



Bosh ilmiy-metodik  
markaz

FARG'ONA DAVLAT  
UNIVERSITETI HUZURIDAGI  
PEDAGOG KADRLARNI QAYTA  
TAYYORLASH VA ULARNING  
MALAKASINI OSHIRISH  
MINTAQAVIY MARKAZI



# “MATEMATIKADA AXBOROT TEXNOLOGIYALARI” MODULI BO‘YICHA

## O‘QUV –USLUBIY MAJMUUA

K.Raximov – FarDU Axborot  
texnologiyalari kafedrası katta  
o‘qituvchisi

2022

**Mazkur o‘quv-uslubiy majmua Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligining 2020 yil dekabrdagi 648-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan o‘quv reja va dastur asosida tayyorlandi FarDU Ilmiy kengashining 2021 yil «30» dekabrdagi 5-sonli qarori bilan tasdiqlangan**

**Tuzuvchi:**

**K.Raximov – FarDU Axborot  
texnologiyalari kafedrası katta  
o‘qituvchisi**

**Taqrizchilar:**

**E.Azizov – FarDU Matematika  
kafedrası dotsenti, f.m.f.n.**

## MUNDARIJA

I. ISHCHI DASTUR .....	4
II. MODULNI O‘QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTREFAOL TA’LIM METODLARI .....	3
III. NAZARIY MASHG‘ULOT MA’LUMOTLARI.....	2
III. AMALIY MASHG‘ULOT MA’LUMOTLARI.....	9
IV. MUSTAQIL TA’LIM MAVZULARI.....	160
V. GLOSSARIY .....	162
VI. ADABIYOTLAR RO‘YXATI .....	164

## 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 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-sonli Farmonlarida 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.

Mazkur dastur zamonaviy talablar va rivojlangan xorijiy davlatlarning oliy ta’lim sohasida erishgan yutuqlar hamda orttirilgan tajribalar asosida «Matematika» qayta tayyorlash va malaka oshirish yo‘nalishi uchun tayyorlangan namunaviy o‘quv reja hamda dastur mazmunidan kelib chiqqan holda tuzilgan bo‘lib, u qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarining mazmunini takomillashtirish hamda oliy ta’lim muassasalari pedagog kadrlarining kasbiy kompetentligini muntazam oshirib borishda xizmat qiladi.

### **Modulning maqsadi va vazifalari**

**“Matematikada axborot texnologiyalari” modulining maqsadi:** pedagog kadrlarni innovatsion yondoshuvlar asosida o‘quv-tarbiyaviy jarayonlarni yuksak ilmiy-metodik darajada loyihalashtirish, sohadagi ilg‘or tajribalar, zamonaviy bilim va malakalarni o‘zlashtirish va amaliyotga joriy etishlari uchun zarur bo‘ladigan kasbiy bilim, ko‘nikma va malakalarini takomillashtirish, shuningdek ularning ijodiy faolligini rivojlantirishdan iborat.

**“Matematikada axborot texnologiyalari” modulining vazifalariga** quyidagilar kiradi:

“Matematika” yo‘nalishida pedagog kadrlarning kasbiy bilim, ko‘nikma, malakalarini takomillashtirish va rivojlantirish;

-pedagoglarning ijodiy-innovatsion faollik darajasini oshirish;

-mutaxassislik fanlarini o‘qitish jarayoniga zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va xorijiy tillarni samarali tatbiq etilishini ta’minlash;

-mutaxassislik fanlari sohasidagi o‘qitishning innovatsion texnologiyalari va ilg‘or

xorijiy tajribalarini o'zlashtirish;

“Matematika” yo‘nalishida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonlarini fan va ishlab chiqarishdagi innovatsiyalar bilan o‘zaro integratsiyasini ta’minlash.

**Modul yakunida tinglovchilarning bilim, ko‘nikma va malakalari hamda kompetensiyalariga qo‘yiladigan talablar:**

Matematika fanlari bo‘yicha tinglovchilar quyidagi yangi bilim, ko‘nikma, malaka hamda kompetensiyalarga ega bo‘lishlari talab etiladi:

**Tinglovchi:**

- integral va o‘lchov tushunchalarini;
- geometriyaning chiziqli fazo va chiziqli akslantirishlar yordamida bayon etilishi, vektor algebrasidan foydalanishni;
- matematik masalalarni matematik tizimlarda yechishni va standart funksiyalardan foydalanishni;
- matematikani o‘qitishda uning tatbiqlari bilan tushuntirishni, hayotiy va sohaga oid misollarni;
- matematik fanlarni o‘qitishning zamonaviy usullarini bilishi kerak.

**Tinglovchi:**

- ўлчовлар назариясидан математика, физика ва биология масалаларида кенг фойдаланиш;
- matematik analizning biomatematika, mexanika, ommaviy xizmat nazariyasi, iqtisodiy sohalar va boshqa sohalarda keng qo‘llash;
- matematik fanlarni o‘qitishda innovatsion ta’lim metodlari va vositalarini amaliyotda qo‘llash;
- talabanning o‘zlashtirish darajasini nazorat qilish va baholashning nazariy asoslari hamda innovatsion yondashuv uslublarini to‘g‘ri qo‘llay olish ko‘nikmalariga ega bo‘lishi lozim.

**Tinglovchi:**

- o‘lchovlar nazariyasi va uning tatbiqini turli fazolarda qo‘llay olish;
- geometriyaning chiziqli fazo va chiziqli akslantirishlar yordamida bayon etilishi, vektor algebrasidan foydalanish;
- matematikani o‘qitish innovatsion jarayonini loyihalashtirish va tashkillashtirishning zamonaviy usullarini qo‘llash malakalariga ega bo‘lishi lozim.

**Tinglovchi:**

- 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.

### Modulning oliy ta'limdagi o'rni

Modulni o'zlashtirish orqali tinglovchilar ilg'or xorijiy mamlakatlarda biologiya o'qitishni tashkil qilishning xorijiy tajribalarni o'rganish, amalda qo'llash va baholashga doir kasbiy kompetentlikka ega bo'ladilar. So'nggi yillarda matematika sohasidagi yutuqlar va istiqbollar oliy o'quv yurtlaridagi ta'lim jarayonining mazmunini boyitishga xizmat qiladi.

### modulning soatlar bo'yicha taqsimoti

№	Modul mavzulari	Tinglovchining o'quv yuklamasi, soat				
		Hammasi	Auditoriya o'quv yuklamasi			Ko'chma mashg'ulot
			Jami	Nazariy	Amaliy mashg'ulot	
1.	MathCAD va Maple tizimi.	4	4	2	2	
2.	Algebra va sonlar nazariyasi masalalarini yechish.	4	4	2	2	
3.	ODT uchun Koshi va aralash masalalarini yechish.	4	4	2	2	
4.	MatLab tizimi.	4	4	2	2	
5	LATEX sistemasida matnlarni formatlash, jadval va grafiklar tuzish, matematik formulalar yozish va taqdimotlar tayyorlash.	2	2		2	
<b>Jami:</b>		<b>18</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>0</b>

### NAZARIY MASHG'ULOT MATERIALLARI

#### 1-Mavzu: MathCAD va Maple tizimi.

Matematik ifodalar va funksiyalar.

MathCAD va Maple tizimida ifodalash.

#### 2-Mavzu: Algebra va sonlar nazariyasi masalalarini yechish.

1. MathCAD va Maple tizimida matematik analiz masalalarini yechish.

2. Differensial tenglamalarni umumiy yechimini topish.

3-Mavzu: ODT uchun Koshi va aralash masalalarni yechish.

Oddiy differensial tenlamalar uchun Koshi va aralash masalalarni MathCADda echish

Oddiy differensial tenlamalar uchun Koshi va aralash masalalarni Mapleda echish  
MathCad va Mapleda grafiklar qurish.

4-Mavzu: MatLab tizimi.

Matlab dasturi

MATLABda matematik hisoblashlar

Vektor va matritsalarini shakllantirish

Vektorlar va matritsalar ustida bajariladigan funksiyalar

Matlabda funksiya grafiklarini tasvirlash.

#### AMALIY MASHG‘ULOTLAR

1-Amaliy mashg‘ulot.MathCAD va Maple tizimi.

2-Amaliy mashg‘ulot. Algebra va sonlar nazariyasi masalalarini yechish.

3-Amaliy mashg‘ulot. ODT uchun Koshi va aralash masalalarni yechish.

4-Amaliy mashg‘ulot. MatLab tizimi.

5-Amaliy mashg‘ulot.LATEX sistemasida matnlarni formatlash, jadval va grafiklar tuzish, matematik formulalar yozish va taqdimotlar tayyorlash.

## ADABIYOTLAR RO‘YXATI

### I. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining asarlari

1. Mirziyoyev Sh.M. Niyati ulug‘ xalqning ishi ham ulug‘, hayoti yorug‘ va kelajagi farovon bo‘ladi. 3-JILD / Sh.M. Mirziyoyev. – T.: “O‘zbekiston”, 2019. – 592 b.
2. Mirziyoyev Sh.M. Xalqimizning roziligi bizning faoliyatimizga berilgan eng oliy bahodir. 2-JILD / Sh.M. Mirziyoyev. – T.: “O‘zbekiston”, 2019. – 400 b.
3. Mirziyoyev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo‘limizni qat’iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko‘taramiz. 1-JILD / Sh.M. Mirziyoyev. – T.: “O‘zbekiston”, 2018. – 592 b.
4. Mirziyoyev Sh.M. Buyuk kelajagimizni mard va olijanob halqimiz bilan birga quramiz. – T.: “O‘zbekiston”. 2017. – 488 b.
5. Mirziyoyev Sh.M. Milliy taraqqiyot yo‘limizni qat’iyat bilan davom ettirib, yangi bosqichga ko‘taramiz – T.: “O‘zbekiston”. 2017. – 592 b.

### II. Normativ-huquqiy hujjatlar

6. O‘zbekiston Respublikasining Konstitutsiyasi. – T.: O‘zbekiston, 2018.
7. O‘zbekiston Respublikasining “Ta’lim to‘g‘risida”gi 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 2019 yil 27 may “O‘zbekiston Respublikasida korrupsiyaga qarshi kurashish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-5729-son Farmoni.
13. 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.
14. 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.



15. 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.

### III. Махсус адабиётлар

16. Andrea Prosperetti, *Advanced Mathematics for Applications*, Cambridge University Press, 2011.

17. Bauer, H. *Measure and Integration Theory*, Berlin: de Gruyter, ISBN-13: 978-3110167191, 2001.

18. Bear, H.S. *A Primer of Lebesgue Integration*, San Diego: Academic Press, 2<sup>nd</sup> Edition, 2001.

19. Bobenko A.I. (Ed.) *Advances in Discrete Differential Geometry*//Springer, 2016. — 439 p. — (Mathematics). — ISBN: 3662504464

20. Bogachev, V. I. *Measure theory*, Berlin: Springer, 2006.

21. David Spencer “Gateway”, Students book, Macmillan 2012.

22. *English for Specific Purposes*. All Oxford editions. 2010. 204.

23. Evan M. Glazer, John W. McConnell *Real-Life Math: Everyday Use of Mathematical Concepts*//2013, ISBN-13: 978-0313319983

24. Georgii H.O. *Gibbs measures and phase transitions*. Berlin:de Gruyter, 657 p., 2011.

25. H.Q. Mitchell “Traveller” B1, B2, MM Publications. 2015. 183.

26. H.Q. Mitchell, Marileni Malkogianni “PIONEER”, B1, B2, MM Publications. 2015. 191.

27. I. M. Rikhsiboev and N. S. Mohamed, *Engineering Mathematics 2*, Malaysia, 2019.

28. Jim Libby, *Math for Real Life: Teaching Practical Uses for Algebra, Geometry and Trigonometry*// 2019, 234p. ISBN: 978-1476667492

29. Karl Berry, *The TEX Live Guide*—2020

30. Lindsay Clandfield and Kate Pickering “Global”, B2, Macmillan. 2013. 175.

31. Manfredo P. Do Carmo. *Differential geometry of Curves and surface* // Dover publications, Inc. Mineola, New York, 2016. – 529 pp.

32. *Maple 15 user manual*, Maplesoft, 2016, 462 p.

33. Margaret L. Lial, Thomas W. Hungerford, John P. Holcomb, Bernadette Mullins, Mathematics with Applications In the Management, Natural and Social Sciences (11th Edition), Pearsonб 2018.
34. Rao, M. M. Random and Vector Measures, Series on Multivariate Analysis, 9, World Scientific, 2012.
35. Steve Taylor “Destination” Vocabulary and grammar”, Macmillan 2010.
36. Tao, Terence. An Introduction to Measure Theory. Providence, R.I.: American Mathematical Society, 2019.
37. Weaver, Nik Measure Theory and Functional Analysis. World Scientific, 2013, 423 p.
38. Авилова Л.В., Болотюк В.А., Болотюк Л.А. Аналитическая геометрия и линейная алгебра// 2013. Издание: 1-е изд. 421 с.
39. Александров А.Д., Нецветаев Н.Ю. Геометрия, М.: Наука, 1990. – 672 с.
40. 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.
41. Гулобод Қудратуллоҳ кизи, Р.Ишмухамедов, М.Нормухаммедова. Анъанавий ва ноанъанавий таълим. – Самарқанд: “Имом Бухорий халқаро илмий-тадқиқот маркази” нашриёти, 2019. 312 б.
42. Ибраймов А.Е. Масофавий ўқитишнинг дидактик тизими. методик қўлланма/ тузувчи. А.Е.Ибраймов. – Тошкент: “Lesson press”, 2020. 112 бет.
43. Ишмухамедов Р.Ж., М.Мирсолиева. Ўқув жараёнида инновацион таълим технологиялари. – Т.: «Fan va texnologiya», 2014. 60 б.
44. Кирянов Д. Mathcad 15/Mathcad Prime 1.0. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 432 с.
45. Муслимов Н.Ава бошқалар. Инновацион таълим технологиялари. Ўқув-методик қўлланма. – Т.: “Sano-standart”, 2015. – 208 б.
46. 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)
47. Олий таълим тизимини рақамли авлодга мослаштириш концепцияси. Европа Иттифоқи Эрасмус+ дастурининг кўмагида. [https://hiedtec.ecs.uniruse.bg/pimages/34/3\\_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf](https://hiedtec.ecs.uniruse.bg/pimages/34/3_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf)

48. 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>

49. Усмонов Б.Ш., Хабибуллаев Р.А. Олий ўқув юртларида ўқув жараёнини кредит-модуль тизимида ташкил қилиш.–Т.: “ТКТИ” нашриёти, 2019.

#### IV. Интернет сайтлар

50. Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги:  
[www.edu.uz](http://www.edu.uz).

51. Бош илмий-методик марказ: [www.bimm.uz](http://www.bimm.uz)

52. [www.Ziyonet.Uz](http://www.Ziyonet.Uz)

53. Открытое образование. <https://openedu.ru/>

54. <https://www.ucl.ac.uk/ioe/courses/graduate-taught/mathematics-education-ma>

55. <https://www.onlinestudies.com/Courses/Mathematics/Europe/>

56. <https://online-learning.harvard.edu/catalog?keywords=mathematics-&op=Search>

57. <https://www.msu.ru/en/projects/proekt-vernadskiy/news/math-teachers-advanced-training.html>

58. <https://english.spbu.ru/education/graduate/master-in-english/90-program-master/2455-advanced-mathematics>.

## II. MODULNI O'QITISHDA FOYDALANILADIGAN INTREFAOL TA'LIM METODLARI.

### “SWOT-tahlil” metodi.

**Metodning maqsadi:** mavjud nazariy bilimlar va amaliy tajribalarni tahlil qilish, taqqoslash orqali muammoni hal etish yo'llarni topishga, bilimlarni mustahkamlash, takrorlash, baholashga, mustaqil, tanqidiy fikrlashni, nostandart tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi.

<b>S – (strength)</b>	• кучли томонлари
<b>W – (weakness)</b>	• заиф, кучсиз томонлари
<b>O – (opportunity)</b>	• имкониятлари
<b>T – (threat)</b>	• тўсиқлар

**Namuna:** Xorijiy tillarni o'qitishda multimedia ilovalarini qo'llash, yaratish va foydalanishda SWOT tahlilini ushbu jadvalga tushiring.

<b>S</b>	Ijtimoiy - gumanitar fanlarni o'qitishda multimedia ilovalarini qo'llash, yaratish va foydalanishning kuchli tomonlari	Multimedia ilovalarini yaratish texnik va dasturiy vositalarining turli tumanligi. . .
<b>W</b>	Ijtimoiy - gumanitar fanlarni o'qitishda multimedia ilovalarini qo'llash, yaratish va foydalanishning kuchsiz tomonlari	Ba'zi texnik nosozliklar, texnikadan foydalanish imkoniyatlarining chegaralanganligi
<b>O</b>	Ijtimoiy - gumanitar fanlarni o'qitishda multimedia ilovalarini qo'llash, yaratish va foydalanishning imkoniyatlari (ichki)	Multimedia ilovalarini yaratishda rag'batlantiruvchi davlat grantlarning mavjudligi. . .
<b>T</b>	To'siqlar (tashqi)	Mualliflik xuquqini olmagan holda ilovaning o'zgalar tomonidan o'zlashtirilishi. . .

### Xulosalash» (Rezyume, Veer) metodi

**Metodning maqsadi:** Bu metod murakkab, ko'ptarmoqli, mumkin qadar, muammoli xarakteridagi mavzularni o'rganishga qaratilgan. Metodning mohiyati shundan iboratki, bunda mavzuning turli tarmoqlari bo'yicha bir xil axborot beriladi va ayni paytda, ularning har biri alohida aspektlarda muhokama etiladi. Masalan, muammo ijobiy va salbiy tomonlari, afzallik, fazilat va kamchiliklari, foyda va zararlari bo'yicha o'rganiladi. Bu interfaol metod tanqidiy, tahliliy, aniq mantiqiy fikrlashni muvaffaqiyatli rivojlantirishga hamda o'quvchilarning mustaqil g'oyalari, fikrlarini yozma va og'zaki shaklda tizimli bayon etish, himoya qilishga imkoniyat yaratadi.

“Xulosalash” metodidan ma’ruza mashg’ulotlarida individual va juftliklardagi ish shaklida, amaliy va seminar mashg’ulotlarida kichik guruhlardagi ish shaklida mavzu yuzasidan bilimlarni mustahkamlash, tahlili qilish va taqqoslash maqsadida foydalanish mumkin.

**Методни амалга ошириш тартиби:**



тренер-ўқитувчи иштирокчиларни 5-6 кишидан иборат кичик гуруҳларга ажратади;



тренинг мақсади, шартлари ва тартиби билан иштирокчиларни таништиргач, ҳар бир гуруҳга умумий муаммони таҳлил қилиниши зарур бўлган қисмлари туширилган тарқатма материаллари



ҳар бир гуруҳ ўзига берилган муаммони атрофлича таҳлил қилиб, ўз мулоҳазаларини тавсия этилаётган схема бўйича тарқатмага ёзма баён қилади;



навбатдаги босқичда барча гуруҳлар ўз тақдимотларини ўтказадилар. Шундан сўнг, тренер томонидан таҳлиллар умумлаштирилади, зарурий ахборотлар билан тўлдирилади ва мавзу

**Namuna:**

<b>Multimediali taqdimot yaratuvchi dasturlar</b>					
<b>Microsoft PowerPoint</b>		<b>Courselab Kingsoft</b>		<b>Prezi</b>	
afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi	afzalligi	kamchiligi
<b>Xulosa:</b>					

**“Keys-stadi” metodi**

«Keys-stadi» - inglizcha soʻz boʻlib, («case» – aniq vaziyat, hodisa, «stadi» – oʻrganmoq, tahlil qilmoq) aniq vaziyatlarni oʻrganish, tahlil qilish asosida oʻqitishni amalga oshirishga qaratilgan metod hisoblanadi. Mazkur metod dastlab 1921 yil Garvard universitetida amaliy vaziyatlardan iqtisodiy boshqaruv fanlarini oʻrganishda foydalanish tartibida qoʻllanilgan. Keysda ochiq axborotlardan yoki aniq voqea-hodisadan vaziyat sifatida tahlil uchun foydalanish mumkin. Keys harakatlari oʻz ichiga quyidagilarni qamrab oladi: Kim (Who), Qachon (When), Qaerda (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:</b> Keys va uning axborot ta'minoti bilan tanishtirish	<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:</b> Keysni aniqlashtirish va o'quv topshirig'ni belgilash	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ individual va guruhda ishlash;</li> <li>✓ muammolarni dolzarblik ierarxiyasini aniqlash;</li> <li>✓ asosiy muammoli vaziyatni belgilash</li> </ul>
<b>3-bosqich:</b> Keysdagi asosiy muammoni tahlil etish orqali o'quv topshirig'ining yechimini izlash, hal etish yo'llarini ishlab chiqish	<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:</b> Keys yechimini yechimini shakllantirish va asoslash, taqdimot.	<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>

**Keys.** Biror bir mavzuni o'rgatuvchi multimediali o'quv darsini yaratish.

#### Кейсни бажариш босқчилари ва топшириқлар:

- Кейсдаги муаммони келтириб чиқарган асосий сабабларни белгиланг(индивидуал ва кичик гуруҳда).
- Мобил иловани ишга тушириш учун бажариладагина ишлар кетма-кетлигини белгиланг (жуфтликлардаги иш).

#### «FSMU» metodi

**Texnologiyaning maqsadi:** Mazkur texnologiya ishtirokchilardagi umumiy fikrlardan xususiy xulosalar chiqarish, taqqoslash, qiyoslash orqali axborotni o'zlashtirish, xulosalash, shuningdek, mustaqil ijodiy fikrlash ko'nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Mazkur texnologiyadan ma'ruza mashg'ulotlarida, mustahkamlashda, o'tilgan mavzuni so'rashda, uyga vazifa berishda hamda amaliy

mashg'ulot natijalarini tahlil etishda foydalanish tavsiya etiladi.

**Texnologiyani amalga oshirish tartibi:**

- qatnashchilarga mavzuga oid bo'lgan yakuniy xulosa yoki g'oya taklif etiladi;
- har bir ishtirokchiga FSMU texnologiyasining bosqichlari yozilgan qog'ozlarni tarqatiladi:

Ф	• фикрингизни баён этинг
С	• фикрингизни баёнига сабаб кўрсатинг
М	• кўрсатган сабабингизни исботлаб мисол келтиринг
У	• фикрингизни умумлаштиринг

- ishtirokchilarning munosabatlari individual yoki guruhiy tartibda taqdimot qilinadi.

FSMU tahlili qatnashchilarda kasbiy-nazariy bilimlarni amaliy mashqlar va mavjud tajribalar asosida tezroq va muvaffaqiyatli o'zlashtirilishiga asos bo'ladi.

**“Assesment” 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:**

“Assesment” 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.

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



### Тест

Мультимедианинг дастурий воситалари неча турга бўлинади?  
 А. 2  
 В. 3



### Қиёсий таҳлил

- Мультимедиали ўқув дарсини яратувчи дастурий воситалар кўрсатгичларини таҳлил қилинг?



### Тушунча таҳлили

- Мультимедиали ўқув дарсини яратиш жараёнида овознинг синхронизацияси



### Амалий кўникма

- Мультимедиали ўқув дарсини яратувчи дастурий воситаларни ўрнатинг?

## “Insert” metodi

**Metodning maqsadi:** Mazkur metod o'quvchilarda yangi axborotlar tizimini qabul qilish va bilimlarni o'zlashtirilishini yengillashtirish maqsadida qo'llaniladi, shuningdek, bu metod o'quvchilar uchun xotira mashqi vazifasini ham o'taydi.

### Metodni amalga oshirish tartibi:

- o'qituvchi mashg'ulotga qadar mavzuning asosiy tushunchalari mazmuni yoritilgan input-matnni tarqatma yoki taqdimot ko'rinishida tayyorlaydi;
- yangi mavzu mohiyatini yorituvchi matn ta'lim oluvchilarga tarqatiladi yoki taqdimot ko'rinishida namoyish etiladi;
- ta'lim oluvchilar individual tarzda matn bilan tanishib chiqib, o'z shaxsiy qarashlarini maxsus belgilar orqali ifodalaydilar. Matn bilan ishlashda talabalar yoki qatnashchilarga quyidagi maxsus belgilardan foydalanish tavsiya etiladi:

Belgilar	1- matn	2- matn	3- matn
“V” – tanish ma'lumot.			
“?” – mazkur ma'lumotni tushunmadim, izoh kerak.			
“+” bu ma'lumot men uchun yangilik.			
“– ” bu fikr yoki mazkur ma'lumotga qarshiman?			

Belgilangan vaqt yakunlangach, ta'lim oluvchilar uchun notanish va tushunarsiz bo'lgan ma'lumotlar o'qituvchi tomonidan tahlil qilinib, izohlanadi, ularning mohiyati to'liq yoritiladi. Savollarga javob beriladi va mashg'ulot yakunlanadi.



### “Tushunchalar tahlili” metodi

**Metodning maqsadi:** mazkur metod talabalar yoki qatnashchilarni mavzu buyicha tayanch tushunchalarni o'zlashtirish darajasini aniqlash, o'z bilimlarini mustaqil ravishda tekshirish, baholash, shuningdek, yangi mavzu buyicha dastlabki bilimlar darajasini tashhis qilish maqsadida qo'llaniladi.

Metodni amalga oshirish tartibi:

- ishtirokchilar mashg'ulot qoidalari bilan tanishtiriladi;
- o'quvchilarga mavzuga yoki bobga tegishli bo'lgan so'zlar, tushunchalar nomi tushirilgan tarqatmalar beriladi ( individual yoki guruhli tartibda);
- o'quvchilar mazkur tushunchalar qanday ma'no anglatishi, qachon, qanday holatlarda qo'llanilishi haqida yozma ma'lumot beradilar;
- belgilangan vaqt yakuniga yetgach o'qituvchi berilgan tushunchalarning tugri va tuliq izohini uqib eshittiradi yoki slayd orqali namoyish etadi;
- har bir ishtirokchi berilgan tugri javoblar bilan uzining shaxsiy munosabatini taqqoslaydi, farqlarini aniqlaydi va o'z bilim darajasini tekshirib, baholaydi.

**Namuna:** “Moduldagi tayanch tushunchalar tahlili”

Tushunchalar	Sizningcha bu tushuncha qanday ma'noni anglatadi?	Qo'shimcha ma'lumot
Animatsiya	tasvirlar ketma-ketligi natijasida xarakat hosil qilinadi	
Axborot texnologiyalari	axborotni yig'ish, qayta ishlash, chiqarish va tarqatishda qo'llaniladigan dasturiy-apparat va usullar majmui	
	o'lchovli muhit bo'lib, muhit va o'zaro muloqotni o'rnatib beruvchi	
o'quv resurs	Ta'lim jarayonida qo'llaniladigan o'quv material	
Multimedaning apparat vositasi	multimedia komponentalari bilan ishlashga mo'ljallangan katta xotiraga ega kompyuter apparat vositalari	

**Izoh:** Ikkinchi ustunchaga qatnashchilar tomonidan fikr bildiriladi. Mazkur tushunchalar haqida qo'shimcha ma'lumot glossariyda keltirilgan.

### 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) doiralar 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.

- 

### **“Blits-o'yin” metodi**

**Metodning maqsadi:** o'quvchilarda tezlik, axborotlar tizmini tahlil qilish, rejalashtirish, prognozlash ko'nikmalarini shakllantirishdan iborat. Mazkur metodni baholash va mustahkamlash maksadida qo'llash samarali natijalarni beradi.

### **Metodni amalga oshirish bosqichlari:**

1. Dastlab ishtirokchilarga belgilangan mavzu yuzasidan tayyorlangan topshiriq, ya'ni tarqatma materiallarni alohida-alohida beriladi va ulardan materialni sinchiklab o'rganish talab etiladi. SHundan so'ng, ishtirokchilarga to'g'ri javoblar tarqatmadagi «yakka baho» kolonkasiga belgilash kerakligi tushuntiriladi. Bu bosqichda vazifa yakka tartibda bajariladi.

2. Navbatdagi bosqichda trener-o'qituvchi ishtirokchilarga uch kishidan iborat kichik guruhlariga birlashtiradi va guruh a'zolarini o'z fikrlari bilan guruhdoshlarini tanishtirib, bahslashib, bir-biriga ta'sir o'tkazib, o'z fikrlariga ishontirish, kelishgan holda bir to'xtamga kelib, javoblarini «guruh bahosi» bo'limiga raqamlar bilan belgilab chiqishni topshiradi. Bu vazifa uchun 15 daqiqa vaqt beriladi.

3. Barcha kichik guruhlar o'z ishlarini tugatgach, to'g'ri harakatlar ketma-ketligi trener-o'qituvchi tomonidan o'qib eshittiriladi, va o'quvchilardan bu javoblarni «to'g'ri javob» bo'limiga yozish so'raladi.

4. «To'g'ri javob» bo'limida berilgan raqamlardan «yakka baho» bo'limida berilgan raqamlar taqqoslanib, farq bulsa «0», mos kelsa «1» ball quyish so'raladi. SHundan so'ng «yakka xato» bo'limidagi farqlar yuqoridan pastga qarab qo'shib chiqilib, umumiy yig'indi hisoblanadi.

5. Xuddi shu tartibda «to'g'ri javob» va «guruh bahosi» o'rtasidagi farq chiqariladi va ballar «guruh xatosi» bo'limiga yozib, yuqoridan pastga qarab qo'shiladi va umumiy yig'indi keltirib chiqariladi.

6. Trener-o'qituvchi yakka va guruh xatolarini to'plangan umumiy yig'indi bo'yicha alohida-alohida sharhlab beradi.

7. Ishtirokchilarga olgan baholariga qarab, ularning mavzu bo'yicha o'zlashtirish darajalari aniqlanadi.

**«Elektron o'quv resurslarini yaratish» ketma-ketligini joylashtiring.**

### O'zingizni tekshirib ko'ring!

Harakatlar mazmuni	Yakka baho	Yakka xato	To'g'ri javob	Guruh bahosi	Guruh xatosi

#### “Brifing” metodi

“Brifing”- (ing. briefing-qisqa) biror-bir masala yoki savolning muhokamasiga bag'ishlangan qisqa press-konferentsiya.

#### O'tkazish bosqichlari:

1. Taqdimot qismi.
2. Muhokama jarayoni (savol-javoblar asosida).

Brifinglardan trening yakunlarini tahlil qilishda foydalanish mumkin. SHuningdek, amaliy o'yinlarning bir shakli sifatida qatnashchilar bilan birga dolzarb mavzu yoki muammo muhokamasiga bag'ishlangan brifinglar tashkil etish mumkin bo'ladi. Talabalar yoki tinglovchilar tomonidan yaratilgan mobil ilovalarning taqdimotini o'tkazishda ham foydalanish mumkin.

#### “Portfolio” metodi

“Portfolio” – (ital. portfolio-portfel, ingl. hujjatlar uchun papka) ta'limiy va kasbiy faoliyat natijalarini autentik baholashga xizmat qiluvchi zamonaviy ta'lim texnologiyalaridan hisoblanadi. Portfolio mutaxassisning saralangan o'quv-metodik ishlari, kasbiy yutuqlari yig'indisi sifatida aks etadi. Jumladan, talaba yoki tinglovchilarning modul yuzasidan o'zlashtirish natijasini elektron portfoliolar orqali tekshirish mumkin bo'ladi. Oliy ta'lim muassasalarida portfolioning quyidagi turlari mavjud:

Faoliyat turi	Ish shakli	
	Individual	Guruhiy
Ta'limiy faoliyat	Talabalar portfoliosi, bitiruvchi, doktorant, tinglovchi portfoliosi va boshq.	Talabalar guruhi, tinglovchilar guruhi portfoliosi va boshq.
Pedagogik faoliyat	O'qituvchi portfoliosi, rahbar xodim portfoliosi	Kafedra, fakultet, markaz, OTM portfoliosi va boshq.

### III. NAZARIY MASHGULOTLAR

#### 1-mavzu: MathCAD va Maple тизими.

1. Математик ифодалар ва функциялар.
2. MathCAD va Maple тизимида ифодалаш.

*Tayanch so'zlar: matematik paket, matematik masalalar echich, interfeys,*

matematik ifoda

### **Matematik ifodalar va ichki funksiyalar.**

Ichki funksiyalarning ko`plari bir nechta argumentga ega, ularning parametrlari va nomlarini esda saqlash qiyin. Shuning uchun quyidagicha ish yuritish ma'qul:

Ifodalardagi ichki funksiyalarni kiritish uchun:

- 1) ifodaga funksiyani qo'yish kerak bo'lgan joyni aniqlash.
- 2)  $f(x)$  yozuvli tugmani bosish.
- 3) function category (funksiya kategoriyasi) ro'yxati paydo bo'ladi, insert function (funksiyani qo'yish) muloqot oynasidan kerakli funksiya kategoriyasini tanlash.
- 4) function name (funksiya nomi) ro'yxatidan ichki funksiyaning nomini tanlash.
- 5) ok tugmasini bosish.
- 7) yetishmayotgan argumentlarni kiriting va natijani olish uchun = yoki > belgisini kiritish zarur.

Ko`pgina matematik ifodalarni Calculator paneli yordamida kiritish mumkin.

### **MathCad interfeysi**

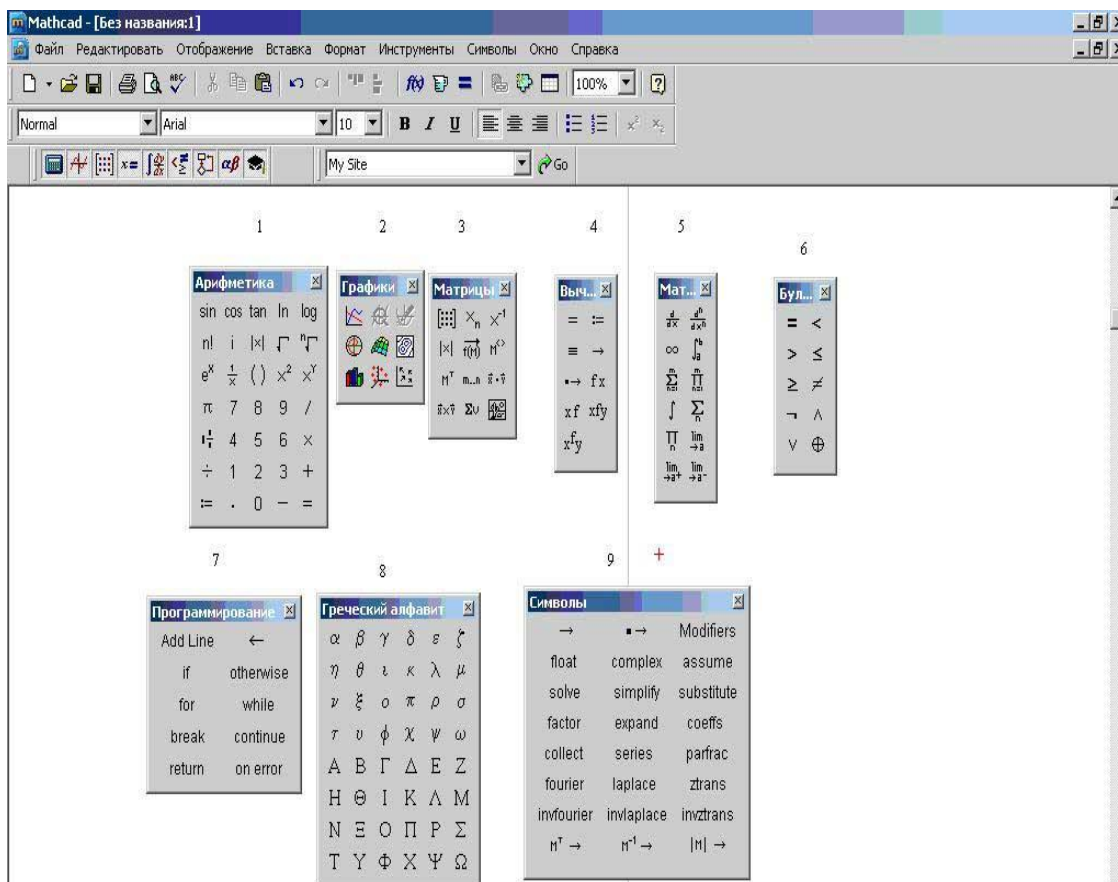
Mathcad turli-tuman ilmiy va muxandislik hisoblashlarni bajaruvchi matematik redaktordir. Mathcad vositasida elementar arifmetik amallardan tortib murrakkab sonli metodlar realizatsiyasini amalga oshirish mumkin. Sodda interfeysi, matematik hisoblashlarning ko`rgazmaliligi, keng standart funkstiyalar va sonli metodlar kutubxonasi mavjudligi, simvulli hisoblash xamda natijalarni turli shakllarda taqdim etish imkoniyatlari Mathcad dasturini eng ommaviy matematik dasturiy ta'minot darajasiga chiqishiga sabab bo'ldi. Mathcad tarkibiga bir-biri bilan integrallashgan bir necha komponent kiradi. Bular:

- Matematik ifoda va matnlarni kiritish, taxrirlash va formatlash imkonini beruvchi matnli muxarrir;
- Standart sonli metodlardan foydalanib, kiritilgan formulalar bo'yicha hisoblashlarni bajaruvchi prostessor;
- Analitik hisoblarni bajarishga imkon beruvchi simvulli prostessor;
- Interaktiv elektron kitob ko'rinishida matematik va muxandislik ma'lumotnomasi;

Mathcad dasturi muhitida quyidagi masalalarni hal etish mumkin:

- Mathcad formula redaktori yordamida matematik formulalar kiritish. Ushbu redactor imkoniyatlari Microsoft Word formula redaktoridan qolishmaydi;
- Kiritilgan formulalar bo'yicha matematik hisoblashlar birdaniga bajariladi;
- Turli tipdagi grafiklarni xujjatga joylashtirish;
- Turli formatdagi fayllarga ma'lumotlarni kiritish va chiqarish;
- Xujjatlarni Mathcad da bosmaga chiqarish;
- Yaratilgan xujjatlarni elektron kitob ko'rinishida birlashtirish; Mathcad dasturi komponentlari turli-tuman matematik xisoblashlar uchun qulay muxit bo'lib, bir vaqtning o'zida bu xisoblashlar natijalarini xujjatlashtirish imkonini beradi.

Dasturni yuklash buyrug`idan keyin Mathcad dasturi oynasi ekranga chiqariladi. Uning ko'rinishi rasmda ifodalangan.



Quyida Mathcad dasturi asosiy menyusi bo`limlari keltirilgan.

- Mathcad dasturi oynasi tizimi menyusini chiqaruvchi tugma.
- File- fayl va xujjatlarni yaratish, saqlash, electron pochtdan jo`natish yoki printerda chop etish bilan bog`liq buyruqlar to`plami;
- Edit- matnlarni tahrirlash uchun mo`ljallangan bo`yruqlar to`plami;
- View- mathcad ishchi oynasida xujjatlarning tashqi ko`rinishini boshqaruvchi buyruqlar to`plami;
- Insert- xujjatga turli ob`ektlarni joylashtirish uchun xizmat qiluvchi buyruqlar to`plami;
- Format- matn, formula va grafiklarni formatlovchi buyruqlar to`plami;
- Math- hisoblash jarayonini boshqaruvchi buyruqlar to`plami;
- Symbolics- simvolli hisoblashlar bo`yruqlari to`plami;
- Windows- turli xujjat oynalarini ekranda joylashtirish buyruqlari to`plami;
- Help- yordamchi axborotlarni chiqarish buyruqlari;

### *Uskunalar paneli*

Uskunalar paneli ko`p ishlatiluvchi buyruqlarga tez murojat etish imkoniyatini beradi. Bu yerda “Standart uskunalar paneli”, “matematik uskunalar paneli” va “formatlash uskunalar paneli” niajratish mumkin.

### **MathCad da algebraik hisoblashlar**

**Operatorlar.** Mathcad dasturidagi har bir operator biror matematik amalni misol

ko`rinishida ifodalaydi. Ular quyidagi turlarga bo`linadi: Arifmetik operatorlar, Hisoblash operatorlari, Mantiqiy operatorlar, Matritsa operatorlari, Ifoda operatorlari.



**Arifmetik operatorlar.** Asosiy arifmetik amallarni ifodalovchi operatorlar Calculator bo`limida joylashgan (Rasm 1).

1. Qo`shish va ayirish: +/-;
2. Ko`paytirish va bo`lish: \*,/;
3. Factorial: ! ;
4. Sonning moduli: ;
5. Kvadrat ildiz: ;
6. n-darajali ildiz ;
7. x ni y darajaga ko`tarish:  $x^y$  ;
8. Qavslar;
9. O`zlashtirish operatori;

### ***Mathcad da ko`phadning ildizlarini topish***

Ko`phad ildizlarini topish uchun Polyroot funksiyasidan foydalaniladi. U bir paytning o`zida kuphadning barcha ildizlarini topadi. Bunda **k** polinomning (kupxadning) ozod hadidan boshlab barcha koeffitsientlaridan iborat vektor. Nol koeffitsientlarni tashlab ketish mumkin emas.

Agar ko`phad **n** ta ildizga ega bo`lsa **b K** vektor **n+1** ta koeffitsientni o`z ichiga oladi. Bunda boshlang`ich yaqinlashishni kiritish kerak emas. **Polyroot** funksiyasi uchun ikki hil metoddan birini tanlash mumkin. Ulardan biri Lagerra metodi bo`lib, sukunat bo`yicha shu metod tanlanadi. Ushbu metodlarni tanlash uchun quyidagi amallarni bajarish kerak:

1. **Polyroots** so`zi ustida sichqoncha o`ng tugmasi bosiladi natijada kontekst menyu chaqiriladi.
2. Lagerra yoki Matritsa usullaridan biri tanlanadi.
3. Funksiyadan tashqarida sichqonchanning chap tugma bosiladi. Shunda tanlangan usul bo`yicha ildizlar hisoblanadi.

Hisoblash natijalarini vektor ko`rinishida yoki grafik ko`rinishida chiqarish mumkin. Bunda boshlangich yaqinlashish faqat bir marta beriladi, keyingi qadamlarda

oldingi hisoblashlarda boshlang'ich yaqinlashish deb olinadi.  $F(b,c,x)=x^2-bx-c$  tenglamani yechishni ko'raylik. Uning yechimlari **b** va **c** parametrlarning boshlang'ich qiymatlariga bog'liq.

Parametrlardan biriga biror sonli qiymat berib, ikkinchisini diskret o'zgaruvchi sifatida olsak, **root** funksiyasi yordamida **b** va **c** parametrlarning berilgan qiymatlariga mos yechimlarni topish mumkin. Buni  $c=4$  bo'lganda **b** diskret o'zgaruvchining bir nechta qiymatlari uchun ildizlar ko'rsatilgan.

**Mathcad** da tenglama yoki sistemalar iteratsion(yaqinlashish) usulda yechiladi. Shuning uchun yechishdan oldin barcha ildizlarning boshlang'ich yaqinlashishlarini berish kerak.

Mathcad da **ROOT** funksiyasi

Bu funksiya bitta noma'lumli bitta tenglamani yechishda ishlatiladi. Bu funksiya quyidagicha murojaat qilinadi:

**root (f(x),x)** bu erda **f(x)**-nolga teng bo'lgan ifoda, **x** argument. Bunda **x** ning boshlang'ich qiymatiga yaqin bo'lgan ildiz hisoblanadi. Agar ildizlar bir nechta bo'lsa, ularni topish uchun har biriga boshlang'ich qiymat berish kerak. Tenglamani yechishdan oldin uning ildizlari bor yo'qligini bilish uchun uning grafigini taqriban chizib ko'rib qurish va boshlang'ich yaqinlashishlarni grafikka qarab tanlash maqul.

**Mathcad** boshlang'ich yaqinlashishning o'rniga izlanayotgan yechim yotgan oraligni ko'rsatish imkonini beradi. Bunday xolda **root** funksiyasi to'rtta parametrga ega bo'ladi:

**Root(f(x),x,a,b)**. Bu erda **a** va **b** tenglamaning ildizlari yotgan intervalning chegaralari. Intervalning ichida bittadan ortiq ildiz bo'lmasligi kerak. Chunki **Mathcad** shu intervaldagi faqat bitta ildiznigina ekranga chiqaradi. Intervalning chegaralarida funksiya turli qiymatlar qabul qilishi kerak, aks holda ildiz topilmaydi.

Masalan,  $x^3-5x-1=0$ . buni **root** funksiyasiga qo'yamiz:

**root(x<sup>3</sup>-5x-1,x)=-0,202**

**x=0** dagi qiymati **root (f(x),x)=-0,202** ga teng **x** ning o'rniga bir nechta qiymat berib, boshqa yechimlarni ham topish mumkin.

Tenglamani foydalanuvchi funksiyasi yordamida yechish. Agar tenglamani undagi bitta yoki bir nechta parametrlarning turli qiymatlarida ko'p marta yechishga to'g'ri kelsa, o'z funksiyamizni yaratishimiz zarur. Uni yechish uchun ko'rsatilgan funksiya kamida parametr qiymatini yoki bu parametrlarning o'zgarish diapazonini bilish kerak.

Masalan  $f(x,y)=x^2-y^2x+2$  funksiyada u o'zgaruvchini parametr deb qarasaq, uning xar bir qiymatiga mos tenglamaning ildizini topamiz. (**f(x)=0**).

### ***Mathcad matematik paketi***

Mathcad paketi hisobchi-muxandislar uchun mo'ljallangan. Matematik mutaxassislari uchun boshqa sistemalar, masalan, Matlab sistemasi mavjud bo'lib u murakkab masalalarni dasturlash uchun mo'ljallangan. Bu dastur PSE ( problem solution environment-masalalar yechish uchun dasturli muhit) deb ataluvchi ifodalar sinfiga kiradi. Uning ishlashi tadqiqotchi nazari tushmaydigan ichki algoritm ishi bilan bog'liq.

Mathcad paketi injenerning amaliyotida har kuni uchraydigan ko'p vaqt talab qiluvchi masalalarni oson hal etishga imkon beruvchi kuchli mikrokalkulyator kabi ishlaydi. Bunga doimiy va o'zgaruvchi parametrlil algebraik va differensial tenglamani yechish, funktsiyani tekshirish, ekstremumni izlash, analitik va sonli differentsiallash va integrallash kabilarni misol keltirish mumkin.

Shu kabi sistemalar orasida Mathcadning afzallik tomonlari quyidagilar:

- masalalarni dasturlash yengil va ko'rgazmali
- matematik ifodalar injenerlar qog'ozda yozgani kabi kiritiladi
- foydalanish uchun qulay
- ichki vositalar yordamida yuqori sifatli jadvallar, grafiklar va matnlar bilan taminlangan texnik hisobotlar yaratish imkoniyati.

Umuman, uning yordamida turli-tuman matematik masalalarni yechish va natijalarni yuqori saviyada olish mumkin. Mathcaddan foydalanmaydigan zamonaviy matematikni tasavvur etish qiyin. Ushbu paket yordamida nafaqat soda va yordamchi hisoblashlarni, balki, yetarlicha murakkab hisob-kitoblar va ilmiy tadqiqotlar amalgam oshirish mumkin.

Mathcad butun dunyoga tanilgan. Undan 5mln. dan ortiq kishi foydalanadi. Har yili uning yangi versiyalari chiqariladi. Oxirgi paytlarda programmalarning takomillashishi kosmetik harakter kasb etadi. Interfeys yaxshilanadi, alohida funktsiyalarning imkoniyatlari kengaytiriladi, internetda ishlash vositalari takomillashtiriladi.

Paket haqidagi barcha ma'lumotlarni internetdagi <http://www.mathcad.com> saytidan, Mathcadning Rossiyadagi distribyuteri sayti ("Exponenta" kompaniyasi) <https://exponenta.ru/> dan olish mumkin.

Mathcadning foydalanuvchilari bular – talabalar, olimlar, injenerlar, turli texnik mutaxassislar va umuman matematik hisob-kitoblar bilan shug'ullanuvchiga foydalanish qulayligi, matematik amallarning ko'rgazmaliligi, sonli metodlarning va ichki funktsiyalar kutubxonasining boyligi, natijalarni ifodalashda kuchli apparatga ega ekanligi kabi imkoniyatlari Mathcadning eng ommaviy matematik ilovaga aylanishiga sabab bo'ldi.

