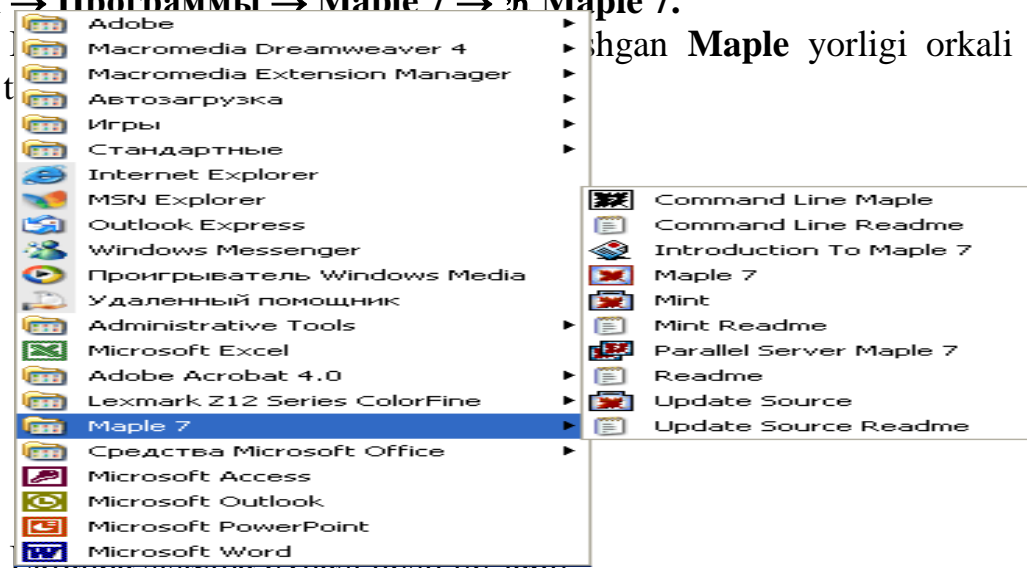
Bitta ishchi sohaga matnni, grafikani va matematik hisoblashlarni joylashtirish orqali **Maple** eng murakkab hisoblashlarni tushunishni ham yengillashtiradi.

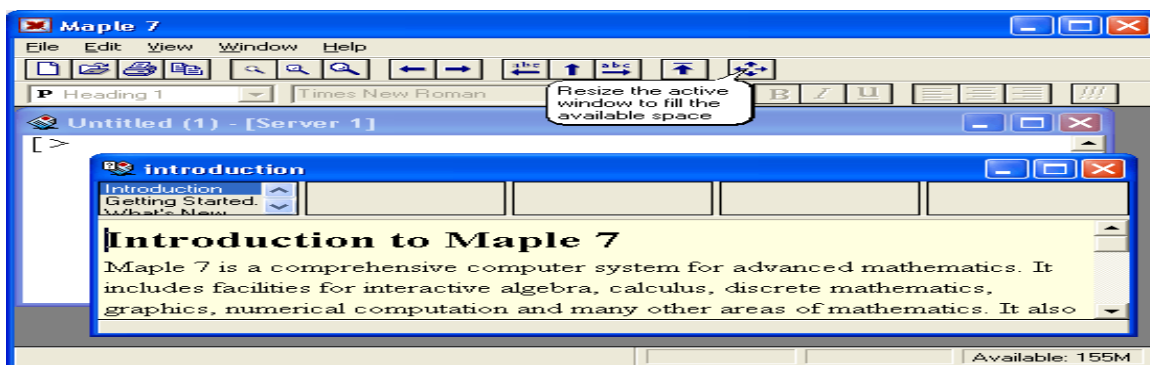
### Sistemani ishga tushirish.

Dasturni ishga tushirish uchun sichqoncha ko'rsatkichini **Пуск** tugmachasi ustiga joylashtiramiz. Hosil bo'lgan masalalar panelidan **Программы** bo'limi va undan keyin esa **Maple** yorlig'i tanlanadi:

**Пуск → Программы → Maple 7 → ☞ Maple 7.**

ishga t... shgan **Maple** yorligi orkali ham uni





Windows ning barcha ilovalari kabi u quyidagi elementlardan iborat:

- *Sarlavhalar satri*
- *bosh menyu satri*
- *instrumentlarning bosh paneli*
- *vositalarning xos paneli, uning ko'rinishi Maple 7 bilan ishlash rejimiga bog'liq*
- *hujjatlarni kiritish va muharrirlash oynasi: holat satri.*

### **Maple muhiti menyusi.**

**Maple 7** muhitining bosh menyusi boshqarishning to'la imkoniyatini yaratadi.

U sarlavhalar satridan keyin gorizontol holatda joylashgan. Menyu sistema-ning foydalanuvchi interfeysi bilan asosiy amallarni bajarish imkonini beradi. Dastur ishga tushirilgandan keyin quyidagi menyu hosil bo'ladi:

**File** – fayllar bilan ishlash va hujjatni chop etish

**Edit** – hujjatni tahrirlash buyruqlari va almashtirishlar buferi bilan ishlash.

**View** – foydalanuvchi interfeysi ko'rinishini boshqarish.

**Insert** – o'rnatish amallari.

**Format** – formatlarni berish operatsiyalari.

**Spreadsheet** - jadvallarni berish amallari.

**Options** – parametrlarni berish.

**Help** – ma'lumotlar muhiti bilan ishlash.

**Window** – oynalarni boshqarish.

### **Matematik belgilarni kiritish palitra.**

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

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

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

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

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

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

### **Maple muhitining vositalar va shriftlar paneli.**

Tugmachalar majmuasidan pastda – vositalar paneli joylashgan.

Menyuning ko'plab buruqlarini tezroq ishga tushirish uchun vositalar panelining tugmachalarini bosish kerak bo'ladi. Har bir tugmachani bosish orqali nima amalga oshirilishini bilish uchun, uning belgisi ustiga sichqoncha ko'rsatkichi o'rnatilsa ma'lumot satri paydo bo'ladi.

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

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

Oynaning quyi qismda gorizontal aylantirish uskunasi joylashgan bo'lib, u joriy holatda ekraning ishchi sohasining chap yoki o'ng tomonida ko'rinmay turgan ma'lumotlarni ko'rish imkonini beradi. U vertikal aylantirish uskunasi kabi ishlatiladi va undan farqi gorizontal aylantirish uskunasi chapdan o'ngga yoki o'ngdan chapga yurgiziladi.

### **Muloqot tartibida Maple 7 bilan ishlash asosi.**

Sistema yuklangan va ishga tushirilgandan keyin matematik ifodalarni yaratish va hisoblash uchun **Maple** muhiti bilan muloqotni bajarish mumkin. Muloqot «savol berding, javob olding» ko'rinishida olib boriladi. Savol va javoblar chap tomonlari kvadrat qavslar bilan chegaralangan alohida bloklardan iborat bo'ladi. Kvadrat qavslarning uzunligi ifodalarning katta - kichikligiga bog'liq.

> - muloqot belgisi. O'chib yonuvchi vertikal chiziq – kiritish kursori deyiladi.

Ifoda oxiriga quyiladigan (;) hisoblash natijasini ekranga chiqarish kerakligini eslatadi ; (:) – ikki nuqta chiqarishni bekor qiladi, ya'ni bir nechta ifodalarni bir satrga yozish yoki ularni bir-biridan ajratish uchun ishlatiladi.

Maple muhitida grek harflarni ham poligrafik usulda yozish mumkin. Buning uchun buyruqlar satrida grek harfining nomi yoziladi. **Masalan**, agar **alpha** deb terilsa  $\alpha$  hosil bo'ladi.

*Grek harflarining jadvali va nomlari:*

**$\alpha$ - alpha** ,  **$\beta$ - beta**,  **$\gamma$ - gamma**,  **$\delta$ - delta**,  **$\varepsilon$ - epsilon**,  **$\zeta$ - zeta**,  **$\eta$ - eta**,  **$\theta$ - theta**,  **$\iota$ - ita**,  **$\kappa$ - kappa**,  **$\lambda$ - lambda**,  **$\mu$ - mu**,  **$\chi$ -xi**,  **$\rho$  – pi**,  **$\rho$ - rho**,  **$\xi$ - sigma** va hokazo..

Agar grek harflarining nomlari bosh harflarda terilsa bosh grek harflari hosil bo'ladi, masalan,  $\Omega$  ni hosil qilish uchun **Omega** deb terish kerak.

## **1.2. Matematik ifodalar va funksiyalar.**

### **Mathcad da oddiy hisoblashlar.**

Mathcad foydalanuvchiga elektron jadval imkoniyatlari bilan birga WYSIWYG (nimani ko'rsangiz, o'shani olasiz) interfeys matn prosessorini havola qiladi. Tenglamalarni Mathcad da kiritish, tipografik matematik yozuv bilan ustma-ust



tushadi. Xuddi elektron jadvallaridagidek Mathcad dagi hujjatga ixtiyoriy o'zgarish kiritilgan bu o'zgarishga bog'liq bo'lgan barcha natijalar yangilanadi. Mathcad o'ta murakkab matematik formulalarni hisoblashga mo'ljallangan bo'lsa ham, uni oddiy kalkulyator sifatida ishlatish mumkin.

Masalan:  $20 - \frac{10}{5}$  ifodani tering. = belgisini kiritishingiz bilan Mathcad natijani hisoblab ekranga chiqaradi.  $20 - \frac{10}{5} = 18$

### Arifmetik amallar.

Amal	Klavish	O'qilishi
•	*	Ko'paytirish
+	+	Qo'shish
-	-	Ayirish
:	/	Bo'lish

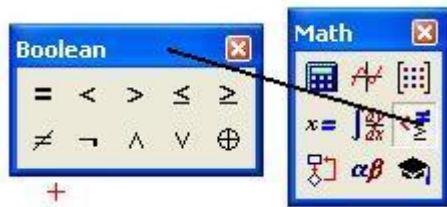
### Munosabat amallar.

Amal	Klavish	O'qilishi
>	>	Katta
<	<	Kichik
=	Ctrl =	Teng
≥	Ctrl )	Katta yoki teng
≤	Ctrl (	Kichik yoki teng
≠	Ctrl #	Teng emas

### Mantiqiy amallar.

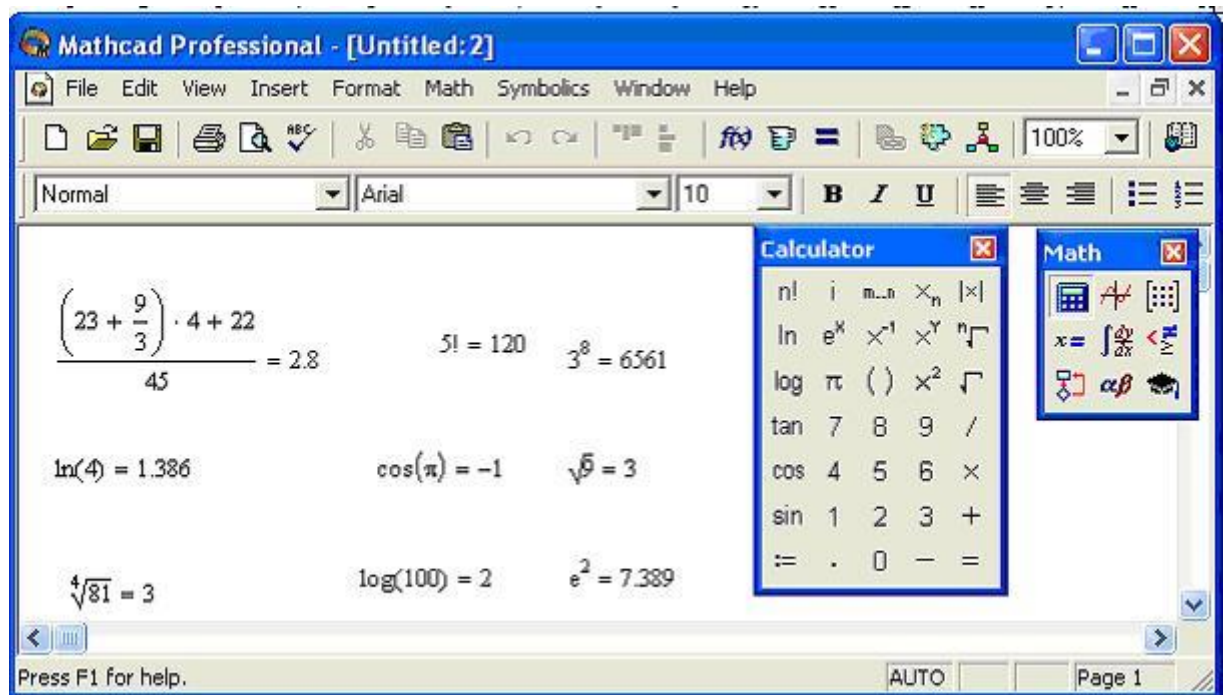
Not $\neg$	And $\wedge$	Or $\vee$	Xor $\otimes$
$0 \neg = 1$	$0 \wedge 0 = 0$	$0 \vee 0 = 0$	$0 \otimes 0 = 0$
$1 \neg = 0$	$0 \wedge 1 = 0$	$0 \vee 1 = 1$	$0 \otimes 1 = 1$
	$1 \wedge 0 = 0$	$1 \vee 0 = 1$	$1 \otimes 0 = 1$
	$1 \wedge 1 = 1$	$1 \vee 1 = 1$	$1 \otimes 1 = 0$

Munosabat va mantiqiy amallarni Boolean palitrasida olish mumkin.



Ushbu misol Mathcad ishlashining xususiyatlarini namoyish qiladi.

- 1) Formulalar kitobda qanday yozilsa Mathcad da ham shunday yoziladi.
- 2) Qaysi amalni birinchi bajarishni Mathcad o'zi aniqlaydi.
- 3) = belgisi yozilgandan keyin Mathcad natijani chiqaradi.
- 4) Operatorlar kiritilgandan so'ng kiritish maydonchasi deb nomlangan to'g'ri to'rtburchakni ko'rsatadi.
- 5) Ekrandagi ifodalarni tahrir qilish mumkin.



10-rasm. Oddiy hisoblashlarga doir.

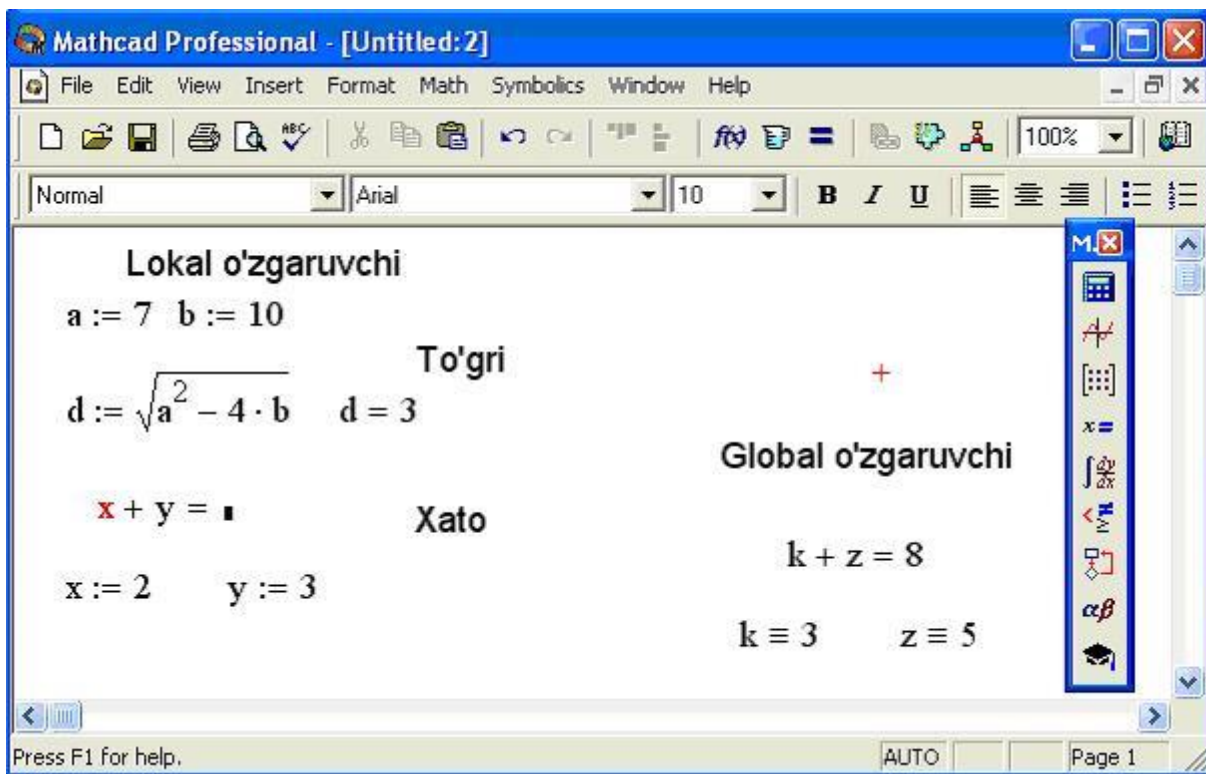
### O'zgaruvchi va funksiyalarni aniqlash.

Mathcad da o'zgaruvchi va funksiyalarni aniqlash mumkin.

Masalan  $t$  o'zgaruvchini aniqlash uchun  $t$ : kiritish lozim natijada  $t :=$  hosil bo'ladi, bo'sh maydonchaga ixtiyoriy son kiriting. Shu bilan  $t$  o'zgaruvchini aniqlash tugaydi  $t := 10$ . Ana shu tartibda har qanday o'zgaruvchini aniqlash mumkin. Bu yerda  $:=$  o'zlashtirish operatori vazifasini bajaradi, yani  $=$  dan o'ng tarafdagi qiymatni  $=$  dan chap tarafdagi o'zgaruvchiga o'zlashtiradi. Biz bilamizki

dasturlash tillarida lokal va global o'zgaruvchi tushunchasi mavjud, bu yerda ham bu tushuncha bor. Agar o'zgaruvchi  $t :=$  ko'rinishda aniqlansa u lokal o'zgaruvchi bo'ladi. Global o'zgaruvchi esa quyidagicha aniqlanadi  $t \equiv 10$ .

Misol keltiramiz.



11-rasm. Lokal va Global o'zgaruvchilarni e'lon qilish.

Mathcad ishchi hujjatni tepadan pastga va chapdan o'ngga qarab o'qiydi. Yuqorida keltirilgan misolda, agar ifodani qiymatini hisoblashda o'zgaruvchilar ifodadan pastga e'lon qilingan bo'lsa, ifodani qiymatini hisoblashda xatolik yuz beradi. Global o'zgaruvchilarda esa ifoda qayerda yozilishidan qat'iy nazar ifodada global o'zgaruvchi qatnashgan bo'lsa unda tasir qiladi.

Mathcad da funktsiyani ham aniqlash mumkin. Masalan  $f(x)=x^2$  funktsiyani qanday aniqlashni ko'rib chiqamiz.

- 1)  $f(x)$ : ni tering natijada  $f(x):=\blacksquare$  hosil bo'ladi.
- 2)  $x^2$  ni tering natijada  $f(x):=x^2$  funktsiya hosil bo'ladi.

Bu yerda  $f$  funktsiya nomi  $x$  esa funktsiya argumenti. Funktsiyaning ixtiyoriy nuqtadagi qiymatini hisoblash mumkin. Masalan  $f(3)=9$ ,  $f(5)=25$ ,  $f(4)=16$ . Xuddi shu tartibda ikki argumentli, uch argumentli va  $n$  argumentli funktsiyani aniqlash mumkin. Masalan ikki argumentli funktsiyani qanday aniqlashni ko'rib

chiqamiz.  $T(x,y)=x^2+y^2$  ,  $T(2,1)=5$ ,  $T(2,2)=4$ .

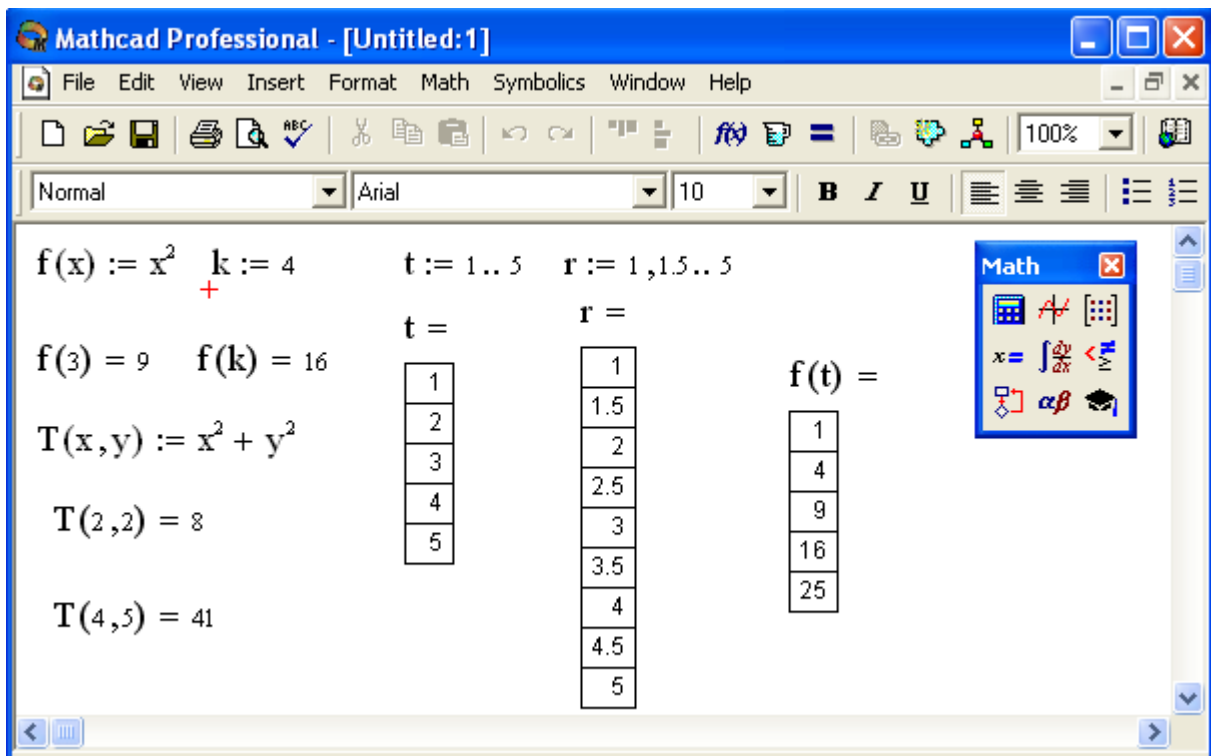
Mathcad takroriy yoki iteratsion hisoblashlarni amalga oshirishi mumkin. Bunda u diskret argumentli o'zgaruvchilardan foydalanadi. Masalan x o'zgaruvchining 10 dan 20 gacha 1 qadam bilan  $\frac{x^2}{2}$  ifodaning qiymatlarini hisoblash talab qilingan bo'lsin. Buni quyidagicha amalga oshirish mumkin.

1)  $x:=10,11$  ifodani tering

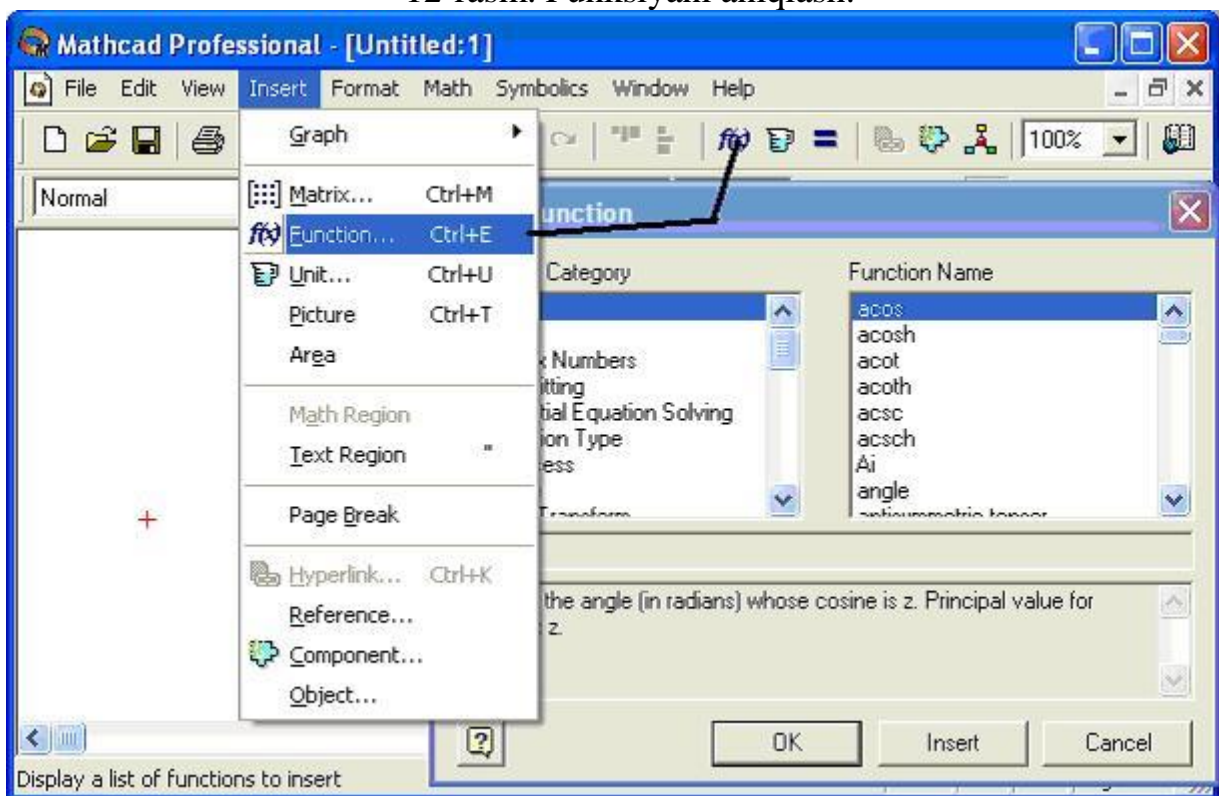
2) ; 20 ifodani tering

natijada  $x:=10,11..20$  hosil bo'ladi, bu yerda .. faqat ; tugmasi orqali qo'yiladi aks holda xato hisoblanadi. Agar oraliq berilgan bo'lsa qadamni aniqlash quyidagicha bo'ladi. Birinchi qiymat kiritiladi va , dan so'ng ikkinchi son kiritiladi ular orasidagi ayirmani qadam sifatida oladi agar , dan keyin son ko'rsatilmasa qadamni 1 ga teng deb oladi. Diskret argument aniqlangandan keyin, shu o'zgaruvchini kiritib = ni kiritsak bizga jadval shaklida diskret o'zgaruvchining qiymatlari keltiriladi. Boshqa dasturlash tillari kabi Mathcad da ham o'zimiz ixtiyoriy funksiyani elon qilishimiz mumkin oldindan yaratilgan maxsus standart funksiyalardan foydalanishimiz mumkin. Masalan:  $\sin(x)$ ,  $\cos(x)$ ,  $\ln(x)$  va boshqa funksiyalar.

Funksiyalarni qanday aniqlashni, funksiya diskret argumentning qiymatlarida hisoblashni va standart funksiyalardan qanday foydalanishni 12,13-rasmlarda keltirilgan.



12-rasm. Funksiyani aniqlash.



13-rasm. Standart funksiyalardan foydalanish.

### Matn. Matnda formula. Matnni tahrirlash.

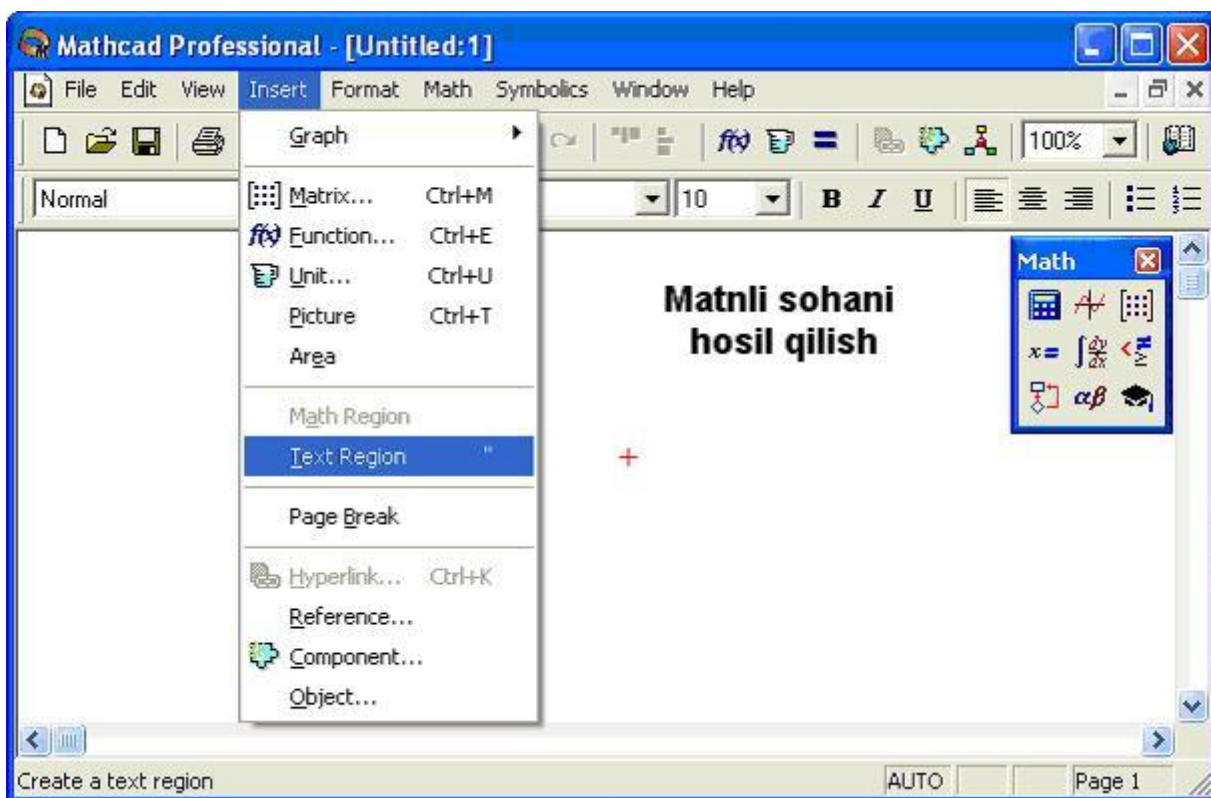
Mathcad matn va formulalarni ishchi hujjatning ixtiyoriy joyida kiritishga imkon beradi. Har bir matematik ifoda yoki matn lavhasi ma'lum sohada yoziladi. Mathcadning ishchi hujjati mana shunday sohalardan iborat bo'ladi. Mathcad da formulalarga matn yordamida chiroyli tarzda izohlar keltirish mumkin. Matn ikki



xil ko'rinishda bo'ladi matnli soha va paragraph ko'rinishda bo'ladi. Matnli sohani ishchi hujjatning ixtiyoriy joyiga joylashtirish mumkin, paragraph esa kengligi bo'yicha betga tengdir. Matnli sohani tuzish uchun.

- 1) Kursor tegishli joyga qo'yiladi.
- 2) Menyu qatorining Insert bo'limidan Text Region tugmasi bosiladi yoki [Shift+ "] tugmalarini birgalikda bosib.

Shunday qilib matnli soha hosil qilinadi va ixtiyoriy matnni kiritib tahrirlash mumkin. Matnda formula kiritish uchun esa menyu qatorining Insert bo'limidan Math Region qismi tanlanadi. Yozilgan matnni rangli qilib chiroyli shaklda tasvirlash mumkin va matndagi simvollar ustida izlash, almahtirish va xatolarini tekshirish mumkin.



14-rasm. Matnli sohani hosil qilish.

### Oddiy ifodalar

Maple muhitida oddiy ifodalar sonlar , arifmetik va mantiqiy amal belgilaridan iborat bo'ladi. Maple muhitida ham ifodalar xuddi dasturlash ( Paskal, Basic) tillari kabi ostki hamda ustki indeksiz bitta satrga yoziladi. **Masalan:**  $(56.6 + 6.3 * 3.2) / (2.3^3 + 2^4)$ .

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

uchun quyidagi sonlar va amal belgilaridan foydalaniladi:

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

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

**> z:=x+I\*y;**

Sonlar butun va rasional sonlarga bo'linadi. Butun sonlar (integer) o'nli yozuvda raqamlar bilan ifodalanadi. Rasional sonlar 3 xil ko'rinishda berilishi mumkin: 1) bo'lish amalidan foydalangan holda rasional kasr ko'rinishida, **masalan: 28/70**; 2) qo'zg'aluvchan vergulli (float), ko'rinishida, **masalan: 2.3**; 3) daraja ko'rinishida, **masalan: 1.602\*10<sup>(-19)</sup>** yoki **1.602E-19** ko'rinishdagi yozuv  $1,602 \times 10^{-19}$  ni bildiradi.

Rasional sonlarni aniq ko'rinishda emas, balki taqribiy qiymatini hosil qilish uchun butun sonlarni haqiqiy sonlar ko'rinishida yoish kerak bo'ladi. **Masalan: 1)** Quyidagini bajaring : **> 75/4;**

$$\frac{75}{4}$$

Endi shu ifodada 4 sonini haqiqiy son, ya'ni 4.0 ko'rinishida yozamiz. Natijani kuzating.

**> 75/4.;**

$$18.75000000$$

2)  $345 - \frac{34}{678}$  ni hisoblang.

**> 345-34/678;**

$$\frac{116938}{339}$$

Bu yerda endi 34 sonini haqiqiy son , ya'ni 34.0 ko'rinishida yozamiz. **> 345-34./678;**

$$344.9498525$$

Prosent (%) belgisi oldingi buyruqni chaqirish vazifasini bajaradi. Bu belgi yozuvni qisqartirish uchun va oldingi buyruqni tezroq almashtirish maqsadida ishlatiladi. **Masalan:**

**> a+b;**

$$a+b$$

**> %+c;**

$$a+b+c.$$

### Arifmetik ifodalarni hisoblash

**Maple** muhitida arifmetik ifodalarni yozish va ularning qiymatlarini hisoblash ham mumkin. Arifmetik ifodalarni belgilash va ularni qiymatini berish

uchun o'zgaruvchilardan foydalaniladi. Maple muhitida o'zgaruvchilar turi butun (integet), rasionaal (rational), haqiqiy (real), kompleks (complex ) yoki satrli (string) bo'lishi mumkin.

O'zgaruvchilarga nom beriladi. O'zgaruvchilar nomi harflar, belgilar va raqamlar ketma-ketligidan iborat bo'lib, har doim harflardan boshlanishi lozim. Nom 524275 ta belgidan oshib ketmasligi kerak. **Masalan:** AB, tenglama, Y11, Var\_1, Xmin, Ymax va boshqalar.

> **A:=123; B:= 'Salom'**

A:=123; B:= Salom

O'zgaruvchi nomi sifatida xizmatchi so'zlardan foydalanib bo'lmaydi.

O'zgaruvchilarga qiymat berish uchun := belgisi ishlatiladi.

**Masalan:**

n:=3; x:=234.568; y:=17/19; d:= 'Salom'; W:=2\*Pi/3;

V:= [1,2,3]; M:= [[1,2,3].[4,5,6]]

**Masalan:**

a) Ifodani yozing :

> **y:= a^2+b\*x+d\*c;**

$$y := a^2 + b x + d c$$

b) a=2; b=4; c=5;x=6; d=7 qiymatlarda ifodani hisoblang

> **a:=2;b:=4;c:=5;x:=6;d:=8;y:= a^2+b\*x+d\*c;**

$$y := 68$$

Hisoblash jarayonida foydalanilgan o'zgaruvchilar qiymatlarini bekor qilish uchun **restart;** buyrug'i ishlatiladi

Maple muhitida quyidagi standart funksiyalardan foydalaniladi

Matematik yozuv	Mapleda yozuv	Matematik yozuv	Mapleda yozuv
$e^x$	exp(x)	cosecx	csc(x)
lnx	ln(x)	arcsinx	arcsin(x)
lgx	log10(x)	arccosx	arccos(x)
$\log_a b$	log[a](x)	arctgx	arctan(x)
$\sqrt{x}$	sqrt(x)	arcctgx	arccot(x)
x	abs(x)	shx	sinh(x)
sinx	sin(x)	chx	cosh(x)
cosx	cos(x)	thx	tanh(x)
tgx	tan(x)	cthx	coth(x)
ctgx	cot(x)	secx	sec(x)

**1-misol.** Hisoblang:  $\frac{\sqrt{6+2\sqrt{5}}-\sqrt{6-2\sqrt{5}}}{\sqrt{3}}$ . Quyidagini tering:

> **(sqrt(6+2\*sqrt(5))-sqrt(6-2\*sqrt(5)))/sqrt(3);**  
va **Enter** tugmachasini bosamiz. Natija hosil bo'ladi:

$$\frac{2}{3}\sqrt{3}$$

**2-misol.** Formulani tering :  $\omega = \frac{\theta}{t}$  esa  $|f(x) - \delta|$ .

> **omega=theta/t; abs(f(x)-delta)<epsilon;** **Enter** ni bosamiz.

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

$$|-f(-3) + \delta| < \varepsilon$$

**3-misol .** Quyidagi ifodaning qiymatini  $x=4$  va  $y=9$  da hisoblang:

$$d := \sqrt{\sqrt{x+y} + 2x^3}$$

> **x:=4;y:=9;d:= sqrt(sqrt(x+y)+2\*x^3);**

$$d := \sqrt{\sqrt{13} + 128}$$

Chiqarish satrida oldingi qiymatni hosil qilish uchun **%** va sonli qiymatni hosil qilish uchun **evalf(%);** yoki **evalf(ifoda);** buruqlari ishlatiladi.

> **evalf(%);**

$$11.47194627$$

**4-misol.**  $s=2$ ,  $d=1.4$  da quyidagi ifodani qiymatini hisoblang:

$$\frac{\sqrt{c-d}}{c^2 \cdot \sqrt{2 \cdot c}} \cdot \left( \sqrt{\frac{c-d}{c+d}} + \sqrt{\frac{c^2+c \cdot d}{c^2-c \cdot d}} \right)$$

**Yechish:**

> **c:=2;d:=1.4:sqrt(c-d)/(c^2\*sqrt(2\*c))\*(sqrt((c-d)/(c+d))+sqrt((c^2+c\*d)/(c^2-c\*d)));**

$$.2711630723$$

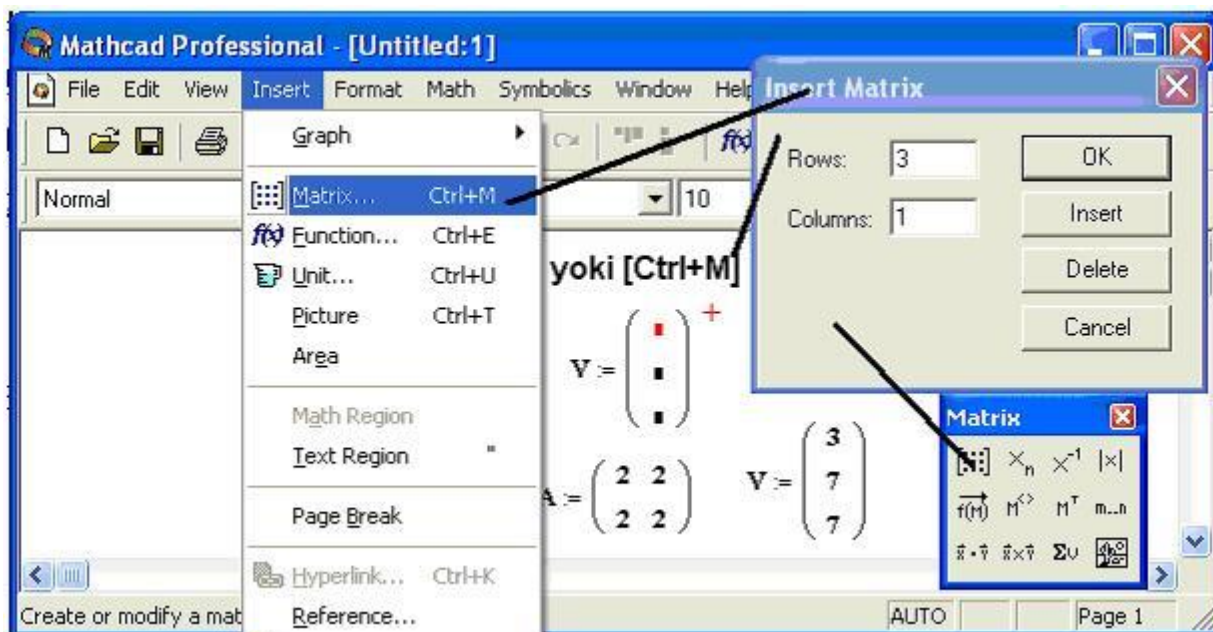
### 1.3. Algebra va sonlar nazariyasi masalalarini yechish.

#### Massivlar bilan ishlash ( Vektor va Matrisalar ).

O'zgaruvchilar ham skalyar sonlar kabi massivga ega. Massivni aniqlash ham o'zgaruvchilarga skalyar qiymatlarni berganimizdek avval o'zgaruvchining nomi yoziladi va : qo'yiladi keyin massiv kiritiladi ( Vektor yoki Matrisa). Masalan 3 elementli v vektorni aniqlash uchun quyidagi ishlar bajariladi.

- 1) bo'sh satrda v vektorni kiritamiz  $V:=\bullet$  ko'rinishda.
- 2) Insert bo'limidan Matrix... ni tanlaymiz yoki [ Ctrl+M] tugmasini bosamiz yoki Matematik belgilar panelidan matrisa belgisini tanlaymiz natijada muloqot oynasi hosil bo'ladi.

3) Satr va ustun elementlar sonini kiritib ok tugmasini bosib vektor yoki matrisa hosil qilinadi.



15-rasm. Matrisa va Vektorni tasvirlash.

Massivni hosil qilganimizdan keyin uning elementlarini Tab tugmasi orqali to'ldirib chiqamiz.



Massivni hosil qiladi.

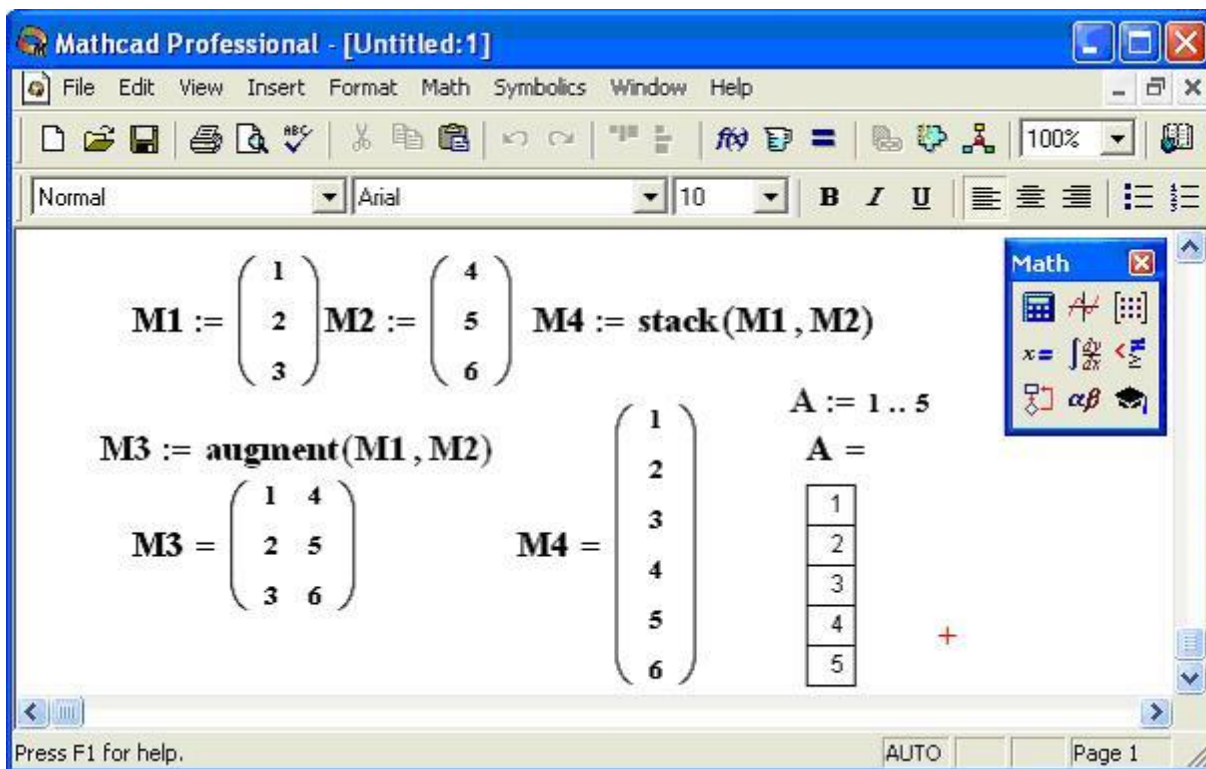
Satr yoki ustun joylashtradi

Satr yoki ustunni o'chiradi.

Bekor qiladi.

Massiv elementlariga murojaat qilish uchun quyi chegarani ishlatamiz, uning alohida ustunlariga murojaat qilish uchun yuqori chegaradan foydalanamiz. Quyi chegara [ bilan yuqori chegara [Ctrl+6] tugmalari yordamida chiqariladi. Masalan yuqoridagi misolda  $V_0=3$ ,  $A_{1,1}=2$ ,  $A^1=\begin{pmatrix} 2 \\ 2 \end{pmatrix}$  ga teng bo'ladi. Bazi massiv elementlariga qiymat berilmasligi ham mumkin. Masalan X ga qiymat bermasdan  $X_3$  ga qiymat berilsa  $X_0, X_1, X_2$  lar 0 qiymat qabul qiladi. Agar massivlarni e'lon qilishdan oldin  $ORIGIN \equiv 0$  deb yozsak massiv elementlarini tartiblashni 0 dan boshlaydi. Agar  $ORIGIN \equiv 1$  deb yozsak massiv elementlarini tartiblashni 1 dan boshlaydi. Massiv elementlari 100 dan ortiq bo'lsa uni 15- rasmda keltirilganidek aniqlab bo'lmaydi. Buning uchun "augment" yoki "stack" funksiyalaridan

foydalanish mumkin yoki diskret argumentlar yordamida aniqlash mumkin.



16-rasm. Massivni augment va stack funksiyalari yordamida birlashtirish va diskret argument orqali aniqlash.

### Vektor va matrisaviy operatorlar.

Bazi Mathcad dagi operatorlar matrisa va vektorlarni o'zgartirish uchun muhimdir. Bu operatorlarning ko'pi simvoldan iborat va jadval ko'rinishda keltiramiz

Amal	Ko'rinish	klavis	Manosi
	hi	h	
Matrisani skalyar songa ko'paytirish	$A \cdot n$	*	A ning har bir elementi n ga ko'paytiriladi
Skalyar ko'paytma	$u \cdot v$	*	u va v ning uzunligi teng
Matrisaviy ko'paytma	$A \cdot B$	*	A ustunlar soni B qatorlar soniga teng
Matrisani vektorga ko'paytirish	$A \cdot v$	*	A ustunlar soni v ning satrlar soniga teng bo'lishi kerak
Matrisani songa bo'lish	$\frac{A}{n}$	/	Har bir massiv lementi n ga bo'linadi



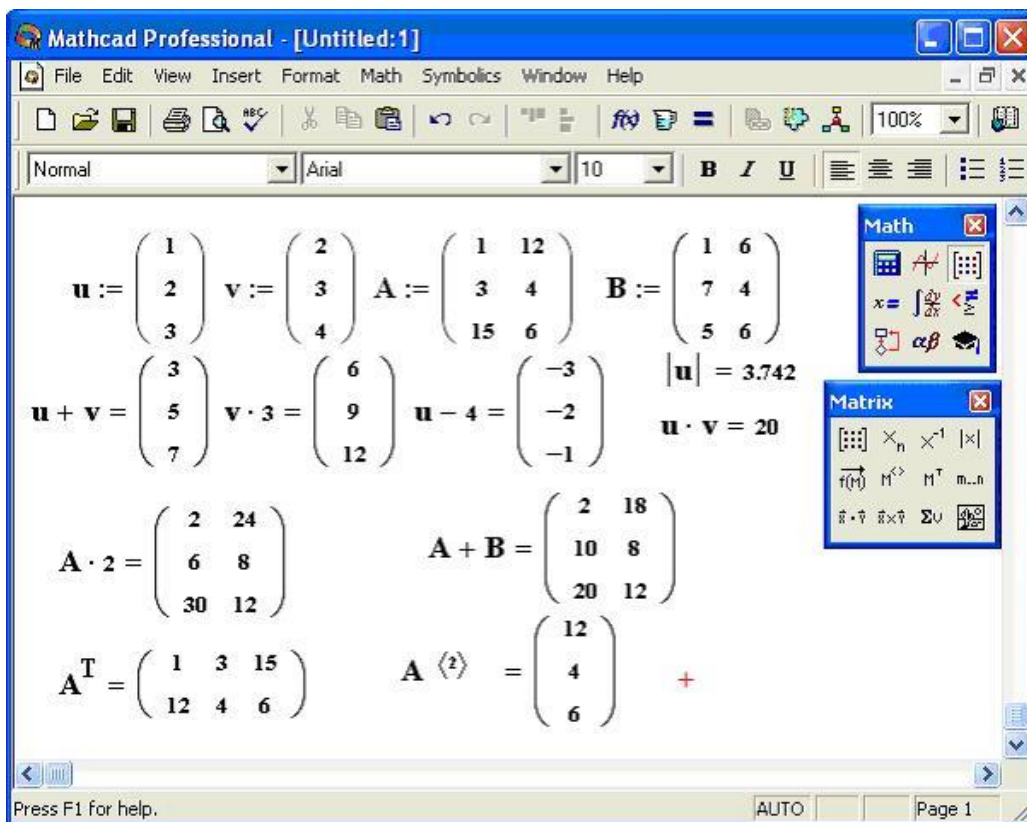
Vektor va matrisani yig'indisi va ayirmasi	$A+B,$ $u+v$ $A-B, u-v$	+	Massivlar bir xil satr va bir xil ustunga ega bo'lishi kerak
Skalyar yig'indi	$A+n$	+	A ning har bir qiymatiga n qo'shiladi
Skalyar ayirma	$A-n$	-	A ning har bir qiymatidan n ayiriladi
Ishorani almashtirish	$-A$	-	A ni $-1$ ga ko'paytiradi
Matrisa darajasi	$M^n$	^	n-darajali kvadrat matrisa $M^{-1}$ , M ga teskari matrisa
Vektor uzunligi	$ v $	Shift+ \ 	
Determinant	$ M $	Shift+ \ 	
Transponirlash	$A^T$	Ctrl+1	Satr elementlarini ustun elementlariga almashtiradi
Vektor ko'paytma	$Uxv$	Ctrl+8	u va v lar uchun ko'paytmani hisoblaydi.
Kompleks	$\bar{A}$	“	A ning mavhum qismini belgisini almashtiradi
Yuqori daraja	$A^{<n>}$	Ctrl+6	Matrisaning n – ustuni
Vektorizasiya	$\vec{A}$	Ctrl+-	
Quyi indeks	$A_{n,m}$	[	
Elementlar yigindisi	$\sum v$	Ctrl+4	

Yuqoridagi jadvalda keltirilgan o'zgaruvchilarda.

- 1) A va B – matrisalar.
- 2) u va v - vektorlar.
- 3) M- kvadrat matrisa.

4)  $u_i$  va  $v_i$  -u va v vektorning elementlari.

5) m va n –butun sonlar.



17-rasm. Vektor va matrisaviy operatorlar.

Mathcad o'zida algebra va chiziqli algebra uchun funksiyalarni saqlaydi. Bu funksiyalar vektorlar va matrisalarni ishlatish uchun tayinlangan. Keyingi jadvalda vektorli va matrisali funksiyalar keltirilgan.

Bunda : A va B –massivlar. V- vektor.

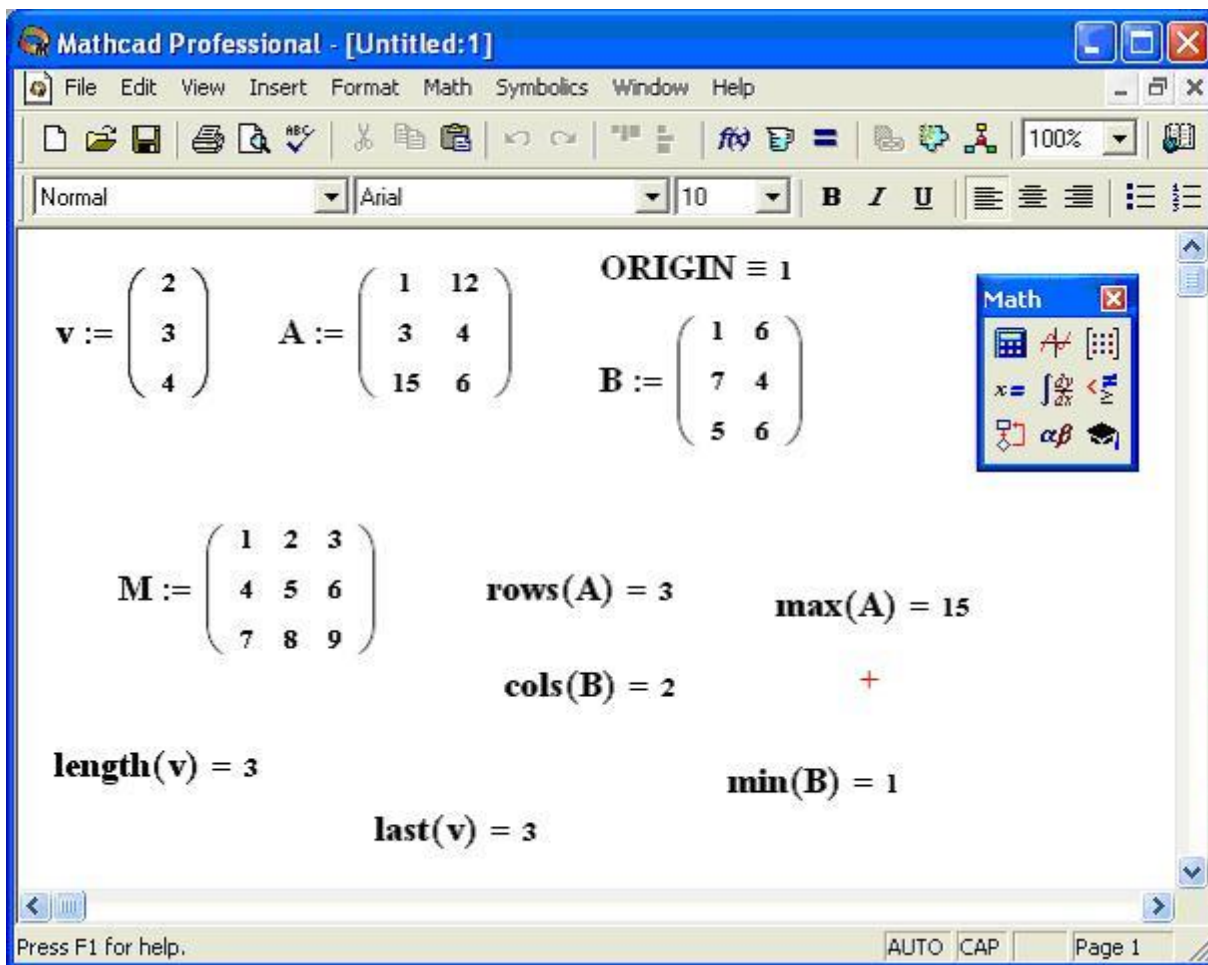
M va N – kvadrat matrisa.

z- skalyar son

m,n,i,j-butun sonlar.

Funksiya nomi	Hosil bo'ladi
rows(A)	A massivning satrlar soni
cols(A)	A massiyning ustunlar soni
length(V)	V vektorning elementlar soni
last(V)	V vektor elementining oxirgi indeksi
max(A)	A massivning eng katta elementi

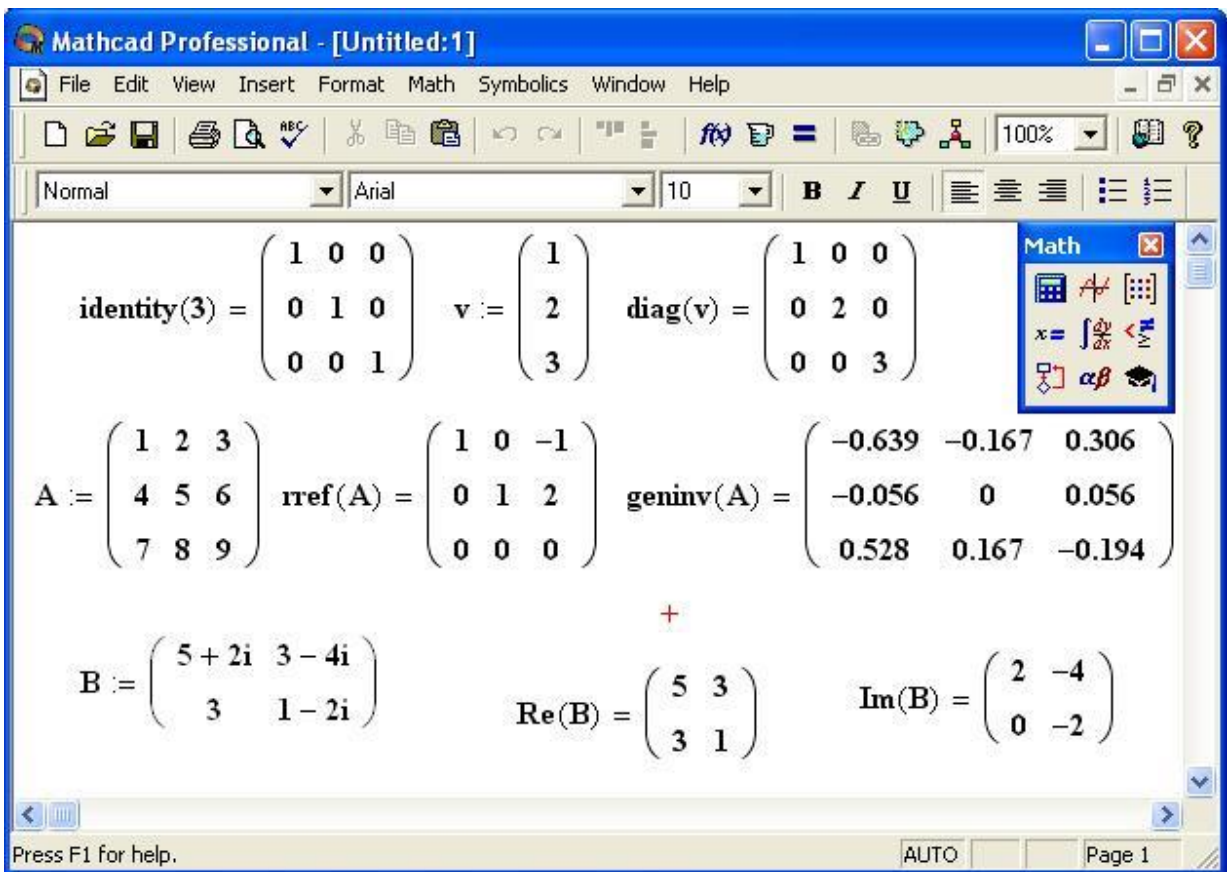
$\min(A)$	A massivning eng kichik elementi
-----------	----------------------------------



18-rasm.