Mathcad tarkibiga bir qancha integrallashgan komponentlar kiradi:

- kuchli matn redaktori matn va matematik ifodalarni kiritish, tahrirlash va formatlashga imkon beradi
- ichki sonli metodlardan foydalangan holda kiritilgan formulalar bo'yicha hisob-kitoblarni amalga oshiruvchi hisoblash protsessori
- sun'iy intellekt tizimiga kiruvchi, analitik hisob-kitoblarni o'tkazish imkonini beruvchi simvulli protsessor
- interaktiv elektron kitob ko'rinishda tashkil etilgan matematik va muxandislik bo'yicha ma'lumotlar saqlanuvchi katta kutubxonaga ega.

Boshqa matematik ilovalardan muhim farqi u "nimani ko'rsang, shuni olasan" (WYSIWY6) prinsipida ishlashi. Shuning uchun u foydalanish uchun juda qulay. Unda oldin dastur tuzish, keyin natija olish uchun uni bajarishga berish zarur emas. Buning o'rniga ichki formulalar redaktori yordamida matematik ifodani umumqabul qilingan ko'rinishda kiritiladi va shu zahoti natija olinadi. Bundan tashqari hujjatni printerda chop etish yoki uni elektron kitob tarkibiga qo'shish mumkin. Mathcadni



ishlab chiqaruvchilar dasturlash bo'yicha mazsus bilimga ega bo'lmagan foydalanuvchiga zamonaviy hisoblash fanlari va kompyuter texnologiyalari yutuqlaridan to'liq foydalana olishlari uchun barcha imkoniyatlarni yaratdilar.

Mathcad ishga tushgach uning asosiy oynasi ochiladi. Uning tuzilishi Windowsning boshqa ilovalari kabi yuqoridan pastga qarab oyna sarlavhasi, menyu satri, uskunalar paneli, ish varag'i va eng pastda holatlar satri joylashgan. Oddiy matn redaktorlari bilan birga yana matematik belgilarni kiritish va tahrirlash uchun mo'ljallangan Math nomli uskunalar paneli joylashgan. U va unga o'xshash qator yordamchi panellar vositasida tenglamalarni qulay kiritish imkoni mavjud.

### **Mathcad interfeysini tashkil etuvchi elementlar:**

menyu satri

uskunalar panellari (Standard (standart), Formatting (formatlash), Resources (resurslar) va Controls (boshqarish elementlari))

Math uskunalar paneli va uning yordamida ishga tushishi mumkin bo'lgan qisqacha matematik uskunalar paneli

- ishchi soha
- holatlar satri
- kontekst menyu
- muloqot oynalari
- Mathcadning qisqacha ma'lumotlari va ichki namunalaridan iborat resurslar oynasi

Ko'plab buyruqlarni menyu yordamida ham, uskunalar paneli yordamida ham bajarish mumkin.

Uskunalar paneli tez-tez ishlatiladi, buyruqlarni bajarishni tezlashtiradi.

### **Asosiy panellarga quyidagilar kiradi:**

- Standard – fayllar ustida boshqarish, tahrirlash, ob'yektlarni qo'yish, ma'lumotnomadan foydalanish kabi ko'plab amallarni bajaradi
- Formatting –matnlar va formulalarni formatlaydi
- Math –matematik belgilar va operatorlarni qo'yadi
- Resources –Mathcad resurslarini tez chaqirish (namunalar, darsliklar, elektron kitoblar va h. k)
- Controls –hujjatlarga foydalanuvchi interfeysidagi standart boshqarish elementlarini qo'yish (tekshirish bayroqlari, kiritish maydonlari)

Math paneli yordamida ekranga yana 9 ta panelni chiqarish mumkin Ulardan birini chaqirish uchun Math panelidan mos tugmani bosish yetarli.

### **Matematik panellarning vazifalari:**

- Calculator(kalkulyator) –asosiy matematik amallarni qo'yish uchun hizmat qiladi. Oddiy kalkulyator tugmalari kabi joylashgani uchun shunday nomlangan.
- Graph(grafik) –grafiklar joylashtirish.
- Matrix(matritsa) –matritsa va matritsa uchun operatorlarni qo'yish.
- Evaluation(ifoda) –boshqarish va hisoblash operatorlarini qo'yish.

- Calculus(hisoblash) –integrallash va differensiallash, qo`shish operatorlarini qo`yish.
- Boolean(bul operatorlari) – mantiqiy operatorlarni qo`yish.
- Programming(programmalash) – Mathcad vositalari bilan programmalash.
- Greek(grek simvollarini) – grek simvollarini qo`yish.
- Symbolic(simvolika) – simvolli operatorlarni qo`yish.

Matematik panelning ko`plab tugmalariga sichqoncha ko`rsatkichi keltirilganda suzib chiquvchi yordam paydo bo`ladi, unda qaynoq tugmalar ham ko`rsatiladi. Istalgan panelni Вид (View) menyusining Toolbars (uskunalar paneli) punkti yordamida chaqirish yoki yashirish mumkin.

Formula bo`yicha sodda hisoblashlarni bajarish uchun quyidagicha bajariladi:

1. ifoda yoziladigan joyni aniqlang va shu joyga sichqonchani bosiladi.
2. ifodaning chap qismini kiritiladi.
3. = belgisini yoki belgisi tenglik > belgisini kiritiladi.

1-holda ifodaning sonli qiymati, 2-holda analitik qiymati (agar mumkin bo`lsa) hisoblanadi. Masalan,  $\arccos(0)$  ni hisoblash uchun klaviaturadan  $\arccos(o)=$  yoki  $\arccos(o)>$  yozuvini kiritish yetarli, o`ng tomonda natija paydo bo`ladi.

**$\arccos(o)=1.571$**

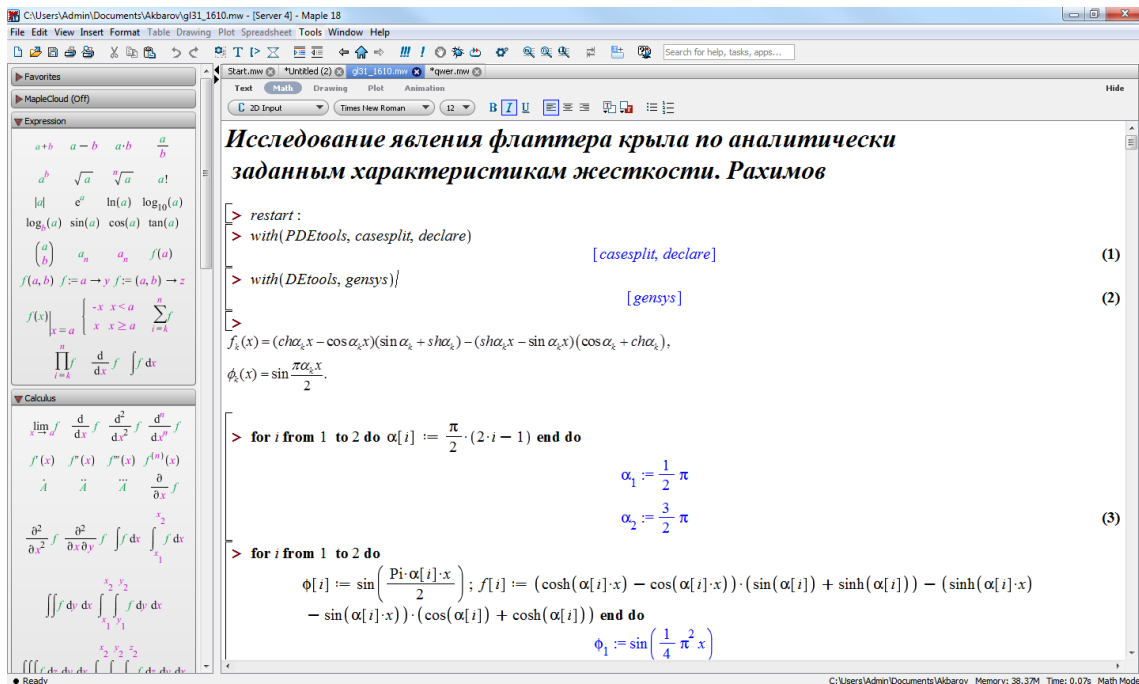
**$\arccos(o)>\pi/2$**

Dasturda hisoblashlar o`sha zahoti amalga oshiriladi. Murakkab va uzun hisoblarda uni **Esc** tugmasi orqali to`xtatib turgan foydali, kerak bo`lganda esa F9 orqali hisoblashni bajarish mumkin.

### **Maple tizimining asosiy imkoniyatlari va interfeysi**

**Maple** tizimida quyidagi imkoniyatlar mavjud:

1. **Maple** sistemasida ham juda ko`p matematik va statistik funksiyalar asosida ma`lumotlarni tahlil qilishning grafikli integrallashgan muhiti mavjud;
2. murakkab funksiyalarning 2 o`lchamli, 3 o`lchamli fazolarda grafiklarini chizib berishi mumkin;
3. **Maple** ning programmalashtirish tili asosida murakkab matematik, texnik va boshqa sohalaridagi masalalarni echish imkoniyatini beradi;
4. o`quv jarayonini tashkil qilishda kerakli mavzularning mashq va masalalar ob`ektlarining harakatini namoyish qilish uchun animatsion grafik muhit mavjud;
5. talabalar matematik usullarni o`rganishda juda murakkab hisoblarga vaqtini sarflamasdan, faqat usullarning mohiyatini, qo`llanilish sohalarini o`rganishlari uchun maxsus **Student** paketi mavjud;
6. **Maple Windows, MacOS, Unix, Linux** kabi operatsion muhitlarda joriy qilingan;



7. **Windows** operatsion tizimidagi **MS Office** ning turdosh tizimlari uchun integrallashgan muhitga ega;
8. Barcha bajariladigan ishlari ishchi varaq sifatida tashkil qilinib, muloqot interaktiv rejimda amalga oshiriladi;
9. **Excel** muhitida turib **Maple** ning grafikaga doir paketlariga murojaat qilish mumkin (**Excel** muhitida grafik chizish uchun funksiyaning qiymatlar jadvalini tuzish kerak);
10. Ishchi varaqlarni **RTF Word, LaTeX, HTML** formatlariga o'tkazib saqlash mumkin;
11. **Maple** muhitida «ob'ektlar» hosil qilish mumkin;
12. **Maple** dasturidagi xatoliklarni bartaraf qilish uchun **Java** imkoniyatlaridan foydalanish mumkin;
13. **Maple** vositasida yaratilgan dasturlardan elektron jadvallarga murojaat qilish mumkin.

Ixtiyoriy dasturiy tizimdan foydalanish uchun uning foydalanuvchilar bilan muloqot muhiti (**interfeys**) ni yaxshi bilish kerak.

**Maple** tizimining **Windows** operatsion muhitida joriy qilingan interfeysi haqida to'xtalamiz. Tizim ishga tushirilgandan keyin quyidagi rasmda ko'rsatilgan interfeys oynasi paydo bo'ladi.

Oyna olti qismdan tashkil topgan:

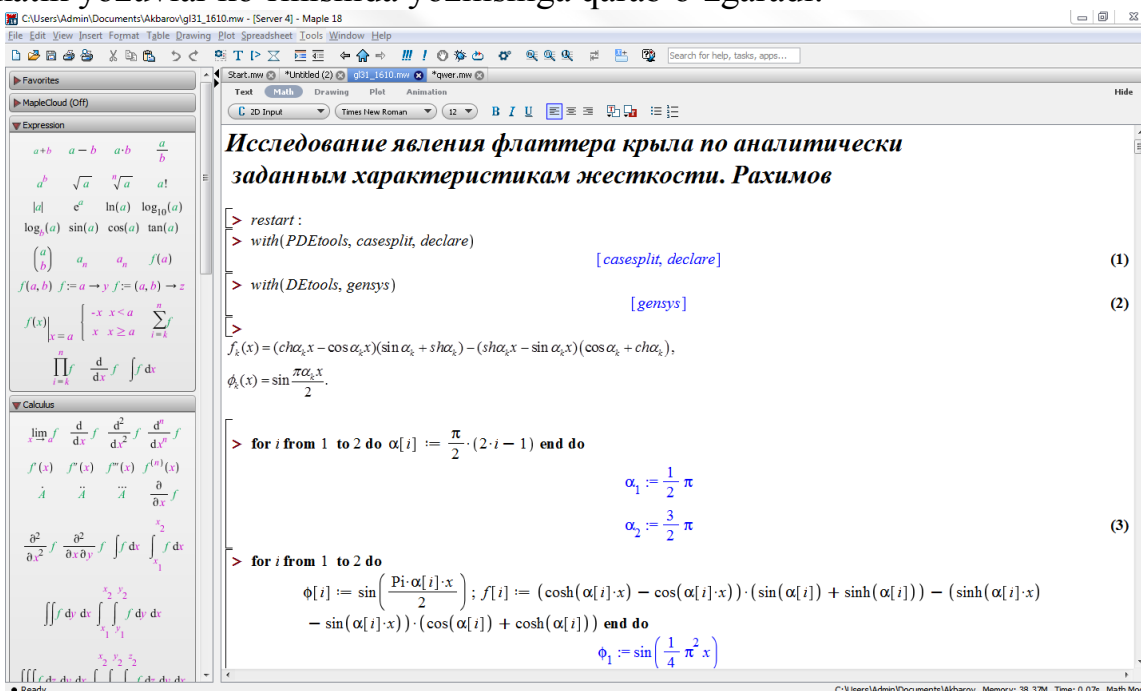
1. sarlavha;
2. asosiy menyular satri;
3. asosiy instrument(vosita)lar paneli;
4. kontekstli instrumentlar paneli;
5. ishchi varaqning maydoni;
6. holatlar satri.

Sarlavhada **Maple** tizimining belgisi va joriy ishchi varaq faylining nomi ko'rsatiladi.

Asosiy menyular satrining holati ishchi varaqqa aks ettirilgan hujjatning mazmuniga qarab o'zgarib turadi. Ishchi varaqda grafik tasvirlangan bo'lsa, u holda

asosiy menyular satrining holati rasmda tasvirlangan ko‘rinishda bo‘ladi

Asosiy menyular satrining pastki qismida amalda tez-tez qo‘llanilib turiladigan komandalarga biriktirilgan knopkalar ko‘rsatilgan asosiy instrumentlar paneli joylashgan. Bu knopkalar sichqoncha yordamida faollashtirilsa, ularga biriktirilgan komandalar bajariladi. Panelning holati ishchi varaqdagi hujjatga bog‘liq emas. Bu panelning pastki qismida kontekstli instrumentlar paneli joylashgan. Kursor ishchi varaqning qanday qismida joylashganligiga va qanday ma‘lumotni ko‘rsatib turishiga qarab, kontekstli instrumentlar panelining holati o‘zgarib turadi. Panelning besh xil holati mavjud: ikki o‘lchamli, uch o‘lchamli, animatsiyali grafiklar aks ettirilgan paytdagi holati va kursorni ishchi varaqning ma‘lumot kiritish yoki chiqarish maydonida turishiga mos holatlari. Kursor ma‘lumotlarni kiritish maydonida turgan bo‘lsa, kontekst menyuning holati komandalarni standart **Maple** yoki standart matematik yozuvlar ko‘rinishida yozilishiga qarab o‘zgaradi.



**Maple** ning interfeysida bir nechta oynadagi ishchi varaqlar bilan ishlash va giperlavhalar yordamida ishchi varaqlarning biridan ikkinchisiga o‘tish mumkin.

**Maple** tizimida muloqot interaktiv rejimda amalga oshiriladi. Foydalanuvchi ishchi varaqning kiritish maydoniga kerakli komanda yoki komandalar guruhini kiritib, «**Enter**» tugmachasini bosish orqali ularning bajarilishini amalga oshirishi mumkin. Komandalar > belgisidan keyin kiritiladi va ularning qizil rangda aks ettirilishi **Maple** ning standart talqinida (notatsiyasida) amalga oshirilayotganini bildiradi. Agar bir nechta komandani bir guruhga birlashtirish kerak bo‘lsa, oxirgi komandadan tashqari barcha komandalardan keyin «**Shift**»+«**Enter**» juftlik tugmachalarni bosish kerak. Oxirga komanda kiritilgandan keyin «**Shift**» tugmachani bosish kerak. Komandalar guruhi tashkil qilingandan keyin guruhning ixtiyoriy bir komandasidan keyin «**Enter**» tugmasini bosish ularning barchasini bajarilishini ta‘minlaydi. Komandalar guruhi chap tomonidan umumiy «**[**» belgi bilan qamrab olinadi. Agar har bir komandani alohida «**[**» belgi qamrab olgan bo‘lsa, ularning har biri mustaqil bajariladi. Agar komanda «**;**» belgi bilan tugasa, u bajarilgandan keyin albatta natija chiqarish maydonida aks ettiriladi va «**;**» belgi bilan tugasa, komanda bajariladi, lekin natija aks ettirilmaydi.

**Ishchi varaqning foydalanuvchi tomonidan ma'lumotlar kiritiladigan qismiga kiritish maydoni** deyiladi. Kiritish maydoniga **Maple** ning komandalarini, operatorlarini va izohlar uchun matn kiritish mumkin. Yangi ishchi varaq yaratilganda, jimlik qoidasi bo'yicha **Maple** ning komanda va operatorlarini kiritish rejimi o'rnatiladi. Bu rejimning belgisi «>» hisoblanadi. Agar komanda yoki operator to'g'ri kiritilsa chiqarish maydonida natija qayd qilinadi, aks holda xatolik sababi ko'rsatiladi. Kiritish maydonida komandalarni **Maple** talqinida

```
> for i to 2 do f2[i] := diff(f[i], x, x) end do;
```

yoki odatdagi matematik yozuv talqinida

```
> for i to 2 do  $f2_i := \frac{\partial^2}{\partial x^2} f_i$  end do
```

aks ettirish mumkin.

### **Nazorat uchun savollar:**

1. MathCad qanday so'zlardan tashkil topgan?
2. MathCad va Maple dasturini ishga tushirish tartibini ayting?
3. MathCad va Maple interfeysining oyna tuzilishi qanday?
4. MathCad va Mapleda matematik panel vositalarini sanab o'ring?
5. Arifmetik amallar qanday bajariladi?
6. Mantiqiy amallarni sanab o'ring?

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:**

1. Алексеев Е. Р. , Чеснокова О. В. Решение задач вычислительной математики в пакетах MathCad 12, MATLAB 7, Maple 9. – М. : ИТ Пресс, 2006. – 496 с. : ил. – (Самоучител).
2. Дащенко А. Ф. , Кириллов В. Х. , Коломиец Л. В. , Оробей В. Ф. MATLAB в инженерных и научных расчетах. Монография. Одесса «Астропринт», 2003. – 214 с.
3. Плис А. И. , Силвина Н. А. MathCad 2000: Математический практикум для экономистов и инженеров: Учеб. пособие. – М. Финансы и статистика, 2000 г.
4. Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в MathCad. Учебный курс. СПб. : Питер, 2003.
5. В. П Дяконов MathCad 2000: Учебный курс. Питер 2002 г.
6. О. А. Сдвижков Дашков И. К. MathCad - 2000: Введение в компьютерную математику. 2002 г.
7. Д. А Гурский. Вычисление в MathCad. Новое знание 2003 г.
8. Ne'matov A. , Oxunboev M. , Sobirov N. MathCad tizimida matematik masalalarni yechish. Uslubiy qo'llanma. Toshkent, 2009 y. 50 b.

## 2-mavzu. Algebra va sonlar nazariyasi masalalarini echish.

### Reja:

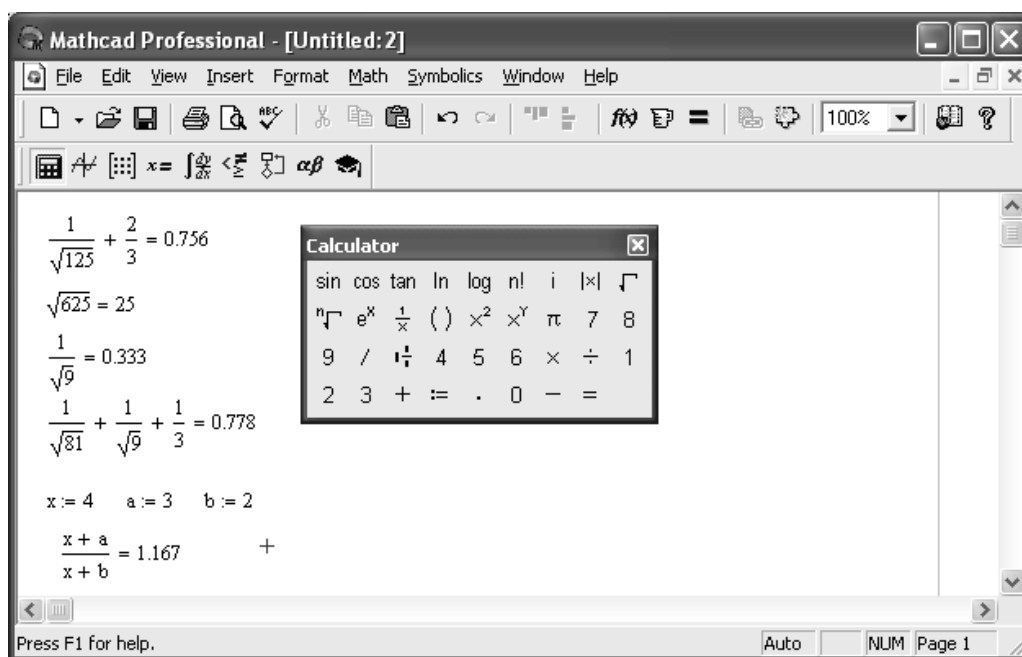
1. MathCAD va Maple tizimida matematik analiz masalalarini echiш.
2. Дифференциал tenglamalarни umumiy echimini topиш.

*Tayanch iboralar: interfeys, o'zlashtirish operatori, matematik ifoda, simvulli yechish, hisoblash paneli, simvulli amallarni dasturlash, analitik ko'rinish*

### 1. Algebra va sonlar nazariyasi masalalarini echish(MatCAD).

MathCad interfeysining ish maydonida kursor qizil rangdagi plus belgisi (krestik) ko'rinishda bo'ladi. Ifodalarni kiritishda bu belgi kiritilayotgan ifodani egallab olgan ko'k burchakli holatga aylanadi. Ifodada turli matematik funksiyalar asosiy matematik shablondan olinadi.

O'zgaruvchilarga qiymat berish uchun o'zlashtirish operatori ":= " ishlatiladi. Hisoblashlarni amalga oshirish uchun oldin formuladagi o'zgaruvchi qiymatlari kiritiladi, keyin matematik ifoda yozilib tenglik " = " belgisi kiritiladi, natijada ifoda qiymati hosil bo'ladi.



**Masalan:** ushbu  $\frac{1}{\sqrt{125}} + \frac{2}{3}$  ifodani kiritish tartibi

Calculator (Kalkulyator) – asosiy matematik operatsiyalar shablonidan foydalanib quyidagicha amalga oshiriladi:

1.  $\frac{1}{\times}$  bosiladi va  $\frac{1}{\square}$  hosil bo'ladi.

2.  $\sqrt{\square}$  bosiladi va  $\frac{1}{\sqrt{\square}}$  hosil bo'ladi.

3. 125 teriladi va  $\frac{1}{\sqrt{125}}$  hosil bo'ladi.

4.  $+$  va  $\frac{1}{\times}$  bosiladi va  $\frac{1}{\sqrt{125}} + \frac{1}{\square}$  hosil bo'ladi.

5. Kursor turgan joyga 3 raqami teriladi, suratga 1 raqami

o'rniga 2 raqami teriladi va  $\frac{1}{\sqrt{125}} + \frac{2}{3}$  hosil bo'ladi.

6.  $=$  belgisini terish orqali ifodaning natijasi hosil

qilinadi, yani:  $\frac{1}{\sqrt{125}} + \frac{2}{3} = 0.756$

Boshqa hisoblashlarni ham xuddi shu tarzda amalga oshiriladi.

Oddiy va matematik ifodalarni tahrirlashda menu standart buyruqlaridan foydalaniladi. Tahrirlashda klaviaturadan ham foydalanish mumkin, masalan

- [Ctrl]+[X] – kesib olish;
- [Ctrl]+[C] – nusxa olish;
- [Ctrl]+[V] – qo'yish;
- [Ctrl]+[Z] – bajarishni bekor qilish.

Xuddi elektron jadvallaridagidek MathCaddagi hujjatga ixtiyoriy o'zgarish kiritsangiz bu o'zgarishga bog'liq bo'lgan barcha natijalar yangilanadi. MathCad o'ta murakkab matematik formulalarni hisoblashga mo'jallangan bo'lsa ham, uni oddiy kalkulyator sifatida ishlatish mumkin.

#### 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 $\otimes$
$0 \neg = 1$	$0 \wedge 0 = 0$	$0 \vee 0 = 0$	$0 \otimes 0 = 0$
$1 \neg = 0$	$0 \wedge 1 = 0$	$0 \vee 1 = 1$	$0 \otimes 1 = 1$
	$1 \wedge 0 = 0$	$1 \vee 0 = 1$	$1 \otimes 0 = 1$
	$1 \wedge 1 = 1$	$1 \vee 1 = 1$	$1 \otimes 1 = 0$

MathCadda ifodalarning qiymatlarini hisoblash tartibi xuddi matematikadagidek bo'ladi.

MathCadda diskret o'zgaruvchilar deganda sikl operatorini tushunish kerak. Bunday o'zgaruvchilar ma'lum qadam bilan o'suvchi yoki kamayuvchi sonlarni ketma-ket qabul qiladi. Masalan:

$x:=0..5$ . Bu shuni bildiradiki bu o'zgaruvchi qiymati qator bir necha qiymatlardir, ya'ni  $x=0,1,2,3,4,5$ .

$x:=1,1.1..5$ . Bunda 1 – birinchi sonni, 1,1 – ikkinchi sonni, 5 - oxirgi sonni bildiradi.

$x:=A,A+B..B$ . Bunda A – birinchi, A+B – ikkinchi, B - oxirgi sonni bildiradi.

Izoh! O'zgaruvchi diapazonini ko'rsatishda ikki nuqta o'rniga klaviaturadan (;) nuqta vergul kiritiladi yoki Matrix (Matritsa) panelidan Range Variable (Diskret o'zgaruvchi) tugmasi bosiladi. Hisoblangan qiymatni chiqarish uchun esa o'zgaruvchi va tenglik belgisini kiritish kifoya. Natijada o'zgaruvchi qiymati ketma-ket jadvalda chiqadi. Masalan,  $x:=0..5$  deb yozib, keyin  $x=$  kiritish kerak.

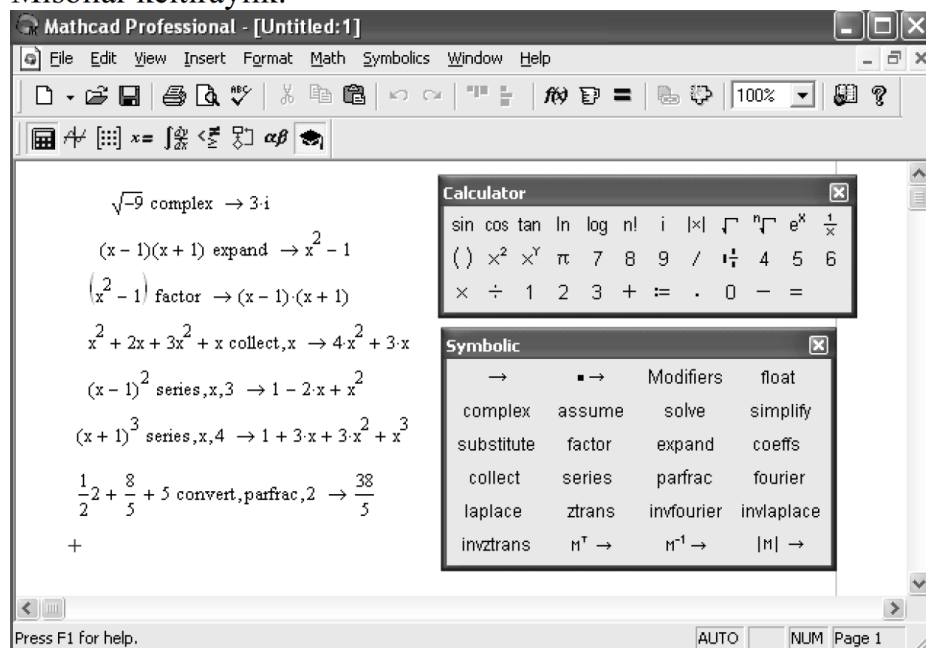
Foydalanuvchi funksiyaning uning argumentiga mos qiymatlarini hisoblab chiqarish va bu qiymatlarni jadval yoki grafik ko'rinishda tasvirlashda diskret o'zgaruvchilardan foydalanish qulaylikni keltiradi. Masalan,  $f(x)=\sin(x)\cdot\cos(x)$  funktsiya qiymatlarini x ning 0 dan 5 gacha bo'lgan qiymatlarida hisoblash kerak bo'lsa, u holda quyidagi kiritishni amalga oshirish kerak:  $f(x)=\sin(x)\cdot\cos(x)$   $x:=0..5$   $f(x)=javob$ .



Ifodalarni soddalashtirish va ko'phadlarni ko'paytuvchilarga ajratish, almashtirishlar (Laplas, Fure va h.k.)ni bajarish buyruqlari quyidagi jadvalda keltirilgan:

Vosita	Shablon	Ta'rifi
float	• Float, $\bullet \rightarrow$	Siljuvchi nuqtali shaklda hisoblash
complex	• complex, $\bullet \rightarrow$	Kompleks son shakliga o'tkazish
expand	• expand, $\bullet \rightarrow$	Bir necha o'zgaruvchili yig'indi, ko'paytma va darajani ochish
simplify	• simplify, $\bullet \rightarrow$	Ifodalarni ixchamlash, soddalashtirish
substitute	• substitute, $\bullet \rightarrow$	Ifodalarni hisoblash
collect	• collect, $\bullet \rightarrow$	Oddiy yig'indida tasvirlangan polinom ko'rinishdagi ifodani soddalashtirish
series	• series, $\bullet \rightarrow$	Darajali qatorga yoyish
assume	• assume, $\bullet \rightarrow$	Aniq qiymat bilan yuborilgan o'zgaruvchini hisoblash
parfrac	• parfrac, $\bullet \rightarrow$	Oddiy kasrga ifodalarni yoyish
coeffs	• coeffs, $\bullet \rightarrow$	Polinom koeffitsienti vektorini aniqlash
factor	• factor, $\bullet \rightarrow$	Ifodalarni ko'paytuvchilarga yoyish
fourier	• fourier, $\bullet \rightarrow$	Fure to'g'ri almashtirishi
laplace	• laplace, $\bullet \rightarrow$	Laplas to'g'ri almashtirishi
ztrans	• ztrans, $\bullet \rightarrow$	To'g'ri z – almashtirish
invfourier	• invfourier, $\bullet \rightarrow$	Fure teskari almashtirishi
invlaplace	• invlaplace, $\bullet \rightarrow$	Laplas teskari almashtirishi
invztrans	• invztrans, $\bullet \rightarrow$	Teskari z - almashtirish

## Misollar keltiraylik:



### ***Tenglamalarni sonli va simvulli yechish***

MathCad har qanday tenglamani, hamda ko'pgina differentsial va integral tenglamalarni yechish imkoniyatini beradi. Misol uchun kvadrat tenglamaning oldin simvulli yechimini topishni keyin esa sonli yechimini topishni qarab chiqamiz.

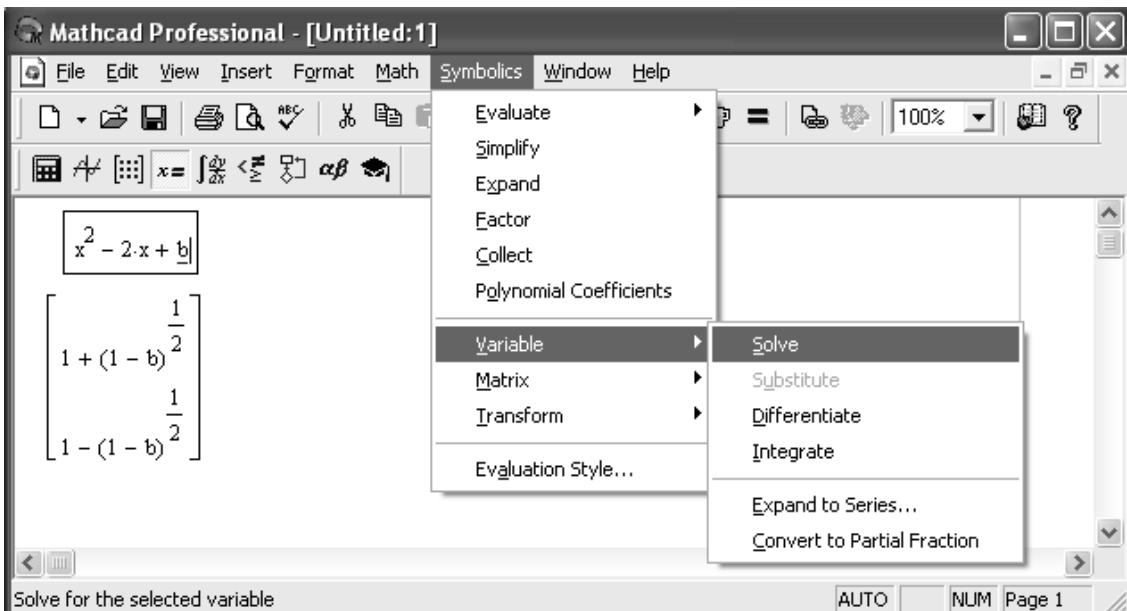
Simvulli yechish. Tenglamaning simvulli yechimini topish uchun quyidagi protsedurani bajarish kerak:

1. Tenglamani kiritish va tenglama yechimi bo'lgan o'zgaruvchini kursorning ko'k burchagida ajratish.

2. Bosh menyudan Symbolics  $\rightarrow$  Variable  $\rightarrow$  Solve (Simvulli ifoda  $\rightarrow$  O'zgaruvchi  $\rightarrow$  Yechish) buyrug'ini tanlash. (16-rasmda keltirilgan)

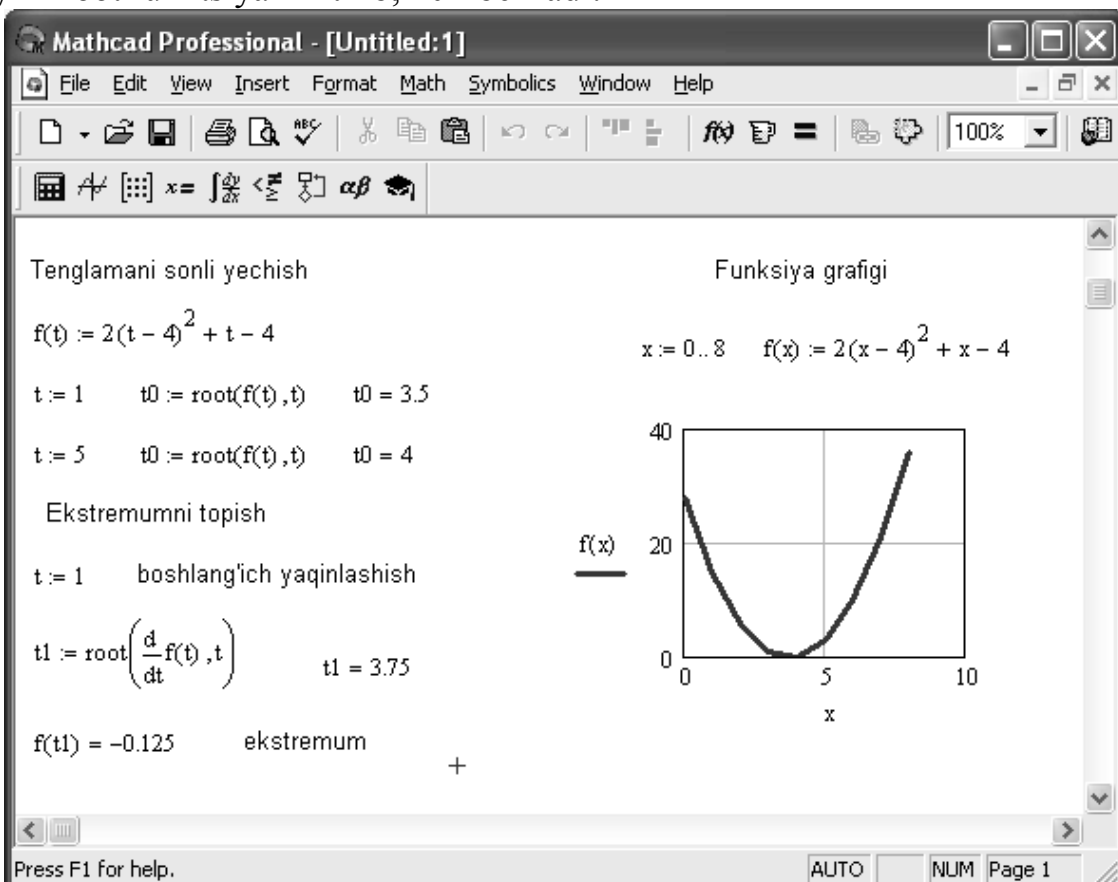
Sonli yechish. Algebraik tenglamalarni yechish uchun MathCadda bir necha funktsiyalar mavjud. Ulardan Root funktsiyasini ko'rib chiqamiz. Bu funktsiyaga murojaat quyidagicha:

Root(f(x),x).



Root funksiyasi iteratsiya usuli sekun bilan yechadi va sabab boshlang'ich qiymat oldindan talab etilmaydi. Quyida berilgan rasmda tenglamani sonli yechish va uning ekstremumini topish keltirilgan.

Tenglamani yechish uchun odlin uning grafigi quriladi va keyin uning sonli yechimi izlanadi. Funksiyaga murojaat qilishdan oldin yechimga yaqin qiymat beriladi va keyin Root funksiya kiritilib,  $x_0 =$  beriladi.



Root funksiyasi yordamida funksiya hosilasini nulgga tenglashtirib uning ekstremumini ham topish mumkin. Funksiya ekstremumini topish uchun quyidagi protsedurani bajarish kerak:

1. Ekstremum nuqtasiga boshlang'ich yaqinlashishni berish kerak.

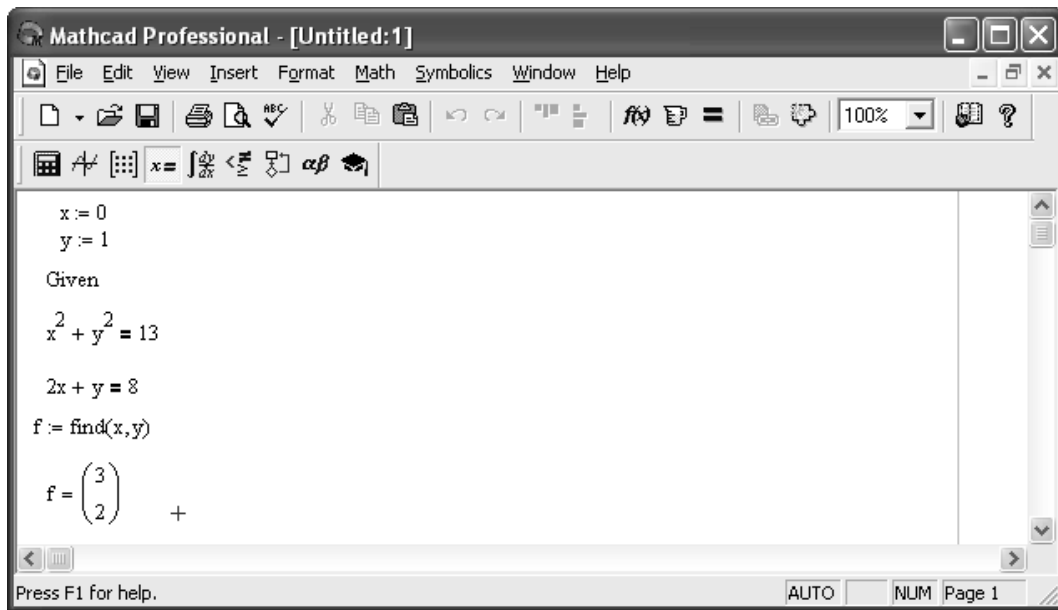
2. Root funksiyasini yozib uning ichiga birinchi tartibli differentsialni va o`zgaruvchini kiritish.
3. O`zgaruvchini yozib teng belgisini kiritish.
4. Funksiyani yozib teng belgisini kiritish.

### ***Tenglamalar sistemasini yechish***

MathCadda tenglamalar tizimini yechish

#### **Given...Find**

hisoblash bloki yordamida amalga oshiriladi. Tenglamalar tizimini yechish uchun iteratsiya usuli qo`llaniladi va yechishdan oldin boshlang`ich yaqinlashish barcha noma'lumlar uchun beriladi.



Tenglamalar tizimini yechish uchun quyidagi protsedurani bajarish kerak:

1. Tizimga kiruvchi barcha noma'lumlar uchun boshlang`ich yaqinlashishlarni berish.

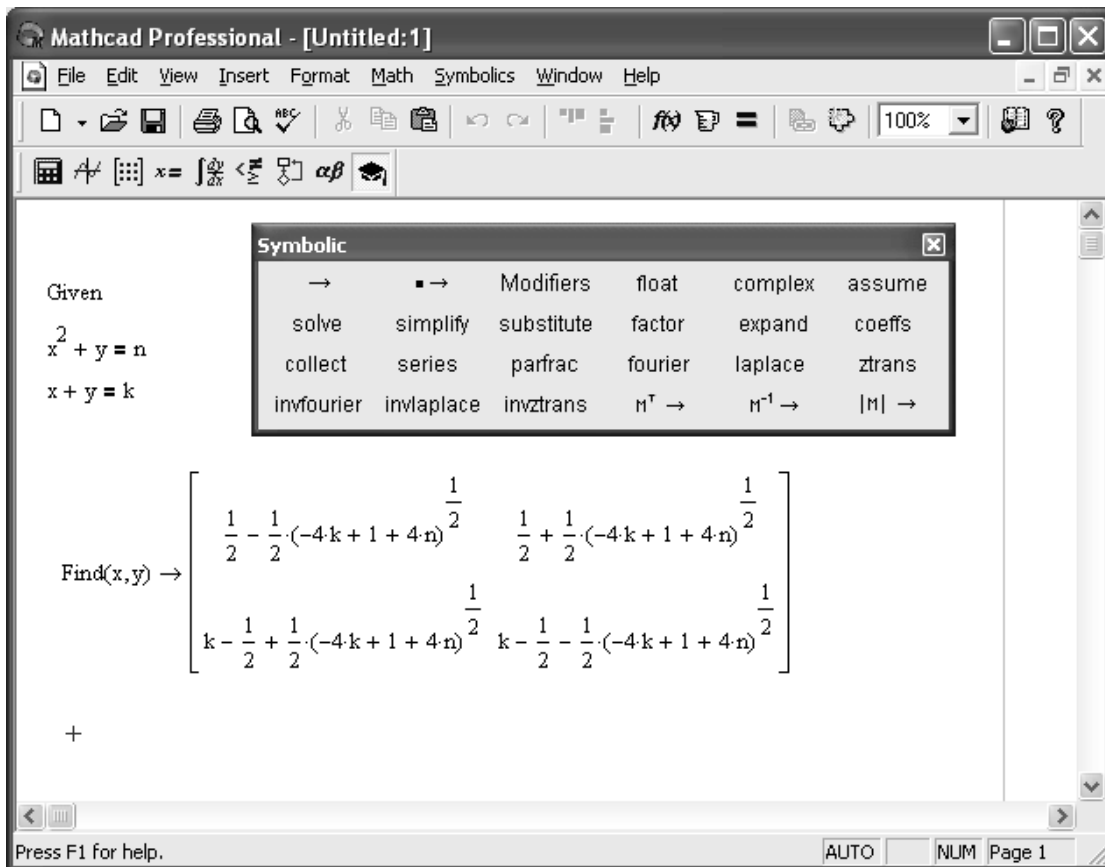
2. Given kalit so`zi kiritiladi.

3. Tizimga kiruvchi tenglama va tengsizlik kiritiladi. Tenglik belgisi qalin bo`lishi kerak, buning uchun Ctrl+= klavishilarini birgalikda bosish kerak bo`ladi yoki Boolean (Bul operatorlari) panelidan foydalanish mumkin.

4. Find funksiyasi tarkibiga kiruvchi o`zgaruvchi yoki ifodani kiritish.

Funksiyaga murojaat quyidagicha bajariladi: Find(x,y,z). Bu erda x,y,z – noma'lumlar. Noma'lumlar soni tenglamalar soniga teng bo`lishi kerak.

Find funksiyasi funktsiya Root ga o`xshab tenglamalar tizimini sonli yechish bilan bir qatorda, yechimni simvolli ko`rinishda ham topish imkonini beradi.



**Limitlarni hisoblash.** MathCadda limitlarni hisoblashning uchta operatori bor.

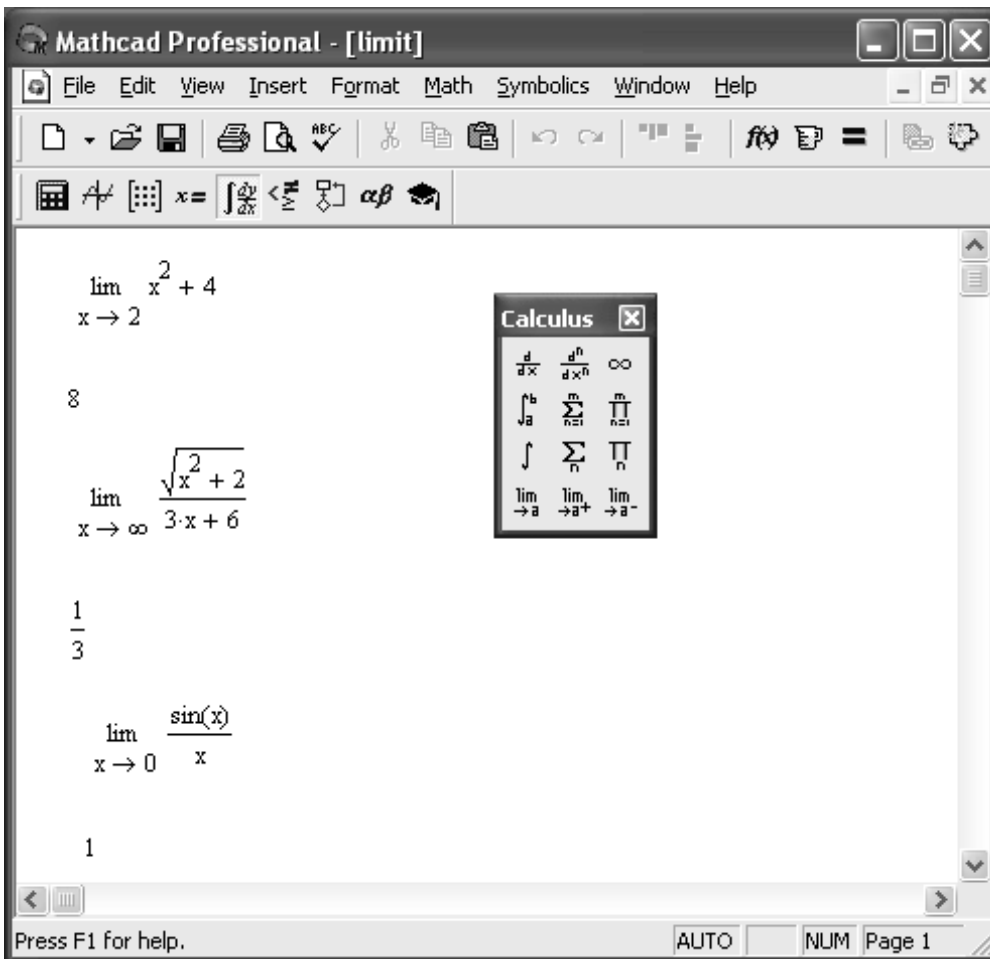
1. Matematika panelidan Calculus Toolbar (Hisoblash paneli) tugmasi basilsa, Calculus (Hisoblash) paneli ochiladi. U yerning pastki qismida limitlarni hisoblash operatorlarini kiritish uchun uchta tugmacha mavjud. Ularning birini bosish kerak.

2. lim so`zining o`ng tomonidagi kiritish joyiga ifoda kiritiladi.

3. lim so`zining ostki qismiga o`zgaruvchi nomi va uning intiladigan qiymati kiritiladi.

4. Barcha ifodalar burchakli kursorda yoki qora ranga ajratiladi.

5. Symbolics → Evaluate → Symbolically (Simvulli hisoblash → Baholash → Simvulli) buyruqlari beriladi. MathCad agar limit mavjud bo`lsa, limitning intilish qiymatini qaytaradi.