**Matrisali funksiyalar.**

Funksiya nomi	Hosil bo'lad
identity(n)	nxn birlik matrisa
Re(A)	A matrisa elementining aniq qismiga tegishli massiv
Im(A)	A matrisaning mavhum qismiga tegishli massiv
diag(v)	V ni matrisa diagonalida joylashtiradi
geninv(A)	A- mxn matrisa $m \geq n$
rref(A)	A matrisani bosqichli formasi



19-rasm.

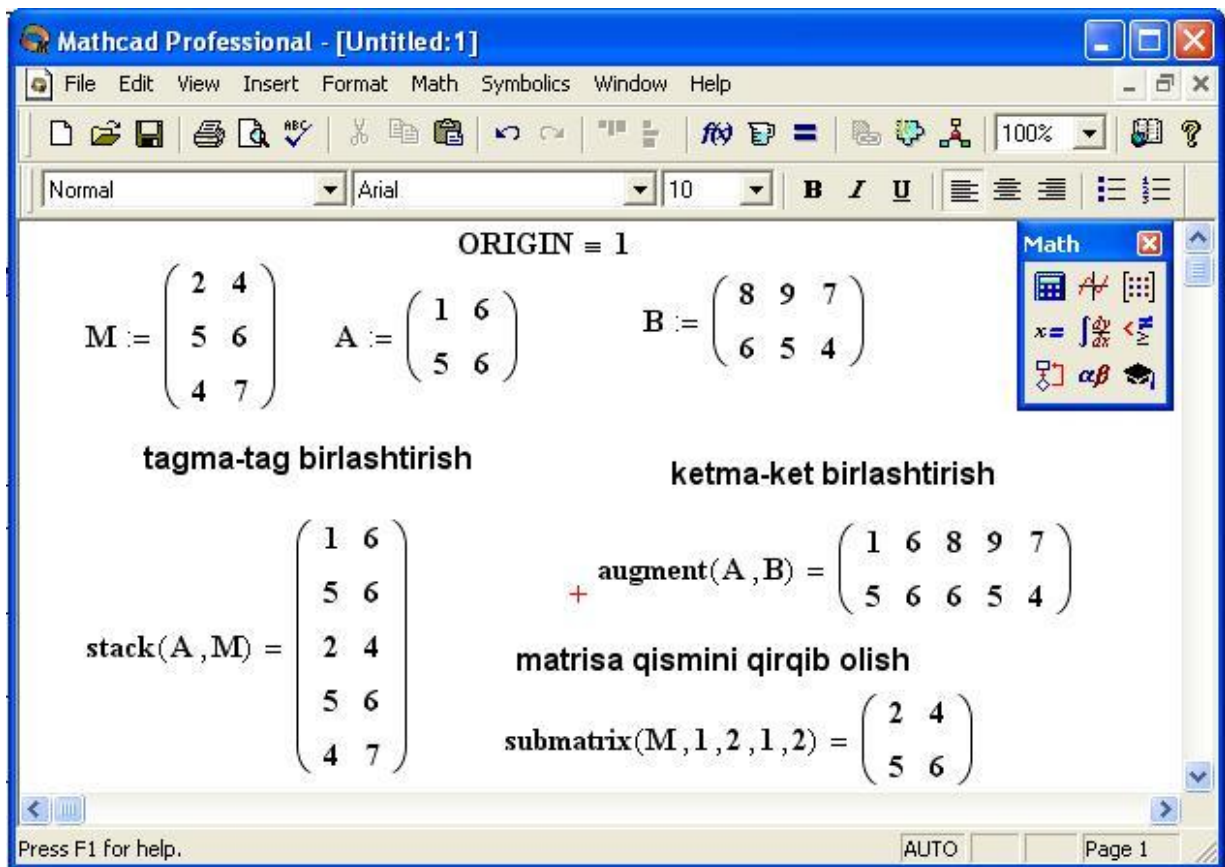
**Matrisani xarakteristikasi.**

Funksiya nomi	Hosil bo'ladi
tr(M)	M-kvadrat matrisa diagonal elementlari yig'indisi
mean(T)	T-massiv elementlari o'rta arifmetigi.
rank(A)	A matrisaning rangi
norm1(M)	M matrisaning L <sub>1</sub> normasi
norm2(M)	M matrisaning L <sub>2</sub> normasi
norme(M)	M matrisaning Evklid normasi
normi(M)	M matrisaning teng o'lchovli normasi
cond1(M)	M matrisa shartli soni L <sub>1</sub> normaga asosli
cond2(M)	M matrisa shartli soni L <sub>2</sub> normaga asosli
conde(M)	M matrisa shartli soni Evklid normaga asosli
cond(iM)	M matrisa shartli soni teng o'lchovli normaga asosli

**Yangi matrisani formatlash.**

Funksiya nomi	Hosil bo'ladi
augment(A,B)	A va B massivni ketma-ket joylashtiradi. A va B ning satr elementlari teng bo'lishi kerak.

stack(A,B)	A va B massivni tagma-tag joylashtiradi. A va B ning ustun elementlari teng bo'lishi kerak.
Submatrix(A,m,n,i,j)	A-matrisaning m...n satr va i...j ustun elementlaridan iborat.



20-rasm.

Massivlardan o'zgaruvchi va funksiyalarni e'lon qilishda ham ishlatish mumkin.

Masalan:

$$\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \\ 7 \end{pmatrix} \quad \text{bu yerda } a=5 \text{ ga } b=6 \text{ ga } c=7 \text{ ga teng.}$$

$$F(x) := \begin{pmatrix} x^2 & x \\ \sqrt{x} & -x \end{pmatrix} \quad F(4) := \begin{pmatrix} 16 & 4 \\ 2 & -4 \end{pmatrix}$$

$$F(4)_{2,2} = -4 \quad F(4)^{\langle 2 \rangle} = \begin{pmatrix} 4 \\ -4 \end{pmatrix}$$

### Matrisa va vektor elementlarini saralash.

sort(V)	V- vektor elementlarini o'sib borish tartibida joylashtirish.
reverse(V)	V- vektor elementlarini kamayib borish tartibida joylashtirish.
csort(M,n)	M-matrisa n-qator elementlarini saralsh

rsort(M,n)	M-matrisa n- ustun elementlarini saralash	
	V vektor elementlarini o'sib borish tartibda joylashtirish $V := \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \text{sort}(V) = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 3 \end{pmatrix}$	ORIGIN = 1 $+ \quad M := \begin{pmatrix} 2 & 6 & 7 & 8 \\ 5 & 4 & 1 & 9 \\ 6 & 3 & 5 & 2 \end{pmatrix}$
	M matrisani 3-ustun elementlarini saralash $\text{csort}(M,3) = \begin{pmatrix} 5 & 4 & 1 & 9 \\ 6 & 3 & 5 & 2 \\ 2 & 6 & 7 & 8 \end{pmatrix}$	Matrisani 2- qator elementlarini saralash $\text{rsort}(M,2) = \begin{pmatrix} 7 & 6 & 2 & 8 \\ 1 & 4 & 5 & 9 \\ 5 & 3 & 6 & 2 \end{pmatrix}$

21-rasm

### Chiziqli tenglamalar sistemasini yechish.

Vektor va matrisali operator va funksiyalar yordamida Mathcad da chiziqli tenglamalar sistemasini yechish mumkin. Buning uchun tenglamalar sistemasidagi chap tarafdagi koeffisientlardan A matrisani va o'ng tarafdagi sonlardan B vektorni hosil qilamiz va chiziqli tenglamalar sistemasini quyidagi ko'rinishda yozib olamiz  $A \cdot X = B$  va bu chiziqli tenglamalar sistemasining yechimi  $X = A^{-1} \cdot B$  ko'rinishda bo'ladi.

Masalan : 
$$\begin{cases} 2 \cdot x_1 + 3 \cdot x_2 = 3 \\ x_1 - 2 \cdot x_2 = -2 \end{cases}$$
 berilgan bo'lsin uni yechish uchun. A va B ni

quyidagicha aniqlaymiz  $A := \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1 & -2 \end{pmatrix}$  ,  $B := \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}$  va yechim  $X := A^{-1} \cdot B$  ga teng.

Bu yerda X= yozuvni kiritsak bizga  $X = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$  yechimni chiqaradi. Haqiqatdan ham tenglamalar sistemasining yechimi  $x_1=0$  ,  $x_2=1$  ga teng. Mathcad da maxsus yaratilgan  $\text{lsolve}(A,B)$  funksiyasi orqali ham tenglamalar sistemasini yechimini topish mumkin. Yuqoridagi misolga uni qo'llasak quyidagi natijani olamiz.

$$\text{lsolve}(A, B) = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

### MAPLE

#### Oddiy tenglamalarni yechish.

Maple muhitida tenglamalarni yechish uchun universal buyruq  $\text{solve}(t,x)$  mavjud, bu yerda  $t$  – tenglama,  $x$  – tenglamadagi noma'lum o'zgaruvchi. Bu buyruqning bajarilishi natijasida chiqarish satrida ifoda paydo bo'ladi, bu ana shu



tenglamaning yechimi hisoblanadi. **Masalan:**

> **solve(a\*x+b=c,x);**

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

Agar tenglama bir nechta yechimga ega bo'lsa va undan keyingi hisoblashlarda foydalanish kerak bo'lsa, u holda **solve** buyrug'iga biror-bir nom **name** beriladi.. Tenglamaning qaysi yechimiga murojoat qilish kerak bo'lsa, uning nomi va kvadrat qavs ichida esa yechim nomeri yoziladi: **name[k]**.

**Masalan:**

> **x:=solve(x^2-a=0,x);**

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

> **x[1];**

$$\sqrt{a}$$

> **x[2];**

$$-\sqrt{a}$$

**Tenglamalar sistemasini yechish.** Tenglamalar sistemasi ham xuddi shunday **solve({t1,t2,...},{x1,x2,...})** buyrug'i yordami bilan yechiladi, faqat endi buyruq parametri sifatida birinchi figurali qavsda bir- biri bilan vergul bilan ajratilgan tenglamalar, ikkinchi figurali qavsda esa noma'lum o'zgaruvchilar ketma-ketligi yoziladi.

Agar bizga keyingi hisoblashlarda tenglamalar sistemasining yechimidan foydalanish yoki ular ustida ba'zi arifmetik amallarni bajarish zarur bo'lsa, u holda **solve** buyrug'iga biror bir **name** nomini berish kerak bo'ladi. Keyin esa ta'minlash buyrug'i **assign(name)** bajariladi. Shundan keyin yechimlar ustida arifmetik amallarni bajarish mumkin. **Masalan:**

> **s:=solve({a\*x-y=1,5\*x+a\*y=1},{x,y});**

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

> **assign(s); simplify(x-y);**

$$6 \frac{1}{a^2+5}$$

**Tenglamalarning sonli yechimini topish.** Agar transsentdent tenglamalar analitik yechimga ega bo'lmasa, u holda tenglamaning sonli yechimini topish uchun maxsus buyruq **fsolve(eq,x)** dan foydalaniladi, bu yerda ham parametrlar **solve** buyrug'i kabi ko'rinishda bo'ladi. **Masalan:**

> **x:=fsolve(cos(x)=x,x);**

$$x:=-.7390851332$$

**Rekurrent va funksional tenglamalarni yechish.** **rsolve(t,f)** buyrug'i yordamida **f** butun funksiya uchun **t** rekurrent tenglamani yechish mumkin. **f(n)** funksiya uchun ba'zi bir boshlang'ich shartlarni berish mumkin, u holda berilgan rekurrent tenglamaning xususiy yechimi hosil bo'ladi. **Masalan:**

> **t:=2\*f(n)=3\*f(n-1)-f(n-2);**

$$eq := 2 f(n) = 3 f(n-1) - f(n-2)$$

> **rsolve({eq,f(1)=0,f(2)=1},f);**

$$2 - 4 \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

Universal buyruq **solve** funksional tenglamalarni yechish imkonini ham beradi, masalan:

> **F:=solve(f(x)^2-3\*f(x)+2\*x,f);**

**F:=proc(x) RootOf(\_Z^2 - 3\*\_Z + 2\*x) end**

Natijada oshkor bo'lmagan ko'rinishdagi yechim paydo bo'ladi. Lekin *Maple* muhitida bunday yechimlar ustida ishlash imkoni ham mavjud. Funksional tenglamalarning oshkor bo'lmagan yechimlarini **convert** buyrug'i yordamida biror elementar funksiyaga almashtirib olish mumkin. Yuqorida keltirilgan misolni davom ettirgan holda, oshkor ko'rinishdagi yechimni olish mumkin:

> **f:=convert(F(x),radical);**

$$f := \frac{3}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{9 - 8x}$$

**Trigonometrik tenglamalarni yechish.** Trigonometrik tenglamani echish uchun qo'llanilgan **solve** buyrug'i faqat bosh yechimlarni, ya'ni  $[0, 2\pi]$  intervaldagi yechimlarni beradi. Barcha yechimlarni olish uchun oldindan **EnvAllSolutions:=true** qo'shimcha buyruqlarni kiritish kerak bo'ladi. **Masalan:**

> **\_EnvAllSolutions:=true:**

> **solve(sin(x)=cos(x),x);**

$$\frac{1}{4} \pi + \pi \_Z1 \sim$$

*Maple* muhitida  $\_Z1$  belgi butun turdagi o'zgarmasni anglatadi, shuning uchun ushbu tenglama yechimining odatdagi ko'rinishi  $x = \pi/4 + \pi n$  bo'ladi, bu yerda  $n$  – butun son.

**Transsendent tenglamalarni yechish.** Transsendent tenglamalarni yechishda yechimni oshkor ko'rinishda olish uchun **solve** buyrug'idan oldin qo'shimcha **\_EnvExplicit:=true** buyrug'ini kiritish kerak bo'ladi.

Murakkab transsendent tenglamalar sistemasini yechish va uni soddalashtirishga misol qaraymiz:

> **t:={ 7\*3^x-3\*2^(z+y-x)=15, 2\*3^(x+1)+3\*2^(z+y-x)=66, ln(x+y+z) - 3\*ln(x)-ln(y\*z)=-ln(4) };**

> **\_EnvExplicit:=true:**

> **s:=solve(t,{x,y,z});**

> **simplify(s[1]);simplify(s[2]);**

$$\{x = 2, y = 3, z = 1\}, \{x = 2, y = 1, z = 3\}$$

Yuqorida keltirilgan fikrlar asosida quyidagi misollarni qaraymiz.

1. Tenglamalar sistemasining barcha yechimlarini toping  
Buyruqlar satrida tering:

> **t:={x^2-y^2=1,x^2+x\*y=2};**

> **\_EnvExplicit:=true:**

> **s:=solve(eq,{x,y});**

$$s := \{x = \frac{2}{3} \sqrt{3}, y = \frac{1}{3} \sqrt{3}\}, \{x = -\frac{2}{3} \sqrt{3}, y = -\frac{1}{3} \sqrt{3}\}$$

2. Endi topilgan yechimlar majmuasining yig'indisini toping.

Buyruqlar satrida tering:

```
> x1:=subs(s[1],x): y1:=subs(s[1],y):
x2:=subs(s[2],x): y2:=subs(s[2],y):
> x1+x2; y1+y2;
```

3.  $x^2 = \cos(x)$  tenglamaning sonli yechimini toping.

Buyruqlar satrida tering: :

```
> x:=fsolve(x^2=cos(x),x);
```

$x=.8241323123$

4.  $f(x)^2 - 2f(x) = x$  tenglamani qanoatlantiruvchi  $f(x)$  funksiyani toping.

Tering:

```
> F:=solve(f(x)^2-2*f(x)=x,f);
F:=proc(x) RootOf(_Z^2- 2*_Z- x) end
> f:=convert(F(x), radical);
```

$f := 1 + \sqrt{1+x}$

5.  $5\sin x + 12\cos x = 13$  tenglamaning barcha yechimlarini toping.

Buyruqlar satrida tering:

```
> _EnvAllSolutions:=true:
> solve(5*sin(x)+12*cos(x)=13,x);
```

$\arctan\left(\frac{5}{12}\right)$

### Oddiy tengsizliklarni yechish

Su bilan birga **solve** buyrug'i oddiy tengsizliklarni hisoblashda ham ishlatiladi. Tengsizlik yechimi izlanayotgan o'zgaruvchining o'zgarish intervali ko'rinishida beriladi. Bunday holda, agar tengsizlik yechimi yarim o'qdan iborat bo'lsa, u holda chiqarish joyida **RealRange**( $-\infty$ , **Open**( $a$ )) ko'rinish-dagi konstruksiya paydo bo'ladi, ya'ni  $x \in (-\infty, a)$ ,  $a$  – biror son. **Open** so'zi interval ochiq chegarali degan ma'noni bildiradi. Agar bu so'z bo'lmasa, u holda mos chegaralar ham yechimlar to'plamiga kiradi. **Masalan:**

```
> s:=solve(sqrt(x+3)<sqrt(x-1)+sqrt(x-2),x): convert(s,radical);
RealRange ( Open( (2/3) sqrt(21) ), infinity )
```

Agar siz tengsizlik yechimini  $x \in (a, b)$  turdagi intervalli to'plamlar ko'rinishida emas,  $a < x$ ,  $x < b$  turdagi izlanayotgan o'zgaruvchini chegaralanganlik ko'rinishida olmoqchi bo'lsangiz, u holda tengsizlik yechiladigan o'zgaruvchi figurali qavsda ko'rsatilishi lozim. **Masalan:**

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

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

**Tengsizliklar sistemasini yechish.** **solve** buyrug'i yordamida tengsizliklar sistemasini ham yechish mumkin. **Masalan:**

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

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

## 1.4. MathCAD va Maple tizimida matematik analiz masalalarini yechish.

## Operatorlar.

Mathcad dasturida  $+$ ,  $*$ ,  $-$ ,  $/$  ga o'xshash oddiy operatorlardan tashqari yana bir qancha operatorlar mavjud. Masalan matrisani Transponirlash, determinantini hisoblash yoki integral va hosilani hisoblashning maxsus operatorlari qo'llaniladi. Bu bobda quyidagi bo'limlar mavjud.

- Operatorlar ro'yxati.
- Ko'paytma va yi'indilarni hisoblash.
- Hosila
- Integrallar.

### Operatorlar ro'yxati.

Ko'pgina operatorlarni operatorlar palitrasidan foydalanib ishchi hujjatga kiritish mumkin. Quyida operatorlarni klavishlar yordamida qanday hosil qilish mimkinligi keltirilgan. Bu keltirilgan jadvalda quyidagi belgilashlar ishlatiladi.

- $A$  va  $B$  massivlarni ifodalaydi. (vektor va matrisalar)
- $u$  va  $v$  haqiqiy va kompleks elementli vektorlar.
- $M$  kvadrat matrisani ifodalaydi.
- $z$  va  $w$  haqiqiy va kompleks sonlarni ifodalaydi.
- $x$  va  $y$  haqiqiy sonlarni ifodalaydi.
- $m$  va  $n$  butun sonlarni ifodalaydi.
- $i$ - diskret argumentni ifodalaydi.
- $t$ - ixtiyoriy o'zgaruvchi.
- $f$  funksiyani ifodalaydi.
- $X$  va  $Y$  o'zgaruvchi yoki turli ifodalar.

Amal	Belgisi	Klavish	Vazifasi
Qavslar	$(X)$	'	Operatorlarni gruppalash
Quyida indeks	$v_i$	[	Vektorni ko'rsatilgan elementini qaytaradi.
Qo'sh indeks	$A_{m,n}$	[	Matritsani ko'rsatilgan elementini qaytaradi.

Yuqori indeks	$A^{<n>}$	[Ctrl] 6	A massivni n- ustunini qaytaradi.
Vektorizasiya	$\vec{X}$	[Ctrl] -	X ifodadagi amallarni har bir elementini alohida yozib qo'yadi.
Faktorial	n!	!	1*2*...*n qiymatni qaytaradi.
Kompleks tutashtirish	$\bar{X}$	“	X ning mavhum qismini o'zgartiradi.
Transponirlash	$A^T$	[Ctrl] 1	Satr va ustunlar o'rnini almashtiradi.
Daraja	$z^m$	^	z ni m- darajaga ko'taradi.
Matrisa darajalari	$M^n$	^	M kvadrat matrisani n- darajasi, $M^{-1}$ esa M ga teskari matrisa.
Ishorani o'zgartirish	-X	-	X ni -1 ga ko'paytiradi.
Elementlarni yig'indilash	$\sum v$	[Ctrl] 4	V vektor elementlari yig'indisini hisoblaydi.
Kvadrat ildiz	$\sqrt{z}$	\	Musbat z uchun kvadrat ildiz qaytaradi.
n- darajali ildiz	$\sqrt[n]{z}$	[Ctrl] \	z ni n- darajali ildizini qaytaradi.
Absolyut qiymat	z		$\sqrt{\text{Re}(z)^2 + \text{Im}(z)^2}$ ni qaytaradi
Vektor uzunligi	v		Vektor uzunligini qaytaradi.
Determinant	M		M kvadrat matrisani determinanti.
Bo'lish	$\frac{X}{z}$	/	X ifodani z skalyarga bo'ladi. Agar X massiv bo'lsa har bir elementini z ga bo'ladi
Ko'paytirish	X*Y	*	X va Y ko'paytmani qaytaradi.
Vektor ko'paytma	$u \times v$	[Ctrl] 8	3 elementli u va v vektorlarni ko'paytmasini qaytaradi.
Yig'indi	$\sum_{i=m}^n X$	[Ctrl] [Shift]4	x- ni I=m,m+1...n bo'yicha jamlaydi.

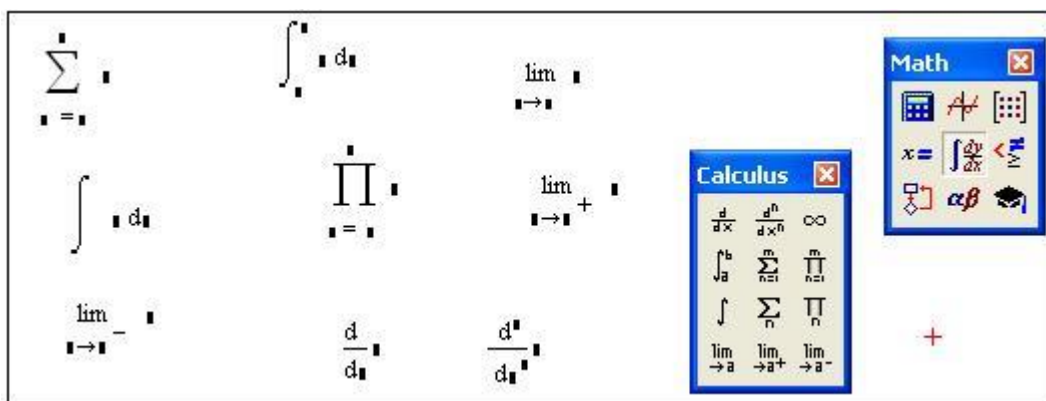


Ko'paytma	$\prod_{i=m}^n X$	[Ctrl] [Shift] 3	X ni $i=m, m+1, \dots, n$ bo'yicha ko'paytiradi
Diskret argument bo'yicha yig'indi	$\sum_i X$	\$	X ni i diskret argument bo'yicha yig'indisini chiqaradi.
Diskret argument bo'yicha ko'payt	$\prod_i X$	#	X ni i diskret argument bo'yicha ko'paytmasini chiqaradi.
Integral	$\int_a^b f(t)dt$	&	f(t) dan [a;b] interval bo'yicha aniq integralini qaytaradi.
Hosila	$\frac{d}{dt} f(t)$	?	f(t) ni t boyicha hosilasini t nuqtadagi qiymati t ga aniq qiymat berish kerak.
n- tartibli hosila	$\frac{d^n}{dt^n} f(t)$	[Ctrl] ?	f(t) ni t bo'yicha n- tartibli hosilasining t nuqtadagi qiymati.
Qo'shish	X+Y	+	Yig'indini hisoblaydi
Ayirish	X-Y	-	Ayirmani hisoblaydi
Qo'shishni ko'chirish	X... +Y	[Ctrl] [Enter]	Qo'shishni o'zi.
Katta	$x > y$	>	1 ni qaytaradi agar $x > y$ bo'lsa aks holda 0, x,y haqiqiy sonlar.
Kichik	$x < y$	<	1 ni qaytaradi agar $x < y$ bo'lsa aks holda 0, x,y haqiqiy sonlar.
Katta yoki teng	$x \geq y$	$\geq$	1 ni qaytaradi agar $x \geq y$ bo'lsa aks holda 0, x,y haqiqiy sonlar.
Kichik yoki teng	$x \leq y$	$\leq$	1 ni qaytaradi agar $x \leq y$ bo'lsa aks holda 0, x,y haqiqiy sonlar.
Teng emas	$z \neq w$	$\neq$	$z \neq w$ bo'lsa 1ni aks holda 0 ni qaytaradi
Teng	X=Y	[Ctrl] =	X=Y bo'lsa 1ni aks holda 0 ni qaytaradi

Limit	$\lim_{x \rightarrow a} f(x)$	[Ctrl] L	Funksiyani x ga intilgandagi limitini hisoblaydi. (simvolik rejimda)
Limit	$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x)$	[Ctrl] B	Funksiyani x ga chapdan intilgandagi limitini hisoblaydi. (simvolik rejimda)
Limit	$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x)$	[Ctrl] A	Funksiyani x ga o'ngdan intilgandagi limitini hisoblaydi. (simvolik rejimda)
Aniqmas integral	$\int f(t)dt$	[Ctrl] I	Funksiyani aniqmas integralini hisoblaydi. (simvolik rejimda)

### Operatorlar to'plami bo'yicha yig'indi va ko'paytmani hisoblash.

Har bir operatorga mos klavishalar kombinasiyasini esda saqlash zaruriyatidan qutilish mumkin. Operatorlarni kiritish uchun operatorlar palitrasi ishlatilishi mumkin. Operatorlar palitrasini ochish uchun menyuning quyisida joylashgan instrumentlar yo'lakchasidagi tugmalar ishlatiladi. Har bir tugma umumiy ko'rsatgich bo'yicha gruppalangan operatorlar palitrasini ochadi. Buni qanday amalga oshirishni 22-rasmda keltirilgan.



22-rasm. Yig'indi va ko'paytma operatorlarini operatorlar palitrasidan olish.

Yig'indi operatori ifodani indeksning barcha qiymatlarida hisoblaydi. Ko'paytma operatori ham xuddi shunga o'xshash ifodaning ko'paytmasini indeksning barcha qiymatlari bo'yicha hisoblaydi.

Ishchi hujjatda yig'indi operatorini hosil qilish uchun

- Sichqoncha orqali bo'sh joyni ko'rsating. So'ng [Ctrl] [Shift] 4 klavishalarini bosing.  $\sum_{i=1}^{\bullet}$  Yig'indi belgisi 4 ta bo'sh joy bilan paydo bo'ladi.
- Pastdagi bo'sh joydagi = belgisining chap tomonida o'zgaruvchini kiriting. Bu o'zgaruvchi yig'ingi indeksi hisoblanadi.  $\sum_{i=1}^{\bullet}$
- = dan o'ng tomondagi va yig'indini yuqorisidagi bo'sh joyga o'zgaruvchi qabul qiladigan qiymatlarni kiriting.  $\sum_{i=1}^{10}$
- va qolgan bo'sh joyga o'zgaruvchiga bog'liq bo'lgan ifoda kiriting va = ni kiritsangiz yig'indini natijasini chiqaradi.  $\sum_{i=1}^{10} i^2 = 385$

Xuddi shunday ko'paytma operatori tuziladi. Bu uchun [Ctrl] [Shift] 3 klavishalarini bosing va bo'sh joylarni yuqorida ko'rsatilganidek to'ldiring. 23-rasmda yig'indi va ko'paytma operatorlarini ishlatishga doir misollar keltirilgan.

The screenshot displays several mathematical expressions and their results in Mathcad:

- $\sum_{n=10}^{20} \frac{n}{2} = 82.5$
- $\sum_{k=1}^{20} \frac{(k+2)^2}{k+3 \cdot k^2} = 12.256$
- $x := 1..10$
- $\sum_x x = 55$
- $\prod_{k=1}^5 k = 120$
- $\prod_{a=1}^{10} \frac{a^2}{a+10} = 19.641$

Two floating windows are shown:

- Math**: Contains a calculator icon, a matrix icon, and a list of mathematical symbols including  $x =$ ,  $\int$ ,  $\frac{d}{dx}$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\infty$ .
- Calculus**: Contains icons for differentiation ( $\frac{d}{dx}$ ), integration ( $\int_a^b$ ), summation ( $\sum_{n=1}^m$ ), multiplication ( $\prod_{n=1}^m$ ), and limits ( $\lim_{x \rightarrow a}$ ,  $\lim_{x \rightarrow a^+}$ ,  $\lim_{x \rightarrow a^-}$ ).

23-rasm. Ko'paytma va yig'indilarni hisoblashga doir.

### Hosilalar.

Mathcadning hosila operatori berilgan nuqtada funksiya hosilasining miqdoriy qiymatini topish uchun mo'ljallangan. Masalan  $x^3$  ning  $x=2$  nuqtada  $x$  bo'yicha hosilasini topish uchun quyidagilarni bajaring.

- Avval hosilani topish kerak bo'lgan nuqtani kiritish kerak.  $x:=2$

- Hosila operatorini operatorlar palitrasidan yoki [?] klavishasini bosish bilan hosil qiling.  $\frac{d}{d}$  ko'rinishda hosil bo'ladi.
- Maxrajdagi bo'sh joyga o'zgaruvchini kiriting.  $\frac{d}{dx}$
- Qolgan bo'sh joyga esa ifodani kiriting.  $\frac{d}{dx} x^3$
- = belkisini bosning natijada  $\frac{d}{dx} x^3 = 12$  hosil bo'ladi.

Xuddi shu tartibda funksiya n- darajali hosilasining biror nuqtadagi miqdoriy qiymati ham hisoblanadi va o'zgaruvchining diskret qiymatlarida ham funksiya hosilasining qiymatlarini hisoblash mumkin. [Ctrl] ? klavishalarini bosning va yuqoridagi tartibda bo'sh joylarni to'ldiring. 24-rasmga bunga doir misollar keltirilgan.

$x := 4 \quad \frac{d}{dx} \left( \frac{x^2 + 4 \cdot x}{x + 1} \right) + 2 \cdot x = 9.12$   
 $f(y) := y + \frac{y^3}{4} \quad y := 2 \quad \frac{d}{dy} f(y) = 4$   
 $\frac{d^3}{dy^3} f(y) = 1.5 \quad y := 1.5 \quad \frac{d}{dy} f(y) =$

1.75
4
7.75
13
19.75

24-rasm. Mathcad yordamida differentsiallashtirishga doir misol.

Shuni esda saqlash kerakki, differentsiallashtirish natijasida funktsiyani hosilasi emas balki uning hosilasining biror nuqtadagi qiymatini qaytaradi. bundan tashqari biror bir funktsiyani boshqa bir funktsiyaning hosilasi ko'rinishida aniqlash mumkin. Masalan  $f(x) := \frac{d}{dx} g(x)$  bu metod funktsiyani ketma-ket nuqtalarda hisoblash uchun qo'llaniladi.

$g(x) := 5 \cdot x^4$	$i := -1..2$
$f(x) := \frac{d}{dx} g(x)$	$f(i) =$
	-20
	0
	20
	160

**Integrallar.** Mathcad da integrallash operatori bazi oraliqlarda funktsiya aniq integralini hisoblash uchun mo'ljallangan. Masalan  $\sin^2 x$  ning  $(0; \frac{\pi}{4})$  da aniq integrali quyidagicha hisoblanadi.

- Bo'sh joyni sichqoncha bilan belgilang va & belgisini kiriting. Integral osti ifodasi uchun bo'sh joyli integral belgisi paydo bo'ladi.  $\int \cdot dx$
- Pastki bo'sh joyga 0 ni va yuqoriga esa  $\frac{\pi}{4}$  ni kiriting. Integralni chegaralari ana shunday kiritiladi.  $\int_0^{\pi} \cdot dx$
- Integral belgisidan keyingi bo'sh joyga integrallash kerak bo'lgan ifodani kiriting.  $\int_0^{\pi} \sin(x)^2 dx$
- Qolgan bo'sh joyga integrallash o'zgaruvchisini kiriting  $\int_0^{\pi} \sin(x)^2 dx$
- Natijani ko'rish uchun = tugmasini bosing.  $\int_0^{\pi} \sin(x)^2 dx = \cdot$

Aniq integrallarni taxminiy hisoblash uchun Mathcad Romberg integrallashining sonli algoritmini qo'llaydi. Mathcad da sonli integrallashga bog'liq bir necha eslatma.

- Integral chegaralari aniq son bo'lishi kerak. Integrallash kerak bo'lgan ifoda faqat haqiqiy yoki kompleks bo'lishi kerak.
- Integral o'zgaruvchisidan tashqari integral ostidagi ifodalarning o'zgaruvchilari oldindan aniqlanishi kerak.
- Integrallash o'zgaruvchisi indeksisi, oddiy o'zgaruvchi bo'lishi kerak.
- Agar integrallash o'zgaruvchisi o'lchamli kattalik bo'lsa, integralning yuqori va quyi chegaralari ham o'sha o'lchamga ega bo'lishi kerak.



$$\int_1^2 x^3 dx = 3.75 \quad a := 2 \quad \int_0^5 (a+x)^2 dx = 111.667$$

$$\int_0^1 \int_2^4 (x+y)^2 dx dy = 25.333$$

## Maple тизимида математик анализ масалаларини ечиш Limitlarni hisoblash

Maple da ba'zi bir matematik amallarni bajarish uchun ikkita buyruq mavjud bo'lib, ulardan biri uni to'g'ridan to'g'ri bajarish, ikkinchisi esa amalga oshirishni bekor qilish (yoki uni formula ko'rinishda hosil qilish) uchun mo'ljallangan. Ikkala buyruq ham bir xil harflardan tashkil topgan bo'lib, to'g'ridan to'g'ri bajarish buyrug'i kichik harflar bilan, uni formula ko'rinishida hosil qilish buyrug'ida faqat birinchi harfi katta harf bilan yoziladi. Amalni bajarishni bekor qilish buyrug'iga murojoat qilinganidan keyin ekranda shu amalning standart analitik yozuvi paydo bo'ladi. Bunda hisoblash birdan bajarilmaydi. To'g'ridan to'g'ri bajarish buyrug'i hisoblash natijasini birdan chiqaradi.

Limitlarni hisoblash uchun ikkita buyruq mavjud:

a) To'g'ridan to'g'ri bajarish buyrug'i – **limit(f,x=a,par)**, bu yerda **f** – limiti hisoblanayotgan ifoda, **a** – limit hisoblanayotgan nuqta qiymati, **par** – bir taraflama limitni izlash uchun shart bo'lmagan parametr (**left** – chap, **right** – o'ng) yoki o'zgaruvchi turini ko'rsatish (**real** – haqiqiy, **complex** – kompleks).

b) bajarishni bekor qilish – **Limit(f,x=a,par)**, bu yerda ham buyruq parametrlari yuqorida berilgan buyruq kabi.

*Bu buyruqlarning bajarilishiga misollar:*

> **Limit(sin(2\*x)/x,x=0);**

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin(2x)}{x}$$

> **limit(sin(2\*x)/x,x=0);**

2

Bu buyruqlar yordamida matematik amallarni standart analitik ko'rinishda ham ifodalash mumkin, **masalan:**

> **Limit(x\*(Pi/2+arctan(x)),x=-infinity)= limit(x\*(Pi/2+arctan(x)), x=-infinity);**

$$\lim_{x \rightarrow (-\infty)} x \left( \frac{1}{2} \pi + \arctan(x) \right) = -1$$

Bir yoqlama limitlarni hisoblashda parametrlarining qiymati ko'rsatiladi: **left** – chap va **right** – o'ng limitni topish. **Masalan:**

> **Limit(1/(1+exp(1/x)),x=0,left)= limit(1/(1+exp(1/x)),x=0,left);**

$$\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{1}{1 + e^{\left(\frac{1}{x}\right)}} = 1$$

> **Limit(1/(1+exp(1/x)),x=0,right)=limit(1/(1+exp(1/x)), x=0,right);**

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{1 + e^{\left(\frac{1}{x}\right)}} = 0$$

### Misol

1.  $\lim_{x \rightarrow 1} (1-x) \operatorname{tg} \frac{\pi x}{2}$  limitni hisoblang. Quyidagini tering:

> **Limit((1-x)\*tan(Pi\*x/2),x=1)=limit((1-x)\*tan(Pi\*x/2),x=1);**

$$\lim_{x \rightarrow 1} (1-x) \tan\left(\frac{1}{2} \pi x\right) = 2 \frac{1}{\pi}$$

2. Bir yoqlama limitlarni hisoblang:  $\lim_{x \rightarrow 1} \operatorname{arg} \operatorname{tg}\left(\frac{1}{1-x}\right)$  u  $x - y \leq 1$   
Quyidagini tering:

> **Limit(arctan(1/(1-x)),x=1,left)=limit(arctan(1/(1-x)), x=1, left);**

$$\lim_{x \rightarrow 1^-} \arctan\left(\frac{1}{1-x}\right) = \frac{1}{2} \pi$$

> **Limit(arctan(1/(1-x)),x=1,right)=limit(arctan(1/(1-x)),x=1, right);**

$$\lim_{x \rightarrow 1^+} \arctan\left(\frac{1}{1-x}\right) = -\frac{1}{2} \pi$$

### Differensiallash. Hosilani qisoblash.

*Maple* muhitida hosilani hisoblash uchun ikkita buyruq mavjud:

a) to'g'ridan-to'g'ri bajarish – **diff(f,x)**, bu yerda **f** – differensiallanayotgan funksiya, **x** – differensiallash amalga oshirilayotgan o'zgaruvchining nomi.

b) amalga oshirishni bekor qilish – **Diff(f,x)**, bu yerda buyruq parametrlari yuqoridagidek. Bu buyruqning bajarilishi hosilani  $\frac{\partial}{\partial x} f(x)$  analitik yozuv ko'ri-nishida ifodalaydi.

Differensiallashdan keyin hosil bo'lgan ifodani soddalashtirish maqsadga muvofiq bo'ladi. Buning uchun sizga natija qanday ko'rinishda kerakligiga qarab **simplify**, **factor** yoki **expand** buyruqlari ishlatiladi.

**Masalan:**

> **Diff(sin(x^2),x)=diff(sin(x^2),x);**

$$\frac{\partial}{\partial x} \sin(x^2) = 2 \cos(x^2) x$$

Yuqori tartibli hosilalarni hisoblashda parametrda **x^n** ni ko'rsatish kerak bo'ladi, bu yerda **n** – hosila tartibi, **masalan:**

> **Diff(cos(2\*x)^2,x\$4)=diff(cos(2\*x)^2,x\$4);**

$$\frac{\partial^4}{\partial x^4} \cos(2x)^2 = -128 \sin(2x)^2 + 128 \cos(2x)^2$$

Olingan ifodani ikki xil usul bilan soddalashtirish mumkin:

> **simplify(%);**

$$\frac{\partial^4}{\partial x^4} \cos(2x)^2 = 256 \cos(2x)^2 - 128$$

> **combine(%);**

$$\frac{\partial^4}{\partial x^4} \left( \frac{1}{2} \cos(4x) + \frac{1}{2} \right) = 128 \cos(4x)$$

### Differensiallash operatori.

Differensiallash operatorini aniqlash uchun quyidagi buyruq ishlatiladi: **D(f)** – f-funksiya. Masalan:> **D(sin);**

cos

Berilgan nuqtada hosilani hisoblash:

> **D(sin)(Pi):eval(%);**

-1

Differensiallash operatori funksional operatorlarga qo'llaniladi.

> **f:=x->ln(x^2)+exp(3\*x);**

> **D(f);**

$$x \rightarrow 2 \frac{1}{x} + 3 e^{(3x)}$$

### Misol.

1.  $f(x) = \sin^3 2x - \cos^3 2x$  hosilasini hisoblang.

> **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. Hisoblang  $\frac{\partial^{24}}{\partial x^{24}} e^x (x^2 - 1)$  . Quyidagilarni tering:

> **Diff(exp(x)\*(x^2-1),x\$24)=diff(exp(x)\*(x^2-1),x\$24): collect(%,exp(x));**

$$\frac{\partial^{24}}{\partial x^{24}} e^x (x^2 - 1) = (x^2 + 551 + 48x) e^x$$

3.  $x = \pi/2$  va  $x = \pi$  nuqtalarda  $y = \sin^2 x / (2 + \sin(x))$  funktsiyaning ikkinchi hosilasini hisoblang.

> **y:=sin(x)^2/(2+sin(x)): d2:=diff(y,x\$2): x:=Pi; d2y(x)=d2;**

$$x:=p \quad d2y(p)=1$$

> **x:=Pi/2; d2y(x)=d2;**

$$x := \frac{1}{2} \pi \quad d2y\left(\frac{1}{2} \pi\right) = \frac{-5}{9}$$

### Xususiy hosilalar.

$f(x_1, \dots, x_m)$  funktsiyaning xususiy hosilasini hisoblash uchun bizga ma'lum bo'lgan **diff** buyrug'idan foydalaniladi. Bunday holda bu buyruq quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi: **diff(f,x1\$*n*1,x2\$*n*2,..., xm\$*n*m)**, bu yerda **x1, ..., xm** – differensiallash amalga oshiriladigan o'zgaruvchilar, **\$** belgidan keyin mos

differensiallash tartibi ko'rsatilgan. **Masalan**, xususiy hosila  $\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y}$  quyidagicha yoziladi: **diff(f,x,y)**.

### Misol

1.  $f = \arctg \frac{x}{y}$  funksiya uchun  $\frac{\partial f}{\partial x}$  va  $\frac{\partial f}{\partial y}$  ni toping.

> **f:=arctan(x/y): Diff(f,x)=simplify(diff(f,x));**

$$\frac{\partial}{\partial x} \arctan\left(\frac{x}{y}\right) = \frac{y}{y^2 + x^2}$$

> **Diff(f,y)=simplify(diff(f,y));**

$$\frac{\partial}{\partial y} \arctan\left(\frac{x}{y}\right) = -\frac{x}{y^2 + x^2}$$

2.  $f(x, y) = \frac{x-y}{x+y}$  funksiyaning 2-tartibli barcha xususiy hosilasini toping.

> **restart; f:=(x-y)/(x+y):**

> **Diff(f,x\$2)=simplify(diff(f,x\$2));**

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \frac{x-y}{x+y} = -4 \frac{y}{(x+y)^3}$$

> **Diff(f,y\$2)=simplify(diff(f,y\$2));**

$$\frac{\partial^2}{\partial y^2} \frac{x-y}{x+y} = 4 \frac{x}{(x+y)^3}$$

> **Diff(f,x,y)=diff(f,x,y);**

$$\frac{\partial^2}{\partial y \partial x} \frac{x-y}{x+y} = 2 \frac{x-y}{(x+y)^3}$$

### Funksiyalarni tekshirish

Funksiyalarni tekshirishni odatda uning aniqlanilish sohasini topishdan boshlanadi, lekin, afsuski bu qiyin avtomatlashtiriladigan amal hisoblanadi. Shuning uchun bu masalani ko'rib chiqishda tengsizlikni yechish kerak bo'ladi. Ammo funksiya sonlar o'qida aniqlanganmi yoki yo'q degan savolga, uni uzluksizligida tekshirish orqali javob topish mumkin.

#### Funksiyaning uzluksizligi va uzilish nuqtalari

$f(x)$  funksiyaning berilgan  $[x_1, x_2]$  oraliqda uzluksizligini tekshirish uchun **iscont(f,x=x1..x2)** buyrug'i ishlatiladi. Agar **f** funksiya shu intervalda uzluksiz bo'lsa, u holda **true** – (**chin**); agar **f** funksiya shu intervalda uzluksiz bo'lmasa **false** – (**yolg'on**) natija hosil bo'ladi. Xususan, agar **x = -infinity..+ infinity** interval berilsa, u holda **f** funksiya butun sonlar o'qida tekshiriladi. Aks holda uzilish nuqtasini izlashga to'g'ri keladi. Buni ikki usul bilan amalga oshirish mumkin:

a) **discont(f,x)** buyrug'i yordamida, bu yerda **f** – uzluksizligi tekshirilayotgan funksiya, **x** – o'zgaruvchi. Bu buyruq birinchi va ikkinchi tipdagi uzilish nuqtalarini topish uchun qulaydir.

b) **singular(f,x)**, buyrug'i yordamida, bu yerda **f** – uzluksizligi

tekshirilayotgan funksiya,  $x$  – o'zgaruvchi. Bu buyruq o'zgaruvchining haqiqiy hamda kompleks qiymatlari uchun ikkinchi tipdagi uzilish nuqtalarini topish uchun qulaydir.

Ikkala buyruq ham natijani figurali qavslarda uzilish nuqtalarini ketma-ketligi ko'rinishida ifodalaydi. Yozuvning bunday turi *set* ga tengishli bo'ladi. Olingan uzilish nuqtalarini keyinchalik ishlatish uchun **convert** buyrug'ida *set* turidan oddiy sonli turga o'tkazish kerak bo'ladi.

### Misollar

1.  $y = e^{\frac{1}{x+3}}$  funksiyaning uzilish nuqtalarini toping

> **readlib(iscont): readlib(discont):**  
 > **iscont(exp(1/(x+3)),x=-infinity..infinity);**  
*false*

Bu ushbu funksiya uzluksizlik emasligini bildiradi. Shuning uchun uzilish nuqtasini quyidagi buyruq orqali topish kerak bo'ladi:

> **discont(exp(1/(x+3)),x);**  
 {-3}

2. Funksiyaning uzilish nuqtasini toping :

> **readlib(singular):**  
 > **iscont(tan(x/(2-x)),x=-infinity..infinity);**  
*false*

> **singular(tan(x/(2-x)),x);**  $y = \operatorname{tg} \frac{x}{2-x}$

$$\{x=2\}, \left\{x=2 \frac{\pi(2\sqrt{2}+1)}{-2+2\sqrt{2}-\pi+\pi}\right\}$$

### Ekstremumlar. Funksiyaning eng katta va eng kichik qiymatlari.

Funksiyani ekstremumga tekshirish uchun **extrema(f,{cond}, x,'s')** buyrug'i ishlatiladi, bu yerda **f** – ekstremumi izlanayotgan funksiya, figurali qavsdagi **{cond}** o'zgaruvchi uchun cheklashlarni ko'rsatadi, **x** – o'sha bo'yicha ekstremumi izlanayotgan o'zgaruvchining nomi, apostrofdan 's' – ekstremum nuqtalarining koordinalarini o'zlashtiradigan o'zgaruvchining nomi beriladi. Agar figurali qavs bo'sh {} qoldirilsa, u holda ekstremumni izlash butun sonlar o'qida amalga oshiriladi. Bu buyruqning bajarilish natijasi *set* turiga tegishli bo'ladi.

#### Masalan:

> **readlib(extrema): extrema(arctan(x)-ln(1+x^2)/2, {}, x, 'x0'); x0;**  
 $\left\{\frac{1}{4}\pi - \frac{1}{2}\ln(2)\right\}$   
 {{x=1}}

Chiqarishning birinchi satrida funksiya ekstremumi, ikkinchi satrida esa shu ekstremumning nuqtasi beriladi.

Afsuski, bu buyruq nuqtalardan qaysi maksimum yoki minimum ekanligini aniqlay olmaydi.

$f(x)$  funksiyaning  $x$  o'zgaruvchi bo'yicha  $x \in [x1, x2]$  intervalda maksimumini topish uchun **maximize(f,x,x=x1..x2)**,  $f(x)$  funksiyaning  $x$  o'zgaruvchi bo'yicha  $x$

$\in [x_1, x_2]$  intervalda minimumini topish uchun **minimize(f, x, x=x1..x2)** buyruqlaridan foydalaniladi. Agar o'zgaruvchidan keyin 'infinity' yoki **x=-infinity..infinity** interval ko'rsatilsa, u holda **maximize** va **minimize** buyruqlari butun sonlar o'qida mos ravishda maksimum va minimumlarni haqiqiy hamda kompleks sonlar to'plamidan izlaydi. Agar bu parametrlar ko'rsatilmasa, u holda maksimum va minimumlarni izlash faqat haqiqiy sonlar to'plamida amalga oshiriladi. **Masalan:**  $\text{> maximize}(\exp(-x^2), \{x\});$

1

Bu buyruqlarning kamchiliklari shundan iboratki, ular mos ravishda maksimum va minimum nuqtalarda faqat funksiyaning qiymatini beradi. Buning uchun,  $y=f(x)$  funksiyani ko'rsatilgan (max yoki min) xarakterda va  $(x, y)$  koordinatada ekstremumga tekshirish masalasini to'liq hal qilish uchun eng avval  $\text{> extrema}(f, \{x, 's'\}; s;$  buyrug'ini, so'ngra **maximize(f,x); minimize(f,x)** buyruqlarini bajarish kerak bo'ladi. Shundan keyin, barcha ekstremumlarning koordinatalari to'liq topilgan va ularni xarakterlari (max ili min) aniqlangan bo'ladi.

**maximize** va **minimize** buyruqlar absolyut ekstremumlarni tez topadi, lekin lokal ekstremumlarni har doim ham topish uchun qulay emas. **extrema** buyrug'i funksiya ekstremumga ega bo'lmaganda ham kritik nuqtalarini hisoblaydi. Bunday holda birinchi chiqarish satridagi ekstremal qiymatlar ikkinchi satrda hisoblangan kritik qiymatlardan kichik bo'ladi.  $f(x)$  funksiyaning  $x=x_0$  nuqtada topilgan ekstremumining xarakterini aniqlash mumkin, buning uchun esa shu nuqtada ikkinchi tartibli hosilasini hisoblanadi va uning ishorasiga qarab xulosa qilinadi: agar  $f''(x_0) > 0$  bo'lsa, u holda  $x_0$  nuqtada min, aks holda agar  $f''(x_0) < 0$  bo'lsa - max.

Maksimum va minimum nuqtalarning koordinalarini topish uchun bu buyruqning parametrlarida o'zgaruvchidan keyin vergul bilan **location** so'zi yoziladi. Natijasda chiqarish satrida funksiyaning maksimumi(minimumi) dan keyin figurali qavsda maksimum(minimum) nuqtalari chiqariladi.

**Masalan:**  $\text{> minimize}(x^4 - x^2, x, \text{location});$

$$\frac{-1}{4}, \left\{ \left[ \left\{ x = -\frac{1}{2}\sqrt{2} \right\}, \frac{-1}{4} \right], \left[ \left\{ x = \frac{1}{2}\sqrt{2} \right\}, \frac{-1}{4} \right] \right\}$$

Chiqarish satrida minimum koordinalari hamda bu nuqtada funksiya qiymatlari hosil bo'ldi.

#### Misollar

$$1. y := \frac{1}{2} \left( x^2 - \frac{1}{2} \right) \arcsin(x) + \frac{1}{4} x \sqrt{1-x^2} - \frac{1}{12} \pi x^2 \text{ berilgan bo'lsa max va min ni}$$

toping.

$\text{> readlib}(\text{extrema});$

$\text{> y} := (x^2 - 1/2) * \arcsin(x) / 2 + x * \text{sqrt}(1 - x^2) / 4 - \text{Pi} * x^2 / 12; \text{extrema}(y, \{x, 's'\}; s;$

$$\left\{ -\frac{1}{24} \pi + \frac{1}{16} \sqrt{3}, -\frac{1}{4} \arcsin(0) \right\}$$

$$\left\{ \left\{ x = \frac{1}{2} \right\}, \{ x = 0 \} \right\}$$

Bu buyruqning bajarilishi natijasida funksiya ekstremumlari va ekstremum



nuqtalari topilgan. Shunday qilib (0,0) va  $(1/2, -\pi/24 + \sqrt{3}/16)$  nuqtalarda ekstrimum topilgan. Faqatgina ulardan qaysi biri maksimum va qaysi minimum ekanligini aniqlash qoldi. Buning uchun **maximize** va **minimize** buyruqlari ishlatiladi.

> **readlib(maximize):readlib(minimize):**

> **ymax:=maximize(y,{x});**

> **ymin:=minimize(y,{x});**

2.  $x \in [1, 2]$  intervalda  $f(x) = x^2 \ln x$  ning eng katta va eng kichik qiymatlarini toping. Tering:

> **f:=x^2\*ln(x): maximize(f, x=1..2);**

$$4 \ln(2)$$

> **minimize(f,x):simplify(%);**

$$-\frac{1}{2} e^{(-1)}$$

3.  $y = \frac{x^3}{4-x^2}$  funksiya ekstremumini toping va ikkinchi tartibli hosila orqali

uning xarakterini aniqlang. Tering:

> **restart:y:=x^3/(4-x^2): readlib(extrema):readlib(maximize):**

> **readlib(minimize): extrema(y,{x,'s'});s;**

$$\{-3\sqrt{3}, 3\sqrt{3}\}$$

$$\{\{x=2\sqrt{3}\}, \{x=-2\sqrt{3}\}, \{x=0\}\}$$

Ikkita ekstremum va uchta kritik nuqtalar hosil bo'ldi. Tekshirishni ikkinchi tartibli hosila yordamida davom ettirish mumkin:

> **d2:=diff(y,x\$2): x:=0: d2y(x):=d2;**

$$d2y(0):=0$$

> **x:=2\*sqrt(3):d2y(x):=d2;**

$$d2y(2\sqrt{3}) := -\frac{3}{4}\sqrt{3}$$

> **x:=-2\*sqrt(3):d2y(x):=d2;**

$$d2y(-2\sqrt{3}) := \frac{3}{4}\sqrt{3}$$

Xuddi shunday,  $y''(0) = 0$ , ya'ni  $x=0$  nuqtada ekstremum yo'q; xuddi shunday  $y''(2\sqrt{3}) < 0$ , ya'ni  $x = 2\sqrt{3}$  nuqtada max bo'ladi; xuddi shunday  $y''(-2\sqrt{3}) > 0$ , ya'ni  $x = -2\sqrt{3}$  nuqtada min bo'ladi. Matn rejimiga o'ting va javobni quyidagi ko'rinishda yozing: “  $(2\sqrt{3}, -3\sqrt{3}/4)$  nuqtada maksimum ,  $(-2\sqrt{3}, -3\sqrt{3}/4)$  nuqtada minimum ”.

### Funksiyani umumiy sxema bo'yicha tekshirish

$f(x)$  funksiyaning aniqlanish sohasi funksiyaning uzluksizlikka tekshirilgan keyin to'liq ko'rsatilishi mumkin.

$f(x)$  funksiyaning uzluksizligi va uzilish nuqtalari quyidagi sxema bo'yicha amalga oshiriladi:

> **iscont(f, x=-infinity..infinity);**

> **d1:=discont(f,x);**

> **d2:=singular(f,x);**

**d1** va **d2** o'zgaruvchilar 1 va 2 turdagi uzilish nuqtalarining koordinatasi x

ning qiymatini o'zlashtiradi (agar ular topilgan bo'lsa).

**Asimptotalar.** Cheksiz uzilish nuqtalari  $f(x)$  funksiya grafigining vertikal asimptotalarini aniqlaydi. Vertikal asimptota tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

> **yr:=d2;**

$f(x)$  funksiyaning cheksizlikdagi holati egilgan (egri) asimptotani xarakterlaydi (agar u mavjud bo'lsa). Egri asimptota tenglamasi  $y=kx+b$ , bu yerda koeffitsiyentlar quyidagi formulalar bo'yicha 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 ham xudi shu formulalar. Shuning uchun egri asimptotani topish quyidagi sxema bilan amalga oshiriladi:

> **k1:=limit(f(x)/x, x=+infinity);**

> **b1:=limit(f(x)-k1\*x, x=+infinity);**

> **k2:=limit(f(x)/x, x=-infinity);**

> **b2:=limit(f(x)-k2\*x, x=-infinity);**

Ko'p hollarda, **k1=k2** va **b1=b2** bo'ladi, bunday holda bitta asimptota bo'ladi. Shuni hisobga olgan holda asimptota tenglamasi tuziladi:

> **yn:=k1\*x+b1;**

### Ekstremumlar.

$f(x)$  funksiyaning ekstremumga tekshirish quyidagi sxema bo'yicha bajariladi:

> **extrema(f(x), {x, 's'});**

> **s;**

> **fmax:=maximize(f(x), x);**

> **fmin:=minimize(f(x), x);**

Bu buyruqning bajarilish natijasida  $f(x)$  funksiyaning barcha maksimum va minimumlarining  $(x, y)$  koordinatalari topiladi.

### Integrallash. Analitik va sonli integrallash.

$f(x)dx$  aniqmas integralni hisoblashda 2 ta buyruq ishlatiladi:

1) to'g'ridan-to'g'ri ijro etish – **int(f, x)**, bu yerda **f** – integral osti funksiyasi, **x** – integrallash o'zgaruvchisi;

2) ijro etish bekor qilingan – **Int(f, x)** – bu yerda parametrlar ham to'g'ridan-to'g'ri ijro etish – **int** buyrug'i kabi. **Int** buyrug'i ekranda integralni matematik formulasini analitik ko'rinishda beradi.

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

Aniq integralni hisoblashda **int** va **Int** buyruqlarda integrallash chegaralari ko'rsatiladi. **Masalan,**

> **Int((1+cos(x))^2, x=0..Pi)= int((1+cos(x))^2, x=0..Pi);**

$$\int_0^{\pi} (1 + \cos(x))^2 dx = \frac{3}{2}\pi$$

Agar integralash buyrug'ida **continuous: int(f, x, continuous)** qo'shilsa, u holda *Maple* integralash oraliq'ida integral osti funksiyasining mumkin bo'lgan ixtiyoriy uzilishlarini bekor qiladi. Bu cheklanmagan funksiyalardan xususiy

bo'lmagan integrallarni hisoblash imkonini beradi. Agar **int** buyruq parametrda, masalan, **x=0..+infinity** ko'rsatilsa, u holda integrallashning cheksiz chegarali bilan xususiy bo'lmagan integrallar hisoblanadi.

Sonli integrallash **evalf(int(f, x=x1..x2), e)** buyrug'i orqali amalga oshiriladi, bu yerda **e** – hisoblash aniqligi (nuqtadan keyingi belgilar soni).

**Parametrga bog'liq bo'lgan integrallar. Parametr uchun cheklashlar.**

Agar biror parametrga bog'liq integralni hisoblash tala etilgan bo'lsa, u holda uning qiymati shu parametrning ishorasiga yoki biror - bir cheklashlarga

bog'liq bo'ladi. Misol tariqasida quyidagi integralni  $\int_0^{\infty} e^{(-a x)} dx$  qaraymiz.

Matematik tahlildan ma'lumki, bu integral  $a>0$  da yaqinlashuvchi va  $a<0$  da uzoqlashuvchi bo'ladi. Agar integralni birdan hisoblasak, u holda quyidagi hosil bo'ladi:

> **Int(exp(-a\*x), x=0..+infinity)=int(exp(-a\*x), x=0..+infinity);**

$$\int_0^{\infty} e^{(-a x)} dx = \lim_{x \rightarrow \infty} -\frac{e^{(-a x)} - 1}{a}.$$

Bunday usul bilan parametrli integralni hisoblab bo'lmaydi. Hisoblashning aniq analitik natijasiga ega bo'lish uchun parametrning qiymati haqida biror bir mulohaza bildirish kerak bo'ladi, ya'ni unga ba'zi bir cheklashlar qo'yiladi. Bu **assume(f1)** buyrug'i orqali amalga oshiriladi, bu yerda **f1** – tengsizlik. Qo'shimcha cheklashlar **additionally(f2)** buyrug'i yordamida kiritiladi, bu yerda **f2** – parametr qiymatini boshqa tomondan cheklaydigan boshqa bir tengsizlik.

Cheklashlar o'rnatilgan keyin parametr nomidan so'ng (~) belgi paydo bo'ladi.

**a** parametrga qo'yilgan cheklashlarni **about(a)** buyrug'i orqali aniqlashtirish mumkin. **Masalan:** **a** parametrga quyidagi cheklashlarni qo'ying  $a>-1, a \neq 3$ :

> **assume(a>-1); additionally(a<=3);**

> **about(a);**

Originally a, renamed a~:

is assumed to be: RealRange(Open(-1),3)

Parametrli integral  $\int_0^{\infty} e^{(-a x)} dx$  ni hisoblashga qaytamiz:

> **assume(a>0);**

> **Int(exp(-a\*x), x=0..+infinity)=int(exp(-a\*x), x=0..+infinity);**

$$\int_0^{\infty} e^{(-a \sim x)} dx = \frac{1}{a \sim}$$

**Integrallashning asosiy metodlarini o'rganish.**

*Maple* da matematikani o'rganish uchun **student** paketi mavjud. U hisoblashlarni qadamma-qadam bajarishga mo'ljallangan bir qancha qism dasturlar majmuasidan iborat bo'lib, natijaga olib keluvchi amallar ketma-ketligini

tushunarli bo'lishligini ta'minlaydi. Bularga bo'laklab integrallash **intparts** va o'zgaruvchilarni almashtirish **changevar** buyruqlari kiradi..

Bo'laklab integrallash formulasi:  $\int u(x)v'(x)dx = u(x)v(x) - \int u'(x)v(x)dx$

Agar integral osti funksiyasini  $f=u(x)v'(x)$  orqali belgilab olsak, u holda bo'laklab integrallash buyrug'ining parametrlari quyidagicha bo'ladi:

**intparts(Int(f, x), u)**, bu yerda **u** – hosilasi bo'laklab integrallash formulasi orqali hisoblanayotgan **u(x)** funksiyadir.

Agar integralda o'zgaruvchilarni almashtirish  $x=g(t)$  yoki  $t=h(x)$  talab etilgan bo'lsa, u holda o'zgaruvchilarni almashtirish buyrug'i parametrlari quyidagicha bo'ladi: **changevar(h(x)=t, Int(f, x), t)**, bu yerda **t** – yangi o'zgaruvchi.

**intparts** va **changevar** buyruqlarning ikkalasi ham integralni oxirigacha hisoblamaydi, faqatgina oraliq hisoblashlarni amalga oshiradi. Oxirgi natijasni olish uchun bu buyruqlar bajarilganidan keyin **value(%)** buyrug'ini yozish kerak, bu yerdaye % - oldingi satrni bildiradi.

Ushbu buyruqlardan foydalanishdan oldin **student** paketini **with(student)** buyrug'i orqali yuklash kerak bo'ladi..

### Karrali integrallarni hisoblash

*Maple* muhitida ikki va uch karali integrallarni hisoblash uchun maxsus

buyruqlar mavjud. Ikki karrali  $\iint_D f(x,y) dx dy$  integralni hisoblash uchun **Doubleint(f(x, y), D)** buyrug'i ishlatiladi, bu yerda **D** – integrallash sohasi bo'lib, quyidagi ko'rinishlardan birida yoziladi:

- $x=x1..x2, y=y1..y2$ , bu yerda  $x1, x2, y1, y2$  sonlar integrallashning to'rt burchakli sohasini aniqlaydi;
- $x=f1(y)..f2(y), y=y1..y2$ , bu yerda  $f1(y), f2(y)$  –chiziqlar bo'lib  $y1$  dan  $y2$  gacha intervalda integrallash sohasini chap va o'ngdan chegaralaydi;
- $x=x1..x2, y=g1(x)..g2(x)$ , bu yerda  $g1(y), g2(y)$  - chiziqlar bo'lib  $x1$  dan  $x2$  gacha intervalda integrallash sohasini quyi va yuqorian chegaralaydi.

Uch karali integrallar  $\iiint_V f(x,y,z) dx dy dz$  ni hisoblash uchun **Tripleint(f(x, y, z), x, y, z, V)** buyrug'i ishlatiladi, bu yerda **V** – integrallash sohasi. Ikkala buyruq ham bekor qilingan amal buyrug'i hisoblanadi. Integralni sonli qiymatini olish uchun **value(%)** buyrug'i ishlatiladi.

Takroriy integrallarni **int** buyruqlarini takroran yozish orqali bajarish

mumkin, masalan,  $\int_0^2 dy \int_0^1 x^2 y^3 dx$  takroriy integral quyidagicha hisoblanadi:  
> **int(int(x^2\*y^3, x=0..1), y=0..2);**

$$\frac{4}{3}$$

### Qator yig'indisi va ko'paytmasini hisoblash

Chekli va cheksiz yig'indi  $\sum_{n=a}^b S(n)$  ni to'g'ridan-to'g'ri bajarish buyrug'i **sum** va bajarish bekor qilingan buyrug'i **Sum** orqali belgilanadi. Bu buyruqlarning

parametrlari bir xil: **Sum(t, n=a..b)**; va **sum(t, n=a..b)**; bu yerda **t** – yig'indining indeksiga bog'liq bo'lgan ifoda, **a..b** – esa yig'indini **n=a** dan **n=b** gacha bajarilishini ko'rsatuvchi yig'indi indeksining chegarasi.

> **sum('k^2', 'k'=0..4)**;

30

> **sum('k^2', 'k'=0..n)**;

$$\frac{1}{3}(n+1)^3 - \frac{1}{2}(n+1)^2 + \frac{1}{6}n + \frac{1}{6}$$

> **sum('k^2', 'k')**;

$$\frac{1}{3}k^3 - \frac{1}{2}k^2 + \frac{1}{6}k$$

> **sum('a[k]\*x^k', 'k'=0..4)**;

$$a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + a_4 x^4$$

> **sum('a[k]\*x^k', 'k'=0..n)**;

$$\sum_{k=0}^n a_k x^k$$

> **Sum('k/(k+1)', 'k'=0..n) = sum('k/(k+1)', 'k'=0..n)**;

$$\sum_{k=0}^n \frac{k}{k+1} = n+1 - \Psi(n+2) - \gamma$$

> **sum('k/(k+1)', 'k')**;

$$k - \Psi(k+1)$$

> **sum('k\*a^k', 'k')**;

$$\frac{a^k (k a - k - a)}{(a-1)^2}$$

Agar cheksiz qator yig'indisini hisoblash talab etilgan bo'lsa yuqori chegara sifatida **infinity** kiritiladi.

$$\prod_{n=a}^b P(n)$$

ko'paytma ham xuddi shunday bevosita bajarish buyrug'i **product(P(n), n=a..b)** va bajarilmaydigan buyrug'i **Product P(n), n=a..b** yordamida belgilanadi

> **product( k^2, k=1..4 )**;

576

> **product( k^2, k=1..n )**;

$$\Gamma(n+1)^2$$

> **product( k^2, k )**;

$$\Gamma(k)^2$$

> **product( a[k], k=0..4 )**;

$$a_0 a_1 a_2 a_3 a_4$$

> **product( a[k], k=0..n )**;

$$\prod_{k=0}^n a_k$$

> **Product( n+k, k=0..m ) = product( n+k, k=0..m )**;

$$\prod_{k=0}^m (n+k) = \frac{\Gamma(n+m+1)}{\Gamma(n)}$$

> **product( k, k=RootOf(x^3-2) )**;

2

## 1.5. Differensial tenglamalarni umumiy yechimini topish.

### Mathcad da differensial tenglamalarni yechish.

Mathcad oddiy differensial tenglamalarni yechish uchun funksiyalar qatoriga ega. Shu har bir qatordagi funksiyalar differensial tenglamalarni yechish uchun mo'ljallangan. Differensial tenglamani yechadigan har bir algoritm uchun Mathcad har xil funksiyalarga ega. Bu differensial tenglamalarni yechish uchun quyidagilar talab qilinadi.

1. Boshlang'ich shart.
2. Yechim topiladigan nuqtalar.
3. Differensial tenglamani to'liq ko'rinishi.

#### Birinchi tartibli differensial tenglamalar.

$\frac{dy}{dx} + 3y = 0$  , (1)  $y(0)=1$  - boshlang'ich shart. (1) ko'rinishdagi tenglama

birinchi tartibli differensial tenglama deyiladi. 1-rasmda differensial tenglamalarni yechimini topish uchun rkfixed funksiyasidan foydalanish ko'rsatilgan.

$y' + 3y = 0$     **Differensial tenglamaning yechimini toping**

$y(0) = 1$     **Boshlang'ich shart**

**Yechish**


$y' = -3y$      $D(x, y) := -3 \cdot y$     **hosila funksiyasi**

$y_0 := 1$     **- boshlang'ish shart**

$z := \text{rkfixed}(y, 0, 4, 100, D)$     **[0,4] oraliqdagi qiymati**

**Yuqoridagi differensial tenglamaning yechimi  $y(x) = e^{-3x}$**

$y(x) := e^{-3x}$      $i := 0..4$     **i    y(i)**



$y(i) =$

1
0.05
0.002
0

**aniq yechim**

	0	1
21	0.84	0.08
22	0.88	0.071
23	0.92	0.063
24	0.96	0.056
25	1	0.05

**taqribiy yechim**

**bu yerdan ko'rinadiki aniq va taqribiy yechimlar i=1 da 0.05 qiymat qabul qilyapti**

1-rasm. 1- tartibli differensial tenglamani yechish.

rkfixed funksiyasi quyidagi argumentlarga ega  $\text{rkfixed}(y, x1, x2, n, D)$



- $y$ - boshlang'ich shartdagi  $n$  o'lchamli vektor.
- $x_1, x_2$  - interval chegarasi, bu intervaldada differensial tenglamaning yechimi topiladi.
- $n$ - nuqtalar soni ( boshlang'ich nuqtalar hisobga olinmaydi.) bu argument orqali matritsaning satrlar soni aniqlanadi.
- $D(x,y)$  - 1- tartibli hosilani o'z ichiga oluvchi  $n$  tartibli vektor ko'rinishi.

1- rasmda  $y'(x)$  1- tartibli hosilani topib,  $D(x,y)$  ni aniqlash yetarli edi.

Bazi differensial tenglamalarda esa bu ishni qilish qiyinroq. 2-rasmda shunga doir misol keltirilgan.

$y' = -y^2 + x$       differensial tenglamani yeng

$y(0) = 1$             boshlang'ich shart

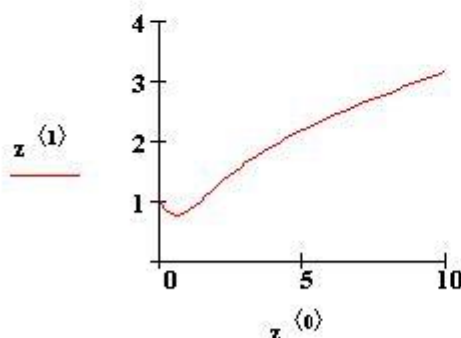
yechim  $[0,10]$  kesmada aniqlansin

$y_0 := 1$

$D(x, y) := -(y_0)^2 + x$

$z := \text{rkfixed}(y, 0, 10, 50, D)$


yechimni grafik ko'rinishi



yechim

	0	1
35	7	2.609
36	7.2	2.647
37	7.4	2.685
38	7.6	2.723
39	7.8	2.76
40	8	2.796
41	8.2	2.832
42	8.4	2.868
43	8.6	2.903
44	8.8	2.937
45	9	2.972
46	9.2	3.005
47	9.4	3.039
48	9.6	3.072
49	9.8	3.104
50	10	3.137

$z =$



2-rasm. 1-tartibli differensial tenglamani yechishga doir.

### Differensial tenglamalarning umumiy yechimi.

*Maple* muhitida differensial tenglamalarni analitik yechish uchun **dsolve(t,f,options)** buyrug'i ishlatiladi, bu yerda **t** – differensial tenglama, **f** – noma'lum funksiya, **options** – parametrlar. Parametrlar yechish metodlarini ko'rsatadi, masalan, jimlikda analitik yechim quyidagicha izlanadi: **type=exact**. Differensial tenglamalarni tuzishda hosilalarni belgilash uchun **diff** buyrug'i ishlatiladi, masalan,  $y''+y=x$  differensial tenglama quyidagicha yoziladi:

**diff(y(x),x\$2)+y(x)=x.**

Differensial tenglamalarning umumiy yechimi ixtiyoriy o'zgarmasdan, ya'ni differensial tenglama tartibini bildiruvchidan sondan bog'liq bo'ladi. *Maple* da bunday o'zgarmaslar, odatda, `_S1`, `_S2`, va hokazo ko'rinishlarda belgilanadi

**dsolve** buyrug'i differensial tenglamalar yechimini hisoblanmaydigan formatda chiqarishni amalga oshiradi. Yechim bilan keyinchalik ishlash kerak bo'lsa, (masalan, yechimni grafigini qurish kerak bo'lsa) olingan yechimning chap tomonini **rhs(%)** buyrug'i bilan ajratish kerak bo'ladi.

### Misollar

1  $y'+y\cos x=\sin x \cos x$  differensial tenglamaning umumiy yechimini toping.

> **restart;**

> **de:=diff(y(x),x)+y(x)\*cos(x)=sin(x)\*cos(x);**

$$de := \left( \frac{\partial}{\partial x} y(x) \right) + y(x) \cos(x) = \sin(x) \cos(x)$$

> **dsolve(de,y(x));**

$$y(x) = \sin(x) - 1 + e^{(-\sin(x))} \_C1$$

2.  $y''=2y'+y=\sin x+e^{-x}$  ikkinchi tartibli differensial tenglamaning umumiy yechimini toping.

> **restart;**

> **deq:=diff(y(x),x\$2)-2\*diff(y(x),x)+y(x)=sin(x)+exp(-x);**

$$deq := \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} y(x) \right) - 2 \left( \frac{\partial}{\partial x} y(x) \right) + y(x) = \sin(x) + e^{(-x)}$$

> **dsolve(deq,y(x));**

$$y(x) = \_C1 e^x + \_C2 e^{-x} + \frac{1}{2} \cos(x) + \frac{1}{4} e^{(-x)}$$

3.  $q > k$  va  $q=k$  (rezonans) ikki holda  $y''+k^2y=\sin(qx)$  differensial tenglamaning umumiy yechimini toping.

> **restart; de:=diff(y(x),x\$2)+k^2\*y(x)=sin(q\*x);**

$$de := \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} y(x) \right) + k^2 y(x) = \sin(qx)$$

> **dsolve(de,y(x));**

$$y(x) = \sin(kx) \_C2 + \cos(kx) \_C1 - \frac{\sin(qx)}{-k^2 + q^2}$$

Endi rezonans holda yechimni topamiz. Buning uchun **dsolve** buyrug'ining oldida  $q=k$  ni yozish kerak.

> **q:=k: dsolve(de,y(x));**

$$y(x) = \sin(kx) \_C2 + \cos(kx) \_C1 - \frac{1}{2} \frac{\cos(kx)x}{k}$$

### Yechimning fundamental (baza) sistemasini.

**dsolve** buyrug'i yechimning fundamental sistemasini topish imkoniyatini yaratadi. Buning uchun **dsolve** buyrug'i parametrda **output=basis** deb ko'rsatish kerak.

### Misol

1. Diffensial tenglama yechimining fundamental sistemasini toping:  
 $y^{(4)}+2y''+y=0$ .

> **de:=diff(y(x),x\$4)+2\*diff(y(x),x\$2)+y(x)=0;**

$$de := \left( \frac{\partial^4}{\partial x^4} y(x) \right) + 2 \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} y(x) \right) + y(x) = 0$$

> **dsolve(de, y(x), output=basis);**

$$[\cos(x), \sin(x), x \cos(x), x \sin(x)]$$

## 1.6. ODT uchun Koshi va aralash masalalarni yechish.

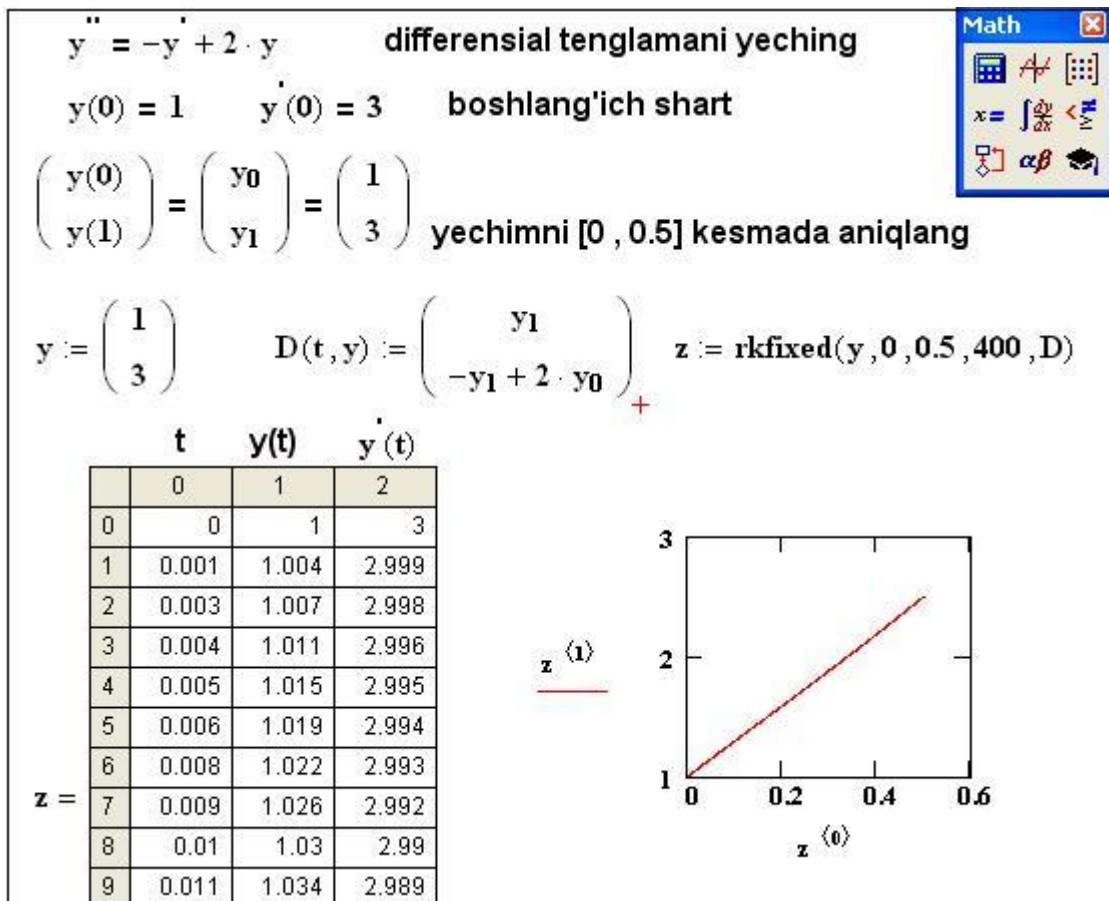
### Ikkinchi tartibli differensial tenglamalar.

Birinchi tartibli differensial tenglamalarni yechimini topishni o'rganganimiz-dan keyin, biz undan yuqori tartibli differensial tenglamalarni yechimini topishga harakat qilamiz. Ikkinchi tartibli differensial tenglamalarni yechimini topish ancha qiyinroq, u birinchi tartibli differensial tenglamalarni yechimini topishdan farq qiladi. Ular quyidagilar.

- y vektor kattalik boshlang'ich shart endi 2 ta elementdan iborat bo'ladi.
- $D(x,y)$  funksiya 2 ta elementli vektordan iborat bo'ladi.  $D(t, y) = \begin{bmatrix} y''(t) \\ y'(t) \end{bmatrix}$
- Yechim tariqasida olingan matrisa 3 ta satrdan iborat bo'ladi. 1- satrda t ning, 2- satrda  $y(t)$  ning, 3-satrda  $y'(t)$  ning qiymatlari joylashadi.

3- rasmda quyidagi differensial tenglamaning yechimi berilgan

$$\begin{cases} y'' = -y' + 2y \\ y(0) = 1, y'(0) = 3 \end{cases}$$



3-rasm. 2-tartibli differensial tenglamani yechish.

### Koshi masalasi yoki chegaraviy masalani yechish.

**dsolve** buyrug'i Koshi masalasi yoki chegaraviy masalani yechadi, agar differensial tenglama bilan birga noma'lum funksiya uchun boshlang'ich yoki chegaraviy shartlar qo'yilgan bo'lsa. Boshlang'ich yoki chegaraviy shartlarda hosilani belgilash uchun differensial operator  $D$  ishlatiladi, masalan,  $y''(0)=2$  shartni quyidagicha yozish kerak bo'ladi:  $(D@@2)(y)(0) = 2$ , yoki  $y'(1)=0$  shart quyidagicha yoziladi:  $D(y)(1) = 0$ . Eslatib qtamizki,  $n$ - tartibli hosila  $(D@@n)(y)$  ko'rinishda yoziladi.

#### Misollar

1. Koshi masalasi yechimini toping:  $y^{(4)}+y''=2\cos x$ ,  $y(0)=-2$ ,  $y'(0)=1$ ,  $y''(0)=0$ ,  $y'''(0)=0$ .

> **de:=diff(y(x),x\$4)+diff(y(x),x\$2)=2\*cos(x);**

$$de := \left( \frac{\partial^4}{\partial x^4} y(x) \right) + \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} y(x) \right) = 2 \cos(x)$$

> **cond:=y(0)=-2, D(y)(0)=1, (D@@2)(y)(0)=0, (D@@3)(y)(0)=0;**

$$cond := y(0) = -2, D(y)(0) = 1, (D^{(2)})(y)(0) = 0, (D^{(3)})(y)(0) = 0$$

> **dsolve({de,cond},y(x));**

$$y(x) = -2\cos(x) - x\sin(x) + x$$

2. Chegaraviy masalani yeching:  $y^{(4)}+y = 2x - \pi$ ,  $y(0) = 0$ ,  $y\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0$ . Yechim

grafigini yasang.

> **restart; de:=diff(y(x),x\$2)+y(x)=2\*x-Pi;**

$$de := \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} y(x) \right) + y(x) = 2x - \pi$$

> **cond:=y(0)=0,y(Pi/2)=0;**

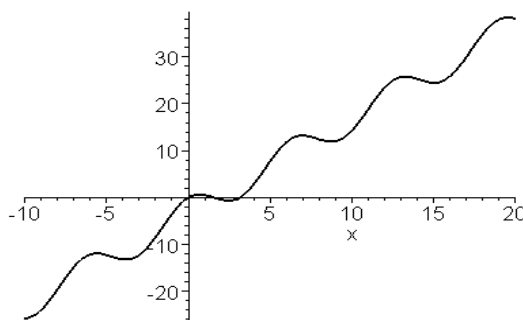
$$cond := y(0) = 0, y\left(\frac{1}{2}\pi\right) = 0$$

> **dsolve({de,cond},y(x));**

$$y(x) = \cos(x)\pi + 2x - \pi$$

*Izoh:* Yechimni grafigini yasash uchun olingan ifodaning o'ng tomonini ajratish kerak bo'ladi.

> **y1:=rhs(%):plot(y1,x=-10..20,thickness=2);**



### Nazorat uchun savollar

1. Ifodaning o'ng va chap tomonlari qanday ajratiladi?
2. Kasrning surat va maxraji qanday ajratiladi?
3. Ifodada qavslarni ochib chiqish buyrug'i qaysi?
4. Kasrlarni normal holga keltirish qanday bajariladi?
5. Ko'phadlar bilan ishlash buyruqlarini aytib bering.
6. Ifodalarni soddalashtirish buyruqlari qanday?
7. Maple muhitida qanday matematik funksiyalar ishlatiladi?
8. Funksiyalarning qiymati qanday hisoblanadi?
9. Mapleda qanday butun sonlar bilan ishlash funksiyalari bor?
10. Mapleda qanday taqqoslash elementli funksiyalar bor?
11. Mapleda funksiyalar qanday usullarda beriladi?
12. Maple muhitida elementar bo'lmagan funksiyalar qanday beriladi?

## 2-Mavzu. MathCAD va Mapleda ikki va uch o'lchovli grafikalar.

Reja:

2.1 MathCAD dasturida ikki va uch o'lchovli grafika

2.2 Mapleda ikki va uch o'lchovli grafika

2.1 MathCAD dasturida ikki va uch o'lchovli grafika

### 2.1. Grafiklar

Mathcad ning ta'sirchan kuchli tomonlaridan biri, shubhasiz, uning ilg'or grafik tuzish qobiliyatidir.

#### 2.1.1. Grafik turlari

Mathcad da ikkita katta guruhga bo'linishi mumkin bo'lgan bir nechta turli xil jadvallar mavjud.

□ Ikki o'lchovli grafika:

- x-y (dekart) grafigi (X-Y Plot);
- qutb grafigi (Polar Plot).

□ Uch o'lchovli grafika:

- 3D sirt sxemasi (Surface Plot);
- daraja chizig'i grafigi (Contour Plot);
- uch o'lchovli gistogramma (3D Bar Plot);
- uch o'lchovli nuqtalar to'plami (3D Scatter Plot);
- vektor maydoni (Vector Field Plot).

Graflarni turlarga ajratish biroz ixtiyoriy bilan amalga oshiriladi, chunki ko'plab parametrlarning sozlamalarini boshqarish orqali siz grafik turlarining kombinatsiyasini, shuningdek yangi turlarini yaratishingiz mumkin (masalan, ikki o'lchovli tarqatish gistogrammasi oddiy X-Y grafikasining bir turi).

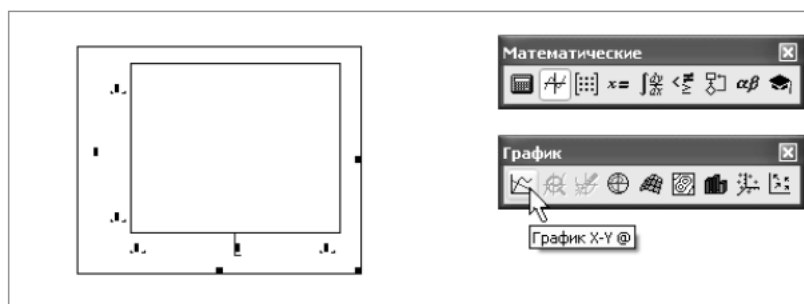
#### 2.1.2. Grafik tuzish

Barcha grafiklar bir xil tarzda yaratiladi, Graf asboblar panelidan foydalanib, farqlar ko'rsatilgan ma'lumotlarga bog'liq.

Grafik yaratish uchun, masalan, ikki o'lchovli dekart kordinatalar siztemasi:

1. Kursorini grafikani kiritmoqchi bo'lgan joyga hujjat joyiga qo'ying.
2. Agar ekranda Graph panel bo'lmasa, uni Math panelidagi grafikalar tasvirini bosgan tugmani bosib chaqiring.
3. Grafik panelida X-Y (X-Y Plot) tugmachasini bosib, dekart grafikasini yarating (2.1-rasm) yoki boshqa turdagi grafikani qo'shish uchun boshqa tugmani bosing.
4. Natijada, bir yoki bir nechta to'ldiruvchisi bo'lgan grafikaning bo'sh maydoni hujjatning belgilangan joyida paydo bo'ladi (1.22-rasm, chapda). Grafikda ko'rsatilishi kerak bo'lgan o'zgaruvchilar yoki Funksiyalar nomlarini kiriting. Dekart grafigi bo'lsa, bu X va Y o'qlari bo'ylab chizilgan ikkita ma'lumotlar to'ldiruvchisi.





2.1 rasm. Grafik panelidan foydalanib, dekart grafikasini yaratish.

Agar ma'lumotlar nomlari to'g'ri kiritilgan bo'lsa, ekranda kerakli grafikalar paydo bo'ladi. Yaratilgan jadval o'zgarishi mumkin, jumladan ma'lumotlarni o'zi o'zgartirishi, tashqi ko'rinishini formatlashi yoki qo'shimcha dizayn elementlari qo'shilishi mumkin.

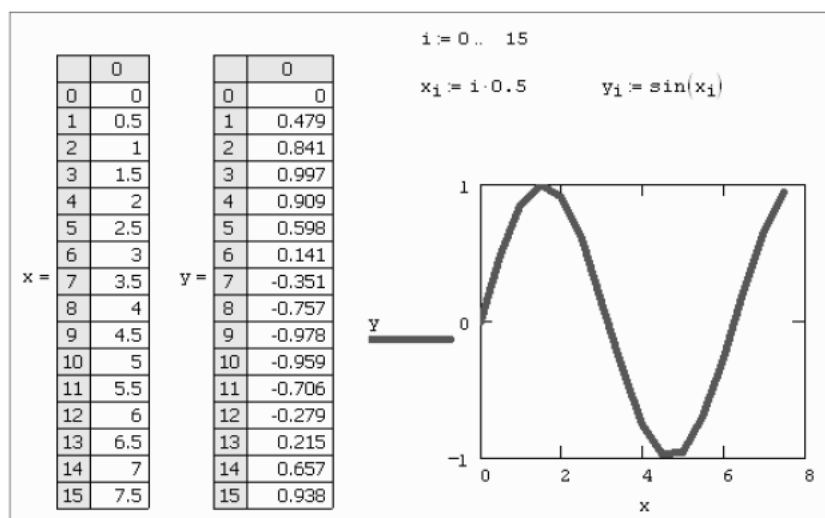
### DIQQAT!

Noto'g'ri ma'lumotni aniqlash xato xabarini tuzish o'rniga olib keladi.

Grafiklarning koordinatali o'qlarini formatlash imkoniyatlari ularning tashqi ko'rinishini, diapazoni, o'lchovni, raqamlashni va markerlar yordamida baltalarda ba'zi qiymatlarni namoyish qilishni nazorat qilishni o'z ichiga oladi. Diagramma birinchi yaratilganda, Mathcad ikkala koordinata o'qlari uchun taqdim etilgan diapazonni avtomatik ravishda tanlaydi. Ushbu diapazonni o'zgartirish uchun grafikni tanlang va o'qlarga yaqin bo'lgan to'rtta maydonning har biriga yangi diapazon qiymatini kiriting.

### 2.1.3. Ikki vektorning grafigi

Dekart grafigini olishning eng oson va vizual usuli bu X va Y o'qlari bo'ylab kechiktiriladigan ikkita ma'lumotlar vektorini yaratishdir x va y ikki vektorni chizish ketma-ketligi 2.2-rasmda keltirilgan.



2.2 rasm. X - Y Ikki vektorning grafigi

Bunday holda, vektorlarning nomlari o'qlar yaqinidagi to'ldiruvchiga kiritiladi. Vektorlarning elementlarini oqlar bo'ylab kechiktirishga, ya'ni  $x_i$  va  $y_i$  ismlarini o'z navbatida o'qlarga yaqin joylashtirishga ruxsat etiladi. Natijada to'g'ri chiziq segmentlari bilan bog'langan, vektor elementlarining juftlariga mos keladigan

nuqtalar bog'langan grafik. Ular tomonidan hosil qilingan singan chiziq ma'lumotlarning bir qatori yoki egri (trace) deb nomlanadi.

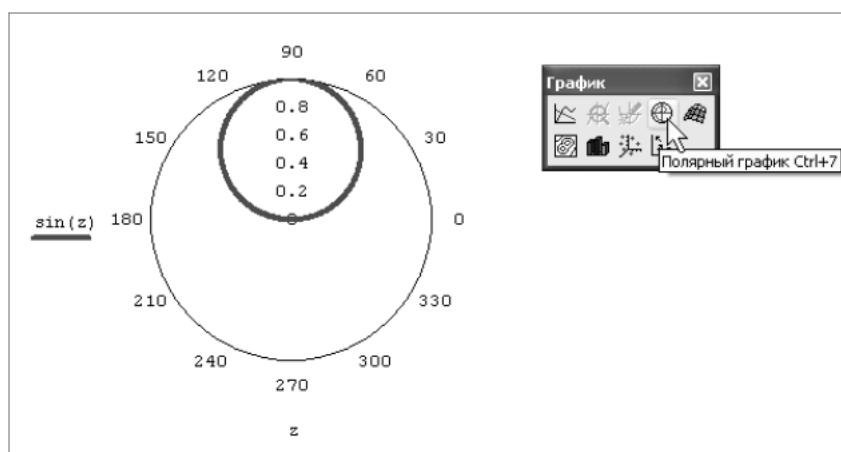
### QAYD

*E'tibor bering, Mathcad avtomatik ravishda vektor elementlarining qiymatlari diapazoni asosida diagrammaning chegaralarini aniqlaydi.*

Shuni ta'kidlash kerakki, shu bilan ustunlarni tanlash operatoridan foydalanib va grafik o'qlari bo'ylab mos keladigan iboralarni qoldirib, X-Y grafikali ustunlar yoki matritsalar qatorlarini yaratish juda oson (siz kitobning keyingi boblarida rasmlarda shunga o'xshash ko'plab misollarni topasiz).

#### 2.1.4. Funksiya grafigi

$f(x)$  har qanday skalyar funksiyaning grafigini chizishning ikkita usuli mavjud. Birinchisi, Funksiya qiymatlarini ajratish, bu qiymatlarni vektorga tayinlash va vektor grafigini chizish. Aslida, sinus grafikalar 2.2-rasmda olingan. Tez, grafika deb nomlangan ikkinchi, oddiy usul Funksiyani to'ldiruvchilardan birida (masalan, Y o'qi bo'yicha) va argument nomini boshqa o'qdagi to'ldiruvchida kiritishdir. 2.3 rasm). Natijada, Mathcad o'zi oldindan belgilangan argument qiymatlari ichida Funksiyaning grafigini yaratadi. Albatta, keyinchalik siz argument qiymatlari oralig'ini o'zgartirishingiz mumkin va jadval avtomatik ravishda unga moslashadi.



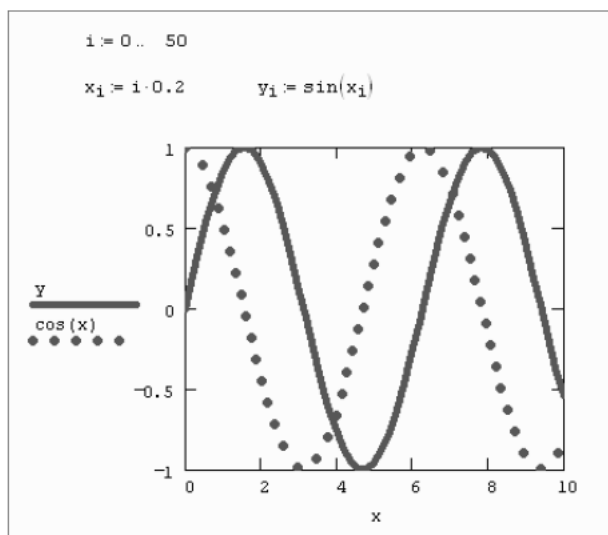
2.3 rasm. Tez Funksiyali Grafik.

Shuni ta'kidlash kerakki, agar biron bir hujjat tuzilishidan oldin biror qiymat argumenti o'zgaruvchisiga qiymat berilgan bo'lsa, u holda tezkor reja tuzishning o'rniga, ushbu qiymatni hisobga olgan holda Funksiyaning bog'liqligi olinadi.

#### 2.1.5. Bir nechta ma'lumotlar seriyasini qurish.

Bitta jadvalda 16 tagacha turli bog'liqlikni kechiktirish mumkin. Grafikka boshqa egri chiziqni qurish uchun siz quyidagi amallarni bajarishingiz kerak.

1. Kirish chiziqlarini Y koordinatasi o'qidagi yozuvda to'liq aks etadigan qilib joylashtiring (2.4-rasm).
2. <,> tugmachasini bosib.
3. Natijada, ikkinchi egri chiziq uchun iborani kiritmoqchi bo'lgan to'ldiruvchi paydo bo'ladi.
4. Ushbu iboradan tashqari biron bir joyga bosib (grafik ustida yoki tashqarisida). Shundan so'ng, sxemada ikkinchi egri ko'rsatiladi. Ikki qator ma'lumotlar allaqachon 2.4-rasmda chizilgan va nuqta-vergul bilan <,> bosilsa, uchinchi qatorni aniqlash uchun foydalanilishi mumkin bo'lgan uchinchi o'rin egallaydi.

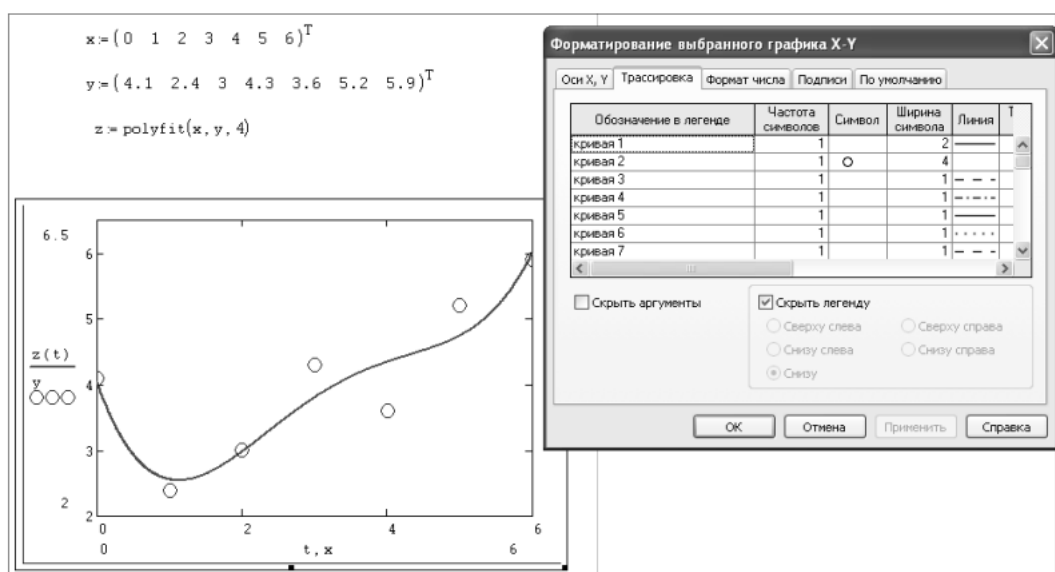


2.4 rasm. Bitta grafikda bir nechta bog'liqliklarni qurish

### QAYD

Grafikadan bir yoki bir nechta ma'lumotlar seriyasini olib tashlash uchun, <BackSpace> yoki <Del> tugmachalari yordamida muvofiqlashtiruvchi o'qlardagi tegishli yorliqlarni o'chiring.

Tariflangan usulda bitta argumentga bog'liq bo'lgan bir nechta bog'liqliklar yaratiladi. Turli xil argumentlarning Funksiyalarini bir xil grafikka kechiktirish uchun X o'qi yonida vergul bilan ajratilgan ushbu argumentlarning nomlarini kiring (2.5-rasmda ko'rsatilganidek).



2.5 rasm. Grafikni formatlash

### 2.1.6. Grafikni formatlash

Ma'lumotlar seriyasini formatlash, koordinata o'qlari diapazoni, grafik turini tanlash va boshqa atributlarni sozlash tanlangan grafikning Formatlash oynasi (Formatting Currently Selected Plot) yordamida amalga oshiriladi. Xususan, Ряды данных (Traces) yorlig'idan foydalanib, grafikada keltirilgan ma'lumotlar seriyasining har biri uchun chiziq parametrlari va nuqtalarining kombinatsiyasini o'rnatish oson. Foydalanuvchi ro'yxatdagi kerakli ma'lumotlar ketma-ketligini tanlashi kerak (uning ro'yxatdagi holati Y o'qidagi bog'liqlik yorlig'iga mos keladi)

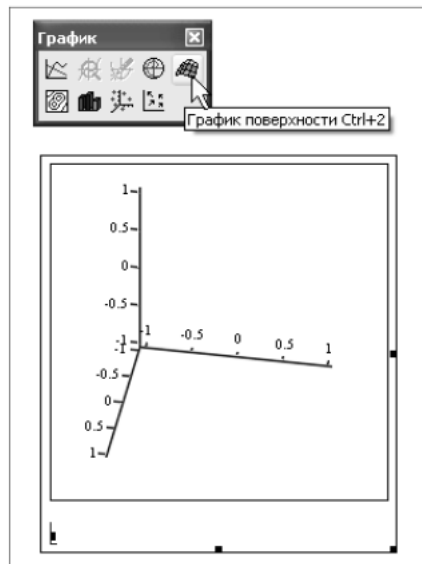
va dialog oynasining o'rtasidagi ro'yxatlardagi kerakli sozlamalarni o'zgartirish kerak.

### 2.1.7. 3D grafik

Uch o'lchovli grafikalar to'plami Mathcad foydalanuvchiga beradigan haqiqiy mo'jizadir. Bir necha soniyalarda siz o'zingizning hisob-kitoblaringiz natijalarining ajoyib taqdimotini yaratishingiz mumkin. Ushbu kitobning qamrovi ularni yaratish va formatlash uslubini batafsil tasvirlab berishga imkon bermaydi, shuning uchun biz kelgusi materialda harakat qilishga yordam beradigan kirish so'zlari va oddiy misollar bilan cheklanamiz.

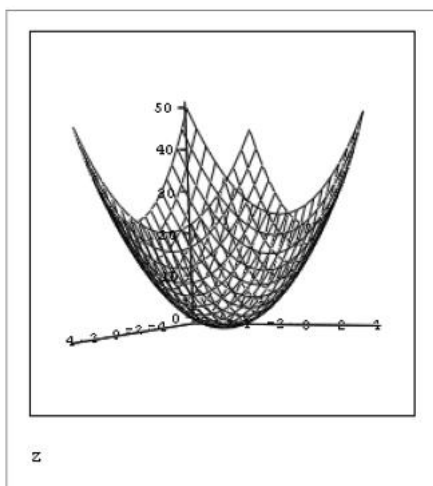
Buning uchun  $z(x, y)$  Funksiyasining va  $Z$  matritsasining oddiy namunasini ko'rib chiqing (ular tegishli ravishda 2.4 va 2.5 jadvallarida keltirilgan) har xil turdagi uch o'lchovli grafikalarini qurish uslubiga.

Uch o'lchovli grafikani yaratish uchun siz График (Graph) uskunalar panelidagi har qanday uch o'lchovli grafikalar tasvirini bosgan tugmani bosishingiz kerak. Natijada grafitning bo'sh maydoni uchta esa (2.6 rasm) va pastki chap burchakda bitta to'ldiruvchi bilan paydo bo'ladi. Ushbu to'ldiruvchida siz uch o'lchovli grafikni tezda qurish uchun  $z(x, y)$  Funksiyalarining  $z$  nomlarini yoki  $ZX$ ,  $y$  ma'lumotlarini  $XY$  tekisligida taqsimlanishini aniqlaydigan  $Z$  matritsasi o'zgaruvchisining nomini kiritishingiz kerak (1.29-rasm). Yana bir bor ta'kidlaymizki, grafikalarini olish uchun (ikkalasini ham, undan keyingilarini ham) tegishli ro'yxat va to'ldiruvchiga tegishli Funksiya yoki matritsaning nomini kiritishdan boshqa matn kerak emas.

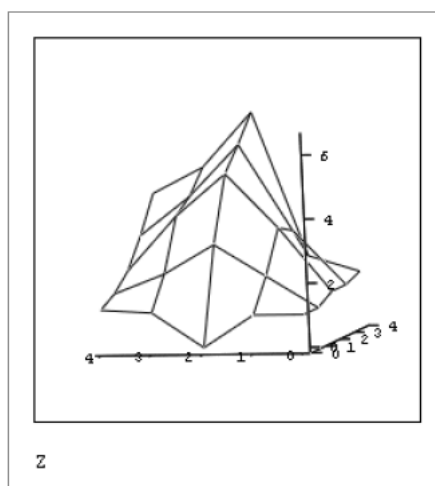


1.27 rasm. 3D grafigini yaratish

### 3D grafigini chizish uchun funksiya



2.7 rasm. Funksiya yuzasining ko'rinishi. (1.25 jadval davomi)



2.8 rasm. Matritsa tomonidan belgilangan sirt grafigi. (2.2 jadvadan)  
2.2 jadval. Uch o'lchovli grafiklarda ko'rsatish uchun matritsa

$$z := \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1.1 & 1.2 \\ 1 & 2 & 3 & 2.1 & 1.5 \\ 1.3 & 3.3 & 5 & 3.7 & 2 \\ 1.3 & 3 & 5.7 & 4.1 & 2.9 \\ 1.5 & 2 & 6.5 & 4.8 & 4 \end{pmatrix}$$

Uch o'lchovli sirt grafiklaridan tashqari, График (Graph) panelidagi tegishli tugmalarni bosish daraja chiziqlari grafigini, uch o'lchovli gistogrammani, nuqtalarning uch o'lchovli taqsimlanishini yoki vektor maydonini yaratishga olib keladi.

## 2.2 Mapleда икки ва уч ўлчовли графика

Maple muxitining grafik imkoniyatlari

### 2.2.1 Ikki o'lchovli grafika

**plot** buyrug'i va uning parametrlari. Bir o'zgaruvchili  $f(x)$  funksiya-ning grafigini ( $Ox$  o'qi bo'yicha  $a \leq x \leq b$  intervalda va  $Oy$  o'qi bo'yicha  $c \leq y \leq d$  intervalda) yasash uchun **plot** buyrug'i ishlatiladi. Uning umumiy ko'ri-nishi quyidagicha: **plot(f(x), x=a..b, y=c..d, parametr)**, bu yerda **parametr** – tasvirni boshqarish parametrlari. Agar u ko'rsatilmasa jimlik bo'yicha o'rnatishdan foydalaniladi. Shu bilan birga tasvirlarga tuzatishlar kiritish vositalar paneli orqali ham amalga oshiriladi.

**plot** buyrug'ining asosiy parametrlari:

- 1) **title="text"**, bu yerda **text**-rasm sarlavhasi.
- 2) **coords=qutb** –polyar koordinatani o'rnatish.
- 3) **axes** – koordinata o'qlari turlarini o'rnatish: **axes=NORMAL** – oddiy o'qlar; **axes=BOXED** – ramkada shkalali grafika; **axes=FRAME** – rasmning quyi chap burchagi markazi bo'lgan o'qlar; **axes=NONE** – o'qsiz.
- 4) **scaling** – tasvir masshtabini o'rnatish: **scaling=CONSTRAINED** –o'qlar bo'yicha bir xil masshtab; **scaling=UNCONSTRAINED** – grafik oyna o'lchovi bo'yicha masshtablanadi.
- 5) **style=LINE(POINT)** – chiziqlar (yoki nuqtalar) bilan chiqarish.

6) **numpoints=n** – grafikaning hisobga olinadigan nuqtalari (jimlik qoidasi bo'yicha **n=49**).

7) **color** – chiziq rangini o'rnatish: rangning inglizcha nomi, masalan, **yellow** – sariq va h.

8) **xtickmarks=nx** va **ytickmarks=ny** – mos ravishda,  $Ox$  va  $Oy$  o'qlari bo'yicha belgilar soni.

9) **thickness=n**, gde **n=1,2,3...** - chiziq qalinligi (jimlik bo'yicha **n=1**).

10) **linestyle=n** – chiziq turi: uzluksiz, punktirli va h. (**n=1** – uzluksiz).

11) **symbol=s** – nuqtalar orqali hosil bo'ladigan belgi turi: **BOX, CROSS, CIRCLE, POINT, DIAMOND**.

12) **font=[f,style,size]** – matnni chiqarish uchun shrift turini o'rnatish: **f** shriftlar nomini beradi: **TIMES, COURIER, HELVETICA, SYMBOL**; **style** shrift stilini beradi: **BOLD, ITALIC, UNDERLINE**; **size** – pt da shrift o'lchovi.

13) **labels=[tx,ty]** – koordinata o'qlari yozuv: **tx** –  $Ox$  o'qi bo'yicha va **ty** –  $Oy$  o'qi bo'yicha.

14) **discont=true** – cheksiz uzilishlarni yasash uchun ko'rsatma.

**plot** buyrug'i yordamida **y=f(x)** funksiya grafigi bilan birga, ochiq ko'rinishda, parametrik berilgan **y=y(t), x=x(t)** funksiyalar grafigini ham hosil qilish mumkin: **plot([y=y(t), x=x(t), t=a..b], parameters)**.

### Oshkora berilmagan funksiyalar grafigini yasash.

Funksiya oshkora berilmagan bo'ladi, agar u  $F(x,y)=0$  tenglama orqali berilgan bo'lsa. Oshkora berilmagan funksiyalar grafigini yasash uchun **plots** grafik paketidan **implicitplot** buyrug'i ishlatiladi: **implicitplot(F(x,y)=0, x=x1..x2, y=y1..y2)**.

### Tasvirda matnli izohlarni chiqarish.

**Plots** paketida rasmda matnli izohlarni chiqarish **textplot** buyrug'i mavjud: **textplot([xo,yo,'text'], options)**, bu yerda **xo, yo** – 'text' matnini chiqarish boshlanadigan nuqtalar koordinatalari.

### Tengsizlik bilan berilgan ikki o'lchovli sohani hosil qilish.

Agar  $f_1(x,y) > c_1, f_2(x,y) > c_2, \dots, f_n(x,y) > c_n$  tengsizliklar sistemasi bilan berilgan ikki o'lchovli sohani hosil qilish uchun **inequal** buyrug'i ishlatiladi.

**inequals({f1(x,y)>c1,...,fn(x,y)>cn}, x=x1..x2, y=y1..y2, options)** buyrug'ida figurali qavs ichida sohani aniqlovchi tengsizliklar sistemasi, so'ngra esa koordinata o'qlarining o'lchovlari va parametrlari ko'rsatiladi. Parametrlar ochiq va yopiq chegaralar rangini, sohaning ichki va tashqi rangini hamda chiziq chegarasining qalinligini aniqlaydi:

- **optionsfeasible=(color=red)** – ichki soha rangini o'rnatadi;
- **optionsexcluded=(color=yellow)** – tashqi soha rangini o'rnatadi;
- **optionsopen(color=blue, thickness=2)** – ochiq chegara chizig'ining qalinligi va rangini o'rnatadi;
- **optionsclosed(color=green, thickness=3)** – yopiq chegara chizig'ining qalinligi va rangini o'rnatadi;

### 2. Uch o'lchovli grafika.

**Animasiya.** Aniq ko'rinishdagi funksiya bilan berilgan sirt grafigi.



$z = f(x,y)$  funksiya grafigi chizish uchun **plot3d(f(x,y), x=x1...x2, y=y1...y2, options)** buyrug'idan foydalanish mumkin. Bu buyruqning parametrlari **plot** buyrug'i parametrlari bilan mos tushadi.

**style=opt** parametri tasvir stilini beradi: **POINT** –nuqtalar, **LINE** – chiziqlar, **HIDDEN** – ko'rinmas chiziqlardan iborat to'r, **PATCH** – to'ldiruvchi, **WIREFRAME** – ko'rinmas chiziqlarni chiqaradigan to'r, **CONTOUR** – chiziq darajasi, **PATCHCONTOUR** – to'ldiruvchi va chiziq darajasi.

**shading=opt** parametr to'ldiruvchi intensivlik funksiyasini beradi, jimlik bo'yicha uning qiymati  $xyz$  ga teng, **NONE** – rangsiz.

#### Parametrik berilgan sirt grafigi.

Agar  $x=x(u,v)$ ,  $y = y(u,v)$ ,  $z= z(u,v)$  parametrik ko'rinishda berilgan sirtning grafigini yasash talab etilgan bo'lsa, u holda bu funksiyalar buyruqda kvadrat qavslarda sanab o'tiladi:

**plot3d([x(u,v), y(u,v), z(u,v)], u=u1..u2, v=v1..v2).**

#### Aniqmas ko'rinishda berilgan sirt grafigi.

$F(x,y,z) = c$  aniqmas tenglama bilan berilgan uch o'lchovli sirt grafigi **plot** paketining **implicitplot3d(F(x,y,z)=c, x=x1..x2, y=y1..y2, z=z1..z2)** buyrug'i orqali amalga oshiriladi, bu yerda sirt tenglamasi  $F(x,y,z) = c$  va koordinata o'qlari bo'yicha tasvir o'lchovlari ko'rsatiladi.

#### Fazoviy egri chiziqlar grafigi .

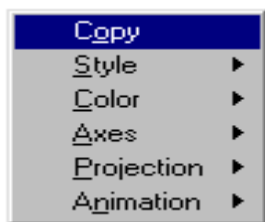
**plot** paketida  $x = x(t)$ ,  $y = y(t)$ ,  $z = z(t)$  parametrik ko'rinishda berilgan fazoviy egri chiziqlarni hosil qilish uchun **spacecurve** buyruqi mavjud. Uning umumiy ko'rinishi: **> spacecurve([x(t),y(t),z(t)],t=t1..t2)**, bu yerda **t** parametr **t1** dan **t2** gacha o'zgaradi..

#### Animasiya.

*Maple* muhitida **animate** (ikki o'lchovli) va **animate3d** (uch o'lchovli) buyruqlari yordamida ekranda harakatlanayotgan tasvirlarni chiqarish imkoniyati mavjud. **animate3d** buyrug'ining parametrlari orasida **frames** – parametri mavjud bo'lib, u animasiya kadrlarining sonini beradi (jimlik bo'yicha **frames=8**).

Uch o'lchovli tasvirlarni **plot3d** buyrug'ining opsiyalari orqali emas, balki dasturning xos menyusidan foydalanib tuzatish ancha qulaydir. Buning uchun sichqonchani tasvirning ustiga qo'yib o'ng tugmachasi bosiladi. Menu buyruqlari tasvirning rangini o'zgartirish, kerakli o'q turi va chiziq turini o'rnatish, harakatlanayotgan tasvirni boshqarish imkonini beradi.

Tasvirlarni tuzatish xos menyusi:



#### Nazorat uchun savollar

1. Funksiyalar grafigi tekislikda qanday hosil qilinadi?
2. **plot** buyrug'ining asosiy parametrlarini aytib bering.

3. Fazoda funksiyalar grafigi qanday hosil qilinadi?
4. **plot3d** buyrug'ining asosiy parametrlarini ayting.
5. Qutb koordinatasida funksiyalar grafigi qanday chiziladi?
6. Harakatlanayotgan obyekt qanday hosil qilinadi?.
7. Bir vaqtda bir nechta grafiklar qanday hosil qilinadi?
8. MathCAD dasturida X-Y Plot va Polar Plot grafiikalarini tushintiring.
9. MathCAD dasturida uch o'lchovli grafika turlarini ayting.
10. MathCAD dasturida Surface Plot va Contour Plot grafikalarini tushintiring.
11. MathCAD dasturida 3D Bar Plot va 3D Scatter Plot grafikalarini tushintiring.
12. MathCADda Vector Field Plot grafikasi haqida ma'lumot bering.

### **3-mavzu. MatLab tizimi (2 soat).**

- 3.1. MatLab tizimi.
- 3.2. Matematik ifodalar va funktsiyalar.
- 3.3. MatLab tizimida matematik analiz masalalarini yechish.
- 3.4. GeoGebra ikki va uch o'lchovli grafika.