Limit	$\lim_{x \rightarrow a} f(x)$	[Ctrl] L	Funksiyani x aga intilgandagi limitini hisoblaydi.(simvolik rejimda)
Limit	$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x)$	[Ctrl] B	Funksiyani x aga chapdan intilgandagi limitini hisoblaydi. (simvolik rejimda)
Limit	$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x)$	[Ctrl] A	Funksiyani x aga o'ngdan intilgandagi limitini hisoblaydi. (simvolik rejimda)

## 2. Algebra va sonlar nazariyasi masalalarini echish(Maple).

### *Ifodalarni soddalashtirish*

Ifodalarni soddalashtirish uchun simplify funksiyasidan foydalaniladi. Ushbu funksiya quyidagi ko'rinishlarda ishlatiladi:

simplify(expr) — soddalashtirilgan exrr ifodani yoki Maple qoidalari doirasida soddalashtirish imkoniyati bo'lmasa uning o'zini qaytaradi;

simplify(expr, n1, n2, . . . ) — n1, n2 parametrlarni hisobga olgan holda soddalashtirilgan yexrr ifodani qaytaradi;

simplify(exrg,assume=prop) — hamma ko'rsatilgan shartlarni hisobga olgan holda soddalashtirilgan yexrr ifodani qaytaradi.

Quyidagi misollarni ko'raylik:

```
> simplify((3*x*y^3)^2);
```

$9x^2y^6$

```
> simplify((x^y)^x+3^(3));
```

$(x^y)^x + 27$

```
> simplify(sin(x)^2+cos(x)^2);
```

1

```
> e:=cos(x)^5+sin(x)^4+2*cos(x)^2-2*sin(x)^2-cos(2*x);
```

$e := \cos(x)^5 + \sin(x)^4 + 2 \cos(x)^2 - 2 \sin(x)^2 - \cos(2x)$

```
> simplify(e);
```

$\cos(x)^5 + \cos(x)^4$

```
> w:=(-5*b^2*a)^(1/2);
```

$w := \sqrt{-5b^2a}$

```
> simplify(w,radical);
```

$\sqrt{5} \sqrt{-b^2a}$

```
> simplify(w,radical,symbolic);
```

$b\sqrt{5} \sqrt{-a}$

Ayrim hollarda soddalashtirish amalga oshmasligi mumkin, masalan:

```
> simplify(sqrt(x^4*y^2));
```

$\sqrt{x^4y^2}$

Bunday hollarda kerakli aniqliklarni kiritib soddalashtirishga erishish mumkin

```
> simplify(sqrt(x^4*y^2),assume=real);
```

$x^2|y|$

```
> simplify(sqrt(x^4*y^2),assume=positive);
```

$x^2y$

Bu yerda o'zgaruvchilar birinchi holda real deb, ikkinchi holda musbat deb aniqlashtirildi.

### ***Simvulli amallarni dasturlash***

Simvulli amallarni dasturlashni  $f(x)=0$  ko'rinishidagi chiziqsiz tenglamalarni Nyutonning iteratsiyalar usuli bilan yechish misolida ko'raylik.

Ma'lumki Nyuton usuli quyidagi formulaga asosan iteratsion hisoblashlarga asoslangan:

$$x_{i+1} = x_i + f(x_i)/f'(x_i).$$

Uni simvulli ko'rinishda dasturlaymiz:

```
> NI := proc( f,x )
```

```
    description "Chiziqsiz tenglamalarni yechish";
```

```
    local i;
```

```
> i:=x-f/diff(f,x);
```

```
> unapply(i,x) end;
```

```
NI := proc( f, x )
```

```
local i;
```

```
description "Chiziqsiz tenglamalarni yechish";
```

```
    i := x - f/diff(f, x); unapply(i, x)
```

```
end proc
```

```

> print( NI );
proc(f, x)
local i;
description "Chiziqsiz tenglamalarni yechish";
    i := x - f/diff(f, x); unapply(i, x)
end proc

```

Bu yerda iteratsion formulani analitik ko'rinishda olish uchun unapply funksiyasi ishlatilgan. Endi yechilishi zarur bo'lgan ifoda berilsa yechimning analitik ifodasini olish mumkin:

```

> f:=sin(x)^2-0.5;
f := sin(x)2 - .5
> T:=NI(f,x);

$$T := x \rightarrow x - \frac{1}{2} \frac{\sin(x)^2 - .5}{\sin(x) \cos(x)}$$


```

So'ngra x uchun boshlang'ich yaqinlashishni x=x0 ko'rinishida berib qator iteratsiyalar uchun hisoblash natijalarini olish mumkin:

```

> x0:=0.2;
x0 := .2
> to 8 do x0:=T(x0);od;
x0 := 1.382611210
x0 := .117460944
x0 := 2.206529505
x0 := 2.360830634
x0 := 2.356194357
x0 := 2.356194490
x0 := 2.356194490
x0 := 2.356194490

```

Bu misoldan boshlang'ich sakrashlardan keyin tezlik bilan aniq yechimga yaqinlashilganligini ko'rish mumkin. Ushbu usul yordamida tenglamaning faqat bitta ildizini topish mumkin. Boshqa ildizlar boshlang'ich shartni o'zgartirish yo'li bilan aniqlanadi, masalan:

```

> x0:=5.0;
x0 := 5.0
> to 8 do x0:=T(x0);od;
x0 := -1.797189560
x0 := -1.192931138
x0 := -1.280714861
x0 := -1.284021145
x0 := -1.284025417
x0 := -1.284025416
x0 := -1.284025417
x0 := -1.284025416

```



Yuqorida olingan dastur yordamida boshqa funktsiyalarni (tenglamalarni) ham yechish mumkin. Masalan  $\ln(x^2) - 0.5 = 0$  chiziqsiz tenglamani yechishni ko'raylik:

```
> f:=ln(x^2)-0.5;  
f := ln(x^2) - .5  
> T:=NI(f,x);  
T := x → x - 1/2 (ln(x^2) - .5) x  
> x0:=0.2;  
x0 := .2  
> to 8 do x0:=T(x0);od;  
x0 := .5718875825  
x0 := 1.034437603  
x0 := 1.258023119  
x0 := 1.283760340  
x0 := 1.284025389  
x0 := 1.284025417  
x0 := 1.284025416  
x0 := 1.284025417
```

Bu yerda itaratsiya formulasi boshqacha ko'rinishga ega bo'ldi (bunday bo'lishi tabiiy), lekin bunga qaramasdan bir necha iteratsiyalardan keyin aniq ildizga yaqinlashildi.

### Tenglama va tengsizliklarni yechish

#### *Tenglamalarni analitik ko'rinishda yechish*

Chiziqli va chiziqsiz bo'lmagan tenglamalarni analitik ko'rinishda yechish uchun universal bo'lgan solve funktsiyasidan foydalaniladi. U quyidagi shakllarda bo'lishi mumkin:

```
solve(eqn, var)  
solve(eqns, vars)  
Parametrlari
```

- eqn** - tenglama, tengsizlik yoki protsedura
- eqns** - tenglamalar yoki tengsizliklar to'plami
- var** - o'zgaruvchi (unga nisbatan yechim izlanadi)
- vars** - o'zgaruvchilar (ularga nisbatan yechim izlanadi)

Agar eqn ni yozishda tenglik yoki tengsizlik belgisi ishlatilmasa solve funktsiyasi  $eqn=0$  tenglamaning ildizlarini izlaydi.

Tenglamalar sistemasini yechishda tenglamalar va o'zgaruvchilar ko'plik shaklida, ya'ni figurali qavs ichida beriladi. Natijalar ham ko'plik shaklida bo'ladi. Ularni odatdagi ko'rinishga keltirish uchun assign funktsiyasi ishlatiladi. U ko'plikdan (figurali qavs ichidan) olingan qiymatlarni o'zgaruvchilarga beradi.

Tenglamalarning yechimlari analitik ko'rinishda bo'ladi. Ularni sonli ko'rinishga o'tkazish uchun evalf yoki convert funktsiyalaridan foydalaniladi:

```
> z=x*y  
> x=solve( z=x*y, x );  
x = z/y
```

```
> y=solve( z=x*y, y );
```

$$y = \frac{z}{x}$$

```
> x3-4x=8
```

```
> x=evalf(solve(x3-4*x=8,x));
```

```
x = (2.649435914, -1.324717958 + 1.124559025 I, -1.324717958 - 1.124559025 I)
```

*Natijani evalf funksiyasi yordamida yaqqol ko'rinishga o'tkazish*

Quyidagi misolda RootOf funksiyasi orqali ifodalangan natijani evalf funksiyasi yordamida yaqqol ko'rinishga o'tkazilgan:

```
> x - cos(x) = 0
```

```
> f := proc(x) x-cos(x) end proc:
```

```
solve( f(x),x);
```

```
RootOf(_Z - cos(_Z))
```

```
> x=evalf(%);
```

```
x = .7390851332
```

Keyingi misolda funktsiya ko'rinishida berilgan tenglamani yechish ko'rsatilgan:

```
> eq := x4-5*x2+6*x=2;
```

```
eq := x4 - 5 x2 + 6 x = 2
```

```
> x[1,2,3,4]=evalf(solve(eq,x));
```

```
x1,2,3,4 = (1., 1., .732050808, -2.732050808)
```

Tenglamalar sistemasini yechishga misollar:

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1$$

$$3x_1 + x_2 = 3$$

$$x_1 - 2x_2 - x_3 = 0$$

```
> tenglamalar := {x1+x2+x3=1, 3*x1+x2=3, x1-2*x2-x3=0};
```

```
tenglamalar := { 3 x1 + x2 = 3, x1 - 2 x2 - x3 = 0, x1 + x2 + x3 = 1 }
```

```
> yechimlar:= solve( tenglamalar );
```

```
yechimlar:= { x2 =  $\frac{3}{5}$ , x3 =  $-\frac{2}{5}$ , x1 =  $\frac{4}{5}$  }
```

```
> evalf(solve( tenglamalar ));
```

```
{ x2 = .6000000000, x3 = -.4000000000, x1 = .8000000000 }
```

*Tenglamalar sistemasi grafik yo'l bilan yechish*

Quyidagi misolda tenglamalar sistemasi grafik yo'l bilan yechilgan. Buning uchun avval bibliotekadan grafiklarni qurish funksiyasi plots chaqiriladi:

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

```
Warning, the name changecoords has been redefined
```

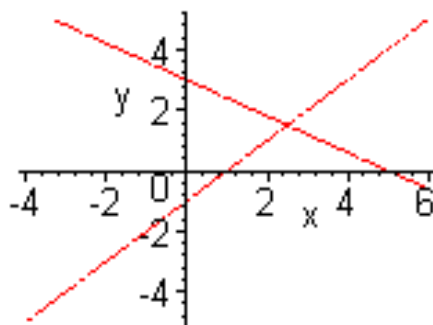
```
> sys:={3*x+5*y=15, y=x-1};
```

```
> solve(sys,{x,y});
```

```
{ x =  $\frac{5}{2}$ , y =  $\frac{3}{2}$  }
```

Quriladigan grafik abtsissa va ordinata o'qlarining chegaralari ko'rsatiladi:

```
> implicitplot(sys,x=-6..6,y=-5..5);
```



Uchta tenglamadan iborat sistemani yechish va uning uch o'lchamli grafigini qurishga misol:

> **restart:with(plots):**

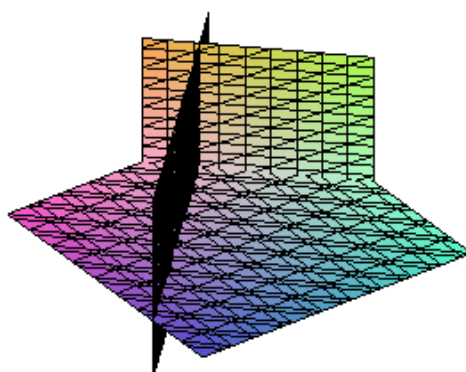
Warning, the name changecoords has been redefined

> **sys:={z=4,x+y=10,x-y=5}:**

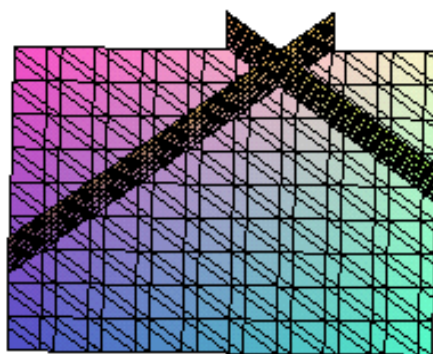
> **solve(sys,{x,y,z});**

$\{z=4, y=\frac{5}{2}, x=\frac{15}{2}\}$

> **display(implicitplot3d(sys,x=-10..10,y=-10..10,z=-10..10));**



Qurilgan grvfikning ustiga sichqonchanning ko'rsatkichini olib kelib, uning chap tugmasi bosilgan holatda aylantirib, grafikni kerakli ko'rinishga kelguncha aylantirish mumkin:



Quyidagi misolda to'rtta tenglamadan iborat sistemaning yechilishi ko'rsatilgan:

> **sys:={4\*x1+7\*x2-x3+3\*x4=11,**

> **-2\*x1+2\*x2-6\*x3+x4=4,**

```
> x1-3*x2+4*x3-x4=-3,
> 3*x1-5*x2-7*x3+5*x4=8};
> solve(sys,{x1,x2,x3,x4});
{ x2 = 8/19, x1 = 135/19, x3 = -81/19, x4 = -156/19 }
```

Maple to'liq bo'lmagan tenglamalar sistemasini ham yechishi mumkin:

```
> restart:sys:={4-x1+x2=5,x1=7,x1+x4-x3=8};
> solve(sys,{x1,x2,x3,x4});
{ x2 = 8, x4 = 1 + x3, x3 = x3, x1 = 7 }
```

### ***CHiziqli bo'lmagan va trantsendent tenglamalarni yechish***

CHiziqli bo'lmagan va trantsendent tenglamalarni yechish uchun tenglamalar sistemasi va noma'lumlar to'plam ko'rinishida beriladi:

```
> restart:
> solve({x*y=a,x+y=b},{x,y});
{ y = RootOf(_Z^2 - _Zb + a), x = -RootOf(_Z^2 - _Zb + a) + b }
> allvalues(%);
allvalues( { y = 1/2 b + 1/2 sqrt(b^2 - 4 a), x = 1/2 b - 1/2 sqrt(b^2 - 4 a) },
allvalues( { y = 1/2 b - 1/2 sqrt(b^2 - 4 a), x = 1/2 b + 1/2 sqrt(b^2 - 4 a) } )
```

Yuqoridagi tenglamaning a=2 va b=3 qiymatlar uchun yechimi:

```
> s:=solve({x*y=2,x+y=3},{x,y});
s := { y = 1, x = 2 }, { y = 2, x = 1 }
```

Keyinchalik boshqa tenglamalarni yechishda x va y noma'lumlardan foydalanadigan bo'lsak xatoliklar yuzaga kelmasligi uchun, ularni aniqlanmagan holatga unassing funktsiyasi yordamida yoki qo'shtirnoqlarning ichiga olish yo'li bilan o'tkazamiz:

```
> unassing('x');y:='y';
unassing(x)
y := y
> x;y;
x
y
```

### ***RootOf funktsiyasi***

Tenglamalarni yechishda RootOf funktsiyasi hosil bo'lib qolishi mumkin. U tenglama ildizlarini radikallar yordamida ifodalab bo'lmasligini ko'rsatadi. RootOf funktsiyasi mustaqil holda ham RootOf(expr) yoki RootOf(expr,x) (bu yerda expr-algebraik ifoda, x-o'zgaruvchi) ko'rinishlarida qo'llanilishi mumkin. Yechim x o'zgaruvchiga nisbatan izlanadi. Agar x ko'rsatilmagan bo'lsa z o'zgaruvchi bo'yicha umumiy yechim izlanadi. RootOf ko'rinishdagi yechimni yaqqol holda olish uchun all values funktsiyasidan foydalaniladi:

```

> RootOf(a*x^2=a/x,x);
RootOf(_Z^2 - 1)
> allvalues(%);
allvalues(1), allvalues( $-\frac{1}{2} + \frac{1}{2}I\sqrt{3}$ ), allvalues( $-\frac{1}{2} - \frac{1}{2}I\sqrt{3}$ )
> restart:RootOf(x^2-16,x);
RootOf(_Z^2 - 16)
> x[1,2]:=allvalues(%);
 $x_{1,2} := 4, -4$ 

```

Demak, RootOf funktsiyasi tenglamalarni ixcham ko'rinishda yechishning samarali usuli ekan.

### ***Tarkibida maxsus funktsiyalar bo'lgan tenglamalarni yechish***

Maple tizimining afzalliklaridan biri tarkibida maxsus funktsiyalar bo'lgan tenglamalarni yechish hisoblanadi:

```

> solve(max(x,3*x-12)=min(10*x+8,22-x),{x});
{  $x = \frac{-8}{9}$  }, {  $x = \frac{17}{2}$  }
> solve(x-.9=sin(x/25),{x});
{  $x = .9374908456$  }
> solve(ln(x)=sqrt(8),{x});
{  $x = e^{(2\sqrt{2})}$  }
> solve(3*x=ln(x),{x});
{  $x = -\frac{1}{3} \text{LambertW}(-3)$  }
> evalf(%);
{  $x = -.1556659526 - .6072466076 I$  }

```

Tenglamaning aniqlangan ildizlarini o'rniga qo'yib tekshirib ko'ramiz:

```

> 3*(.1556659526-.6072466076*I);
.4669978578 - 1.821739823 I
> ln(-.1556659526-.6072466076*I);
-.4669978580 - 1.821739823 I

```

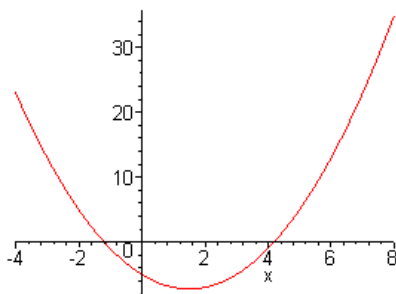
### ***Tengsizliklarni yechish***

Tengsizliklarni yechish uchun ham solve funktsiyasidan foydalaniladi. Tengsizliklar tenglamalar singari beriladi. Maple tengsizlikning aniqlanish sohasini beradi. Bunda tengsizlik o'rinli bo'lmagan qiymat *Open* so'zi bilan ko'rsatiladi:

```

> solve(7*x-3>67,x);
RealRange (Open(10), ∞)
> solve(7*x-3>=67,x);
RealRange (10, ∞)
> solve(x^2-3*x-5>0,x);
RealRange( $-\infty, \text{Open}(\frac{3}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{29})$ ), RealRange( $\text{Open}(\frac{3}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{29}), \infty$ )
> plot(x^2-3*x-5,x=-4..8);

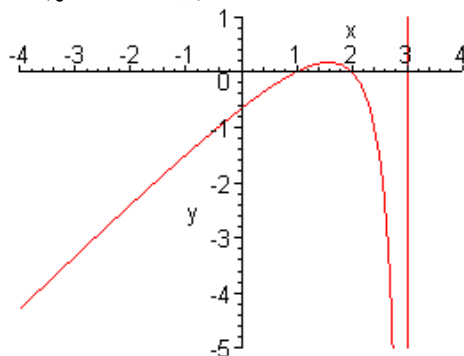
```



> solve((x-1)\*(x-2)/(x-3)>-1,x);

RealRange (Open(1 -  $\sqrt{2}$ ), Open(1 +  $\sqrt{2}$ )), RealRange (Open(3),  $\infty$ )

> plot((x-1)\*(x-2)/(x-3),x=-4..4,y=-5..1);



> f := abs((z+abs(z+6))^2)>8;

$f := 8 < |z + |z + 6||^2$

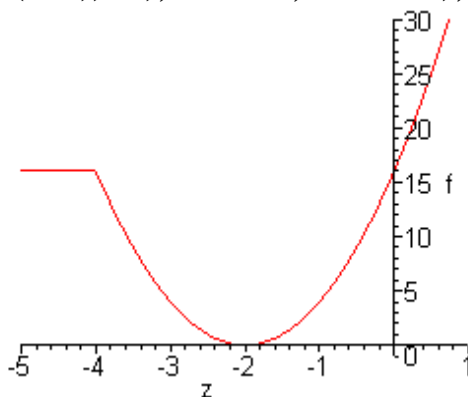
> solve(f,{z});

{ -3 +  $\sqrt{2}$  < z }, { z < -3 -  $\sqrt{2}$  }

> evalf(%);

{ -1.585786438 < z }, { z < -4.414213562 }

> restart:plot(abs((z+abs(z+4))^2),z=-5..1,f=-1..30);



Tengsizliklar sistemasini yechish namunasi:

> solve({x\*y\*z>0,x>-1,y+z>10},{x,y,z});

{ -1 < x, y = 0, 10 < z }, { -1 < x, z = 0, 10 < y }

Echish natijalarida bir necha o'zgaruvchining aniqlanish sohalari ko'rsatilgan.

## **Tenglamalarni sonli ko'rinishda yechish**

CHiziqli bo'lmagan tenglamalar yoki tenglamalar sistemasining yechimini haqiqiy sonlar shaklida olish uchun

`fsolve(eqns, vars, option)`

funktsiyadan foydalanish mumkin:

> `x=fsolve(sin(x)=Pi/4,x);`

`x = .9033391108`

> `x=fsolve(sin(x)=1/2,x);`

`x = 6.806784083`

> `x[1,2]=fsolve(2*x^2+x-1=9,x);`

`x1,2 = (-2.500000000, 2.000000000)`

> `fsolve(x^5-x,x);`

`-1.000000000, 0., 1.000000000`

Kompleks ildizlarni ham olish uchun `fsolve` funktsiyasida `complex` parametri ham ko'rsatiladi:

> `fsolve(x^5-x,x,complex);`

`-1.000000000, -1.000000000 I, 0., 1.000000000 I, 1.000000000`

Ma'lum oraliqdagi ildizlarni olish uchun kerakli oraliq ko'rsatiladi (masalan -0,1dan 1,5gacha):

> `fsolve(x^5-x,x=-0.1..1.5);`

`0., 1.000000000`

Tenglamalar sistemasini yechish namunasi:

> `f:=sin(x+y)-exp(x)*y=0;`

> `q:=x^2-y=2;`

> `fsolve({f,q},{x,y},{x=-1..1,y=-2..0});`  
`{ y = -1.552838698, x = -.6687012050 }`

### **Nazorat uchun savollar:**

1. MathCad va Mapleda matematik hisoblashlar qanday bajariladi?
2. MathCad va Mapleda algebraik amallar bajarish uchun qaysi buyruqlardan foydalaniladi
3. MathCad va Mapleda tenglamalarni sonli yechishda qaysi buyruqdan foydalaniladi?
4. Tenglamalar sistemasini qanday yechiladi?
5. Limitlarni hisoblash qanday amalga oshiriladi?

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:**

1. Алексеев Е. Р. , Чеснокова О. В. Решение задач вычислительной математики в пакетах MathCad 12, MATLAB 7, Maple 9. – М. : ИТ Пресс, 2006. – 496 с. : ил. – (Самоучитель).
2. Дашенко А. Ф. , Кириллов В. Х. , Коломиец Л. В. , Оробей В. Ф. MATLAB в инженерных и научных расчетах. Монография. Одесса «Астропринт», 2003. – 214 с.
3. Плис А. И. , Силвина Н. А. MathCad 2000: Математический практикум для экономистов и инженеров: Учеб. пособие. – М. Финансы и статистика, 2000 г.
4. Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в MathCad. Учебный курс. СПб. : Питер, 2003.
5. В. П Дяконов MathCad 2000: Учебный курс. Питер 2002 г.

6. О. А. Сдвижков Дашков И. К. MathCad - 2000: Введение в компьютерную математику. 2002 г.
7. Д. А Гурский. Вычисление в MathCad. Новое знание 2003 г.
8. Ne'matov A. , Oxunboev M. , Sobirov N. MathCad tizimida matematik masalalarni yechish. Uslubiy qo'llanma. Toshkent, 2009 y. 50 b.

### **3-mavzu. Oddiy differensial tenglamalar uchun Koshi va aralash masalalarni echish**

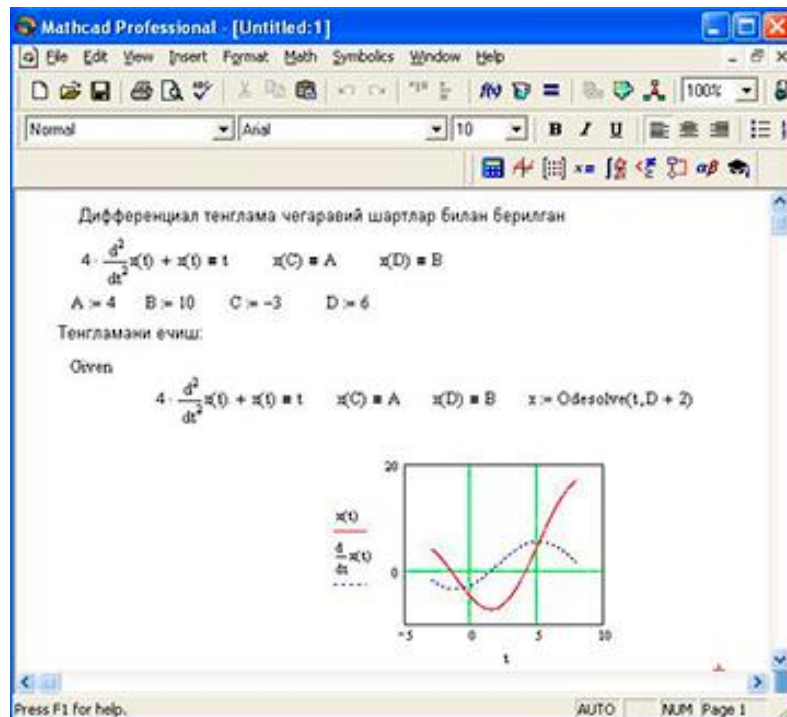
1. Oddiy differensial tenglamalar uchun Koshi va aralash masalalarni MathCADda echish
2. Oddiy differensial tenglamalar uchun Koshi va aralash masalalarni Maple da echish
3. MathCad va Maple da grafiklar qurish.

**Tayanch iboralar:** differensial tenglamalar, Odesolve funksiyasi, boshlang'ich shartlar, analitik ko'rinishda yechish, yaqqol ko'rinishda yechish, differensial tenglamalar sistemasini yechish, darajali ko'pxad ko'rinishida yechish, Laplas, Furg'e va boshqa integral o'zgartirishlar, funksiya grafiklarini hosil qilish.

#### ***1. Oddiy differensial tenglamalar uchun Koshi va aralash masalalarni MathCADda echish***

Differensial tenglamalarni echish ancha murakkab. SHu sabab Mathcadda barcha differensial tenglamalarni ma'lum chegaralanishlarsiz to'g'idan-to'g'ri echish imkoniyati mavjud emas. Mathcadda differensial tenglama va tizimlarini echishning bir necha usullari mavjud. Bu usullardan biri Odesolve funksiyasi yordamida echish bo'lib, bu usul boshqa usullarga nisbatan eng soddasidir. Bu funksiya Mathcad 2000 da birinchi bor yaratildi va u birinchi bor differensial tenglamani echdi. Mathcad 2001da bu funksiya yanada kengaytirildi. Odesolve funksiyasida differensial tenglamalar tizimini ham echish mumkin. Mathcad differensial tenglamalarni echish uchun yana ko'pgina qurilgan funksiyalarga ega. Odesolve funksiyasidan tashqari ularning barchasida, berilgan tenglama formasini yozishda ancha murakkablik mavjud. Odesolve funksiyasi tenglamani kiritish blokida oddiy differensial tenglamani o'z shaklida, xuddi qog'ozga yozgandek yozishga imkon yaratadi. Odesolve funksiyasi yordamida differensial tenglamalarni boshlang'ich shart va chegaraviy shartlar bilan ham echish mumkin.





### *Differensial tenglamalarni echish.*

Berilgan tenglamani yozishda xuddi differensiallash operatorini ishlatgan holda ham yoki shtrixlar bilan ham yozish mumkin. Boshlang'ich shartni yozishda esa faqat shtrix bilan yozish kerak va uni kiritish uchun Ctrl+F7 klavishilarni baravar bosish kerak.

Odesolve funksiyasiga murojaat uch qismdan iborat hisoblash bloki yozuvini talab qiladi:

Given kalit so'zi;

Differensial tenglama va boshlang'ich yoki chegaraviy shart yoki differensial tenglamalar tizimi va unga shartlar;

Odesolve(x,xk,n) funksiya, bu erda x – o'zgaruvchi nomi, xk – integrallash chegarasi oxiri (integrallashning boshlang'ich chegarasi boshlang'ich shartda beriladi); n – ichki ikkinchi darajali parametr bo'lib, u integrallash qadamlar sonini aniqlaydi (bu parametr berilmasa ham bo'ladi. Unda qadamni Mathcad avtomatik ravishda tanlaydi).

Differensial tenglamalar tizimini echish uchun Odesolve funksiyasi ko'rinishi quyidagicha: Odesolve(<noma'lumlar vektori>, x, xk, n)

## **2. Oddiy differensial tenglamalar uchun Koshi va aralash masalalarni Mapleda echish**

Differentsial tenglamalarni yechish matematik hisoblarda muxim o'rinlardan birini egallaydi va jumladan ular fizik va texnik ob'ektlar hamda tizimlarni modellashda katta ahamiyatga ega. Maple tizimi differentsial tenglamalarni ham analitik ham sonli ko'rinishda yechish imkoniyatini beradi. Oddiy differentsial tenglamalarni (Koshi masalasini) yechish uchun dsolve funksiyasining quyidagi ko'rinishlaridan foydalanish mumkin:

dsolve(ODE)

dsolve(ODE, y(x), extra\_args)

dsolve((ODE, ICs}, y(x), extra\_args)  
 dsolve({sysODE, ICs}, {funcs}, extra\_args)

Bu yerda ODE — boshlang'ich shartlari ko'rsatilgan yakka oddiy differentsial tenglama yoki birinchi tartibli differentsial tenglamalar sistemasi,  $u(x)$  — bir o'zgaruvchining funktsiyasi, Ics — boshlang'ich shartlarni beruvchi ifoda, {sysODE} — differentsial tenglamalar, {funcs} — aniqlanmagan funktsiyalar, extra\_argument — yechilish usulini beruvchi opsiya. Yechilayotgan tenglamalar klassi extra\_argument parametri yordamida ko'rsatiladi. Ushbu parametrning asosiy qiymatlari quyidagilar:

- exact — analitik ko'rinishda yechish (sukut holati uchun qabul qilingan);
- explicit — yaqqol ko'rinishda yechish;
- system — differentsial tenglamalar sistemasini yechish;
- ICs — boshlang'ich shartlari berilgan differentsial tenglamalar sistemasini yechish;
- formal series — darajali ko'pxad ko'rinishida yechish;
- integral transform — Laplas, Furg'e va boshqa integral o'zgartirishlar asosida yechish;
- series — Order o'zgaruvchining qiymati ko'rsatiladigan darajali qator ko'rinishida yechish (qatorning eng yuqori darajasining qiymati Order o'zgaruvchisi yordamida ko'rsatiladi, masalan **Order:=10**);
- numeric — sonli ko'rinishda yechish.

Koshi masalasini yechishda boshlang'ich shartlarni yoki chegaraviy masalalarni yechishda chegaraviy shartlarni dsolve parametrlari tarkibiga qo'shish kerak. Agar Maple tizimi differentsial tenglamaning tartibiga qaraganda kamroq boshlang'ich yoki chegaraviy shartlarda yechimni topa olsa yechimda  $S_1, S_2$  va h. k. aniqlanmagan konstantalar paydo bo'ladi. Bunday konstantalar sistemani analitik yechishda ham bo'lishi mumkin. Agar yechim yaqqol bo'lmagan ko'rinishda topilsa, unda T parametr ham hosil bo'ladi.

Sukut bo'yicha dsolve funktsiyasi differentsial tenglamalarni yechishning eng maqbul deb topgan usulini avtomatik ravishda tanlaydi. Lekin dsolve funktsiyasining parametrlarida kvadrat qavslar ichida boshqa maqbul usulni ko'rsatish mumkin. Buning uchun quyidagi usullar mavjud:

quadrature	linear	Bernoulli	separable
inverse linear	homogeneous	Chini	lin_sym
exact	Abel	pot_sym	

Differentsial tenglamalarni yozishda hosila diff funktsisi yoki D operatori orqali ko'rsatiladi va sysODE ifodasida tenglamalar sistemasidan tashqari boshlang'ich shartlar ham ko'rsatilishi kerak.

Differentsial tenglamalarni Maple tilida yozish va **dsolve** buyrug'idan foydalanish bo'yicha misol ko'raylik:

> **deqn:=diff(y(x),x\$2)+3\*diff(y(x),x)+2\*y(x);**

$$deqn := \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} y(x) \right) + 3 \left( \frac{\partial}{\partial x} y(x) \right) + 2 y(x)$$

> **dsolve(deqn,y(x));**  
 $y(x) = \_C1 e^{(-x)} + \_C2 e^{(-2x)}$

Bu yerda **C1 va C2** – ixtiyoriy konstantalar.

CHegaraviy shartlarni berib tenglamani qaytadan yechib ko'raylik

> **bvp:=y(0)=0,y(1)=1;**  
 $bvp := y(0) = 0, y(1) = 1$

> **dsolve({deqn,bvp},y(x));**  
 $y(x) = \frac{e^{(-x)}}{e^{(-1)} - e^{(-2)}} - \frac{e^{(-2x)}}{e^{(-1)} - e^{(-2)}}$

Agar yaqqol yechim topilmasa **dsolve** buyrug'idan yechimni qatorlarga yoyilgan ko'rinishda (**series** opsiyasi), Laplas o'zgartirishlari usuli bilan (**laplace** opsiyasi) yoki sonli ko'rinishda topish uchun foydalanish mumkin. Agar **dsolve** buyrug'i **numeric** opsiyasi bilan ishlatilsa protsedura hosil qilinadi. Bunday protseduraga yechimning ayrim qiymatlarini hisoblash uchun murojaat qilish mumkin.

> **init:=y(0)=0,D(y)(0)=1;**  
 $init := y(0) = 0, D(y)(0) = 1$

> **F:=dsolve({deqn,init},y(x),numeric);**  
 $F := \text{proc}(rkf45\_x) \dots \text{end proc}$

> **F(.5);**

$\left[ x = .5, y(x) = .238651241090805128, \frac{\partial}{\partial x} y(x) = .129228176968825880 \right]$

> **F(2);**

$\left[ x = 2., y(x) = .117019668786085982, \frac{\partial}{\partial x} y(x) = -.0987040583766135572 \right]$

Quyidagi

$$\frac{\partial}{\partial x} y(x) - \sin(x) = 0$$

differential tenglamaning uch xil yo'l bilan yechilishini ko'raylik:

> **dsolve(diff(y(x),x)-sin(x)=0);**  
 $y(x) = -\cos(x) + \_C1$

> **dsolve(diff(y(x),x)-sin(x)=0,[linear]);**  
 $y(x) = -\cos(x) + \_C1$

> **dsolve(diff(y(x),x)-sin(x)=0,y(x));**

>

$$y(x) = -\cos(x) + \_C1$$

Uchala holda ham yechim bir xil chiqdi.

Keyingi misolda

$$> M := \sin(x) \left( \frac{\partial}{\partial x} y(x) \right) - \cos(x) y(x) = 0$$

tenglamaning har-xil usullar bilan yechilishi ko'rsatilgan:

> **M:=sin(x)\*diff(y(x),x)-cos(x)\*y(x)=0;**

$$M := \sin(x) \left( \frac{\partial}{\partial x} y(x) \right) - \cos(x) y(x) = 0$$

> **dsolve(M,[linear],useInt);**

$$y(x) = \_CI e^{\left(\int \frac{\cos(x)}{\sin(x)} dx\right)}$$

> **value(%);**

$$y(x) = \_CI \sin(x)$$

> **dsolve(M);**

>

$$y(x) = \_CI \sin(x)$$

> **dsolve(M,[linear]);**

$$y(x) = \_CI \sin(x)$$

> **dsolve(M,[linear],useInt);**

$$y(x) = \_CI e^{\left(\int \frac{\cos(x)}{\sin(x)} dx\right)}$$

> **value(%);**

$$y(x) = \_CI \sin(x)$$

> **dsolve(M,[separable],useInt);**

$$\int \frac{\cos(x)}{\sin(x)} dx - \int \frac{1}{-a} d\_a + \_CI = 0$$

> **value(%);**

$$\ln(\sin(x)) - \ln(y(x)) + \_CI = 0$$

> **dsolve(M,[lin\_sym]);**

$$y(x) = \frac{\sin(x)}{\_CI}$$

> **dsolve(M,[lin\_sym],useInt);**

$$y(x) = e^{\left(\int \frac{\cos(x)}{\sin(x)} dx\right)} \_CI$$

### ***Ikkinchi tartibli differentsial tenglamalarni yechish***

Differentsial tenglama tarkibiga kiruvchi yuqori tartibli hosilalarni ko'rsatish uchun \$ simvolidan foydalaniladi. Quyidagi

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

ikkinchi tartibli differentsial tenglamaning yechilishini ko'raylik:

> **dsolve(diff(y(x),x\$2)-diff(y(x),x)=sin(x),y(x));**

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

Keyingi misolda berilgan

$$\frac{\partial^2}{\partial x \partial x} y(x) - 2 y(x) = 0$$

ikkinchi tartibli differentsial tenglamaning

$$y(0) = 1.2, y(1) = 9$$

boshlang'ich shartlarga asosan sonli (**numeric**) yechimini olish ko'rsatilgan:

```

> d := dsolve({diff(y(x),x,x)-2*y(x)=0, y(0)=1. 2, y(1)=0. 9},numeric);
d := proc(bvp_x) ... end proc
> d(0);
[ x = 0., y(x) = 1.19999999999999950, ∂/∂x y(x) = -1.25251895272789948 ]
> d(1);
[ x = 1., y(x) = .899999999999999912, ∂/∂x y(x) = .555701111490339850 ]
> d(0. 52);
[ x = .52, y(x) = .827746847196821122, ∂/∂x y(x) = -.243173630695110749 ]

```

Tenglamaning analitik yechimini olish uchun **dsolve** funksiyasi tarkibidagi **numeric** so'zi yozilmaydi:

```

> d := dsolve({diff(y(x),x,x)-2*y(x)=0, y(0)=1. 2, y(1)=0. 9});
>

```

$$d := y(x) = \frac{3}{10} \frac{(3 e^{(\sqrt{2})} - 4) e^{(\sqrt{2} x)}}{e^{(2\sqrt{2})} - 1} + \frac{3}{10} \frac{(4 e^{(2\sqrt{2})} - 3 e^{(\sqrt{2})}) e^{(-\sqrt{2} x)}}{e^{(2\sqrt{2})} - 1}$$

Olingan analitik yechimni Maple tilida quyidagicha yozish mumkin:

```

> d := y(x) = 3/10*(3*exp(sqrt(2))-4)/(exp(2*sqrt(2))-1)*exp(sqrt(2)*x)+3/10*(4*exp(2*sqrt(2))-3*exp(sqrt(2)))/(exp(2*sqrt(2))-1)*exp(-sqrt(2)*x);

```

$$d := y(x) = \frac{3}{10} \frac{(3 e^{(\sqrt{2})} - 4) e^{(\sqrt{2} x)}}{e^{(2\sqrt{2})} - 1} + \frac{3}{10} \frac{(4 e^{(2\sqrt{2})} - 3 e^{(\sqrt{2})}) e^{(-\sqrt{2} x)}}{e^{(2\sqrt{2})} - 1}$$

Echimning x=0 nuqtadagi qiymati:

```

> d(0);

```

$$y(x)(0) = \frac{3}{10} \frac{(3 e^{(\sqrt{2})} - 4) (e^{(\sqrt{2} x)}) (0)}{e^{(2\sqrt{2})} - 1} + \frac{3}{10} \frac{(4 e^{(2\sqrt{2})} - 3 e^{(\sqrt{2})}) (e^{(-\sqrt{2} x)}) (0)}{e^{(2\sqrt{2})} - 1}$$

```

> x=0:

```

```

> d;

```

$$y(x) = \frac{3}{10} \frac{(3 e^{(\sqrt{2})} - 4) e^{(\sqrt{2} x)}}{e^{(2\sqrt{2})} - 1} + \frac{3}{10} \frac{(4 e^{(2\sqrt{2})} - 3 e^{(\sqrt{2})}) e^{(-\sqrt{2} x)}}{e^{(2\sqrt{2})} - 1}$$

```

> evalf(%);

```

$$y(x) = .1571676780 e^{(1.414213562x)} + 1.042832322 e^{(-1.414213562x)}$$

Funktsiyaning x=0 nuqtadagi qiymati:

$$y(0)=0. 1571+1. 0428 \approx 1,2$$

bo'lib berilgan boshlang'ich shartga mos. Boshang'ich shartlar berilganligi uchun yechimda **\_SN** ko'rinishidagi ixtiyoriy doimiylar mavjud bo'lmaydi.

## Differentsial tenglamalar sistemasini yechish

Oddiy differentsial tenglamalar (ODT) sistemasining aniq yechimlarini topish uchun dsolve funksiyasi ishlatiladi.

Funktsiya quyidagi ko'rinishda chaqiriladi

dsolve(ODE\_sys, optional\_1, optional\_2, . . .)

Parametrlari

ODE\_sys - ODT sistemasini, o'z ichiga tengsizliklarni (inequations) ham olishi mumkin;

optional\_i - (qo'shimcha) argumentlar, ular har qanday tartibda berilishi mumkin va quyidagicha tavsif qilinadi:

funcs - funktsiyalarning nomlari

explicit - chiziqli bo'lmagan ODT sistemasining yechimida hosil bo'ladigan to'plamlar tarkibi;

useInt - yechimni hosil qilishda inert integrallardan foydalanish:

singsol=false - chiziqli bo'lmagan ODT sistemasining yechishda faqat birgina yechim hosil bo'lishining oldini olish;

rif - chiziqli bo'lmagan tenglamalarni yechishda DEtools[Rif] paketidan foydalanib differentsial qadamni tanlash.

Quyida berilgan

$$\text{sys} := \frac{\partial}{\partial x} y(x) = 2z(x) - y(x) - x,$$

$$\frac{\partial}{\partial x} z(x) = y(x)$$

differentsial tenglamalar sistemasini

$$y(0)=0, z(0)=1$$

boshlang'ich shartlar bo'yicha yechish turlicha usullar bilan amalga oshirilgan:

1) yaqqol ko'rinishda

**sys:=diff(y(x),x)=2\*z(x)-y(x)-x,diff(z(x),x)=y(x);**

**fcns:={y(x),z(x)};**

**dsolve({sys,y(0)=0,z(0)=1});**

$$\{ z(x) = \frac{5}{12} e^{(-2x)} + \frac{1}{3} e^x + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} x, y(x) = -\frac{5}{6} e^{(-2x)} + \frac{1}{3} e^x + \frac{1}{2} \}$$

2) qatorlarga yoyilgan ko'rinishda

**Order:=4:dsolve({sys,y(0)=0,z(0)=1},fcns,series);**

$$\{ y(x) = 2x - \frac{3}{2}x^2 + \frac{7}{6}x^3 + O(x^4), z(x) = 1 + x^2 - \frac{1}{2}x^3 + O(x^4) \}$$

**Order:=10:dsolve({sys,y(0)=0,z(0)=1},fcns,series);**

{ y(x) =

$$2x - \frac{3}{2}x^2 + \frac{7}{6}x^3 - \frac{13}{24}x^4 + \frac{9}{40}x^5 - \frac{53}{720}x^6 + \frac{107}{5040}x^7 - \frac{71}{13440}x^8 + \frac{61}{51840}x^9 + O(x^{10}),$$

z(x) =

$$1 + x^2 - \frac{1}{2}x^3 + \frac{7}{24}x^4 - \frac{13}{120}x^5 + \frac{3}{80}x^6 - \frac{53}{5040}x^7 + \frac{107}{40320}x^8 - \frac{71}{120960}x^9 + O(x^{10}) \}$$

3) Laplas o'zgartirishlaridan foydalanib  
**dsolve({sys,y(0)=0,z(0)=1},fens,laplace);**

$$\{y(x) = -\frac{5}{6}e^{(-2x)} + \frac{1}{3}e^x + \frac{1}{2}, z(x) = \frac{1}{3}e^x + \frac{5}{12}e^{(-2x)} + \frac{1}{2}x + \frac{1}{4}\}$$

Bu yerda shuni takidlash kerakki, qatorlar ko'rinishida olingan yechim taqribiydir. U yaqqol yechim va Laplas o'zgartirishlari yordamida olingan yechimlardan farq qiladi.

Maple tizimi keng imkoniyatlarga ega bo'lishiga qaramasdan ayrim differentsial tenglamalarni analitik ko'rinishda yecha olmasligi mumkin. Bunday hollarda yechimni sonli ko'rinishda olishga urinib ko'rish kerak.

### ***Differentsial tenglamalarni sonli ko'rinishda yechish***

Ko'pchilik chiziqli bo'lmagan differentsial tenglamalar analitik yechimga ega bo'lmaydi. Bundan tashqari, ayrim hollarda analitik yechim kerak ham emas. Lekin javobni grafik bog'lanishlar ko'rinishida olish zarur bo'ladi.

Bunday hollarda numeric yoki type=numeric parametriga ega bo'lgan dsolve funktsiyasidan foydalanib differentsial tenglama sonli ko'rinishda yechiladi. Bunda yechim 4 va 5 tartibli Runge—Kutta—Felberg usulini amalga oshiruvchi maxsus protsedura ko'rinishida qaytariladi. Ushbu protsedura rkf45 deb ataladi va uning yordamida har qanday nuqtadagi yechimni topish yoki yechimning grafigini qurish mumkin.

Quyidagi misolda yechimni grafik ko'rinishda aks ettirish uchun odeplot paketidagi plot[odeplot] funktsiyadan foydalanilgan:

```
> sis:=diff(y(x),x)-2*z(x)-y(x)-x,diff(z(x),x)-y(x);  

sis :=  $\left(\frac{\partial}{\partial x} y(x)\right) - 2 z(x) - y(x) - x, \left(\frac{\partial}{\partial x} z(x)\right) - y(x)$   

> fens:={y(x),z(x)};  

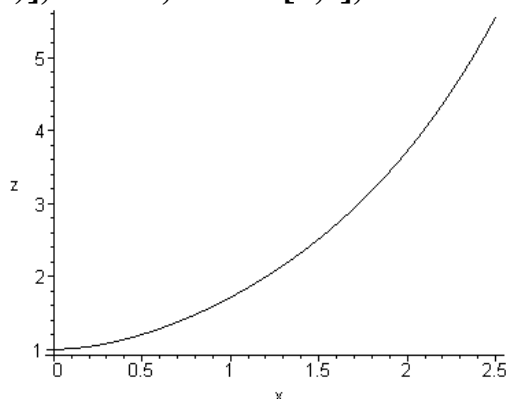
> F:=dsolve({sys,y(0)=0,z(0)=1},fens,numeric);  

F := proc(rkf45_x) ... end proc  

> F(2);  

[x = 2., y(x) = 2.94775557620857454, z(x) = 3.72064994303630758 ]  

> plots[odeplot](F,[x,z(x)],0..2,5,labels=[x,z],color=black);
```



Differentsial tenglamalarni yechishga mo'ljallangan dsolve funktsiyasi parametrlarining ro'yhatiga yechish usulini yaqqol ko'rinishda ham kiritish mumkin.



Masalan `method=dverk78` opsiyasi kiritilsa tenglama 7 yoki 8 tartibli uzluksiz Runge—Kutta usuli bilan yechiladi.

Umuman olganda, differentsial tenglamalarni sonli yechishda quyidagi usullardan foydalanish mumkin:

- `classical` — klassik usulning 8 ta versiyasidan biri (agar yechish usuli yaqqol ko'rsatilmasa);
- `rkf45` — Filberg tomonidan takomillashtirilgan 4 yoki 5 tartibli Runge—Kutta usuli;
- `dverk78` — 7 yoki 8 tartibli uzluksiz Runge—Kutta usuli;
- `gear` — bir qadamli ekstrapolyatsion Gir usulining ikkita versiyasidan biri;
- `mgear` — ko'p qadamli ekstrapolyatsion Gir usulining uchta versiyasidan biri;
- `lsode` — qattiq differentsial tenglamalarni yechuvchi Livenmorsk yechkichlarining sakkizta versiyasidan biri;
- `taylorseries` — Teylor qatoriga yoyish usuli.