#### **3.1. MatLab tizimi.**

Matlab – bu MATrix LABoratory so`zlaridan olingan

Matlab dasturi orqali quyidagilarni amalga oshirish mumkin:

- Matematik hisoblashlar
- Algoritm yaratish
- Modellashtirish
- Tahlillash va qayta ishlash, berilganlarni namoyish qilish
- Ilmiy(научная) va injineriy grafika (tasvirlar)
- GUI orqali loyihalar yaratish
- Katta miqdordagi amaliy paketlar

Matlabni o`zida mujassamlashtirilgan Paketlar:

- Matlab Web Server
- Bioinformatics Toolbox
- Communications Toolbox
- Control System Toolbox
- Database Toolbox
- Distributed Computing Toolbox
- Financial Toolbox
- Fuzzy Logic Toolbox
- Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox
- Image Processing Toolbox
- Neural Networks Toolbox
- Partial Differential Equation Toolbox
- Signal Processing Toolbox
- SimBiology
- Spline Toolbox
- Statistics Toolbox
- Symbolic Toolbox
- Virtual Reality Toolbox
- Wavelet Toolbox
- Simulink
- Aerospace Blockset
- Communications Blockset
- Video and Image Processing
- Real-Time Workshop

- Matlab Builder for .NET
- Matlab Compiler
- Интеграция в MS Office

Matlab ni besh qismga ajratib o`rganishimiz mumkin:

1. Matlab tili
2. Matlab muhiti
3. Boshqariladigan grafika
4. Matematik funktsiyalar bibliotekasi
5. Dasturiy interfeys

Matlab tili - C va Paskal dasturlash tillari kabi obyektga yo`naltirilgan tildir. Unda katta miqdordagi ichki funktsiyalar mavjud, bo`lib foydalanuvchi kengaytirish imkoniyatiga ega.

```

1 - clear;
2 - x1=2.2;
3 - p1=0.0;
4 - dt=0.025;
5 - axis([-pi pi -pi pi]);
6 - hl=line(x1,p1);
7 - set(hl,'EraseMode' , 'none' , 'LineStyle' , ':' , 'Color' , 'r' );
8 - grid on;
9 - pause;
10 - while 1
11 -     x2=x1+p1*dt;
12 -     p2=p1-sin(x2)*dt;
13 -     if x2> pi
14 -         x2=x2-2*pi;
15 -     end;
16 -     if x2< -pi
17 -         x2=x2+2*pi;
18 -     end;
19 -     set(hl, 'XData' ,x2, 'YData' , p2);
20 -     x1=x2; p1=p2;
21 - end;

```

3.1-rasm

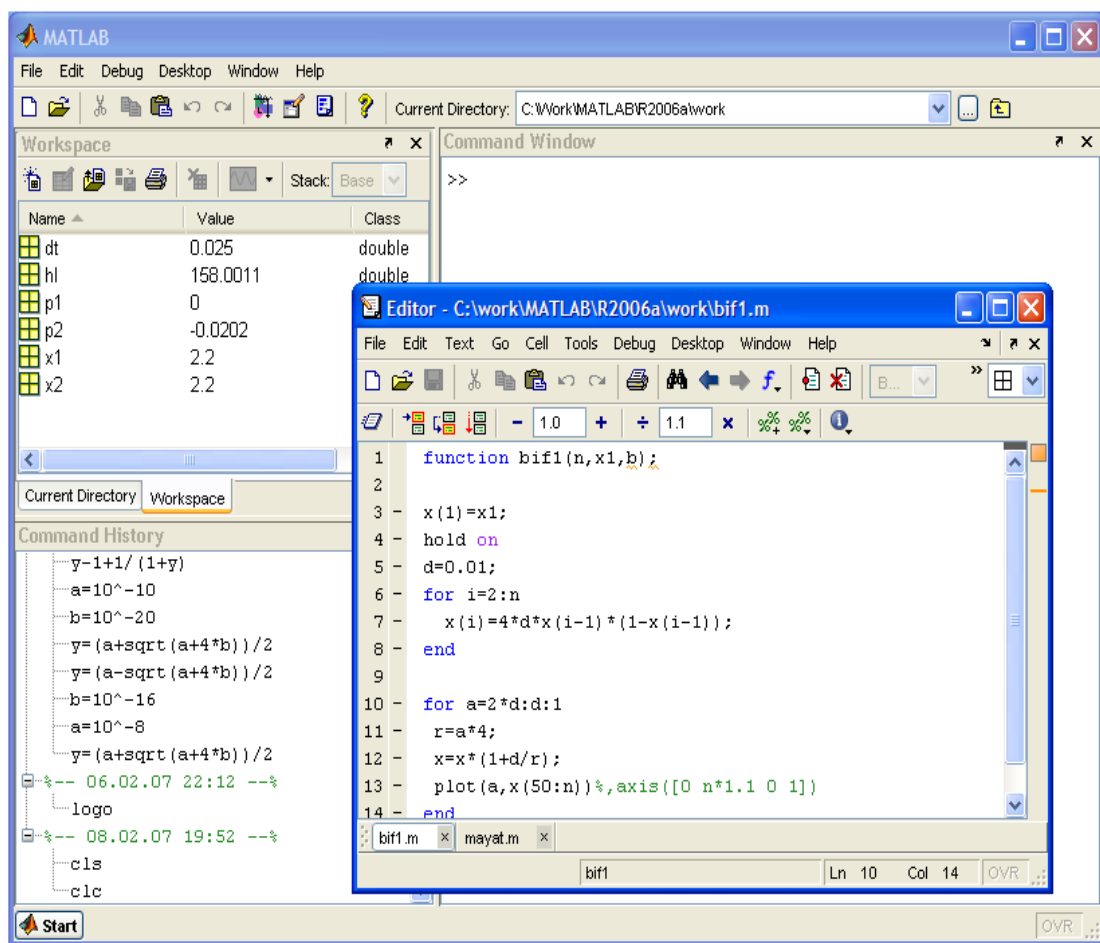
Matlab muhiti quyidagi imkoniyatlarga ega

Interaktiv ishlash

Ishchi sohamizga o`zgaruvchilarni boshqarish

Tahrirlagich

Testlash



3.2-rasm

### 3.2. Matematik ifodalar va funktsiyalar.

Matlabda skalyar miqdorlar ustida quyidagi oddiy arifmetik amallarni bajarish mumkin:

- + - qo'shish;
- - ayirish;
- \* - ko'paytirish;
- / - o'ngdan bo'lish;
- \ - chapdan bo'lish;
- ^ - darajaga oshirish.

Agar bir qatordagi ifodada bir nechta amallar bo'lsa, ularni bajarilish ketma-ketligi quyidagi ustivorlik qoidasi bo'yicha amalga oshiriladi:

Ustivorlik	Amallar
1	() Oddiy qavs
2	^ Darajaga oshirish, chapdan-o'nga

3	Ko‘paytirish va bo‘lish, chapdan-o‘nga
4	qo‘shish va ayirish, chapdan-o‘nga

Matlabda bu qoidalar skalyar miqdorlarga oddiy usulda qo‘llaniladi.

Masalan,

komanda

natija

2\*5

ans =10

5/8

ans =0.625

5\8

ans = 1.600

x= pi/6; y= sin(x)

y= 0.500

a=0; z=exp (4\*a)/8

z= 0.125

Elementar funktsiyalar .

Trigonometrik funktsiyalar

- sin(x)
- cos(x)
- tan(x)
- cot(x)
- asin(x)
- acos(x)
- atan(x)
- acot(x)
- sinh(x)
- cosh(x)
- tanh(x)
- coth(x)
- asinh(x)
- acosh(x)
- atanh(x)
- acoth(x)
- sind(x)
- cosd(x)
- tand(x)
- cotd(x)

EkspONENTSIAL

- **exp(x)** – bu  $e^{(x)}$
- **log(x)** – bu  $\ln(x)$
- **Log10(x)** –  $\log_{10}(x)$
- **log2(x)** -  $\log_2(x)$
- **sqrt(x)** – ildiz
- **nthroot(x, n)** -  $\sqrt[n]{x}$



### Yaxlitlash va qoldig`ini olish

- **fix(x)** – yaxlitlaydi butunini
- **floor** – minus tomonga qarab yaxlitlaydi butunini (-15.6 -> -16)
- **ceil** – musbat tomonga qarab yaxlitlaydi butunini (-15.6 -> -15)
- **round** – yaqin tomon qismiga qarab yaxlitlaydi butunini
- **mod(x,y)** –qoldikli bo`lish. Ishorasiz sonlar uchun ( $x - n*y$ , bu  $n = \text{floor}(x/y)$ )
- **rem(x,y)** – qoldikli bulish. Ishorali sonlar uchun ( $x - n*y$ , bu  $n = \text{fix}(x/y)$ )

### Kompleks sonlar

- **abs(z)** – z kompleks sonning moduli
- **angle(z)** – faza z (v radianda)
- **real(z)** – z ning haqiqiy qismi
- **imag(z)** – z mavhum qismi
- **conj(z)** – z kompleks soni uchun qo`shmasi
- **complex(a,b)** – berilgan ikkita sondan kompleks soni sohil qiladi  $a+ib$
- **isreal(z)** –Agar z haqiqiy son bo`lsa, rost (chin) qiymat qaytaradi

Elementar funkctiyalarning to`liq ro`yxatini ko`rish uchun quyidagi buyruq beriladi *help elfun*

### Konstantalar

- **pi** – pi soni
- **Inf** – Cheksizlik
- **-Inf** – minus Cheksizlik
- **NaN** (Not a Number) – sonli qiymat emas

2.Vektorlar va matritsalar ustida amallar. Arifmetik amallarni matritsalar ustida ham bajarish mumkin, faqat ularni bajarish qoidalari skalyar miqdorlarnikidan farqli bo`ladi. Qo`shish va ayirish amallari matritsalar uchun ularning mos elementlari orasida bajariladi. SHuning uchun a va b matritsalarini qo`shish va ayirish uchun ularning o`lchovlari bir xil bo`lishi talab etiladi: a va b (nxm) o`lchovli bo`lsa, u holda

$$s = a \pm b$$

Matritsa elementlari  $s(i,j)=a(i,j)+b(i,j)$  tengliklar bilan aniqlanadi. Masalan,

$$a=[1 \ 2 \ 3; 4 \ 5 \ 6],$$

$$b=[4 \ 5 \ 3; 2 \ 3 \ -4],$$

$$c=a+b,$$

$$c=[5 \ 7 \ 6; 6 \ 8 \ 2],$$

$$d=a-b,$$

$$d=[-3 \ -3 \ 0; 2 \ 2 \ 10].$$

A va b matritsalar o`lchovlari har xil bo`lsa, ular ustida qo`shish va ayirishni bajarib bo`lmaydi.

Matritsalarini ko'paytirish esa xuddi algebradagi qoida bo'yicha bajariladi. Bu holda chapdagi matritsaning ustunlari soni o'ngdagi matritsaning qatorlari soniga teng bo'lishi kerak:  $a$  ning o'lchovi  $(m \times k)$   $b$  niki  $(k \times m)$  bo'lsa, u holda  $s = a * b$  matritsa  $(n \times m)$  o'lchovli bo'ladi:

Misol:  $x = \begin{bmatrix} 2 & 1; & 0 & 3; & 2 & 3 \end{bmatrix}$ ,  $y = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4; & 2 & -1 & 3 & 1 \end{bmatrix}$  matritsalarida  $x * y$  amalni qo'lda va kompyuterda bajarib, natijalarni solishtiring.

Undan tashqari, matlabda matritsalarini mos elementlari orasida bajariladigan quyidagi amallar mavjud. Bu amallarni boshqalardan ajratish uchun belgi oldiga  $(.)$  nuqta qo'yiladi.

$A.* b$  –  $a$  ning har bir elementi  $b$  ning mos elementiga ko'paytiriladi;

$a./ b$  –  $a$  ning har bir elementi  $b$  ning mos elementiga bo'linadi;

$a.\ b$  –  $b$  ning har bir elementi  $a$  ning mos elementiga bo'linadi;

$a.^ b$  –  $a$  ning har bir elementini  $b$  ning mos elementi darajasiga oshiriladi.

Masalan,  $a = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3; & 2 & 3 & 1 \end{bmatrix}$ ,  $b = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 2; & 2 & 1 & 2 \end{bmatrix}$  bo'lsa, u holda  $c = a.* b$  quyidagicha bo'ladi:

$$c = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 6; & 4 & 3 & 2 \end{bmatrix}.$$

$C$  matritsadan ( $J$  komandasi yordamida  $c1(1,J)$ ,  $c2(2,J)$  qator- vektorlarni hosil qilamiz va  $c2$ ni transponerlab quyidagicha

$$c1 * c2' = 18$$

amalga oshirilgan ko'paytmani  $c1$  va  $c2$  vektorlarning (ichki) skalyar ko'paytmasi deyiladi.

$$C1' * c2$$

ko'paytma esa  $(3 \times 3)$  o'lchovli matritsa bo'ladi. Bu ko'paytma tashqi ko'paytma deyiladi.

$\text{Sum}(A)$  – ustunlar bo'yicha elementlar yig'indisi

$\text{Sum}(A, \text{dim})$  –  $\text{dim}=1$  da ustunlar bo'yicha elementlar yig'indisini,  $\text{dim}=2$  da qatorlar bo'yicha elementlar yig'indisini qaytaradi.

$\text{Sum}(\text{diag}(A))$  – diagonal elementlar yig'indisini beradi.

$\text{Det}(A)$  – matritsa determinantini xisoblaydi.

$\text{Rank}(A)$  – matritsa rangini,  $\text{inv}(A)$  – teskari matritsani xisoblaydi.

Solishtirish va mantiqiy amallar. Mantiqiy amallarni ikki guruhga bo'lib o'rganamiz:

a) solishtirish amallari;

b) haqiqiy mantiqiy amallar.

Solishtirish amallariga quyidagilar kiradi:

$a > b$ - oni amali;

$a < b$ - kichik amali;

$a <= b$ - kichik yoki teng amali;

$a >= b$ - oni yoki teng amali;

$a == b$ - teng amali;

$a \sim b$ - teng emas amali.

Massivlarni solishtirishda bu amallar ularning mos elementlari orasida amalga oshiriladi. Bunda solishtirilayotgan massiv o'lchoviga teng o'lchovli massiv hosil

bo‘ladi. YA’ni massivning mos elementi 1 bo‘ladi, agar solishtirish natijasi “rost” bo‘lsa, 0 bo‘ladi agar solishtirish natijasi “yolg‘on” bo‘lsa. Agar solishtirishda  $>$ ,  $<$ ,  $>=$ ,  $<=$  amallari ishlatilsa elementlarning faqat haqiqiy qismi solishtiriladi,  $==$  yoki  $\sim$  amallari ishlatilsa elementlarning ham haqiqiy, ham mavhum qismlari solishtiriladi.

Ikkita qatorni ekvevalentligini tekshirish uchun `strcmp` komandasidan foydalaniladi. Bu holda vektorlarning uzunliklari har xil bo‘lishi mumkin. Agar solishtirilayotganlardan biri skalyar, ikkinchisi matritsa bo‘lsa, u holda solishtirish uchun skalyarni matritsa o‘lchovlariga teng qilib, matritsaga to‘ldiriladi va undan keyin solishtiriladi. Masalan:

```
a=3;
```

```
b=[1 4 0; 2 5 7];
```

bo‘lsa  $a>b$  natijasi quyidagicha bo‘ladi:

```
ans=[1 0 1; 1 0 0]
```

Matritsa elementlari kompleks bo‘lgan holda misol ko‘ramiz:

```
c=[5+2i 4-i];
```

```
d=[5+7i 3-i];
```

$d<=c$  ning natijasi

```
ans=[1 1],
```

$c<=d$  ning natijasi

```
ans= [1 0]
```

bo‘ladi.

Matlabda haqiqiy mantiqiy amallarga quyidagilar kiradi:

$\&$ ="va" amali;

$|$ -"yoki" amali;

$\sim$ -"yo‘q" amali.

Mantiqiy amallar matritsalarini mos elementlari orasida bajariladi. Bu amallarni bajarishda 0 ishlatiladi, agar amal natijasi “yolg‘on” bo‘lsa va “rostlik”ni bildiruvchi mantiqiy bir ixtiyoriy nol bo‘lmagan son bo‘lishi mumkin.

YUqoridagi barcha mantiqiy amallar uchun “rostlik” jadvali quyidagicha bo‘ladi:

x	y	$x \& y$	$x   y$	$\sim x$
0	0	0	0	1
0	1	0	1	1
1	0	0	1	0
1	1	1	1	0

Haqiqiy mantiqiy amallar bajarilishi bo'yicha arifmetik va solishtirish amallariga nisbatan past ustuvorlikka ega bo'ladi. Mantiqiy amallar o'z-o'ziga nisbatan quyidagi ustuvorlik qoidasiga bo'ysunadi:

- a) "yo'q" amali eng yuqori ustuvorlikka ega;
  - b) "va" bilan "yoki" teng ustuvorlikka ega va chapdan o'ngga ketma-ket bajariladi.
- Quyidagi misollarni ko'ramiz:

$1 \& 0 + 2$

$3 > 5 \& 1$

Ularning natijasi mos ravishda 1 va 0 bo'ladi. Birinchi ifodada avval  $0 + 2 = 2$ , undan keyin esa  $1 \& 2$  amali bajariladi. Ikkinchi ifodada esa avval solishtirish amali  $3 > 5 = 0$ , undan keyin esa  $0 \& 1$  mantiqiy amal bajariladi. Quyidagi keltirilgan misollarda esa mantiqiy amallar ketma-ket chapdan o'ngga qarab bajariladi:

$1 \& 0 | 1 = 1$

$0 \& 0 | 0 = 0$

Solishtirish amallarini simvolli ifodalarga xam qo'llash mumkin:

`>>'b'>'a'`

`ans=1`

xor – "yoki" ni bekor qiluvchi amal

any – "rost", agar vektorning barcha elementlari 0 bo'lsa.

All – "rost", agar vektorning barcha elementlari 0 dan farqli bo'lsa.

Matlabda mantiqiy elementli massivlar yaratish mumkin:

`>>>false (2,3)`

`Ans= 0 0 0`

`0 0 0`

`>>>true (2,3)`

`Ans= 1 1 1`

`1 1 1`

Matlabning asosiy matematik funksiyalari . YUqorida aytilganidek Matlab paketi asosan har xil matematik va amaliy masalalarni echishga, matritsalar va vektorlar ustida har xil amallarni bajarishga mo'ljallangandir. SHuning uchun Matlabda

foydalanuvchi uchun zarur bo'lgan matematik funksiyalar mavjuddir. Bu funksiyalarni quyidagicha ikkita guruhga bo'lish mumkin:  
a) elementar funksiyalar- barcha yuqori darajadagi tillarda ham mavjud bo'ladi;  
b) maxsus funksiyalar- faqat Matlabda qo'llaniladigan va murakkab, maxsus funksiyalarni hisoblashga mo'ljallangan. Elementar funksiyalarga trigonometrik, darajali, ko'rsatkichli, sonlarga ishlov beruvchi, qoldiq va yaxlitlash funksiyalari kiradi.

Matlabda funksiyalar va sozlangan funksiyalar

Endi funksiya tushunchasini keltiramiz. Funksiya – o'zining argumentlari ustida ma'lum bir shakl almashtirishlarni bajaruvchi va unda hosil qilingan natijalarni qaytarish xususiyatiga ega bo'lgan noyob nomli ob'ektdir. Funksiyalar bir nechta argumentlarga ega bo'lib bir emas, bir nechta natijani qaytaradigan bo'lsa quyidagicha yoziladi:

```
[y1,y2, ...] = func (x1, x2, ...)
```

x1, x2, ..., y1,y2, ... - mos ravishda kirish va chiqish parametrlari deyiladi.

Matlabdagi elementar funksiyalar ro'yxati bilan `help elfun` komandasi, maxsus funksiyalar ro'yxati bilan esa `help spasefun` komandasi orqali tanishish mumkin.

Bu funksiyalar matlabdagi sozlangan ichki funksiyalarga kiradi, ya'ni ularga argumentlari bilan murojaat qilib, qiymatlarini olishimiz mumkin.

Masalan:

```
>> cos (pi/5);
```

```
>> sin (0.9);
```

```
>> exp (3.3).
```

Trigonometrik funksiyalarga faqat radian argument qo'yilishi mumkin. Matlabda tashqi funksiyalar deb m-fayllar ga aytiladi. Bunday funksiyalarni berish uchun maxsus m-fayllarni taxlil qiluvchi redaktordan foydalaniladi. Matlab tizimida juda ko'p sozlangan va kengaytma paketlarda aniqlangan funksiyalar bo'lsada, foydalanuvchi uchun yana qandaydir funksiyalar kerak bo'lib qolishi mumkin. Matlabda ana shunday yangi funksiyalarni yaratishning bir nechta imkoniyatlari bor. SHulardan bir inline funksiyasidan foydalanishdir. Bunda foydalanuvchi o'zi uchun zarur ifodani inline funksiya argumentiga apostrof ichiga yozishi kerak bo'ladi. Masalan,  $\sin^2x + \cos^2y$  ifodani qiymatlarini xisoblash kerak bo'lsin. Matlabda quyidagicha amalga oshiriladi:

```
>> sin cos = inline ('sin (x).^2+cos(y).^2')
```

```
sin cos =
```

```
inline function:
```

```
sin cos (x, u) =sin (x).^2+cos (x).^2.
```

Bu yozuvlar komandalar oynasida yoziladi va hisoblash ham shu oynada bajariladi:

```
>> sin cos (5.5)
```

```
ans =1.0000
```

```
>> sin cos (1.2)
```

```
ans =0.8813
```

```
>> sin cos (2.1)
ans =1.1187
```

Ma'lumki, ko'p xollarda tartiblangan sonlar ketma-ketligini shakllantirish zarurati tug'iladi. Bunday ketma-ketliklar grafik chizishda, jadval yaratishda kerak bo'ladi. Ularni xosil qilish uchun matlabda (:) ikki nuqta komandasidan (operatoridan) foydalaniladi. Uning umumiy ko'rinishi quyidagicha:

```
xo : h : x1
```

bu erda xo - boshlang'ich qiymat, h – qadam, x1 – esa oxirgi qiymatdir. Bunday konstruksiyani tadbqiq qilish dasturiyssikllar berishni keskin kamaytiradi. Agar qadam berilmagan bo'lsa, u xolda uning qiymati avtomatik tarzda 1 deb xisoblanadi. Agar qadam musbat bo'lib, boshlang'ich qiymat oxirgi qiymatdan katta bo'lsa, u holda dastur xatolik beradi. Misolar ko'rib chiqaylik:

```
>> 3 : 8
ans = 3 4 5 6 7 8
>> K = 0 : 3: 15
K= 0 1 3 6 9 12 15
>> m= 10 : -2 . 2
m= 10 8 6 4 2
>> 0 : pi/2 : 2* pi
ans = 0 1.5708      3.1416   4.7124  6.2832
>> 5 : 2
ans = Empty matrix : 1 by 0
```

Matlabning imkoniyatlaridan biriga, muxim tushunchalardan biri bo'lgan "Matnli izoxlar" kiradi. Matnli izoxlar dasturni tushunarli bo'lishiga va ularni vazifalarini ochib berishga mo'ljallangan bo'lib, ularni dasturni ixtiyoriy joyiga qatoridagi % belgisidan keyin yozish mumkin bo'ladi. Masalan:

% Kasr chiziqli funksiyaning grafigi;

% Funksiyaning o'sish oralig'i

m – fayl yaxshi yozilgan hisoblanadi, agar uning matnli izoxi to'la keltirilgan bo'lsa.

Ma'lumotlarni klaviatura va faylli disklardan kiritish. YUqorida ta'kidlanganidek, matlabda ma'lumotlar faqat matritsa shaklida tashkil qilinadi. Buning esa 3ta usuli bor:

ma'lumotlarni klaviaturadan to'g'ridan-to'g'ri kiritish;

ma'lumotlarni faylli disklardan kiritish;

ma'lumotlarni matlab komandalari yordamida xosil qilish.

Klaviaturadan to'g'ridan-to'g'ri kiritishga misollar ko'raylik:

```
>> x= [ 5 4 -3] yoki >> x= [ 5, 4, -3]
```

terilsa, x – vektor-qator deb qabul qilinib x(1)=5, x(2)=4, x(3)= -3 bo'ladi.

```
>> u= [ 0 2 2 3
```

```
5 -3 6 2 ] yoki u= [ 0 2 2 3; 5 -3 6 2 ]
```

u-(2x4) o'lchovli matritsa bo'ladi va u(1.1)=0, u(1.2)=2, u(1.3)=2, u(1.4)=3,

u(2.1)=5, u(2.2)=3, u(2.3)= 6, u(2.4)=2 bo'ladi. Matritsada (;) qatorlar orasini



ajratish uchun kerak.

Matritsa elementlari ifoda bo'lishi mumkin:

$$Z = [\sin(0) \quad \sqrt{4} \quad 2^3+1 \quad 5/2 \quad 3^2].$$

U xolda quyidagi vektor aniqlanadi:

$$Z = [0 \quad 4.000 \quad 9.000 \quad 2.500 \quad 9.000]$$

Berilgan matritsani kengaytirish orqali ham matritsa xosil qilish mumkin. Masalan,

$$x1 = [x \quad 1 \quad 2] \text{ deb olsak, } x1 = [5 \quad 4 \quad -3 \quad 1 \quad 2] \text{ xosil bo'ladi.}$$

Agar  $x(5) = 8$  desak, avvalgi  $x$  vektor  $x = [5 \quad 4 \quad -3 \quad 0 \quad 8]$  kabi kengaytiriladi, bunda ko'rinib turibdiki,  $x(4)$  ga "0" qiymat berildi.

Endi u matritsadan foydalanib,

$$c = [1 \quad 2 \quad 3 \quad 4]$$

$$y1 = [y; c]$$

belgilash natijasida

$$y1 = [0 \quad 2 \quad 2 \quad 3$$

$$5 \quad -3 \quad 6 \quad 2$$

$$1 \quad 2 \quad 3 \quad 4]$$

matritsani xosil qilamiz.

Matritsalarini faylli disklardan yuklab xam xosil qilsa bo'ladi. Buning uchun

`load <fayl nomi >`

komandasidan foydalaniladi. Agar komanda parametri yozilmasa berilganlar `matlab.mat` nomli fayldan yuklanadi. Yuklanayotgan berilganlar avvaldan tekstli(ASCII) formatida ham saqlab qo'yilgan bo'lishi mumkin. Aniq o'zgaruvchilarni yuklash uchun

`load <fayl nomi > x y z` komandasidan foydalaniladi.

### 3.3. MatLab tizimida matematik analiz masalalarini yechish. ( Signallarni raqamli qayta ishlashga oid ba'zi - bir standart masalalarni yechishga misollar )

Signallarni raqamli qayta ishlashga oid standart masalalardan biri bo'lgan signal spektrini aniklash masalasini kurib chikamiz (Furʼe shakl almashtirishidan foydalanish).

Bu masalani yechish yullarini kurib chikish uchun «signal spektri» tushunchasi ta'rifini berish kerak.

Agar biron - bir tebranish jarayoni «garmonika» lar deb ataluvchi turli chastotali garmonik tebranishlar yigindisi shaklida ifodalansa, u xolda tebranish jarayoni spektri deb amplitudalarning turli chastotalar buyicha taksimotini tasvirlovi funktsiyaga aytiladi. Spektr mazkur jarayonda kaysi turdagi tebranishlar preobladayut kilishini, uning ichki tuzilmasi kandayligini kursatadi.

Signal spektrni aniklash uchun (tugri va teskari) Furʼe shakl almashtirish apparatidan foydalaniladi. Furʼe shakl almashtirish signallarni chastotalar soxasida tavsiflash uchun ishlatiladi.

$x_a(t)$  analogli signalning  $x_a(t)$  spektri deb ushbu

$$x(j\omega) = \int_0^{\infty} x_a(t) e^{-j\omega t} dt \quad (1)$$

Tugri Furʼe shakl almashtirishiga aytiladi.

Teskari Furʼe shakl almashtirish yordamida signalning uzini spektr orkali ifodalash mumkin:

$$x_a(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} x_a(j\omega) e^{j\omega t} dt \quad (2)$$

$x(nT)$  diskret signalning  $x_n(j\omega)$  spektri deb, ushbu

$$X(e^{j\omega T}) = \hat{O}\{x(nT)\} = \sum_{n=0}^{\infty} x(nT) e^{-j\omega nT} \quad (3)$$

tugri Furʼe shakl almashtirishiga aytiladi.

$X(nT)$  signalni spektr orkali teskari Furʼe shakl almashtirish orkali ifodalash mumkin:

$$X(nT) = \hat{O}^{-1}\{x(e^{j\omega T})\} = \frac{T}{2\pi} \int_{-\pi/T}^{\pi/T} x(e^{j\omega T}) d\omega \quad (4)$$

Uzluksiz funktsiya (ya'ni analog signali) uchun Furʼe shakl almashtirish ta'rifini [3] da topish mumkin. Diskret Furʼe shakl almashtirishni kuyidagicha aniklash mumkin:  $x(nT)$  - NT davrli davriy ketma - ketlik bulsin (davrli - N otechyotov), yani  $x(nT) = x(nT + m \cdot NT)$ , m - butun son. Diskret Furʼe shakl almashtirishi(DFShA) deb uzaro bir kiymatli shakl almashtirishlar juvtiga aytiladi:

$$X(k) = X(k\Omega) = \sum_{n=0}^{N-1} x(nT) e^{-jkn\Omega T} \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (5)$$

$$x(n) = x(nT) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k\Omega) e^{jkn\Omega T} \quad n = 0, 1, \dots, N-1 \quad (6)$$

(5) ifoda tugri diskret Furʻe shakl almashtirishini aniklaydi, (6) ifoda esa teskari diskret Furʻe shakl almashtirishini aniklaydi.

Bu shakl almashtirishda  $\Omega = \frac{2\pi}{NT}$  - shakl almashtirishining asosiy chastotasi,

(bin DPF). Buruvchi kupaytuvchi deb ataluvchi  $e^{-j\Omega T} = e^{-j2\pi/N}$  ni  $W_N$  orkali belgilasak, tugri va teskari diskret Fure shakl almashtirishlarni quyidagicha kayta yozib olsa buladi

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) W_N^{kn}, \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (7)$$

$$x(n) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} X(k) W_N^{-kn}, \quad n = 0, 1, \dots, N-1 \quad (8)$$

$X(k)$  diskret Furʻe shakl almashtirish,  $x(n)$  ketma - ketlikning uzi xam kabi,  $k$  argument buyicha  $N$  davriy funktsiyadir, chunki

$$W_N^{kn} = W_N^{(k+mN)n}$$

bu yerda  $m$  - butun son. Diskret Fure shakl almashishi chekli  $N$  uzunli  $x(nT)$  ketma - ketlikni ifodalash uchun xam ishlatilishi mumkin, bu chekli ketma - ketlik  $n=0, 1, 2, \dots, N-1$  da aniklangan va  $[0; N-1]$  kesma tashkarisida  $0$  ga teng. Xakikatdan xam bunday ketma - ketlikni tegishli davriy ketma - ketlikning bir davri deb karash mumkin va (7) xamda (8) shakl almashtirishlardan foydalanish mumkin; fakat  $X(k)$  va  $x(n)$  larni  $[0; N-1]$  kesma tashkarisida  $0$  ga teng deb xisoblash mumkin.

(3) formula bilan aniklangan chekli diskret signal spektrini ( $n > 0$  va  $n > N-1$  bulganda  $X(nT) = 0$  ekanligini xisobga olgan xolda) va aynan shu signalning diskret Furʻe shakl almashtirishni ((5) formula) takkoslaganda kurinib turibdiki, diskret Furʻe shakl almashtirilishi - bu spektrning chastota buyicha diskretlashtirish intervali  $\Omega = 2\pi/NT$  ga teng bulgan davrda olingan  $N$ ma otschyotlaridir.

Signal Processing kutubxonasi (tugri va teskari) diskret Fure shakl almashtirishlarni bajarish uchun ikkita funktsiya mavjud:

$Y = \text{fft}(x, N)$  funktsiyasi  $N$  nuktali diskret Furʻe shakl almashtirishni xisoblaydi. Agar  $x$  vektorning uzunligi  $N$  dan kichik bulsa, u xolda diskret Fure shakl almashtirilishining uzunligi  $x$  vektor uzunligiga tengdir. Agar  $x$  matritsa bulsa, u xolda  $N$  - nuktali diskret Fure shakl almashtirilishi  $x$  matritsaning xar bir ustuni uchun bajariladi.

$Y = \text{ifft}(x, N)$  funktsiyasi  $N$  - nuktali teskari shakl almashtirilishini xisoblaydi. Bu funktsiya parametrlari  $\text{ifft}(x, N)$  funktsiya parametrlariga uxshashdir.

Bu funktsiyalarning farkli xususiyatlari shundan iboratki, ular mashina tilida tuzilgan (ya'ni ulardan  $M$  - fayl kurinishida foydalanib bulmaydi). Bundan tashkari,

bu funksiyalar tez Furʼe shakl almashtirish algoritmlari deb ataluvchi maxsus algoritmlarni amalga oshiradi (funksiyaning FFT nomi xam shundan kelib chikkan - Fast Fourier Transform). Bu maxsus algoritmlar diskret Furʼe shakl almashtirishlarining bajarilishini tezlashtiriladi. Barcha kursatib utilgan afzalliklar birgalikda (mashina tilida amalga oshirilganligi + maxsus algoritmlar) fft va ifft funksiyalardan foydalanilganda diskret Fure shakl almashtirishning juda yukori bajarilish tezligini beradi.

Diskret signallar spektrini aniklashda  $\text{fft}()$  funksiyadan foydalanishga misollar kurib chikamiz.

**1 - misol.** Signal  $S=3.5 \cos(\pi t)$  ifoda bilan tavsiflanadi. Diskretlashtirish  $T_S=0.3$  sek, otschyotlar soni  $N=30$ . Berilgan vakt oraligida yasalsin. Signal ustida Furʼe shakl almashtirishi bajarilsin. Shakl almashtirilgan signalning absolyut kiymati (amplitudasi) va fozasi grafiklari yasalsin (ya'ni A4X va F4X grafiklari yasalsin)

Quyida bu masalani hal qiluvchi skript - fayl berilgan.

```

Clear
Clc
T_s=0.3;
N=30;
Time=[0:N-1]*T_S;
S=3.5*cos(0.3*pi.*time);
Figure
Plot(time, s); % figure # 1
Grid
Xlabel('time in sec')
Ylabel('signal s(t)')
Title('periodical signal (time domain)')
Zoom
S_FT=fft(s);
Freq_plot=[0:N-1]./(N-1);
Figure % figure #2
Zoom
Plot(freq_plot, real(S_FT)), grid
Title('absolute value of transformed signal (frequency domain)');
Ylabel('abs. val. Of signal')
Xlabel('Frequencu (in pi units)')
Figure % figure #3
Zoom
Plot(freq_plot, imag(S_FT)), grid
Title('Phase(angle) of transformed signal (frequency domain)');
Ylabel('Phase of signal')
Xlabel('Frequencu (in pi units)')

```

### 3.4. GeoGebra ikki va uch o'lchovli grafika.

Matlabda animatsiya vositalariga doir bir nechta komandalar mavjud. Ulardan biri, nuqtaning tekislikda harakatlanish traektoriyasini aks ettirishini ko'rsatuvchi comet komandasidir. Bunda nuqta izga ega bo'lgan kometaning yadrosini eslatadi. Ushbu komanda quyidagi ko'rinishlarda qo'llaniladi:

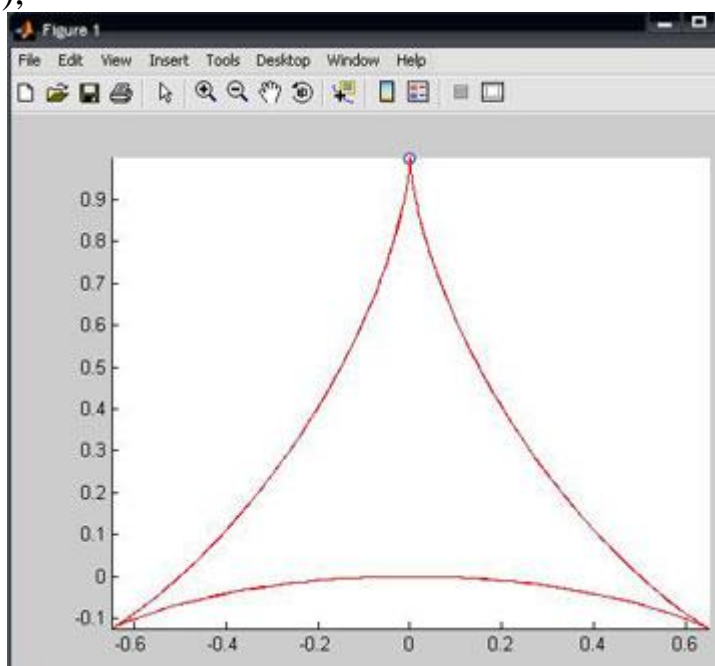
comet(y)- "kometa"ning  $y$  vektor bilan berilgan traektoriya bo'yicha harakatlanishini aks ettiradi;

comet(x,y)- "kometa"ning  $y$  va  $x$  vektorlar juftligi bilan berilgan traektoriya bo'yicha harakatlanishini aks ettiradi;

comet(x,y,z)- avvalgi komandaga o'xshash, faqat kometa izining uzunligini ham ko'rsatish mumkin. Kometaning izi boshqa rangga bo'yalgan bo'ladi, u  $p \cdot \text{length}(y)$  ko'rinishida beriladi ( $\text{length}(y)$ -  $y$  vektorning o'lchami,  $p < 1$ , sukut bo'yicha  $p=0,1$ ).

Quyidagi comet komandasidan foydalanishga doir misol keltirilgan:

```
>> t=0:.01:2*pi;  
>> comet(y,x,0.3);  
>> y=sin(2*t).*(sin(t).^2);  
>> x =cos(2*t).*(cos(t).^2);  
>> comet(y,x,0.3);
```



*Nuqtaning fazoda harakatlanishi*

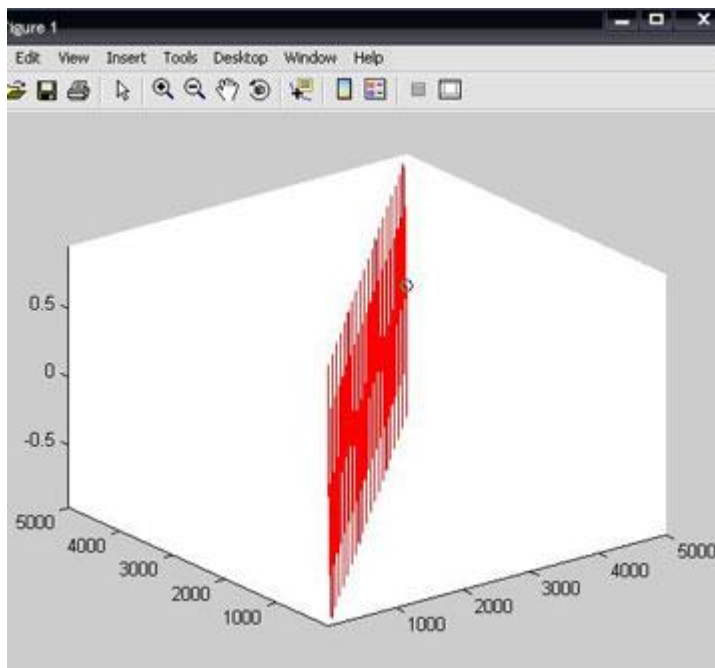
Nuqtaning uch o'lchovli fazoda harakatlanishini kuzatish uchun quyidagi ko'rinishlarga ega bo'lgan comet3 komandasidan foydalaniladi:

comet3(z)- nuqtaning  $z$  vektor bilan berilgan uch o'lchamli egri chiziq bo'yicha harakatlanishini aks ettiradi;

comet3(x,y,z)- "kometa" ning fazoda  $[x(i), y(i), z(i)]$  nuqtalar bilan aniqlanadigan

egri chiziq bo'yicha harakatlanishini aks ettiradi;  
comet3(x,y,z,p)- avvalgi komandaga o'xshash, faqat kometa izining uzunligini ham ko'rsatish mumkin. Kometaning izi  $p \cdot \text{length}(y)$  ko'rinishida beriladi ( $\text{length}(y)$ -y vektorning o'lchami,  $p < 1$ , sukut bo'yicha  $p=0,1$ ).  
Quyida comet3 komandasidan foydalanishga misol keltirilgan:

```
>> t=-10*pi:pi/250:10*pi;  
>> z=[sin(5*t).^5).*cos(t),  
>> cos(2*t).^2).*sin(t),t];  
>> comet3(z);
```



Nuqtaning ikki va uch o'lchamli fazodagi harakati eng sodda animatsiyalardan bo'lishiga qaramasdan dinamik masalalarni grafik vizuallashtirish imkoniyatlarini kengaytiradi.

### Matlabda grafik chizishning imkoniyatlari

Ikki o'lchovli grafika. Matlab tizimining eng katta xususiyatlaridan biri, unda grafik chizish imkoniyatini mavjudligidir. Biz Matlabda ikki vektor grafigini chizishning eng sodda va umumiy komandalari bilan tanishamiz. Matlabda grafiklarni har xil koordinata sistemalarida qurish mumkin. Bulardan to'g'ri burchakli dekart koordinatalari sistemasi, polyar koordinatalari, sferik vassilindrik sistemalarni keltirish mumkin. Undan tashqari koordinatalarni bir sistemadagi ko'rinishidan boshqa ko'rinishga o'tkazish mumkin. Biror bir sistemada grafik chizish uchun umumiy bo'lgan ba'zi grafik chizish komandalarini keltiramiz:

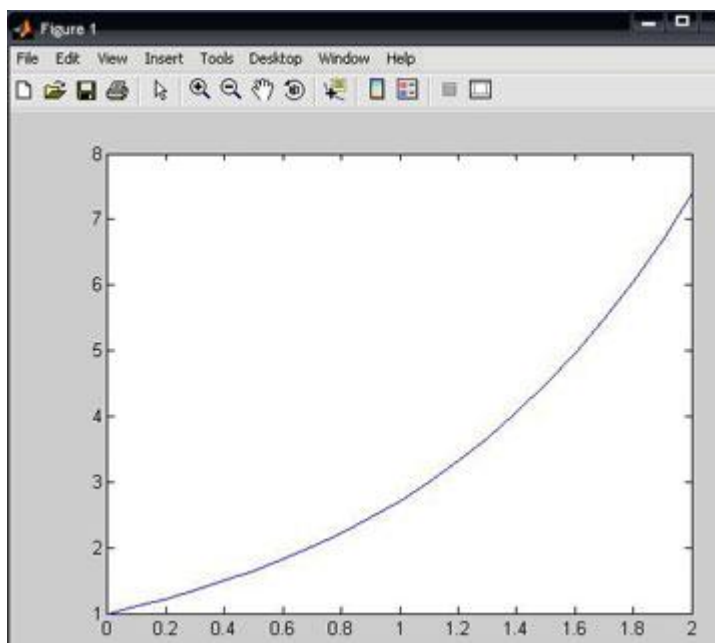
plot(x,y)-x va y vektorlarning dekart tekisligidagi grafigini hosil qiladi;  
plot(y)-y ning y -vektor elementlari nomerlarga nisbatan grafigini yasaydi;  
semilogx(x,y)- "x"ni logarifmi grafigini "y" ga nisbatan yasaydi;



semilogy(x,y)-“x”ning grafigini “y” ning logarifmiga nisbatan yasaydi;  
 loglog(x,y)-“x”ni logarifmini “y” ni logarifmiga nisbatan grafigini yasaydi;  
 grid -koordinatalar sistemasida to‘rni hosil qiladi;  
 title (‘matn’)- grafik tepasiga matn yozadi;  
 xlabel (‘matn’)- “matn”ni “x” o‘qi ostiga yozadi;  
 ylabel (‘matn’)- “matn”ni “ y ” o‘qining chap tomoniga yozadi;  
 text(x,y,’matn’)- “matn”ni (x, y) nuqtaga yozadi;  
 polar(theta, r)- r va theta vektorlarning polyar koordinatalar sistemasida grafigini yasaydi (bu erda theta faqat radianlarda beriladi);  
 bar(x) yoki stairs(x)- “x” vektorning gistogrammasini yasaydi;  
 bar(x,y) yoki stairs(x,y)-“u” vektor elementlarini gistogrammasini “x” vektorning elementlariga mos to‘plamga joylashtirib chizadi;

Ma’lumki, dekart koordinatalar sistemasida grafik chizish (x, y) juftligini qiymatlarini aniqlab, hosil bo‘lgan nuqtalarni kesmalar bilan tutashtirish orqali hosil qilinadi. Demak (x, y) juftliklar soni qanchalik ko‘p bo‘lsa grafik ham shunchalik silliq va aniqroq bo‘ladi. Juftliklar avvaldan berilgan bo‘lishi yoki ma’lum funksiyaning argumenti va qiymatlaridan hisoblab hosil qilinishi yoki tajriba o‘tkazish natijasida olingan bo‘lishi mumkin. Masalan,  $y=e^x$  funksiyaning  $x \in [0,2]$  sigmentdagi grafigini chizish kerak bo‘lsa, quyidagi matlab komadalari ketma-ketligi etarli bo‘ladi:

```
>> x=0:.1:2;  
>> y=exp(x);  
>> plot(x,y)
```

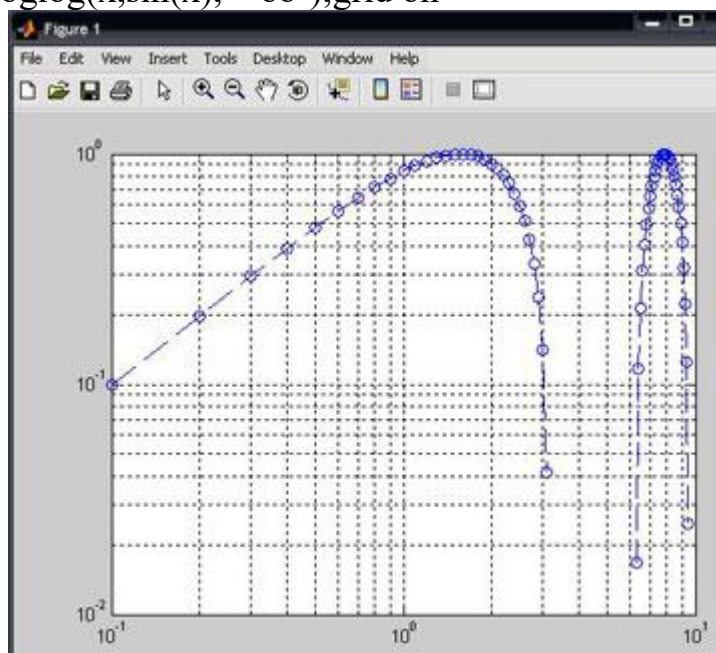


rplot(x,y)- komandasi grafik oynani ochadi va unda kerakli funksiya grafigini chizib beradi. Yangi komandani e’lon qilish uchun kursorni komandalar oynasiga o‘tkazishimiz kerak. Grafik oyna qayta chizmaslik uchun xar bir komandadan keyin uch nuqta( ... ) qatorni davomi belgisini ishlatish mumkin.

```
>> plot(x,y)...
>> grid,...
>> title('ko‘rsatkichli funksiya'),...
>> xlabel('x'),...
>> ylabel('exp(x)'),...
```

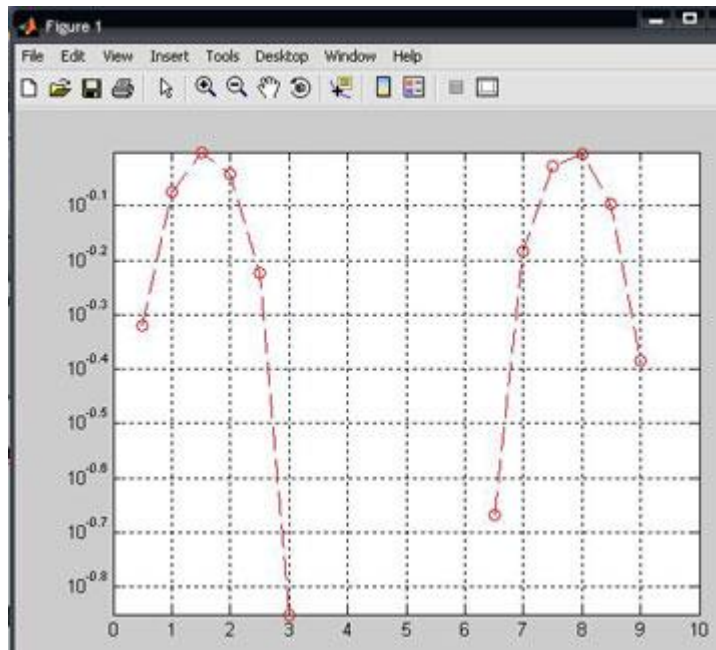
Ko‘pincha grafik komandalar M-faylga joylashtiriladi (Ishchi fayl yoki fayl funksiyalar). Bu usul xatoliklarni to‘g‘rilash uchun yaxshi imkoniyat beradi. Yana quyidagi misollarni ko‘raylik:

```
% x ni logarifmini sin(x) ni logarifmiga nisbatan chizilgan
rafigi.x=0:.1:10;loglog(x,sin(x),'--ob');grid on
```



Bu erda '--' -liniya turi, 'o'-aylana tugun nuqta turi, 'b'-havorang liniya rangi.Endi boshqa grafik funksiyadan foydalanib ko‘ramiz:

```
>> x=0:0.5:10;
>> semilogy(x,sin(x),'--or')
>> grid
```

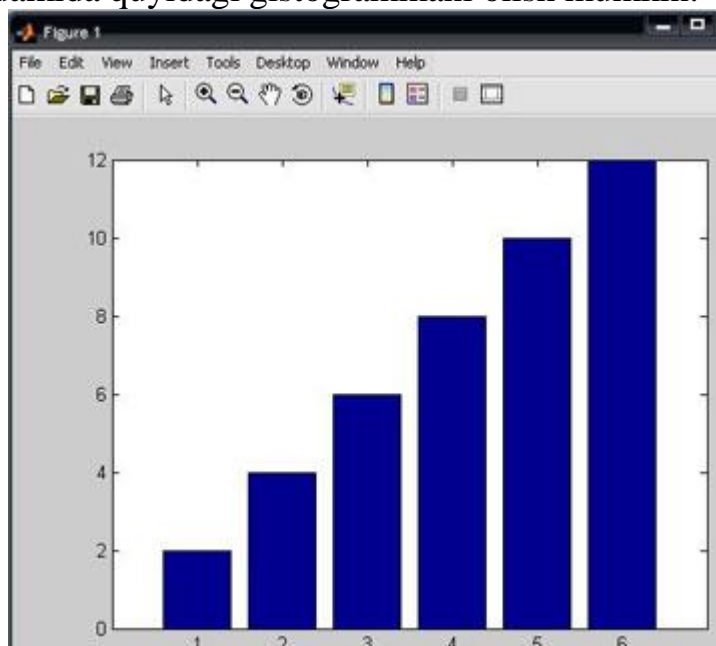


Bu misollardan ko‘rinib turibdiki, matlab tizimida grafik chiziqlarini rangini, turini, tugun nuqtalarini ko‘rsatish va boshqa imkoniyatlar mavjud. 2.Gistogrammalar. Polyar koordinatalarda grafika. Amaliy hisoblarda biror vektor tarkibini tasvirlaydigan ustunli diagrammalar deb ataluvchi gistogrammalar ko‘p uchraydi. Bunda vektorning har bir elementi balandligi uning qiymatiga mos bo‘lgan ustun shaklida ko‘rsatiladi. Ustunlar tartib raqamlariga va eng baland ustunning maksimal qiymatiga nisbatan ma’lum masshtabga ega bo‘ladi. Bunday grafiklar masalan, iqtisodiy o‘zgarish va boshqa jarayonlarni ifodalashi mumkin.Ular `bar(a)` komandasi yordamida quriladi, masalan:

```
>> a=[2 4 6 8 10 12];
```

```
>> bar(a)
```

komandalari yordamida quyidagi gistogrammani olish mumkin:



Bundan tashqari gistogramma qurishning yana boshqa usuli ham mavjud bo‘lib, bu

hist funksiyasi yordamida amalga oshiriladi:

$N = \text{hist}(u)$ - avtomatik tanlangan 10 intervalli vektor qiymatini qaytaradi;

$N = \text{hist}(u,m)$ -huddi yuqoridagi kabi, faqat  $M$  ( $M$ -skalyar) intarvalda qaytaradi;

Quyidagi misolni ko'ramiz:

```
>> x=-3:0.2:3; y=randn(1000,1);
```

```
>> hist(y,x); h=hist(y,x)
```

```
h =
```

```
Columns 1 through 13
```

```
2 3 4 5 4 12 20 22 30 32 39 56 73
```

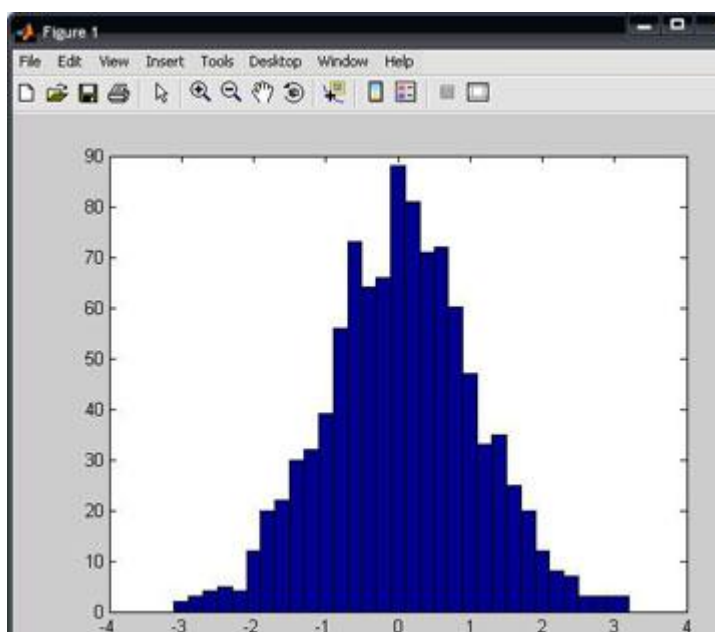
```
Columns 14 through 26
```

```
64 66 88 81 71 72 60 47 33 35 25 20 12
```

```
Columns 27 through 31
```

```
8 7 3 3 3
```

```
>>
```



Qutbli koordinatalar tizimida ixtiyoriy nuqta xuddi radius vektor oxiri kabi, koordinatalar tizimining boshlang'ich nuqtasidan chiqib,  $RHO$  uzunlikka va  $THETA$  burchakka egaligini ko'rsatadi.  $RHO(THETA)$  funksiya grafigini qurish uchun quyida keltirilgan buyruqlardan foydalaniladi.  $THETA$  burchak odatda 0 dan  $2 * \pi$  gacha o'zgaradi. Qutbli koordinatalar tizimida funksiya grafigini qurish uchun quyidagi buyruqlardan foydalaniladi :

$\text{polar}(THETA,RHO)$ - qutbli koordinatalar tizimida radius-vektor oxirining o'z holatidagi  $RHO$  uzunlik bilan va  $THETA$  burchakni ko'rsatuvchi grafikani quradi;

$\text{polar}(THETA,RHO, S)$ - analogli avvalgi buyruqda ishtirok etgan, lekin  $S$  qatorli konstanta yordamida qurish uslubini analogli plot buyrug'i asosida ruxsat beradi.

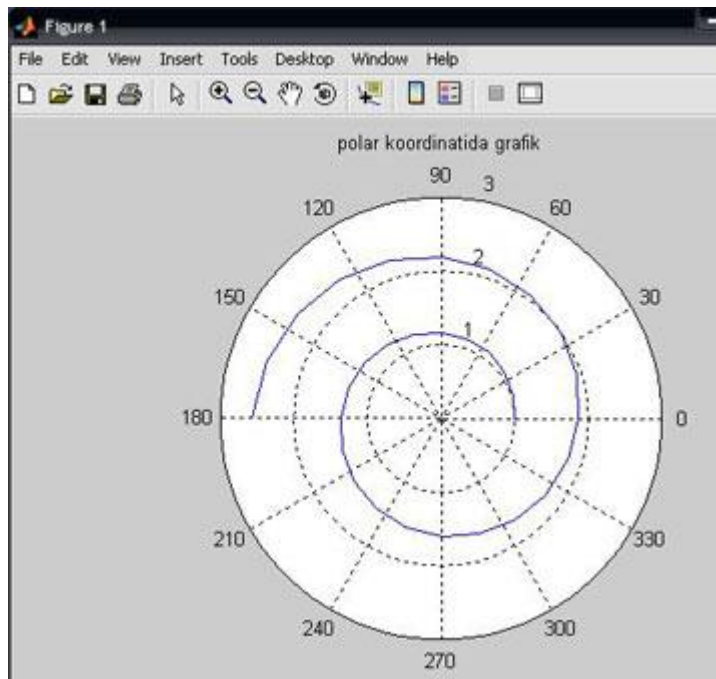
Quyidagi misolni ko'ramiz:

```
>> angle=0:.1*pi:3*pi;
```

```
>> r=exp(angle/10);
```

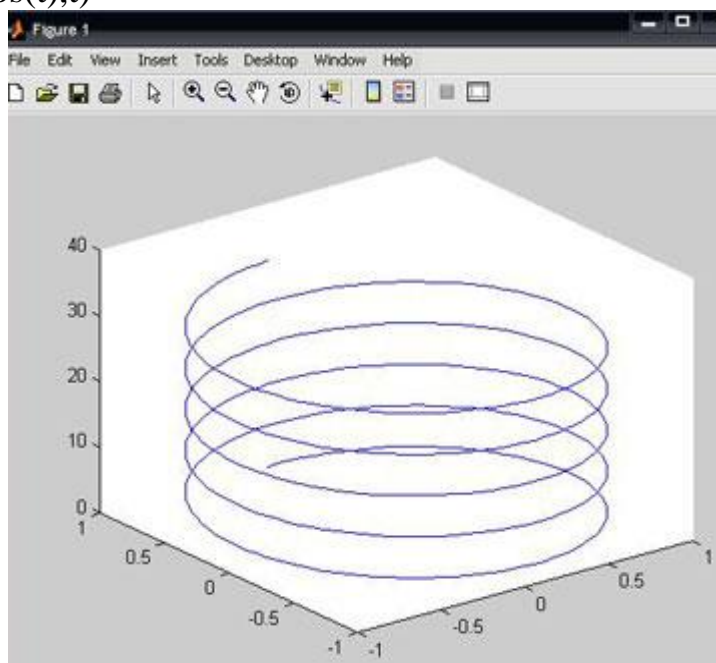
```
>> polar(angle,r),...
```

```
>> polar(angle,r);
>> title('polyar koordinatida grafik');
>> grid on
```



Uch o'lchovli grafika. Grafik chizishga doir misollar. Uch o'lchovli fazoda grafik chizish uchun `plot3(x,y,z)` komandasidan foydalaniladi. Bunda  $x,y,z$ -vektorlar bir xil sondagi koordinatalarga ega bo'lishi kerak, aks xolda sistema xatolikni beradi. Masalan,

```
>> t=0:pi/50:10*pi;
>> plot3(sin(t),cos(t),t)
```



Demak, `plot3` komandasi yordamida uch o'lchovli fazoda chiziqning grafigini xosil qilish mumkin. Bundan tashqari uch o'lchovli fazoda sirtlarni grafigini hosil qiluvchi quyidagi

komandalar mavjud:

mesh-bu fazoda uch o'lchovli "to'r"ni chizadi;

surf-fazoda uch o'lchovli sirtni chizadi ;

fill3-fazoda uch o'lchovli to'ldirilgan ko'pburchakni chizadi.

### Nazorat uchun savollar

1. Matlabda  $n \times n$  birlik matritsa qanday hosil qilinadi?
2. Matlabda  $n \times n$  nol matritsa qanday hosil qilinadi?
3. Matlabda  $n \times m$  matritsa qanday hosil qilinadi?
4. Funktsiyalar grafigi tekislikda qanday hosil qilinadi?
5. **plot** buyrug'ining asosiy parametrlarini aytib bering.
6. Fazoda funktsiyalar grafigi qanday hosil qilinadi?
7. **plot3d** buyrug'ining asosiy parametrlarini ayting.
8. Qutb koordinatasida funktsiyalar grafigi qanday chiziladi?
9. Bir vaqtda bir nechta grafiklar qanday hosil qilinadi?
10. Matlab dasturida X-Y Plot va Polar Plot grafiikalarini tushintiring.



#### **4-мавзу. LATEX sistemasida matnlarni formatlash, jadval va grafiklar tuzish, matematik formulalar yozish va taqdimotlar tayyorlash**

##### **4.1. LATEX sistemasida matnlarni formatlash.**

##### **4.2. LATEX sistemasida jadval va grafiklar tuzish.**

##### **4.3. LATEX sistemasida matematik formulalar yozish va taqdimotlar tayyorlash.**

##### **4.1. LATEX sistemasida matnlarni formatlash.**

###### **Latex buyruqlari**

Latex buyruqlari *teskari slash* “\” belgisidan boshlanadi va faqat lotin harflaridan iborat bo’ladi. Buyruq oxirida bo’sh joy ,raqam va ixtiyoriy harf bo’lmagan belgidan foydalanish mumkin.

Latexda bo’sh joy belgisi buyruqdan keyin qo’yiladi. Lekin bu belgi o’rniga boshqa maxsus {} belgisini ham qo’yish mumkin. Masalan: Men ertaga barcha ishchi \TeX{}niklarimiz va \TeX nika mutaxassislarimiz bilan uchrashmoqchiman. Bugun \today

Misollar:

-Bugun 8-mart \textsl{Xalqaro-xotin qizlar bayrami }

Natija: Bugun 8-mart *Xalqaro-xotin qizlar bayrami*

-yangi satrga o'tish \newline yangi satr

Natija: yangi satrga o'tish

yangi satr

Shuningdek {} belgisini bu belgi oxiriga yozilgan buyruqqa turli xil parametrlar berish uchun ham ishlatish mumkin. Bunda bir yoki bir necha parametr berish mumkin. Parametrlarni faqat {} belgisi bilan emas balki [] belgisi orqali ham joylashtirish mumkin.

###### **Kiritiladigan fayl strukturasi**

Fayl strukturasi

\documentclass{...}

dan boshlanadi. U hujjat qanday tipda yozilishini ko’rsatadi. Bu buyruq dan so’ng hujjat ko’rinishi, paketlarni yuklash va LATEXning qo’shimcha imkoniyatlarini yuklash boshlanadi. Bunday vazifalarni bajarish uchun

```
\usepackage{...}
```

buyrug'idan foydalaniladi. Bu buyruqdan so'ng matn tanasi boshlanadi. Bu buyruq quyidagicha yoziladi.

```
\begin{document}
```

Endi LATEX buyruqlari yordamida matnni kiritamiz va oxirida

```
\end{document}
```

buyrug'i yordamida hujjatni yopamiz. Masalan:

```
\documentclass{article}
```

```
\usepackage[russian]{babel}
```

```
\begin{document}
```

Latexdagi oddiy hujjat.

```
\end{document}
```

### **Sahifa o'lchamlari**

Latexda sahifa o'lchamlarini aniqlash uchun maxsus buyruqlardan foydalaniladi. Bunda sahifaning turli qismi uchun turli buyruqlar mavjud. Odatda sinf e'lon qilinganda sinfga mos sahifa o'lchamlari avtomatik aniqlanadi. Sahifada foydalaniladigan asosiy buyruqlardan biri `\marginpar` buyrug'i bilan tanishamiz. Bu buyruqdan asosan sahifaning o'ng qismini belgilashda foydalaniladi. Masalan:

```
\marginpar[chegara]{chap chegara shu yer}
```

Shuningdek `\reversemarginpar` va `\normalmarginpar` buyruqlaridan ham foydalanish mumkin. Sahifaga tegishli buyruqlardan yana biri butun sahifa bo'yicha matn shriftini berish buyrug'idir. Bunda `\normalfont` yoki `\textnormal(matn)` buyrug'idan foydalanishingiz mumkin.

### **Titul varag'i va mundarija**

Hujjat haqida ma'lumotlar ya'ni hujjat muallifi, yaratilgan vaqti hujjat nomi va boshqa ma'lumotlarni standart kiritish buyrug'i bu `\maketitle` buyrug'idir. `\title{nom}` buyrug'i yordamida hujjat nomi kiritiladi. `\author(muallif)` buyrug'i yordamida esa hujjat mualliflarini kiritish mumkin. `\date{sana}` buyrug'i yordamida esa hujjat yaratilgan vaqtini kiritish mumkin. Bu buyruqlar yozib bo'lingandan so'ng izoh uchun `\thanks{izoh}` buyrug'idan foydalanish

mumkin. Izohlar haqida biz keyingi mavzularda batafsil to'xtalib o'tamiz. \author buyrug'ida mualliflar soni ko'p bo'lgan hollarda ularni ajratish uchun \and buyrug'idan foydalanish mumkin. Shuningdek sinflardagi standart sahifa parametrlari sizni qoniqtirmasa \begin{titlepage} ... \end{titlepage} tanasi yordamida sahifa parametrlarini o'rnatish mumkin. Bunda sahifani raqamlash 1 dan boshlanadi.

### **Mundarija yozish qoidasi**

Masalan:

1. Kirish .....	3
2. Masalaning lishi.....	4
3. Asosiy.....	10
4. Xulosa.....	18
5. Adabiyotlar.....	18

1. Kirish \dotfill 3\\

2. Masalaning qo'yilishi \dotfill 4\\

3. Asosiy natija \dotfill 10\\

4. Xulosa \dotfill 18\\

5. Adabiyotlar \dotfill 18\\

Bunda \$ belgi ishlatilmaydi, \dotfill komandasi yetarlicha nuqtalar qo'yadi. Betlar nomeri o'ng chetdan avtomatik ravishda qo'yiladi.

Agar mundarijada §-paragraf belgisi ishlatilsa, \S komanda ishlatiladi. \$ belgi qo'yilmaydi.

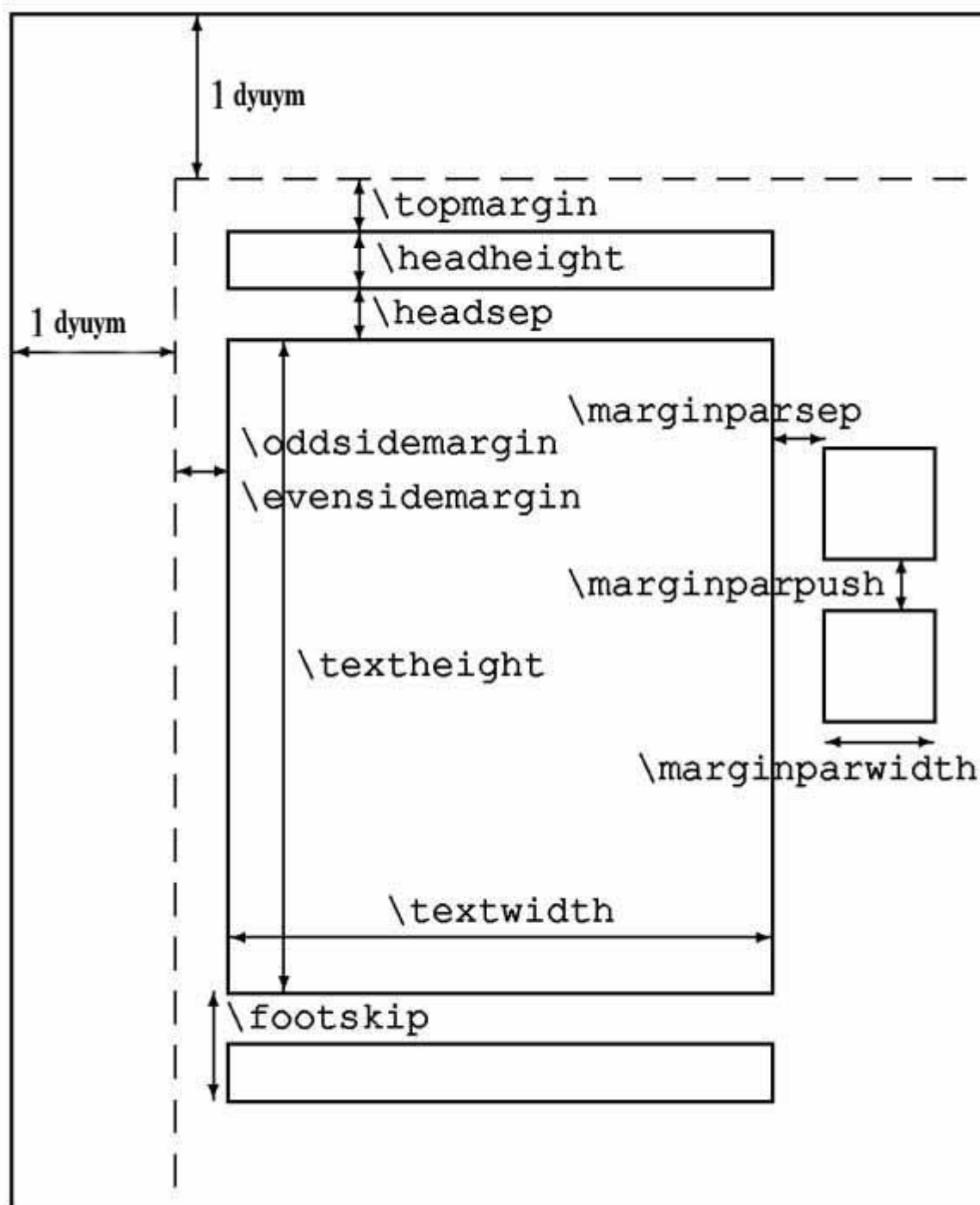
### **Sahifani raqamlash**

Odatda sahifani raqamlashda odatiy raqamlardan foydalaniladi. Lekin agar bunday raqamlash sizni qoniqtirmasa raqamlash ko'rinishini o'zgartirishingiz mumkin. Bu ishni \pagenumbering{format} buyrug'i orqali bajarish mumkin. Bu buyruq orqali tanlangan raqamlash formati butun hujjat sahifalariga ta'sir qiladi. Quyidagi formatlar mavjud:

arabic      roman      Roman      alph      Alph

### **Sahifa ko'rinishi**

Endi sahifa ko'rinishiga doir buyruqlar bilan tanishamiz.



**4.1.-chizma.Sahifa parametrlari  
Hujjat sinflari**

LATEXda birinchi bo'lib hujjat parametrini bilish muhim.Bu ishni

```
\documentclass
```

buyrug'i bajaradi.Uning ko'rinishi quyidagicha

```
\documentclass[xususiyatlar]{sinf}[sana]
```

Bu yerda *sinf* yaratilayotgan hujjat tipini aniqlaydi.

## Sinflar

Sinflar `cls` kengaytma bilan saqlanadi va aniqlanadi. Ya'ni `sinf.cls` ko'rinishda. Quyidagi asosiy sinflar mavjud.

`article`- fanga doir jurnallar, namoyishlar, qisqa hisobotlar, dasturiy hujjatlarda, taklifnomalar uchun qo'llaniladi.

`report`- juda katta hisobotlar, ko'plab bo'limga ega bo'lgan kitoblarda, dissertatsiyalar uchun qo'llaniladi.

`proc`- Dokladlar uchun

`letter`- Hujjat va hujjat muallifi haqida ma'lumot kiritishda foydalaniladi.

Ko'rinishi:

```
\documentclass{letter}
```

```
\begin{document}
```

```
  yozuvlar
```

```
\end{document}
```

`book`- odatiy kitoblar uchun.

`slides`- slayd uchun. Shuningdek katta harflarda ortiqcha belgilersiz ishlatiladi.

## Xususiyatlar

Xususiyatlar qismini kiritish majburiy emas. Xususiyatlar kiitilmagan taqdirda Latex aniqlangan sinfga qarab Sinf uchun standart xususiyatlarni avtomatik aniqlaydi. Xususiyatlar qismida bir necha xususiyat kiritish ham mumkin. Bunday vaziyatda xususiyatlar vergul (,) bilan ajratiladi. Bir necha xususiyatlarni keltirib o'tamiz.

`10pt, 11pt, 12pt`- Hujjat shriftini o'rnatadi. Agar birortasi ham ko'rsatilmagan bo'lsa avtomatik ravishda `10pt` ni o'rnatadi.

`a4paper, letterpaper ...`- Varaq (sahifa) o'lchamini aniqlaydi. Ko'rsatilmagan holatda `letterpaper` ni aniqlaydi. Shuningdek quyidagilarni ko'rsatish mumkin. `a5paper, b5paper, executivepaper` va `legalpaper`.

`fleqn`- formulani chapdan tekislaydi

`leqno`- formulaga chap tomondan raqam qo'yadi.

`titlepage, notitlepage`- Maqola sarlavhasi boshlanishi yoki yo'qligini

ko'rsatadi. Ko'rsatilmagan holda article sinfida yo'qligini ko'rsatadi. report va book sinflarida esa boshlanishini ko'rsatadi.

twocolumn-hujjatni 2 ta ustunga bo'ladi.

twoside, oneside-bir yoki ikki tomonli chiqarishni aniqlaydi. Aniqlanmagan holda article va report sinflarida bir tomonli, book sinfida esa ikki tomonli chiqaradi.

openright, openany-Asosiy sahifa qaysi sahifadan boshlanishini ko'rsatish. Faqat tanlangan sahifa yoki birinchi sahifa bo'lishi mumkin. Bu xususiyat article sinfida ishlamaydi, report sinfida keyingi sahifadan boshlanadi, book sinfida esa tanlangan sahifadan boshlanadi.

### **Paketlar**

Siz hujjat yozayotgan paytda Latexning turli imkoniyatlaridan foydalanishingiz mumkin. Jumladan grafik, rangli yozuv va hokazolar.

`\documentclass` tugagandan so'ng hujjat ko'rinishida Latex imkoniyatlarini kengaytirish uchun paketlardan foydalanamiz. Bunday hollarda turli xil paketlardan foydalanishingiz mumkin. Paketlar

`\usepackage[xususiyatlar]{paket}[sana]`

buyrug'i orqali aktivlashtiriladi. Bu yerda ***paket*** paket nomi, ***xususiyatlar*** esa kalit so'zlar ro'yhati va paketning maxsus xususiyatlarini o'rnatish. Latex paketlari ***sty*** kengaytmali fayllarda saqlanadi. Latex paketni o'qiyotganda paket.sty ko'rinishda o'qiydi. Shu sababli paket nomini to'g'ri yozish (kengaytmasiz) maqsadga muvofiq. `\usepackage` da ham xuddi `\documentclass` ga o'xshab bir vaqtning o'zida bir necha xususiyat va paketlarni chaqirish mumkin.

Masalan: `\usepackage[dvips]{graphics,color}`

Latexdagi qatorlar bilan bog'liq buyruqlar bilan tanishamiz.

`\\` yoki `\newline` - yangi qatorga o'tish

`\newpage` – yangi sahifadan boshlash

### **Maxsus belgilar**

Latexda turli buyruqlar kiritishda turlicha belgilardan foydalaniladi. Ular orasida bir nechta asosiy belgilar mavjud. Bu belgilar Latex dasturining maxsus



belgilari hisoblanadi. Bu belgilar quyidagilar:  $\$ \& \% \# \_ \{ \} \sim \wedge \backslash$

Bu belgilar orqali turli xil buyruqlar kiritilganligi sababli, bu belgilarni o'z sahifangizda to'g'ridan to'g'ri ishlata olmaysiz. Agar o'z hujjatingizda bu belgilardan foydalanmoqchi bo'lsangiz maxsus “\” belgisidan foydalanishingiz mumkin. Masalan:

$\$ \& \% \# \_ \{ \} \backslash \$ \& \% \# \_ \{ \}$

Bu belgilardan ko'plab matnli qatorlarda, ko'plab buyruqlar yozishda va boshqa matematik formulalar yozishda foydalanish mumkin. Ammo “\” belgisini kiritishda “\\” belgidan foydalanish mumkin emas.”\\” belgi Latexda keyingi qatorga o'tishni bildiradi.

Shuningdek bu belgilarni  $\backslash\text{symbol}\{\text{kod}\}$  buyrug'i yordamida sakkizlik va o'n oltilik sanoq sistemalaridagi kodlari orqali ham kiritish mumkin. Masalan  $\backslash\text{symbol}\{40\}$  va  $\backslash\text{symbol}\{20\}$  larning ikkalasi ham ` belgisini bildiradi. Bunda agar ` yoki “ belgilarini yozmasdan faqat kodni o'zi yozilsa Latex natija sifatida ASCII jadvalidagi kodga mos belgini qaytaradi. Bu usul ham ancha qulay. Chunki aksariyat foydalanuvchilar odatda ASCII kodlaridan foydalanishadi. Agar hozirgi misolimiz uchun bu usulni qo'llaydigan bo'lsak u holda  $\backslash\text{symbol}\{32\}$  ham ` belgini qaytaradi.

### Maxsus harf va belgilar

Latex redaktori “(qo'shtirnoq) belgisini to'g'ridan to'g'ri kiritishni qo'llab quvvatlamaydi. Bunday vaziyatlarda ikkita ` belgidan va yopishda esa ikkita ‘ belgidan foydalaniladi.

Masalan: `Ikkita ` belgisini kiritdik, endi esa ikkita ‘ belgisini kiritamiz”.

### Tire va defislar

Latex redaktori tirening 4 turini aniqlaydi. 3 tasi turli ko'rinishdagi tirelar, 4-si esa matematikadagi –(minus) belgisidir. Ular quyidagilar:

Birinchi 3 ta tirelar: - defis, -- qisqa tire, --- uzun tire va \$-\$ minus belgisi.

Masalan: Bugungi mavzu-Latex\\

56--71 betlarda\\

ha---yoki yo`q\\

$\$0\$$  ,  $\$1\$$  va  $\$-1\$$

### **Ko'p nuqtalar**

Ko'p nuqta qo'yish 2 xilda bo'lishi mumkin. Oddiy ... klaviatura yordamida 3 ta nuqta kiritish va xalqaro standart bo'yicha uch nuqta kiritish. Ikkinchi turdavisini kiritish uchun maxsus

`\ldots` – buyrug'idan foydalaniladi.

Masalan: oddiy 3 ta nuqta ... ko'rinishda bo'ladi. \\

Buxoro, Samarqand, Navoiy, \ldots

### **Turli belgilar**

Latexda hujjat chiroyli chiqishi uchun ko'plab belgilar ishlatiladi. Ularning asosiylariga to'xtalib o'tamiz. Agar paragraf belgisini kiritmoqchi bo'lsak Texning maxsus `\S` (katta s) buyrug'idan foydalanamiz. © belgisi uchun esa `\copyright` buyrug'idan foydalanamiz. Matematik formulalarni kiritish uchun foydalaniladigan  $\$$  va  $\&$  belgilarini `\$` va `\&` ko'rinishda kiritish mumkin. Bu kabi Texning maxsus belgilarini kiritishni biz oldingi bo'limlarda ko'rib o'tgan edik. Bundan tashqari matn yozish jarayonida matematik belgilardan ham foydalanish mumkin. Masalan:

`Men + Sen = \heartsuit`

`Men + Sen = \heartsuit`

Shuningdek Latexda belgilarni belgining kodi orqali ham kiritish mumkin. Buning uchun maxsus `\symbol` buyrug'idan foydalaniladi. Bunda bu buyruq argumentiga belgi kodi yoziladi. Odatiy lotin harflarini ASCII-kodlar jadvalidagi kodi bilan kiritish mumkin. Masalan:

`\LaTeX`da ishlash juda oson

`\LaTeX` da ishlash juda

`\symbol{111}\symbol{115}\symbol{111}\symbol{110}`

Latexda belgilarni nafaqat o'nlik kodlari orqali balki sakkizlik va o'n oltilik kodlari orqali ham kiritish mumkin. Bunda agar kod sakkizlikda yozilgan bo'lsa kod oldiga ' belgisi, o'n oltilikda yozilgan bo'lsa kod oldiga " belgisi qo'yib yoziladi. Masalan `\symbol{122}` , `\symbol{'172}` va `\symbol{"7A}` yozuvlarining uchchalasi ham z harfini bildiradi.

### **Ostki chiziq va ramkalar**

Ajratilgan qism(masalan qandaydir yozuv) ostiga chizish uchun `\underline`

buyrug'idan foydalaniladi.

Bu yozuv ostiga chizilgan.

Bu yozuv

`\underline{ostiga chizilgan}`.

Matnning belgilangan qismini ramkaga olish uchun `\fbox` buyrug'idan foydalaniladi.

Bu so'z ramkaga olingan.

Bu so'z

`\fbox{ramkaga olingan.}`

### **Turli oraliqlar(bo'sh joylar) hosil qilish**

Latex dasturida bo'sh joylar bo'sh joy("probel") klavishasini bosish orqali hosil qilinadi. Bunda hech qanday ortiqcha buyruq shart bo'lmaydi. Xuddi matn protsessorlari kabi matn yoziladi. Bir necha bo'sh joylar uchun bu belgi bir necha marta ishlatiladi. Latexda bo'sh satr tabulyatsiyani bildiradi. Ikkita bo'sh satr abzats tugashini aniqlaydi. Bir necha bo'sh satr esa xuddi bitta bo'sh satr kabi ishlatiladi.

$\LaTeX$ da oddiy yozuv yozish juda qulay!

$\LaTeX$  da oddiy yozuv yozish juda

qulay!

Tex yozuvda bo'sh joylar kiritishda quyidagi qonuniyatlardan foydalanadi.

-Quyidagilardan so'ng bo'sh joy yozish mumkin:

-Nuqta, so'roq va undov belgilari

-Ikki nuqta

-Nuqta vergul

-Vergul

-Agar biror so'zdan keyin biror tinish belgisi ishlatilsa, u holda bu tinish belgisidan so'ng qo'yilgan bo'sh joylar bitta bo'sh joy sifatida qabul qilinadi.

-Agar so'zda ishlatilgan tinish belgilaridan keyin bo'sh joy yozilsa va undan so'ng yopiluvchi qavslar (aylana yoki kvadrat) yozilsa u holda tinish belgisidan keyin yozilgan bo'sh joy hisobga olinadi.

Tex yuqoridagi qoidalar bo'yicha bo'sh joylarni aniqlaydi. Shuningdek Texda boshqa maxsus buyruq va qoidalar yordamida kerakli darajadagi bo'sh joylarni yozish mumkin.

-Agar gap tugamasdan turib so'zdan keyin nuqta qo'yishga to'g'ri kelsa, u

holda \ (teskari slesh va bo'sh joy) yozish orqali odatiy bo'sh joyni yozish mumkin.

-Agar gapdan keyin yozilgan nuqta yoki boshqa belgilar gap tugaganini bildirsa u holda maxsus \@ dan foydalanish mumkin.

Bu yerda bo'sh joy yozish uchun  $\TeX$ ning Bu yerda bo'sh joy yozish\ uchun  $\TeX$  ning bir qancha qoidalaridan foydalanilgan. \ bir qancha qoidalaridan~foydalanilgan\@.

Bu yerda oxirgi so'zdan oldin ishlatilgan ~ belgisi shunchaki ikki so'zni ajratish uchun xizmat qiladi.

Agar barcha so'zlar orasiga bir xil bo'sh joy qo'ymoqchi bo'lsangiz \frenchspacing buyrug'idan foydalanishingiz mumkin.Bu buyruqdan so'ng so'zlar orasiga \@ va \ larni yozish shart emas.

Agar oldingi bo'sh joy yozish rejimiga qaytmoqchi bo'lsak(\frenchspacing siz) quyidagi

\nonfrenchspacing buyrug'idan foydalanishimiz mumkin.Bu yozuvdan keyin esa \@ va \ lardan foydalanish mumkin.Texda bundan tashqari yana bo'sh joylarni o'zimizga moslash imkoniyatlarini beruvchu buyruqlardan foydalanish mumkin.

### **Oraliqlarni qo'lda kiritish**

Biz yuqorida bo'sh joy kiritish uchun foydalangan \ (teskari slesh va bo'sh joy) va ~ belgilari aniq ko'rinishdagi bosh joylar hisoblanadi.Agar so'zlar orasidagi masofani uzaytirmoqchi bo'lsak bu belgilardan bir necha marta foydalanishimizga to'g'ri keladi.Masalan bu belgilardan uch marta foydalanish uchun ~~~ yoki \ \ kabi bo'ladi.Bunday vaziyatlarda bu usul noqulay hisoblanadi.

Bu vaziyatlarda foydalanish uchun Texning bir qator buyruqlari mavjud.Masalan odatiy bo'sh joy uchun (1 em) \quad va odatiy ikkita bo'sh joy uchun \quad buyruqlaridan foydalanish mumkin. \enskip buyrug'i esa ikkita standart raqam uzunligicha bo'sh joy yozish uchun ishlatiladi.Shuningdek \, dan ham foydalanish mumkin.

Agar aniq o'lchamdagi bo'sh joy yozmoqchi bo'lsak \hspace{uzunlik} buyrug'idan foydalanishimiz mumkin.Uzunlik quyidagicha ko'rsatiladi:

\hspace{1.5cm}

Bu yerda 1em oraliq.

Bu yerda\quad 1em oraliq.\

Bu yerda 1em oraliq.

Bu yerda\quad{}1em oraliq.\

Bu yerda uzun bo'sh joy nimaga kerak.

Bu yerda\quad{} uzun bo'sh joy  
nimaga kerak.\

### Harf usti va harf osti belgilari

Texda turli tillar alfavitlaridan tashqari , lotin harflarining usti va ostiga turli xil belgilarni yozib hosil qilingan harflarni ham kiritish mumkin.Bunday belgilar yevropa tillar oilasiga kiruvchi tillarda ko'p foydalaniladi.e harfi misolida ko'rib o'tamiz.

Kodi	Natija	Kodi	Natija
\`e	è	\`e	é
\^e	ê	\~e	ë
\=e	ē	\.e	è
\u{e}	ě	\v{e}	ě
\H{e}	Ě	\"e	ë
\c{e}	ç	\d{e}	ç
\b{e}	ë	\t oo	ö

Yana bir jadval maxsus belgilarning boshqa bir ko'rinishi so'roq va undov belgilari ishtirokidagi harflardir.Bu belgilar odatda ispan tilida ishlatiladi.

Kodi	Natija	Kodi	Natija
\oe	œ	\OE	Œ
\ae	æ	\AE	Æ
\aa	å	\AA	Å
\o	ø	\O	Ø
\l	ł	\L	Ł
\i	ı	\j	Ј
\ss	ß	?	ı
!`	ı		

Bu yerda \i va\j buyruqlari oddiy i va j ni kiritish uchun xizmat qiladi.Oddiygina qilib \=i yozish mumkin emas , chunki bu holda harf usti belgisi bo'lib qoladi.

Natija esa  
quyida^gicha bo'ladi.  
ä + b=ç ;Qanday!

Natija esa\  
quyida^gicha \c{b}o'ladi.\  
"a + "b=\c{c}

!`Qanday!

Agar yuqoridagiga o'xshash belgilarni kiritmoqchi bo'lsangiz va bu belgi faqat bitta belgi ustida amalga oshirilsa u holda kerakli buyruqdan so'ng figurali qavs ichiga harfni kiritish shart emas.

fa\c{k}ultet yoki fa\c{k}ultet — bir xil.

fa\c{k}ultet yoki

fa\c{k}ultet --- bir xil.

### Shriftlarni almashtirish

Biz yozuv ,formula va hokazolarni yozayotganda Latexning standart shriftlaridan foydalanamiz. Latex bizga taqdim etgan shrift ajoyib ko'rinishga ega va xalqaro standartdagi shrift bo'lsada ayrim hollarda bu shriftdan chekinib , yangi shrift(yangi ko'rinish)ga o'tishga to'g'ri keladi. Masalan yozuv qismlarini ,izohlarni va hokazolarni ajratib ko'rsatish uchun.Bunday vaziyatlarda Latexning turli buyruqlaridan foydalanish mumkin.Masalan \em buyrug'i qiyaroq yozuv yozishda ishlatiladi.

Bu matn *belgilangan;*

*endi ichki belgilashni amalga oshiramiz*

*belgilandi keyingisida;*

*endi odatiy ko'rinishga o'tamiz.*

Agar belgilangan qism tugasa

*vergul,* qo'yish kerak.

Bu matn {\em belgilangan;\}

endi ichki belgilashni amalga

oshiramiz\}

{\em belgilandi\} keyingisida;\}

endi\} odatiy ko'rinishga o'tamiz.\}

Agar belgilangan qism tugasa\}

{\em vergul,} qo'yish kerak.

Bu yerda ishlatilgan \ / buyrug'i belgilangan qismdan keyin yoziladi va \em buyrug'ini bekor qilib odatiy shriftga qaytadi.

Endi shrift ko'rinishi va o'lchamlari haqida to'xtalib o'tamiz.Quyidagi jadvalda Latexda shrift ko'rinishlari keltirilgan.

Buyruq	Shrift nomi
\bf	<b>Qalin yozuv(boldface)</b>
\it	<i>Kursiv(italic)</i>
\sl	<i>Qiyaroq(slanted)</i>
\sf	Keskir shrift(sans serif)



<code>\sc</code>	<i>Kapitel</i> (SMALL CAPS)
<code>\tt</code>	Mashinka yozuviga
<code>\rm</code>	o'xshash(typewriter) Odatiy yozuv(roman)

Yuqorida ko'rib o'tilgan buyruqlardan `\tt` buyrug'i qolgan buyruqlardan farqli ravishda kamdan kam foydalaniladi. Bunday shriftdan asosan rasm bilan ishlaydigan dasturlar(rasm muharrirlari)da foydalaniladi.

Keyingi jadvalimiz shriftlar o'lchami:

Buyruq	Shrift o'lchami
<code>\tiny</code>	Juda kichik
<code>\scriptsize</code>	
<code>\footnotesize</code>	Juda kichik(indeks kabi)
<code>\small</code>	
<code>\normalsize</code>	Kichik (izoh kabi)
<code>\large</code>	Kichik
<code>\Large</code>	O'rtacha
	Katta
<code>\LARGE</code>	Kattaroq
	Yanada kattaroq
<code>\huge</code>	Juda katta
	Nihoyatda katta
<code>\Huge</code>	

Shrift turi va o'lchamini birdaniga o'rnatish mumkin. Biz juda ko'p foydalanadigan shrift("roman")ni `\bf\large` yoki `\large\bf` kabi o'rnatish mumkin. Bunda ikkala usulda ham bir xil natija qaytariladi. Masalan:

**Odatiy yozuv**                    `\bf\large` Odatiy yozuv `\`

**bunisi ham**                    `\large\bf` bunisi ham

Latexning yangi variantlarida "Shrift yozishning yangi sxemasi"(NFSS) dan foydalanilgan va shu orqali ishlaydigan bir necha yangi buyruq kiritilgan. Shu o'rinda NFSS haqida ma'lumot berib o'tsak.

Latex dasturi rivojlanishining uchinchi variantidan boshlab AMS-Latexdan keng foydalanila boshlandi.Latex ilovalari ro'yhatiga kiritilgan bu ilova Latexdagi shriftlar ustida turli amallar bajarish uchun qo'laniladi.

Yangi turdagi sxema(inglizchada New Font Selection Scheme,qisqacha NFSS)Latexning shrift uchun ishlatiladigan avvalgi buyruqlarini rad etmagan holda , ular orqali va ularga qo'shimcha tarzda ishlaydi.Bu sxema shriftlar ustida quyidagi to'rt turdagi parametrlarni o'zgartirish va shriftlarni o'rnatishni amalga oshiradi.Parametrlar quyidagilar:*oila*(family)-masalan roman,sanserif yoki " Mashinka yozuviga o'xshash" bir biriga yaqin(oila kabi) shriftlarni o'rnatish,*qator*(series)-masalan "qalin" shriftning qalinligi,o'lchami so'zlar orasidagi masofa kabilarni o'rnatish,*forma*(shape)-masalan odatiy,kursiv yoki qiya kabilarni o'rnatish va *o'lcham*(o'lchamni o'rnatish uchun \baselineskip buyrug'idan foydalanish mumkin).

Shriftni faqat ichki qismda ishlatish ham

Bu yerda **qalin yozuv**dan mumkin.Masalan:

foydalanilgan.

Bu yerda {\bf qalin yozuv}dan\\

foydalanilgan.\\

Ko'p foydalaniladigan shriftlar o'lchamlari bu \large, \small bo'lib ular 12 bosma o'lchamiga mos keladi.

### **Izoh(havola)lar**

Ko'pchilik Microsoft offise word da ishlatiladigan izohlar(сhocka) haqida biladi.Biz bu bo'limda mana shunday izohlarni Latexda ko'rib o'tamiz.Izohlar uchun Latexda maxsus \footnote buyrug'idan foydalanish mumkin.Izohlar yozish Latexning barcha sinf va paketlarida mavjud bo'lib quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

IZOH\footnote{o'xshash jumla} nomerlash ...

Agar izoh nomeri kiritilmasa avtomatik tarzda nomer qo'yiladi(birdan boshlab).Agar izoh bir necha qatordan iborat bo'lsa yozilishi kerak bo'lgan qatorlar orasiga bir necha bo'sh qator tashlash yetarli.Odatda har bir sahifa uchun alohida izohlar yoki butun hujjat uchun bitta sanagich orqali izohlar yoziladi.Lekin har bir sahifada xohlagan nomerli izoh hosil qilish mumkin.Buning uchun kvadrat

qavs ichiga izoh nomeri yoziladi. Masalan<sup>16</sup>:

Masalan\footnote[16]{Bu kodni Latexda yozib ko'ring}

Izohlarimiz har doim ham birdan boshlanmaydi. Yuqoridagi misolda birinchi izohimiz o'n olti raqamli izoh bo'ldi. Demak keyingi izohlar ikkidandan boshlanishi kerak. Lekin biz avtomatik nomerlashni qo'llasak baribir o'n oltidandan keyin yana birdan boshlanadi. Bunday vaziyatlarda \footnotemark buyrug'idan foydalanish mumkin. Masalan:

---

<sup>16</sup>Bu kodni L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>Xda yozib ko'ring

<sup>2</sup>Izohning manosi

bu yerda

Masalan\footnote[16]{Bu kodni

\LaTeX da yozib ko'ring}

izoh\footnotemark

IZOH\footnote{Izohning

manosi bu yerda}

\footnotemark ni nafaqat yuqoridagi vaziyatlar uchun, balki tegishli izohlarni o'zgartirish uchun ham ishlatish mumkin. Agar aynan qaysidir nomerdagi izohga matn yozmoqchi bo'lsangiz \footnotetext buyrug'idan foydalanishingiz mumkin.

Aynan\footnotemark[26]

shunisi\footnotetext[26]{bu yerda yozilgan}

### Bo'g'inlash

Hujjat yozish jarayonida agar qatordagi oxirgi so'z joriy qatorga sig'may qolsa keyingi qatorga bo'g'inlab o'tkazish kerak bo'ladi. Bu usul o'quvchiga qulay hisoblanadi. Latexda so'zlarni bo'g'inlash standart tarzda avtomatik emas. Bu turli tillarning bo'g'inlash grammatikasi turli xil bo'lganligi sabablidir. Ammo Latex so'zlarni o'zingiz xohlagandek bo'g'inlash imkonini beradi. Bu ish \righthyphenmin buyrug'i asosida bajariladi.

\righthyphenmin=2

yozuvi oxirgi ikkita belgiga bo'g'inlashga ruxsat borligini bildiradi. Bunday usul uncha qulay bo'lmasligi mumkin. So'zlarni o'zimiz xohlagan ko'rinishda kiritish uchun \hyphenation buyrug'idan foydalanishimiz mumkin. Masalan:

\hyphenation{harf-la-ri-dan}

Bu buyruqda so'zlarni yozayotganda ular orasida bo'sh qator bo'lishi mumkin

emas.

### **\sloppy buyrug'i va \emergencystretch parametri**

Uzun qatorlar bilan ishlayotgan paytda bir qatorga bir necha so'z yozib qolgan qismini bo'sh qoldirib, keyingi qatorga o'tishga to'g'ri keladi. Bunday vaziyatlarda \sloppy buyrug'idan foydalanish qulay. Masalan:

Matematikada ko'p hollarda grek	{\sloppy
harflaridan	Matematikada ko'p hollarda
foydalanib	grek
ish ko'rishga	harflaridan
to'g'ri keladi	foydalanib
	ish ko'rishga
	to'g'ri keladi }

Bu buyruqda har bir qator uchun yozuvdan so'ng bo'sh qator qoldirish kerak. Orasida bo'sh qator bo'lmagan so'zlarni bir qatorda yozadi.

Yuqoridagi misolda qatorlar standart abzats (satr boshi) orqali yozilgan. Abzats uzunligini o'zgartirish uchun \emergencystretch buyrug'idan foydalaniladi. \emergencystretch ko'rinishda yozilgan buyruq uzunligi nolga teng (standart abzats). Satr boshi uzunligini aniqlash quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

```
\emergencystretch=5pt
```

### **Qator xususiyatlarini o'zgartirish**

faylnomiga fayl nomi ko'rsatiladi. \mbox{\rm faylnomi} ga fayl nomi ko'rsatiladi.

Bu yerda yozilgan \mbox buyrug'i parametriga (figurali qavs ichida) bir necha parametrlarni (shrift turi, o'lchami va h.k) ham joylashtirish mumkin.

Texning yana bir bo'g'inlar haqidagi buyrug'i \- so'zlarni bo'lish (keyingi qatorga o'tish) buyrug'idir. Masalan:

Xush kelibsiz!\- Ochiq darsimizga.

Texning asosiy va juda ko'p foydalaniladigan yana bir buyrug'i bu `\\` yoki `\newline` dir. Bu buyruqlar yangi qatorga o'tishni ta'minlaydi. Bu buyruq haqida oldingi bo'limlarda misollar keltirilgan.

So'zlar uzunligi bo'yicha qatorga moslashtirish (xuddi Microsoft Word kabi) `\linebreak` buyrug'i orqali bajariladi. Masalan:

Bu	qatordagi	so'zlar	Bu qatordagi so'zlar
moslashtirilgan			<code>\linebreak</code> moslashtirilgan

Shuningdek keyingi qatorga o'tishda nafaqat `\\` dan balki boshqa yana bir usul, kvadrat qavs ichiga qatorlar orasidagi oraliq o'lchamini kiritishdan ham foydalanish mumkin. Masalan:

<b>Qatorlar orasidagi</b>	Qatorlar orasidagi
<b>masofa katta</b>	<code>\\[5pt]</code> masofa katta

Shuningdek `\\` buyrug'i o'rniga bu buyruqdan deyarli farq qilmaydigan quyidagi vertikal oraliqlar kiritish buyruqlarni ishlatish mumkin.

`\smallskipamount` Kichik vertikal oraliq

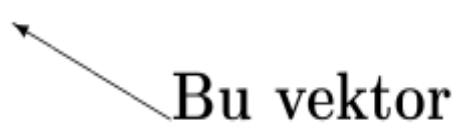
`\medskipamount` Kattaroq vertikal oraliq

`\bigskipamount` Katta vertikal oraliq

## 4.2. LATEX sistemasida jadval va grafiklar tuzish.

### Rasmlar yaratish va unda yozuv joylashtirish

Bu bo'limda biz Texning grafik imkoniyatlari haqida ma'lumotga ega bo'lamiz. Rasmlar picture tanasi orqali hosil qilinadi. Quyidagi misolni ko'ramiz:

 Bu vektor

```
\begin{picture}(110,50)
\put(55,35){\vector(-2,1){40}}
\put(55,35){Bu vektor}
\end{picture}
```

Bu yerda picture tanasidagi aylana qavs ichida vergul bilan ajratib yozilgan sonlar rasm chizilishi kerak bo'lgan sohani aniqlash uchun ishlatiladi. Bunda birinchi son rasmning vertikal uzunligini, ikkinchi son esa rasm balandligini aniqlaydi. Bu sonlar manfiy ham bo'lishi mumkin. Masalan (-150,36) kabi.

\put buyrug'i esa rasm yoki yozuvni tegishli kordinatalarga joylashtirish uchun xizmat qiladi. Agar ko'rsatilgan kordinata band bo'lsa, tegishli rasm yoki yozuv undan keyingi kordinatalarda joylashtiriladi. Bu buyruqning argumentida joylashgan \vector buyrug'idan turli ko'rinishdagi vektorlar chizish uchun foydalaniladi. Yuqoridagi misolda ) \vector(-2,1){40} ko'rinishidagi aylana qavs ichida vergul bilan ajratib yozilgan raqamlar \put buyrug'idagi kordinataga nisbatan simmetrik chizilishini aniqlaydi. Bu sonlar kattaligi -4 va 4 orasida bo'ladi. Figurali qavs ichida yozilgan son esa vector uzunligini aniqlaydi.

Yozuvlarni picture tanasida joylashtirishda ortiqcha qiyinchilik ko'rinmaydi. Shuningdek yozuvlarga turli shrift va ko'rinish berish ham murakkab emas. Masalan:

Oddiy Qalinroq

```
\begin{picture}(110,40)
\put(52,20){\bf Qalinroq}}
\put(50,20){\llap{\sf Oddiy}}
\end{picture}
```

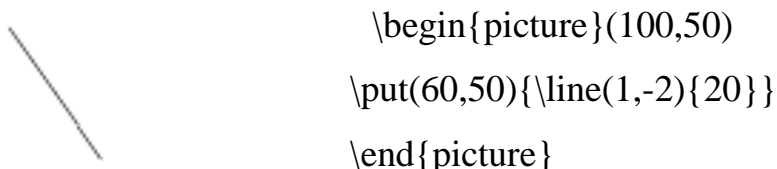
Bu yerda yozuvlar shriftini aniqlashda birinchi bo'limda ko'rib o'tgan buyruqlardan foydalandik. Yuqoridagi misolda Qalinroq yozuvini oldin yozgan bo'lsakda kordinatasi keyingi yozuvdan so'ng yozilishi haqida malumot bergani sababli, bu yozuv Oddiy yozuvidan keyin yozildi.

Biz chizayotgan rasmlar sahifaning chap tomonidan chiziladi. Agar biz rasmni sahifaning o'ng tomonidan chizmoqchi bo'lsak flushright tanasidan foydalanishimiz mumkin. Markazdan chizish uchun esa center tanasidan foydalanish mumkin.

Rasm chizishda ham yozuv va matematik formulalar yozishda bo'lgani kabi ichma-ich tanalarni ishlatish mumkin. Masalan center tanasini picture tanasi ichiga joylashtirish va teskarisi kabi.

### Kesmalar

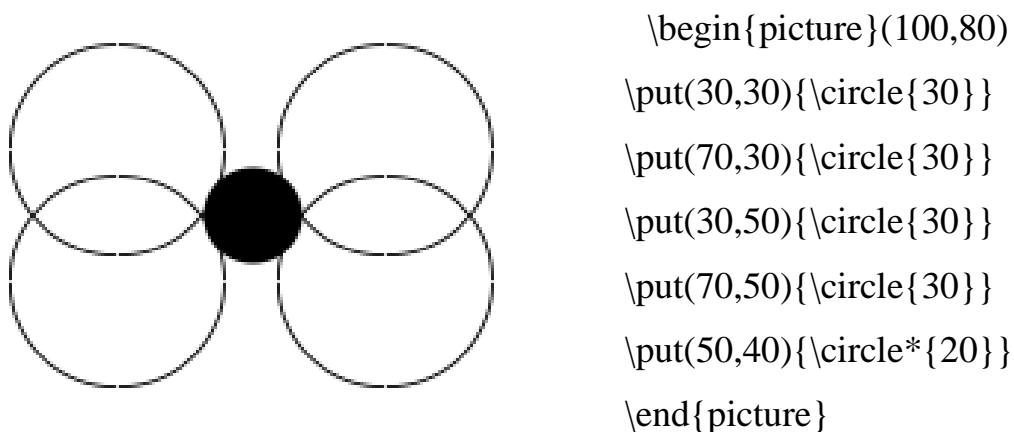
Texda kesmalar \line buyrug'i orqali hosil qilinadi. Bu buyruq ham xuddi \vector buyrug'i kabi kordinataga nisbatan simmetriklikni va chiziq uzunligini aniqlash orqali hosil qilinadi. Masalan:



Bu yerda 100 x 50 rasm chiziladigan soha (60,50) rasm kordinatasini bildiradi. \line buyrug'idagi (1,-2) esa "burchak koefitsienti"ni bildiradi. Burchak koefitsientini qiyalik burchagi sifatida tushunish mumkin. Agar qiyalik burchagi (0,1) bo'lsa gorizontaal chiziq, agar (1,0) bo'lsa vertikal chiziq hosil bo'ladi.

### Aylana, doira va ovallar

Aylana \circle buyrug'i yordamida chiziladi. Doira chizish uchun esa \circle\* buyrug'idan foydalanish mumkin. Bunda doira ichi qora rang bilan bo'yaladi. Aylana va doira chizish uchun uning diametrini aniqlash kifoya. Masalan:



Bunda aylana kordinatasi aylana markazidan hisoblanadi.



Oval(qirralari o'tkir bo'lmagan to'rtburchak) chizish uchun `\oval` buyrug'idan foydalaniladi. Bu buyruqqa parametr sifatida gorizonta va vertikal uzunliklari aniqlanadi. Kordinata oval markazidan belgilanadi. Masalan:

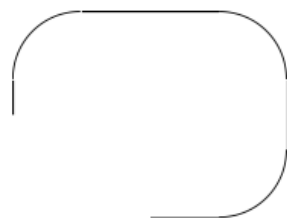


```
\begin{picture}(100,80)
\put(50,40){\oval(100,80)}
\end{picture}
```

Kiritish majburiy bo'lmagan parametrlardan biri bu ovalning bir qismini o'chirishdir. To'liq bo'lmagan oval chizish uchun `\oval` buyrug'i parametriga yana bir parametrni qo'shish kerak bo'ladi. Bu parametr orqali ovalning bir qismini olib tashlash mumkin. Bu parametrlar quyidagi to'rtta harf bilan ifodalanadi.

- t yuqori yarmi
- b pastki yarmi
- r o'ng yarmi
- l chap yarmi

Bu to'rtta harfni nafaqat yakka balki birdaniga ham kiritish mumkin. Masalan `tr` yuqori o'ng burchakni bildiradi. Misol:




```
\begin{picture}(100,80)
\put(50,40){\oval(80,60)[t]}
\put(50,40){\oval(80,60)[br]}
\end{picture}
```

### Qo'shimcha imkoniyatlari

Ayrim hollarda rasm chizishda bir necha obyektlardan foydalanishga to'g'ri keladi. Bunday hollarda `\put` buyrug'idan foydalanib bo'lmaydi. Lekin `\put` buyrug'i orqali hosil qilingan obyektни `\multiput` buyrug'idan foydalanib o'zgartirish kiritish mumkin. Bu buyruq ko'rinishi quyidagicha

```
\multiput(x,y)(\Delta x,\Delta y){n}{obyekt}
```

Bu yerda  $x$  va  $y$  natijaviy obyekt kordinatasi (xuddi `\put` dagi kabi),  $\Delta x$  va  $\Delta y$  esa ko'rsatilgan obyektning gorizonta va vertikal siljish kordinatalari,  $n$  – obyektlar soni, obyekt – tanlangan obyekt. Masalan:



```

\begin{picture}(100,80)
\multiput(10,70)(8,-6){8}{%
{\circle*{3}}
}
\end{picture}

```

Bu yerda foydalanilgan % (foiz) belgisi yangi qator tashkil etish uchun xizmat qiladi. Bunda yetarlicha bo'sh joy qoldirish orqali qatorlar mosligi ta'minlanadi. Boshqa hollarda bu belgi izoh vazifasini bajaradi.

### Rasm o'lchamlari

Biz hozirga qadar rasmlar chizish haqida to'xtalib o'tdik. Biz chizgan rasmlar Latex standart o'lchamida edi. Lekin Texda foydalanuvchi xoxishiga qarab rasm o'lchamini o'zgartirish mumkin. Bunda `\unitlength` buyrug'idan foydalaniladi. Bunda uzunlik millimetrda quyidagi ko'rinishda ko'rsatiladi.

```
\unitlength=1mm
```

Shuningdek rasmda qatnashgan chiziqlar qalinligi uchun `\thinlines` va `\thicklines` buyruqlaridan foydalaniladi. Aynan gorizontal va vertikal chiziqlar uchun `\linethickness` buyrug'idan foydalaniladi. Bu buyruq ko'rinishi quyidagicha:

```
\linethickness{2.5mm}
```

Bu buyruqdan keyin rasmda qatnashgan gorizontal va vertikal chiziqlar 2.5mm qalinlikka ega bo'ladi.

### Hujjatga tayyor rasm joylashtirish

Sahifaga rasm joylashtirishda graphics paketidagi maxsus

```
\includegraphics[xususiyatlar]{fayl}
```

buyrug'idan foydalaniladi. *Xususiyatlar*-rasm xususiyatlarini aniqlaydi, bir necha xususiyatlar vergul orqali ajratiladi. Xususiyatlar *xususiyat=qiymat* ko'rinishda aniqlanadi. Bu qismni kiritish majburiy emas.

Bu buyruq ko'rsatilgan faylni eps – kengaytmali (agar dvips drayveri o'rnatilgan bo'lsa) va pdf – kengaytmali (agar pdftex drayveri o'rnatilgan bo'lsa) rasmlar orasidan qidiradi. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki ko'rsatilgan rasmni qidirish faqat joriy hujjat tex kengaytma bilan saqlanayotgan manzilda amalga oshiriladi. Misol:



```
\includegraphics{kapalak}
```

Bunda asosiy faylimiz(tex kengaytmali) joylashgan katalogda kapalak.pdf fayli joylashgan.Shu sababli rasm kengaytmasiz(.pdf bo'lgani uchun) ham chaqirilyapti.

### Rasm o'lchamlarini o'zgartirish

Yuqorida ko'rib o'tgan `\includegraphics` buyrug'i xususiyatlaridan foydalanib rasm o'lchamlarini o'zgartirish mumkin.Bunda rasm kengligi va balandligi aniqlanadi.Bular:

`width=kenglik`

`height=balandlik`

`totalheight=balandlik`

Bunda o'lchamlarni Texning barcha turdagi uzunlik birliklarida berilishi mumkin.Masalan:



```
\includegraphics[width=1in,height=10mm]{a}
```

Agar rasm o'lchamlarini aniqlayotgan paytda tasvir bilan bog'liq muammolar uchraydigan bo'lsa `keepaspectratio` parametridan foydalangan ma'qul.Yuqoridagi misol uchun `\includegraphics[width=1in,height=1cm,%keepaspectratio]{a}` kabi bo'ladi.Rasm o'lchamlarini aniqlashga doir parametrlardan yana biri

`scale=o'lcham`

parametridir.Bu parametr argumentiga rasm haqiqiy o'lchamlariga nisbatan sonlar yoziladi.Agar biz rasmni o'z o'lchamlarida chiqarmoqchi bo'lsak `scale=1` yozish kifoya.Rasm o'lchamlarini teng yarmicha qisqartirish esa

```
\includegraphics[scale=0.5]{kapalak}
```

orqali amalga oshiriladi.

### Rasm qismlarini joylashtirish

Rasmni sahifaning ixtiyoriy qismida (yozuvlar usti yoki ostidan ham) joylashtirish mumkin. Bunda bizga viewport parametri yordam beradi. Uning ko'rinishi quyidagicha:

`viewport=llx lly urx ury`

Bu yerda x va y lar rasmning chap pastki va o'ng yuqori burchak kordinatalari. Bu buyruq qo'llanilgandan so'ng agar kordinatalar oldingi yozuvlar kordinatalari bilan ustma-ust tushib qolsa ular orqa fonda qolib ketadi va bizga faqat rasm ko'rinadi.

Ajoyib parametrlardan yana biri bu trim parametridir. Bu parametr rasmning tegishli qismini ko'rsatish uchun xizmat qiladi. Bu parametr umumiy ko'rinishi quyidagicha:

`trim=dl db dr du`

Bunda ham xuddi viewport buyrug'i kabi ko'rinishda uzunliklar aniqlanadi. Bu parametrga yordamchi kalit so'z bu clip so'zidir. Uning ko'rinishi quyidagicha:

`clip=mantiqiy`

Bu kalitdagi mantiqiy qiymat rost(true) yoki yolg'on(false) qiymat qabul qiladi. Agar biz bu ifodaga true qiymat bersak, u holda ko'rsatilgan rasmning belgilangan qismini ko'rsatib qolgan qismi ko'rsatilmaydi. Masalan:



`\includegraphics[trim=-5 -5 16 16,clip]{kapalak}`

### **Rasmni burish**

Rasmni burish angle parametri orqali amalga oshiriladi. Bu parametr umumiy ko'rinishi quyidagicha:

`angle=burchak`

Bu parametr soat strelkasiga teskari burchakga buradi. Masalan:



```
\includegraphics[scale=0.4,angle=30]{kapalak}
```

### Boshqa imkoniyatlar

Biz yuqorida kapalak.pdf rasmi orqali barcha kerakli o'zgartirishlarni bajardik. Bunda biz faqat rasm nomini ko'rsatish bilan cheklandik. Agar biz ko'p qo'llaniladigan rasm formatlaridan foydalanmoqchi bo'lsak albatta uni kengaytmasi bilan ko'rsatishimiz kerak. Bunda quyidagi kengaytmalarni ko'rsatish mumkin:

png, pdf, jpg, mps, tiff

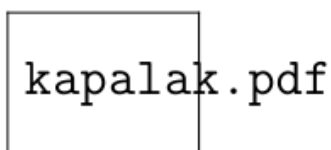
Masalan:



```
\includegraphics[width=8cm,height=6cm]{aimp.jpg}
```

Rasmni kengaytma bilan ko'rsatishda ham yuqoridagi rasmni kengaytmasiz chaqirish bilan bog'liq barcha parametrlar o'rinli.

Shuningdek rasmni keyinchalik joylashtirish uchun joy qoldirish ham mumkin. Bunda rasm chegaralari ramka bilan o'raladi va rasm nomi yozib qo'yiladi. Bunda draft parametridan foydalaniladi. Masalan:



```
\includegraphics[width=1.5cm,draft]{kapalak}
```

### 4.3. LATEX sistemasida matematik formulalar yozish va taqdimotlar tayyorlash.

#### Matematik formulalar kiritish

##### *Matematik va munosabat belgilari, oddiy belgilar*

Matematikada ko'p hollarda grek harflaridan foydalaniladi. Shu sababli biz ham LATEXda matematik formula kiritishni grek harflarini kiritishdan boshlaymiz. LATEXda grek harflarini kiritish buyrug'i "\ " belgisi va shu belgining inglizcha nomini yozish orqali kiritiladi (Masalan:  $\alpha$  harfi \alpha kabi kiritiladi). Shu o'rinda yana bir ma'lumotni aytib o'tish kerak. Grek harflari ro'yhatidan o ("omikron" deb o'qiladi) harfini bu usul bilan kiritib bo'lmaydi (Ya'ni \omikron deb yozish no'to'g'ri hisoblanadi). Bu harfni kiritish uchun kursivda yozilgan lotincha "o" harfi, yoki odatdagidek o harfini kiritish kifoya. Misol tariqasida bir necha grek harflarining LATEXda yozilishini jadvalini keltiramiz.