Yuqorida ko'rsatilgan usullar tartiblari yoki versiyalarining eng maqbuli Maple tizimi tomonidan avtomatik tarzda tanlab olinadi.

Differentsial tenglamalarni yechishda '`abserr`' =aerr parametri yordamida yechimning absolyut xatoligini, '`minerr`'=mine parametri yordamida esa minimal xatoligini berish mumkin. Lekin ko'pchilik hollarda ushbu kattaliklarning sukut bo'yicha Maple tizimi tanlaydigan qiymatlari qoniqarli bo'ladi.

Maple differentsial tenglamani yechishni hisoblash jarayoniga moslashgan holda amalga oshiradi, yahni oldindan baholanadigan xatolik katta bo'lsa yechish qadami h avtomatik tarzda kamaytiriladi, kichik bo'lsa orttiriladi.

Quyidagi misolda

$$y'' + \sin(t) = 0$$

ikkinchi tartibli differentsial tenglama sonli usulda yechilgan

```
> PDEtools[declare]( (x,y,z,f,g)(t), prime=t );  
derivatives with respect to: t of functions of one variable will now be displayed with \  
'  
x(t) will now be displayed as x  
y(t) will now be displayed as y  
z(t) will now be displayed as z  
f(t) will now be displayed as f  
g(t) will now be displayed as g  
> t1:=diff(y(t),t,t)+sin(t)=0;  
t1 := y'' + sin(t) = 0  
> bsh1:=y(0)=0,D(y)(0)=1;  
bsh1 := y(0) = 0, D(y)(0) = 1  
> ech1:=dsolve({t1,bsh1},numeric);  
ech1 := proc(rkf45_x) ... end proc  
> ech1(0);  
[t = 0., y = 0., y' = 1.]  
> ech1(3. 14/2);  
[t = 1.570000000, y = .99999954780836698, y' = .000796357849325357582 ]
```



> **ech1(3. 14);**

[*t = 3.14, y = .00159168755423910736, y' = -.99999877570356010*]

bu yerda **PDEtools[declare]** paketidan foydalanish tenglamalarni kompakt ko'rinishda ko'rsatish uchun xizmat qiladi, **x,y,z,f,g-funktsiyalar** va **prime=t** yordamida differentsiallash o'zgaruvchisi ko'rsatiladi. Endi funktsiyalarning hosilalari ' bilan belgilanadi hamda x(t) ning o'rniga x, y(t) ning o'rniga u va h. k. yoziladi.

### ***Differentsial tenglamalarni kompakt ko'rinishga o'tkazish***

Tenglamalarni kompakt ko'rinishga o'tkazish uchun PDEtools paketi ishga tushirilgan bo'lishi kerak:

**PDEtools[declare]** – kompakt ko'rsatish funktsiyasini e'lon qilish;

**PDEtools[undeclare]** – indeksli kompakt ko'rsatish funktsiyasini ishga tushirish.

Kompakt ko'rinishga o'tkazish funktsiyasi quyidagi ko'rinishlarda chaqirilishi mumkin

`declare(f(x), g(x,y), '...')`

`declare(expr)`

`declare()`

`declare(prime=x)`

`declare(prime)`

`undeclare(f(x), '...')`

`undeclare(expr)`

`undeclare(all)`

**ON**

**OFF**

**show**

Uning parametrlari quyidagilar:

- f(x) - kompakt ko'rinishga o'tkazilishi kerak bo'lgan funktsiya
- expr - kompakt ko'rinishga o'tkazilishi kerak bo'lgan ifodalar
- prime = x – birinchi bo'lib ko'rsatiladigan differentsiallash o'zgaruvchisi.

Misollar:

PDEtools paketi

**with(PDEtools):**

buyrug'i yordamida ishga tushiriladi

**declare(y(x), prime=x);**

*y(x) will now be displayed as y*

*derivatives with respect to: x of functions of one variable will now be displayed with \*

Endi u(x) funktsiya u ko'rinishida bo'ladi.

Deklaratsiyani tekshirish:

> **declare();**

*Declared :*

*y(x) to be displayed as y*

*derivatives with respect to: x of functions of one variable are being displayed with '*

> **declare(prime);`**

*derivatives with respect to: x of functions of one variable are being displayed with '*

Quyida differentsial tenglamani kompakt ko'rinishga o'tkazishga misol

ko'rsatilgan:

> **ode := diff(diff(y(x),x),x)\*diff(y(x),x)\*y(x)\*f(x)-2\*diff(y(x),x)^3\*x^6  
+ 2\*diff(y(x),x)^2\*y(x)\*diff(g(x),x) + y(x)^5;**  
*ode := y''y'y f(x) - 2y^3 x^6 + 2y^2 y g' + y^5*

OFF buyrug'i yordamida **declare** funktsiyasining ishlashini to'xtatib differentsial tenglamaning birlamchi ko'rinishga o'tkazaylik va ON buyrug'i yordamida **declare** funktsiyasini qaytadan ishga tushirib olingan natijalarni taqqoslaylik:

> **OFF;**

**ode;**

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} y(x)\right) \left(\frac{\partial}{\partial x} y(x)\right) y(x) f(x) - 2 \left(\frac{\partial}{\partial x} y(x)\right)^3 x^6 + 2 \left(\frac{\partial}{\partial x} y(x)\right)^2 y(x) \left(\frac{\partial}{\partial x} g(x)\right) + y(x)^5$$

> **ON;**

**ode;**

$$y''y'y f(x) - 2y^3 x^6 + 2y^2 y g' + y^5$$

Differentsial tenglamani standart ko'rinishga o'tkazish uchun show buyrug'idan ham foydalanish mumkin:

> **show;**

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} y(x)\right) \left(\frac{\partial}{\partial x} y(x)\right) y(x) f(x) - 2 \left(\frac{\partial}{\partial x} y(x)\right)^3 x^6 + 2 \left(\frac{\partial}{\partial x} y(x)\right)^2 y(x) \left(\frac{\partial}{\partial x} g(x)\right) + y(x)^5$$

> **ode;**

$$y''y'y f(x) - 2y^3 x^6 + 2y^2 y g' + y^5$$

Bog'lanmagan o'zgaruvchini indeksga o'tkazish uchun undeclare funktsiyasidan foydalaniladi.

> **undeclare(prime);`**

*There is no more prime differentiation variable; all derivatives will be displayed as \ indexed functions*

> **ode;**

$$y_{x,x} y_x y f(x) - 2 y_x^3 x^6 + 2 y_x^2 y g_x + y^5$$

> **undeclare(all);**

*y(x) will now be displayed \*as is\**

> **declare();**

*Nothing declared*

> **OFF;**

> **pde := x\*diff(f(x,y),y)-diff(f(x,y),x)-f(x,y)^2\*g(x)/h(y);**

$$pde := x \left(\frac{\partial}{\partial y} f(x, y)\right) - \left(\frac{\partial}{\partial x} f(x, y)\right) - \frac{f(x, y)^2 g(x)}{h(y)}$$

> **ON;**

**pde;**

$$x f_y - f_x - \frac{f(x, y)^2 g(x)}{h(y)}$$

**declare(f(x,y));**

*f(x,y) will now be displayed as f*

Endi f(x,y) funktsiya f ko'rinishida bo'ladi:

> **pde;**

$$x f_y - f_x - \frac{f^2 g(x)}{h(y)}$$

> **declare(pde);**

*g(x) will now be displayed as g*

*f(x,y) will now be displayed as f*

*h(y) will now be displayed as h*

Endi hamma funktsiyalar ixcham indeksli ko'rinishda bo'ladi:

> **pde;**

$$x f_y - f_x - \frac{f^2 g}{h}$$

Funktsiyalarning faqat bittasini yoki hammasini oddiy ko'rinishga o'tkazish mumkin:

**undeclare(g);**

*g(x) will now be displayed \*as is\**

Endi g(x) funktsiya "qanday bo'lsa shunday" ko'rinishga o'tadi

> **pde;**

$$x f_y - f_x - \frac{f^2 g(x)}{h}$$

> **undeclare(all);**

*f(x,y) will now be displayed \*as is\**

*h(y) will now be displayed \*as is\**

> **pde;**

$$x f_y - f_x - \frac{f(x,y)^2 g(x)}{h(y)}$$

OFF buyrug'i **undeclare** funktsiyasining ishlashini to'xtatadi:

> **OFF;**

**pde;**

$$x \left( \frac{\partial}{\partial y} f(x,y) \right) - \left( \frac{\partial}{\partial x} f(x,y) \right) - \frac{f(x,y)^2 g(x)}{h(y)}$$

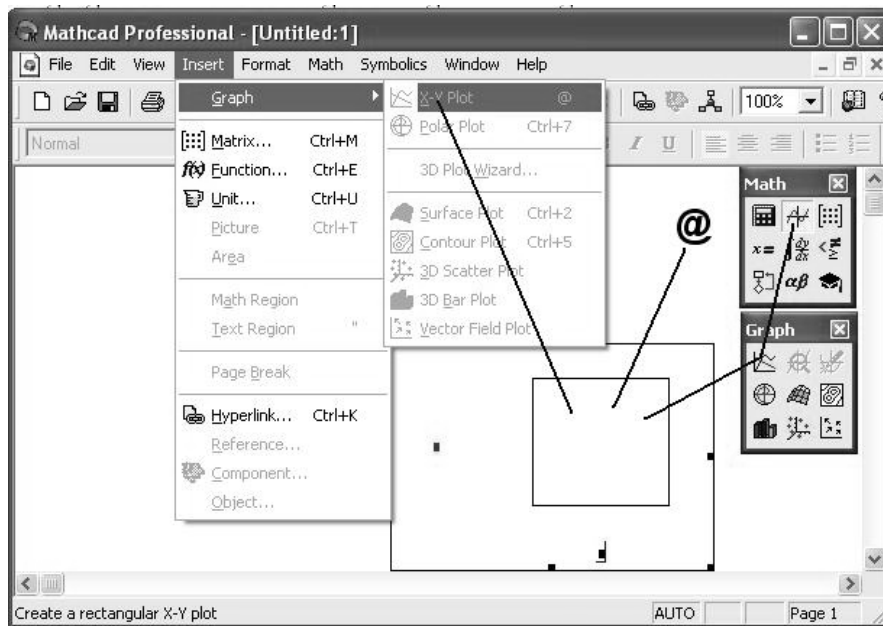
Natijada differentsial tenglama standart ko'rinishga o'tdi.

### 3. *MathCad va Mapleda grafiklar qurish.*

MathCad dasturida ixtiyoriy funktsiyaning yoki diskret o'zgaruvchilarga bog'liq bo'lgan ifodalarni grafiklarini chizish imkoniyatiga ega. Bundan tashqari bir nechta funsiyaning grafigini bitta grafikda tasvirlash mumkin. Chizmada har bir grafik diskret o'zgaruvchiga bog'liq bo'ladi. Bu diskret o'zgaruvchi ham absisalar o'qi uchun ham ordinatalar o'qlari uchun ifodada qatnashishi kerak. MathCad diskret o'zgaruvchilarning har bir qiymati uchun bitta nuqtani tasvirlaydi.

MathCad da ikki o'lchovli grafik hosil qilish uchun sichqonchani bo'sh joyga qo'yib grafik soha tanlanadi. Bu quyidagicha amalga oshiriladi.

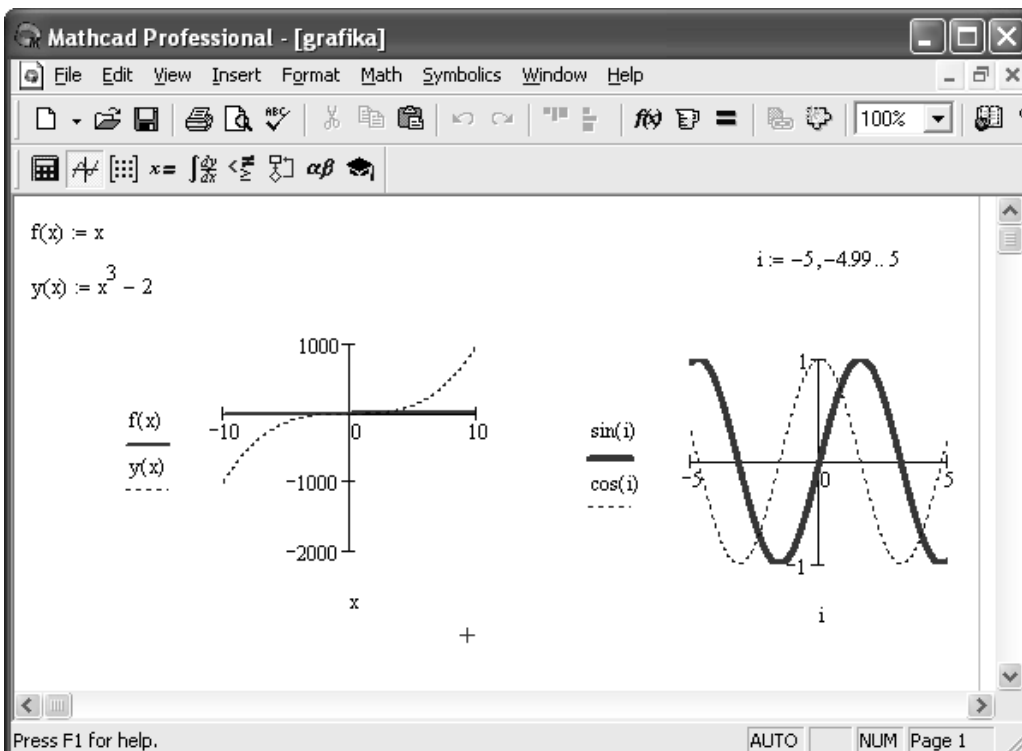
- Sichqoncha bilan grafik yasash joyini belgilang.
- Menyu qatorining Insert bo'limidam Graph ga kirib X –Y Plot ni tanlang yoki @ tugmasini bosib yoki matematik belgilar panelidan grafik belgisiga kirib ikki o'chovli grafik belgisini tanlang.



*Ikki o'chovli grafikni hosil qilish.*

Grafikdagi bo'sh joylarni to'ldiring. Gorizontaal o'qning o'rtasidagi bo'sh joyga argumentning qiymati kiritiladi. Vertikal o'qning o'rtasidagi bo'sh joyga funksiyning qiymati kiritiladi. MathCad dasturida bir nechta funksiyani bitta grafikda chizish uchun o'zgaruvchi va funksiyalar “ , ” bilan ajratiladi.

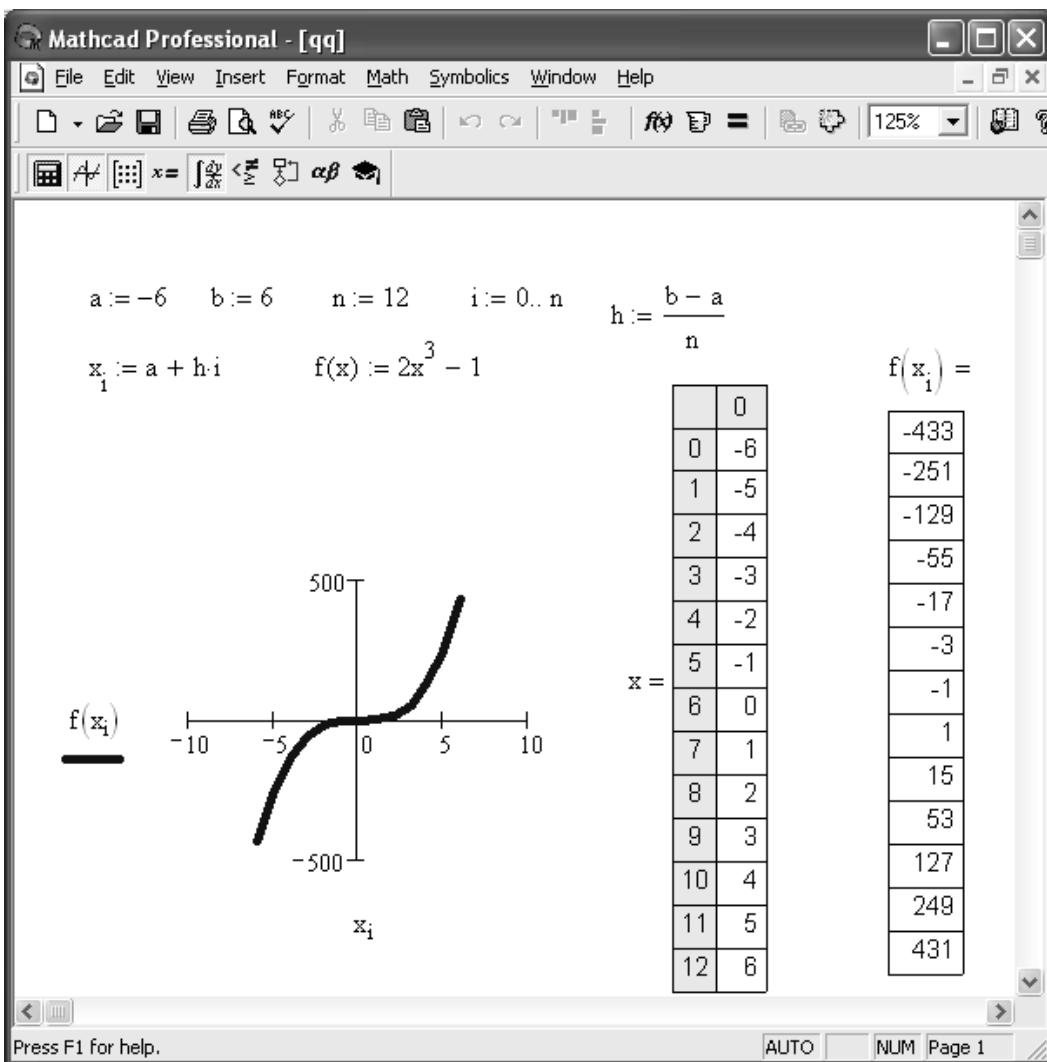
Misol:



Rasmdan ko'rinadiki koordinata o'qlarini va grafikni ko'rinishini grafikni ustiga sichqonchani ikki marta bosib o'zgartirish mumkin va xuddi ifoda kabi grafikni siljitish, katta-kichik qilish, qirqish, nusxalash mumkin.

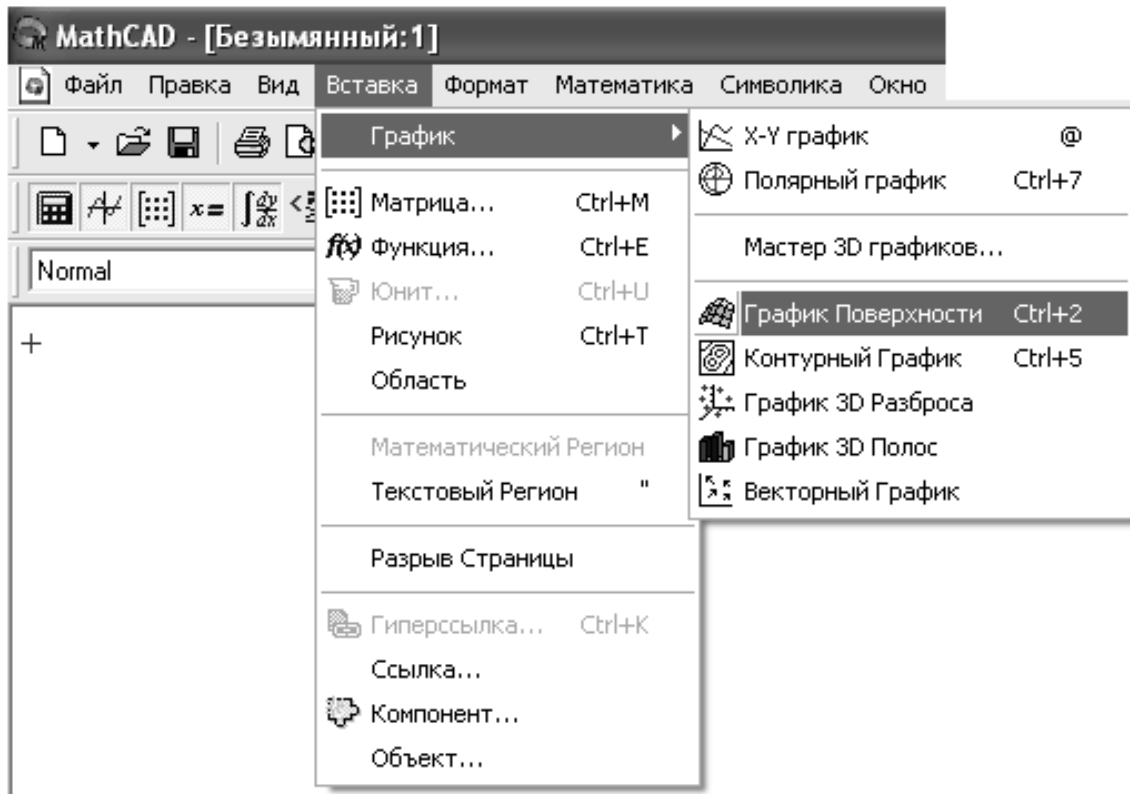
### Funksiyani [a,b] oraliqda grafigini chizish.

Biror  $f$  funksiya berilgan bo'lsin va bu funksiyani grafigini  $[a,b]$  oraliqni  $n$  ta bo'lakka bo'lib chizish uchun  $i$  diskret o'zgaruvchi olib  $[a,b]$  kesmani quyidagicha  $n$  ta bo'lakka bo'lamiz.  $h$  qadam sifatida  $\frac{b-a}{n}$  ni olamiz va  $i$  diskret o'zgaruvchini quyidagicha aniqlaymiz  $i := 0..n$   $x_i$  ni quyidagicha aniqlaymiz  $x_i := a + h * i$  va bizga  $x_i$  va  $f(x_i)$  nuqtalar hosil bo'ladi. Bu nuqtalarga mos funksiyaning grafigini chizish mumkin. Funksiyaning grafigi 23-rasmda keltirilgan.



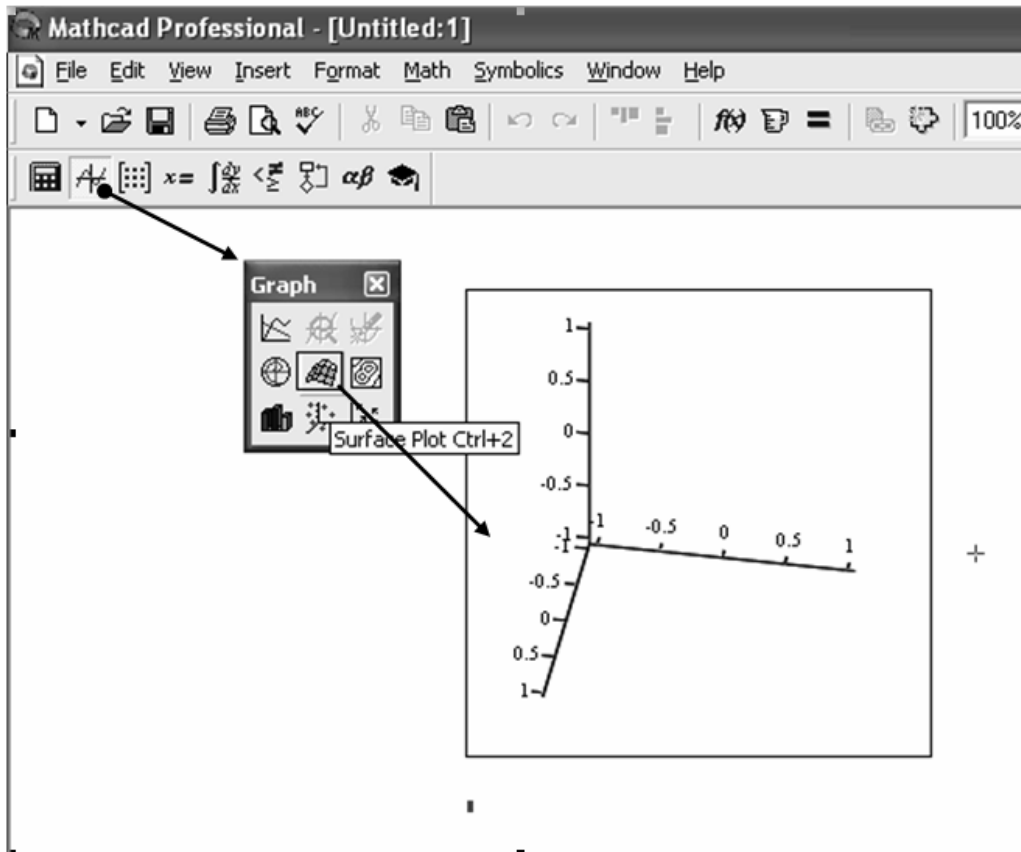
*Uch o'lchovli grafiklar qurish.*

Math Cad dasturida uch o'lovli grafiklarni ham qurish mumkin. Uch o'lovli grafik sohani hosil qilish uchun Insert (Вставка) menyusidan foydalaniladi. Unda Graph (График) buyrug'i ichidan Surface Plot (График Поверхности) tanlanadi.

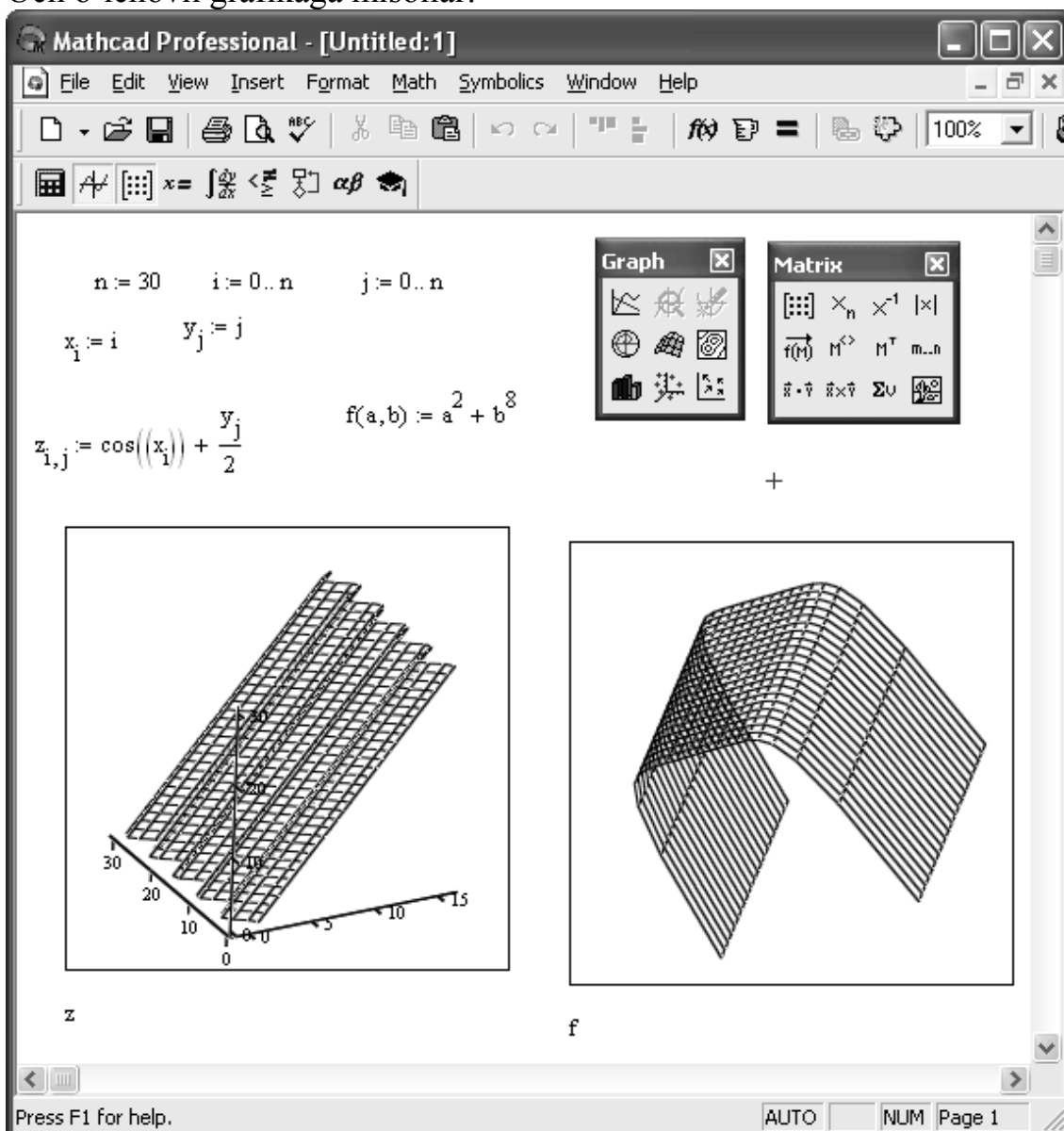


*Uch o'lovli grafik sohani hosil qilish.*

Uch o'lovli grafik sohani matematik panel vositalaridan grafik shablondan foydalanib ham hosil qilish mumkin. U quyidagi rasmda keltirilgan:



Uch o'lchovli grafikaga misollar:



### Mapleda grafika

Maple har qanday murakkablikdagi matematik grafiklarni qurish imkoniyatiga ega. Uning yadrosiga cheklangan miqdordagi grafiklarni qurish funktsiyalari birlashtirilgan. Ular yordamida eng ko'p qo'llaniladigan ikki o'lchamli (plot) va uch o'lchamli (plot3d) grafiklarni qurish mumkin.

Maxsus grafiklarni (masalan, gradientlarning vektor maydonlarini, differentsial tenglamalar yechimlarining grafiklarini, fazaviy portretlarni va h. k ) qurish uchun Maple paketlariga ko'p miqdordagi grafik funktsiyalar kiritilgan. Ularni ishga tushirish uchun tegishli ko'rsatmalar beriladi (masalan with buyrug'i yordamida).

Grafik funktsiyalar yordamida xech qanday boshlang'ich tayyorgarliksiz tipik grafiklarni qurish mumkin. Buning uchun faqat grafik quradigan funktsiya va mustaqil o'zgaruvchining o'zgarish chegaralarini ko'rsatish yetarli. Lekin majburiy bo'lmagan qo'shimcha parametrlardan foydalanish grafikning ko'rinishini o'zgartirish imkoniyatini beradi – masalan, masalan chiziqlarning turi va rangini o'zgartirish, yozuvlarni kiritish, koordinata o'qlarini o'zgartirish va h. k.

Ikki o'lchamli grafiklarni qurish uchun plot funksiyasi quyidagi ko'rinishlarda berilishi mumkin:

plot(f, h, v)

plot(f, h, v, ...)

bu yerda f — vizuallashtirilayotgan funksiya (yoki funktsiyalar), h — o'zgarish chegaralari bilan ko'rsatiladigan o'zgaruvchi, v — o'zgarish chegaralari bilan ko'rsatiladigan ko'rsatilishi majburiy bo'lmagan o'zgaruvchi, ... — grafikni qurish usulini qo'rsatuvchi parametr yoki parametrlar (chiziqlarning qalinligi va rangi, chiziqlarning turi va h. k. ).

Ikki o'lchamli grafiklar uchun quyidagi parametrlarni ko'rsatish mumkin:

- axes — koordinatalar turi (axes=NORMAL — odatdagi o'qlar, sukut bo'yicha chiqariladi, axes=BOXES — grafik shkalali o'qlardan iborat ramkaga olinadi, axes=FRAME — kesishadigan chiziqlar ko'rinishidagi o'qlar, axes = NONE — grafik koordinata o'qlarisiz quriladi);

- axes font — koordinata o'qlaridagi yozuvlarning shriftini beradi;
- color — chiziqlarning rangini beradi;
- coords — koordinata sistemasining turi;
- scont — uzluksiz grafik qurish (qiymati true yoki false bo'lishi mumkin);

- filled — agar filled=true bo'lsa qurilgan chiziq va gorizontal koordinata o'qi bilan chegaralangan soha color parametri bilan berilgan rangga bo'yaladi;

- font — shrift [turi, uslubi, o'lchami] ko'rinishida beriladi;
- labels — koordinatalar o'qlaridagi yozuvlar [X, Y] ko'rinishida beriladi, bu yerda X va Y — grafikning x va u o'qlaridagi yozuvlar;

- label directions — koordinata o'qlaridagi [X, Y] yozuvlarning yo'nalishlari, bu yerda X va Y satriy qiymatlarga (HORISONTAL -gorizontal va VERTICAL- vertikal) ega bo'ladi;

- label font — yozuvlar shriftining turi;
- legend — legendalarni (chiziqlarning belgilari) chiqaradi;
- linestyle — chiziqning turi (1 — uzluksiz, 2 — nuqtali, 3 — punktir va 4 — shtrixpunktir);

- numpoints — grafikdagi nuqtalarning minimal miqdori (sukut bo'yicha numpoints=49);

- scaling — grafikning masshtabi: CONSTRAINED (siqilgan) yoki UNCONSTRAINED (siqilmagan — sukut bo'yicha);

- size — shriftning o'lchami;
- style — grafikni qurish usuli (POINT — nuqtali, LINE — chiziqli);
- symbol — grafik nuqtalari uchun simvolning ko'rinishi (BOX — to'g'ri to'rtburchak, CROSS — krest, CIRCLE — aylana, POINT — nuqta, DIAMOND — romb);

- symbolsize — grafik nuqtalari uchun simvollarning o'lchamlari, punktlarda (sukut bo'yicha 10);

- title — grafikning sarlavxasi (title="string", bu yerda string — satr);

- titlefont — sarlavxa uchun shrift);

- thickness — grafikdagi chiziqlarning qalinligi (0, 1, 2, 3, sukut bo'yicha qiymati— 0);



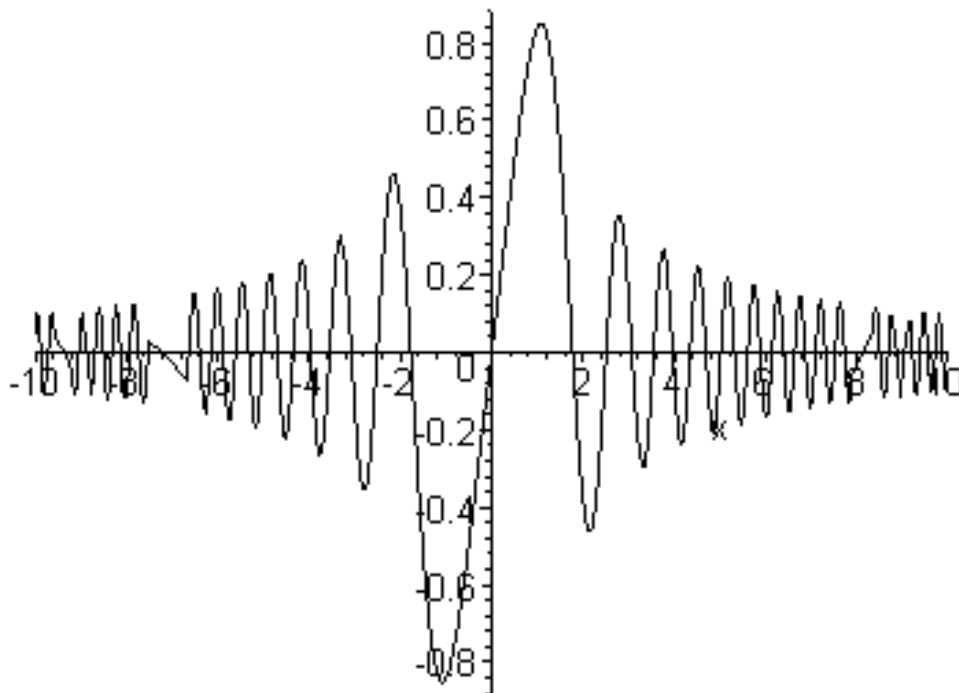
- `view=[A, V]` — ekranda aks etadigan grafikning minimal va maksimal koordinatalari, `A = [xmin. . xmax]`, `B=[ymin. . ymax]` (sukut bo'yicha grafikdagi chiziqlar to'liq aks etadi);
- `xtickmarks` — x o'qidagi belgilarning minimal soni;
- `ytickmarks` — u o'qidagi belgilarning minimal soni.

Umuman olganda grafikning parametrlarini o'rnatishda sezilarli qiyinchiliklar yuzaga kelmaydi, faqat titul yozuvlarda kirillitsa simvollari qabul qilinmasligi mumkin - bu holda muammo shrift tanlash yo'li bilan hal qilinishi mumkin.

### **YAkka funktsiyaning grafigi**

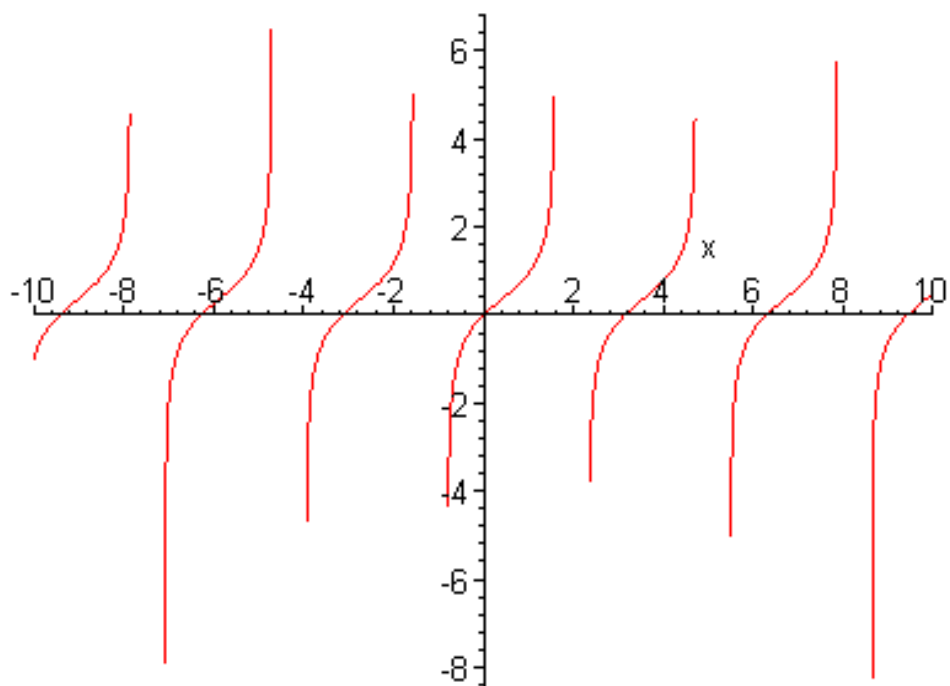
YAkka funktsiyaning grafigini qurishda funktsiya yaqqol ko'rinishda f shablonning o'rniga yoziladi:

> **`plot(sin(x^2)/x,x=-10. . 10,color=black);`**



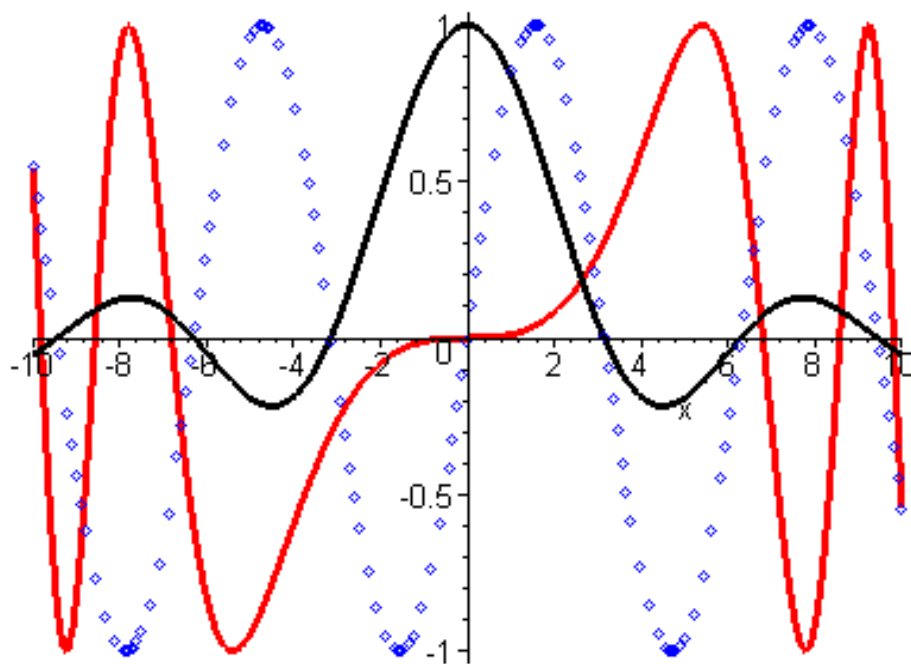
Ayrim funktsiyalar, masalan  $\tan(x)$  uzilishlarga ega va uzilish nuqtalarida  $+\infty$  yoki  $-\infty$  ga intiladi. Bunday funktsiyalarning grafigini qurishda Maple tizimining grafik protsessori hamma vaqt ham ordinata o'qi bo'yicha optimal diapazonni to'g'ri tanlay olmaydi:

> **`plot(ln(1+tan(x)),x=-10. . 10);`**



Bitta rasmda bir necha funktsiyaning grafigini qurish uchun grafiglari quriladigan funktsiyalarni va ular uchun umumiy intervalni ko'rsatish yetarli:

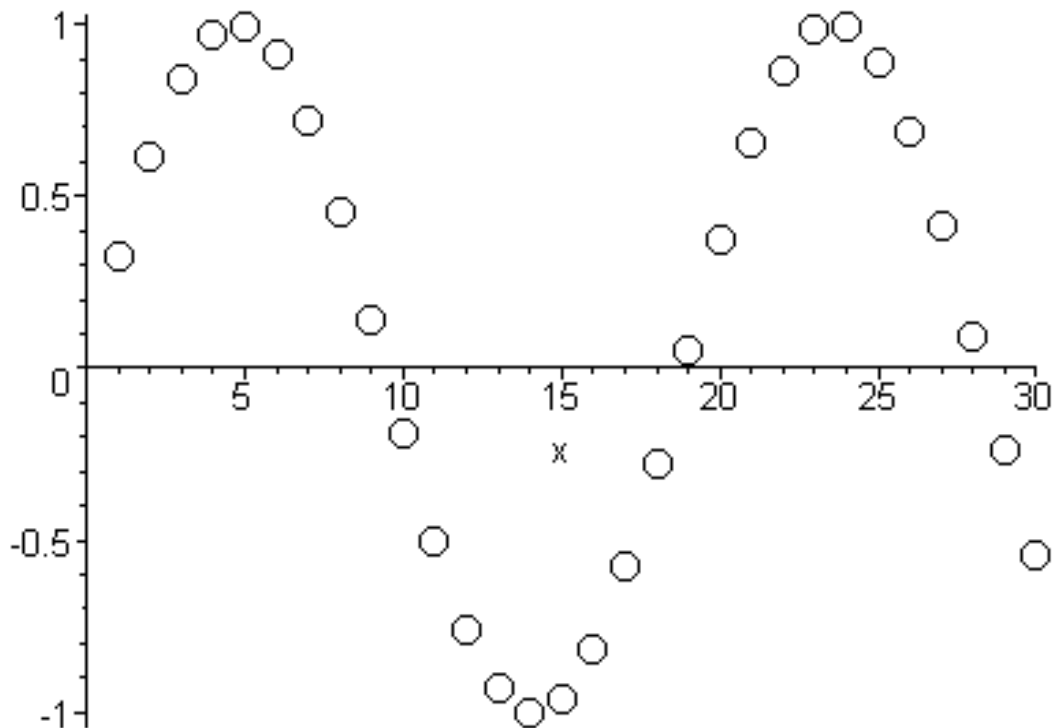
```
> plot([sin(x),sin(x)/x,sin(x^3/100)],x=-10. . 10,  
color=[blue,black,red],style=[point,line,line]);
```



Odatda turli funktsiyalarning grafiglari avtomatik ravishda har xil ranglarda quriladi.

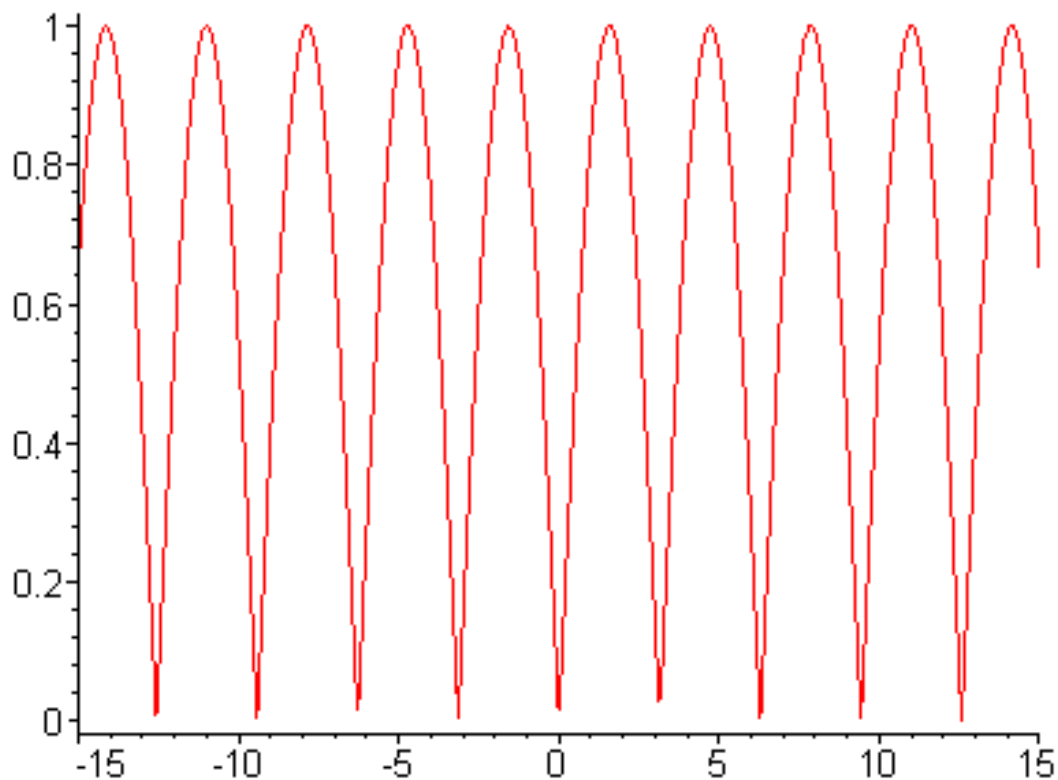
Funktsiyalarning grafiklarini nuqtalar bo'yicha qurish uchun nuqtalar to'plamidagi har bir nuqtaning koordinatalari ko'rsatiladi:

```
>> p:=[[i,sin(i/3)]$i=1..30];
p := [[ 1, sin(1/3)], [ 2, sin(2/3)], [ 3, sin(1)], [ 4, sin(4/3)], [ 5, sin(5/3)], [ 6, sin(2)],
      [ 7, sin(7/3)], [ 8, sin(8/3)], [ 9, sin(3)], [ 10, sin(10/3)], [ 11, sin(11/3)], [ 12, sin(4)],
      [ 13, sin(13/3)], [ 14, sin(14/3)], [ 15, sin(5)], [ 16, sin(16/3)], [ 17, sin(17/3)],
      [ 18, sin(6)], [ 19, sin(19/3)], [ 20, sin(20/3)], [ 21, sin(7)], [ 22, sin(22/3)],
      [ 23, sin(23/3)], [ 24, sin(8)], [ 25, sin(25/3)], [ 26, sin(26/3)], [ 27, sin(9)],
      [ 28, sin(28/3)], [ 29, sin(29/3)], [ 30, sin(10)]];
plot(p,x=0..30,color=black,style=point,symbol=circle,symbolsize=20);
```



Odatda protseduralar ko'rinishida berilgan funktsiyalarning grafigini qurishda deyarli muammolar yuzaga kelmaydi:

```
> u:=proc(x) if sin(x)>0 then sin(x) else -sin(x) fi end;
u := proc(x) if 0 < sin(x) then sin(x) else -sin(x) end if end proc
> plot(u,-15..15,axes=framed);
```



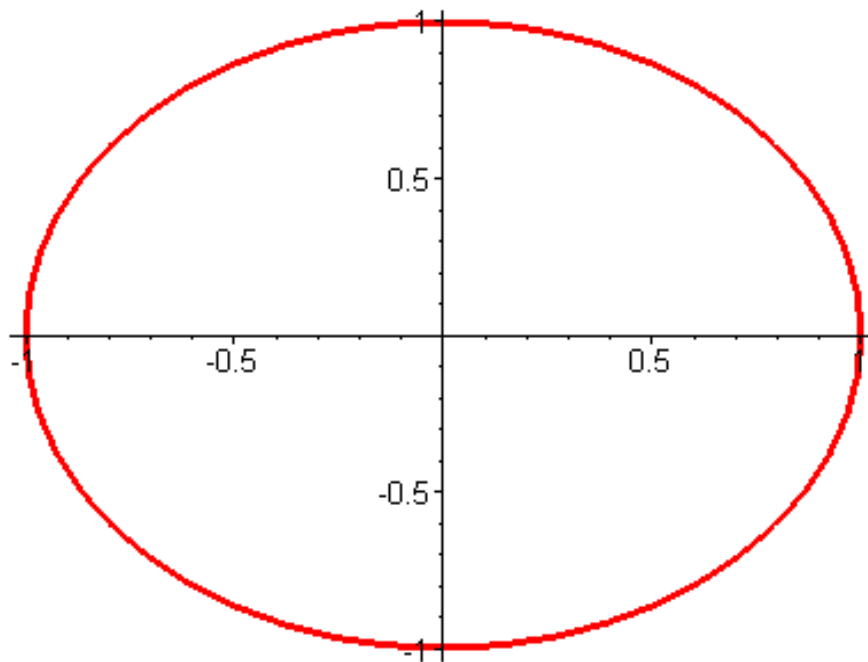
Ayrim hollarda funktsional bog'lanishlarni berish uchun parametrik tenglamalardan foydalaniladi, masalan  $x = f_1(t)$  i  $u = f_2(t)$ . Ularning grafiklarini qurish uchun  $(x, u)$  nuqtalar dekart koordinatalar sistemasidagi grafikda ko'rsatiladi va to'g'ri chiziq kesmalari bilan birlashtiriladi. Buning uchun quyidagi ko'rinishdagi plot funksiyasidan foydalaniladi:

```
plot([f1(t),f2(t),t-tmin. . tmax],h,v,p)
```

bu yerda abtsissa va ordinata o'qlari bo'yicha diapazonlarni hamda r parametрни ko'rsatish majburiy emas.