$\alpha$	\alpha	$\beta$	\beta	$\gamma$	\gamma	
$\delta$	\delta	$\epsilon$	\epsilon	$\varepsilon$	\varepsilon	
$\zeta$	\zeta	$\eta$	\eta	$\theta$	\theta	
$\vartheta$	\vartheta	$\iota$	\iota	$\kappa$	\kappa	
$\lambda$	\lambda	$\mu$	\mu	$\nu$	\nu	
$\xi$	\xi	$\pi$	\pi	$\varpi$	\varpi	
$\rho$	\rho	$\varrho$	\varrho	$\sigma$	\sigma	Bu
$\varsigma$	\varsigma	$\tau$	\tau	$\upsilon$	\upsilon	ro'yhatga
$\phi$	\phi	$\varphi$	\varphi	$\chi$	\chi	$\Sigma$ va $\Pi$
$\psi$	\psi	$\omega$	\omega			

larni kiritish noto'g'ri. Bu belgilar yig'indi va ko'paytmani bildirgani bois maxsus buyruqlar yordamida kiritiladi. Lotin harflarini kiritganda katta va kichik harflar bilan kiritish avtomatik tarzda aniqlanadi. Grek harflarini kiritishda esa "\ " dan keyin harf nomi yozilayotganda birinchi harf katta harf bilan yoziladi. Bir necha harflar ro'yhati

$\Gamma$	\Gamma	$\Delta$	\Delta	$\Theta$	\Theta
$\Lambda$	\Lambda	$\Xi$	\Xi	$\Pi$	\Pi
$\Sigma$	\Sigma	$\Upsilon$	\Upsilon	$\Phi$	\Phi
$\Psi$	\Psi	$\Omega$	\Omega		

Endi binar amallari haqida. Binar amallar (ko'paytirish bo'lish va h.k) ni

qo'llashda ayrim amallarni ketma- ket yozish kerak bo'lsa hech qanday probelsiz davomidan yozish mumkin. Binar amallarning to'liq ro'yhati:

+	+	-	-	*	*
±	<code>\pm</code>	∓	<code>\mp</code>	×	<code>\times</code>
÷	<code>\div</code>	\	<code>\setminus</code>	·	<code>\cdot</code>
∘	<code>\circ</code>	•	<code>\bullet</code>	∩	<code>\cap</code>
∪	<code>\cup</code>	⊕	<code>\oplus</code>	∩	<code>\sqcap</code>
⊔	<code>\sqcup</code>	∨	<code>\vee</code>	∧	<code>\wedge</code>
⊕	<code>\oplus</code>	⊖	<code>\ominus</code>	⊗	<code>\otimes</code>
⊙	<code>\odot</code>	⊘	<code>\oslash</code>	◁	<code>\triangleleft</code>
▷	<code>\triangleright</code>	∥	<code>\amalg</code>	◊	<code>\diamond</code>
ℓ	<code>\wr</code>	*	<code>\star</code>	‡	<code>\dagger</code>
‡	<code>\ddagger</code>	○	<code>\bigcirc</code>	△	<code>\bigtriangleup</code>
▽	<code>\bigtriangledown</code>				

Keyingi jadvalimiz binar amallarning yana bir turi munosabat amallari:

<	<	>	>	=	=
:	:	≤	<code>\le</code>	≥	<code>\ge</code>
≠	<code>\ne</code>	≈	<code>\sim</code>	≈	<code>\simeq</code>
≈	<code>\approx</code>	≅	<code>\cong</code>	≡	<code>\equiv</code>
≪	<code>\ll</code>	≫	<code>\gg</code>	≐	<code>\doteq</code>
∥	<code>\parallel</code>	⊥	<code>\perp</code>	∈	<code>\in</code>
∉	<code>\notin</code>	∋	<code>\ni</code>	⊂	<code>\subset</code>
⊆	<code>\subseteq</code>	⊃	<code>\supset</code>	⊇	<code>\supseteq</code>
⋈	<code>\succ</code>	⋈	<code>\prec</code>	⋈	<code>\succeq</code>
⋈	<code>\preceq</code>	⋈	<code>\asymp</code>	⊆	<code>\sqsubseteq</code>
⊆	<code>\sqsupseteq</code>	⊥	<code>\models</code>	⊥	<code>\vdash</code>
⊥	<code>\dashv</code>	∩	<code>\smile</code>	∩	<code>\frown</code>
	<code>\mid</code>	⌘	<code>\bowtie</code>	⌘	<code>\Join</code>
α	<code>\propto</code>				

Keyingi jadvalimiz yo'nalish ko'rsatgichlari(strelkalari).Latex ko'plab ko'rsatgichlarning vertikal va gorizontal variantlarini taqdim etadi.



$\rightarrow$	<code>\to</code>	$\longrightarrow$	<code>\longrightarrow</code>	$\Rightarrow$	<code>\Rightarrow</code>
$\Longrightarrow$	<code>\Longrightarrow</code>	$\hookrightarrow$	<code>\hookrightarrow</code>		
$\mapsto$	<code>\mapsto</code>	$\longmapsto$	<code>\longmapsto</code>	$\rightsquigarrow$	<code>\leadsto</code>
$\leftarrow$	<code>\gets</code>	$\longleftarrow$	<code>\longleftarrow</code>	$\Leftarrow$	<code>\Leftarrow</code>
$\Longleftarrow$	<code>\Longleftarrow</code>	$\hookleftarrow$	<code>\hookleftarrow</code>		
$\leftrightarrow$	<code>\leftrightarrow</code>	$\longleftrightarrow$	<code>\longleftrightarrow</code>		
$\Leftrightarrow$	<code>\Leftrightarrow</code>	$\Longleftrightarrow$	<code>\Longleftrightarrow</code>		
$\uparrow$	<code>\uparrow</code>	$\Uparrow$	<code>\Uparrow</code>		
$\downarrow$	<code>\downarrow</code>	$\Downarrow$	<code>\Downarrow</code>		
$\updownarrow$	<code>\updownarrow</code>	$\Updownarrow$	<code>\Updownarrow</code>		
$\nearrow$	<code>\nearrow</code>	$\searrow$	<code>\searrow</code>		
$\swarrow$	<code>\swarrow</code>	$\nwarrow$	<code>\nwarrow</code>		
$\leftharpoonup$	<code>\leftharpoonup</code>	$\rightharpoonup$	<code>\rightharpoonup</code>	$\leftharpoondown$	<code>\leftharpoondown</code>
$\rightharpoondown$	<code>\rightharpoondown</code>	$\rightleftharpoons$	<code>\rightleftharpoons</code>		

Keyingi jadvalimiz sinus tipli amallar. Matematikada ko'p qo'llanadigan bu tipdagi amallar ya'ni sin, log va h.k lar Latexda ham xuddi shunday yoziladi. Shuningdek istalgan funksiyaning quyi va yuqori indeksidan foydalanish mumkin.

log	<code>\log</code>	lg	<code>\lg</code>	ln	<code>\ln</code>
arg	<code>\arg</code>	ker	<code>\ker</code>	dim	<code>\dim</code>
hom	<code>\hom</code>	deg	<code>\deg</code>	exp	<code>\exp</code>
sin	<code>\sin</code>	arcsin	<code>\arcsin</code>	cos	<code>\cos</code>
arccos	<code>\arccos</code>	tan	<code>\tan</code>	arctan	<code>\arctan</code>
cot	<code>\cot</code>	sec	<code>\sec</code>	csc	<code>\csc</code>
sinh	<code>\sinh</code>	cosh	<code>\cosh</code>	tanh	<code>\tanh</code>
coth	<code>\coth</code>				

Bu yerda funksiyalar ingliz tilidagi ko'rinishida yozilgan. O'zbek tilida tangens "tg" ko'rinishda qabul qilingan. Shuning uchun tangensni yozish uchun `\tg` yozish kifoya. Lekin odatda agar Latexda yozilayotgan hujjat tili ko'rsatilmasa avtomatik holda ingliz tili (english) tanlanadi. Bunday holda Latex `\tg` buyruqni tanimaydi. Agar biz `\tg` ni ishlatmoqchi bo'lsak hujjat boshida `\usepackage` ga russianni kiritib qo'yish yetarli. Chunki rus tilida ham tangens "tg" ko'rinishda qabul qilingan. Latexda tillar paketiga hali o'zbek tili kiritilmagani tufayli rus tili paketidan foydalanish qulay. Xullas natija `\usepackage[russian]`. Kotangens (`\ctg`) ham xuddi shu ko'rinishda kiritiladi.

Endi oliy matematikada ko'p ishlatiladigan belgilar:

$\Sigma$	<code>\sum</code>	$\prod$	<code>\prod</code>	$\cup$	<code>\bigcup</code>
$\cap$	<code>\bigcap</code>	$\coprod$	<code>\coprod</code>	$\oplus$	<code>\bigoplus</code>
$\otimes$	<code>\bigotimes</code>	$\odot$	<code>\bigodot</code>	$\vee$	<code>\bigvee</code>
$\wedge$	<code>\bigwedge</code>	$\biguplus$	<code>\biguplus</code>	$\sqcup$	<code>\bigsqcup</code>
$\lim$	<code>\lim</code>	$\limsup$	<code>\limsup</code>	$\liminf$	<code>\liminf</code>
$\max$	<code>\max</code>	$\min$	<code>\min</code>	$\sup$	<code>\sup</code>
$\inf$	<code>\inf</code>	$\det$	<code>\det</code>	$\Pr$	<code>\Pr</code>
$\gcd$	<code>\gcd</code>				

Ko'p ishlatiladigan buyruqlardan yana biri integral belgisi uchun qo'llanadigan buyruqdir. Latexda odatiy integral ( $\int$ ) kiritish uchun `\int` buyrug'i, konturli integral ( $\oint$ ) uchun `\oint` buyrug'i ishlatiladi. Integralning yuqori va pastki indeksleri va integral osti funksiya ham kiritish mumkin. Masalan:

$$\int_0^1 x^2 dx = 1/6 \quad \begin{array}{l} \$\$ \\ \int_0^1 x^2 dx = 1/6 \\ \$\$ \end{array}$$

Agar integral chegaralari indeksda emas, yuqori va quyi chegarada bo'lishi lozim bo'lsa, u holda `\int` buyrug'ini `\limint` buyrug'i bilan birgalikda ishlatishimiz mumkin. Masalan:

$$\int_0^1 x^2 dx = 1/6 \quad \begin{array}{l} \$\$ \\ \int \limint_0^1 x^2 dx = 1/6 \\ \$\$ \end{array}$$

Agar chegaralar boshqacha ko'rinishda bo'lsa ya'ni turli xil operatorlar va belgilardan iborat bo'lsa `\prod` dan foydalanish mumkin. Masalan:

$$\prod_{i=1}^n i = n! \quad \begin{array}{l} \$\$ \\ \prod \limint_{i=1}^n i = n! \\ \$\$ \end{array}$$

### Boshqa zarur belgilar

Biz Latexning deyarli barcha asosiy matematik belgilarini ko'rib o'tdik. Keyingi jadvalimizda oldingi biror turdagi jadvalga kirmagan belgilarni ko'rib o'tamiz.

$\partial$	<code>\partial</code>	$\triangle$	<code>\triangle</code>	$\sphericalangle$	<code>\angle</code>
$\infty$	<code>\infty</code>	$\forall$	<code>\forall</code>	$\exists$	<code>\exists</code>
$\emptyset$	<code>\emptyset</code>	$\neg$	<code>\neg</code>	$\aleph$	<code>\aleph</code>
$'$	<code>\prime</code>	$\hbar$	<code>\hbar</code>	$\nabla$	<code>\nabla</code>
$\imath$	<code>\imath</code>	$\jmath$	<code>\jmath</code>	$\ell$	<code>\ell</code>
$\sqrt{\quad}$	<code>\surd</code>	$\flat$	<code>\flat</code>	$\sharp$	<code>\sharp</code>
$\natural$	<code>\natural</code>	$\top$	<code>\top</code>	$\perp$	<code>\bot</code>
$\wp$	<code>\wp</code>	$\Re$	<code>\Re</code>	$\Im$	<code>\Im</code>
$\backslash$	<code>\backslash</code>	$\parallel$	<code>\parallel</code>	$\spadesuit$	<code>\spadesuit</code>
$\clubsuit$	<code>\clubsuit</code>	$\diamondsuit$	<code>\diamondsuit</code>	$\heartsuit$	<code>\heartsuit</code>
$\mho$	<code>\mho</code>	$\square$	<code>\Box</code>	$\diamond$	<code>\Diamond</code>
$\dagger$	<code>\dag</code>	$\S$	<code>\S</code>	$\copyright$	<code>\copyright</code>
$\ddagger$	<code>\ddag</code>	$\P$	<code>\P</code>	$\pounds$	<code>\pounds</code>

Oxirgi 6 ta formulani nafaqat formulada balki matn kiritishda ham ishlatish mumkin. Shuningdek bu ro'yhatda bo'lgan `\nabla` buyrug'i `\bigtriangledown` bilan bir xil emas. Endi oxirgi jadvalga o'tamiz. Bu jadvalimizda matematik belgilar jadvali keltirilgan:

$*$	<code>* yoki \ast</code>	$\neq$	<code>\ne yoki \neq</code>
$\leq$	<code>\le yoki \leq</code>	$\geq$	<code>\ge yoki \geq</code>
$[ [$	<code>[ [ yoki \lbrack</code>	$] ]$	<code>] ] yoki \rbrack</code>
$\{ \{$	<code>\{ \{ yoki \lbrace</code>	$\} \}$	<code>\} \} yoki \rbrace</code>
$\rightarrow$	<code>\to yoki \rightarrow</code>	$\leftarrow$	<code>\gets yoki \leftarrow</code>
$\ni$	<code>\ni yoki \owns</code>	$\wedge$	<code>\wedge yoki \land</code>
$\vee$	<code>\vee yoki \lor</code>	$\neg$	<code>\neg yoki \lnot</code>
$\parallel$	<code>\Vert yoki \parallel</code>		

### Asosiy buyruqlar

#### Formulaga nomer qo'yish

Matematik matn yozishda odatda qulay bo'lishi uchun formulaga nomer qo'yib `<math>\ref{<math>`, unga yo'llanma(ссылка) orqali o'tiladi. LATEXda yo'llanmalarga avtomatik o'tish mumkin. Formulaga nomer qo'yish faqat formula yozish tugatilgandan so'ng amalga oshiriladi. Bu quyidagicha amalga oshiriladi.

Formula yozish tanasida equation(\$\$ belgisidan foydalanilmaydi)dan foydalanilsa LATEX formula nomerini avtomatik tarzda aniqlaydi va natijaga chiqaradi. Shuningdek `begin{equation}` va `end{equation}` buyruqlari orasida formula nomi, qay ko'rinishda va qayerda joylashishini aniqlash uchun `\label` buyrug'idan foydalaniladi. Oxirida `\ref` buyrug'i orqali formulaga izohlarni ko'rsatish mumkin. Masalan:

Birinci sinf o'quvchilari buni	<code>\begin{equation}</code>			
bilishi kerak		\$\$	Birinci	sinf
			o'quvchilari buni bilishi kerak\$\$	
$7 \times 9 = 63$	(1)	$7 \times 9 = 63$	(1)	
				<code>\end{equation}</code>

\_\_\_\_\_ formuladan

quyidagi natija kelib `(\ref{trivial})` formuladan quyidagi kelib

chiqadi.  $63/9=7$  chiqadi.  $63/9=7$

Bu yerda `\ref` o'rniga `\pageref` buyrug'idan ham foydalanish mumkin. Bu buyruq formula nomerini emas formula joylashgan sahifa nomerini qaytaradi. Yuqoridagi misolda agar formula 8 sahifaga yozilgan desak

Bu formula 8 betda yozilgan. Bu formula `\pageref{trivial}` betda yozilgan.

Formula nomerlari ko'rinishlari bevosita joriy sinflarga bog'liq. Masalan article sinfida formulaga nomer qo'yishda to'g'ridan to'g'ri keyingi nomerga o'tib ketiladi. book sinfida esa avval mavzu keyin esa nuqtadan keyin shu mavzudagi formula nomeri ko'rinishda bo'ladi. Masalan 2-mavzudagi 7-formula 2.7 ko'rinishda bo'ladi. Bunda albatta sinfga mos ko'rinishlar hosil bo'ladi.

Albatta bunday standart ko'rinishlar ko'p ishlatiladi va ular ortiqcha harakatni talab etmaydi. Lekin siz formula nomeri ko'rinishini o'zingizga moslashingiz mumkin. Bunda `\eqno` buyrug'idan foydalanishingiz mumkin. Masalan:

Birinci sinf o'quvchilari	Birinci sinf o'quvchilari
	\$\$
$7 \times 9 = 63$	$7 \times 9 = 63$
(3.2)	\eqno (3.2)
	\$\$

ni bilishi kerak.

ni bilishi kerak.

Bu yerdagi birinchi  $\$$  belgi formula boshlanishi va oxirgi  $\$$  belgi formula oxirini ko'rsatadi. Shuningdek bu belgilar orasida matematik yozuvlarga tegishli parametrlarni berish mumkin. Masalan:

$$\begin{array}{ccc} & & \$\$ \\ 7 \times 9 = 63 \text{ hisoblash juda oddiy} & & 7 \times 9 = 63 \text{ hisoblash juda oddiy} \\ & & \$\$ \end{array}$$

Bundan ko'rinib turibdiki matematik formula ichida yozuvni oddiy usulda kiritish mumkin emas. Aks holda Latex kiritilgan yozuvni kursivda chiqaradi. Bu muammoni hal qilish uchun `\mbox` buyrug'idan foydalanamiz. Bu buyruqni shu misolda qo'llaymiz:

$$\begin{array}{ccc} & & \$\$ \\ 7 \times 9 = 63 \text{ hisoblash juda oddiy} & & 7 \times 9 = 63 \text{ \mbox{hisoblash juda oddiy}} \\ & & \$\$ \end{array}$$

Kutilgan natijaga erishildi. Yozuvdan keyin formula kiritilsa va undan keyin yana yozuv yozish talab etilsa yana shu usulni qo'llash mumkin. Shunga o'xshash boshqa parametrlar ham berish mumkin.

Biz formulaga nomer qo'yishda `\eqno` buyrug'idan foydalandik. Texda formulaga nomer qo'yishda `\leqno` buyrug'idan ham foydalanadi. Bu ikki buyruqning bir biridan farqi `\eqno` formula nomerini o'ng tomonda `\leqno` esa chap tomonda yozadi. Shunga doir misol ko'ramiz:

$$\begin{array}{ccc} \text{Ajoyib o'xshashlik} & & \text{Ajoyib o'xshashlik} \\ (*) \quad \sin^2 x + \cos^2 x = 1 & & \$\$ \\ & & \sin^2 x + \cos^2 x = 1 \\ & & \leqno (*) \\ & & \$\$ \end{array}$$

Buni o'ninchi sinflar bilishadi.

Buni o'ninchi sinflar bilishadi.

Garchi `\eqno` va `\leqno` buyruqlari orqali siz istagandek nomerlash amalga oshirilsada avtomatik tarzda yo'llanma(ссылка) bermaydi.

## Matematik formulalarda odatiy va noodatiy shriftlar

Yuqoridagi misollarda barcha lotin harflarini odatdagi ko'rinishda kiritishda avtomatik tarzda kursiv ko'rinishda chiqarilishini ko'rib o'tdik. Agar boshqa turdagi shriftlarda chiqarmoqchi bo'lsak albatta kerakli buyruqlarni bilishimiz kerak. Matnlarni formulalarda kiritishda quyidagi shriftlarni ko'rib o'tamiz.

`\sl`-qiyayozuv, bu shrift kursivga o'xshash bo'lsada aslida undan farq qiladi. `\bf`-semizroq yozuv. Microsoft Worddagi **X** tugmasi vazifasini bajaradi.

Bu <b>semizroq shrift</b> da,	Bu <code>\bf</code> semizroq shriftda yozilgan, \\
bu esa <i>qiyaroq shrift</i> da,	bu esa <code>\sl</code> qiyaroq shriftda yozilgan, \\
bu esa oddiy shriftda yozilgan.	bu esa <code>\rm</code> oddiy shriftda yozilgan.

Bu misoldagi `\rm` buyrug'i odatiy standart shrift ("roman") ni bildiradi. Shuningdek agar siz faqat ma'lum so'z yoki ma'lum qismni semizroq shriftda yozmoqchi bo'lsangiz kerakli qismni figurali qavs ichiga olib uni ichiga `\bf` yozish mumkin. Masalan:

Bu yozuvda faqat <b>bu</b>	Bu yozuvda faqat <code>{\bf bu}</code>
qism semizroq yozilgan.	qism semizroq yozilgan.

Matnda shriftlarni almashtirishda yana bir qulay usullardan biri ichma-ich guruhlash tushunchasi.

Yozishni avval <b>qalinroq yozuvdan</b>	Yozishni {avval <code>\bf</code> qalinroq yozuvdan
<b>boshlaymiz, endi vaqtincha kursivga</b>	boshlaymiz, endi vaqtincha <code>\it</code> kursivga
<i>o'tamiz va yana qalin shriftga o'tib</i>	o'tamiz va yana <code>{\bf qalin}</code> shriftga o'tib}
ilk holatga qaytamiz.	ilk holatga qaytamiz.

Bu misoldagi `\it` buyrug'i kursivni bildiradi. Endi misolimizga izoh bersak: Birinchi ochiluvchi figurali qavs undan keying birinchi so'zni tashlab keyingi so'zdan boshlab `\bf` ni yozdik, aslida `\bf` dan oldin yozish ham mumkin edi. Har ikkala holda ham bir xil natija qaytariladi. bu yozgan `\bf` imiz to `\it` gacha ta'sir qiladi. `\it` esa { gacha va } dan keyin } gacha. Chunki } shriftlarni ichki guruhlashning oxiri. Oxirgi yopiluvchi figurali qavsdan keyin esa Latex sinf bilan e'lon qilingan standart shriftga qaytadi. Yana bir oddiyroq misol ko'ramiz:

Quyidagi $P^n$ da	Quyidagi $\{\bf P\}^n$ da
-------------------	---------------------------

$n$  nomalumlari soni

$\$n\$$  nomalumlari soni

Endi yana bir buyruq `\mit` buyrug'i haqida. Bu buyruq standart "matematik kursiv"ga o'tish uchun xizmat qiladi. Bu buyruqdan kamdan kam foydalanilsada ayrim masalalarda juda qo'l keladi. Masalan formulalarda ko'p ishlatiladigan grek harflarini qiya yozishda. Buni `\mit` buyrug'ini ichki guruhlash orqali yozish mumkin.

$$\sum_{a_j}^X = C \quad \text{\mit\Sigma}^X_a=C$$

Endi LATEXning keyingi shrifti "Kalligrafik shrift"ga o'tamiz. Bu turdagi shriftni faqat matematik formulalarga qo'llash mumkin. Shuningdek bu shrift faqat lotin harflarini tushuna oladi. Bu shriftni ishlatish uchun `\cal` buyrug'idan foydalaniladi. Misol:

Urinma egri chiziqni  $X$  ta

Urinma egri chiziqni  $\$X\$$  ta

bo'lakka bo'lsa

bo'lakka bo'lsa

demak:  $T_X$  yoki  $T_X$ .

demak:  $\sim\{\cal T\}_X$  yoki  $\$T_X\$$

Bu yerda  $\sim$  belgisi agar yozuvlar bir qatorga sig'masa keyingi qator boshidan formula boshlanmasligi uchun qo'llaniladi. Agar shunday vaziyat bo'lib qolsa formuladan oldingi so'zni keyingi qatorga tushiradi yoki so'zni bir qismini o'tkazadi. Yuqoridagi misolda "de-" yuqori qatorda qolib "mak:  $T_X$  yoki  $T_X$ " pastki qatorga tushadi.

Hujjatdagi barcha lotin harflari yoki matematik formulalar va grek harflariga birdaniga bir xil parametr berish mumkin.

Odatda matematik formulalar kursiv holda chiqarilishini bilamiz, agar barcha matematik formulalar va grek harflariga qalin shriftni bermoqchi bo'lsak `\boldmath` buyrug'idan foydalanamiz.

Latexda formulaga matn kiritishni to'g'ridan to'g'ri amalga oshirib bo'lmaydi.

$$\text{barchalar uchun } \sqrt{x^2} = x \quad \begin{array}{l} \$\$ \\ \{\rm barcha\} x \{\rm lar uchun\} \sqrt{x^2}=x \\ \$\$ \end{array}$$

Bu yerda `\rm` matn shriftini kerakli ko'rinishga keltirsada, lekin so'zlar



orasidagi bo'sh joy(пробел) larni yo'qota olmaydi.

### Formulada matn yozish

Matematik formulada matn yozish `\mbox` buyrug'i orqali amalga oshiriladi. Formula va matn orasida bo'sh joylar hosil qilish uchun esa `\qqad` dan foydalaniladi.

barcha  $x$  lar uchun  $\sqrt{x^2} = x$       `\mbox{barcha $x$ lar uchun}\qqad \sqrt{x^2}=x`

Bu yerda `\mbox` buyrug'i matn kursivda chiqmasligi, so'zlar orasidagi bo'sh joylar va odatiy shriftda chiqishini ta'minlaydi. Shuningdek `\mbox` da shrift turini ham berish mumkin.

barcha  $x$  lar uchun  $\sqrt{x^2} = x$       `\mbox{barcha $x$ lar uchun}\qqad \sqrt{x^2}=x`

Shuni ta'kidlab o'tish kerakki `\mbox` buyrug'i shrift o'lchamini o'zgartirmaydi. Buyruq ichidagi matn o'lchami avtomatik tarzda aniqlanadi.

### Qavslar o'lchamini o'zgartirish

Odatiy murakkab bo'lmagan formulalarda qavslar o'lchami avtomatik tarzda aniqlanadi. Lekin murakkab formulalarda maxsus buyruqlardan foydalanishga to'g'ri keladi. Masalan quyidagi

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

formulada.

Agar biz odatdagidek qavs yozmoqchi bo'lsak quyidagicha yozamiz.

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n$$

`e=\lim_{n\to\infty}`  
`(`  
`1+\frac{1}{n}`  
`)^n`

\$\$

Ko'rinib turibdiki bunday ko'rinish uncha qulay emas. Qavslar o'lchami bilan qavslar ichidagi formula o'lchami orasidagi farq juda katta. Bunday vaziyatlarda qavs ichidagi formula bilan moslab olish uchun ochiluvchi qavsda `\left`, yopiluvchi qavsda esa `\right` dan foydalaniladi. Yuqoridagi misolimizda bu buyruqlarni qo'llasak

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{1}{n} \right)^n$$

\$\$  
e=`\lim_{n\to\infty}`  
`\left(`  
1+`\frac{1}{n}`  
`\right)^n`  
\$\$

Bu yerda `\frac` buyrug'i kasrlarni yozish uchun ishlatiladi. Yuqoridagi misolimizdagi `\left` va `\right` buyruqlari orasiga yana bir necha `\left` va `\right` larni yozish mumkin. `\left` va `\right` buyruqlarini nafaqat ( va ) ko'rinishdagi qavslarda balki , boshqa bir necha ko'rinishdagi belgilarda ham ishlatish mumkin. Quyida `\left` va `\right` buyruqlari yordamida o'lchami avtomatik o'zgaradigan belgilar ro'yhati TEXdagi buyruq kodlari bilan keltirilgan:

<code>(</code>	<code>(</code>	<code>)</code>	<code>)</code>	<code>[</code>	<code>[</code>
<code>]</code>	<code>]</code>	<code>{</code>	<code>\{</code>	<code>}</code>	<code>\}</code>
<code>\lfloor</code>	<code>\lfloor</code>	<code>\rfloor</code>	<code>\rfloor</code>	<code>\lceil</code>	<code>\lceil</code>
<code>\rceil</code>	<code>\rceil</code>	<code>\langle</code>	<code>\langle</code>	<code>\rangle</code>	<code>\rangle</code>
<code> </code>	<code> </code>	<code>\ </code>	<code>\ </code>	<code>/</code>	<code>/</code>
<code>\</code>	<code>\</code>	<code>\backslash</code>	<code>\backslash</code>		

Bu yerdagi `\left\rangle` o'rniga `\left<` yozish mumkin. Xuddi shunday `\right\rangle` o'rniga ham `\right>` yozish mumkin. Lekin boshqa vaziyatlarda `<` bilan `\langle` bir ma'noda kelmaydi. Ayrim misollarda bitta qavs qatnashadi. Ularni formulaga moslash uchun `\left` yoki `\right` buyruqlaridan keyin nuqta qo'yiladi, bunda nuqta natijaviy sahifada ko'rinmaydi. Ikki va undan ortiq nuqtalar esa natijaviy sahifaga chiqariladi. Masalan:

$$M(f) = \int_a^b f(x) dx / (b - a)$$

\$\$

$$M(f) = \int_a^b f(x) dx$$

\$\$

Bu misoldagi  $\int$ , buyrug'i  $f(x)$  va  $dx$  orasida bo'sh joy tashlaydi. Avtomatik tarzda joy tashlanmaganligi sababli biz bu buyruqdan foydalanamiz.

Biz yuqorida ko'rib o'tgan misollarning barchasidan ko'rinib turibdiki,  $\left$  va  $\right$  buyruqlari faqat qavslarni formulaga moslab beradi. Ayrim misollarda bu buyruqlar yetarlicha qulayliklarga ega emasligi ko'rinadi. Masalan:

$$||x + 1| - |x - 1|| \quad \$\left| |x+1|-|x-1| \right| \$$$

Bu misolda barcha modul belgilari bir xil bo'lganligi sababli, ularning qaysi biri ichki modul va qaysi biri tashqi modul ekanligi bilinmaydi. Ajralib turishi uchun asosiy modul belgisini balandroq qilib yozish kerak.

Yana bir  $\left$  va  $\right$  ga doir misol:

$$\left( \sum_{k=1}^n x^k \right)^2 \quad \$\left( \sum_{k=1}^n x^k \right)^2 \$$$

Bu misolda yig'indi formulasidagi qavslar juda baland yozilgan. Va albatta bu ko'rinishga ta'sir qiladi. Mana shu muammolarni hal qilishda quyidagi Tex buyruqlaridan foydalanish mumkin. Chap qavslar uchun  $\bigl$ ,  $\Bigl$ ,  $\biggl$ ,  $\Biggl$  buyruqlaridan, o'ng qavslar uchun  $\bigr$ ,  $\Bigr$ ,  $\biggr$ ,  $\Biggr$  buyruqlaridan foydalanish mumkin. Bu buyruqlarning yozilish ham xuddi  $\left$  va  $\right$  ga kabi. Masalan:

$$\Big| |x + 1| - |x - 1| \Big| \quad \$ \Big| |x+1|-|x-1| \Big| \$$$

Yig'indi haqidagi misolimiz esa quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

$$\Big( \sum_{k=1}^n x^k \Big)^2 \quad \$\Big( \sum_{k=1}^n x^k \Big)^2 \$$$

$$\sum_{k=1}^n x^k$$

\Bigr)^2

\$\$

Bu buyruqlardan foydalanganda qavslar shriftini avtomatik tarzda sinf va unga mos xususiyatlarga ko'ra tanlaydi. Shuningdek hujjat yozuvi o'lchamiga mos tarzda chiqaradi. Masalan: hujjat o'lchami 11pt yoki 12pt bo'lsa qavslarni ham shunga mos tarzda qalinroq shriftida chiqaradi. O'lcham shrifti va o'lchamini o'zgartirish uchun endi boshqa buyruqlardan foydalanish kerak.

### Belgilarga doir chizishlar

Ba'zi hollarda belgilarning ustiga chizishga to'g'ri keladi. Masalan tegishlilik belgisida. Bu belgi ustiga "/" (slesh) belgisi chizib qo'yilsa tegishli emas ma'nosini beradi. Bu belgini \not buyrug'i orqali qo'yish mumkin. Masalan:

Ko'pchilik  $\{x : x \not\in x\}$  ni ma'nosini tushunishmaydi.

Bu Rassel paradoksi.

Ko'pchilik  $\{x : x \not\ni x\}$  ni ma'nosini tushunishmaydi.

Bu Rassel paradoksi.

Agar teskari tegishli emaslik belgisini qo'yimoqchi bo'lsak  $\{x : x \not\in x\}$  yozish yoki  $\{x : x \not\ni x\}$  kabi yozish mumkin. Lekin bu ikki ko'rinishdagi \not\in va \not\ni bir xil ma'noda qo'llanilmaydi.

### Satr usti belgilari

Formula yozish jarayonida bizga formulada ishlatilgan harflar yoki formulaning biror qismini ajratib ko'rsatish uchun shu qism ustida qandaydir o'zgartirishlar qilishga to'g'ri keladi. Bunday o'zgarishlar ajratilgan qism ustida chiziq chizish, qismni ustidan qandaydir chiziq chizishlar va hokazolar bo'lishi mumkin. Aytilganlardan birinchisi ya'ni satr ustida chiziq chizish uchun \overline buyrug'idan foydalaniladi:

Xalqaro qoidaga ko'ra

$$\overline{a_n a_{n-1} \dots a_1 a_0} = 10^n a_n + \dots + a_0.$$

yoziyadi

Xalqaro qoidaga ko'ra

\$\$

$$\overline{a_n a_{n-1} \dots}$$

$$a_1 a_0} = 10^n a_n + \dots + a_0. $$$$

yoziyadi

Satr usti belgilariga doir qo'shimcha buyruqlar a harfi misolida quyidagi jadvalda ko'rsatilgan.

<code>\hat a</code>	$\hat{a}$	<code>\check a</code>	$\check{a}$
<code>\tilde a</code>	$\tilde{a}$	<code>\acute a</code>	$\acute{a}$
<code>\grave a</code>	$\grave{a}$	<code>\dot a</code>	$\dot{a}$
<code>\ddot a</code>	$\ddot{a}$	<code>\breve a</code>	$\breve{a}$
<code>\bar a</code>	$\bar{a}$	<code>\vec a</code>	$\vec{a}$

Bu buyruqlar orasida `\bar` buyrug'i `\overline` ga o'xshaydi. Agar i va j harflarini ustiga jadvaldagi belgilardan birortasini qo'ymoqchi bo'lsangiz u chiroyli ko'rinish kasb etmaydi. Buning o'rniga "boshqa zarur" belgilar jadvalimizdagi `\imath` va `jmath` belgilarini kiritish chiroyliroq natija beradi.

bunday ko'rinishdagi $\tilde{i}$ chiroyli emas	bunday ko'rinishdagi $\tilde{i}$ chiroyli emas
bunday ko'rinishdagi $\tilde{i}$ esa chiroyli	bunday ko'rinishdagi $\tilde{i}$ esa chiroyli

Hozirgi misolimizda faqat bitta harf ustiga belgi qo'yildi. Aslida har bir satr va formulaga ham belgi qo'yish mumkin. Masalan `\hat{a+b}` yozsak  $a + b$  ko'rinish hosil bo'ladi. Bunday ko'rinish chiroyli emas, shuning uchun `\widehat` yozsak belgi formula bo'yicha yoyiladi.

quyidagi $\widehat{f * g} = \hat{f} \cdot \hat{g}$ teng kuchli	quyidagi $\widehat{f * g} = \hat{f} \cdot \hat{g}$ teng kuchli
--	--

Bunday yo'l bilan juda chiroyli ko'rinishlar hosil qilish mumkin. Masalan `\widetilde` buyrug'i bilan formula ustida to'lqin hosil qilish va shunga o'xshash boshqa ko'rinishlar.

Shuningdek satr va formulalar ustiga yo'nalish chiziqlarini ham qo'yish mumkin. Masalan

`\overrightarrow` buyrug'i satr ustiga o'ngga yo'nalgan chiziq chizadi.

Bu vektor $\overrightarrow{AB}$ .	Bu vektor $\overrightarrow{AB}$ .
-----------------------------------	-----------------------------------

Agar `\overrightarrow` buyrug'i o'ngga yo'nalgan chiziq chizsa, demak `\overleftarrow` chapga yo'nalgan chiziq chizadi. Boshqa shu kabi buyruqlar bu buyruqlar darajasida asosiy hisoblanmaganligi sababi ularga to'xtalmaymiz.

## Matematik formulalar yozishda turli buyruqlar imkoniyatlari

Matematik formulalar yozishda Latex turli standart belgilardan tashqari formula yozishni qulaylashtirish uchun maxsus belgili buyruqlarni ham taqdim etadi. Biz odatda matn orasiga formula yozish uchun formula yozishdan oldin bitta dollar belgisi va formuladan so'ng yana bir dollar belgisini qo'yamiz. Aslida bu ishni  $($  (formula boshida) va  $)$  (formula oxirida) buyruqlar bilan ham qilish mumkin. Matematik formula kiritishning yana bir varianti bu formulani  $\begin{math}$  va  $\end{math}$  orasida yozishdir. Shuningdek bu usul yordamida formula ichida so'zlarni ham yozish mumkin.

$2 \times 2 = 4$	$\$2\times2=4\$$
yoki	yoki
$2 \times 2 = 4$	$\(2\times2=4\)$

Latex formula yozishda nafaqat juft dollar belgisi yoki yuqorida ko'rsatib o'tilgan buyruqlardan balki  $[($  (formula boshida) va  $]($  (formula oxirida) buyruqlaridan ham foydalanadi. Shuningdek formulalar kiritishning boshqa yo'li ham mavjud. Bu formulani  $\begin{displaymath}$  va  $\end{displaymath}$  orasiga yozishdir. Bu usulni ikkitalik dollar belgisi o'rniga ishlatish mumkin.

Latex yaratuvchisi Lesli Lamportning aytishicha formulalarni yozishda yuqoridagi "ochiluvchi" va "yopiluvchi" buyruqlardan foydalanish, hujjatdagi xatolarni topish uchun juda qulay.

### Oddiy hodisalar

Latexda formulani chiroyli ko'rinishda yozish uchun quyidagi oddiy hodisalarni bilish muhim.

-Formula yozishda agar bo'lish belgisi qatnashsa iloji boricha kasr ko'rinishda (kasr ko'rinishda yozish uchun maxsus  $\frac$  buyrug'idan foydalanish mumkin) yozishga harakat qiling.

-Agar matn quyi indeksida yozishga to'g'ri kelib qolsa, yuqori indeks bilan teng parametrdagi yozishga harakat qiling.

-Agar yuqori yoki quyi indekslar mavjud bo'lsa ularni joylashtirishda  $\{$  va  $\}$

belgilaridan foydalaning.

Biz bu yerda figurali qavslarni ichidagi formula o'lchamini bilan matn o'lchamiga moslashtirish uchun yana `\left` va `\right` dan foydalandik.

Ko'pincha yuqori va quyi indeks yozishda, yuqoridagi misol kabi `\left(`, `\atop` va `\right)` buyruqlaridan foydalaniladi. Bunday vaziyatlarda uncha ko'p foydalanilmasada yana bir buyruq bilan tanishib o'tishni lozim topdik. Bu `\choose` buyrug'i. Quyidagi misolda shu buyruq ko'rsatilgan:

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} \quad \begin{array}{l} \$\$ \\ \{n\choose k\}=\frac{n!}{k!(n-k)!} \\ \$\$ \end{array}$$

Bu yerda foydalanganimiz `\choose` buyrug'i ko'rib turganimizdek "ochiluvchi" va "yopiluvchi" qavslar bilan nomutanosiblik keltirib chiqaradi. Ya'ni bu buyruq avval "ochiluvchi" va "yopiluvchi" qavslarni aniqlab so'ngra yuqori va quyi indeksni uni ichiga yozadi, `\atop` da esa avval yuqori va quyi indekslar aniqlanib, so'ngra shularga mos qavslar qo'yib chiqiladi. Albatta barcha vaziyatlarda ham formula yozishda qavslar kerak bo'lmaydi. Bunday vaziyatlarda `\choose` buyrug'i qulayroq. Shuning uchun ham har ikkala buyruqning o'z o'rnini bor.

Endi yana bir ajoyib hodisalardan biri bo'lgan formula yozilgan qator ustiga biror belgi va yoki shunga o'xshash yozuvlar yozish. Bunday ko'rinishlar Latexning `\stackrel` buyrug'i yordamida hosil qilinadi. Bu buyruq ikkita qismdan iborat: birinchisi qatorni yozish, ikkinchisi qator ustini yozish. Quyidagi misol yordamida bu buyruq haqida tasavvur hosil qilishingiz mumkin:

$$A \xrightarrow{f} B \quad \$A\stackrel{f}{\longrightarrow}B\$$$

Qator ostida gorizontali figurali qavs yozish uchun `\underbrace` buyrug'idan foydalaniladi. Albatta bu buyruqdan keyin qatorni yana davom ettirish mumkin.

$$\underbrace{1+3+5+7+\dots+2n-1}_{n \text{ ta}} = n^2 \quad \begin{array}{l} \$\$ \\ \underbrace{1+3+5+7+} \end{array}$$



$\cdots+2n-1}_{\mbox{\$n\$ ta}}=n^2$

\$\$

Qator ustiga gorizontali figurali qavs yozish uchun `\overbrace` buyrug'idan foydalaniladi. Bir qatorning ham yuqori qismiga, ham ostki qismiga gorizontali figurali qavs yozish mumkin.

$$\overbrace{a+b+\cdots+z+1+\cdots+10}^{36}$$

$$\underbrace{a+b+\cdots+z+1+\cdots+10}_{26}$$

\$\$

`\overbrace{\underbrace{`

`a+b+\cdots+z`

`}_{26}+1+`

`\cdots+10}^{36}`

\$\$

### Matritsalar

Latex yordamida matritsa yozish uchun bizga array tanasi(`\begin{ }` va `\end{ }` bu Latexdagi tana) kerak bo'ladi. Matritsa tanasini tushunish uchun avval kichkina misol ko'rib o'tamiz. Demak boshladik:

$$\begin{matrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{matrix}$$

\$\$

`\begin{array}{cccc}`

`a_{11}& a_{12} & \ldots & a_{1n} \\`

`a_{21}& a_{22} & \ldots & a_{2n} \\`

`\vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\`

`a_{n1}& a_{n2} & \ldots & a_{nn}`

`\end{array}`

\$\$

Mana matritsa ham hosil qilindi. Endi undagi bizga notanish bo'lgan buyruq va belgilar bilan tanishamiz. Matritsalar qator va ustunlardan iborat bo'ladi. Yangi qatorga o'tish `\\` buyrug'i orqali (oxirgi qatorga shart emas) amalga oshiriladi. Ustunlar orasidagi farqni aniqlash uchun `&` belgisidan foydalaniladi. Shuningdek bu belgi matritsa turli ustunlarida turli uzunlikdagi qiymatlar bo'lganda ustunlar orasida vujudga keladigan nomutanosibliklarni ham yo'qotadi. Matritsa yozishda array tanasi(`\begin{array}`), array figurali qavs ichiga

yoziyadi) ochilgandan so'ng,matritsa tuzilishini aniqlash boshlanadi, ya'ni matritsa nechta ustundan iboratligi.Yuqoridagi misolimizda 4 ta ustun bo'lgani uchun biz {cccc} yozdik.Figurali qavslar ichidagi 4 ta harf matritsa 4 ta ustundan iboratligini, c harfi esa ustunni markaz(inglizcha – center ning bosh harfi) bo'yicha tartiblanganligini bildiradi.Bu misolda biz 4 ta ustunning ham markaz bo'yicha tartiblanishini ko'rdik , aslida c harfidan boshqa yana l yoki r harflarini ham ishlatishimiz mumkin edi.Bunda l harfi(inglizcha – left ning bosh harfi) ustunni chap tomon bo'yicha tartiblaydi , r esa (inglizcha – right ning bosh harfi) ustunni o'ng tomon bo'yicha tartiblaydi.Biz yuqoridagi misolimizning uchinchi qatorida yana vertikal ko'pnuqtalar yozish uchun \vdots va diagonal nuqtalar yozish uchun \ddots buyruqlaridan foyalandik.Bu buyruqlardan nafaqat matritsalar yozishda balki istalgan matematik formulalarni yozishda ham foydalanish mumkin.

Matritsa qanday yozilishini ko'rdik.Lekin bu matritsamiz shunchaki bir nechta qatorida ketma-ket turgan ro'yhatga o'xshaydi.Odatda matritsalar turli xil ko'rinishdagi qavslar bilan birga yoziladi.Agar biz ham o'z matritsamizda qavslardan foydalanmoqchi bo'lsak , \begin{array} dan oldin ochiluvchi qavsni(masalan “(“ ni) \left( ko'rinishda , yopiluvchini esa \end{array} dan keyin \right) ko'rinishda yozish mumkin.Yuqoridagi misol uchun bu quyidagicha bo'ladi:

$$\left( \begin{array}{cccc} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{array} \right)$$

\left( \begin{array}{c} \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array} \right)

Agar matritsa faqat bir qatoridan iborat bo'lsa uni matritsa yozish usuli bilan yozish shart emas , bunday hollarda oddiy qatorga yozuv yozgandek yozuvlarni

bo'sh joy(probel) bilan ajratib yozish , matitsa yozish usuli bilan yozishdan ko'ra ancha qulayroq va osonroq.

Matritsa yozish tanasi , ya'ni array tanasi bilan nafaqat turli xil matritsalar balki , turli xil matematik qatorlar ham yozish mumkin.Masalan Paskal uchburchagi:

$$\begin{array}{cccccccccc}
 & & & & 1 & & 1 & & & & \\
 & & & & & 1 & & 2 & & 1 & \\
 & & & 1 & & 3 & & 3 & & 1 & \\
 & & 1 & & 4 & & 6 & & 4 & & 1 \\
 1 & & & 1 & & 5 & & 10 & & 10 & & 5 & & 1
 \end{array}$$

Bu uchburchakning kodi esa quyidagicha:

```

$$
\begin{array}{cccccccccc}
&&&&&1&&1&&&&
&&&&& &1&&2&& &1&
&&&1&&3&&3&& &1&
&&1&&4&&6&&4&& &1&
1&& &1&&5&&10&&10&&5&&1
\end{array}
$$

```

Bu yerda “&” belgisi ustunlar o’rtasida bo’sh joy tashlash uchun ishlatiladi. Agar matritsada satr tugagandan keyin qator oxirigacha bo’sh joy qo’ymoqchi bo’lsangiz u holda , qator tugaguncha “&” dan foydalanish shart emas. Shunchaki \\ dan foydalanish kifoya. Bu belgi keyingi qatorga o’tishni ta’minlaydi va avtomatik tarzda oldingi qatorning qolgan qismi bo’sh qolgandek ko’rinadi

Yana bir misol: Endi tenglamalar sistemasiga doir , array tanasi yordamida tuzilgan:

$$\left\{ \begin{array}{l} x^2 + y^2 = 7 \\ x + y = 3. \end{array} \right.$$

```

\left\{
\begin{array}{rcl}
x^2+y^2&=&7\\

```

```
x+y & = &3.\
```

```
\end{array} \right.
```

Bu misolda birinchi ustun chap tomonga nisbatan tartiblangan , ikkinchi ustun esa markazga nisbatan tartiblangan va uchinchi ustun o'ng tomonga nisbatan tartiblangan. Matritsa tuzilishini aniqlash uchun yozilgan `{rcl}` dan bilish mumkin. Figurali qavsni yozish uchun foydalanilgan `\left` va `\right` buyruqlarida ochiluvchi figurali qavs `\left\{` ko'rinishda yozilgan va bu qavsni butun formula bo'ylab qo'llaganda yopiluvchi qavs bo'lmasligi uchun yopiluvchi qavsda `\right` bilan birga nuqtadan foydalanilgan.

Agar matritsani alohida nomerlamoqchi bo'lsangiz , `eqnarray` tanasidan foydalanishingiz mumkin. Bunda xuddi formulaga nomer qo'yishda foydalaniladigan `equation` tanasi kabi formula nomeri avtomatik tarzda aniqlanadi. Agar matritsaga qo'yilgan nomerdan yo'llanma orqali hujjatning qaysidir qismida foydalanmoqchi bo'lsak , u holda `\label` orqali bu nomerga biror nom qo'yib , yo'llanamda chaqirishda `\ref` funksiyasiga nomer nomini ko'rsatish orqali foydalanish mumkin. Nomer joylashgan sahifaga yo'llanma berish uchun `\pageref` funksiyasidan foydalanamiz. Masalan quyidagi

$$2 \times 3 = 6 \tag{1}$$

$$2 + 3 = 5 \tag{2}$$

4 betdagi 2 formula

misoldan bu formulalarning 4 betda yozilganligini bilib olishimiz mumkin. Bunday ko'rinishga erishish uchun quyidagi kodni yozdik:

```
\begin{eqnarray}
```

```
2\times3&=&6\
```

```
2+3&=&5\label{nom1}
```

```
\end{eqnarray}
```

```
\pageref{nom1} betdagi
```

```
\ref{nom1} formula
```

Bunda ya'ni `eqnarray` tanasidan foydalanganda `$$` dan foydalanish kerak

emas. Shuningdek  $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$  tanasi yordamida figurali qavs ham yozib bo'lmaydi.

Agar siz faqat bir necha tenglamalarga nomer qo'ymoqchi bo'lsangiz,  $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$  bilan birga) foydalanishingiz mumkin.

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$$

$$\sqrt{576} = 24 \quad (3)$$

Agar tenglamalarning birortasiga ham nomer qo'ymoqchi bo'lmasangiz  $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$  tanasi o'rniga  $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$  (yulduzchali)dan foydalanishingiz mumkin. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki  $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$  tanasi nafaqat matematik formulalarni balki formulalarning ichida yoziladigan matnlarda ham qo'l keladi,  $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$  tanasi esa faqat matematik formulalar yozishda qo'llaniladi.

Endi turli xil bog'lanishga ega bo'lgan matematik diagrammani ko'ramiz:

$$\begin{array}{ccccccc} 0 & \longrightarrow & E' & \xrightarrow{f} & E & \xrightarrow{g} & E'' & \longrightarrow & 0 \\ & & \downarrow p & & \downarrow q & & \downarrow r & & \\ 0 & \longrightarrow & F' & \xrightarrow{f} & F & \xrightarrow{g} & F'' & \longrightarrow & 0 \end{array}$$

Bu diagrammadan 3 ta qator va 9 ta ustun (ustunlar yo'nalish belgilari, harflar va nollardan iborat)lardan iborat. Qanday qilib gorizontal yo'nalish chizig'i va uni ustiga harf yozishni ( $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$  funksiyasi orqali) ko'rib o'tgandik. Yuqoridagi misolda biz nomalum qism endi faqat vertikal chiziq va unga tegishli harfni yozish. Buni bir misol yordamida ko'rib o'tamiz.

$$\begin{array}{c} E \\ \downarrow q \\ F \end{array} \quad \begin{array}{l} \begin{array}{c} \begin{array}{c} E \\ \downarrow q \\ F \end{array} \\ \end{array} \\ \end{array}$$

Yuqoridagi misolda  $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$  funksiyasi yordamida vertikal pastga yo'nalgan strelka hosil qildik, undan keyingi q harfi esa shunchaki oddiy matn kabi kiritiladi.  $\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$  tanasiga c (center) yozganimiz tufayli strelka va harf birgalikda qaralib markazga nisbatan olingan. Agar harfni yuqoridagi harf bilan bir xil joylashtirmoqchi bo'lsak, c o'rniga r yozish kifoya va agar strelkani yuqoridagi

harf bilan tagma-tag joylashtirmoqchi bo'lsak c o'rniga l yozish kifoya. Ba'zi hollarda butun ustunni emas balki faqat bitta satrdagi harfni o'ng tomonga tekislash kerak bo'ladi. Bunday hollarda  $\leftarrow$  funksiyasidan foydalanish mumkin. Yuqoridagi misolda q harfini yozmoqchi bo'lsak  $\leftarrow\{q\}$  ko'rinishda bo'ladi. Endi yuqoridagi diagrammamizga tegishli tushunarsiz funksiyalar qolmadi. demak yuqoridagi misol kodi:

\$\$

```

\begin{array}{cccccccc}
0&\longrightarrow & E' & & & & & \\
\stackrel{f}{\longrightarrow} & E & & & & & & \\
\stackrel{g}{\longrightarrow} & & & & & & & \\
E'' & \longrightarrow & 0 & & & & & \\
& \downarrow \leftarrow\{p\} & & \downarrow & & & & \\
\leftarrow\{q\} & & \downarrow \leftarrow\{r\} & & & & & \\
0&\longrightarrow & F' & & & & & \\
\stackrel{f}{\longrightarrow} & F & & & & & & \\
\stackrel{g}{\longrightarrow} & & F'' & & & & & \\
& \longrightarrow & 0 & & & & & \\
\end{array}

```

\$\$

Bu misolda ishlatilgan boshqa buyruqlar bilan biz oldingi qismlarda tanishib o'tgan edik. Ko'rinib turibdiki array tanasi matritsalar yozish uchun juda ajoyib imkoniyatlarga ega.

### Formulalarni “bo'ginlash”

Bo'g'inlash tushunchasi haqida hammamiz atroflicha ma'lumotga egamiz , ya'ni agar matnda oxirgi so'z qatorga sig'may qolsa , u holda bu so'zni bo'g'inlarga bo'lib yetarlicha qismi qoldirilib qolgan qismi keyingi qatorga o'tkaziladi. Ko'pchilik buni biladi , lekin formulalarni bo'g'inlash haqida eshitmagan bo'lishi mumkin.

Formulalarni bo'g'inlash ham xuddi so'zlar kabi bo'lib , odatda undan agar

formula bir qatorga sig'masa yoki formula bir qatorda yaxshi ko'rinish kasb etmasa foydalaniladi.

Tex formularni avtomatik bo'ginlamaydi , shuning uchun har kim o'z didiga qarab formulani bo'g'inlashi mumkin.Buning uchun formulalarni massiv ko'rinishda (kamida ikkiga bir o'lchovli) yozish qulayroq.Buning uchun biz array , eqnarray va eqnarray\* tanalarini ko'rib o'tdik.Quydagi misol orqali boshlang'ich tushunchaga ega bo'lish mumkin:

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$$

```


$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$$


```

Bu misoldagi \qqquad buyrug'i satr boshidan 2em(2 ta "probel") tashlash uchun kerak.Bu buyruqdan foydalanilmagan taqdirda ham formula bo'g'inga bo'linadi , lekin formula ko'rinishini yaxshilash(o'ng tomondan tekislash) uchun bu funksiyadan foydalaniladi.

Yuqoridagi misolda tushunarsiz bo'lgan hollardan biri bu ikkinchi qatorda birinchi plusdan oldin {} yozilganidir.Bu yozuv yordamida birinchi qatordagi formulaga tegishli parametrlar(yozuv o'lchami , intervali va h.k) ikkinchi qatorga uzatiladi.

Bu yerda array tanasi o'rniga eqnarray va eqnarray\* dan ham foydalanish mumkin.Bulardan asosan formulaga nomer qo'yish uchun foydalaniladi.Bu yerda formulaga nomer qo'yishda har bir qatorga yoki qaysidir qatordagi formulaga nomer qo'yish uchun \ va \nonumber buyruqlaridan foydalanish mumkin.

Agar yuqorida ko'rgan misolimiz ko'rinishi yoqmasa , birinchi qatordagi istalagan belgi yoki qismni alohida ustun sifatida olib , uni o'ng,chap va markazlashtirish mumkin.Bunda array tanasi qulay , agar formulani avtomatik



nomerlamoqchi bo'lsangiz eqnarraydan ham foydalanish mumkin. Masalan:

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots$$

```

    $$
    \begin{array}{rcl}
    e^x & = & 1+x+\frac{x^2}{2!}\\
    & & +\frac{x^3}{3!}+\cdots
    \end{array}
    $$
  
```

Formula yozish jarayonida agar birinchi qatorda yozayotgan formulangiz juda uzun bo'lgan taqdirda, keyingi qatorga o'tganda formula davomini o'ng tomondan yozish formulaga chiroyli ko'rinish bermaydi. Shu sababli bunday vaziyatlarda keyingi

$$\int_0^x e^{-t^2} dt = x - \frac{x^3}{1! \cdot 3} + \frac{x^5}{2! \cdot 5} - \frac{x^7}{3! \cdot 7} + \dots + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{n! \cdot (2n+1)} + \dots$$

qator

formulasini chap yoki markazdan yozish ma'qulroq. Buni quyidagi formulada ko'ramiz:

Latexda esa quyidagicha:

```

\begin{eqnarray*}
\lefteqn{\int_0^x}
e^{-t^2} dt = x - \frac{x^3}{1! \cdot 3}
+ \frac{x^5}{2! \cdot 5} -
\frac{x^7}{3! \cdot 7} + \cdots \\
& & + (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{n! \cdot (2n+1)} + \cdots
\end{eqnarray*}
  
```

Bu yerda biz \lefteqn buyrug'idan foydalandik. Bu buyruq haqida biz matematik diagramma bo'limida bilib olgan edik.

## Bo'sh joylarni kiritish

Hujjat yozish jarayonida matematik formula orasiga matn yozishga yoki matn orasiga matematik formula yozishga to'g'ri keladi. Bunday vaziyatda formula va matn orasiga bo'sh joylarni joylashtirish juda noqulay. Bunday vaziyatlarda quyidagi asosiy buyruqlardan foydalaniladi:

<code>\quad</code>	uzunligi 1em ga teng (1em - oddiy probel-    )
<code>\qquad</code>	uzunligi 2emga teng (   )
<code>\,</code>	qisqa bo'sh joy
<code>\:</code>	o'rtacha bo'sh joy
<code>\;</code>	uzunroq bo'sh joy
<code>\!</code>	odatiy bo'sh joy

Quyidagi misolda bu buyruqlarni ishlatish ko'rsatilgan:

Misolni quyidagi	Misolni quyidagi <code>\ </code>
$\int f(x) dx$ orqali	<code>\int f(x), dx</code> orqali <code>\ </code>
yoki $\iint f dx dy$ , orqali	yoki <code>\int\!\!\int f, dx dy</code> , orqali <code>\ </code>
yechamiz va natija $\sqrt{3} x$ bo'ladi.	yechamiz va natija <code>\sqrt{3}, x</code> bo'ladi.

Matnda formulalarni yozuvdan ajratish uchun `\quad` buyrug'i qulayroq.

### Formulada ishlatiladigan belgilar o'lchami

Formulalar yozishda odatda formula darajasi, indeksi, qavslar va h.k lar shriftini asosiy formula shriftidan ajratib yoziladi. Tex bunday hollarda avtomatik tarzda juda kichik o'lcham oladi. Agar siz formula yozish jarayonida darajaga matn kiritmoqchi bo'lsangiz `\text{rm}` buyrug'idan foydalanishingiz mumkin. Bunda matn yozish rejimiga o'tib yana qaytib chiqish sodir bo'ladi. Bu albatta juda noqulay. Bunday vaziyatlarda `\mathrm` dan foydalanish qulayroq. Bu buyruq qisqa yozuvlarda qo'l keladi. Chunki `\mathrm` buyrug'i bo'sh joy (probel) larni o'qimaydi. Bunday noqulayliklarni bartaraf etishda bizga stillar yordam beradi. Matematik shriftlarni o'rnatishda 4 ta buyruqdan foydalanish mumkin.