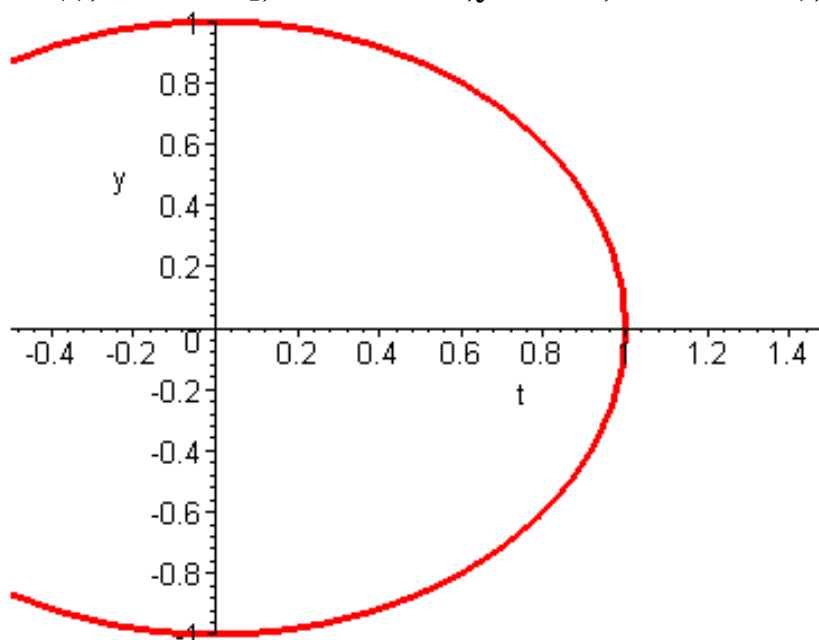
Agar  $f_1(t)$  va  $f_2(t)$  funktsiyalar tarkibida davriy funktsiyalar (masalan trigonometrik) bo'lsa yopiq figuralarni hosil qilish uchun  $t$  o'zgaruvchining o'zgarish diapazoni  $0. . 2*\text{Pi}$  yoki  $-\text{Pi}. . \text{Pi}$  olinishi kerak. Masalan,  $f_1(t)$  i  $f_2(t)$  funktsiyalar sifatida  $\sin(t)$  i  $\cos(t)$  funktsiyalar olinsa aylananing grafigi quriladi:

```
> plot([sin(t),cos(t),t=-Pi. . Pi],thickness=3);
```



Yuqoridagi grafikning ma'lum qismini olish uchun h (masalan  $t=-0.5..1.5$ ) va v (masalan  $y=-1..1$ ) diapazonlar ko'rsatiladi:

> `plot([sin(t),cos(t),t=-Pi..Pi],t=-0.5..1.5,y=-1..1,thickness=3);`

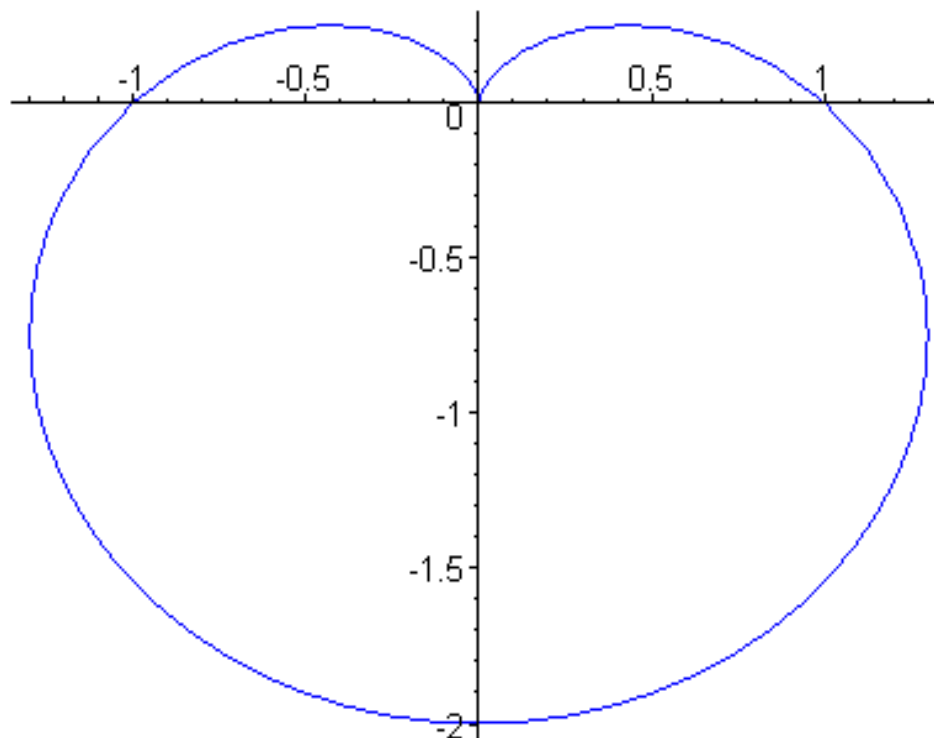


Funktsiyalarning grafiklarini qutbli koordinatalar sistemasida qurish (coords-polar) uchun plot funksiyasi quyidagi ko'rinishda yoziladi:

`plot([r(t),theta(t),t=tmin..tnrax],h,v,p,coords=polar)`

Bunda  $t$  burchakning o'zgarishiga mos bo'lgan  $r(t)$  radius-vektorning o'zgarishini ifodalovchi chiziqning grafigi hosil bo'ladi:

> `plot([1-sin(t),t,t=0..2*Pi],color=blue,coords=polar);`



Ikki va uch o'lchamli grafiklarni qurish imkoniyatlarini kengaytiruvchi plots paketi besh yuzga yaqin grafik funksiyalarga ega. U quyidagicha ishga tushiriladi:

> with(plots);

[animate, animate3d, animatecurve, changecoords, complexplot, complexplotSd, conformal, contourplot, contourplotSd, coordplot, coordplot3d, cylinderplot, densityplot, display, displayed, fteldplot, fieldplot3d, gradplot, gmdplotSd, implicitplot, implicitplot3d, inequal, listcontplot, HslistcontplotSd, listdensityplot, listplot, listplot3d, loglogplot, logplot, matrixplot, odeplot, pareto, pointplot, pointplotSd, polarplot, polygonplot, polygonplotSd, polyhedrajsupported, polyhedraplot, replot, rootlocus, semilogplot, setoptions, setoptionsSd, spacecurve, sparsematrixplot, sphereplot, surfdata, textplot, textplotSd, tubeplot]

Ushbu paket quyidagi funksiyalarga ega:

- animate — ikki o'lchamli grafiklarning animatsiyasi;
- animate3d — uch o'lchamli grafiklarning animatsiyasi;
- animatecurve — chiziqlarning animatsiyasi;
- changecoords — koordinatalar sistemalarini almashtirish;
- complexplot — kompleks tekislikda ikki o'lchamli grafiklarni qurish;
- complexplot3d — kompleks tekislikda uch o'lchamli grafiklarni qurish;
- conformal — kompleks funksiyaning konform grafigi ;
- contourplot — konturli grafikani qurish;
- contourplot3d — uch o'lchamli konturli grafikani qurish;
- coordplot — ikki o'lchamli grafiklarning koordinatlar sistemasini qurish;
- coordplot3d — uch o'lchamli grafiklarning koordinatlar sistemasini qurish;
- cylinderplot — tsilindrik koordinatalarda sirtning grafikasini qurish;
- densityplot — zichlikning ikki o'lchamli grafisini qurish;
- display — grafik ob'ektlarning ro'yhati uchun grafik qurish;

- `display3d` — uch o'lchamli grafik ob'ektlarning ro'yhati uchun grafik qurish;
- `fieldplot` — ikki o'lchamli vektor maydonining grafigini qurish;
- `fieldplot3d` — uch o'lchamli vektor maydonining grafigini qurish;
- `gradplot` — gradientning ikki o'lchamli vektor maydoni grafigini qurish;
- `gradplot3d` — gradientning uch o'lchamli vektor maydoni grafigini qurish;
- `implicitplot` — yaqqol bo'lmagan funktsiyaning ikki o'lchamli grafigini qurish;
- `implicitplot3d` — yaqqol bo'lmagan funktsiyaning uch o'lchamli grafigini qurish;
- `inequal` — tengsizliklar sistemasi yechimining grafigini qurish;
- `listcontplot` — qiymatlar to'ri uchun ikki o'lchamli konturli grafik qurish;
- `listcontplot3d` — qiymatlar to'ri uchun uch o'lchamli konturli grafik qurish;
- `listdensityplot` — qiymatlar to'ri uchun ikki o'lchamli zichlik grafigini qurish;
- `listplot` — qiymatlar ro'yhati uchun ikki o'lchamli grafik qurish;
- `listplot3d` — qiymatlar ro'yhati uchun uch o'lchamli grafik qurish;
- `loglogplot` — funktsiyaning logarifmik ikki o'lchamli grafigini qurish;
- `logplot` — funktsiyaning yarim logarifmik ikki o'lchamli grafigini qurish;
- `matrixplot` — matritsa orqali berilgan qiymatlarga asosan uch o'lchamli grafik qurish;
- `odeplot` — differentsial tenglamalar yechimining ikki yoki uch o'lchamli grafigini qurish;
- `pareto` — diagrammalar qurish (gistogrammalar va grafika);
- `pointplot` — nuqtalar bilan ikki o'lchamli grafik qurish;
- `pointplot3d` — nuqtalar bilan uch o'lchamli grafik qurish;
- `polarplot` — qutbli koordinatalar sistemasida ikki o'lchamli egri chiziqning grafigini qurish;
- `polygonplot` — bir yoki bir necha ko'pburchaklarning grafigini qurish;
- `polygonplot3d` — bir yoki bir necha ko'pburchaklarning uch o'lchamli grafigini qurish;
- `polyhedraplot` — uch o'lchamli ko'pyoqlikni qurish;
- `replot` — grafikni qaytadan qurish;
- `rootlocus` — kompleks noma'lumli tenglama ildizlarining grafigini qurish;
- `semilogplot` — funktsiyaning abstsissa o'qidagi masshtab logarifmik bo'lgan grafigini qurish;
- `setoptions` — ikki o'lchamli grafik uchun sukut bo'yicha parametrlarni o'rnatish;
- `setoptions3d` — uch o'lchamli grafik uchun sukut bo'yicha parametrlarni o'rnatish;
- `spacecurve` — uch o'lchamli egri chiziqlarni qurish;
- `sparsematrixplot` — qiymatlari nolga teng bo'lmagan matritsaning ikki o'lchamli grafigini qurish;

- sphereplot — uch o'lchamli sirtning grafigini sferik koordinatalarda qurish;
- surfdata — sirtning uch o'lchamli grafigini sonli ma'lumotlar bo'yicha qurish;
- textplot — matnni ikki o'lchamli grafikning ko'rsatilgan nuqtasiga chiqarish;
- textplot3d — matnni uch o'lchamli grafikning ko'rsatilgan nuqtasiga chiqarish;
- tubeplot — «truba» turdagi uch o'lchamli grafikni qurish.

Teng satxli chiziqlar bilan grafik qurish (konturli grafiklar) kartografiyada keng ishlatiladi. Bunday grafiklarni qurish uchun contourplot funksiyasidan foydalaniladi. Undan quyidagi formatlarda foydalanish mumkin:

contourplot(expr1,x=a..b,y=c..d)

contourplot(f,a..b,c..d)

contourplot([exprf,exprg,exprh] S=a..b,t=c..d)

contourplot([f,g,h],a..b,c..d)

contourplot3d(expr1,x=a..b,y=c..d)

contourplot3d(f,a..b,c..d)

contourplot3d([exprf,exprg,exprh],s=a..b,t=c..d)

contourplot3d([f,g,h],a..b,c..d)

Bu yerda  $f, g, h$  — funktsiyalar;  $expr1$  — yuza balandligi va  $x, y$  koordinatalar orasidagi bog'lanishni ko'rsatuvchi ifoda;  $exprf, exprg$  va  $exprh$  — yuzaning  $s$  va  $t$  ga bog'liq bo'lgan parametrik shakldagi ifodalari;  $a$  va  $b$  — haqiqiy turdagi konstantalar;  $s$  va  $d$  — haqiqiy turdagi konstantalar yoki ifodalar;  $x, y, s$  va  $t$  — mustaqil o'zgaruvchilarning nomlari.

### Nazorat uchun savollar:

1. ODT echishda nimalarga e'tibor berish zarur?
2. MathCAD va Maple dasturlarida differensial tenglamalarni echish uchun qaysi funktsiyalardan foydalanamiz.
3. MathCad va Maple dasturlarida necha o'lchovli grafiklar bilan ishlash mumkin?
4. MathCad va Maple dasturlarida ikki o'lchovli grafik qanday quriladi?
5. MathCad va Maple dasturlarida uch o'lchovli grafik qanday quriladi?

### Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Алексеев Е. Р. , Чеснокова О. В. Решение задач вычислительной математики в пакетах MathCad 12, MATLAB 7, Maple 9. – М. : ИТ Пресс, 2006. – 496 с. : ил. – (Самоучител).
2. Дашенко А. Ф. , Кириллов В. Х. , Коломиец Л. В. , Оробей В. Ф. MATLAB в инженерных и научных расчетах. Монография. Одесса «Астропринт», 2003. – 214 с.
3. Плис А. И. , Силвина Н. А. MathCad 2000: Математический практикум для экономистов и инженеров: Учеб. пособие. – М. Финансы и статистика, 2000 г.
4. Макаров Е. Г. Инженерные расчеты в MathCad. Учебный курс. СПб. : Питер, 2003.
5. В. П Дяконов MathCad 2000: Учебный курс. Питер 2002 г.
6. О. А. Сдвижков Дашков И. К. MathCad - 2000: Введение в компьютерную математику. 2002 г.
7. Д. А Гурский. Вычисление в MathCad. Новое знание 2003 г.
8. Ne'matov A. , Oxunboev M. , Sobirov N. MathCad tizimida matematik masalalarni yechish. Uslubiy qo'llanma. Toshkent, 2009 y. 50 b.



## 4-mavzu. MatLAB tizimi

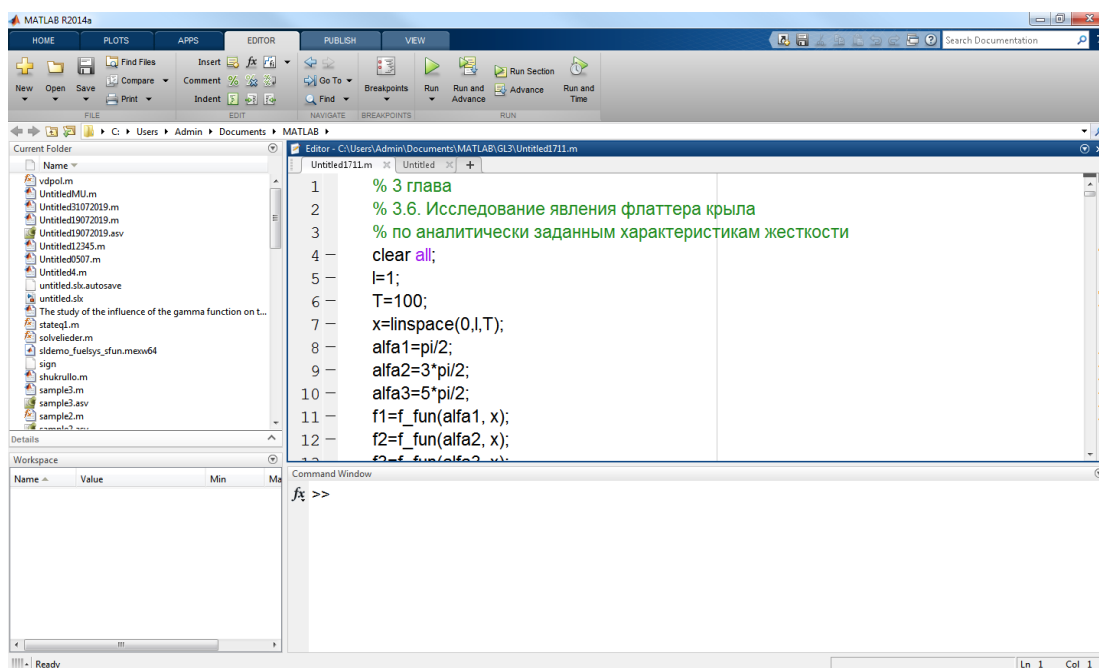
### Reja:

1. Matlab dasturi
2. MATLABda matematik hisoblashlar
3. Vektor va matritsalarini shakllantirish
4. Vektorlar va matritsalar ustida bajariladigan funksiyalar
5. Matlabda funksiya grafiklarini tasvirlash.

**Tayanch iboralar:** matritsali laboratoriya, vektor-satr, vektor-ustun, Grafik qurish, Simulink, matematik hisoblash, konstantalar va o'zgaruvchilar, massivlar va matritsalar, Matritsalarini shakllantirish, matritsa ustida amallar, ikki va uch o'lchovli grafik.

### 1. Matlab dasturi

MATLAB so'zi MATrix LABoratory – matritsali laboratoriya so'zlarining boshlang'ich harflaridan tuzilgan. Uning nomidan MATLABning mohiyatni anglash mumkin. Bu haqiqatdan matritsali laboratoriya oddiy konstanta yoki o'zgaruvchi emas, ya'ni matritsa va uning xususiy holi vektor-satr, vektor-ustundir.



MATLABda yangi fayl yaratish uchun **Fayl** menyusining **New** bandidan foydalaniladi. Yaratilayotgan faylning mazmuniga ko'ra M-fayl, Figure, Model, GUI buyruqlaridan biri tanlanadi.

**M-fayl** – tahrirlash oynasini ochish, M-fayllarni otladka qilish;

**Figure** – Grafik qurish bo'sh oynasini ochish;

**Model** – Simulink modelini yaratish uchun bo'sh oyna ochish;

**GUI** – Foydalanuvchining grafik interfeysini elementlarini qayta ishlash oynasini ochish;

**Open** – Fayllarni yuklash oynasini ochish;

**Close Command Windows** – Buyruq rejimida ishlash oynasini yopish;

**Import Data** – Fayllar ma'lumotlarini import oynasini ochish;

**Save Workspace As. . .** – Ishchi sohada berilgan nom bilan fayl ko'rinishida yozish oynasini ochish;  
**Set Path** – Faylli tizimlarga o'rnatish yo'llariga ruxsat berish oynasini ochish;  
**Preferences . . .** – Interfeys elementlarini sozlash oynasini ochish;  
**Print . . .** – Barcha hujjatlarni chop etish oynasini ochish; **Exit** – Sistema bilan ishlashni yakunlash.

## 2. MATLABda matematik hisoblashlar

### MATLABda arifmetik va mantiqiy amallar

MATLABda arifmetik amallar

<i><b>Funksiya</b></i>	<i><b>Belgilanishi (sintaksisi)</b></i>
Qo'shish	$+(M1+M2)$
Ayirish	$-(M1-M2)$
Matritsali ko'paytirish	$*(M1*M2)$
Massivlarning elementlari bo'yicha ko'paytirish	$.*(M1.*M2)$
Matritsani darajaga ko'tarish	$^(M1^x)$
Massivlarning elementlari bo'yicha darajaga ko'tarish	$.^(M1.^x)$
Matritsani chapdan o'ngga bo'lish	$/(M1 / M2)$
Massivlarning elementlari bo'yicha chapdan o'ngga bo'lish.	$./(M1 ./ M2)$
Matritsani o'ngdan chapga bo'lish	$\backslash(M1 \backslash M2)$
Massivlarning elementlari bo'yicha o'ngdan chapga bo'lish.	$\backslash.(M1 \backslash M2)$

Matematik ifodalarda operatorlarni bajarish aniq bir qoidaga ega. MATLAB tizimida mantiqiy operatorlar arifmetik amallarga nisbatan yuqori turadi, darajaga ko'tarish esa ko'paytirish va bo'lish amallaridan yuqori, shu bilan bir qatorda ko'paytirish va bo'lish qo'shish va ayirishga nisbatan yuqori mavqega ega.

Munosabatlar operatori vektor yoki matritsa, ikkita qiymatni taqqoslash uchun xizmat qiladi. Taqqoslash belgilari quyidagi jadvalda keltirilgan.

<i><b>Funksiya</b></i>	<i><b>Belgilanishi (sintaksisi)</b></i>
Teng	$==(x == y)$
Teng emas	$\sim=(x \sim y)$
Kichik	$<(x < y)$
Katta	$>(x > y)$
Kichik yoki teng	$\leq=(x \leq y)$
Katta yoki teng	$\geq=(x \geq y)$

Dasturlash MATLAB tizimida uning imkoniyatlarini kengaytirishi mumkin. Uning foydalanish imkoniyatlarini yanada oshiradi. Yuqorida dasturlashning ma'lum elementlari bilan tanishdik. Bu yerda MATLAB tilining to'ldiruvchi qoidalarini ko'rib o'tamiz. Dasturlash tilida konstantalar va o'zgaruvchilar ishlatiladi. O'zgaruvchi bu ob'ekt nomlariga ega bo'lib, o'zida turli ma'lumot qiymatlarini saqlash xususiyatiga ega. O'zgaruvchining bu ma'lumot qiymatlari sonlar yoki simvollar, vektorlar yoki matritsalar bo'lishi mumkin.

O'zgaruvchining aniq bir qiymatini berish uchun o'zlashtirish operatori ishlatiladi: Uning umumiy ko'rinishi quyidagicha:

O'zgaruvchi\_nomi = ifoda;

O'zgaruvchining tipi oldindan e'lon qilinmasligi mumkin.

Ular o'zgaruvchining o'zlashtirayotgan ifoda qiymatiga qarab aniqlanadi. O'zgaruvchining nomi bir nechta simvoldan tashkil topishi mumkin, lekin boshlang'ich 31 ta simvol identifikatsiya qilinadi. O'zgaruvchining nomi harf bilan boshlanadi. Bundan tashqari harf, raqam, simvol va ostiga chiziq bo'lishi mumkin. Nomda probel va maxsus belgilar ishlatish mumkin emas.

### Satrni ko'chirish

Matematik ifodalarda monitor ekraniga joylashmagan holda uning ma'lum qismini keyingi qatorga ko'chirish maqsadga muvofiq. Buning uchun ko'p nuqta (...) simvoli ishlatiladi. Buyruq rejimida bitta satrdagi simvollar soni 4096 ta bo'lishi mumkin. M-faylda esa cheklanmagan, lekin bunday uzun satrlar bilan ishlash noqulay. Shuning uchun satrdagi simvollar ko'chirish dasturni sifatini yaxshilaydi.

MATLAB tilida oshkor ma'lumotlarni kiritish va chiqarish operatorlari yo'q. Bu muammo o'zlashtirish operatori orqali hal etiladi. Buning uchun matematik ifodalarning oxirida nuqtali vergul (;) belgisi qo'yilmaydi.

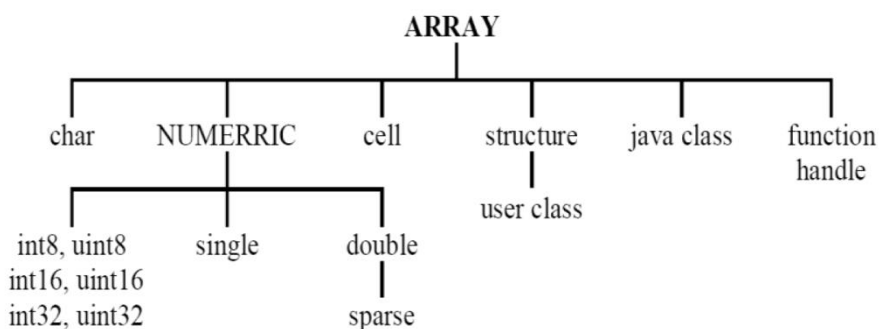
Tizim konstantalariga quyidagilar kiradi:

*Pi* = 3,1415 ... - "PI" soni;  
*i* yoki *j* . kichik birlik;  
*NaN* -  $\frac{0}{0}$  ko'rinishdagi aniqmaslik;

*Inf* . a/o cheksizlik tipi;

*ans* oxirgi operatsiya natijasi

### Ma'lumotlar tipi



### 3. Vektor va matritsalarini shakllantirish.

MATLAB – massivlar va matritsalar, vektorlar bilan murakkab hisoblashlarni bajarish uchun maxsus mo'ljallangan tizimdir. Har bir berilgan o'zgaruvchi bu vektor, matritsa va massiv deb tushuniladi. Agar vektorning uch elementi berilgan bo'lsa, uni kvadrat qavs ichida bir-biri bilan probel yoki vergul orqali ajratilib qiymatlari beriladi. Masalan:

```
>> V=[1 2 3]
V =
     1     2     3
>> V=[1; 2; 3]
V =
     1
     2
     3
```

Masalan, agar  $x=1$  berilgan bo'lsa, u holda bu  $x$  1 ga teng bitta elementdan iborat vektordir. Agar vektor 4 ta elementdan iborat desak, ularning qiymatlarini kvadrat qavs ichida probellar bilan ajratilgan holda yozish mumkin.

```
>> V = [2 4 6 8]
V =
     2     4     6     8
```

MATLABda matritsa va vektorlar ustida amallar bajarish bir vaqtning o'zida barcha arifmetik amallarni bajarish imkonini beradi. Buning uchun amal belgisi oldidan nuqta qo'yiladi. MATLABda vektor va matritsalarini berish uchun maxsus funksiyalar mavjud. Bu funksiyalar bir o'lchovli va ko'p o'lchovli massivlar yaratish uchun xizmat qiladi. *ones* funksiyasi massivning

birlik elementini tuzadi.

```
>> a = ones (3, 2)
a =
     1     1
     1     1
     1     1
```

*zeros* funksiya nol elementli massivni yaratadi.

```
>> b = zeros (2, 3)
b =
     0     0     0
     0     0     0
```

Matritsani berish bir nechta satr va bir nechta ustunlarni ko'rsatishni talab etadi. Satr chegaralari nuqtali vergul bilan ajratiladi. Masalan:

```
>> M=[1 2 3; 4 5 6; 7 8 9];
>> M
M =
     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9
```

Matritsalarini shakllantirish va matritsa ustida amallar bajarish uchun matritsaning alohida satr va ustunlarini o'chirish zarur bo'lishi mumkin. Buning uchun bo'sh kvadrat qavs, yani [ ] dan foydalaniladi. Masalan, M matritsa bilan shu bajarib ko'raylik:

```
>> M=[1 2 3;4 5 6; 7 8 9];
```

```
>> M
```

```
M =
```

```
1 2 3
4 5 6
7 8 9
```

```
>> M(:,2)=[ ]
```

```
M =
```

```
1 3
4 6
7 9
```

Bunda ikkinchi ustun o'chirildi.

Chiziqli algebra masalalarini yechish sohasida MATLAB keng imkoniyatlarga ega.

**Matritsalar ustida elementar amallar bajarish quyidagicha bo'lishi mumkin:**

```
>> % matritsa elementlarini songa ko'paytirish >> A=[1 -1 3;-1 2 0;3 -2 1];
```

```
>> B=2*A
```

```
B =
```

```
2 -2 6
-2 4 0
6 -4 2
```

```
>> % matritsa elementlari bo'yicha amallar bajarish >> A/3+2*(B-A)
```

```
ans =
```

```
2.3333 -2.3333 7.0000
-2.3333 4.6667 0
7.0000 -4.6667 2.3333
```

```
>> % matritsani transponerlash A'
```

```
>> A'
```

```
ans =
```

```
1 -1 3
-1 2 -2
3 0 1
```

```
>> % matritsani matritsaga ko'paytirish
```

```
>> A*B
```

```
ans =
```

```
22 -18 12
-6 10 -6
16 -18 20
```

```

>> % matritsani kvadratga ko'tarish
>> B^2
ans =
    44   -36    24
   -12    20   -12
    32   -36    40
>> % Matritsani elementlarini ko'paytirish
>> A.*B
ans =
     2     2    18
     2     8     0
    18     8     2
>> % Matritsa elementlari bo'yicha darajaga ko'tarish
>> B.^3
ans =
     8    -8   216
    -8    64     0
   216   -64     8

```

$A \cdot x = b$  chiziqli sistemani yechish uchun MATLABda teskari bo'lish belgisi ishlatiladi.

```

>> % Ax=b chiziqli sistemani yechish
>> A=[1 2 5; 1 -1 3; 3 -6 -1];
>> b=[-9;2;25];
>> x=A\b
x =
    2.0000
   -3.0000   -1.0000
>> % Ax=b ni tekshirish >> A*x
ans =
   -9.0000
    2.0000
   25.0000

```

#### ***4. Vektorlar va matritsalar ustida bajariladigan funksiyalar***

$\text{Length}(V)$  –  $V$  vektorning uzunligini aniqlaydi.

$\text{Prod}(V)$  yoki  $\text{prod}(A,k)$  –  $V$  vektor elementlarining ko'paytmasi yoki  $k$  ga ko'paytirish

$\text{Sum}(V)$  yoki  $\text{sum}(A,k)$  –  $V$  massiv elementlarining yig'indisini hisoblaydi yoki  $k$  ning qiymatiga bog'liq matritsa satrlari yoki ustunlarining yig'indisini hisoblaydi.

$\text{dot}(v1,v2)$  – bu  $v1$  va  $v2$  vektorlarning skalyar ko'paytmasini hisoblaydi. (yoki  $\text{sum}(v1.*v2)$  funksiya qiymatini chiqaradi).

$\text{cross}(v1,v2)$  –  $v1$  va  $v2$  vektorlarning vektor ko'paytmasini aniqlaydi.

$\text{min}(V)$  –  $V$  massivning kichik elementini aniqlaydi.

$\text{max}(V)$  –  $V$  massivning katta elementini aniqlaydi.

$\text{sort}(V)$  –  $V$  massivni tartiblaydi (o'sish tartibi bo'yicha saralaydi).

$-\text{sort}(-V)$  –  $V$  massivni tartiblaydi (kamayish tartibi bo'yicha saralaydi).

det(M) – M kvadrat matritsani hisoblaydi.

rank(M) – M matritsa rangini aniqlaydi.

norm(M, p) – p (p=1, 2, inf, fro) ga bog'liq holda M matritsaning normasini turli ko'rinishlarda qaytaradi.

cond (M, p) – p normaga asoslangan M matritsa shartli qiymat sonini qaytaradi.

eye (n, m) yoki eye (n) – kvadrat birlik matritsa yoki bosh diagonal bo'yicha birlik to'g'ri to'rtburchakli matritsani qaytaradi.

cat (n, A, B) yoki cat (n, A, B, C, . . . ) – A va B matritsalarini birlashtiradi.

inv(M) – M matritsaga teskari matritsani qaytaradi.

magic(n) – funksiyasi n\*n o'lchamli sirli matritsani beradi, yani barcha ustun elementlari yig'indisi, barcha satr elementlari yig'indisi va hatto diagonal bo'yicha elementlar yig'indisi bir xil songa teng bo'ladi.

linsolve(A, b) -  $A \cdot x = b$  ko'rinishdagi chiziqli tenglamalar sistemasi yechimini, linsolve(A, b, options) formatida tenglama yechish metodini berish imkonini chaqiradi.

### 5. Matlabda funksiya grafiklarini tasvirlash.

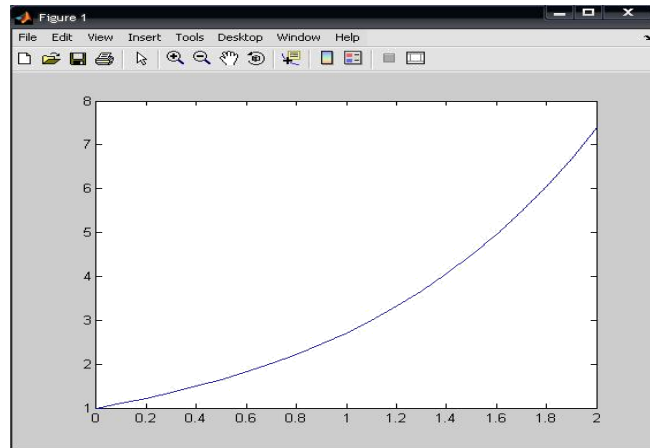
Matlab tizimining eng ajoyib xususiyatlaridan biri, unda ikki va uch o'lchovli grafik chizish imkoniyatining mavjudligidir. Matlabda grafiklarni har xil koordinata sistemalarida qurish mumkin. Bulardan to'g'ri burchakli dekart koordinatalari sistemasi, polyar koordinatalari, sferik va silindrik sistemalarni keltirish mumkin.

Biror bir sistemada grafik chizish uchun umumiy bo'lgan ba'zi grafik chizish buyruqlarini 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;

Masalan, funksiyaning  $x \in [0;2]$  sigmentdagi grafigini chizish kerak bo'lsa, quyidagi Matlab buyruqlari ketma-ketligi yetarli bo'ladi:

```
>> x=0:.1:2;  
>> y=exp(x);  
>> plot(x,y)
```



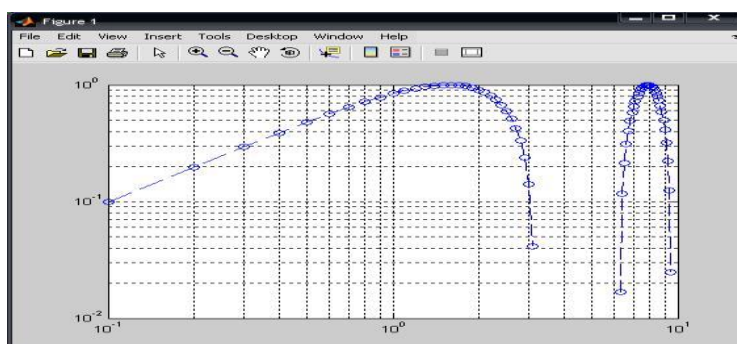
plot(x,y)- buyrug'i grafik oynani ochadi va unda kerakli funksiya grafigini tasvirlab beradi.

Ko'pincha grafik buyruqlar 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 grafigi.

x=0:. 1:10;

loglog(x,sin(x),'—ob');

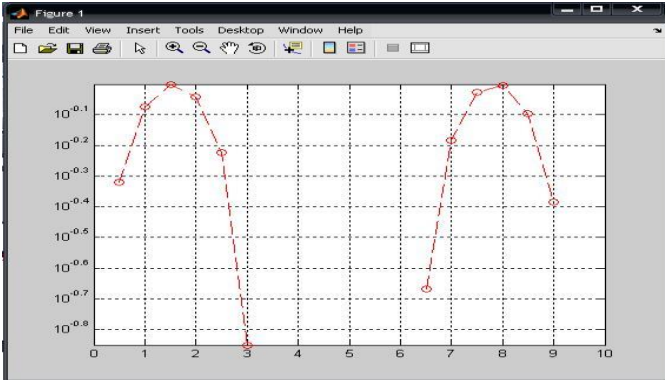
grid on



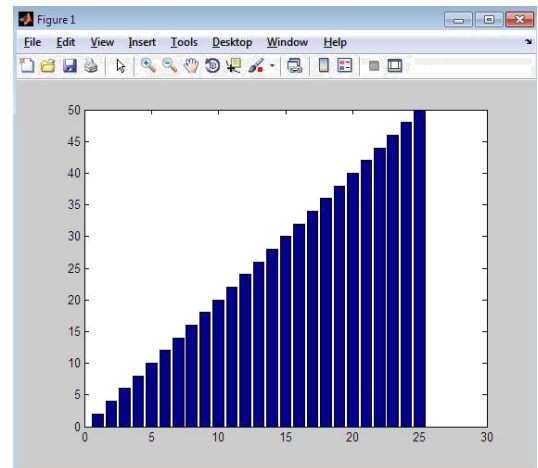


Bu yerda "--" -liniya turi, "o"-aylana tugun nuqta turi, "b"-havorang liniya rangi. Endi boshqa grafik funksiyadan foydalanib ko'ramiz:

```
>> x=0:0.5:10;  
>> semilogy(x,sin(x),'-or')  
>> grid on
```



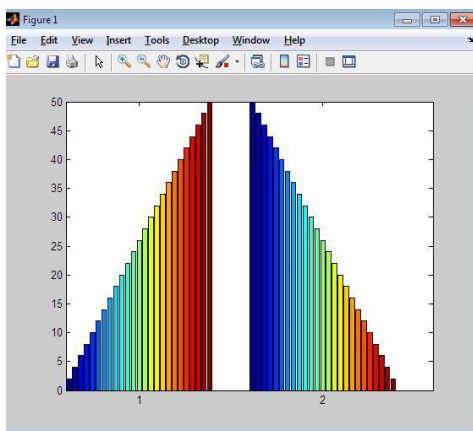
Bu misollardan ko'rinib turibdiki, Matlab tizimida grafik chiziqlarini rangini, turini, tugun nuqtalarini ko'rsatish va boshqa imkoniyatlar mavjud.



**Gistogrammalar. Polyar koordinatalarda grafika.** Amaliy hisoblarda biror vektor tarkibini tasvirleydigan 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)** buyrug'i yordamida quriladi.

Masalan:

```
>> a=[2:2:50];
>> bar(a)
>> a=[2:2:50;50:-2:2];
>> bar(a)
```



Bundan tashqari gistogramma qurishning yana boshqa usuli ham mavjud bo'lib, bu **hist** funksiyasi yordamida amalga oshiriladi:

- ✓ N=hist(u) - avtomatik tanlangan 10 intervalli vektor qiymatini qaytaradi;
- ✓ N=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

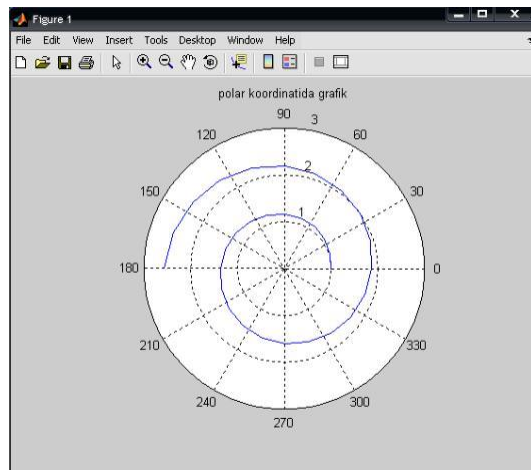
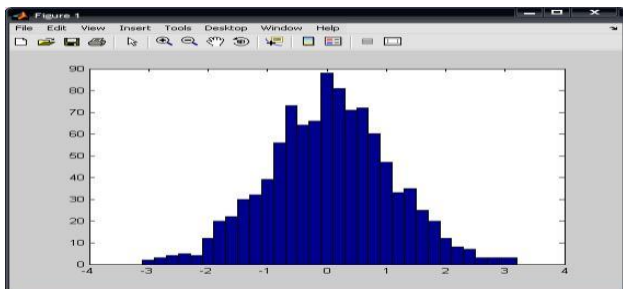
2 3 4 5 4 12 20 22 30 32 39 56 73

Columns 14 through 26

4 66 88 81 71 72 60 47 33 35 25 20 12

Columns 27 through 31

8 7 3 3 3

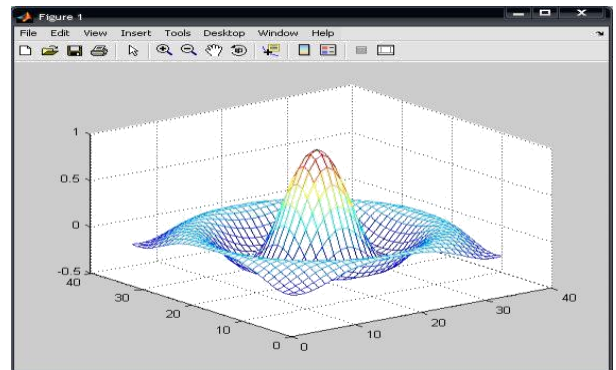


Qutbli koordinatalar tizimida ixtiyoriy nuqta xuddi radius vektor oxiri kabi, koordinatalar tizimining boshlang'ich nuqtasidan chiqib, RHO uzunlikka va THETA burchakka egaligini ko'rsatadi. RHO(THETA) funksiya grafigini qurish uchun quyida keltirilgan buyruqlardan foydalaniladi. THETA burchak odatda 0 dan  $2 * \pi$  gacha o'zgaradi. Qutbli koordinatalar tizimida funksiya grafigini qurish uchun quyidagi buyruqlardan foydalaniladi:

- ✓ `polar(THETA,RHO)`- qutbli koordinatalar tizimida radius-vektor oxirining o'z holatidagi RHO uzunlik bilan va THETA burchakni ko'rsatuvchi grafikani quradi;
- ✓ `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.** Uch o'lchovli fazoda grafik chizish uchun `plot3(x,y,z)` buyrug'idan foydalaniladi. Bunda x,y,z-vektorlar bir xil sondagi koordinatalarga ega bo'lishi kerak, aks holda sistema xatolik beradi. Masalan,

```
>> t=0:pi/50:10*pi;
>> plot3(sin(t),cos(t),t)
```

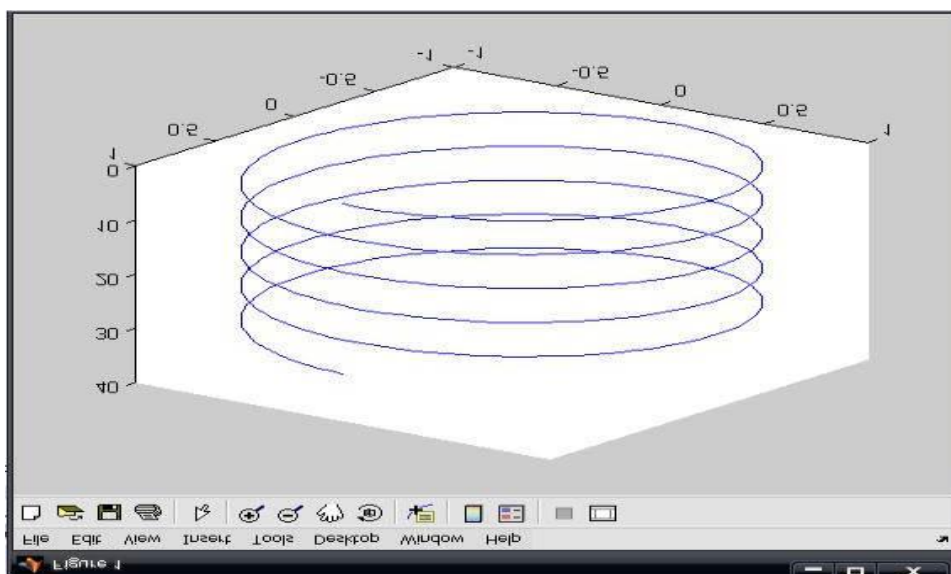
Bundan tashqari uch o'lchovli fazoda sirlarni grafigini hosil qiluvchi quyidagi buyruqlar mavjud:

**mesh**-bu fazoda uch o'lchovli "to'r"ni chizadi; **surf**-fazoda uch o'lchovli sirtini chizadi;

**fill3**-fazoda uch o'lchovli to'ldirilgan ko'pburchakni chizadi.

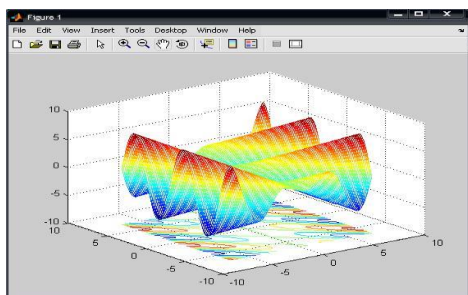
Meshgrid funksiyasi x,y larning qiymatlaridan [x,y] matrisalar hosil qiladi.

Agar x, y larning qiymatlari bir xil to'plamda bo'lsa meshgrid funksiyaning argumentida 1 ta argument qiymati ko'rsatilsa yetarli.



Masalan,  $Z = \sin R/R$ ,  $R = \sqrt{x^2 + y^2}$ ,  $x, y \in [-8, 8]$  bo'lsin.

```
>> [x,y]=meshgrid(-8:5:8);
>> R=sqrt(x.^2+y.^2)+eps;
>> z=sin(R)./R;
>> mesh(z)
```



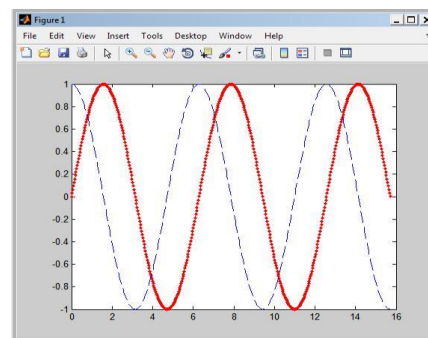
Ko'rinib turibdiki, bu sirt grafigi to'r ko'rinishida ifodalangan. R ni hisoblashda sistema o'zgaruvchisi **eps** ni qo'shishdan maqsad,  $z = \sin(R)/R$  ni hisoblashda nolga bo'lishdan saqlanishdir.

**surf** funksiyasining ishlatilish:

```
>> [x,y]=meshgrid(-7:0:7);
>> z=x.*sin(x+y);
>> surf(x,y,z)
```

Agar x, y argumentlarning o'zgarish oraliqlari har-xil bo'lsa, ular meshgrid funksiyasida aloxida-aloxida yoziladi.

Bir oynada bir necha grafiklarni hosil qilish. Matlabda bir grafik oynasida bir necha grafiklar hosil qilish uchun grafik oynasini ochiq holda saqlash kerak. Bu **hold** (yoki **hold on**) buyrug'i yordamida amalga oshiriladi. hold buyrug'i har bir grafik qurilgandan so'ng ishlatiladi. Masalan,  $y_1 = \sin(x)$ ,  $y_2 = \cos(x)$ ,  $x \in [0, 5\pi]$  funksiyalar grafigini bir oynada chizilsin:



```
>> x=0:pi/100:5*pi;
>> y1=sin(x);
>> plot(x,y1,'--. r')
>> hold
>> y2=cos(x);
>> plot(x,y2,'--b')
```

Shundan keyin **hold off** buyrug'ini **hold** ni ishlashini to'xtatuvchi sifatida ishlatish mumkin. Matlabda grafiklarni faqat nuqtalar orqali ham chiqarish mumkin. U holda nuqtalar uchun quyidagi belgilar ishlatiladi: . , +, \*, o va boshqalar. Masalan, plot(x,y,'o') har bir nuqtani o kabi belgilab, grafikni nuqtalar ketma-ketligi shaklida tasvirleydi. Chiziqlarni rangli qilib ham chiqarsa bo'ladi. Buning uchun **r-qizil, g-yashil, b-ko'k, w-oq rang, k-qora va x. k.** ishlatiladi.