`displaystyle` (stilni moslash)

`textstyle` (matn stili)

`scriptstyle` (indeksda foydalanish uchun)

scriptscriptstyle (indeksning indeksida foydalanish uchun)

Quyidagi ko'rinishlarda bo'ladi. 
$$(123), \textstyle (123),$$
  

$$\scriptstyle (123) \scriptscriptstyle (123).$$

Stillar yordamida hosil qilingan formula:

$$\frac{7}{25} = \frac{1}{3 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{3}}}}$$

$$\frac{7}{25} =$$
  

$$\frac{1}{3 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{3}}}}$$

Endi xuddi shu formulani stil ishlatmagan holda ko'ramiz:

$$\frac{7}{25} = \frac{1}{3 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{3}}}}$$

$$\frac{7}{25} =$$
  

$$\frac{1}{3 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{3}}}}$$

Matematik shriftlarni ishlatish bo'yicha yana bir misol:

$$\text{corr}(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left[ \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2}}$$

$$\text{corr}(X, Y) =$$
  

$$\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left[ \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2}}$$

```
\biggr^{1/2}}
\end{displaymath}
```

Bu yerda yozilgan `displaymath` tanasi murakkab va ko'p qatorli formulalar yozishda ishlatiladi. Shuningdek bu yerda ishlatilgan kasr maxrajidagi ochiluvchi to'rtburchak qavs uchun ishlatilgan `\biggl[` va yopiluvchi qavs uchun `\biggr]` o'rniga Texning standart buyruqlari bo'lgan `\left[` va `\right]` dan ham foydalanish mumkin. Bu kodda ishlatilgan `\mathop` buyrug'i formula orasida matn yozish uchun ishlatiladi. `\mathop` va `\mathrm` buyruqlari haqida keyingi qismlarda ma'lumot beriladi.

### Matematik belgilarning ko'rinmasligi va boshqa xususiyatlari

Yuqorida matematik yozuvlar o'lchamini o'zgartirishni ko'rib o'tdik. Ayrim hollarda bir formuladagi turli yozuvlarga turlicha o'lcham berish zarur bo'lib qoladi. Tasavvurga ega bo'lish uchun shuni aytish kerakki Tex da bu hodisani ortiqcha buyruqlarsiz ham qilish mumkin. Masalan `\sqrt` buyrug'i ildiz ostidagi yozuvga qarab ildiz belgisi o'lchamini avtomatik o'zgartiradi.

Bu formuladagi  $\sqrt{a} + \sqrt{d}$   
2 ta belgi  
o'lchami har xil

Bu formuladagi  $\sqrt{a} + \sqrt{d}$  \\  
2 ta belgi \\  
o'lchami har xil

Bu misolda a va d harflar balandligi har xil bo'lganligi tufayli, shu harflarga mos ildiz balandliklari aniqlandi. Agar bir necha belgi kiritilsa ularning eng balandiga mos ildiz belgisi yoziladi. Formuladagi yozuvlarni bir xil o'lchamda yozish uchun esa `\mathstrut` buyrug'idan foydalaniladi.

Bu formuladagi  
 $\sqrt{a} + \sqrt{d}$   
2 ta belgi bir xil o'lchamda.

Bu formuladagi \\  
 $\sqrt{\mathstrut a}$   
 $+\sqrt{\mathstrut d}$  \\  
2 ta belgi bir xil o'lchamda.

Biz bu misol orqali matematik belgilar balandligini aniqladik. Texda formulani ko'rsatmaslik ham mumkin. Bu ish hujjatni qog'ozga chiqarishda kerak bo'lishi mumkin. Formula yoziladigan joy taxminiy formula uzunligi aniqlanib bo'sh joy ko'rinishida tashlab ketilsa, keyinchalik qo'lda kiritilishi mumkin. Ko'rinmas

belgilarni `\phantom` buyrug'i yordamida yaratish mumkin. Bu buyruq ichiga formula balandligini `\mathstrut` buyrug'i yordamida yozish, yoki formulani o'zini yozib kerakli parametrlar o'rnatish ham mumkin. Masalan:

Ildiz belgisi $\sqrt{\phantom{x}}$	Ildiz belgisi <code>\sqrt{\phantom{x}}</code>
ko'rinishda yoziladi	ko'rinishda yoziladi

Shuningdek vertikal ko'rinmas joylar ham yozish mumkin. Bunda bizga `\vphantom` buyrug'i yordam beradi. Bunda `\mathstrut` o'rniga `\vphantom{()}` yozish mumkin. Gozrizontal bo'sh joy yaratish uchun ham maxsus `\hphantom` buyrug'idan foydalanish mumkin.

Bu yerdagi bo'sh joy	Bu yerdagi <code>\hphantom{\sin^2\alpha}</code>
qo'lda formula yozish uchun qo'yilgan.	bo'sh joy <code>\</code>
	qo'lda formula yozish uchun qo'yilgan.

### Formulada turli intervallardan foydalanish

Formula yozish jarayonida qaysidir qismni ajratib ko'rsatish uchun turli qavslar, nuqtalardan va h.k lardan foydalanish mumkin. Masalan nuqtalar uchun Texda `\colon` va `\ldotp` buyruqlarini ishlatish mumkin. Bunda `\colon` buyrug'i ikki nuqta, `\ldotp` esa bir nuqta qo'yadi. Texning qism(so'z, ibora, formula va h.k)ni ajratish uchun mo'ljallangan buyruqlari:

,, ; ; : `\colon` . `\ldotp` · `\cdot`

Shuningdek qismlarni bo'sh joylar bilan ham ajratish mumkin. Bo'sh joylar haqida biz yuqoridagi bo'limda tanishib o'tdik. Albatta ulardan foydalanish juda qulay. Lekin belgilarni ajratishning boshqa usullarini ham bilib qo'ysak yomon bo'lmaydi. Bu usulga binar hisoblash deyiladi. Misol:

Quyidagi $2 + 3$ va $2+3$ lardan	Quyidagi <code>\$2+3\$</code> va <code>\$2{+}3\$</code>
ikkinchisi binar hisoblash yordamida	lardan <code>\</code> ikkinchisi binar hisoblash
hosil qilingan.	yordamida <code>\</code>
	hosil qilingan.

Bu ko'rinish (qavs ichidagi belgi va qavs tashqarisidagi belgilar o'lchami bir xilligi va ular orasida bo'sh joy yo'qligi) chiroyli ko'rinishda emas. Agar qavs ichida matematik formula va shunga o'xshash amallar bo'lsa bu usul yaxshi natija

bermaydi. Bunday vaziyatlarda Texning maxsus buyruqlaridan foydalanish qulayroq. Bu buyruqlar bizga ayitb o'tilgan muammolarni bartaraf etishda yordam beradi. Bu buyruqlar quyidagilar:  $\mathbin$ ,  $\mathrel$  va  $\mathop$ .

Agar $E \hat{\otimes} F$ formulani	Agar $\hat{\otimes} F$ formulani
Bo'sh joy bilan yozmoqchi bo'lsak,	Bo'sh joy bilan yozmoqchi bo'lsak,
u quyidagicha bo'ladi $E \otimes F$ .	u quyidagicha bo'ladi $E \otimes F$ .

u quyidagicha bo'ladi  $E \otimes F$ .

Bu yerda  $\hat{\otimes}$  buyrug'i bo'sh joylarni o'qimaganligi sababli,  $\otimes$  buyrug'idan foydalandik. Shu misolni Yuqoridagi buyruqlar bilan birga ishlatib natijani ko'ramiz:

Endi $E \hat{\otimes} F$ formulani	Endi $\mathbin{\hat{\otimes}} F$
Bo'sh joy bilan yozish shart emas,	formulani
chunki $E \otimes F$ dagi bo'sh joylar	Bo'sh joy bilan yozish shart emas,
endi birinchi formulada ham bor.	chunki $E \otimes F$ dagi bo'sh joylar
	endi birinchi formulada ham bor.

Endi  $\mathop$  buyrug'ini ko'rib o'tamiz. Bu funksiya matematik formulada yozuvlarni moslashtirish uchun ishlatiladi. Bunda matn yozish uchun  $\mathop$  funksiyasidan foydalanish mumkin. Masalan  $\text{Ext}^1(E, F)$  ni yozishni ko'rsak. Bu formula bunday ko'rinishda chiqishi uchun  $\mathop{\mathop{\text{Ext}}^1}(E, F)$  lar yoziladi. Bu yerda  $\mathop$  buyrug'i orqali formula darajasi (yuqori indeks) kiritiladi. Yana bir misol:

Quyidagi $\sin x$ va $\mathop{\sin} x$ lar teng kuchli.	Quyidagi $\sin x$ va $\mathop{\sin} x$ lar teng kuchli.
---	---

Endi murakkab tuzilishga ega bo'lgan quyidagi yi'gindini hosil qilamiz.

$$\sum'_{x \in \Gamma} f(x).$$

Odatiy usulda quyidagicha yoziladi, lekin biz kutgan natijaga erishilmaydi ya'ni

$\sum'_{x \in \Gamma} f(x).$	$\sum'_{x \in \Gamma} f(x).$
------------------------------	------------------------------

\$\$

Endi boshqa usulni sinab ko'ramiz ' belgiga teng kuchli buyruq bilan almashtiramiz.Balki shunday usul bilan biz kutgan natijaga erishishimiz mumkindir.

$$\sum'_{x \in \Gamma} f(x). \quad \sum^{\prime}_{x \in \Gamma} f(x).$$

Ko'rib turganingizdek kutilgan natija bo'lmadi.Endi yuqorida aytib o'tgan buyruqlarimizdan foydalanib ko'ramiz.Balki bu buyruqlar bizga yordam berar.

$$\sum'_{x \in \Gamma} f(x). \quad \mathop{\{\sum\}}'_{x \in \Gamma} f(x).$$

Mana bu biz kutgan natija.Agar tahlil qilib ko'rsangiz haqiqatdan ham bu usul to'g'riligiga amin bo'lasiz.Endi yana bir buyruq \mathrel buyrug'i haqida.Ayrim hollarda matematik hodisalarni tushuntirish uchun bir vaqtning o'zida bir necha belgidan foydalanishga to'g'ri keladi.Masalan \subsetneq belgisi.Buni qanday yozish mumkin.Bunday vaziyatlarda biz yuqorida ta'kidlab o'tgan \mathrel buyrug'idan foydalanish mumkin.Bu buyruqning ishlashini ham xuddi binar hisoblashlar kabi tushunish mumkin , ya'ni bo'sh joylar masalasi muammo emas va ko'rinishi quyidagicha \mathrel\{\dots\}.Yuqorida ishlatgan binar belgimizni chiqarish uchun quyidagilarni yozish kerak.

$$\mathop{\{\subset\}}\limits_{\neq}$$

Endi formulani shu belgi ishtirokida yozamiz.

$$E \subsetneq F \quad \$ E \mathrel{\mathop{\{\subset\}}\limits_{\neq}} F \$$$

Bu yerda \limits buyrug'i quyi indeksni belgilaydi.Bunda \subsetneq va \subsetneq ko'rinishlarda chiqarish mumkin.Agar \subsetneq ko'rinishda chiqarish kerak bo'lsa \limits o'rniga \nolimits dan foydalanish mumkin.Yuqoridagi misol uchun

$$E \subsetneq F \quad \$ E \mathrel{\mathop{\{\subset\}}\limits_{\neq}} F \$$$

kabi bo'ladi.



### **Nazorat savollari.**

1. Latex dasturining imkoniyatlari nimalardan iborat?
2. Latex dasturida matematik formulalar kiritishning usullari?
3. Latex dasturida grafiklar kiritishning usullari?

#### IV. AMALIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

**1-amaliy mashg'ulot. MathCAD va Maple tizimi (4 soat).**  
MathCad dasturidan amaliy mashg'ulot topshiriqlari

1. Quyidagi ifodalarni Mathcadda yozib qiymatlarini hisoblang.

$$a) \frac{a+b}{a^b + \frac{\sqrt[a]{b}}{e^{\frac{1}{b}}}} + \sin(a) + \cos^2(b) - a! + \frac{b^a}{\arccos\left(\frac{a}{b}\right) + \arctg(a)}, \text{ bunda } a=4, b=5$$

$$b) \frac{a \cdot b}{\frac{a^b}{e^{a-b}} + \frac{\sqrt[3]{b}}{\cos\left(\frac{1}{a}\right)}} + \arcsin\left(\frac{1}{a}\right) + \cos^2(b) - a! + \frac{b^a}{\arccos\left(\frac{a}{b}\right) + \frac{\arctg(a)}{1 + \frac{a}{b}}}, \text{ bunda } a=7, b=8$$

$$c) \frac{\frac{a}{e^{\frac{1}{b}}} + b}{a^5 + \frac{\sqrt[8]{b}}{e^{\frac{1}{b}} + b!}} + \sin^2(a) + \arccos^4\left(\frac{1}{b}\right) - a! + \frac{b^a - e^{\sqrt{a} + \sqrt[3]{b}}}{\arccos\left(\frac{a}{b}\right) + \arctg(a)}, \text{ bunda } a=3, b=4$$

2. Uchburchak tomonlari quyidagilarga teng bo'lsa uning yuzini toping.

$$A=3.6 \quad B=4.8 \quad C=3.4 \quad \text{ bunda } s = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}, \quad p = \frac{a+b+c}{2}$$

3. Uchburchak tomonlari berilgan, uning balandliklarini toping.

A=2.6 B=9.2 C=4.2 uchburchak balandliklari quyidagilarga teng.

$$h_a = \frac{2 \cdot \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{a}, \quad h_b = \frac{2 \cdot \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{b}$$

$$h_c = \frac{2 \cdot \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}}{c}, \quad p = \frac{a+b+c}{2}$$

4. uchburchak shakldagi to'sinning tomonlari uzunliklari mos ravishda a=2.4m ; b=4.8m ; c=3.6m ga teng ekanligi malum bo'lsa, uning medianasini berilgan tomonlari yordamida toping.

$$m_a = \frac{\sqrt{2b^2 + 2c^2 - a^2}}{2}, \quad m_b = \frac{\sqrt{2a^2 + 2c^2 - b^2}}{2}, \quad m_c = \frac{\sqrt{2a^2 + 2b^2 - c^2}}{2}$$

5. Agar uchburchakli to'g'ri piramida asosining tomoni a=2.6cm va yon qirra bilan

asos tekisligi orasidagi burchak  $\alpha = 60$  ekanligi malum bo'lsa, piramidaning to'la sirti va hajmini quyidagi formula orqali toping.

$$S_{to'la} = S_{asos} \left( 1 + \frac{1}{\cos \alpha} \right), \quad V = S_{asos} H \quad \text{bunda} \quad S = \frac{a^2 \sqrt{3}}{4}, \quad H = \frac{a\sqrt{3}}{6} \operatorname{tg} \alpha$$

6. Agar  $ax^2+bx+c=0$  kvadrat tenglamaning koeffitsiyentlari mos ravishda  $a=4$ ,  $b=6$ ,  $c=1$  ga teng bo'lsa, quyidagilarni hisoblang.

$$y = \frac{e^{-x_1} + e^{-x_2}}{x_1 + x_2}, \quad z = \frac{\cos x_1 - \sin x_2}{y}$$

7. To'g'ri prizmaning asosi to'g'ri burchakli uchburchakdan iborat va uning katetlari mos ravishda  $a=2.4\text{cm}$ ;  $b=3.4\text{cm}$ . agar prizmaning balandligi  $H=6.5\text{cm}$  ga teng bo'lsa uning asosini yuzi, yon sirti, to'la sirti va hajmini toping.

$$S_{asos}=ab/2, \quad S_{yon} = aH + bH + \sqrt{a^2 + b^2} H, \quad S_{to'la}=ab/2+S_{yon}, \quad V=S_{asos}H$$

8. Quyidagi funksiyalarni berilgan nuqtadagi qiymatida hisoblang.

$$\text{a) } f(x) = e^{x+\sqrt{x}} + \frac{x^3}{|x|+3}, \quad f(2)=?; \quad f(4)=?; \quad f(1)+f(3)=?$$

$$\text{b) } f(x) = \frac{ax^4 + \cos x}{\sin x + \sqrt[3]{x}}, \quad a=3; \quad b=4; \quad \text{bular global o'zgaruvchilar, } f(1)-f(2)=?$$

$$\text{c) } f(x,y) = x^y + \frac{y^x}{x + \frac{\cos x}{\cos y}} + e^{\sqrt[3]{y}}, \quad f(1,2)=?; \quad f(4,5)=?$$

$$\text{d) } f(x,y) = x^{\frac{y}{3}} + \frac{y^x}{x! + \frac{\sin x}{\cos^2 y}} + e^{\sqrt{y+x}}, \quad f(3,2)=?; \quad f(4,2)=?$$

9. Mathcadda kiritilgan malumotlarni xotiraga saqlash, xotiradan chaqirish, qayta nomlash, parametrlarni o'zgartirish va chop qilish ishlarini bajaring.

10. Mathcadda matnli soha hosil qiling va unda turli xil shrift va ranglarda matn kiriting. Matnda formula kiriting. Matndagi so'zlarni qidirish va almashtirishlarni bajaring.

11. Formula atrofida izohlar berish, belgilangan sohalarni surish, ulardan nusxa

olish va qo'yish ishlarini bajaring.

12. a vektorni quyidagicha hosil qiling.

- a)  $i=0...10$  ;  $a_i=i^2+1/i$
- b)  $i=0...10$  ;  $a_i=i^2+1/\cos(i)$
- c)  $i=0...10$  ;  $a_i=i^2+1/i^3$
- d)  $i=0...10$  ;  $a_i=i^2+1/\sin(i)$
- e)  $i=0...10$  ;  $a_i=i^2+\cos(i)/i$

13.  $n=7$  ;  $j=1...n$  ;  $n$  ga mos Fibonacci sonlarini  $b$  vektorga hosil qiling;

$b=(1,1,2,3,5,8,13)$ ;

14. a vektorni quyidagicha aniqlang va uning uzunligini hisoblang;

- a)  $j=1...10$  ;  $a_j=\sqrt{j^2+j}$   $|a|=?$ ;
- b)  $j=1...10$  ;  $a_j=\sqrt{j}$   $|a|=?$ ;
- c)  $j=1...10$  ;  $a_j=\sqrt[3]{j}$   $|a|=?$ ;
- d)  $j=1...10$  ;  $a_j=\sqrt{\frac{j}{1+j}}$   $|a|=?$ ;

15. a vektorni quyidagi ko'rinishda chiqaring.  $a=(1,4,9,16,25)$ ,

$$a = \begin{pmatrix} 1 \\ 4 \\ 9 \\ 16 \\ 25 \end{pmatrix}$$

$$b = \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \\ 9 \\ 1 \end{pmatrix}$$

vektorni elementlarini o'sib borish va kamayib borish tartibida

joylashtiring.

16. 5 ta elementdan iborat  $a$  va  $b$  vektorlarni hosil qiling va ularning yig'indisidan

$c$  vektorni hosil qilib uning uzunligini toping.

17. A matrisani quyidagicha hosil qiling.

- a)  $i=0...10$ ;  $j=0...5$  ;  $A_{i,j}=i*j$ ;
- b)  $i=0...5$ ;  $j=0...5$  ;  $A_{i,j}=(i*j)/(i+j)$ ;
- c)  $i=0...5$ ;  $j=0...10$  ;  $A_{i,j}=i^2+j$ ;

18.  $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 2 & 4 & 7 \\ 3 & 1 & 8 \end{pmatrix}$  A matrisani transponirlab uning uzunligini hisoblang.

19.  $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 2 & 4 & 7 \\ 3 & 1 & 8 \end{pmatrix}$  A matrisaga teskari matrisani hisoblang.

20.  $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 2 & 4 & 7 \\ 3 & 1 & 8 \end{pmatrix}$  A matrisa ustida quyidagi ishlarni bajaring.

a) A matrisani har bir elementini 5 ga ko'paytiring

b) A matrisani 1- ustuniga ko'paytiring.

c) A matrisani 3- ustuniga ko'paytiring.

d) A matrisani  $\begin{pmatrix} 4 & 7 \\ 1 & 8 \end{pmatrix}$  ga teng qismini qirqib oling.

e) A matrisaga ustun bo'yicha  $C = \begin{pmatrix} 11 \\ 12 \\ 13 \end{pmatrix}$  vektorni birlashtiring.

f) A matrisaga satr bo'yicha  $C=(12,13,14)$  vektorni birlashtiring.

21.  $A = \begin{pmatrix} 2+i & 5-3i & 2+3i \\ 3-4i & 5-3i & 2+3i \\ 1-i & 5-3i & 2+3i \end{pmatrix}$  A matrisani elementlari kompleks sonlardan iborat

ularni haqiqiy qismidan B matrisa, mavhum qismidan C matrisa hosil qililing.

22. n soniga mos kvadrat birlik matrisa hosil qiling. masalan n=3 bo'lganda

$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$  ko'rinishda bo'ladi.

23.  $A \cdot x = B$  ko'rinishdagi chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini yeching.

Topshiriqlar tartibi	Sistema koeffitsiyentlari. A matrisa			Ozod hadlar B vektor
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	
1	4,96	0,25	1,36	-2,41
	0,47	8,26	-1,28	0,75

	3,16	1,59	-0,95	-4,75
2	-0,73	1,22	3,29	-1,11
	5,88	8,56	-1,52	2,03
	2,06	1,02	3,20	4,31
3	3,88	0,66	2,24	1,48
	1,33	4,78	2,11	-0,75
	3,16	1,59	-0,95	-4,75
4	9,76	-0,25	3,76	0,21
	0,46	8,26	-1,35	0,75
	3,31	1,53	6,55	4,72
5	8,86	1,25	-3,36	4,41
	1,47	-3,36	1,28	5,75
	5,31	-2,53	0,75	-4,75
6	7,44	0,28	3,44	-2,28
	6,71	9,76	2,01	-0,75
	3,41	2,64	8,04	-6,21
7	2,81	0,28	1,61	4,71
	0,28	4,44	2,03	2,75
	0,75	1,31	3,48	-4,75
8	6,28	2,37	7,95	4,71
	2,32	6,49	1,45	2,75
	0,79	2,66	-8,78	-4,75
9	10,21	11,02	9,33	4,77
	3,22	19,46	9,32	-0,28
	3,73	19,25	12,21	3,72
10	1,84	1,22	-1,22	3,46
	-2,25	4,36	5,52	2,23
	4,33	3,49	4,56	1,22

24.  $A = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 \\ 6 & 3 & 1 \\ 5 & 6 & 9 \end{pmatrix}$  matrisa berilgan

- a) 2-ustuni o'sib birish tartibda joylashsin
- b) 3-ustuni o'sib birish tartibda joylashsin
- c) 1-satri o'sib birish tartibda joylashsin
- d) 2-satri o'sib birish tartibda joylashsin

25.  $a$  vektorni quyidagicha hosil qiling  $j=1\dots 5$ ;  $a_j=j^2$ ,  $a$  vektorni va uning uzunligini a.txt fayliga yozsin.

26.  $A = \begin{pmatrix} 1 & 4 & 2 \\ 6 & 3 & 1 \\ 5 & 6 & 9 \end{pmatrix}$  matrisani va uning determinantini a2.txt fayliga yozsin.

27. a1.txt fayliga berilgan  $\begin{matrix} 2 \\ 3 \\ 6 \end{matrix}$  sonlardan Mathcadda  $a$  vektor hosil qiling va uning

uzunligini hisoblang.

27.  $A = \begin{pmatrix} 1 & 8 & 3 \\ 5 & 6 & 2 \\ 3 & 1 & 5 \end{pmatrix}$  matrisaga teskari matrisani a3.txt fayliga hosil qiling.

28. a5.txt fayliga  $\begin{matrix} 1 & 8 & 3 \\ 5 & 6 & 2 \\ 3 & 1 & 5 \end{matrix}$  sonlar berilgan. Mathcadda bu sonlardan  $A$  matrisa

hosil qiling va unga teskari matrisani hisoblang.

29.  $A = \begin{pmatrix} 1 & 8 & 3 \\ 5 & 6 & 2 \\ 3 & 1 & 5 \end{pmatrix}$  matrisani  $\begin{matrix} 6 & 2 \\ 1 & 5 \end{matrix}$  ga teng bo'lgan qismini qirqib a2.txt fayliga

yozsiz.

30. a5.txt fayliga  $\begin{matrix} 1 & 8 & 3 \\ 5 & 6 & 2 \\ 3 & 1 & 5 \end{matrix}$  sonlar berilgan. Mathcadda  $A = \begin{pmatrix} 4 & 8 & 9 \\ 8 & 6 & 2 \\ 3 & 7 & 5 \end{pmatrix}$  matrisani

kiritib uni a5.txt faylni davomidan yozsin.

31. Quyidagi yig'indi va ko'paytmalarni hisoblang;



- a)  $\sum_{n=1}^{100} n + \frac{1}{n}$  ;  $\prod_{i=1}^{10} \frac{i + \sqrt{i}}{i}$  ;
- b)  $\sum_{n=10}^{20} n + \frac{4}{n^2}$  ;  $\prod_{i=1}^{10} \frac{i^2 + \sqrt{i}}{i^2}$  ;
- c)  $\sum_{n=1}^{100} \frac{1}{n}$  ;  $\prod_{i=1}^{10} \frac{i + \sqrt{i}}{i + 5} + i$  ;
- d)  $\sum_{n=1}^{10} (n+2)^2 + \frac{1}{n}$  ;  $\prod_{i=1}^5 \frac{i + \sqrt{i}}{(i+1)^2}$  ;
- e)  $\sum_{k=1}^{50} k^2 + k + 4$  ;  $\prod_{i=1}^5 \frac{i^2 + 2i}{i^3}$  ;
- f)  $\sum_{n=1}^{100} \frac{n}{1+n}$  ;  $\prod_{i=1}^{10} \frac{i+2}{i+6}$  ;

32. Berilgan funksilarni hosilasini berilgan nuqtadagi qiymatini hisoblang;

- a)  $f(x)=5\sin x+3\cos x^2$  ;  $f'(4)=?$  ;
- b)  $f(x)=(x-3)(x^2+3x+9)$  ;  $f'(4)+f''(1)=?$  ;
- c)  $f(x)=x^3\ln x+\sin x+4x$  ;  $f'(-1)=?$  ;
- d)  $y(x)=\sin^2 x+\cos 5x+3^{4x+5}$  ;  $f'(0)=?$  ;
- e)  $y(x)=4^x+\ln 5x+\operatorname{tg}^2(4x+3)$  ;  $f'(6)=?$  ;
- f)  $y(x)=\log_3 3x+(x^2+3x+5)^3$  ;  $f'(1)-f''(3)=?$  ;
- g)  $f(x)=e^{4x}+\log_5(x^3+3x)$  ;  $f'(-4)=?$  ;
- h)  $f(x)=\frac{x+2}{x-5} + \ln(x^2)$  ;  $f'(4)+f''(2)=?$  ;
- i)  $f(x)=\frac{x^3+2}{x-\frac{5}{x}} + \ln(x^2-3x+5)$  ;  $f'(2)=?$  ;

33. Quyidagi aniq integrallarni hisoblang;

- a)  $\int_0^{\pi} (\sin x + \cos x + x^2) dx$  ;
- b)  $\int_0^{\pi} (\sin x - \cos x + e^x) dx$  ;
- c)  $\int_0^{\pi} \left( \frac{1}{\sin^2 x} + x^2 \right) dx$  ;

$$d) \int_1^2 \int_0^3 (2^x + x^2 - 3y) dx dy ;$$

$$e) \int_{-\frac{\pi}{2}}^{-\frac{\pi}{4}} \frac{dx}{\cos^2\left(\frac{\pi}{2} + x\right)} ;$$

$$f) 4 \int_0^{\frac{\pi}{4}} \frac{dx}{\cos^2 \frac{x}{4}} ;$$

$$g) \int_0^1 \left( \frac{e^x + e^{-1}}{e^{x-1}} \right) dx ;$$

34. Berilgan funksilarni hosilasini boshqa funksiyaga berib, bu funksiyani berilgan nuqtalardagi qiymatini hisoblang;

j)  $f(x)=5\sin x+3\cos x^2$  ;  $a=1,2\dots 10$ ;

k)  $f(x)=(x-3)(x^2+3x+9)$  ;  $a=-5,-4\dots 5$ ;

l)  $f(x)=x^3\ln x+\sin x+4x$ ;  $a=1,2\dots 5$ ;

m)  $y(x)=\sin^2 x+\cos 5x+3^{4x+5}$  ;  $a=-4,-3\dots 4$ ;

n)  $y(x)=4^x+\ln 5x+\operatorname{tg}^2(4x+3)$ ;  $a=1,1.5\dots 5$ ;

o)  $y(x)=\log_3 3x+(x^2+3x+5)^3$ ;  $a=1,2\dots 10$ ;

p)  $f(x)=e^{4x}+\log_5(x^3+3x)$  ;  $a=-5,-4\dots 10$ ;

q)  $f(x)=\frac{x+2}{x-5} + \ln(x^2)$  ;  $a=10,11\dots 20$ ;

r)  $f(x)=\frac{x^3+2}{x-\frac{5}{x}} + \ln(x^2-3x+5)$  ;  $a=2,4\dots 20$ ;

35. Quyidagi birinchi tartibli differensial tenglamalarni yeching.

No	Tenglama	Boshlang'ich shart
1.	$y'=4,2x^2y+2x$	$y(0)=2,2$
2.	$y'=4,2xy-3x^3$	$y(0)=2,5$
3.	$y'=3,4xy+2,5x^2$	$y(0)=3,5$

4.	$y' = \cos x y - 3x^2$	$y(0) = 1,4$
5.	$y' = \sin x y - x^{1/2}$	$y(0) = 1,1$
6.	$y' = \sin x + 0,5x^2 y$	$y(0) = 2,5$
7.	$y' = (\sin^2 x + 1) y - 2x$	$y(0) = 1,2$
8.	$y' = \sin^2 x y - 1/(x+1)$	$y(0) = 1,2$
9.	$y' = 2,8x^2 y - (x+y)^{1/2}$	$y(0) = 3,4$
10.	$y' = 3,5x^3 y - (x^3 + 1)^{1/2}$	$y(0) = 2,8$

36. Quyidagi ikkinchi tartibli differensial tenglamalarni yeching.

- a)  $y'' + 2xy' + 3y = 1,5$  ;  $y'(1) = 1,1$ ;  $y(0) = 0,5$ ;
- b)  $y'' - xy' + 3y = x + 1$  ;  $y'(1) = 2$ ;  $y(0) = 1$ ;
- c)  $y'' - 0,6y' - 2y/x = x$  ;  $y'(1) = 0$ ;  $y(0) = 1$ ;
- d)  $y'' + \operatorname{ctg} x y' - y = 3$  ;  $y'(3) = 3$ ;  $y(0) = 1$ ;
- e)  $y'' + \sin x y' - 2y = 3x + 1$  ;  $y'(1) = 1,5$ ;  $y(0) = 1,2$ ;
- f)  $y'' + y'/(3x) - y = 3/x$  ;  $y'(1) = 2$ ;  $y(0,6) = 1,3$ ;
- g)  $y'' - (3x+1)y' - 4x = 2$  ;  $y'(0,4) = 2,5$ ;  $y(1) = 2$ ;
- h)  $y'' + 2x^2 y' + y = x + 1$  ;  $y'(1) = 2$ ;  $y(2) = 3$ ;
- i)  $y'' + 2xy' + 2y = 4$  ;  $y'(1) = 1,6$ ;  $y(0) = 2$ ;
- j)  $y'' - 2xy' + 3x = 1$  ;  $y'(1) = 1$ ;  $y(0) = 2$ ;

Maple

**1-topshiriq**  
Quyidagilarni hisoblang:

- |  |  |  |
|--|--|--|
| 1) $\frac{1,8}{5,4-0,6}$   | 2) $13-\frac{36}{18 \cdot 14}$                         | 3) $\frac{6}{17} \cdot 0,24+1,8 \cdot \frac{12}{13}$ |
| 4) $\frac{85}{120:6-15}$   | 5) $6\frac{5}{18}-\frac{7}{105,3}$                     | 6) $4-\frac{17}{20} \cdot 0,44$                      |
| 7) $\frac{10 \cdot 40+60}{23}$   | 8) $2,6 \cdot \frac{4}{9}+32$                          | 9) $\frac{2 \cdot 17,5}{132,6-98,5}$                 |
| 10) $3,2 \cdot \frac{7}{15}+1,34$  | 11) $\frac{1,8 \cdot 2,9}{5,4+2,4 \cdot 0,6}$          | 12) $\frac{23}{12}+\frac{26}{1,8 \cdot 1,4}$         |
| 13) $3\frac{6}{17} \cdot 4\frac{4}{9}+\frac{18}{19} \cdot \frac{12}{13}$ | 14) $\frac{2,3 \cdot 8,5}{12 \cdot 6-15}$              | 15) $8\frac{3}{19}+\frac{17}{10,3}+3,4 \cdot 1,2$    |
| 16) $\frac{4}{9}-\frac{17}{20}:\frac{44}{59}$                            | 17) $\frac{10 \cdot 40+62 \cdot 2,3}{23:11}$           | 18) $1,6 \cdot \frac{14}{19}-32 \cdot 2,12$          |
| 19) $\frac{2,3 \cdot 5,62+7,5}{32,6 \cdot 3-63,5}$                       | 20) $\frac{13}{18} \cdot \frac{7}{15}+\frac{1,5}{1,2}$ |  |

**2-topshiriq**  
**Ifodalar qiymatini toping.**

- $y = \frac{\sqrt{a^2 - b + \sqrt{c}} \sqrt{a - \sqrt{b + \sqrt{c}}} \sqrt{a + \sqrt{b + \sqrt{c}}}}{\sqrt{\frac{a^3}{b} - 2a + \frac{b}{a} - \frac{c}{ab}}}$ , bu yerda  $a=4.8$ ,  $b=1.2$ .
- $y = \left(\frac{a}{b} + \frac{b}{a} + 2\right) \left(\frac{a+b}{2a} - \frac{b}{a+b}\right) \div \left[\left(a + 2b + \frac{b^2}{a}\right) \left(\frac{a}{a+b} + \frac{b}{a-b}\right)\right]$ , bu yerda  $a=0.75$ ,  $b=4/3$ .
- $y = \frac{a^{\frac{3}{2}} + b^{\frac{3}{2}}}{(a^2 - ab)^{\frac{2}{3}}} \div \frac{a^{-\frac{2}{3}} \sqrt[3]{a-b}}{a\sqrt{a-b}\sqrt{b}}$ , bu yerda  $a=1.2$ ,  $b=3/5$ .
- $y = \frac{|2x-3|+6}{2x-3} \sqrt{\frac{1}{x}(9x^{-1}+4x-12)}$ , bu yerda  $x=-3$ .
- $z = \left(\frac{1}{x-y} + \frac{3xy}{y^3-x^3}\right) \div \left(\frac{x^2+y^2}{x^2-y^2} - \frac{x+y}{2x-2y}\right)$ , bu yerda  $x=1$ ,  $y=0$ .
- $y = \left[\frac{\frac{x^3-1}{x+1} \cdot \frac{x}{x^3+1}}{\left((x+1)^2-x\right) \div \left((x-1)^2+x\right) \left(1-\frac{1}{x}\right)}\right]^{-\frac{1}{2}}$ , bu yerda  $x=-2$ .
- $y = \left[\left(a^{\frac{1}{2}} + b^{\frac{1}{2}}\right) \left(a^{\frac{1}{2}} + 5b^{\frac{1}{2}}\right) - \left(a^{\frac{1}{2}} + 2b^{\frac{1}{2}}\right) \left(a^{\frac{1}{2}} - 2b^{\frac{1}{2}}\right)\right] \div \left(2a + 3a^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{2}}\right)$ , bu yerda  $a=54$ ,  $b=6$ .
- $y = \left[\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b+c}\right) \div \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b+c}\right)\right] \div \left(1 + \frac{b^2+c^2-a^2}{2bc}\right)$ , bu yerda  $a=1\frac{33}{40}$ ,  $b=0.625$ ,  $c=3.2$ .
- $y = \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b+c}\right) \div \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b+c}\right) \left(1 + \frac{b^2+c^2-a^2}{2bc}\right) \div \frac{a-b-c}{abc}$ , bu yerda  $a=0.02$ ,  $b=-11.05$

va  $c=1.07$

10.  $y = \frac{4 - \sqrt[3]{a^2}}{(2 + \sqrt[3]{ab})^2 - (\sqrt[3]{a} + 2\sqrt[3]{b})^2}$ , bu yerda  $a = \sqrt[3]{3}, b = \sqrt{0.008}$ .

### 3-topshiriq

#### Ifodani soddalashtiring

- $\frac{2 \sin \alpha - 2 \sin 2\alpha}{2 \sin \alpha + 2 \sin 2\alpha}$
- $\frac{1 - \cos^2 \beta}{\sin \beta \cos \beta}$
- $\frac{\cos x + \sin x}{\cos x - \sin x}$
- $\frac{2(\cos 2x + 2 \cos^2 x - 1)}{\cos x - \sin x - \cos 3x + \sin 3x}$
- $\frac{\sin x - \sin 3x + \sin 5x}{\cos x - \cos 3x + \cos 5x}$
- $\frac{\sin x + \cos(2y - x)}{\cos x - \sin(2y - x)}$
- $\frac{1 + \sin 2x}{\cos 2x}$
- $\frac{\sin x + \cos(2y - x)}{\cos x - \sin(2y - x)}$
- $\frac{\cos 2x}{\operatorname{ctg}^2 x - \operatorname{tg}^2 x}$
- $\sin^2 x + \sin^2 y + 2 \sin x \sin y \cos(x + y)$
- $\frac{\sin(2x + y)}{\sin x} - 2 \cos(x + y)$
- $\frac{2 \sin y - \sin 2y}{2 \sin y + \sin 2y}$
- $\operatorname{ctgx} + \operatorname{ctg} 2x + \operatorname{cosec} 2x$
- $\frac{\sqrt{2} - \cos x - \sin x}{\sin x - \cos x}$
- $\cos 2x + \sin 2x \operatorname{tg} x$
- $\frac{1 + \operatorname{tg} 2x \operatorname{tg} x}{\operatorname{ctgx} + \operatorname{tg} x}$
- $\frac{1 + \cos x + \cos 2x + \cos 3x}{\cos x + 2 \cos^2 x - 1}$
- $1 + \sin x + \cos x + \operatorname{tg} x$
- $2 + \operatorname{tg} 2x + \operatorname{ctg} 2x$
- $\frac{\cos 2x}{\operatorname{ctg}^2 x - \operatorname{tg}^2 x}$

### 4-topshiriq

#### Ko'paytuvchilarga ajrating

- $4a^2 - c^4 - 2ac - c^3$
- $5a^5 x^3 + 5a^2 x^3$
- $x^3 - 3x - 2$
- $(x - y)^3 - 8y^3$
- $3x^3 + x^2 - x - 3$
- $a^4 + 3a^2 b^2 + 4b^4$
- $a^3 + a^2 c + abc + b^3$
- $2a^2 + ab - b^2 - 2a + b$
- $3x^2 - 42xy + 147y^2$
- $x^5 + x^4 + 1$

### 5-topshiriq

- $Y := a^2 + b^2 = c^2$  ifodaning o'ng va chap tomonini ajrating.
- $\frac{x^2 + y^2}{x^3 + y^3}$  ifodaning surat va maxrajini ajrating.

3.  $2a^4b^4 + ab^3 - a^3b^2 - 2a^4 + a^2b^2 + ab^4$  ko'phad berilgan.
- $a^4$  oldidagi koeffitsiyentni aniqlang;
  - $b^4$  oldidagi koeffitsiyentni aniqlang;
  - $a$  oldidagi koeffitsiyentni aniqlang;
  - barcha  $a$  lar oldidagi koeffitsiyentni aniqlang;
  - eng katta va eng kichik darajasini aniqlang;
  - eng katta va eng kichik koeffitsiyentini aniqlang.
4.  $3x^3 + x^2 - x - 3$  ko'phadning ildizlarini toping.
5. Sonlarni bir sanoq sistemasidan boshqa sanoq sistemasiga o'tkazing:
- $(101010111001,001)_2 \rightarrow (?)_8 \rightarrow (?)_{16}$
  - $(2356)_8 \rightarrow (?)_2 \rightarrow (?)_{10} \rightarrow (?)_{16}$
  - $(2AVS)_{16} \rightarrow (?)_2 \rightarrow (?)_{10}$
  - $(28678)_{10} \rightarrow (?)_2 \rightarrow (?)_8 \rightarrow (?)_2$

### 6-topshiriq.

#### Tenglamani yeching.

- |  |  |
|--|--|
| 1. $x = \cos(x)$                         | 11. $e^x = x^2 + 5$                            |
| 2. $x^3 + \sin x = 25$                   | 12. $x = \sin^2 x + 7$                         |
| 3. $x^2 - 2x + 1.5 = 0$                  | 13. $x = \operatorname{tg} x + 1$              |
| 4. $x^2 - \cos x = 27$                   | 14. $x^2 + 3x + 9 = 0$                         |
| 5. $e^x + 1 = x^3$                       | 15. $x^5 + \cos x = 32$                        |
| 6. $\sin 3x + \cos 3x = \sqrt{2}$        | 16. $\sin x + \sin 2x + \sin 3x + \sin 4x = 0$ |
| 7. $5 \cos 2x = 4 \sin x$                | 17. $3 \operatorname{tg}^2 x - \sec^2 x = 1$   |
| 8. $\cos x - \cos 2x = \sin 3x$          | 18. $\sin^4 x + \cos^4 x = \cos 4x$            |
| 9. $\sin x \sin 7x = \sin 3x \sin 5x$    | 19. $\sin x + \cos x = 1 + \sin 2x$            |
| 10. $2 \cos^2 x + 4 \cos x = 3 \sin^2 x$ | 20. $(1 + \cos 4x) \sin 4x = \cos^2 2x$        |

#### Tenglamalar sistemasini yeching.

- |   |   |  |
|---|---|--|
| 1. $\begin{cases} 2x - y = 2 \\ 3x - y = 5 \end{cases}$     | 8. $\begin{cases} \frac{x}{3} - \frac{y}{2} = 1 \\ \frac{x}{6} + \frac{y}{8} = 2 \end{cases}$ | 15. $\begin{cases} \frac{1}{5}x + y = 7.6 \\ \frac{1}{7}x - y = 4 \end{cases}$ |
| 2. $\begin{cases} 2x + y = -1 \\ 0.4x - y = -5 \end{cases}$ | 9. $\begin{cases} x + y = 1 \\ xy = 84 \end{cases}$   | 16. $\begin{cases} 3x - y = 7 \\ x + y = -4 \end{cases}$                       |
| 3. $\begin{cases} x^2 + y^2 = 25 \\ xy = 12 \end{cases}$    | 10. $\begin{cases} \frac{1}{4}x + y = -5 \\ 7x - y = 3.5 \end{cases}$                         | 17. $\begin{cases} x + xy + y = 11 \\ x^2y + xy = 30 \end{cases}$              |
| 4. $\begin{cases} 21x - y = -4 \\ 17x + y = -7 \end{cases}$ | 11. $\begin{cases} 6x + y = -0.2 \\ 2x - y = -5 \end{cases}$                                  | 18. $\begin{cases} x^2 - y^2 = 23 \\ x^2y = 50 \end{cases}$                    |

$$5. \begin{cases} x + y + z = 4 \\ x + 2y + 3z = 5 \\ x^2 + y^2 + z^2 = 14 \end{cases}$$

$$12. \begin{cases} \log_3(y - x) = 1 \\ x^2 + y^2 = 25 \end{cases}$$

$$19. \begin{cases} \log_x ay = p \\ \log_y bx = q \end{cases}$$

$$6. \begin{cases} x + y + z = 13 \\ x^2 + y^2 + z^2 = 61 \\ xy + xz = 2yz \end{cases}$$

$$13. \begin{cases} \lg x + \lg y = \lg a \\ 2(\lg x - \lg y) = \lg b \end{cases}$$

20.

$$\begin{cases} 8^{2x+1} = 32 \cdot 2^{4y-1} \\ 5 \cdot 5^{x-y} = \sqrt{25^{2y+1}} \end{cases}$$

$$7. \begin{cases} x^2 + y^2 = z^2 \\ xy + yz + zx = 47 \\ (z - x)(z - y) = 2 \end{cases}$$

$$14. \begin{cases} \log_{xy}(x - y) = 1 \\ \log_{xy}(x + y) = 0 \end{cases}$$

### 7-topshiriq

#### Tengsizliklarni yeching

$$1. \frac{x+1}{x-2} > \frac{3}{x-2} - \frac{1}{2}$$

$$6. \frac{3x^2 - 10x + 3}{x^2 - 10x + 25} > 0$$

$$2. \frac{1}{x+2} < \frac{3}{x-3}$$

$$7. \lg(8 - x) \geq \lg(x^2 + 2)$$

$$3. (a+1)x + 4 < (3-2a)x - 1$$

$$8. \sin 3x + \cos 3x \leq \sqrt{2}$$

$$4. (x+1)(3-x)(x-2)^2 > 0$$

$$9. \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4} + x\right) + \operatorname{tg}x \geq 2$$

$$5. \frac{x^2 + 2}{\sqrt{x^2 + 1}} \geq 2$$

$$10. 9^{x+1} + 3^{x+2} - 18 > 0$$

### 8-topshiriq

#### Tengsizliklar sistemasini yeching

$$1. \begin{cases} 7(x+1) - 2x > 9 - 4x \\ 3(5-2x) - 1 \geq 4 - 5x \end{cases}$$

$$6. \begin{cases} 2^{\log_2 y} - \log_3 x < 1 \\ y \log_3 x \geq 2 \end{cases}$$

$$2. \begin{cases} 3x \leq 5 - 6x \\ 4x - 1 \geq 1 - 3x \\ 7 - 2x > 2x + 9 \end{cases}$$

$$7. \begin{cases} \log_3(y - x) < 1 \\ x^2 + y^2 \geq 25 \end{cases}$$

$$3. \begin{cases} 2x + 1 > 3x + 4 \\ 5x + 3 \geq 8x + 21 \end{cases}$$

$$8. \begin{cases} x + xy + y < 12 \\ x^2 y + xy^2 \geq 30 \end{cases}$$

$$4. \begin{cases} 5x - 2 \geq 2x + 1 \\ 2x + 3 < 18 - 3x \end{cases}$$

$$9. \begin{cases} x^2 - y < 24 \\ x^2 y \leq 25 \end{cases}$$

$$5. \begin{cases} \frac{x+1}{y-3} > 1 \\ (x+1)(y-3) \leq 4 \end{cases}$$

$$10. \begin{cases} \frac{x}{y} + \frac{y}{x} < \frac{27}{12} \\ x^2 - y^2 \geq 7 \end{cases}$$

#### Limitlarni hisoblang



1.  $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{1 - \operatorname{tg} x}{\cos 2x}$
2.  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x + e^{-x} - 2}{x - \sin x}$
3.  $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{3x^3 - 5x^2 + 3x - 1}{2x^3 + 3}$
4.  $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\sin 2x - \cos 2x - 1}{\sin x - \cos x}$
5.  $\lim_{x \rightarrow 4} \frac{x^2 - 16}{x^2 - 6x + 6}$
6.  $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \frac{\ln \sin x}{\pi - 2x}$
7.  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x - \sin x}{\sin^3 x}$
8.  $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} \frac{\sin^2 x - \frac{1}{2} \operatorname{tg} x}{1 + \cos 4x}$
9.  $\lim_{x \rightarrow 3} \frac{\ln(x^2 - 8)}{x^2 + 2x - 15}$
10.  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{e^x - e^{\sin x}}{x - \sin x}$
11.  $\lim_{x \rightarrow 2} \frac{\arcsin(2 - x)}{\sqrt{x^3 - 3x + 2}}$
12.  $\lim_{x \rightarrow 1} \frac{\sqrt{2x - x^4} - \sqrt[3]{x}}{1 - \sqrt[4]{x^3}}$
13.  $\lim_{x \rightarrow 1} \left( \frac{1}{x-1} - \frac{1}{\ln x} \right)$
14.  $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \left( \operatorname{tg} x - \frac{1}{1 - \sin x} \right)$
15.  $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{4}} (1 - \operatorname{tg} x) \operatorname{tg} 2x$
16.  $\lim_{x \rightarrow \infty} \left( \frac{\pi}{2} - \operatorname{arctg} x \right)^{\frac{1}{x}}$
17.  $\lim_{x \rightarrow 0} (\operatorname{ctg} x)^{\frac{x}{\ln x}}$
18.  $\lim_{x \rightarrow 3} \arcsin \frac{x-3}{3} \cdot \operatorname{ctg}(x-3)$
19.  $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{4e^{5x} + 6e^{7x} - x^2 + \ln x}{5e^{7x} + 3e^{4x} - \sqrt{\ln^5 x}}$
20.  $\lim_{x \rightarrow +\infty} \frac{3e^{0,01x} + x^{100} - 1}{4e^{0,01x} - x^{50} + \ln x}$

### Ixtiyoriy nuqtada funksiya hosilasini toping.

1.  $y = \ln(\sqrt{1+x^2} + x)$
2.  $y = \ln \operatorname{tg} \frac{x}{2}$
3.  $y = x \lg x$
4.  $y = \frac{x^2}{\sqrt{1+x^2}}$
5.  $y = (1 + \sqrt[3]{x})^3$
6.  $y = \frac{2 \cos x}{\sqrt{\cos^2 x}}$
7.  $y = \cos 2x \lg x$
8.  $y = \left( \sqrt{x} + \frac{1}{\sqrt{x}} \right)^{10}$
9.  $y = \frac{2 \cos x}{\sqrt{\cos 2x}}$
10.  $y = e^x \sin x \cos^3 x$
11.  $y = \frac{\ln x}{1+x^2}$
12.  $y = \ln \operatorname{arctg} \sqrt{1+x^2}$

$y=f(x)$  funksiya berilgan.  $x=x_0$  nuqtada funksiya grafigi va unga urinmani yasang. Urinma tenglamasi:  $y = f(x_0)(x-x_0) + f(x_0)$ .

1.  $f(x) = \frac{1}{x^4} + 2, x_0 = 1$
2.  $f(x) = \sqrt{x^2 + 1}, x_0 = 2$
3.  $f(x) = x \ln x, x_0 = e$
4.  $f(x) = x^2 + 1, x_0 = -1$
5.  $f(x) = \frac{1}{2} \sin^2 \left( 4x - \frac{\pi}{3} \right), x_0 = \pi/6$
6.  $f(x) = x^2 - 2x - 8, x_0 = -1$
7.  $f(x) = \cos x, x_0 = -\pi/2$
8.  $f(x) = x^2 - 3x + 2, x_0 = 3$

5.  $f(x) = -x^2 + 1, x_0 = 1$

10.  $f(x) = e^{2x+3}, x_0 = -2$

### Hisoblang

1.  $y = \ln(\sqrt{1+x^2} + x); d^2y = ?$

6.  $y = \sqrt{1+x^4} + \ln x; d^3y = ?$

2.  $y = \sin^2 x; d^3y = ?$

7.  $y = e^{\sin^2 x}; d^3y = ?$

3.  $y = \ln \frac{1+x^2}{x^3}; d^2y = ?$

8.  $y = \sin 3x + \cos \frac{1+x^2}{x^3}; d^2y = ?$

4.  $y = \ln(\sqrt{1+x^2} + x); d^2y = ?$

9.  $y = \lg(\sin x + x); d^2y = ?$

5.  $y = \text{ctg}(\sqrt{1+x^2} + 3x^2); d^2y = ?$

10.  $y = \arcsin \sqrt{1+x^2} + \arccos 3x^3; d^2y = ?$

### Hisoblang

1.  $f = \ln \arctg \frac{x}{y}; \frac{\partial f}{\partial x} = ? \frac{\partial f}{\partial y} = ?.$

6.  $f = \ln \arctg \frac{x}{y}; \frac{\partial f}{\partial x} = ? \frac{\partial f}{\partial y} = ?.$

2.  $f = (5x^2y - y^3 + 7)^3; \frac{\partial f}{\partial x} = ? \frac{\partial f}{\partial y} = ?.$

7.  $f = x^{3+y} + y^{3+x}; \frac{\partial f}{\partial x} = ? \frac{\partial f}{\partial y} = ?.$

3.  $f = \ln(x^2 + y^2); \frac{\partial f}{\partial x} = ? \frac{\partial f}{\partial y} = ?.$

8.

$f = \sin(x^4 + y^4); \frac{\partial f}{\partial x} = ? \frac{\partial f}{\partial y} = ?.$

4.  $f = \ln(x + \sqrt{x^2 + y^2}); \frac{\partial f}{\partial x} = ? \frac{\partial f}{\partial y} = ?.$

9.  $f = \ln(x + \ln y); \frac{\partial f}{\partial x} = ? \frac{\partial f}{\partial y} = ?.$

5.  $f = \arcsin \sqrt{\sin x^3}; \frac{\partial f}{\partial x} = ? \frac{\partial f}{\partial y} = ?.$

10.

$f = \arcsin \frac{\sqrt{x^2 - y^2}}{\sqrt{x^2 + y^2}}; \frac{\partial f}{\partial x} = ? \frac{\partial f}{\partial y} = ?.$

### Funksiyaning monoton oralig'ini toping

1.  $y = 2x(x - 2)^5$

6.  $y = x - 2 \sin x$

2.  $y = \frac{1 - x + x^2}{1 + x + x^2}$

7.  $y = x + \cos x$

3.  $y = x - e^x$

8.  $y = x\sqrt{ax - x^2}$

4.  $y = x^2 e^{-x}$

9.  $y = x - \ln(1 + x)$

5.  $y = \frac{x}{\ln x}$

10.  $y = 2 \sin x + \cos x$

### Funksiyaning eng katta va eng kichik qiymatlarini toping.

1.  $y = x^4 - 2x^2 + 5; [-2, 2].$

4.  $y = \sin 2x - x; (-\frac{\pi}{2} \leq x \leq \frac{\pi}{2})$

2.  $y = \frac{1 - x + x^2}{1 + x + x^2}; (0 \leq x \leq 8)$

5.

$y = \arctg \frac{1 - x}{1 + x}; (0 \leq x \leq 1)$

$$3. y = \frac{x-1}{x+1}; (0 \leq x \leq 4)$$

6.

$$y = 2tgx - tg^2 x; (0 \leq x \leq \frac{\pi}{2})$$

### Funksiyaning ekstremumlarini toping

$$1. y = 2x^3 - 3x]$$

$$4. y = x \sin x + \cos x$$

$$2. y = 2x^3 - 6x^2 - 18x + 7$$

$$5. y = x^{\frac{1}{x}}$$

$$3. y = x - \ln(1+x).$$

$$6. y = x + \frac{a^2}{x}; (a > 0)$$

### Funksiyani to'liq tekshiring va grafigini chizing

$$1. y = \frac{x}{1+x^2}$$

$$4. y = x + \cos x$$

$$2. y = x^2 + \frac{1}{x^2}$$

$$5. y = (1 + \frac{1}{x})^x$$

$$3. y = \cos x - \ln \cos x.$$

$$6. y = x - 2arctgx$$

### Aniqmas integralni hisoblang

$$1. \int 10^x dx$$

$$6. \int \frac{\cos 2x dx}{1 + \sin x \cos x}$$

$$2. \int a^x e^x dx$$

$$7. \int \frac{x \arctg x}{\sqrt{1+x^2}} dx$$

$$3. \int \frac{1 + \cos^2 x}{1 + \cos 2x} dx$$

$$8. \int x^2 \ln(1+x) dx$$

$$4. \int \frac{x^2 dx}{x^6 + 4}$$

$$9. \int e^{3x} (\sin 2x - \cos 2x) dx$$

$$5. \int \frac{dx}{(a-x)(b-x)}$$

$$10. \int \frac{dx}{\sqrt{9x^2 - 6x + 6}}$$

### Aniq integralni hisoblang.

$$1. \int_1^2 \left( 2x - \frac{1}{x} - \frac{1}{x^2} \right) dx$$

$$5. \int_1^5 \frac{x dx}{\sqrt{4x+5}}$$

$$9. \int_1^{\sqrt{3}} x^3 \sqrt{x^2 - 1} dx$$

$$2. \int_4^9 \left( \frac{\sqrt{x} + 1}{\sqrt{x}} \right)^2 dx$$

$$6. \int_0^{100\pi} \sqrt{1 - \cos 2x} dx$$

$$10. \int_1^{\sqrt{3}} \frac{dx}{\sqrt{1+x^2}}$$

$$3. \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{3}} \sin \frac{x}{2} \cos \frac{x}{2} dx$$

$$7. \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{4}} \frac{dx}{\cos^2 x}$$

$$4. \int_{-1}^1 \frac{x dx}{x^2 + x + 1}$$

$$8. \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{\sqrt{3}}{2}} \frac{dx}{\sqrt{1-x^2}}$$

### Hisoblang

$$1. S = \sum_{i=1}^5 i^2 + \prod_{k=1}^6 k!$$

$$2. P = \prod_{j=1}^{10} (j+1) + \sum_{i=1}^5 i^2 + \prod_{k=1}^6 k!$$

$$3. S = \prod_{k=1}^5 \frac{k+1}{k!}$$

$$4. S = \sum_{i=1}^5 i^2 + \prod_{k=1}^6 \sum_{j=1}^5 (k+j)^2$$

$$5. S = \sum_{i=1}^5 \prod_{j=1}^7 \frac{i!+j!}{3} + \prod_{k=1}^6 k!$$

$$6. S = \sum_{i=1}^5 \prod_{j=1}^6 (2i+j) + \prod_{k=1}^6 \sum_{t=1}^5 (i+t)^3$$

$$7. P = \prod_{j=1}^{10} \frac{j+1}{j!} + \sum_{i=1}^5 \frac{i+1}{i!} + \prod_{k=1}^6 k!$$

$$8. S = \prod_{k=1}^5 \sum_{k=1}^5 \prod_{j=1}^3 \frac{i+k+j}{5}$$

$$9. S = \frac{\sum_{i=1}^5 i!}{\prod_{k=1}^5 (k+1)} + \prod_{j=1}^5 j!$$

$$10. S = \sum_{i=1}^5 \prod_{j=1}^7 \frac{i!+j!}{3} + \sum_{t=1}^5 \frac{1}{t} + \prod_{k=1}^6 k!$$

### Quyidagi qatorlar yaqinlashuvchi funksiyalarni toping

$$1. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2 - 4n + 5}$$

$$2. \sum_{n=1}^{\infty} \left( \frac{1+n^2}{1+n^3} \right)^2$$

$$3. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{n^2 + 2n}}$$

$$4. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2n+1}{n^2(n+1)^2}$$

$$5. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\ln n}{\sqrt[4]{n^5}}$$

$$6. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin nx}{2^n}$$

$$7. \sum_{n=1}^{\infty} \frac{e^{-n^2 x^2}}{n^2}$$

$$8. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{1}{\ln(n+1)}$$

$$9. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{n+1}{n}$$

$$10. \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{1}{(2n-1)^3}$$

### Differensial tenglamalarni yeching

$$1. y'+2y = 4x;$$

$$2. xy'-2y = 2x^4;$$

$$3. xy'-2x^2\sqrt{y} = 4y;$$

$$4. \frac{dy}{dx} + \frac{y}{x} = -xy^2;$$

$$5. y''+y = \frac{1}{\sin x};$$

$$6. y''+2y + y = \frac{1}{x} e^{-x};$$

$$7. y'''+y' = \frac{1}{\cos x};$$

$$8. y''+y'-xy^2 = 0, y(0) = 2, y'(0) = 1.$$

$$9. xy' - \frac{y}{x+1} = x, y(1) = 0;$$

$$10. y' - y \operatorname{tg} x = \sec x, y(0) = 0;$$

### Differensial tenglamalar sistemasini yeching

$$1. \begin{cases} \frac{dx}{dt} = y - 7x, \\ \frac{dy}{dt} + 2x + 5y = 0. \end{cases}$$

$$6. \begin{cases} \frac{dx}{dt} = 1 - \frac{2x}{t}, x(1) = \frac{1}{3} \\ \frac{dy}{dt} = x + y - 1 + \frac{2x}{t}, y(1) = -\frac{1}{3} \end{cases}$$

$$2. \begin{cases} \frac{dx}{dt} = x - 3y, \\ \frac{dy}{dt} = 3x + y. \end{cases}$$

$$7. \begin{cases} \frac{dy}{dx} = y + 5z, \\ \frac{dz}{dx} = -y - 3z. \end{cases}$$

$$3. \begin{cases} \frac{dx}{dt} = 2x + y, \\ \frac{dy}{dt} = 3x + 4y. \end{cases}$$

$$8. \begin{cases} \frac{dy}{dx} = \frac{y^2 - yz}{x^2 - yz}, y(0) = 1, \\ \frac{dz}{dx} = \frac{z(x+y)}{x^2 - yz}, z(0) = -1. \end{cases}$$

$$4. \begin{cases} \frac{dx}{dt} = x - y + z, \\ \frac{dy}{dt} = x + y - z, \\ \frac{dz}{dt} = 2x - y. \end{cases}$$

$$9. \begin{cases} \frac{dx}{dt} - y - z = 0, \\ -x + \frac{dy}{dt} - z = 0, \\ -x - y + \frac{dz}{dt} = 0. \end{cases}$$

$$5. \begin{cases} \frac{dx}{dt} = 2y - 5x + e^t, \\ \frac{dy}{dt} = x - 6y + e^{-2t}. \end{cases}$$

$$10. \begin{cases} \frac{dy}{dx} - z = 1, \\ \frac{dz}{dx} + y = x. \end{cases}$$

1.  $yy'' + y' + y = 0$  ;  $y(0) = 1, y'(0) = 0$  differensial tenglamani 7-tartibli darajali qator ko'rinishida yechimini toping va grafigini chizing.