### Hisoblashlarda to'xtashlar (pauza) hosil qilish

Dasturning ishlashini vaqtincha to'xtatib turish uchun pause operatoridan foydalaniladi. U quyidagi shakllarda ishlatilishi mumkin:

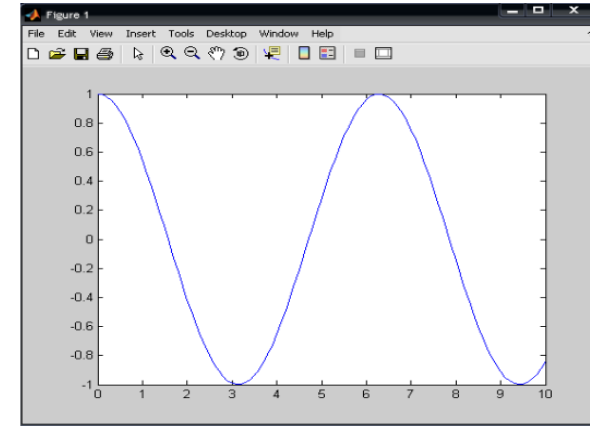
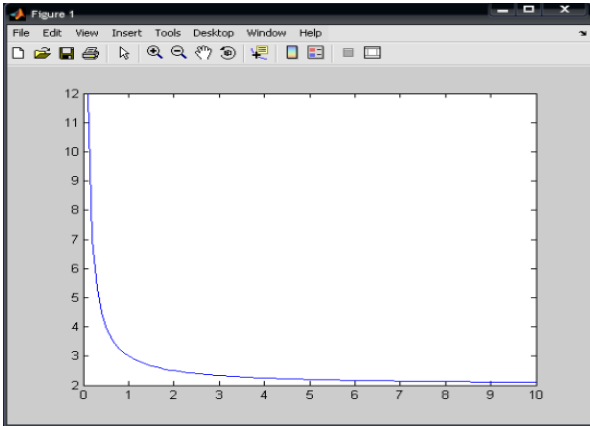
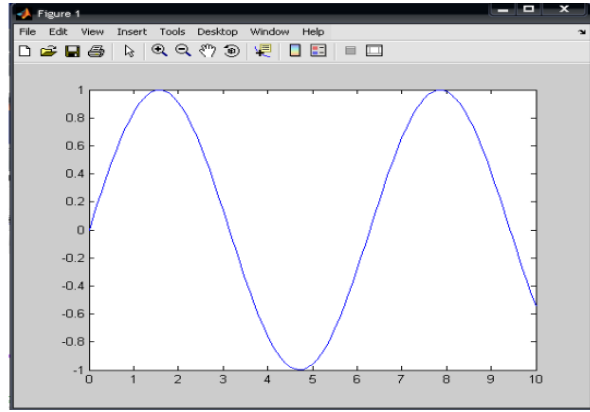
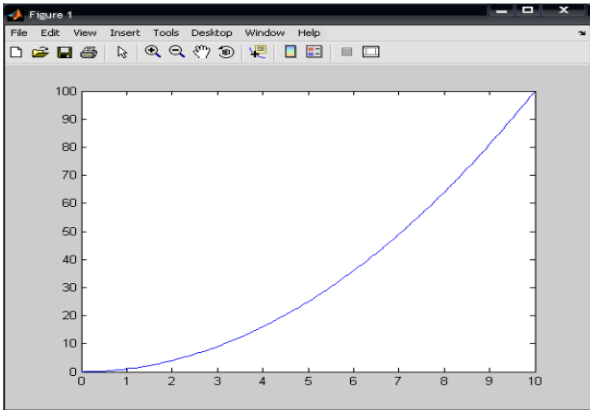
- ✓ pause –hisoblashlar biror klavisha bosilguncha to'xtab turadi;
- ✓ pause(N)-hisoblashlar N sekundga to'xtaydi;
- ✓ pause on pauzani qayta ishlash rejimini ulaydi;
- ✓ pause off-pauzani qayta ishlash rejimini uzadi;

Quyidagi pauza. m deb nomlangan m-faylni yaratamiz:

```
x=0:0. 1:10;
pause(0. 5)
pause
y2=x. ^2
y=sin(x);
plot(x,y2)
plot(x,y)
pause(3)
y1=cos(x)
y3=1. /x+2
pause(2)
plot(x,y3)
plot(x,y1)
```

pauza. m nomli funksiyani ishlatamiz: >> pauza

Bu buyruqlar oynasida ishga tushirilgandan keyin pauza operatori ta'sirida biror klavisha bosilguncha kutib turadi. Klavisha bosilgandan keyin sin(x) ning grafigi quriladi. Keyingi grafiklar pause(N) operatorlarning ishlashiga asosan ma'lum vaqt oraliqlardan keyin ketma-ket quriladi, ya'ni 2 sekunddan keyin cos(x) ning, 0. 5 sekunddan keyin x^2 ning va 3 sekunddan keyin 1/x-2 ning grafigi ekranda paydo bo'ladi.

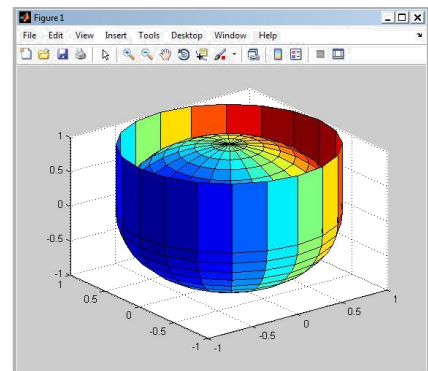
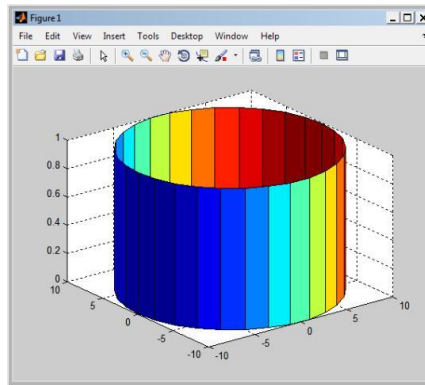
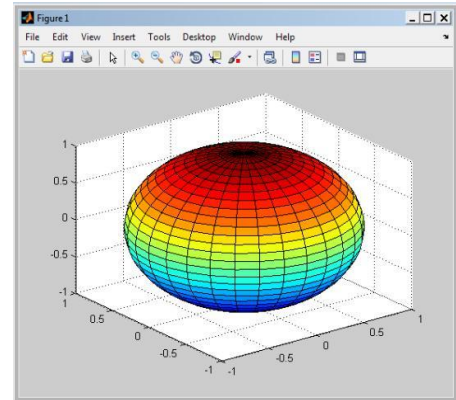


## Silindrni uch o'lchovli fazoda qurish

- $[x,y,z]=\text{cylinder}(R,N)-x,y,z$  massivlarni hosil qiladi. Bu massivlar  $R$  radiusli silindr hosil qiladi.  $N$  tugun nuqtalar sonini bildiradi. Shunday silindrni qurish uchun  $\text{surf}(x,y,z)$  buyrug'i ishlatiladi.

- $[x,y,z]=\text{cylinder}(R,N)$  yoki  $[x,y,z]=\text{cylinder}$  xuddi yuqoridagi kabi bo'lib, bunda  $R=11$ ,  $N=[20]$

Masalan,  $[x,y,z]=\text{cylinder}(10,30); \text{surf}(x,y,z,x)$ . Bunda  $\text{surf}$  buyrug'i  $x$  vektor orqali aniqlanuvchi ranga funksional bo'yoq berish imkoniyatini beradi



## Sferani uch o'lchovli fazoda qurish

$x,y,z$  sfera koordinatalarni aniqlash uchun **sphere** funksiyasi ishlatiladi.

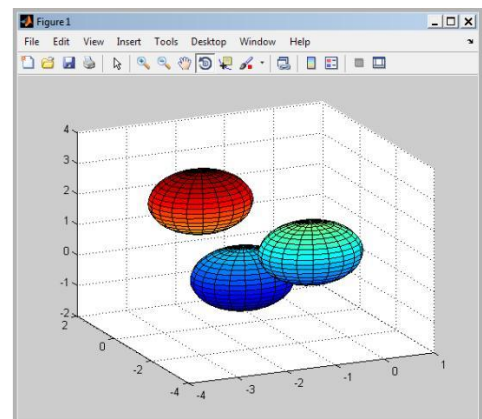
- $[x,y,z]=\text{sphere}(N)$   $x,y,z$ -matrisalar hosil qiladi. Ular  $(N+1) \times (N+1)$  o'lchovli bo'ladi. Sfera qurish uchun  $\text{surf}(x,y,z)$  yoki  $\text{surf}(x,y,z,x)$  buyruqlarni ishlatish mumkin.

- $[x,y,z]=\text{sphere}$  xuddi avvalgidek,  $N=20$ .

Masalan:

```
>> [x,y,z]=sphere(30);
```

```
>> surf(x,y,z,z)
```





## Bir necha shakllarni bir oynada tasvirlash

Bir oynada bir nechta sferalarni yaratish uchun quyidai funksiyalarni yozamiz

```
>> [x,y,z] = sphere;  
>> surf(x,y,z,z);  
>> hold on  
>> surf(x-3,y-2,z+3);  
>> surf(x-1,y+1,z-1);
```

Bunda vektor rangi z bilan berilyapdi, u x yoki y bilan ham berilishi mumkin. Slindr ichida sferani tasvirlash uchun quyidagi buyruqlarni kiritamiz

```
>> [x,y,z]=cylinder(1,20);  
surf(x,y,z,x); hold on  
[x,y,z] = sphere;  
surf(x,y,z,x)
```

Natijada quyidagi tasvir hosil bo'ladi

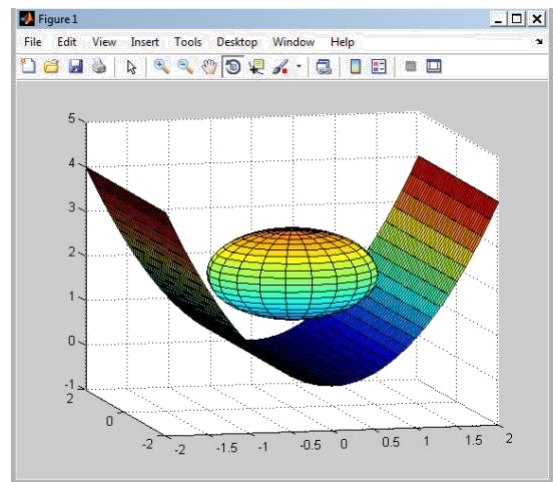
Turli grafiklar bilan sferani tasvirlash. Masalan  $z=x^2-y^2$  funksiya grafigi ichida sferani tasvirlash

```
>>[x,y]=meshgrid(-2:0.1:2);  
>>z=x.^2-y^2;  
>>surf(x,y,z);  
>> hold  
Current plot held  
>> [x,y,z]=sphere;  
>> surf(x,y,z+2)
```

Bu ishni vaqt oralatib pause funksiyasi yordamida yaratamiz va fazoviy shakllarning ma'lum vaqtlar oraliq'ida paydo bo'lishi kuzatamiz. Buning uchun m-fayl funksiya yaratab olamiz va Editor oynasida quyidagi buyruqlarni yozamiz

```
[x,y]=meshgrid(-2:0.1:2);  
pause(3)  
z=x.^2-y^2;  
surf(x,y,z);  
hold  
pause(5)  
[x,y,z]=sphere;  
surf(x,y,z+2)
```

va faylni sfera.m nomi bilan saqlab olamiz. Yaratilgan funksiyani Matlab oynasida ishlatamiz va shakllar vaqt oralab hosil bo'lishini kuzatamiz.





### **Nazorat savollari**

1. Vektor uzunligini aniqlash qanday funksiya yordamida amalga oshiriladi?
2. oshiriladi?
3. Vektor elementlarining ko'paytmasi qanday bajariladi?
4. Vektor elementlarining yig'indisi qanday bajariladi?
5. Vektorlar qanday shakllantiriladi?
6. Vektorlar ustida qanday amallar bajarish mumkin?
7. Matritsalar qanday shakllantiriladi?
8. Matritsalar ustida qanday funksiyalar bajarish mumkin?
9. Teskari matritsa qanday aniqlanadi?
10. Matlabda qanday grafiklarni qurish mumkin?
11. Matlabda funksiya grafiklarini qurishning qanday funksiyalarini bilasiz?
12. Funksiya grafiklarining chiziqlarini turini va rangini tanlash qanday bajariladi?
13. Gistogrammalar qanday tasvirlanadi?
14. Matlabda uch o'lchovli grafiklarni qurish qanday amalga oshiriladi?
15. Uch o'lchovli grafiklarni qurishda ishlatiladigan qanday funksiyalarni bilasiz?

### **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:**

1. Алексеев Е. Р. , Чеснокова О. В. Решение задач вычислительной математики в пакетах MathCad 12, MATLAB 7, Maple 9. – М. : НТ Пресс, 2006. – 496 с. : ил. – (Самоучител).
2. Дашенко А. Ф. , Кириллов В. Х. , Коломиец Л. В. , Оробей В. Ф. MATLAB в инженерных и научных расчетах. Монография. Одесса «Астропринт», 2003. – 214 с.
3. T. Dadajonov, M. Muxitdinov. MATLAB asoslari. Toshkent. O'zFA Fan nashriyoti. 2008 y.

## IV.AMALIY MASHG'ULOT

### 1- AMALIY MASHG'ULOT: MathCAD va Maple tizimi.

1. Sonli qiymatlar bilan ishlash.
2. Arifmetik ifodalarni hisoblash.

#### I. Maple da elementar matematika masalalarini yechish

##### §1. 1. Maple oynasining tuzilishi.

Maple kompyuterga o'rnatilgandan so'ng, uni standart 2 yo'l bilan ishga tushirish mumkin: 1) Windows OT ning bosh menyusi orqali yoki 2) Ish stolida yaratilgan yorliq orqali. Biz Maple 9. 5 versiya bilan ishlaymiz.

Maple oynasi Windows OT ning standart oynasiga o'xshash bo'lib, oynaning nomi satri, menyu satri, qurollar paneli, ishchi maydon, holat satri, lineyka va o'g'irish liftlaridan iborat:

Asosiy menyu punktlari:

File(Fayl)- fayllar bilan ishlaydigan standart komandalar, masalan, faylni saqlash, ochish, yangisini yaratish va hokazo, to'plamidan iborat.

Edit(Pravka)- fayllarni tahrirlovchi standart komandalar, masalan, nusxalash, ajratilgan matn qismini buferga olish, komandani bekor qilish va hokazo, to'plamidan iborat.

View (Vid)- oynani ko'rinishini o'zgartiruvchi standart komandalar to'plamidan iborat.

Insert (Vstavka)- oynaga matnli, komandali maydonlar, grafiklarni qo'yish uchun mo'ljallangan komandalar to'plamidan iborat.

Format (Format)- hujjatni bezash uchun ishlatiladigan komandalar to'plamidan iborat.

Options (Параметры)- ma'lumotni ekoanga kiritish va chiqarish bilan bog'liq komandalar to'plamidan iborat.

Windows (Okno)- bir ishchi oynadan ikkinchi ishchi oynaga o'tish uchun mo'ljallangan komandalar to'plamidan iborat.

Help (Spravka)- Maple haqida batafsil ma'lumotlarni o'z ichiga oladi.

Maple da ishlash muloqat (sessiya) tarzida olib boriladi: foydalanuvchi Maple ga ekranda **komanda** bilan murojaat qiladi, Maple uni qayta ishlab ekranda komandadan keyingi satrga **javob** qaytaradi (quyidagi rasmga qarang). SHunga asoasn, ishchi maydon shartli ravishda uch qismga bo'linadi:

1)Kiritish (komanda) maydoni-komandalardan iborat. Komandalar >sommand(p1,p2,...); (yoki :) ko'rinishga ega, qizil rangli, chapga tekislangan;

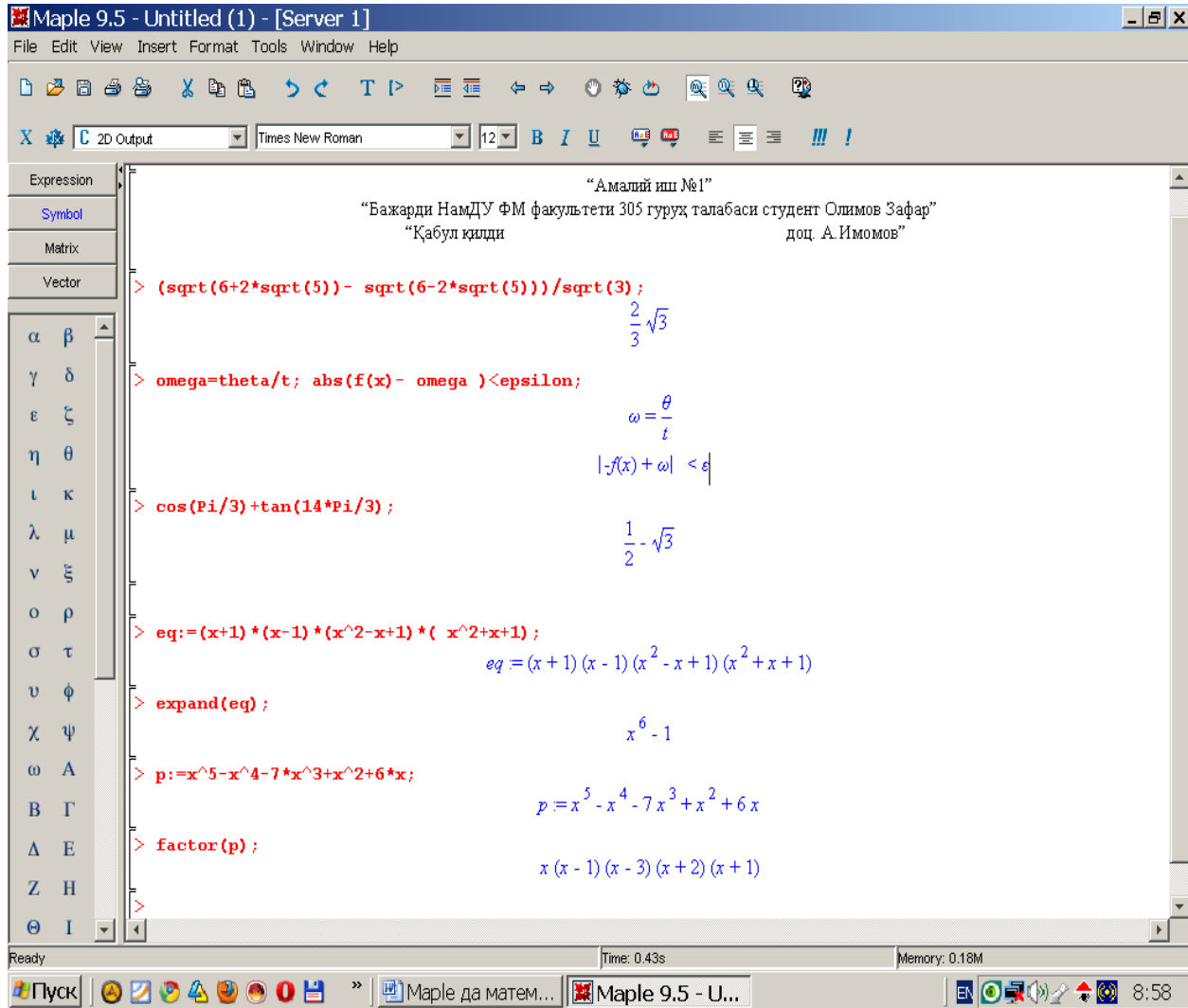
2)CHiqarish (javob ) maydoni- Maple ning kiritilgan komandaga javobidan iborat bo'lib, analitik ifoda, sonli qiymat, to'plam, grafik ob'ekt, xatolik haqidagi xabardan iborat bo'lishi mumkin va ko'k rangda. Javob komandadan keyingi satrga chiqariladi, markazga tekislangan bo'ladi;

3)matn (komentariya) maydoni- foydalanuvchi tomonidan kiritiladigan ixtiyoriy matndan iborat va u ma'lumotni qayta ishlashga ta'sir etmaydi, va uning mohiyatini tushuntirish uchun ishlatiladi, va **qora** rangli.

Matn va komanda maydoniga o'tish qurollar panelidagi (yoki Insert (Vstavka) menyusidagi ularga mos komandalar orqali )



tugmalarni bosish orqali bajariladi.



### Topshiriq 1. 1.

1. Maple ni ishga tushiring.
2. Maple ishga tushgandan so'ng birinchi satr komanda satri bo'ladi. Uni matn maydoniga aylantiring. Bu satrda "Amaliy ish №1" deb mavzu nomini kiriting. Enter tugmasini bosib yangi satrga o'ting va "Bajardi: \_\_\_\_\_" deb yozing. Enter tugmasini bosib yangi satrga o'ting
3. "Qabul qildi: \_\_\_\_\_" deb yozing va Enter tugmasini bosib yangi satrga o'ting.
4. Hosil bo'lgan faylni disk, fleškada saqlang. Buning uchun File>Save as komandasini berib faylga : Familiya\_AT\_1 deb nom berib saqlab qo'ying. Enter tugmasini bosib yangi satrga o'ting.
5. Keyingi satrda "Amaliy topshiriq AT\_1 fayli Familiya\_AT\_1" nom bilan saqlangan deb yozing. (O'ylab ko'ring bu nimaga kerak).
6. Keyingi satrlarda bu topshiriqdan so'ng komandalar va ularning natijalari yoziladi.

## §1. 2. Maple sonlar va arifmetik amallar

### Asosiy matematik o'zgarmlar va arifmetik amallar.

Asosiy matematik o'zgarmlar quyidagilardir: Pi- bu  $\pi$  soni, I-mavhum birlik i, infinity- $\infty$ , Gamma –Eylar o'zgarmlari, false-yolg'on, true-rost. Arifmetik amallar belgilari: +-qo'shish, -ayirish, \*-ko'paytirish, /-bo'lish, ^-darajaga ko'tarish, !-faktorial. Solishtirish belgilari: <, >, >=, <=, <>, = (kichik, katta, katta va teng, kichik va teng, teng emas, teng).

### Butun, ratsional va kompleks sonlar.

Maple da sonlar tabiiy ravishda matematikadagi kabi butun (integer), ratsional, haqiqiy (real) va kompleks (complex) bo'lishi mumkin. Ularning ma'nolari bir xil, faqat yozilish qoidalariga aniq itoat qilish kerak. Ratsional sonlar uch xil ko'rinishda tasvirlanadi: 1)oddiy kasr ko'rinishidagi ratsional son, masalan: 28/70; 2)o'nli kasr ko'rinishidagi (float) ratsional son: 2. 3457; 3)daraja ko'rishidagi ratsional son, masalan,  $1,602 * 10^{-19}$  son  $1.602 * 10^{(-19)}$  ko'rinishda yoziladi.

Ratsional sonni taqribiy o'nli kasr ko'rinishda olish uchun biror butun sonni o'nli nuqta bilan nol sonini qo'shib yozish kerak.

*SHartli kelishuv: Maple da javob ,yuqorida ko'rganimizdek, komandadan keyingi satrda ko'rsatiladi. Kompakt yozish uchun javobni biz komanda yonida \\  
belgidan keyin ko'rsatamiz, masalan, >a+b; \\  
a+b .*

Komanda satri	>1. 2+3. 4;	
Javob satri		3. 6
Komanda satri	>Sin(Pi/6);	
Javob satri		1/2
Kelishuvga asosan	>sin(Pi/6. 0); 500000000	\\ 0.

Maple da grek alfavitidan ham foydalanish mumkin. Buning uchun satrda grek harfining nomi yoziladi, katta harflarni yozish uchun grek harfining nomida bosh harf katta qilib yozildi kerak. Masalan,

$\alpha$ -alpha	$\beta$ -beta	$\gamma$ -gamma	$\delta$ -delta
$\epsilon$ -epsilon	$\zeta$ -zeta	$\eta$ -eta	$\theta$ -teta
$\iota$ -ita	$\kappa$ -kappa	$\mathbf{K}$ -Kappa	$\lambda$ -lambda
$\mu$ -mu	$\nu$ -nu	$\xi$ -xi	$\omicron$ -omikron
$\pi$ -pi	$\rho$ -rho	$\Sigma$ -Sigma	$\sigma$ -sigma
$\tau$ -tau	$\upsilon$ -uosilon	$\phi$ -phi	$\chi$ -chi
$\psi$ -psi	$\omega$ -omega	$\Gamma$ -Gamma	$\Omega$ -Omega

Grek harflarini yozish uchun ekranda maxsus menyu mavjud.

## Topshiriq №1. 2.

Test yechishga misollar keltiramiz.

1. Hisoblang  $\sqrt{23-8\sqrt{7}} + \sqrt{23+8\sqrt{7}}$  (m: 96-6-28) . J-r: A)7 B)6 C)8 D)9

> a:=sqrt(23-8\*sqrt(7))+sqrt(23+8\*sqrt(7));\a=8

2. Hisoblang  $(\sqrt{3+2\sqrt{2}} + \sqrt{3-2\sqrt{2}} + \sqrt{2})/4\sqrt{2}$  (m:V-07) J-r: A)0. 5 B)  $\frac{\sqrt{2}}{4}$  C)0. 75 D)  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

>b:=(sqrt(3+2\*sqrt(2))+sqrt(3-2\*sqrt(2))+sqrt(2))/(4\*sqrt(2));\b=0. 75

### §1. 3. Komandalarning ko'rinishi va ularni bajartirish usullari.

Mapleda komandalar nomli va nomsiz bo'ladi. Nomli komanda quyidagicha bo'ladi: >sommand(p1,p2,...); yoki >sommand(p1,p2,...): , ya'ni komanda nomdan va qavslar ichida parametrlardan iborat va ikki nuqta yoki nuqta vergul bilan tugallanadi. Komanda arifmetik ifoda bo'lsagina uning maxsus nomi bo'lmaydi. Agar komanda nuqta vergul (;) bilan tugallansa uning natijasi ekranga chiqariladi, ikki nuqta (:) bilan tugallansa komanda bajariladi natijasi ekranga chiqarilmaydi.

Komandalar ikki xil usul bilan bajartirilishi mumkin:

1-usul-to'g'ri usul. Komanda teriladi; yoki : yoziladi va Enter bosiladi.

2-usul-smart usul. Ifoda teriladi va ; qo'yilib Enter bosiladi, javob ustida sichqoncha o'ng tugmasi bosilib ifoda kontekst menyusidan kerakli komanda tanlanadi. (Qanday ajoyib imkoniyat!).

Prosent % simvoli oldingi komanda natijasini chaqirish uchun ishlatiladi va komandalar yozishni qisqartirish uchun ishlatiladi, masalan,

>1+2: >%+3;

\ 6

O'zgaruvchiga qiymat berish uchun := ishlatiladi.

Maple ishga tushgach operativ xotirada uning birorta ham komandasi bo'lmaydi, ular ishlash davomida operativ xotiraga chaqiriladilar. Komandalar operativ xotiraga chaqirilishiga qarab uch turga bo'linadi. 1) Maple ishga tushgach avtomatik ravishda ishga tushiriladiganlar, 2) readlib(command) komandasi orqali chaqiriladiganlar, 3) maxsus paketlar (package) dan chaqiriluvchi komandalar. Package paketga tegishli barcha komandalarni chaqirish >with(package) komandasi yordamida, paketga tegishli biror command dani chaqirish esa >package[command](options) komandasi yordamida amalga oshiriladi, bu yerda va bundan keyin options so'zi komandaning parametrlarini bildiradi. Paketlarga misol sifatida linalg-chiziqli algebra masalalarini yechish, geometri-planimetriya masalalarini yechish, geom3d-stereometriya masalalarini yechish, student-studentlarga masalalarni interaktiv (muloqat) tarzida analitik ko'rinishda qadam ba qadam oraliq natijalarni namoyish qilgan holda yechish imkoniyatlarini beruvchi paketlarni keltirish mumkin.

## Standart funktsiyalar.

Maple da standart funktsiyalarning ayrimlarini ro'yxatini keltiramiz:

N	funktsiya	Maple da	N	funktsiya	Maple da
1	$e^x$	exp(x)	12	cosecx	cosec(x)
2	lnx	ln(x)	13	arcsinx	arcsin(x)
3	lgx	lg10(x)	14	arccosx	arccos(x)
4	$\log_a x$	log[a](x)	15	arctgx	arctg(x)
5	$\sqrt{x}$	sqrt(x)	16	arcctgx	arcctg(x)
6	$ x $	abs(x)	17	shx	sh(x)
7	sinx	sin(x)	18	chx	ch(x)
8	cosx	cos(x)	19	thx	th(x)
9	tgx	tg(x)	20	cthx	cth(x)
10	ctgx	ctg(x)	21	$\delta(x)$ -Dirak funktsiyasi	Dirac(x)
11	secx	sec(x)	22	$\theta(x)$ -Xevisayd funktsiyasi	Heaviside(x)

Maple ga juda katta miqdorda maxsus funktsiyalar ham kiritilgan. Ular Bessel, Eylerning beta-, gamma-funktsiyalari, xatoliklar integrali, elliptik integrallar, har xil ortogonal ko'phadlar va hokazo. Eyler soni  $ye=2.718281828\dots$  exp(x) orqali quyidagicha hisoblanadi: exp(1).

### Topshiriq №1. 3.

- Matnli rejimda Amaliy topshiriq №2 deb yozing.
- $a = \cos\left(\frac{12\pi}{8}(\log_2 0.25 + \log_{0.25} 2)\right)$  ni hisoblang. \(\backslash(t. 10-2-58;j:0;1;-1;0.5;-0.5)\)

Komandani 1-to'g'ri usul bilan bajaramiz:

> **a:=cos(12\*Pi\*(log[2](0.25)+log[0.25](2))/5);**\|a:=1.

- $\sin^4\left(\frac{\pi}{8}\right) + \cos^4\left(\frac{3\pi}{8}\right) + \sin^4\left(\frac{5\pi}{8}\right) + \cos^4\left(\frac{7\pi}{8}\right)$  ifodani hisoblang.

Komandani smart usul (o'ngdagi jadval kontekst menyu) bilan bajaramiz:

> **b:=(sin(Pi/8))^2+(cos(3\*Pi/8))^2+(sin(5\*Pi/8))^2+(cos(7\*Pi/8))^2;**

$$b := \sin^2\left(\frac{\pi}{8}\right) + \cos^2\left(\frac{3\pi}{8}\right) + \sin^2\left(\frac{5\pi}{8}\right) + \cos^2\left(\frac{7\pi}{8}\right)$$

> **R3 := evalf[5]( sin(1/8\*Pi)^2+cos(3/8\*Pi)^2 +sin(3/8\*Pi)^2+cos(1/8\*Pi)^2 );**  
**\|R3:=2.0000**

Komandani to'g'ri usul bilan tekshirib ko'ramiz:

> **simplify(b);** \|2



## §1. 4. Matematik ifodalarni shaklini almashtirish. Testlar yechish.

Ayrim ko'p uchraydigan komandalar va ularga doir misollar keltiramiz.

	Komanda	Ma'nosi	Parametrlaning ma'nosi
1	expand(eq)	Qavslarni ochib yoyish	eq-ifoda
2	factor(eq)	Ko'phadni ko'paytuvchilarga ajratish	
3	normal(eq)	Kasrni normal ko'rinishga keltirish	
4	collect(eq, var)	O'xshash hadlarni ixchamlash	var-o'zgaruvchi
5	simplify(eq {,option})	Ifodalarni soddalashtirish	option-parametr
6	combine(eq, param)	Darajalarni birlashtirish yoki trigonometrik ifodalarni darajalarini pasaytirish	param=trig, param=power,
7	radnormal(eq)	Ildiz, darajali ifodalarni soddalashtirish	
8	convert(eq,param)	Ifoda param tipli ifodaga almashtiriladi	param- tip parametr param=sincos, param=tan, param=vector, param=string, param=termin
9	subs(g(x)=t, f)	f(x) da g(x)=t deb o'zgaruvchini almashtirish	

### Topshiriq 1. 4.

1. Qavslarni ochib yoyish.

```
>eq:=(x+1)*(x-1)*(x^2-x+1)*( x^2+x+1); \\eq := a^5+a^4-2*a^3-2*a^2+a+1
>expand(eq); \\x^6-1
```

2. Ko'phadni ko'paytuvchilarga ajratish (99-10-7)

```
> p:=a^5+a^4-2*a^3-2*a^2+a+1; \\
>p:=factor(a^5+a^4-2*a^3-2*a^2+a+1);\\ p := (a - 1)^2 (a + 1)^3
```

3. Kasrni normal ko'rinishga keltirish (96-3-74)

```
> q:=(x^3+2*x^2+x)/(x+1)^2; \\q:=(x^3+2x^2+x)/(x+1)^2
> normal(%); \\ x
```

4. Ifodalarni soddalashtirish

```
> simplify((a^3-b^3)/(a^2+a*b+b^2)); \\a-b
> expand((a+b)*(a^2-a*b+b^2)); \\ a^3+b^3
```

```

> normal(y/x+1/x^2);           \\ (yx+1)/x^2
> collect(x^2+3*x^2+4*x+4*x+y,x); \\ 4x^3+8x+y
> simplify(2*a/sqrt(a^2),assume(a<0)); \\ -2
> combine((x^(1/2))*x^(3/2)); \\ 4x^3

```

5. Irratsional ifodalarni ratsionallashtirib soddallashtirish

```
> f:=(sqrt(x)+1)/(x*sqrt(x)+x+sqrt(x))*(x^2-sqrt(x));
```

$$f := \frac{(\sqrt{x} + 1)(x^2 - \sqrt{x})}{x^{(3/2)} + x + \sqrt{x}}$$

```
> g:=subs(sqrt(x)=a,x^2=a^4,x^(3/2)=a^3,x=a^2,f);
```

$$g := \frac{(a + 1)(a^4 - a)}{a^3 + a^2 + a}$$

```
> R2 := simplify((a+1)*(a^4-a)/(a^3+a^2+a), 'assume=real');
```

$$R2 := a^2 - 1$$

Oldingi o'zgaruvchiga qaytib x-1 javobni olamiz.

6. Trigonometrik ifodalarni soddallashtirish

```

> simplify(cos(x)^2+sin(x)^2); \\ 1
> expand(cos(x+y)); \\ cos(x)cos(y)-sin(x)sin(y)
> expand(cos(2*x)); \\ 2cos^2(x)-1
> expand(sin(2*x)); \\ 2sin(x)cos(x)
> combine(4*cos(x)^3); \\ cos(3x)+3cos(x)
> combine(8*sin(x)^4); \\ 3+cos(4x)-4cos(2x)
> expand(cos(5*x)); \\ 16cos^5(x)-20cos^3(x)+5cos(x)

```

```
>combine(4*sin(x)^3,trig); \\ -sin(3x)+3sin(x)
```

7. Ildiz, darajali ifodalarni soddallashtirish

```
> a:=sqrt(3+sqrt(3)+(10+6*sqrt(3))^(1/3));
```

```
> a1:=radnormal(a); \\ a1:=1+sqrt(3)
```

```
8. > b:=(m^2-(2+m^4)/(m^2-1))/((m^2+2)/(m-1));
```

```
> b1:=simplify(b); \\ b1:=-1/(m+1).
```

```
9. > c:=(a^(3/2)-b^(3/2))/(a^(1/2)-b^(1/2))- (a^(3/2)+b^(3/2))/(a^(1/2)+b^(1/2));
```

$$c := \frac{a^{(3/2)} - b^{(3/2)}}{\sqrt{a} - \sqrt{b}} - \frac{a^{(3/2)} + b^{(3/2)}}{\sqrt{a} + \sqrt{b}}$$

```
> c1:=simplify(c); \\ c1:=2*sqrt(a)*sqrt(b)
```

```
> a:=8*sqrt(2);b:=4*sqrt(2);
```

```
> c1:=simplify(c); \\ c1:=16
```

```
10. > a:=(sqrt(192)-sqrt(108)+sqrt(243)/3); \\ a:=5*sqrt(3) (99-6-36)
```



### §1. 5. Sonlar ustida ba'zi bir amallar.

Maple da sonlardan yangi sonlar hosil qiladigan amallar mavjud.

#### Haqiqiy sonlar ustida quyidagi amallar mavjud:

frac(expr)- expr ifodaning kasr qismini hisoblash,

trunc(expr)- expr ifodaning butun qismini hisoblash,

round(expr)- expr ifodani yaxlitlash.

#### Kompleks sonlar $z=x+iy$ ustida quyidagi amallar mavjud:

Re(z)-  $z$  sonining haqiqiy qismini hisoblash,

Im(z)- $z$  sonining mavhum qismini hisoblash,

conjugate(z)- $z$  sonining qo'shmasi hisoblash,

polar(z)- $z$  sonining trigonometrik ko'rinishini hisoblash

evalc(Re(z)), evalc(Im(z)), - $z$  sonning haqiqiy va mavhum qismini hisoblash.

### Topshiriq 1. 5.

1.  $a=57/13$  son berilgan. Uning butun  $x$  va  $u$  kasr qismini toping.  $x+y=a$  ekanligini tekshirib ko'ring.

>a:=57/13;  $\parallel 57/13$

>x:=trunc(a);  $\parallel 4$

>y:=frac(a);  $\parallel \frac{5}{13}$

>x+y;  $\parallel \frac{57}{13}$

2.  $z = \frac{2-3i}{1+4i} + i^6$  kompleks son berilgan. Uning haqiqiy, mavhum va kompleks qo'shmasi  $w$  ni toping va  $w+z = 2\text{Re}(z)$  ekanligini tekshiring.

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

>Re(z); Im(z);  $\parallel -\frac{27}{17}$

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

>w:=conjugate(z);  $\parallel w := -\frac{27}{17} - \frac{11}{17}I$

>z+w;  $\parallel -\frac{54}{17}$

3.  $z = -1 - i\sqrt{3}$  kompleks son berilgan. Uning moduli, argumentini hisoblang va  $z^4$  ni toping.

>z:=-1-I\*sqrt(3):

>readlib(polar):polar(z);  $\parallel \text{polar}(2, -\frac{2}{3}\pi)$

>evalc(z^4);

## §1. 6. Maple da funktsiyalarni aniqlash.

Funktsiyalar Maple da 4 xil usulda beriladi: 1)  $:=$  qiymat berish operatori yordamida; 2)  $f:=(x_1,x_2,\dots) \rightarrow f(x_1,x_2,\dots)$  funktsional operator yordamida; 3)  $\text{unapply}(expr,x_1,x_2,\dots)$  komandasi yordamida; 4)  $\text{piecewise}(s_1,f_1,s_2,f_2,\dots)$  komandasi yordamida.

Misollar. 1.

$>f:=\sin(x)+\cos(x);$   $\backslash\backslash f:=\sin(x)+\cos(x)$   
 $>x:=\pi;$   $\backslash\backslash x:=\frac{\pi}{4}$   
 $>f;$   $\backslash\backslash \sqrt{2}$

Maple da barcha hisoblashlar simvolli ko'rinishda olib boriladi, ya'ni natijada ildizlar, irratsional konstantalar  $e, \pi$  va hokazolar ishtirok etadi. Natijani o'nli ko'rinishda olish uchun  $\text{evalf}(f, \epsilon)$  komandasi ishlatiladi, bu yerda  $f$ -qiymati hisoblanayotgan ifoda,  $\epsilon$ -aniqlik.

Misollar. 2.  $f = xe^{-t}$  ifodani  $x=2, t=1$  dagi qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$>f:=x*\exp(-t);$   
 $>\text{evalf}(f,0.0000000001);$   [\$\backslash\backslash 0.735788824\$](#)

Misol 3.  $>f:=(x,y)\rightarrow\sin(x+y);$   [\$\backslash\backslash f:=\sin\(x+y\)\$](#)   
 $>f(\pi/2,0);$   [\$\backslash\backslash 1\$](#)

Misol 3.  $>f:=\text{unapply}(x^2+y^2,x,y);$   $\backslash\backslash f := (x, y) \rightarrow x^2 + y^2$   
 $>f(7,5);$   [\$\backslash\backslash 74\$](#)

Misol 4. Maple da

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

kabi funktsiyalar quyidagi komanda orqali beriladi:

$>\text{piecewise}(x < a_1, f_1, a_1 < x < a_2, f_2, \dots, x > a_n, f_2);$

Masalan,

$$f(x) = \begin{cases} 0, x < 0 \\ x, 0 \leq -x \text{ and } x - 1 < 0 \\ \sin(x), x \geq 1 \end{cases}$$

funktsiya quyidagicha beriladi:

$>f:=\text{piecewise}(x < 0, 0, 0 \leq x \text{ and } x < 1, x, x \geq 1, \sin(x));$

## Topshiriqlar 1. 6.

1.  $f = \sqrt{1-x^2-y^2}$  funktsiyani aniqlang va qutb koordinatalar sistemasi  $x = \rho \cos \varphi, y = \rho \sin \varphi$  ga o'ring. Hosil bo'lgan ifodani soddalashtiring:

>f:=sqrt(1-x^2-y^2);  $\| f = \sqrt{1-x^2-y^2}$   
 >f:=subs({x=rho\*cos(phi),y=rho\*sin(phi)},f);  $\| f = \sqrt{1-\rho^2 \cos(\varphi)^2 - \rho^2 \sin(\varphi)^2}$   
 >f:=simplify(%);  $\| f = \sqrt{1-\rho^2}$

2.  $f(x) = \begin{cases} x, & x < -1 \\ -x^2, & -1-x \leq 0 \text{ and } x-1 < 0 \\ -x, & x \geq 1 \end{cases}$  funktsiyani tuzib va unga x ni qo'shing.

>f:=piecewise(x<-1, x, -1<x and x<1, -x^2, x>=1,-x);  
 >%+x: simplify(%);

Natija quyidagicha bo'lishi kerak:  $f(x)+x$ .

3.  $p = x^3 + 4x^2 + 2x - 4$  ko'phadni ko'paytuvchilarga ajrating.

>factor(x^3+4\*x^2+2\*x-4);  $\| (x+2)(x^2+2x-2)$

4. Ifodani soddalashtiring  $\frac{1 + \sin 2x + \cos 2x}{1 + \sin 2x - \cos 2x}$ .

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

>convert(f,tan);

>f=normal(%);  $\| \frac{1 + \sin 2x + \cos 2x}{1 + \sin 2x - \cos 2x} = \frac{1}{\tan(x)}$

5. Ifodani soddalashtiring  $3(\sin^4 x + \cos^4 x) - 2(\sin^6 x + \cos^6 x)$ .

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

>g:=combine(g,trig);  $\| 3\sin(x)^4 + 3\cos(x)^4 - 2\sin(x)^6 + \cos(x)^6 = 1$

6. Ifodani soddalashtiring(97-3-54)  $\frac{\sin 56 \sin 124 - \sin 34 \cos 236}{\cos 28 \cos 88 + \cos 178 \sin 208}$

> a:=(sin(56)\*sin(124)-sin(34)\*cos(236))/(cos(28)\*sin(88)+sin(178)\*cos(242));

$$a := \frac{\sin(56) \sin(124) - \sin(34) \cos(236)}{\cos(28) \sin(88) + \sin(178) \cos(242)}$$

> a1:=evalf(a);  $\| \mathbf{a1=-1.113543764}$

7. Ifodani soddalashtiring(96-1-57)  $\frac{\cos(\alpha + \beta) + 2 \sin \alpha \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta) - 2 \sin \alpha \cos \beta}$

> b:=(cos(alpha+beta)+2\*sin(alpha)\*sin(beta))/(sin(alpha+beta)-2\*cos(beta)\*sin(alpha));

$$b := \frac{\cos(a + b) + 2 \sin(a) \sin(b)}{\sin(a + b) - 2 \cos(b) \sin(a)}$$

> combine(%);  $\| \mathbf{ctg(-\alpha + \beta)}$

8. Ifodani soddalashtiring(967-10-54)  $\frac{\cos 18 \cos 28 + \cos 108 \sin 208}{\sin 18 \sin 78 + \sin 108 \sin 1688}$
9. Ifodani soddalashtiring(01-11-24)  $\frac{\sin \alpha + \cos \beta}{\sqrt{2} \cos(\pi/4 - \alpha)}$
10. > **b:=1/(3-sqrt(8))-2\*sqrt(2)+6:simplify(b);** \9 (96-6-50)

### 1. 7. Topshiriqlar va savollar

1. Hisoblang:  $(-1+i)^5$ .

2. Hisoblang:  $e^{i\pi/2}$ .

3. Aniq qiymatni hisoblang:  $\arctg 3 - \arcsin \frac{\sqrt{5}}{5}$ .

4. Formulani yozing:  $\omega(k) = \alpha k^2 + \beta k^4$ .

5.  $p = x^3 - 4x^2 + 5x - 2$  ko'phadni ko'paytuvchilarga ajrating.

1. Ifodani soddalashtiring:  $\sin^2 3x - \sin^2 2x - \sin 5x \sin x$

> **c:=(sin(3\*x))^2-(sin(2\*x))^2-sin(5\*x)\*sin(x):simplify(c);** \0

7. > **e:=(3-sqrt(5))/(3+sqrt(5))+(3+sqrt(5))/(3-sqrt(5));**

$$e := \frac{3 - \sqrt{5}}{3 + \sqrt{5}} + \frac{3 + \sqrt{5}}{3 - \sqrt{5}}$$

> **simplify(e);** \7 (96-7-24)

8. > **a:=(sin(3\*Pi/2-2\*alpha)+cos(Pi/2+alpha)\*sin(alpha))/(sin(3\*Pi/2+alpha));**

$$a := -\frac{-\cos(2a) - \sin(a)^2}{\cos(a)}$$

> **simplify(a);** \cos(alpha) (05-120-23)

### Savollar

1. Maple nima va u nima maqsadda ishlatiladi?
2. Maple oynasining asosiy elementlarini bayon eting.
3. Maple oynasining qismlarini va ularning vazifalarini tushuntiring.
4. Komanda satridan matnli satrga va teskarisiga qanday o'tiladi. ?
5. Maple bilan ishlash seansi qanday rejimda bajariladi. ?
6. Maple menyusining asosiy aunktlarini ayting.
7. Maple dagi fayliga qanday kengaytma beriladi. ?
8. Maple da qanday asosiy matematik konstantalar mavjud. ?
9. Maple da ratsional sonlar qanday ko'rinishlarda tasvirlanadi. ?
10. Maple da ratsional sonning taqribiy qiymati qanday hosil qilinadi. ?
11. Maple da komandalar qanday simvollar bilan tugallanadi?
12. Qism programmalar bibliotekasidan komandalar qanday chaqiriladi?
13. factor, expand, normal, simplify, combine, convert, radnormal komandalarni ma'nosi?

## 2- AMALIY MASHG'ULOT: Algebra va sonlar nazariyasi masalalarini yechish.

1. MathCAD va Maple tizimida matematik analiz masalalarini yechish.
2. Differentsial tenglamalarni umumiy yechimini topish.

### Sonli tenglama va tengsizliklarni yechish.

N	komanda	komanda ma'nosi
1	roots(Pn(x))	$P_n(x)=0$ ko'phadli tenglama
2	solve(eq,x)	$eq(x)=0$ , universal komanda
3	solve({eq1, eq2,...},{x1, x2,...})	$eq_i(x_1, \dots, x_n) = 0, i = 1, \dots, n$ , teng-r sistemasi
4	fsolve(eq,x)	$eq(x)=0$ tenglamani taqribiy yechimi
5	rsolve(eq,x)	$eq(x)=0$ rekkurent tenglamani yechimi
6	fsolve({eq1, eq2,...},{x1, x2,...})	$eq_i(x_1, \dots, x_n) = 0, i = 1, \dots, n$ , t. s. taqr-y yechish
7	_EnvAllSolution:=true : solve(eq,{x})	$eq(x)=0$ , trigonometrik tenglama barcha yechimi
8	_EnvExplicit:=true : solve(eq,{x,y,z})	$eq_i(x_1, \dots, x_n) = 0, i = 1, \dots, n$ , trantsendent teng-r

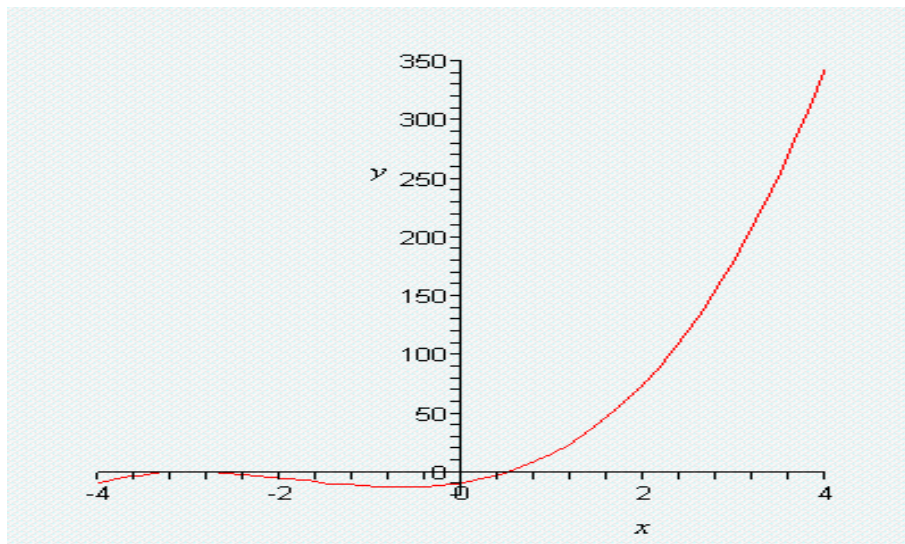
### §3. 1. Sonli tenglamalarni yechish

Maple da tenglamalarni yechish uchun universal komanda mavjud: solve(eq,x), bu yerda eq-tenglama, x-tenglama yechilishi lozim bo'lgan o'zgaruvchi, fsolve(eq,x)- eq-tenglamani x ga nisbatan taqribiy yechadi.