2. Differensial tenglamalar sistemasi Koshi masalasining yechimi grafigini

$$\text{yasang: } \begin{cases} \frac{dx}{dt} = 2y \cos t - x - t, x(0) = 1 \\ \frac{dy}{dt} = x, y(0) = 2 \end{cases}.$$

3.  $y'' = x \sin y'$  ;  $y(1) = 0, y'(1) = \frac{\pi}{2}$  differensial tenglamani 6- tartibli darajali qator ko'rinishida yechimini toping va grafigini chizing.

### Funksiyalarni 6-hadgacha darajali qatorga yoying

1.  $f(x) = \operatorname{tg} x$

2.  $f(x) = e^{2x-x^2}$

3.

$f(x) = \ln \cos x$

4.  $y = \sin(\sin x)$

5.  $y = \ln(1 + e^x)$

6.

$f(x) = e^{\cos x}$

**Funksiyalarni  $x$  nuqta atrofida Teylor qatoriga yoying**

1.  $y = \ln x, x = 1;$

2.  $y = \sqrt{x^3}, x = 1$

3.

$y = \frac{1}{x}, x = 3$

4.  $y = \sin \frac{\pi x}{4}, x = 2$

5.  $y = x^2 e^x, x = 0$

6.

$y = e^{\cos x}, x = 0.$

**Funksiyalar uchun Furje sinus va kosinus almashtirishlarni toping**

1.  $y = \sin \ln(x + 1)$

2.  $y = e^{\ln x}$

3.  $y = \sin \cos 3x$

4.  $y = \operatorname{tg} \ln(x + 2)$

5.  $y = x^2 e^{x+2}$

6.  $y = e^{\cos x + \sin x}$

## 2-mavzu: MathCAD va Mapleda ikki va uch o'lchovli grafika.

### Misollar

MathCAD dasturida ikki va uch o'lchovli grafiklarni yasash.

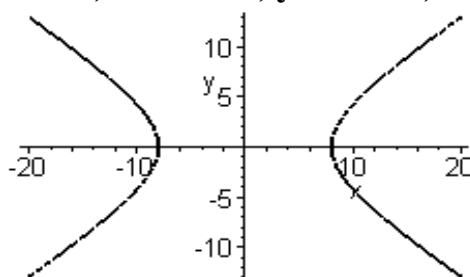
1. Oshkora berilmagan (giperbola) funksiya grafigini chizing:

Quyidagilarni tering.

> **with(plots):**

> **implicitplot(x^2/4-y^2/2=16, x=-20..20, y=-16..16, color=green, thickness=2);**

$$\frac{x^2}{4} - \frac{y^2}{2} = 16$$



2. Bitta rasmda  $\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{4} = 1$  ellipsga ichki chizilgan astroidalar grafigini yasang. Astroida va Ellips o'qlari nomlarini yog'li shriftda hosil qiling. Buning uchun quyidagilarni tering:

> **with(plots):**

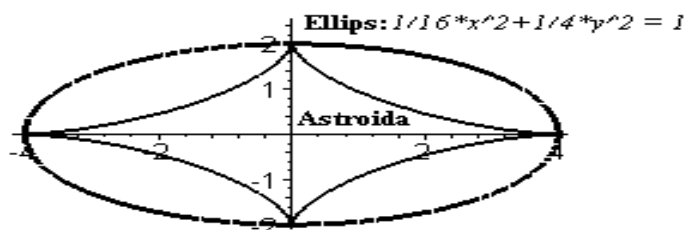
> **eq:=x^2/16+y^2/4=1: el:=implicitplot(eq, x=-4..4, y=-2..2, scaling=CONSTRAINED, color=green, thickness=3): as:=plot([4\*cos(t)^3, 2\*sin(t)^3, t=0..2\*Pi], color=blue, scaling=CONSTRAINED, thickness=2):**

> **eq1:=convert(eq, string): t1:=textplot([1.5, 2.5, eq1], font=[TIMES, ITALIC, 10], align=RIGHT):**

> **t2:=textplot([0.2, 2.5, "Ellips:"], font=[TIMES, BOLD, 10], align=RIGHT):**

> **t3:=textplot([1.8, 0.4, "Astroida"], font=[TIMES, BOLD, 10], align=LEFT):**

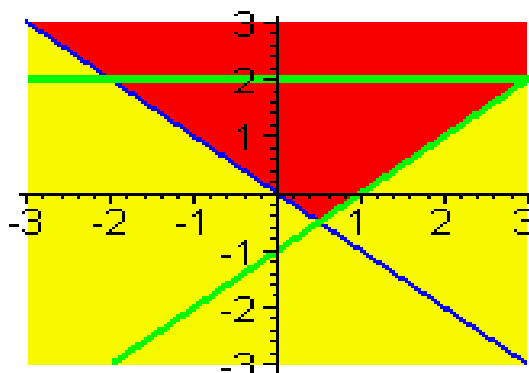
> **display([as, el, t1, t2, t3]);**



3.  $x + y > 0$ ,  $x - y \leq 1$  chiziqlar bilan chegaralangan sohani hosil qiling. Quyidagi satrlarni tering:

> **with(plots): inequal({x+y>0, x-y<=1, y=2}, x=-3..3, y=-3..3, optionsfeasible = (color=red), optionsopen = (color=blue, thickness=2), optionsclosed = (color=green, thickness=3), optionsexcluded = (color=yellow) );**



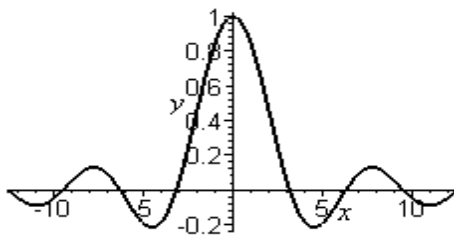


Maple dasturida ikki va uch o'lchovli grafiklarni yasash.

### Misollar.

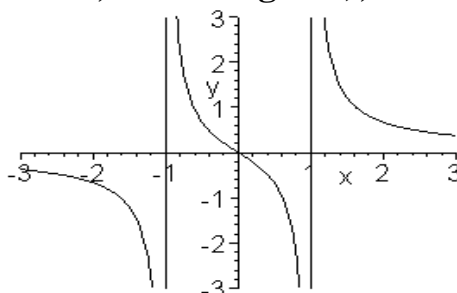
1.  $[-4\pi, 4\pi]$  intervalda  $y = \frac{\sin x}{x}$  funksiya grafigini chizing. Buning uchun quyidagilarni tering:

> `plot(sin(x)/x, x=-4*Pi..4*Pi, labels=[x,y], labelfont=[TIMES,ITALIC,12], thickness=2);`



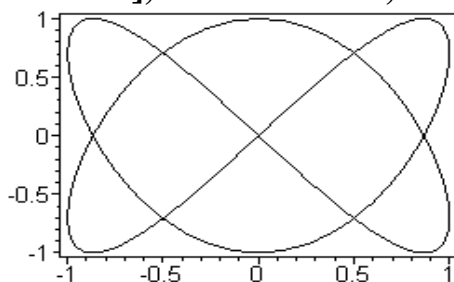
2.  $y = \frac{x}{x^2-1}$  uzlukli funksiya grafigini yasang.

> `plot(x/(x^2-1), x=-3..3, y=-3..3, color=magenta);`



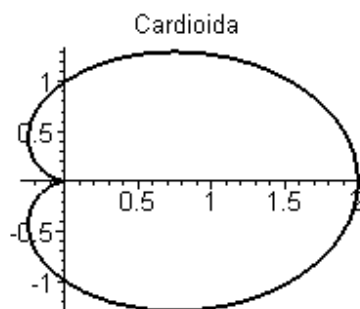
3.  $0 \leq t \leq 2\pi$  ramkada parametrik egri chiziq  $y = \sin 2t$ ,  $x = \cos 3t$  ni hosil qiling. Buning uchun quyidagini tering:

> `plot([sin(2*t), cos(3*t), t=0..2*Pi], axes=BOXED, color=blue);`



4. Qutb koordinatasida  $\rho = 1 + \cos\phi$  kardioidlar grafigini nom bilan yasang. Quyidagini tering:

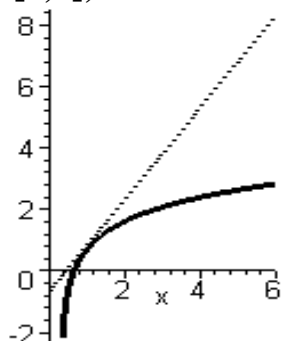
**> plot(1+cos(x), x=0..2\*Pi, title="Cardioida", coords=polar, color=coral, thickness=2);**



5. Bitta rasmda ikkita grafikni :  $y = \ln(3x-1)$  funksiya va unga urinma bo'lgan

$y = \frac{3}{2}x - \ln 2$  funksiya grafigini hosil qiling. Tering:

**> plot([ln(3\*x-1), 3\*x/2-ln(2)], x=0..6, scaling=CONSTRAINED, color=[violet,gold], linestyle=[1,2], thickness=[3,2]);**

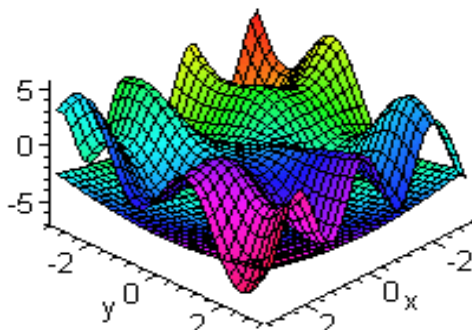


1. Quyidagi sirtlarni hosil qiling

$z = x \sin 2y + y \cos 3x$  va  $z = \sqrt{x^2 + y^2} - 7$ ,  $x(x, y) \in [-\pi, \pi]$  intervalda.

Quyidagi satrlarni tering:

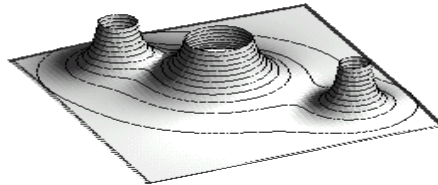
**> plot3d({x\*sin(2\*y)+y\*cos(3\*x), sqrt(x^2+y^2)-7}, x=-Pi..Pi, y=-Pi..Pi, grid=[30,30], axes=FRAMED, color=x+y);**



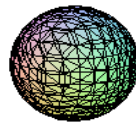
2. Daraja chizig'i bilan sirtni hosil qiling:

$$z = \frac{1}{x^2 + y^2} + \frac{0,2}{(x+1,2)^2 + (y-1,5)^2} + \frac{0,3}{(x-0,9)^2 + (y+1,1)^2}$$

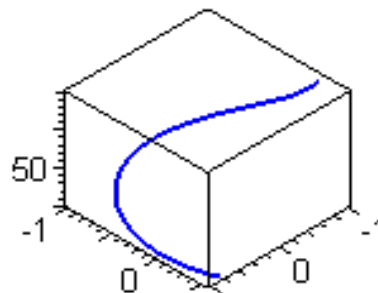
```
> plot3d(1/(x^2+y^2)+0.2/((x+1.2)^2+(y-1.5)^2)+ 0.3/((x-0.9)^2+(y+1.1)^2),
x=-2..2, y=-2..2.5, view=[-2..2, -2..2.5, 0..6], grid=[60,60], shading=NONE,
light=[100,30,1,1,1], axes=NONE, orientation=[65,20],
style=PATCHCONTOUR);
```



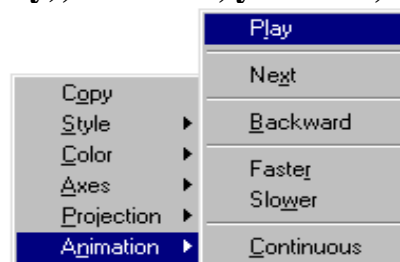
3.  $x^2 + y^2 + z^2 = 4$  sharni hosil qiling. Tering:  
 > **with(plots): implicitplot3d(x^2+y^2+z^2=4, x=-2..2, y=-2..2, z=-2..2, scaling=CONSTRAINED);**



4. Fazoviy egri chiziqni hosil qiling:  $x = \sin t$ ,  $y = \cos t$ ,  $z = e^t$ .  
 > **with(plots):**  
 > **spacecurve([sin(t),cos(t),exp(t)], t=1..5, color=blue, thickness=2, axes=BOXED);**



5. Harakatlanayotgan obyektни hosil qiling. Avvalo quyidagi satrni tering.  
 > **animate3d(cos(t\*x)\*sin(t\*y), x=-Pi..Pi, y=-Pi..Pi, t=1..2);**



6. Hosil bo'lgan tasvir ustida sichqonchani o'ng tugmachasini bosing. Paydo bo'lgan xos menyuda Animation® Continuous buyrug'ini bajaring. So'ngra yana xos menyuni hosil qiling va Animation® Play buyrug'ini bajaring. Harakatlanishni to'xtatish uchun Animation® Stop buyrug'ini bajaring. So'ngra

sichqoncha yordamida tasvirni boshqa burchak bo'yicha buring va uni yana harakatlantiring.

## Mustaqil yechish uchun topshiriqlar

### 1-topshiriq

1. Funksiya grafiglarini MathCAD va Maple dasturlarida yasang

- |                        |                              |                               |
|------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 1. $y = x^2 + \sin x$  | 5. $y = \sqrt{4-3x}$         | 9. $y = 4x - x^2$             |
| 2. $y = 2x^2 + 13$     | 6. $y = \cos^2 x - \sin^2 x$ | 10. $y = \cos \pi x + 1$      |
| 3. $y = x^2 \cos 2x$   | 7. $y = -e^x - 1$            | 11. $y = \cos^2 x - \sin^2 x$ |
| 4. $y = 7x - x^2 - 10$ | 8. $y = \frac{x^2}{x-2}$     | 12. $y = x - \arcsin(\sin x)$ |

### 2-topshiriq

2. MathCAD va Maple dasturida bitta argumentga bog'liq ikkita funksiya grafigini chizing.

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1. $y = \ln(x+6), y = 3 \ln x$          | 6. $y = \sqrt{x}, y = \sqrt{4-3x}$  |
| 2. $y = 6x^2 - 5x + 1, y = \cos \pi x$  | 7. $y = 4x - x^2, y = x^2 - 4x + 2$ |
| 3. $y = x - 2, y = x^2 - 2x$            | 8. $y = 21x + 4, y = 2 \sin x$      |
| 4. $y = \cos \frac{1}{x}, y = x^2 - 2x$ | 9. $y = x^3, y = \frac{\sin x}{x}$  |
| 5. $y = x^2 + 1, y = 2 \cos x$          | 10. $y = x^2 - 6, y = -e^x$         |

### 3-topshiriq

3. MathCAD va Maple dasturida dirt grafigini chizing.

- |  |  |                                       |
|--|--|---------------------------------------|
| 1. $f(x, y) = \frac{x^2}{4} - \frac{y^2}{9}$ | 5. $f(x, y) = \ln(x^2 + y^2)$            | 9. $f(x, y) = \sqrt{y - x^2}$         |
| 2. $f(x, y) = \frac{y}{x^2 + y^2}$           | 6. $f(x, y) = x\sqrt{y}$                 | 10. $f(x, y) = \frac{2xy}{x^2 - y^2}$ |
| 3. $f(x, y) = x^2 y + x$                     | 7. $f(x, y) = \frac{x}{y} + \frac{y}{x}$ |                                       |
| 4. $f(x, y) = y^2 - x^2$                     | 8. $f(x, y) = e^{\frac{x}{y}}$           |                                       |

### 4-topshiriq

4. Maple dasturida qutb koordinatasida grafik yasang.

- |  |  |   |
|--|--|---|
| 1. $\rho = 2 \sin \varphi$                   | 5. $\rho = 2(\cos \varphi - \sin \varphi)$ | 9. $\rho = 2 - \sin 4\varphi$           |
| 2. $\rho = \frac{\pi}{\varphi}$              | 6. $\rho = \frac{15}{3 - 4 \sin \varphi}$  | 10. $\rho = 2 \sin^3 \frac{\varphi}{3}$ |
| 3. $\rho = \left(\frac{1}{2}\right)^\varphi$ | 7. $\rho = 4 \sin 2\varphi$                |   |

4.  $\rho = 3 \sin 3\varphi$

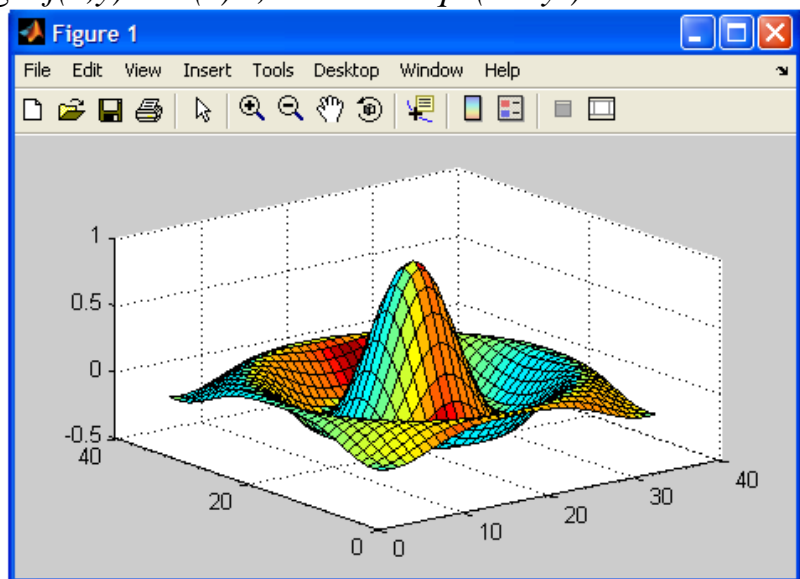
8.  $\rho = 3 + \cos 4\varphi$

### 3-amaliy mashg'ulot. Matlab tizimi

#### Misollar

1-misol. Grafikani quring.  $f(x,y)=\sin(r)/r$ , bunda  $r=\sqrt{x^2+y^2}$

```
>> [X,Y] = meshgrid(-8:.5:8);  
>> R = sqrt(X.^2 + Y.^2) + eps;  
>> Z = sin(R)./R;  
>> surf1(Z)  
>>
```



2-misol. 5x5 o`lchovli sehri kvadrat yasang

```
>> a = magic(5)
```

a =

17	24	1	8	15
23	5	7	14	16
4	6	13	20	22
10	12	19	21	3
11	18	25	2	9

3-misol. 4x4 o`lchovli birlik matritsa hosil qiling.

```
>> a = eye(4)
```

a =

1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

4-misol. 4x6 o`lchovli birlik matritsa hosil qiling.

```
>> a = eye(4, 6)
```

```
a =
```

1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	0	1	0	0

5-misol. 4x4 o`lchovli nol matritsa hosil qiling.

```
>> z = zeros(4)
```

```
z =
```

0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

6-misol. 3x4 o`lcho

```
z =
```

0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0

7-misol. 5x5 o`lchovli barcha elementlari birga teng matritsa hosil qiling.

```
>> z = ones(5)
```

```
z =
```

1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1

8-misol. 6x6 o`lchovli elementlari Paskal uchburchagi elemntlariga teng matritsa hosil qiling.

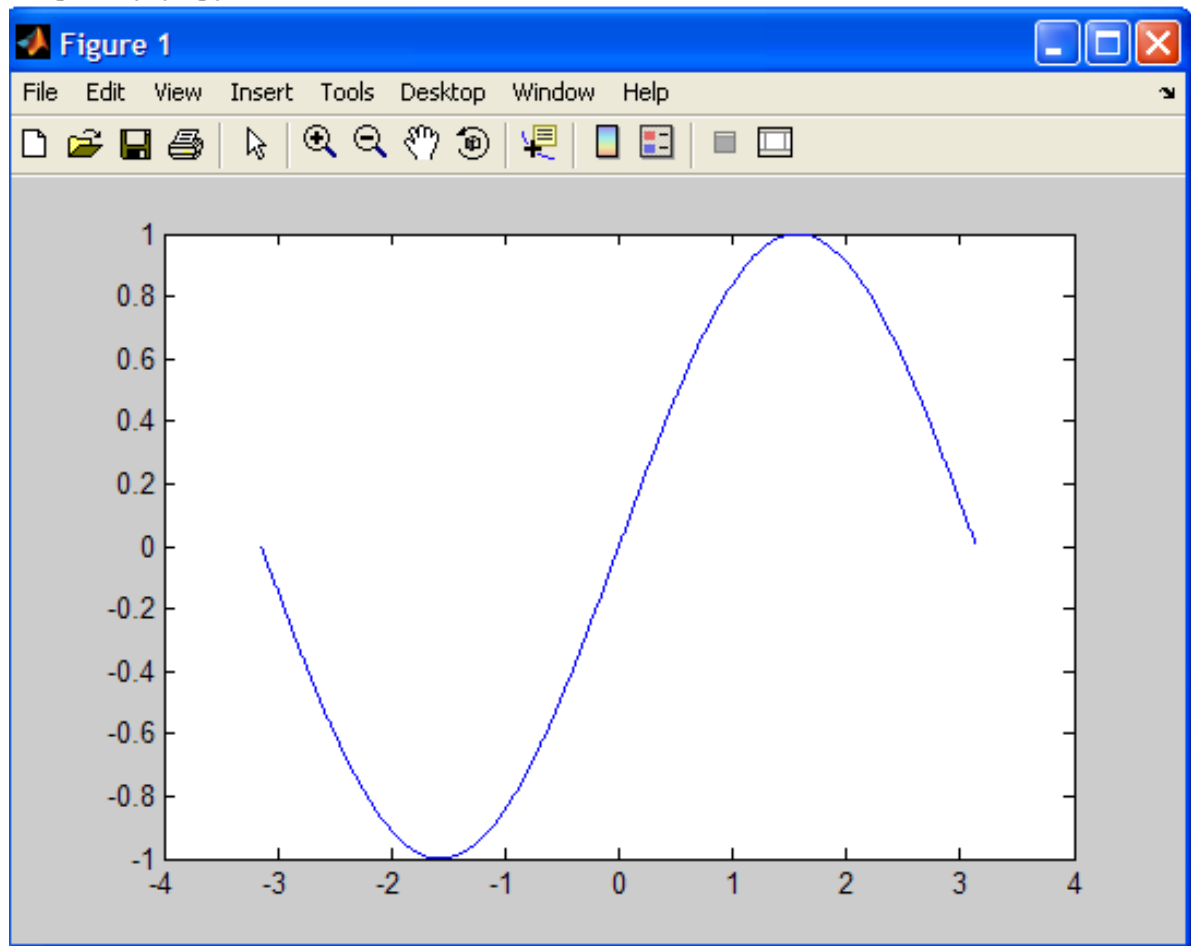
```
>> pascal(6)
```

```
ans =
```

```
1 1 1 1 1 1
1 2 3 4 5 6
1 3 6 10 15 21
1 4 10 20 35 56
1 5 15 35 70 126
1 6 21 56 126 252
```

9-misol. Matlabda sinusning grafigini  $[-\pi, \pi]$  oraliqda chizing

```
>> x = -pi: .01: pi;
>> y = sin(x);
>> plot(x, y)
```



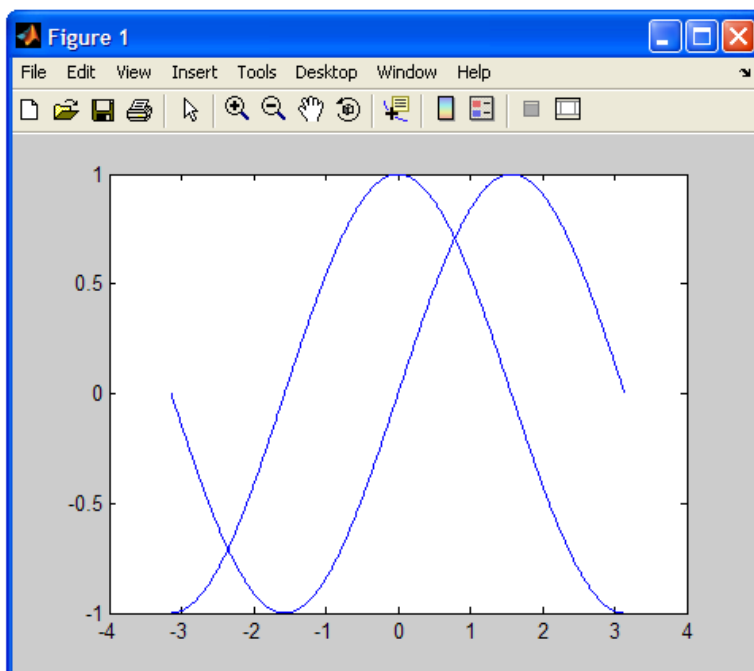
10-misol. Matlabda sinus va kosinuslarning grafigini  $[-\pi, \pi]$  oraliqda chizing



```

>> x = -pi: .01: pi;
>> y = sin(x);
>> plot(x, y)
>> z = cos(x);
>> hold on
>> plot(x, z)
>> z = cos(x);

```



## Mustaqil yechish uchun topshiriqlar

### 1-topshiriq

1. Funksiya grafiglarini Matlab dasturlarida yasang

5.  $y = x^2 + \sin x$

5.  $y = \sqrt{4-3x}$

9.  $y = 4x - x^2$

6.  $y = 2x^2 + 13$

6.  $y = \cos^2 x - \sin^2 x$

10.  $y = \cos \pi x + 1$

7.  $y = x^2 \cos 2x$

7.  $y = -e^x - 1$

11.  $y = \cos^2 x - \sin^2 x$

8.  $y = 7x - x^2 - 10$

8.  $y = \frac{x^2}{x-2}$

12.  $y = x - \arcsin(\sin x)$ .

### 2-topshiriq

2. Matlab dasturida bitta argumentga bog'liq ikkita funksiya grafigini chizing.

6.  $y = \ln(x+6), y = 3 \ln x$

6.  $y = \sqrt{x}, y = \sqrt{4-3x}$

7.  $y = 6x^2 - 5x + 1, y = \cos \pi x$

7.  $y = 4x - x^2, y = x^2 - 4x + 2$

8.  $y = x - 2, y = x^2 - 2x$

8.  $y = 21x + 4, y = 2 \sin x$

9.  $y = \cos \frac{1}{x}, y = x^2 - 2x$

9.  $y = x^3, y = \frac{\sin x}{x}$

10.  $y = x^2 + 1, y = 2 \cos x$

10.  $y = x^2 - 6, y = -e^x$

### 3-topshiriq

3. Matlab dasturida dirt grafigini chizing.

5.  $f(x, y) = \frac{x^2}{4} - \frac{y^2}{9}$

5.  $f(x, y) = \ln(x^2 + y^2)$

9.  $f(x, y) = \sqrt{y - x^2}$

6.  $f(x, y) = \frac{y}{x^2 + y^2}$

6.  $f(x, y) = x\sqrt{y}$

10.  $f(x, y) = \frac{2xy}{x^2 - y^2}$

7.  $f(x, y) = x^2 y + x$

7.  $f(x, y) = \frac{x}{y} + \frac{y}{x}$

8.  $f(x, y) = y^2 - x^2$       8.  $f(x, y) = e^{\frac{x}{y}}$

#### 4-topshiriq

4. Matlab dasturida qutb koordinatasida grafik yasang.

5.  $\rho = 2 \sin \varphi$

5.  $\rho = 2(\cos \varphi - \sin \varphi)$

9.  $\rho = 2 - \sin 4\varphi$

6.  $\rho = \frac{\pi}{\varphi}$

6.  $\rho = \frac{15}{3 - 4 \sin \varphi}$

10.  $\rho = 2 \sin^3 \frac{\varphi}{3}$

7.  $\rho = \left(\frac{1}{2}\right)^\varphi$

7.  $\rho = 4 \sin 2\varphi$

8.  $\rho = 3 \sin 3\varphi$

8.  $\rho = 3 + \cos 4\varphi$

**4-amaliy mashg'ulot. LATEX sistemasi da matnlar ni formatlash, jadval va grafiklar tuzi sh, matematik formulalar ezi sh va taqtimoto lar tay e rlash. LATEX dasturi.**

Misollar,

```
1)\documentclass[11pt,twoside,a4paper]{article}
```

LATEX hujjatning bu buyrug'idan hujjat asosiy shrifti 11,bosmaga chiqarish uchun 2 tomonli va qog'oz formati A4 ekanligini bilish mumkin.

2)Qanday qilib ism familiya va hokazolar kiritiladi:

```
\begin{letter}{Babayev Samandar\\ Buxoro vil.
\\ Jondor tum}
...
\end{letter}
```

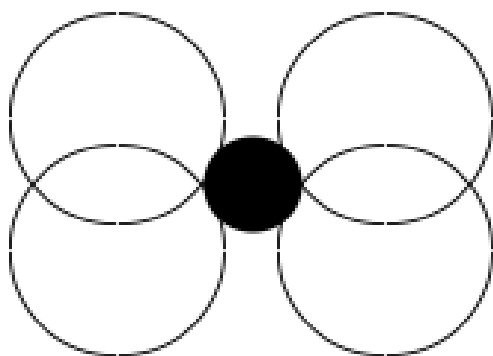
### Sana

Sanani ham kiritish majburiy emas. Bu yerdagi sana Hujjat chiqarilgan sanani bildiradi.Kiritilmagan taqdirda Aniqlangan sinfga qarab avtomatik tarzda joriy sana olinadi.Sana ko'rinishi quyidagicha:"YIL/OY/KUN"

Masalan: `\documentclass[a4paper,12pt]{article}[2012/03/27]`

### Aylana,doira va ovallar

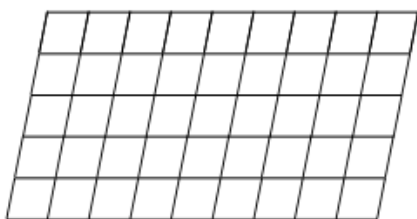
Aylana `\circle` buyrug'i yordamida chiziladi.Doira chizish uchun esa `\circle*` buyrug'idan foydalanish mumkin.Bunda doira ichi qora rang bilan bo'yaladi.Aylana va doira chizish uchun uning diametrini aniqlash kifoya.Masalan:



```
\begin{picture}(100,80)
\put(30,30){\circle{30}}
\put(70,30){\circle{30}}
\put(30,50){\circle{30}}
\put(70,50){\circle{30}}
\put(50,40){\circle*{20}}
\end{picture}
```

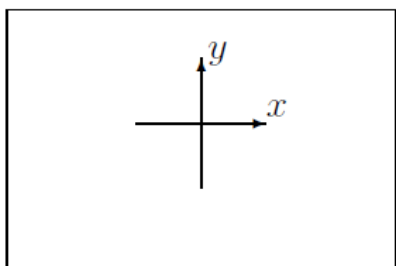
Bunda aylana kordinatasi aylana markazidan hisoblanadi.

Endi `\multiput` buyrug'i yordamida yaratilgan yana bir rasmni ko'raylik.



```
\begin{picture}(100,50)
\multiput(0,0)(10,0){10}%
{\line(1,5){10}}
\multiput(0,0)(2,10){6}%
{\line(1,0){90}}
\end{picture}
```

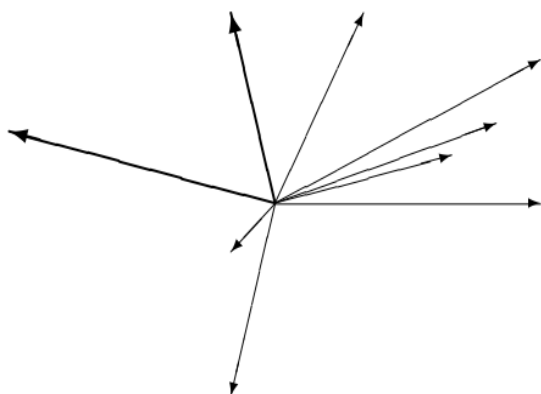
Bu misolda gorizontaal qiya va vertikal tik chiziqlardan foydalanib yuqoridagi rasm hosil qilindi. Endi `\put` buyrug'iga qaytamiz. U orqali quyidagi rasmni chizamiz.



Bir qarashda bu rasmni chizish murakkabdek tuyuladi. Lekin bu rasmni oddiy `\put` buyrug'i orqali ham chizish mumkin. Buning uchun ma'lum tartibga rioya qilish kerak xolos. Demak bu rasm kodi bilan tanishamiz.

```
\begin{picture}(120,80)
% Doska chegaralarini chizamiz
\put(0,0){\line(1,0){120}}
\put(0,80){\line(1,0){120}}
\put(0,0){\line(0,1){80}}
\put(120,0){\line(0,1){80}}
% Kordinata o'qlarini chizamiz
\put(40,25){\begin{picture}(40,40)%
\put(20,0){\vector(0,1){40}}
\put(0,20){\vector(1,0){40}}
\put(40,22){$x$}
\put(22,40){$y$}
\end{picture}}
\end{picture}
```

`\vector` ishtirokida yana bir misol:



```
\setlength{\unitlength}{1mm}
\begin{picture}(60, 40)
\put(30, 20){\vector(1, 0){30}}
\put(30, 20){\vector(4, 1){20}}
\put(30, 20){\vector(3, 1){25}}
\put(30, 20){\vector(2, 1){30}}
```

```

\put(30, 20){\vector(1, 2){10}}
\thicklines
\put(30, 20){\vector(-4, 1){30}}
\put(30, 20){\vector(-1, 4){5}}
\thinlines
\put(30, 20){\vector(-1, -1){5}}
\put(30, 20){\vector(-1, -4){5}}
\end{picture}

```

### Bir qatorda bir necha rasm joylashtirish

Texda bir qatorda bir necha rasm ham joylashtirish mumkin. Bunda



a)



b)

`\begin{minipage} .. \end{minipage}` tanasidan foydalaniladi. Misol:

```

\begin{figure}[h]
\begin{minipage}[h]{0.49\linewidth}
\center{\includegraphics[width=0.5\linewidth]{kapalak} \ a)}
\end{minipage}
\hfill
\begin{minipage}[h]{0.49\linewidth}
\center{\includegraphics[width=0.5\linewidth]{kapalak} \ b)}
\end{minipage}

```

### Rasm maydonida formula kiritish

Rasm joylashtiriladigan maydonda formula kiritish uchun rasm obykti o'rniga formula yozish kifoya. Albatta formula yoziladigan joy to'g'ri ko'rsatilishi shart. Masalan:



$$s := \frac{a + b + c}{2}$$

```

\setlength{\unitlength}{0.8cm}
\begin{picture}(6,5)
\put(3.5,0.4){\displaystyle
s:=\frac{a+b+c}{2}}
\put(1,1){\includegraphics[

```

**Matematik formulalar.**

Yana bir misol:

$$\int_a^b \frac{1}{2} (1+x)^{-3/2} = -\frac{1}{\sqrt{1+x}} \Big|_a^b$$

```

$$
\int\limits_a^b \frac{1}{2}
(1+x)^{-3/2} =
\left. -\frac{1}{\sqrt{1+x}} \right|_a^b
$$

```

Formulada yuqori quyi indeksni joylashtirishda Latexning maxsus buyrug'i \atop dan foydalanish mumkin.

Ilgari  $\Gamma_{ij}^k$  ko'rinishda yozilgan bo'lsa hozir  $\left\{ \begin{matrix} ij \\ k \end{matrix} \right\}$  ko'rinishda yoziladi.

```

Ilgari  $\Gamma^k_{ij}$  \\
ko'rinishda yozilgan bo'lsa \\
hozir  $\left\{ ij \atop k \right\}$ 

```

ko'rinishda yoziladi.

Yana bir misol:Endi tenglamalar sistemasiga doir , array tanasi yordamida tuzilgan:

$$\begin{cases} x^2 + y^2 = 7 \\ x + y = 3. \end{cases}$$

```

\left\{
\begin{array}{rcl}
x^2+y^2&=&7 \\
x+y &=&3.
\end{array} \right.

```

## **Topshiriq**

Kamida 4 sahifadan iborat bo'lgan matematik formulalar, jadvallar va grafiklarni o'z ichiga oluvchi maqolani latex dasturi orqali yozish.

## **V. KEYSLAR BANKI**



## **VI. MUSTAQIL TA'LIM MAVZULARI**

## VII. GLOSSARIY

Termin	O‘zbek tilidagi sharhi	Инглиз тилидаги шарҳи
<b>Vebkamera</b>	kompyuterlararo videotasvirlarni uzatuvchi qurilmadir	<b>Webcam</b> is a device, which transmits video between computers.
<b>Videoanjuman</b>	turli geografik manzillardagi foydalanuvchi guruhlar orasida raqamli videoözüv ëki oqimli video ko‘rinishida ma‘lumotlarni almashinish asosida yig‘ilish va munozaralar o‘tkazish jaraëni	<b>Videoconferencing</b> is digital video talk or video process based on the exchange of information in the form of meetings and discussions between user groups from different geographical locations
<b>Videoilovalar</b>	harakatlanuvchi tasvirlar ishlab chiqish texnologiyasi va namoyishi	<b>GIF</b> is the technology development and demonstration of moving images
<b>Virtual auditoriya</b>	o‘quv jaraënining o‘qituvchisi va boshqaruvchisining maslahatini olish uchun tarmoq texnologiyasi ërdamida turli geografik joylarda yashaëtgan talabalarni birlashtirish	<b>Virtual classroom</b> is a combination of students living in different geographical areas to get the advice of the teacher or manager of training process via network technology
<b>Virtual laboratoriya</b>	o‘rganilaëtgan haqiqiy obyektlarda bo‘laëtgan jaraënlarni kompyuter imitatsiyasi orqali taqdim etish va masofaviy kirish imkoniyatiga ega bo‘lgan dasturiy majmua.	<b>Virtual Laboratory</b> is a software complex, which has an access to demonstrate the process occurred to the researching object by computer imitation and can be accessible to reach through the internet.
<b>Virtual (voqe‘lik)haqiqiylik</b>	o‘rganishga mo‘ljallangan murakkab jaraënlarda bo‘ladigan hodisalarni audiovideo tizimi orqali o‘quvchi tassavuridagi mavhum ko‘rinishi.	<b>Virtual (reality) authentication</b> - abstract intellectual appearance of a complex process, which is hard to understand for the reader through the audiovisual events
<b>Gipermatn</b>	assotsiativ bog‘langan bloklar ko‘rinishida taqdim etilgan (boshqamatli	<b>Hypertext</b> – text presented in form of blocked associative link

	hujjatlarga yo‘l ko‘rsatuvchi) matn.	
<b>Global tarmoq</b>	mintaqaviy (qit‘alardagi) kompyuterlarni o‘zida birlashtirish imkoniga ega bo‘lgan tarmoq.	<b>Global network</b> -network with an opportunity to combine intercontinental computers
<b>Grafik muharrir</b>	tasvirlarni taxrir qilishni ta‘minlaydigan amaliy dastur.	<b>Graphical editor</b> - practical application, which provides editing the images.
<b>Interaktiv o‘quv kurslari</b>	o‘zaro muloqot asosiga qurilgan vositalardan foydalanib tuzilgan kurslar.	<b>Interactive training courses</b> -lessons based on the mutual interaction means
<b>Internet</b>	yagona standart asosida faoliyat ko‘rsatuvchi jahon global kompyuter tarmog‘i.	<b>Internet</b> - the world global computer network operating basing on a single standard
<b>Iteratsion sikl</b>	takrorlanish soni oldindan noma‘lum bo‘lgan sikl shakli.	<b>Iteration cycle</b> is a form of a cycle, when quantity of repeating cycles are previously unknown.
<b>Katalog</b>	fayllar mundarijasi. Foydalanuvchiga operatsion tizim buyruqlar tili orqali foydalanish imkonini beriladi.	<b>Catalog</b> is the content of the files. It gives access to the User to work through the operating system commands.
<b>Klaviatura</b>	kompyuterga ma‘lumot kiritish uchun va boshqaruvchi signal berish xizmat qiladi.	<b>Keyboard</b> serves as a control signal to enter information on your computer.
<b>Keys-texnologiya</b>	masofaviy o‘qitishni tashkil qilishning shunday uslubiki, masofaviy ta‘limda matnli, audiovizual va multimediali (keys) o‘quv uslubiy materiallar majmuasi qo‘llanishga asoslanadi.	<b>Case-technology</b> is the way of organizing distance learning through complex combining text, audiovisual and multimedia teaching materials.
<b>Masofaviy ta‘lim (MT)</b>	ta‘limni masofaviy o‘qitish usul va vositalari orqali tashkil qilish shakli	<b>Distance learning</b> is the education through distance learning methods and tools.
<b>Matematik model</b>	obyektning muhim xossalarini tafsiflovchi matematik munosabatlar (formula, tenglama, tengsizlik va h.k.) tizimi	<b>Mathematical model</b> is a combination of important elements of the object in the description of mathematical relationships (formulas,

		equations, inequalities, etc.).
<b>Matn muharriri</b>	matnli ma'lumotlarni (hujjatlar, kitoblar va h.k.) kiritish va tahrirlash uchun dastur. U qatorlarni tahrirlash, matnning biror qismini izlash, almashtirish, abzats chegaralarini tekislash, matnni sintaksis tahlil qilishni ta'minlashi lozim	<b>Text editor</b> is the editing software for printing text data (documents, books, etc.). This program edits the lines, searches the information from the whole text and corrects syntax mistakes.
<b>Multimedia</b>	axborotni (matn, rasm, animatsiya, audio, video) ifodalashning ko'p imkoniyatli taqdim etilishi	<b>Multimedia</b> is the provision of information (text, image, animation, audio, video) having numerous opportunities
<b>Menyu</b>	biror konkret bo'limni tanlash imkoniyati mavjud bo'lgan, kompyuter ekranidan taqdim etiladigan turli variantlar ro'yxati	<b>Menu</b> is a list of the various options on the computer screen, has the opportunity to choose a specific topic
<b>Multimedia</b>	(multi – ko'p, media – muhit) bu kompyuter texnologiyasi-ning turli xil fizik ko'rinishga ega bo'lgan (matn, grafika, rasm, tovush, animatsiya, videova h.k) turli xil tashuvchilarda (optik disk, flash xotira va h.k.) mavjud bo'lgan axborotdan foydalanish bilan bog'liq sohasidir.	<b>Multimedia</b> (multi – multi: media-atmosphere) is a sector of computer technology associated with use of available information with a variety of physical appearance (text, graphics, images, sound, animation, video and etc.) from different carriers (optical disk, flash memory, and so on)
<b>Operator-</b>	ma'lumot ustida yakunlanadigan amal bajarishni aniqlaydigan algoritmik til jumla.	<b>Operator</b> is the algorithmic language sentence of the definition of the steps to complete the information on.
<b>Pedagogik axborot texnologiyalari</b>	kompyuter, tarmoq texnologiyasi va didaktik vositalarni foydalanishga asoslangan texnologiyalar.	<b>Educational information technology</b> is a technology based on the usage of computer, network technologies and didactic tools.

<b>Provayder (provider)</b>	kompyuterlarning tarmoqqa ulanish va axborot almashishini tashkil qiladigan tashkilot.	<b>Provider</b> is an organization controls computer networking and information exchange
<b>Sayt</b>	grafika va multimediya elementlari joylashtirilgan gipermediya hujjatlari ko‘rinishidagi mantiqan butun axborot.	<b>Site</b> is logically connected data in the form of hypermedia documents where graphics and multimedia placed in.
<b>Server</b>	axborot-ta’lim resurslarini tarmoqda joylashtirish va uni tarqatish uchun mo‘ljallangan kompyuter qurilmalari majmui.	<b>Server</b> is a set of computer equipment dedicated for placing information and educational resources to the network.
<b>Server (server)</b>	ma’lumotlarni o‘zida saqlovchi, foydalanuvchilarga xizmat ko‘rsatuvchi, tarmoqdagi printer, tashqi xotira, ma’lumotlar ombori kabi resurslardan foydalanishni boshqaruvchi kompyuter	<b>Server</b> is a computer controlling the use of resources, data protection, users of service, and has a right to use external storage and data storage
<b>Sun’iy intellekt (artificial intelligence)</b>	inson intellektining ba’zi xususiyatlarini o‘zida mujassamlashtirgan avtomatik va avtomatlashtirilgan tizimlar majmausi	<b>Artificial Intelligence</b> an automatic system complex embodies the characteristics of some of the human intellect
<b>Taqdimot/prezentatsiyalar</b>	(ing. presentation) – audiovizual vositalardan foydalanib ko‘rgazmali shaklda ma’lumot taqdim etish shakli.	<b>Presentations</b> - Audiovisual form of providing the information.
<b>Ta’lim jarayonini masofaviy o‘qitish texnologiyasi</b>	zamonaviy axborot va kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanib o‘quv jarayonini masofadan turib ta’minlaydigan o‘qitish usuli va vositalari hamda o‘quv jarayonlarini boshqarish majmui	<b>The learning process of distance learning technology</b> - use of modern information and communication technologies in the educational process of distance learning methods and tools, as well as providing training complex management processes.

<p><b>Ta'lim maqsadi</b></p>	<p>tizimlashtirilgan bilim, ko'nikma va malakalarni o'zlashtirish, faollik va mustaqillikni rivojlantirish, butun dunëqarashni shakllantirish va rivojlantirish</p>	<p><b>The purpose of education</b> - systematic development of knowledge and skills, the development of the activity and independence, and the formation of a broad-based development.</p>
<p><b>Ta'limning kompyuter texnologiyasi</b></p>	<p>kompyuter texnikasi, kommunikatsiya vositalari, shuningdek, axborotlarni ifodalash, uzatish va yig'ish, bilish faoliyatini nazorat qilish va boshqarishni tashkil etish bo'yicha o'qituvchining vazifalarini modellashtiruvchi interaktiv dasturiy mahsulotlar asosida pedagogik shartini yaratishning metod, shakl va vositalari majmui</p>	<p><b>Educational computer technology</b> is a complex of organization of the management of computer hardware, communication tools, as well as the collection and transmission of information, which can be substitute for the functions of a teacher based on interactive software methods of creating pedagogical conditions, the form and set of tools.</p>
<p><b>Tizim(system)</b></p>	<p>yagona maqsad yo'lida bir vaqtning o'zida ham yaxlit, ham o'zaro bog'langan tarzda faoliyat ko'rsatadigan bir necha turdagi elementlar majmuasi</p>	<p><b>System</b> is a complex of several types of elements functioning for only one purpose and having the integral link between each other simultaneously.</p>

## VIII. ADABIYOTLAR RO‘YXATI

### I. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining asarlari

1. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz. – T.: “O‘zbekiston”, 2017. – 488 b.
2. Mirziyoyev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo‘limizni qat’iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko‘taramiz. 1-jild. – T.: “O‘zbekiston”, 2017. – 592 b.
3. Mirziyoyev Sh.M. Xalqimizning roziligi bizning faoliyatimizga berilgan eng oliy bahodir. 2-jild. T.: “O‘zbekiston”, 2018. – 507 b.
4. Mirziyoyev Sh.M. Niyati ulug‘ xalqning ishi ham ulug‘, hayoti yorug‘ va kelajagi farovon bo‘ladi. 3-jild.– T.: “O‘zbekiston”, 2019. – 400 b.
5. Mirziyoyev Sh.M. Milliy tiklanishdan – milliy yuksalish sari. 4-jild.– T.: “O‘zbekiston”, 2020. – 400 b.

### II. Normativ-huquqiy hujjatlar

6. O‘zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. – T.: O‘zbekiston, 2018.
7. O‘zbekiston Respublikasining 2020 yil 23 sentabrda qabul qilingan “Ta’lim to‘g‘risida”gi O‘RQ-637-sonli Qonuni.
8. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2015 yil 12 iyun “Oliy ta’lim muassasalarining rahbar va pedagog kadrlarini qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-4732-sonli Farmoni.
9. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevral “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida”gi 4947-sonli Farmoni.
10. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 20 aprel "Oliy ta’lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-2909-sonli Qarori.
11. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 21 sentabr “2019-2021 yillarda O‘zbekiston Respublikasini innovatsion rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5544-sonli Farmoni.
12. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 19 fevral “Axborot texnologiyalari va kommunikatsiyalari sohasini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-5349-sonli Farmoni.
13. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 may “O‘zbekiston Respublikasida korrupsiyaga qarshi kurashish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-5729-son Farmoni.
14. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 17 iyun “2019-2023 yillarda Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universitetida talab yuqori bo‘lgan malakali kadrlar tayyorlash tizimini tubdan takomillashtirish va ilmiy salohiyatini rivojlantiri chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4358-sonli Qarori.
15. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 27 avgust “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining uzluksiz malakasini oshirish tizimini joriy etish to‘g‘risida”gi PF-5789-sonli Farmoni.
16. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 8 oktabr “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030 yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PF-5847-sonli Farmoni.
17. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019 yil 23 sentabr “Oliy ta’lim muassasalari rahbar va pedagog kadrlarining malakasini oshirish tizimini yanada



takomillashtirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar to'g'risida"gi 797-sonli Qarori.

18. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 9 iyul "Matematika ta'limi va fanlarini yanada rivojlantirishni davlat tomonidan qo'llab-quvvatlash, shuningdek, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining V.I. Romanovskiyy nomidagi Matematika instituti faoliyatini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4387-sonli Qarori.

19. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 7 may "Matematika sohasidagi ta'lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4708-sonli Qarori.

### III. Maxsus adabiyotlar

20. Andrea Prosperetti, *Advanced Mathematics for Applications*, Cambridge University Press, 2011.

21. Bauer, H. *Measure and Integration Theory*, Berlin: de Gruyter, ISBN-13: 978-3110167191, 2001.

22. Bear, H.S. *A Primer of Lebesgue Integration*, San Diego: Academic Press, 2nd Edition, 2001.

23. Bobenko A.I. (Ed.) *Advances in Discrete Differential Geometry*// Springer, 2016. — 439 p. — (Mathematics). — ISBN: 3662504464

24. Bogachev, V. I. *Measure theory*, Berlin: Springer, 2006.

25. David Spencer "Gateway", Students book, Macmillan 2012.

26. *English for Specific Purposes*. All Oxford editions. 2010. 204.

27. Evan M. Glazer, John W. McConnell *Real-Life Math: Everyday Use of Mathematical Concepts*//2013, ISBN-13: 978-0313319983

28. Georgii H.O. *Gibbs measures and phase transitions*. Berlin:de Gruyter, 657 p., 2011.

29. H.Q. Mitchell "Traveller" B1, B2, MM Publications. 2015. 183.

30. H.Q. Mitchell, Marileni Malkogianni "PIONEER", B1, B2, MM Publications. 2015. 191.

31. I. M. Rikhsiboev and N. S. Mohamed, *Engineering Mathematics 2*, Malaysia, 2019.

32. Jim Libby, *Math for Real Life: Teaching Practical Uses for Algebra, Geometry and Trigonometry*// 2019, 234p. ISBN: 978-1476667492

33. Karl Berry, *The TEX Live Guide—2020*

34. Lindsay Clandfield and Kate Pickering "Global", B2, Macmillan. 2013. 175.

35. Manfredo P. Do Carmo. *Differential geometry of Curves and surface* // Dover publications, Inc. Mineola, New York, 2016. – 529 pp.

36. *Maple 15 user manual*, Maplesoft, 2016, 462 p.

37. Margaret L. Lial, Thomas W. Hungerford, John P. Holcomb, Bernadette Mullins, *Mathematics with Applications In the Management, Natural and Social Sciences* (11th Edition), Pearson 2018.

38. Rao, M. M. *Random and Vector Measures*, Series on Multivariate Analysis, 9, World Scientific, 2012.

39. Steve Taylor "Destination" Vocabulary and grammar", Macmillan 2010.

40. Tao, Terence. *An Introduction to Measure Theory*. Providence, R.I.: American Mathematical Society, 2019.

41. Weaver, Nik *Measure Theory and Functional Analysis*. World Scientific, 2013, 423 p.

42. Авилова Л.В., Болотюк В.А., Болотюк Л.А. *Аналитическая геометрия и*



линейная алгебра// 2013. Издание: 1-е изд. 421 с.

43. Александров А.Д., Нецветаев Н.Ю. Геометрия, М.: Наука, 1990. – 672 с.
44. Белогуров А.Ю. Модернизация процесса подготовки педагога в контексте инновационного развития общества: Монография. — М.: МАКС Пресс, 2016. — 116 с. ISBN 978-5-317-05412-0.
45. Gulobod Quadratulloh qizi, R.Ishmuhamedov, M.Normuhammedova. An'anaviy va noan'anaviy ta'lim. – Samarqand: “Imom Buxoriy xalqaro ilmiy-tadqiqot markazi” nashriyoti, 2019. 312 b.
46. Ibraymov A.YE. Masofaviy o'qitishning didaktik tizimi. metodik qo'llanma/tuzuvchi. A.YE. Ibraymov. – Toshkent: “Lesson press”, 2020. 112 bet.
47. Ishmuhamedov R.J., M.Mirsoliyeva. O'quv jarayonida innovatsion ta'lim texnologiyalari. – T.: «Fan va texnologiya», 2014. 60 b.
48. Кирянов Д. Mathcad 15/Mathcad Prime 1.0. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 432 с.
49. Muslimov N.A va boshqalar. Innovatsion ta'lim texnologiyalari. O'quv-metodik qo'llanma. – T.: “Sano-standart”, 2015. – 208 b.
50. Образование в цифровую эпоху: монография / Н. Ю. Игнатова; М-во образования и науки РФ; ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б.Н.Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). – Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2017. – 128 с. [http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0\\_2017.pdf](http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/54216/1/978-5-9544-0083-0_2017.pdf)
51. Oliy ta'lim tizimini raqamli avlodga moslashtirish konsepsiyasi. Yevropa Ittifoqi Erasmus+ dasturining ko'magida. [https://hiedtec.ecs.uniruse.bg/pimages/34/3.\\_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf](https://hiedtec.ecs.uniruse.bg/pimages/34/3._UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf)
52. Современные образовательные технологии: педагогика и психология: монография. Книга 16 / О.К. Асекретов, Б.А. Борисов, Н.Ю. Бу-гакова и др. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2015. – 318 с. <http://science.vvsu.ru/files/5040BC65-273B-44BB-98C4-CB5092BE4460.pdf>
53. Usmonov B.SH., Habibullayev R.A. Oliy o'quv yurtlarida o'quv jarayonini kredit-modul tizimida tashkil qilish.–T.: “TKTI” nashriyoti, 2019.

#### IV. Интернет сайтлар

54. O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi: [www.edu.uz](http://www.edu.uz).
55. Bosh ilmiy-metodik markaz: [www.bimm.uz](http://www.bimm.uz)
56. [www. Ziyonet. Uz](http://www.Ziyonet.Uz)
57. Открытое образование. <https://openedu.ru/>
58. <https://www.ucl.ac.uk/ioe/courses/graduate-taught/mathematics-education-ma>
59. <https://www.onlinestudies.com/Courses/Mathematics/Europe/>
60. <https://online-learning.harvard.edu/catalog?keywords=mathematics-&op=Search>
61. <https://www.msu.ru/en/projects/proekt-vernadskiy/news/math-teachers-advanced-training.html>
62. <https://english.spbu.ru/education/graduate/master-in-english/90-program-master/2455-advanced-mathematics>.