Ko'phadlar uchun **roots(Pn(x))**komanda mavjud,javob [[r1,m1],[r2,m2],...,[rn,mn]] ko'rinishda chiqadi, bu yerda ri-ildiz,mi-uning karrasi. solve(eq,x) komandasi tenglamaning barcha yechimlarini topadi. **r:=solve(eq,x)** komandasi r vektorga ildizlarning qiymatlarini beradi.

Misol 1.

```
> p:=2*x^3+11*x^2+12*x-9:roots(p); \[[0.5],[-3,2]]
> solve(p=0,{x});\{x=1/2},{x=-3},{ x=-3}
> r:=solve(p=0,{x});r:= {x=1/2},{x=-3},{ x=-3}
> plot(p,x=-4..4,labels=[x,y],labelfont=[TIMES,ITALIC,12]);
```



### Sonli tenglamalarning sistemalarini yechish.

Tenglamalar sistemasi ushbu komandalar

`solve({eq1, eq2,...},{x1, x2,...}), fsolve({eq1, eq2,...},{x1, x2,...})`

bilan yechiladi, bu yerda birinchi figurali qavslarda tenglamalar ro'yxati, ikkinchi figurali qavslarda o'zgaruvchilar ro'yxati berilgan. Agar keyinchalik, yechimlar ustida biror amallar bajarish kerak bo'lsa `solve` komandasiga biror nom name berish kerak, so'ng nomni qabul qilish uchun `assign(name)` komandasini berish kerak. SHundan so'ng yechimlar ustida ixtiyoriy mumkin bo'lgan amallarni bajarish mumkin.

Biz quyida 2 bobda o'tiladigan grafik chizish operatorlari

`plot(p,x=-4. . 4,labels=[x,y],labelfont=[TIMES,ITALIC,12]);`

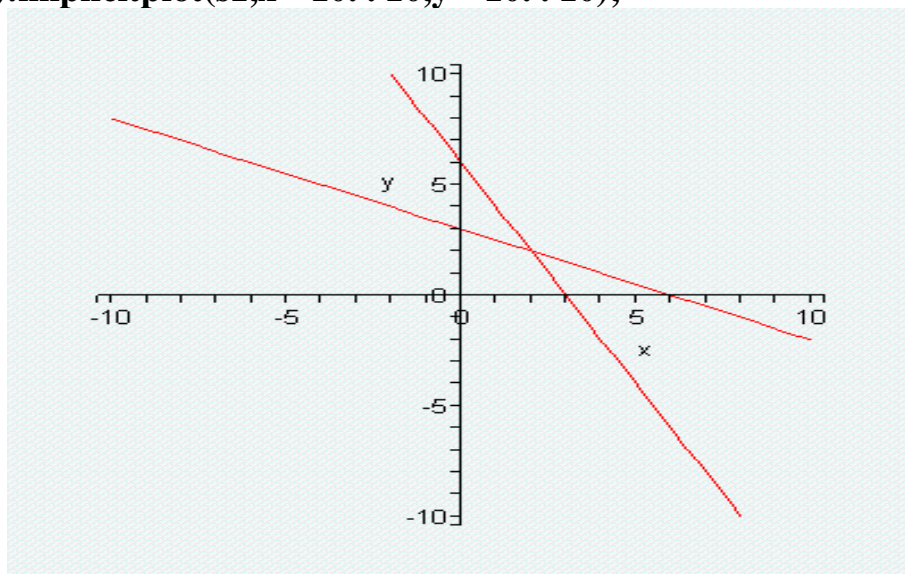
`with(plots):implicitplot(e,x=-10. . 10,y=-10. . 10);`

dan ko'rgazmalilik uchun foydalandik.

Misol. 1. CHiziqli tenglamalar sistemasini yechish.

`> s1:={2*x+y=6,x+2*y=6}:solve(s1,{x,y});`  $\{\{y=2,x=2\}$

`> with(plots):implicitplot(s1,x=-10. . 10,y=-10. . 10);`

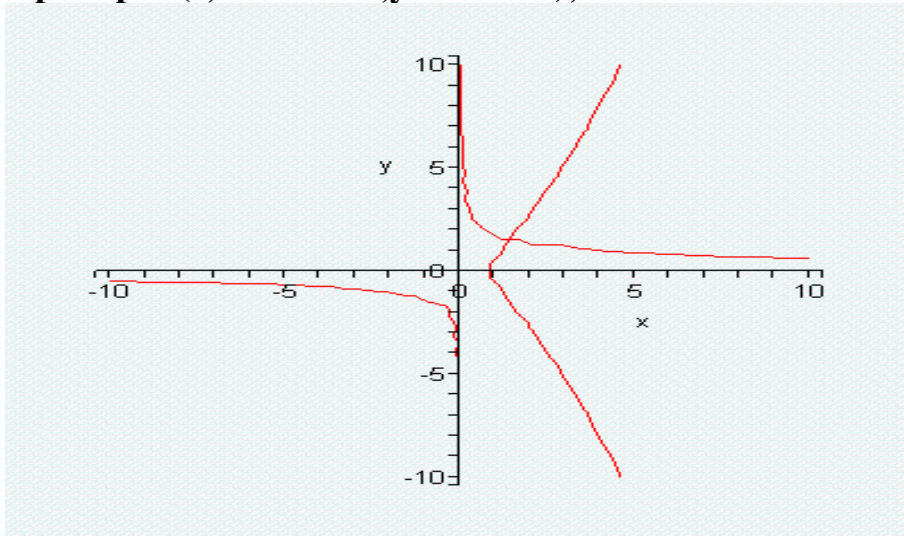


Misol 2 . Tenglamalar sistemasini yechish.  $\{x^3 - y^2 - 1 = 0, xy^3 y - 4 = 0\}$ .

```
> e:={x^3-y^2-1=0,x*y^3-y-4=0}; \\{x^3 - y^2 - 1 = 0, xy^3 y - 4 = 0}
```

```
> s:=fsolve(e,{x,y}); \\ s={x=1. 502039049,y=1. 545568601}
```

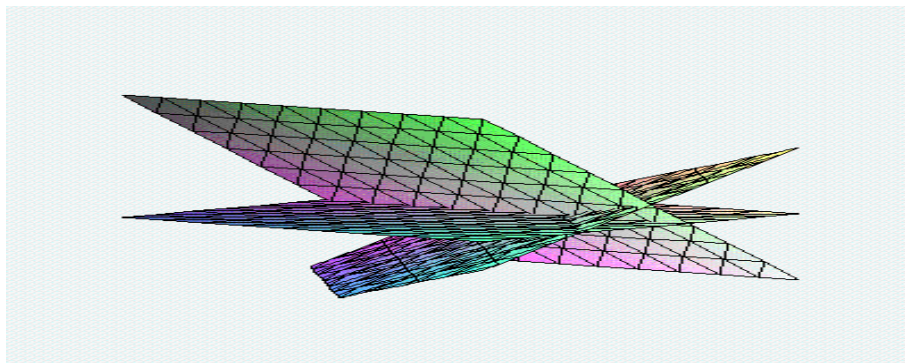
```
> with(plots):implicitplot(e,x=-10. . 10,y=-10. . 10);
```



Misol 3. CHiziqli tenglamalar sistemasini yechish.

```
> s1:={z=3,x-z=0,x+y+2*z=12}:solve(s1,{x,y,z});\\{z=3,x=3,y=3}
```

```
> display(implicitplot3d(s1,x=-10. . 10,y=-10. . 10,z=-10. . 10));
```



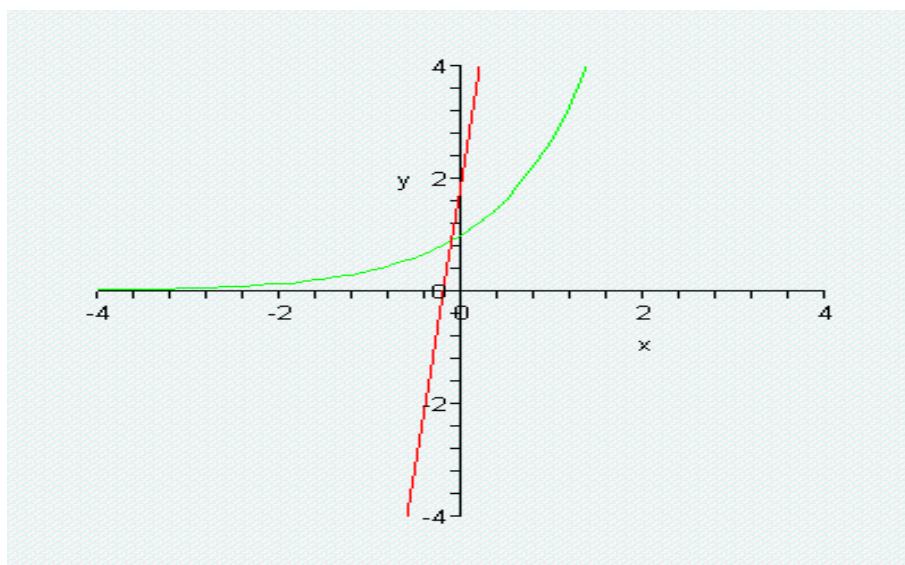
Misol 4.  $f(x)=\exp(x)-10x-2=0$  tenglamani yechish.

```
> fsolve( exp(x)-10*x-2,x );
```

-0.1104575676

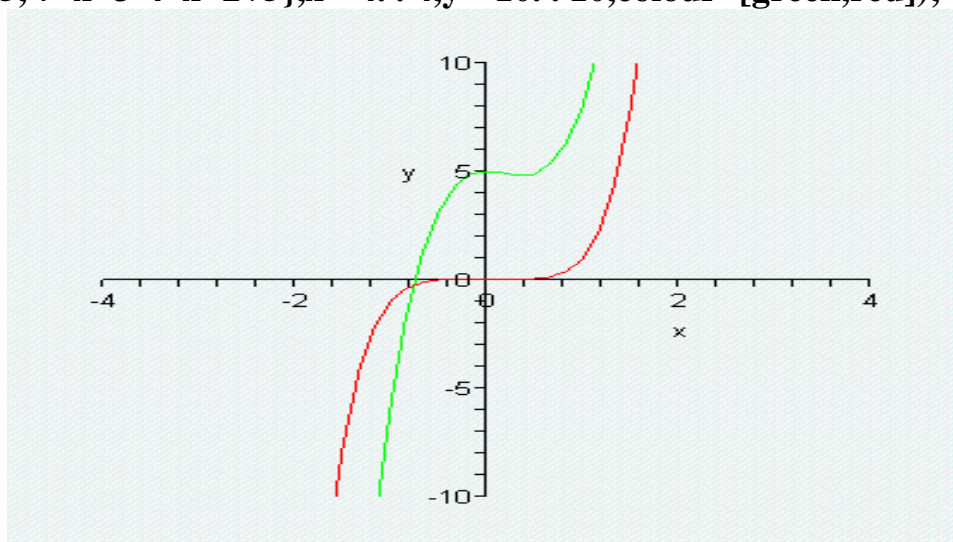
```
> plot({ exp(x),10*x+2},x=-4. . 4,y=-4. . 4,colour=[green,red]);
```





### Misol 5. Ko'phadli tenglamani yechish.

```
> eq := x^5-7*x^3+4*x^2-5=0; \\ x^5 - 7x^3 + 4x^2 - 5 = 0
> fsolve({eq},{x}); \\ {x=-2.8608. . }, {x=-0.7521. . }, {x=2.3857. . }
> plot({ x^5, 7*x^3-4*x^2+5},x=-4. . 4,y=-10. . 10,colour=[green,red]);
```



### Tenglamalarni taqribiy yechish

Tenglamalarni taqribiy yechish uchun `fsolve(eq,x)` komanda ishlatiladi. Uning parametrlari `solve(eq,x)` komandasining parametrlariga o'xshash.

```
> x:=fsolve(cos(x)=x,x); \\ x:=0.7390851332 (10 ta o'nli raqam bilan).
> r:=solve(4*x+0.8*exp(x)-7.4561=0,x); \\ x:=1.200000971
> x:=fsolve(4*x+0.8*exp(x)-7.4561=0,x); \\ x:=1.200000971
> y:=fsolve(y^3-2.8*exp(y)+2.5713=0,y); \\ y:=-0.08545049502
> q:=solve(y^3-2.8*exp(y)+2.5713=0,{y}); \\ q:=-0.08545049502
```



## Rekkurent va funktsional tenglamalarni yechish.

`rsolve(eq,f)` komanda rekkurent eq tenglamani butun tipli  $f$  funktsiyaga nisbatan yechadi. Agar  $f(n)$  tenglama uchun biror boshlang'ich shart berilsa xususiy yechim kelib chiqadi. Masalan,

`>eq:=2*f(n)=3*f(n-1)-f(n-2);`       $\|Eq:=2f(n)=3f(n-1)-f(n-2)$

`> rsolve({eq,f(1)=0,f(2)=1},f);`       $\|2-4\left(\frac{1}{2}\right)^n$

Tenglamalarni yechuvchi universal komanda `solve(eq,f)` funktsional tenglamalarni ham yecha oladi. Masalan,

`>F:= solve(f(x)^2-3*f(x)+2*x,f);`       $\|F:=proc(x)RootOf(_Z^2-3*Z+2*x) end$

Echim oshkormas ko'rinishda hosil bo'ldi. Maple bunday ko'rinishdagi tenglamalar bilan ham ishlay oladi. Buning uchun funktsional tenglamani `convert` komandasi orqali almashtirishga harakat qilish kerak. Masalan,

`>f:=convert(F(x),radical);`       $\|f := \frac{3}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{9-8x}.$

## Trigonometrik tenglamalarni yechish.

Universal komanda `solve(eq,x)` bilan trigonometrik tenglamalarni ham yechish mumkin. Bu holda  $[0,2\pi]$  kesmadagi bosh yechim kelib chiqadi. Barcha yechimlarni olish uchun `_EnvAllSolution:=true` qo'shimcha komandani berish kerak. Masalan,

1) `solve(sin(x)=cos(x),x);`       $\|\pi/4$

2) `>_EnvAllSolution:=true :solve(sin(x)=cos(x),x);`       $\|\pi/4+\pi\_Z\sim$

3) `>_EnvAllSolution:=true :solve(sin(2*x)/(tg(x)-1)=0,x);\|0`

Maple da `_Z~` simvoli butun tipli o'zgarmasni bildiradi. Odatiy holda yuqoridagi yechim  $x:=\pi/4+\pi n$  yozuvni bildiradi.

## Trantsendent tenglamalar va ularning sistemalarini yechish.

Trantsendent tenglamalarni yechishda yechimni oshkor ko'rinishda olish uchun `solve` krmandasidan avval `_EnvExplicit:=true` komandasini berish kerak.

1-usul. `>eqs:={x^2+y^2=1,x-y=0};`

`>r:=solve(eqs,{x,y});\|r:={y=RootOf(2*_Z^2-1,label=_L1),x= RootOf(2*_Z^2-1,label=_L1)}`

`> r1:=convert(r,radical);\|r1 = {y =  $\sqrt{2}/2$ , x =  $\sqrt{2}/2$ }`

2-usul. `>_EnvExplicit:=true:`

`> s:=solve(eqs,{x,y});\| s := {y =  $\sqrt{2}/2$ , x =  $\sqrt{2}/2$ }, {y =  $-\sqrt{2}/2$ , x =  $-\sqrt{2}/2$ }`

## Topshiriq 2. 1.

1. Sistemani yeching  $x^2 - y^2 = 1, x^2 + xy = 2.$

`>eq:={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.  $x^2 = \cos(x)$  tenglamani barcha yechimlarini topmng.

`>x:=fsolve(x^2=cos(x),x);`       $\|x=0,8241323123/$

3.  $f(x)^2 - 2f(x) = x$  tenglamani yeching.

`>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}

4.  $5\sin x + 12\cos x = 13$  tenglamani barcha yechimlarini toping.

>\_EnvAllSolution:=true :

>solve(5\*sin(x)+12\*cos(x)=13,x);      \\\ arctan(\frac{5}{12}) + 2\pi - Z \sim.

5. > f:=exp(x)+2\*x-4=0; \\\ f(x):=exp(x)+2x-4=0

> r:=fsolve(f,{x}); \\\ r:={x=0.8408414954}

6. > e:={x^3-y^2-1=0, x\*y^3-y-4=0};      \\\ e:={x^3-y^2-1=0, xy^3-y-4=0}

> s:=fsolve(e,{x,y});      \\\ s:={x=1.502039049, y=1.545568601}

7. > eq:={exp(x\*y)=x^2-y+1, (x+0.5)^2+y^2=1};

> s1:=fsolve(eq,{x,y}); \\\ s1:={y=0.9804510724, x=-0.6967630417}

8. > eqs:={sin(x+1)+y+2=0, cos(y-1)+x-2=0};

> r:=fsolve(eqs,{x,y}); \\\ r:={x=2.754100085, y=-1.425079132}

### §3. 2. Sonli tengsizliklar va ularning sistemalarini yechish. Sodda tengsizliklarni yechish

Universal solve komandasi tengsizliklarni yechish uchun ham ishlatiladi. Echim o'zgaruvchining intervallari ko'rinishida beriladi:

№	Maple da yechim ko'rinishi	Ma'nosi
1	RealRange(-∞, Open(a))	$x \in (-\infty, a)$
2	RealRange(-∞, a)	$x \in (-\infty, a]$
3	RealRange(Open(a), ∞)	$x \in (a, \infty)$
4	RealRange(a, ∞)	$x \in [a, \infty)$
5	RealRange(Open(a), Open(b))	$x \in (a, b)$
6	RealRange(a, b)	$x \in [a, b]$
7	$a < x, x < b$	$x \in (a, b)$
8	$a \leq x, x \leq b$	$x \in [a, b]$

Misol1.

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

>convert(s,radical);      \\\ RealRange(Open(\frac{2}{3}\sqrt{21}), \infty) = (\frac{2}{3}\sqrt{21}, \infty)

Misol 2. Agar tengsizlik yechilishi kerak bo'lgan o'zgaruvchi { } qavslar ichiga olinsa yechim interval ko'rinishda tasvirlanadi. Masalan,

>solve(1-1/2\*ln(x)>2,{x});      \\\ {0 < x, x < e^{(-2)}}

## Tengsizliklar sistemasini yechish

Universal solve komandasi tengsizliklar sistemasini yechish uchun ham ishlatiladi. Echim o'zgaruvchining intervallari ko'rinishida beriladi:  
 $\text{> solve}(\{x+y \geq 2, x-2*y \leq 1, x-y \geq 0, x-2*y \geq 1\}, \{x, y\}); \quad \{\{x=1+2y, 1/3 \leq y\}\}$

### Topshiriq 4. 1.

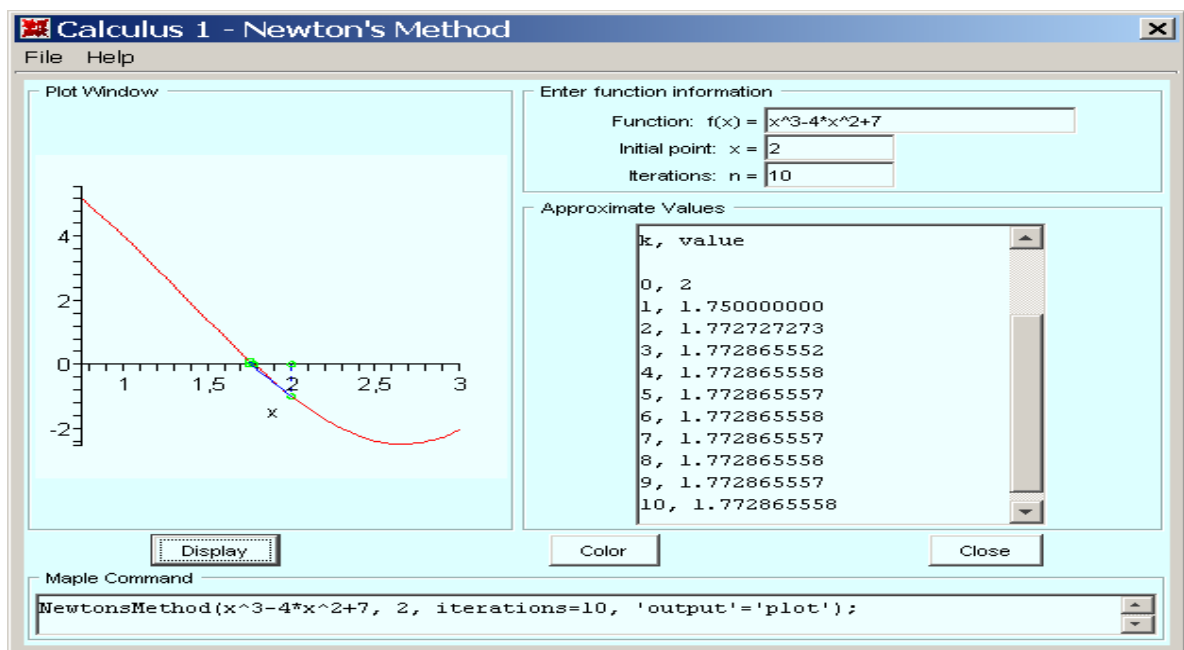
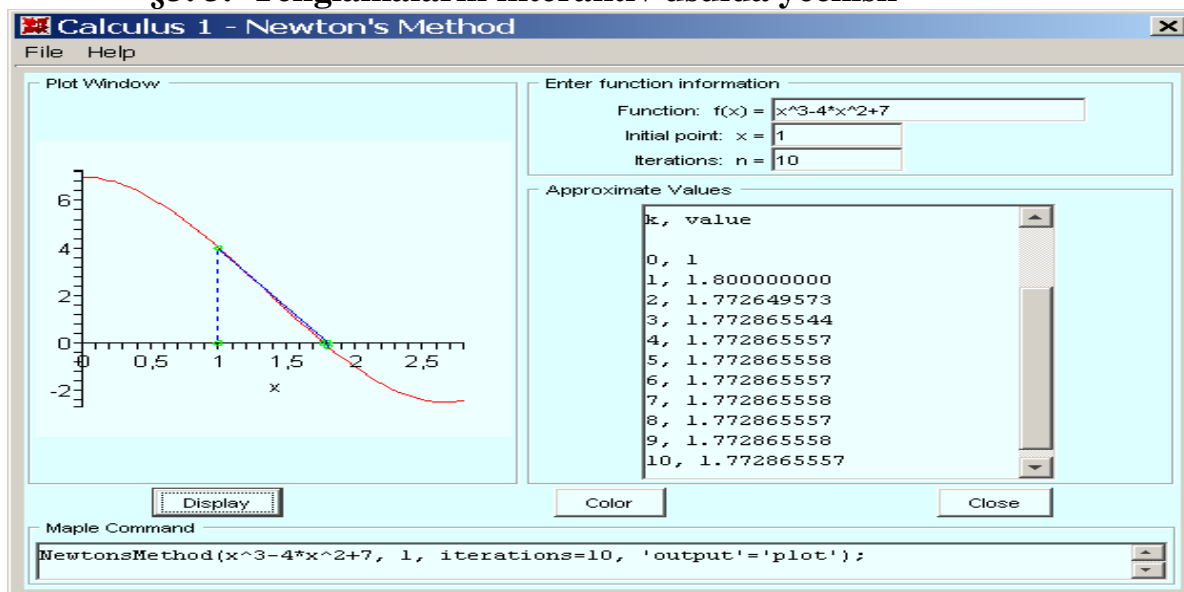
Misol 1. Tengsizlikni yeching:  $13x^3 - 25x^2 - x^4 - 129x + 270 > 0$

$\text{> solve}(13*x^3-25*x^2-x^4-129*x+270>0, \{x\}); \quad \{\{-3 < x < 2\}, \{5 < x < 9\}\}$

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

$\text{> solve}(\exp(2*x+2) < 1, \{x\}); \quad \{\{x < -1\}\}$

### §3. 3. Tenglamalarni interaktiv usulda yechish



Bu yerda  $f(x)=0$  tenglama Nyuton usuli bilan yechilmoqda. Nyuton usulida  $\xi: f(\xi)=0$  yechim ushbu iteratsiyalar yordamida hisoblanadi:

$$\xi = \lim_{k \rightarrow \infty} x^k, \quad x^{k+1} = x^k - \frac{f(x^k)}{f'(x^k)}, \quad | \xi - x^k | < \frac{1}{q} \{ q | \xi - x^0 |^{2^k} \}, \quad f(x^0) f''(x^0) > 0.$$

Muloqot darchasida  $f(x)=0$  tenglama, iteratsiyalar soni, boshlang'ich iteratsiya  $x^0$

larni kiritiladigan maydonlar va iteratsiyalar uchun maydonlar mavjud. Ajoyib imkoniyatli, tezkor interaktiv sahifa.

### 3.4. Topshiriqlar va savollar

1.  $z = (2e^{i\pi/6})^5$  kompleks son berilgan. Uning haqiqiy, mavhum qismlari, algebraik ko'rinishi, moduli, argumenti topilsin.
2.  $f(x, y) = \left(\frac{\arctg(x+y)}{\arctg(x-y)}\right)^2$  funktsiyani bering, uning qiymatlarini ushbu  $x=1, y=0; x=(1+\sqrt{3})/2, y=(1-\sqrt{3})/2$  nuqtalarda hisoblang.
3.  $f(x, y) = \frac{x^3y^2 - x^2y^3}{(xy)^5}$  funktsiyaning fiymatini  $x=a, y=1/a$  nuqtada subs komandasidan foydalanib hisoblang.
4. Sistemaning barcha yechimi analitik ko'rinishda topilsin:  
 $x^2 - 5xy + 6y^2 = 0, x^2 + y^2 = 10$ .
5. Trigonometrik tenglamaning barcha yechimlari topilsin:  $\sin^4 x - \cos^4 x = 1/2$ .
6. Tenglamaning xususiy yechimi topilsin:  $e^x = 2(1-x)^2$ .
7. Tengsizlik yechilsin:  $2\ln^2 x - \ln x < 1$ .
8.  $f(x) = e^{\alpha x} + 2x - 4\beta = 0, \alpha = 0.1k, \beta = 1 + 0.01k, k \in N$ .
9.  $f(x) = x^3 + 4x - \beta = 0, \beta = 1 + 0.01k, k \in N$ .
10.  $\alpha x^3 - y^2 - 1 = 0, xy^3 - y - 4 = 0, \alpha = 1 + 0.5k, k = 0, \dots, 5$ .
11.  $e^{xy} = x^2 - y + \alpha, (x+0.5)^2 + y^2 = k, x, 0, y > 0, \alpha = 1 + 0.1m, k = 0.6 + 0.1m, m = 0, \dots, 5$ .
12.  $\alpha x^3 - y^2 - 1 = 0, xy^3 - y - 4 = 0, \alpha = 1 + 0.5k, k = 0, \dots, 5$ .
13.  $tg(xy+k) = x^2, \alpha x^2 + 2y^2 = 1, x > 0, y > 0, \alpha = 0.5 + 0.1m, k = 0.1m, m = 0, \dots, 5$ .

### Savollar

1. Maple da funktsiyalarni berish usulini bayon eting.
2. Maple da haqiqiy ifodalarni baholash uchun qanday amallar mavjud.
3. evalf komandasini vazifasini tushuntiring.
4. evals komandasini vazifasini tushuntiring.
5. solve komandasini vazifasini tushuntiring.
6. Tenglamalar va rekkurent tenglamalarni yechish uchun qanday komanda ishlatiladi.
7. Tenglamalarni barcha yechimlarini aniq hosil qilish uchun solve komandasidan oldin qanday komandalarni yozish kerak.
8. Tengsizliklar qanday komanda bilan yechiladi. Javobda intervallar qanday beriladi.

### 3-АМАЛИЙ-МАШҒУЛОТ: ODT ucun Koshi va aralash masalalarni echish.

#### Reja:

1. Fundamental (bazis) yechimlar sistemasi
2. Koshi yoki chegaraviy masalani yechish
3. ODT sistemasi
4. ODT ni qator yordamida taqribiy yechish
5. ODT ni sonli usulda yechish
6. ODTni yechishda interaktiv usullar.

Maple da ODT ni analitik usulda yechish uchun `dsolve(eq,var,options)` komandasi ishlatiladi, bu yerda `eq`-tenglama, `var`-noʻmalum funktsiya, `options`-parametrlar. Parametrlar ODT ni yechish usulini koʻrsatishi mumkin, masalan, sukut saqlash printsipiga asosan, analitik yechim olish uchun `type=exact` parametri beriladi. ODT da hrsilani berish uchun `diff` komandasi ishlatiladi. Masalan,  $y'' + y = x$  tenglamasi `diff(y(x),x$2)+y(x)=x` koʻrinishda yoziladi. ODT ning umumiy yechimi oʻzgarmas sonlarni oʻz ichiga oladi, masalan, yuqoridagi tenglama ikkita oʻzgarmasni oʻz ichiga oladi. Oʻzgarmaslar Maple da `_C1`, `_C2` koʻrinishda belgilanadi.

Maʼlumki, chiziqli ODT bir jinsli (oʻng tomon 0) va bir jinsli boʻlmagan (oʻng tomon 0 emas) koʻrinishda boʻladi. Bir jinsli boʻlmagan tenglama yechimi mos bir jinsli tenglamaning umumiy yechimi va bir jinsli boʻlmagan tenglamaning xususiy yechimlari yigʻindisidan iborat boʻladi. Maple da ODT ning yechimi ana shunday koʻrinishda chiqariladi, yaʼni oʻzgarmaslarni oʻz ichiga olgan qism bir jinsli tenglamaning umumiy yechimi boʻladi, va oʻzgarmas son ishtirok etmagan qismi bir jinsli boʻlmagan tenglamaning xususiy yechimi boʻladi.

`dsolve` komandasi bergan yechim hisoblanmaydigan formatda beriladi. Yechim bilan kelajakda ishlash uchun, masalan grafik chizish uchun, uning oʻng tomonini `rhs(%)` komanda bilan ajratish kerak.

Misollar. 1.  $y' + y \cos x = \sin x \cos x$  tenglama yechilsin.

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

Yaʼni tenglamaning yechimi matematik tilda ushbu koʻrinishga ega:

$y(x) = C_1 e^{(-\sin(x))} + \sin(x) - 1.$

2.  $y'' - 2y' + y = \sin x + e^{-x}$  tenglamaning umumiy yechimi topilsin.

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

3.  $y'' + k^2 y = \sin(qx)$  tenglamaning umumiy yechimi  $q=k, q \neq k$  hollar uchun topilsin.

```
> restart; de:=diff(y(x),x$2)+k^2*y(x)=sin(q*x);
de:=(\frac{\partial^2}{\partial x^2} y(x))+k^2*y(x)=sin(q*x)
> dsolve(deq,y(x));
y(x)=\frac{1}{k}(-\frac{1}{2}\frac{\cos(k+q)x}{k+q}+\frac{1}{2}\frac{\cos(k-q)x}{k-q})\sin(kx)-
-\frac{1}{k}(\frac{1}{2}\frac{\sin(k-q)x}{k-q}-\frac{1}{2}\frac{\sin(k+q)x}{k+q})\cos(kx)+_C1\sin(kx)+_C2\cos(kx)
```

Rezonans holatdagi yechim ( $q=k$ ) ni topamiz:

```
> q:=k: dsolve(de,y(x));
y(x)=-\frac{1}{2}\frac{\cos(kx)^2 \sin(kx)}{k}-\frac{1}{k}(-\frac{1}{2}\cos(kx)\sin(kx))+\frac{1}{2}kx\cos(kx)+_C1\sin(kx)+_C2\cos(kx)
```

### 1. Fundamental (bazis) yechimlar sistemasini

dsolve komandasi ODT ning bazis yechimlar sistemasini ham topishda ishlatiladi. Uning uchun parametrlar bo'limida output=basis deb ko'rsatish kerak. Masalan,  $y^{(4)} + 2y' + y = 0$  ODT ning bazis yechimlar sistemasini topaylik.

```
> de:=diff(y(x),x$4)+2*diff(y(x),x$2)+y(x)=0;
de:=(\frac{\partial^4}{\partial x^4} y(x))+2\frac{\partial^2}{\partial x^2} y(x)+y(x)=0
> dsolve(de, y(x), output=basis);
[[cos(x), sin(x), xcos(x), xsin(x)]]
```

### 2. Koshi yoki chegaraviy masalani yechish

dsolve komandasi yordamida Koshi yoki chegara masalani ham yechish mumkin. Buning uchun blshlang'ich yoki chegara shartlarni qo'shimcha ravishda berish kerak. Qo'shimcha shartlarda hosila differentsial operator D bilan beriladi. Masalan,  $y'(0) = 2$  shart  $(D@@2)(y)(0) = 2$  ko'rinishda,  $y'(0) = 0$  shart  $D(y)(1) = 0$  ko'rinishda,  $y^{(n)}(0) = k$  shart  $(D@@n)(y)(0) = k$  ko'rinishda yozilishi kerak.

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

```
> de:=diff(y(x),x$4)+diff(y(x),x$2)=2*cos(x);
> cond:=y(0)=-2, D(y)(0)=1, (D@@2)(y)(0)=0,
(D@@3)(y)(0)=0;
de:=(\frac{\partial^4}{\partial x^4} y(x))+(\frac{\partial^2}{\partial x^2} y(x))=2*cos(x)
> dsolve({de,cond},y(x));
y(x)=-2*cos(x)-x*sin(x)+x
```

2.  $y^{(2)} + y = 2x - \pi, y(0) = 0, y(\frac{\pi}{2}) = 0$  chegarala masala yechilsin.

```
> restart; de:=diff(y(x),x$2)+y(x)=2*x-Pi;
de:=(\frac{\partial^2}{\partial x^2} y(x))+y(x)=2*x-\pi
> cond:=y(0)=0,y(Pi/2)=0;
cond:=y(0)=0,y(\frac{\pi}{2})=0
> dsolve({de,cond},y(x));
y(x)=2*x-\pi+\pi*cos(x)
```

Echim grafigini chizish uchun tenglama uing tomonini ajratib olish kerak:  
`> y1:=rhs(%):plot(y1,x=-10..20,thickness=2);`

### 3. ODT sistemasi

`dsolve` komandasi yordamida LN sistemasini ham yechish mumkin. Buning uchun uni `dsolve({sys},{x(t),y(t),...})`, ko'rinishda yozib olish kerak, sys-ODT lar sistemasi, `x(t),y(t),...`-no'malum funktsiyalar sistemasi.

Misollar 1.

$$\left\{ \begin{aligned} x' &= -4x - 2y + \frac{2}{e^t - 1}, & y' &= 6x + 3y - \frac{3}{e^t - 1} \end{aligned} \right.$$

```
> sys:=diff(x(t),t)=-4*x(t)-2*y(t)+2/(exp(t)-1),
diff(y(t),t)=6*x(t)+3*y(t)-3/(exp(t)-1):
> dsolve({sys},{x(t),y(t)}); \\\
{x(t)=-3_C1+4C1_e^(-t)-2C2_+2C2_e^(-t)+2e^(-t)ln(e^t-1),
{y(t)=6_C1-6C1_e^(-t)+4C2_+3C2_e^(-t)-3e^(-t)ln(e^t-1)}
```

### 4. ODT ni qator yordamida taqribiy yechish

`dsolve` komandasi yordamida ODT yechimini taqribiy usulda qator yordamida topish mumkin. Buning uchun `dsolve` komandasida `output=series` va `Order:=n` parametrlarni kiritish kerak. Bishlang'ich qiymatlar `y(0)=u1`, `D(y)(0)=u2`, `(D@@2)(y)(0)=u3` i hokazo ko'rinishda beriladi. Yechimni ko'phadga aylantirish uchun `convert(% ,polynom)` komandasini berish kerak. Yechimning grafik ko'rinishda chiqarish uchun tenglama o'ng toioning `rhs(%)` komandasi bilan ajratib olish kerak.

Misollar 1.  $y' = y + xe^x, y(0) = 0$  Koshi masalasining taqribiy yechimi 5-darajali ko'phad ko'rinishda olinsin.

```
> restart; Order:=5:
> dsolve({diff(y(x),x)=y(x)+x*exp(y(x)), y(0)=0}, y(x), type=series);
\\ y(x) = \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{6}x^3 + \frac{1}{6}x^4 + O(x^5)
```

2.  $y''(x) - y^2(x) = e^{-x} \cos x, y(0) = 1, y'(0) = 0$  Koshi masalasining taqribiy yechimi 4-tartibli qator uo'rinishda topilsin.

```
> restart; Order:=4: de:=diff(y(x),x$2)-y(x)^3=exp(-x)*cos(x):
> f:=dsolve(de,y(x),series);
\\ f(x) := y(x) + D(y)(0)x + (\frac{1}{2}y(0)^3 + \frac{1}{2})x^2 + (\frac{1}{2}y(0)^2D(y)(0) - \frac{1}{6})x^3 + O(x^4)
```

3.  $y''(x) - y'(x) = 3(2 - x^2)\sin(x), y(0) = 1, y'(0) = 1, y''(0) = 1$  Koshi masalasining taqribiy yechimi 6 tartibli ko'phad ko'rinishda topilsin.

```
> restart; Order:=6:
> de:=diff(y(x),x$3)-diff(y(x),x)=3*(2-x^2)*sin(x);
\\ de := (\frac{\partial^3}{\partial x^3} y(x)) - (\frac{\partial}{\partial x} y(x)) = 3(2-x^2)\sin(x)
> cond:=y(0)=1, D(y)(0)=1, (D@@2)(y)(0)=1;
\\ cond:=y(0)=1, D(y)(0)=1, D(2)(y)(0)=1
> dsolve({de,cond},y(x)); \\\ y(x) = \frac{21}{2}\cos(x) - \frac{3}{2}x^2\cos(x) + 6x\sin(x) - 12 + \frac{7}{4}e^x + \frac{3}{4}e^{-x}
```

```
> y1:=rhs(%):
```

```
> dsolve({de,cond},y(x),series); \\ y(x) = 1 + x + \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{6}x^3 + \frac{7}{24}x^4 + \frac{1}{120}x^5 + O(x^6)
```

Aniq va taqribiy yechim grafigini chiqarish uchun quyidagi komandalarni berish kerak:

```
> convert(% ,polynom): y2:=rhs(%):
```

```
> p1:=plot(y1,x=-3..3,thickness=2,color=black):
```

```
> p2:=plot(y2,x=-3..3,linestyle=3,thickness=2,color=blue):
```

```
> with(plots): display(p1,p2);
```

## 5. ODT ni sonli usulda yechish

dsolve komandasi ODT ni taqribiy yechish uchun ham ishlatiladi, faqatgina parametrlar safida type=numeric deb ko'rsatish kerak, undan tashqari options bo'limida sonli usullar turini ham ko'rsatish kerak: dsolve(eq, vars, type=numeric, options).

Quyidagi sonli usullar ishlatilishi mumkin:

method=rkf45- 4-5-tartibli Runge-Kutta usuli,

method=dverk78-,7-8-tartibli Runge-Kutta usuli,

method=classical-,3-4-tartibli klassik Runge-Kutta usuli,

method=gear- Giring bir qadamli usuli,

method=mgear- Giring ko'p qadamli usuli.

ODT ning yechimini grafik usulda yechish uchun odeplot(dd, [x,y(x)], x=x1..x2), komandasi ishlatiladi, bu yerda dd:=dsolve({eq,cond}, y(x), numeric).

### Topshiriqlar.

1.  $y'' - x \sin(y) = \sin 2x, y(0) = 0, y'(0) = 1$  Koshi masalasi sonli va 6-darajali qator ko'rinishda topilsin.

```
> restart; Ordev=6:
```

```
> eq:=diff(y(x),x$2)-x*sin(y(x))=sin(2*x):
```

```
> cond:=y(0)=0, D(y)(0)=1:
```

```
> de:=dsolve({eq,cond},y(x),numeric);
```

```
\\de:=proc(rkf45_x)...end
```

```
> de(0.5);
```

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

```
> odeplot(de,[x,y(x)],-10..10,thickness=2);
```

```
> dsolve({eq, cond}, y(x), series);
```

```
> convert(% , polynom):p:=rhs(%):
```

```
> p1:=odeplot(de,[x,y(x)],-2..3, thickness=2, color=black):
```

```
> p2:=plot(p,x=-2..3,thickness=2,linestyle=3, color=blue): display(p1,p2);
```

2.  $x'(t) = 2y(t)\sin(t) - x(t) - t, y'(t) = x(t), x(0) = 1, y(0) = 2$  ODT sistemasi grafik usulda yechilsin.

```
> restart; cond:=x(0)=1,y(0)=2:
```

```
> sys:=diff(x(t),t)=2*y(t)*sin(t)-x(t)-t, diff(y(t),t)=x(t):
```

```
> F:=dsolve({sys,cond},[x(t),y(t)],numeric):
```

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

```
> p1:=odeplot(F,[t,x(t)],-3..7, color=black, thickness=2,linestyle=3):
```

```
> p2:=odeplot(F,[t,y(t)],-3..7,color=green, thickness=2):
```



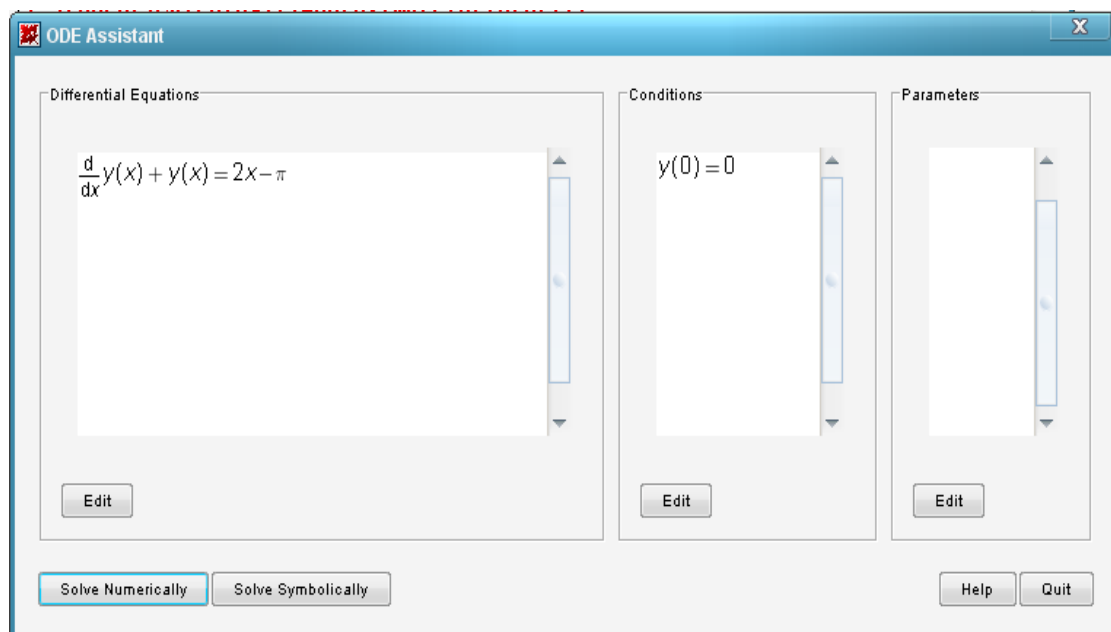
```

> p3:=textplot([3.5,8,"x(t)", font=[TIMES, ITALIC, 12]):
> p4:=textplot([5,13,"y(t)", font=[TIMES, ITALIC, 12]):
> display(p1,p2,p3,p4);

```

## 6. ODTni yechishda interaktiv usullar.

Tools>Assistants>ODE analizer komandasi yordamida ODT uchun Koshi yoki chegara masalanini interaktiv usulda analitik yoki sonli yechish mumkin.



## Topshiriqlar

1.  $y'' - 2y' - 3y = xe^{4x} \sin x$  ODT ning umumiy yechimi topilsin.
2.  $y''' + y'' = 1 - 6x^2 e^{-x}$  ODT ning funlamentaental yechimlar sistemasi topilsin.
3.  $y''' - y' = \operatorname{tg} x$ ,  $y(0) = 3$ ,  $y'(0) = -1$ ,  $y''(0) = 1$  Koshi masalasi yechilsin.
4.  $x'' + 5x' + 2y' + y = 0$ ,  $3x'' + 5x + y' + 3y = 0$ ,  $x(0) = 1$ ,  $x'(0) = 0$ ,  $y(0) = 1$  ODT lar sistemasi yechilsin.
5.  $y'' + y = y^2$ ,  $y(0) = 2a$ ,  $y'(0) = a$  nochiyiq ODT yechimi 6-darajagacha qator ko'rinishda topilsin.
6.  $y' = \sin(xy)$ ,  $y(0) = 1$  Koshi masalasi yechimining grafigi chizilsin.
7.  $y'' = xy' - y^2$ ,  $y(0) = 1$ ,  $y'(0) = 2$  Koshi masalsining yechimi 6-darajagacha qator ko'rinishda topilsin.
8.  $y'' - xy' + y^2 = 0$ ,  $y(0) = 1$ ,  $y'(0) = -4 - 1.5$ , 3 kesmada Koshi masalasining taqribiy yechimining grafigi chizilsin. (Deplot komandasi yordamida).
9.  $x' = 3x - y$ ,  $y' = x - y$  ODTlar sistemasi yechimining fazoviy portreti bir necha boshlang'ich shartlar uchun chizilsin.

## Savollar

1. ODT qanday komanda yordamida yechiladi ?
2. ODT da boshlang'ich va chegara shartlar qanday komanda yordamida yechiladi ?
3. dsolve komandasida qanday parametr fundamental yechimlar sistemasini aniqlash uchun xizmat qiladi ?
4. dsolve komandasida qanday parametr yechimni qator ko'rinishda olishga xizmat qiladi ?
5. ODT yechimini grafik usulda olish uchun dastlab qanday komandalarni kiritish kerak ?
6. dsolve komandasida qanday parametr yechimni sonli usulda olish uchun xizmat qiladi ?
7. ODT yechimini biror nuqtada qanday olish mumkin ?
8. dsolve komandasida qanday parametr taqribiy yechimni grafik usulda chiqarish uchun xizmat qiladi ?
9. ODT yechimni grafik usulda olish uchun qanday paket xizmat qiladi.
10. odeplot va Deplot komandalarining farqi nimada ?
11. ODT lar sistemasi yechimlarining fzoviy portreti qanday hosil qilinadi

## 4- AMALIY MASHG'ULOT: MATLAB tizimi

### REJA:

1. Matritsa ustida amallar.
2. CHiziqli tenglamalarini yechish.

### 1. Matritsa ustida amallar

MATLAB tizimi vektor va matritsalar ustida murakkab amallarni bajaradi. Undan arifmetik va algebraik amallardan tashqari matritsalarini inventirlash. Ularning xususiy qiymatlarini hisoblash, chiziqli tenglamalar sistemasini yechish, ikki va uch o'lchamli funktsiyalarning grafiklarini olish va boshqa ko'plab amallarni bajaruvchi kuchli kalkulyator sifatida ham foydalanish mumkin.

Oddiy son va o'zgaruvchilarga ham MATLAB da 1x1 o'lchmli matritsa ko'rinishida qaraladi. SHu sababli, oddiy sonlar va massivlar ustida bajariladigan amallarning shakli va usullarida bir xillikka erishilgan. Zarur hollarda vektor va matritsalar massivlarga aylantiriladi va ularning qiymatlari har bir element uchun hisoblanadi.

MATLAB dasturining asosiy afzalliklari:

Matritsaviy amallarga yo'naltirilganligi

Tizimning kengayuvchanligi

Kuchli dasturlash vositalari

Dialog rejimida ishlashlik

MATLAB superkalkulyator rovida.

MATLAB matematik tizimida ishlashdan oldin matritsalar bilan ishlashni bilish zarur.

Matritsa bu – to'g'rito'rtburchakli massiv elementlarining to'plamidir. Masalan 1x1 ko'rinishidagi matritsa skalyar matritsa bo'lib, u bir ustur va bir qatordan iboratdir. Uning qiymati oddiy sonidir.

MATLAB tizimida matritsalarining kiritishning bir necha yo'llari mavjud:  
Matrits elementining to'liq kiritish;  
Matritsaning tashqi fayllardan yuklash;  
Funksiyalar orqali shakllantirish;  
M-fayl orqali hosil qilish.

Matrits elementining to'liq kiritishning quyidagicha shartlari mavjud:

- 1) Elementlarni alohida probel bilan kiritish;
- 2) Qatorlarni “;” bilan ajratish;
- 3) Kiritilgan elementlarni [ ] olish.

Misol:

Kiritilayotgan matritsaning yozilishi:

```
>> A = [16 3 2 13; 5 10 11 8; 9 6 7 12; 4 15  
14 1]
```

Natija:

```
A =  
16 3 2 13  
5 10 11 8  
9 6 7 12  
4 15 14 1
```

Yuqorida kiritilayotgan matritsa A o'zgaruvchiga yuklatib olindi, endi siz A orqali matritsani chaqirib olishingiz mumkin.

Matritsa ustun elementlarini yig'indisini topish uchun **sum()** standart funktsiyasidar foydalarish mumkin.

```
sum(A)
```

MATLAB dagi natija:

```
ans =  
34 34 34 34
```

MATLAB tizimi tug'ridan to'g'ri hisoblash rejimida ishlash xususiyatligiga ega ekanligi ishning tezkor bajarilishini osnlashtiradi. CHiqayotgan natija doimo **ans** o'zgaruvchisida yuklatiladi. **sum(A)** orqali A matritsaning faqat ustun elementlarining yig'indisini topdik xolos, uning qator elementlarining yig'indisini topish uchun esa, matritsani transponirlash kerak. MATLAB transponirlash " ' " orqali bajariladi.

Kiritilayotgan ifoda:

**sum(A')**

MATLAB dagi natija:

**sum(A')**

**ans =**

**34 34 34 34**

*Diag()* funksiyasi orqali matritsaning diogonal elementlarini chiqarish mumkin.

Kiritilayotgan ifoda:

**diag(A)**

MATLAB dagi natija:

**ans =**

**16**

**10**

**7**

**1**

Kiritilayotgan ifoda:

**sum(diag(A))**

MATLAB dagi natija:

**ans = 34**

*fliplr* funksiyasi orqali matritsaning diogonaliga nisbatan teskari matritsa xosil qilib beradi.

Kiritilayotgan ifoda:

**fliplr(A)**

MATLAB dagi natija:

**ans =**

**13 2 3 16**

**8 11 10 5**

**12 7 6 9**

**1 14 15 4**

Matritsaning alohida elementlarining yig'indisini topish uchun matritsaning alog'ida elementi olinadi, ya'ni  $A(i,j)$  ko'rinishida.

Kiritilayotgan ifoda:

**A(1,4) + A(2,4) + A(3,4) + A(4,4)**

MATLAB dagi natija:

**ans = 34**

Matritsaga yangi qator yoki ustun qo'shish uchun quyidagicha ish qilinadi.

Kiritilayotgan ifoda:

**X=A;**

**X(4,5)=17**

MATLAB dagi natija:

**X =**

```
16  3  2 13  0
 5 10 11  8  0
 9  6  7 12  0
 4 15 14  1 17
```

Ayrim xollarda tartibga solingan sonlar ketma-ketliklarini formatlash talab qilinadi. Bunday ketma-ketliklar vektorlarni yoki grafiklarni qurish vaqtida abtsissalarning qiymatlarini hosil qilish uchun zarur bo'ladi. Sonlar ketma ketligini formatlash uchun MATLAB tizimida : (ikki nuqta) operatori ishlatiladi.

Kiritilayotgan ifoda:

**1 : 10**

MATLAB dagi natija:

```
1  2  3  4  5  6  7 8  9  10
```

Tartibga solingan ketma-ketlikning oraliq qiymatini ham berish mumkin.

Kiritilayotgan ifoda:

**100 : -7 : 50**

MATLAB dagi natija:

```
100  93  86  79  72  65  58
```

SHunday qilib, : (ikki nuqta) operator onlarning muntazam ketma-ketligini olish uchun qulay vosita hisoblandi. U grafiklarni qurish vositalari bilan ishlashda keng qo'llaniladi.

funktsiyasi har tomonlama kvadrat bo'lgan matritsa xosil qilib beradi. U sexrgar

Kiritilayotgan ifoda:

**B=magic(4)**

MATLAB dagi natija:

**B =**  
**16 2 3 13**  
**5 11 10 8**  
**9 7 6 12**  
**4 14 15 1**

### 7. CHiziqli tenglamalarini yechish.

*Matritsalar va uning tenglamalar sistemasiga bog'lash.*

$$\left\{ \begin{array}{ccc} a_{11} & a_{12} \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} \dots & a_{mn} \end{array} \right\} \text{ Bunday jadval } n \times m \text{ o'lchamli to'g'ri burchakli}$$

**matritsa** deb ataladi. Bu jadvaldagi  $a_{ij}$  matritsa elementlari deyiladi.

Agar  $m=n$  bo'lsa, bunday matritsa **n-tartibli kvadrat matritsa** deyiladi.

Har bir n-tartibli A kvadrat uchun shu matritsaning elementlaridan tashkil topgan n-tartibli determinantni hisoblash mumkin.

Bosh diagonalida turmagan barcha elementlari 0 ga teng bo'lgan matritsa **diagonal matritsa** deyiladi.

Diagonalidagi elementlari noldan farqli diagonal matritsa **skalyar matritsa** deyiladi.

Bosh diagonalidagi barcha elementlari 1 ga teng diagonal matritsa **birlik matritsa** deyiladi.

Barcha elementlari nolga teng matritsa **nol matritsa** deyiladi.

#### *CHiziqli tenglamalar sistemasini yechish*

n ta noma'lumli n ta chiziqli tenglamalar sistemasi berilgan bo'lsin.

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2, \\ \dots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n. \end{cases}$$

Quyidagi belgilashlar kiritilgan bo'lsin.

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

Natijada quyidagicha chiziqli tenglama xosil bo'ladi.

$$\mathbf{AX=B}$$

Bu yerda:

$A$  – noma'lumlar oldidagi koeffitsentlardan tuzilgan matritsa;

$V$  – ozod hadlardan tuzilgan ustun matritsa;

$X$  – noma'lumlardan tuzilgan ustun matritsa.

Agar  $A$  matritsaning determinanti  $\det A \neq 0$  bo'lsa, u holda  $A$  matritsaga  $A^{-1}$  matritsa mavjud.

$$\begin{aligned} A^{-1}AX &= A^{-1}V \\ (A^{-1}A)X &= A^{-1}V \end{aligned}$$

Bu yerda  $A^{-1}A = Ye$  ya'ni,  $Ye=1$  natijada:

$$X = A^{-1}V$$

MATLAB tizimida matritsaga teskari matritsa `inv()` funksiyasi orqali amalga oshiriladi.

Umumiy olib qaraganda tenglamalar sistemasining matlabda yechishning 3 xil usuli mavjud.

$X = V/A$  – bu yerda,  $V$  ( $n \times k$ ) o'lchamli matritsa  $A$  bo'lsa, ( $m \times n$ ) o'lchamli matritsa.

$X = V * A^{-1}$  – bu yerda,  $V$  ( $n \times k$ ) o'lchamli matritsa  $A$  bo'lsa, ( $m \times n$ ) o'lchamli matritsa.

$X = V * \text{inv}(A)$  – bu yerda,  $V$  ( $n \times k$ ) o'lchamli matritsa  $A$  bo'lsa, ( $m \times n$ ) o'lchamli matritsa.

### *Nazorat savollari*

1. MATLAB tizimida matritsalar iblan ishlash?
2. MATLAB da matritsalar kiritish tartibi?
3. MATLAB da matritsa kiritishga qo'yilgan talablar?
4. Matritsalar bilan ishlovchi funktsiya va operatorlar?
5. Ikki nuqtaning vazifasi?
  
7. MATLAB tizimida matritsalar bilan ishlash?
8. MATLAB da matritsalar kiritish tartibi?
9. MATLAB da matritsa kiritishga qo'yilgan talablar?
10. Matritsalar bilan ishlovchi funktsiya va operatorlar?
11. Tenglamalar sistemasini yechish?

### **5-AMALIY MASHG'ULOT: LATEX sistemasida matnlarni formatlash, jadval va grafiklar tuzish, matematik formulalar yozish va taqdimotlar tayyorlash.**

1. Latex dasturini o'rnatish va sozlash.
2. Latex dasturining imkoniyatlari.
3. Matematik formulalar bilan ishlash

#### **1. Latex dasturini o'rnatish va sozlash.**

Hozirgi kunda ilmiy maqolalar, matematikaga doir qo'llanmalar yaratishda juda ko'p matematik formulalar va turli xil obektlardan foydalanishga to'g'ri keladi. Bunday hujjatlarni yaratish uchun juda ko'p matn muharrirlari mavjud. Bunga Word matn muharririni misol keltirish mumkin. Word matn muharriri matematik formulalarni yozishda, turli xil obektlarni joylashtirishda juda katta imkoniyatga ega, lekin agar matematik formulalar, turli xil obyektlarni soni oshib borsa, yaratilgan hujjatlarni hajmini oshirib yuboradi va ularni qayta ishlashda qiyinchiliklarga uchrab qolish mumkin. Bundan tashqari yaratilgan hujjat hamma kompyuterlarga, yoki hamma sistemalarga to'g'ri kelmasligi mumkin. Masalan Wordda yaratilgan hujjatlar versiyasiga farq qilsa bir biriga to'g'ri kelmasligi mumkin yoki Mathtypeda yozilgan formulalar bo'lsa to bu dasturni o'rnatmasak bu hujjatlarni qayta ishlab bo'lmaydi. Biz yaratgan maqola, qo'llanma yoki boshqa hujjatlarni internet tarmog'ida ham qo'yishimiz mumkin, bundan hamma kompyuterlar foydalanishlari mumkin. Shuning uchun biz hujjatlarni shunday tayyorlashimiz kerakki undan barcha kompyuterlar turli xil bo'lishidan qat'iy nazar foydalana olishlari kerak. Shularni hisobga olib yana bir dastur, Latex dasturi yaratildi. Latex dasturi juda ko'p imkoniyatlarga ega. Bu dasturni imkoniyatlari yuqoriligi, jurnallar, kitoblar tayyorlash imkoniyatlari juda yuqori sifatli ekanligini hisobga olib, hozirgi kunda chet ellarda ilmiy jurnallarda ilmiy maqolalarni Latex dasturida yozib yuborishni talab qiladi. Latex dasturida tayyorlangan hujjatlarni hajmi juda kichik bo'ladi, shuning uchun ularni qayta ishlash tez amalgam oshadi. Bu dastur yordamida ilmiy maqolalar, kurs ishlarini, diplom ishlarini, dissertasiyalarni juda chiroyli qilib tayyorlash mumkin. Albatta bu dastur bilan ishlash uchun kompyuterda Latex dasturi o'rnatilgan bo'lishi kerak va biror bir uslubiy qo'llanmadan foydalanishga to'g'ri keladi. Hozirgi kunda Latex dasturida ishlash bo'yicha deyarli o'zbek tilida adabiyotlar yetarli emas, rus tilida yoki ingliz tilida adabiyotlar juda ko'p. Shularni hisobga olib biz Latex dasturi bo'yicha o'zbek tilida kerakli malumotlarni to'plab uslubiy qo'llanma tayyorlashni maqsad qilib qo'ydik.

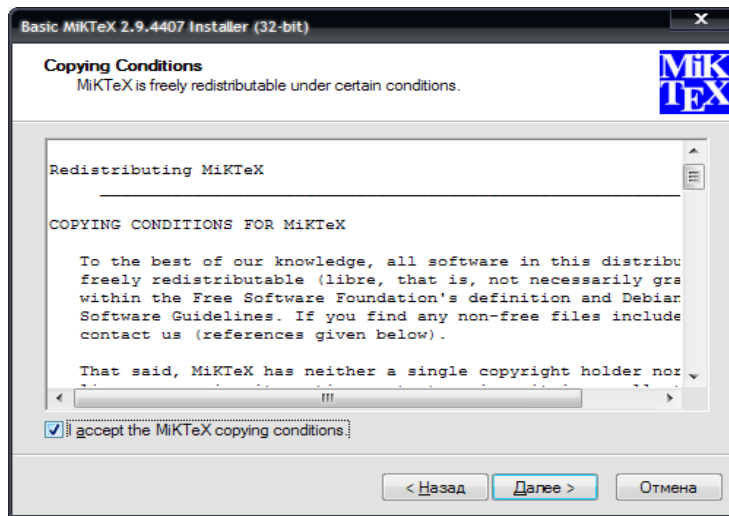
Amerikalik taniqli matematik va dasturchi Donald Knuth tomonidan Tex dasturi yaratildi. Bu dasturni yaratishda Knut o'z oldiga shunday translyator yaratishni maqsad qilib qo'yidiki, u har xil kompyuterlarda bir xil ishlashi kerak edi. Leslie Lamport Tex bazasi asosida paketlardan foydalanib Latex dasturini yaratdi.

Latex dasturi matematikaga doir ilmiy hujjatlarni juda yuqori darajada sifatli qilib tayyorlash uchun mo'ljallangan dastur hisoblanadi. Kitob, o'quv qo'llanma, ilmiy jurnallarni tayyorlashda ham juda katta imkoniyatlarga ega. Latexda yaratilgan hujjatlarni hajmi juda kichik bo'ladi va ularni qayta ishlash, tahrirlash amallarini juda tez bajarish mumkin. Latex dasturi juda ko'pchilik kompyuterlarga ishlaydi masalan IBM, Mac va boshqalar. Bundan tashqari juda ko'pchilik sistemalarga ham ishlaydi masalan Windows, Unix, VMS va boshqalarni misol keltirish mumkin. Bu dastur bilan



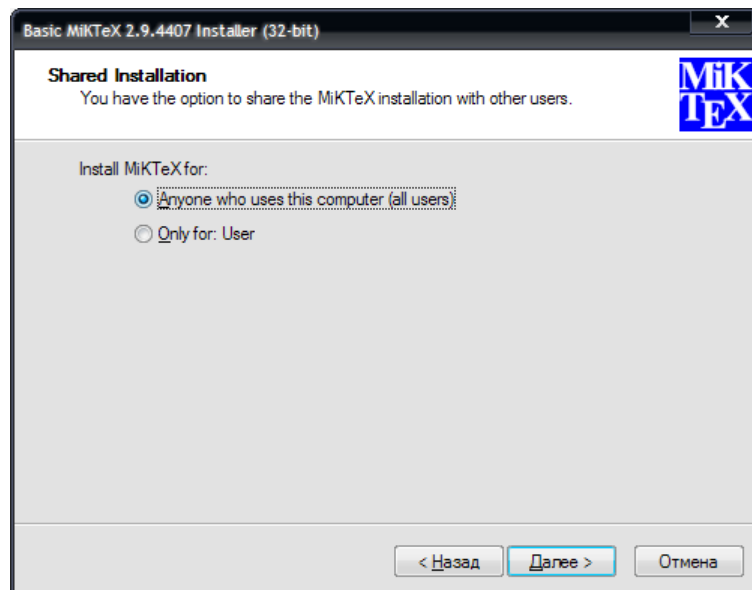
ishlash uchun kompyuterda Latex dasturi o'rnatilgan bo'lishi kerak. Shuning uchun biz birinchi bobni Latex dasturini o'rnatish va uning imkoniyatlaridan foydalanishga bag'ishladik.

Latex dasturini o'rnatish uchun birinchi MikTeX dasturini o'rnatamiz.



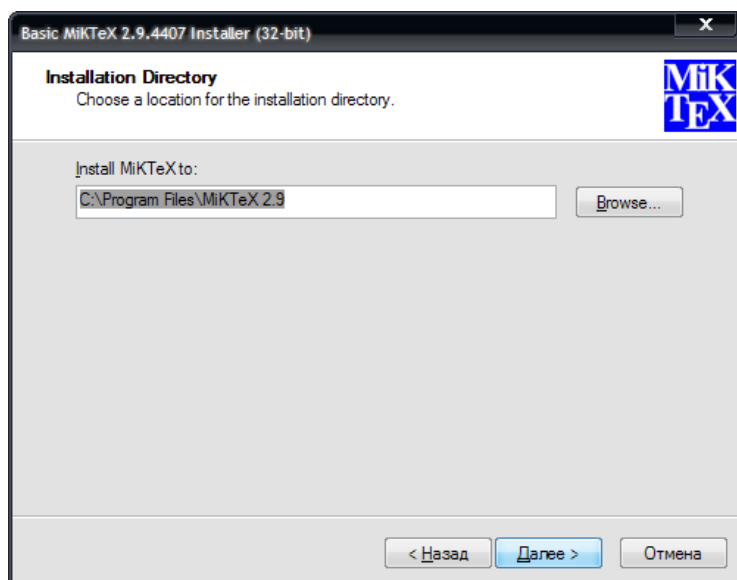
### 1– chizma. MikTeX dasturini o'rnatish.

Bu yerdan Далее tugmasini bosib o'rnatishni davom etamiz.



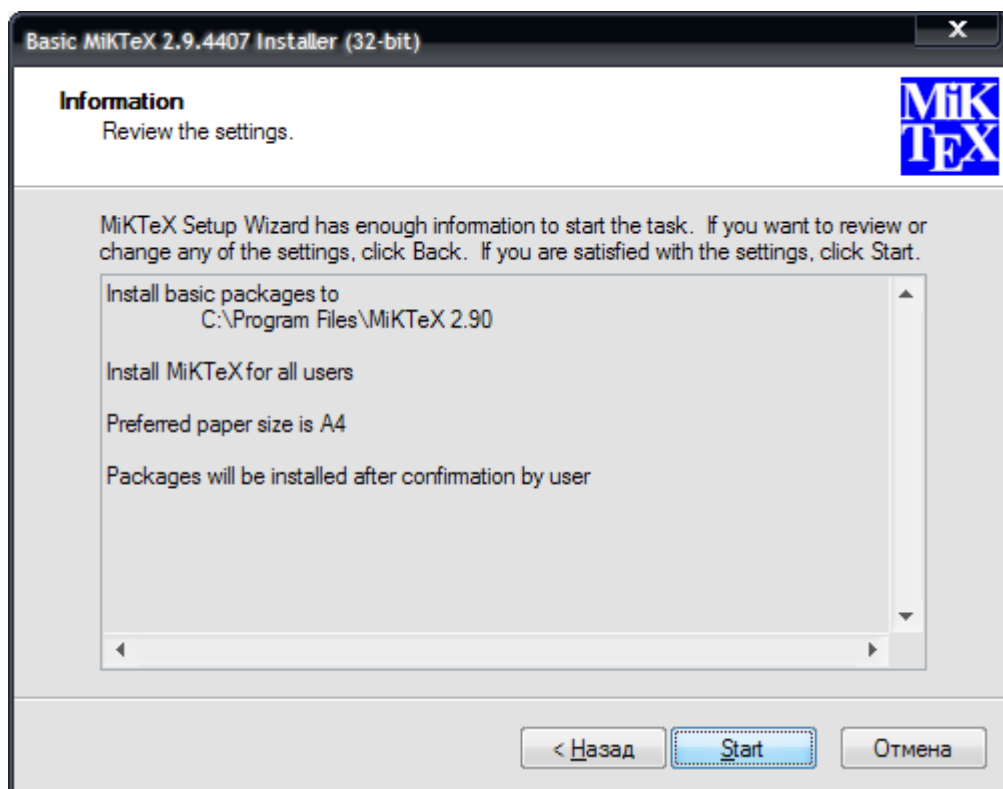
### 2-chizma. MikTeX dasturini o'rnatish.

Bu yerdan barcha foydalanuvchilar uchunni belgilaymiz.



### 3-chizma. MikTex dasturini o'rnatish.

Bu yerda MikTex dasturini qayerga o'rnatishni ko'rsatamiz. (Masalan: C diskda)



### 4-chizma. MikTex dasturini o'rnatish.

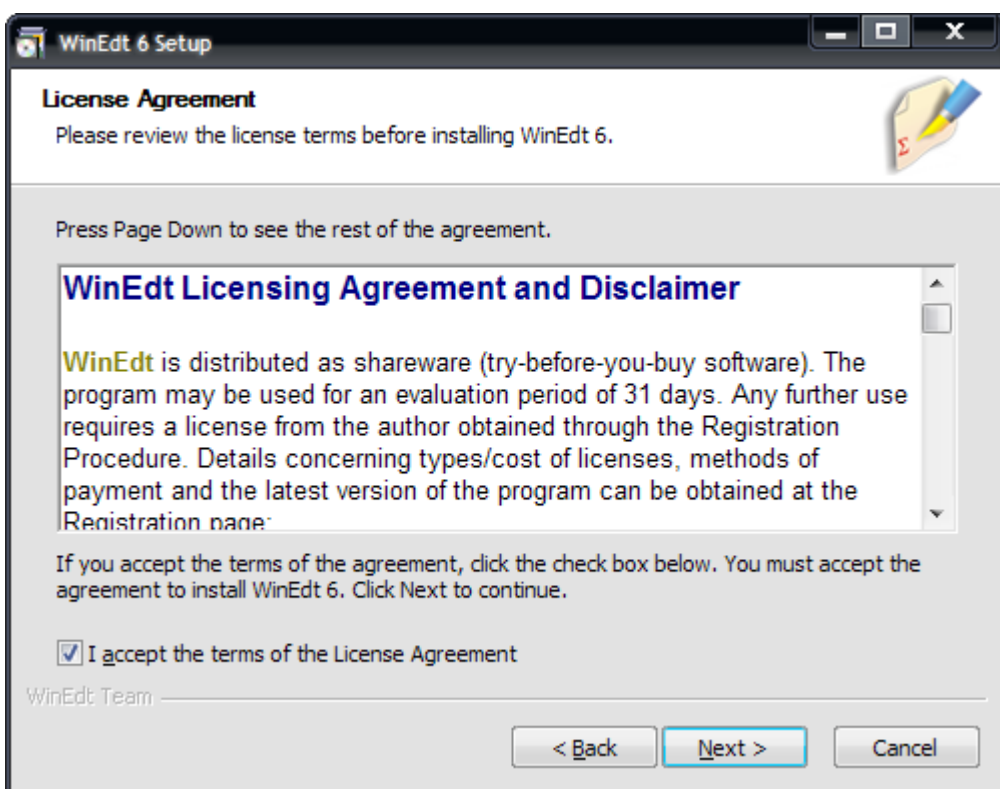
Start tugmasini tanlasak MikTex dasturi o'rnatiladi.

Bu dasturni o'rnatib bo'lgandan keyin WinEdt 6.0 dasturini o'rnatamiz. Bu dastur quyidagicha o'rnatiladi.



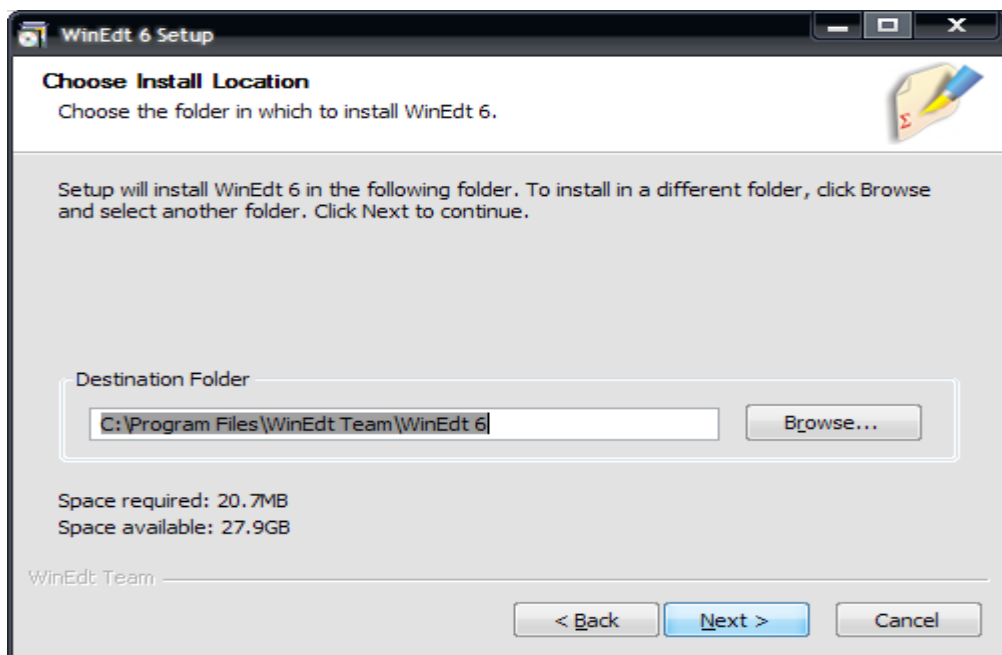
### 5- chizma. WinEdt 6. 0 dasturini o'rnatish.

Bu oynadan Next tugmasini bosib o'rnatishni davom etamiz.



### 6- chizma. WinEdt 6. 0 dasturini o'rnatish.

Bu oynadan katakchani belgilab Next tugmasini bosib o'rnatishni davom etamiz.



## 7- chizma. WinEdt 6. 0 dasturini o'rnatish.

Kerakli diskni ko'rsatib dasturni o'rnatamiz.

### Latex dasturining imkoniyatlari.

Latex sistemasida tayyorlangan matnli fayl kengaytmasi \*. tex ko'rinishda bo'ladi. Keyingi jarayon ikkita etapdan o'tkaziladi. Birinchi dastur translyatori yordamida fayl qayta ishlanadi. Natijada \*. dvi kengaytmali fayl olamiz. Endi olingan \*. dvi kengaytmali faylni dastur yordamida ekranda ko'rish mumkin, pechatga yuborish mumkin yoki boshqa amallarni bajarish mumkin. Natija foydalanuvchini qanoatlantirmasa faylga o'zgartirish kiritib jarayonni yana takrorlashi mumkin. Latexda yaratilgan fayl matni maxsus belgilar va buyruqlardan iborat bo'ladi. Latex dasturida 10 ta maxsus belgilardan foydalaniladi. Bular quyidagilar: { } \$ & # % \_ ^ ~ \

Bu maxsus belgilarni o'zidan foydalanmoqchi bo'lsak maxsus belgini oldiga \ belgini qo'yamiz. Masalan: Oylik 10 % ga oshdi □ Oylik 10 \% ga oshdi. Agar \ maxsus belgini qo'ymasdan yozsak, % belgidan keyingi matnni izoh sifatida qaraydi.

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 vazufalarni 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 hujjat yopamiz. Masalan:

```
\documentclass{article}
```

```
\usepackage[russian]{babel}
```

```
\begin{document} Latexdagi oddiy hujjat.
```

```
\end{document}
```

Matematik formulalarni yozishda formula \$ maxsus belgi ichida yoziladi.

Masalan:

```
$$ 1+2+\cdots+100=5050;
```

```
$$
```

Natija:  $1 + 2 + \dots + 100 = 5050;$

Agar har bir buyruqni bir nechta amallarga ta'sir etmoqchi bo'lsak, amallarni

blokga olamiz. Masalan:

$$x^{1993} + y^{1993} = z^{1993}$$

Natijasi:  $x^{1993} + y^{1993} = z^{1993}$  agar daraja 1993 blokga olinmasa x ni darajasiga yozib ketadi.

### Winedt haqida

Winedt 6 tizimi Texning 2009 yilda taqdim etilgan Miktex 2.8 versiyasi bilan ishlashga mo'ljallangan. Bu Windowsning ko'p qo'llaniladigan Windows XP, Windows Vista, Windows 7 va boshqalarda muammolarsiz o'rnatiladi va ishlaydi.

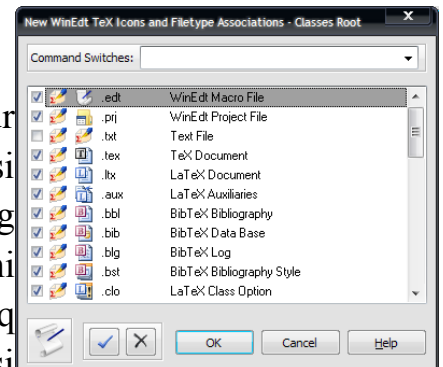
Winedt 6 da interfeysni foydalanuvchi o'ziga moslashtirish imkoniyatlari oldingi versiyalarga nisbatan ancha qulaylashtirilgan.

Winedt tarixiga nazar tashlaydigan bo'lsak bu dastur yaratilganiga hali uncha ko'p vaqt bo'lmaganini ko'rishimiz mumkin. Bu dastur ilk bor 1993-yilning aprel oyida Windows 3.1 uchun ishlab chiqilgan.

Bu dasturni o'rnatishda Windows Vista va Windows 7 operatsion tizimlarida bu dasturdan foydalanish uchun turli foydalanuvchiga turli imkoniyatlar berish yoki cheklash holatlarini kuzatish mumkin. Bunday cheklashlar fayllar asotsiatsiyasini ishlatishda ahamiyatlidir. Bunda ma'lum turdagi fayllar bilan ishlashga cheklov qo'yiladi. Buni bu OT larda xavfsizlikka yuqori e'tibor berilganligi bilan tushuntirish mumkin. Bu rasmda matnli(.txt) fayllarga cheklov qo'yilganligini ko'rishimiz mumkin.

### 1-chizma. Fayllar asotsiatsiyasi oynasi

Endi Winedt dasturi bilan tanishamiz. Bu dastur muvaffaqiyatli o'rnatilgandan so'ng uning yorliq ilovasi agar Пуск menyusida chiqishi ko'rsatilgan bo'lsa uning yorliq ilovasi Пуск menyusida paydo bo'ladi. Ya'ni стандартные → пуск → Winedt 6. Bu yerda ikkita yorliq bo'lishi mumkin. Birinchisi Uninstall Winedt va ikkinchisi Winedt. Birinchi yorliq bu dasturni kompyuterdan o'chirish uchun xizmat qiladi. Biz uchun asosiysi bu ikkinchi yorliqdir. Bu yorliq Winedt dasturini ishga tushirish uchun xizmat qiladi. Shuningdek bu dasturni Windowsning ishchi stolidan ham ishga tushirish mumkin. Agar yorliq yaratilmagan bo'lsa uni yaratish kerak albatta. Yorliq yaratish usuli bilan nafaqat ishchi stol balki mantiqiy disklardagi ixtiyoriy joydan ham ishga tushirish mumkin. Winedt ni ishga tushirgandan so'ng bizning ishchi stolimizda quyidagi oyna ochiladi.

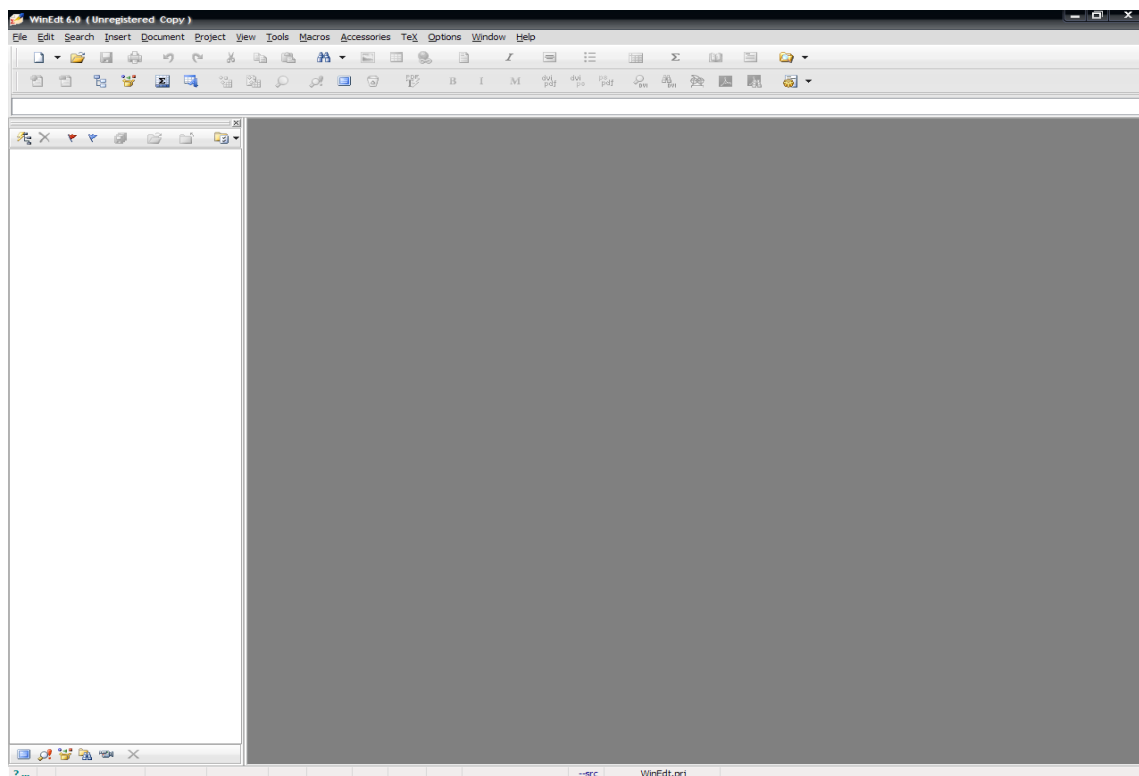




## 2-chizma. Winedt 6 ni ishga tayyorlash oynasi

Bu oynada to'rtta bo'lim joylashgan bo'lib bular: Wizard, Filetype Associations, Links and Shortcuts, User Profiles lardir. Birinchi bo'limda Winedt ni o'chirish (Uninstall Winedt!), Dastur o'rnatilgan papkani ko'rish (Browse Install Folder (%B) ...), Dasturda yaratilgan hujjatlarni saqlash papkasi (Browse Local Folder (%b) ...) tugmalari joylashgan. Xoxishga qarab bu manzillarni pastdagi ikkita manzil kiritish qatori orqali o'zgartirish mumkin. Ikkinchi bo'lim ya'ni Filetype Associations da biz yuqorida ta'kidlab o'tgan fayllar asotsiatsiyasi bo'yicha cheklov va imtiyozlar qo'yish amalga oshiriladi. Bunda cheklovlarni amalgam oshirish uchun maxsus tugmalar (masalan: Modify filetype associations ... kabi) ajratilgan. Links and shortcuts bo'limida Winedt dasturini OT ning turli joylaridan ishga tushirish uchun yorliqlar yaratish uchun maxsus tugmalar (masalan: Create or Change Links ...) bor. Shuningdek mavjud yorliqlarni

o'chirish, yaratiladigan hujjatlar saqlanadigan manzilni o'zgartirish tugmalari ham shu yerda joylashgan. Oxirgi User profiles bo'limida esa tegishli foydalanuvchiga doir imkoniyatlarni o'zgartirish, yangi foydalanuvchi yaratish, tarmoq bilan ishlash uchun foydalanuvchi ko'rinish sohaslarini aniqlash, monitorni tarmoq uchun moslash kabi amallar uchun maxsus tugmalar (masalan: Concurrent License Monitor ...) joylashgan. Barcha sozlashlar bajarilgandan so'ng oynaning chap pastki qismidagi Show this Wizard Next Time tanlagichi orqali dasturning keyingi yuklanishida bu oyna ko'rinish yoki korinmasligini tanlash mumkin. Endi OK tugmasini bossak quyidagi ochiladi.



### **3-chizma. Winedt 6 asosiy oynasi**

Bu oyna Winedt 6 ning bosh oynasidir. Bu oyna Windows oynalari bilan deyarli bir xil, ya'ni menyular bo'limi, uskunalar paneli, ishchi soha, holat satridan iborat. Oyna chap tomonida joylashgan panel esa hujjatda ishlatilgan maxsus bog'lanishlarni va boshqa xususiyatlarni ko'rsatish va o'zgartirish uchun xizmat qiladi.

Winedtning menyular qatori quyidagi bo'limlardan tashkil topgan.


File Edit Search Insert Document Project View Tools Macros Accessories TeX Options Window Help

Ular bo'limga qarab turli vazifalarni bajarish uchun xizmat qiladi. Menyular bo'limlari Latexda ishlashni avtomatlashtirish bilan birga bir qator imkoniyatlar beradi. Masalan dastur istalgan qismi natijasini oldindan ko'rish, kerakli qismni tahrirlash va h. k.



Uskunalar paneli ishni tez va sifatli bajarish uchun mo'ljallangan bir necha uskunalaridan iborat.



Bunda uskuna piktogramma(rasmcha)siga qarab yoki sichqonchani shu piktogramma ustiga keltirib , piktogramma haqidagi izoh orqali nima vazifani bajarishini aniqlash mumkin. Ko'pchilik uskunlar paneli bilan ishlashini hisobga olsak , bu qism oynaning eng asosiy qismlaridan ekanligini ko'rishimiz mumkin. Bu panelning imkoniyatlaridan yana biri bu Latex asosiy buyruqlar ro'yhati va har bir belgining ASCII kodlash sistemasidagi va O'n oltilik sanoq sistemasidagi kodini ko'ratishidir. Bu jadvallarni  va piktogrammalar orqali uskunlar paneliga qo'shish mumkin. Latex asosiy buyruqlar ro'yhati quyidagicha:



Bu qism ham kerakli bo'limlarga ajratilgan bo'lib kerakli bo'limni tanlash orqali tegishli buyruqni kiritish mumkin. Bunda sichqoncha chap tugmasini kerakli piktogramma ustida bir marta bosish orqali piktogrammada ko'rsatilgan holatni aks ettiruvchi buyruq ishchi sohadagi kursor turgan joyga yoziladi.

Belgilar kodlari jadvali esa quyidagicha:



Bu panel asosan Latexning maxsus belgilarini kiritishda va klaviaturada bo'lmagan boshqa belgilarni kiritishda, shuningdek Latexning belgilar kodlari bilan ishlaydigan buyruqlarida foydalaniladi.

Keyingi qism ishchi soha bo'lib unda hujjat matni yoziladi. Menyular va uskunlar panelidagi barcha amallar shu yerda o'z aksini topadi. Uning umumiy ko'rinishi quyidagicha:

```

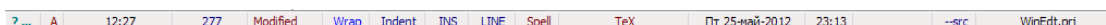
1 \documentclass[a4paper,12pt]{article}[2012/03/27]
2 \usepackage[english]{babel}
3 \setcounter{page}{3}
4 \begin{document}
5 \boldmath
6 Azamat
7
8 $$\neqpage
9 $$\rm Bu \bf semizroq shriftida yozilgan,\!
10 $$bu esa \sl qiyaroq shriftida yozilgan,\!
11 $$bu esa oddiy shriftida yozilgan.
12 Yozishni {avval \bf qalinroq yozuvdan\!
13 boshlaymiz,endi vaqtincha \it kursivga \!
14 o'tamiz va yana {\bf qalin} shriftga o'tib}\!
15 ilk holatg(a q)aytamiz.\!
16 Quyidagi $\{\bf P\}^n$ da\!
17 $n$ nomalumlari soni
18 $\int \frac{1}{x} dx = \ln|x| + C$
19 Urinma egri chiziqni $y = x^2$ ta
20 bo'lakka bo'lsa
21 demak: $\int x^2 dx = \frac{1}{3}x^3 + C$
22 $$
23 \mbox{barcha $x$ lar uchun} \sqrt{x^3} = \sqrt[3]{x}
24 $$
25 $$
26 e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n
27 \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n
28 \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e
29 \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e
30 \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e
31 \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e
32 \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e
33 M(f) = \int_a^b f(x) dx
34 f(x) \, dx \int_a^b f(x) dx
35 \int_a^b f(x) dx
36 \int_a^b f(x) dx
37 \int_a^b f(x) dx
38 \int_a^b f(x) dx
39 \int_a^b f(x) dx
40 \int_a^b f(x) dx
41 \int_a^b f(x) dx
42 \int_a^b f(x) dx
43 \int_a^b f(x) dx
44 \int_a^b f(x) dx
45 \int_a^b f(x) dx
46 \int_a^b f(x) dx
47 \int_a^b f(x) dx
48 \int_a^b f(x) dx

```

#### 4-chizma. WinEdt 6 ishchi sohasi

Bunda matematik formulalar yozilgan qism alohida rang bilan ajratilganini ko'rish mumkin.

Endi oxirgi qism bilan tanishamiz. Bu qism Holat satri qismi. Bu qism aktiv hujjat va aktiv qatorga tegishli xususiyatlarni ko'rsatish va o'zgartirish uchun ishlatiladi. Holat satrining umumiy ko'rinishi quyidagicha:



Bu satrning har bir qismiga chapdan o'ngga qarab izoh berib o'tamiz:

- yordam bo'limini chaqirish
- ko'rish(Boshidan – A/Kursor turgan joydan - B)
- kursor turgan joy(Qator:Belgi)
- qatorlar soni
- holat(Modified,readonly,etc,...)-masalan modified-yozuvni turiga qarab ranglarga ajaratadi.
- davomiylik(yoqish/o'chirish)
- xat boshi(belgilash/belgilamaslik)
- kursor vaziyati(joyida/oxirida)

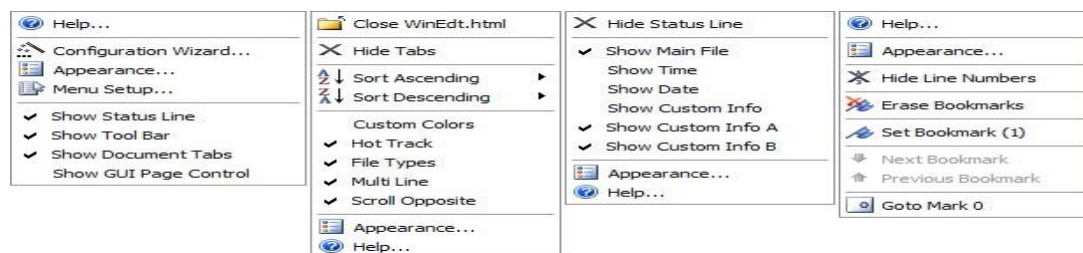
- belgilash usuli(qator bo'yicha/Blok bo'yicha)
- yozuvlarni tekshirmaslik(yoqish/o'chirish)
- hujjat turi
- joriy sana
- joriy vaqt
- joydalanuvchi haqida ma'lumot
- info A(--src)
- info B(Fayl proyeksi)
- asosiy fayl/Holat

Yuqorida ko'rsatilgan xususiyatlarni o'zgartirish uchun tegishli qism ustiga sichqoncha chap tugmasi bir marta bosilishi yetarli. Biz yuqorida ko'rib o'tgan Info A va Info B qismlar biroz tushunarsiz bo'lishi mumkin. Aslida bu qismlar fayl kompilyatori va kompilyatsiyasi haqidagi ma'lumotlardir. Standart holda Miktex kompilyatsiya usuli --src bo'lib, src kompilyatori dvi kengaytmali fayl yaratish uchun xizmat qiladi.

### Kontekst menyular

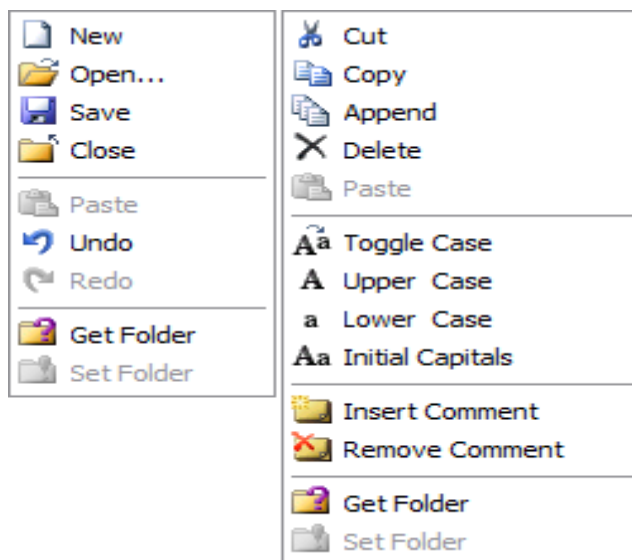
Bu bo'limda biz Winedt ning asosiy kontekst menyulari bilan tanishib o'tamiz. Bularga menyular satri, hujjatlar satri, holat satri va hujjatning chap qismi kiradi. Ularga mos kontekst menyular quyidagilar:

### 5-chizma. Asosiy kontekst menyular



Bu menyular orqali Winedt ga turli o'zgartirishlar kiritish, uni foydalanuvchiga moslashtirish mumkin. Keyingi va eng asosiy menyular bu ishchi soha menyularidir. Ular ikki xil bo'ladi: Belgilangan qism uchun va belgilanmagan qism uchun.

### 6-chizma. Qo'shimcha kontekst menyular



Bu menyular Windows kontekst menyulariga o'xshash bo'lib, qolgan buyruqlarini ularga tegishli piktogramma orqali o'rganish mumkin. Bu menyulardan ko'proq ikkinchi menyudan foydalaniladi. Unda satrlar ustida amallar bajarishga doir ko'plab qulay buyruqlar mavjud.

Shuningdek bir qator boshqa kontekst menyular ham mavjud. Masalan uskunalar paneli, holat satri, hujjat nomi paneli kabilarni yashirish va ko'rsatish menyusi va har bir panel uchun maxsus kontekst menyular mavjud. Shuni ta'kidlab o'tish joizki kontekst menyular orqali bajariladigan vazifalarning aksariyati menyular satrining turli bo'limlarida joylashtirilgan bo'lib, kerakli bo'lim orqali bu vazifalarni bajarish mumkin.

### Matematik formulalar bilan ishlash

#### *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: □ harfi \alpha kabi kiritiladi). Shu o'rinda yana bir ma'lumotni aytib o'tish kerak. Grek harflari ro'yhatidan

□ ("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.

$\alpha$	<code>\alpha</code>	$\beta$	<code>\beta</code>	$\gamma$	<code>\gamma</code>
$\delta$	<code>\delta</code>	$\epsilon$	<code>\epsilon</code>	$\varepsilon$	<code>\varepsilon</code>
$\zeta$	<code>\zeta</code>	$\eta$	<code>\eta</code>	$\theta$	<code>\theta</code>
$\vartheta$	<code>\vartheta</code>	$\iota$	<code>\iota</code>	$\kappa$	<code>\kappa</code>
$\lambda$	<code>\lambda</code>	$\mu$	<code>\mu</code>	$\nu$	<code>\nu</code>
$\xi$	<code>\xi</code>	$\pi$	<code>\pi</code>	$\varpi$	<code>\varpi</code>
$\rho$	<code>\rho</code>	$\varrho$	<code>\varrho</code>	$\sigma$	<code>\sigma</code>
$\varsigma$	<code>\varsigma</code>	$\tau$	<code>\tau</code>	$\upsilon$	<code>\upsilon</code>
$\phi$	<code>\phi</code>	$\varphi$	<code>\varphi</code>	$\chi$	<code>\chi</code>
$\psi$	<code>\psi</code>	$\omega$	<code>\omega</code>		

Bu ro'yhatga  $\Sigma$  va  $\Pi$  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

$\Gamma$	<code>\Gamma</code>	$\Delta$	<code>\Delta</code>	$\Theta$	<code>\Theta</code>
$\Lambda$	<code>\Lambda</code>	$\Xi$	<code>\Xi</code>	$\Pi$	<code>\Pi</code>
$\Sigma$	<code>\Sigma</code>	$\Upsilon$	<code>\Upsilon</code>	$\Phi$	<code>\Phi</code>
$\Psi$	<code>\Psi</code>	$\Omega$	<code>\Omega</code>		

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>+</code>	$-$	<code>-</code>	$*$	<code>*</code>
$\pm$	<code>\pm</code>	$\mp$	<code>\mp</code>	$\times$	<code>\times</code>
$\div$	<code>\div</code>	$\setminus$	<code>\setminus</code>	$\cdot$	<code>\cdot</code>
$\circ$	<code>\circ</code>	$\bullet$	<code>\bullet</code>	$\cap$	<code>\cap</code>
$\cup$	<code>\cup</code>	$\oplus$	<code>\oplus</code>	$\sqcap$	<code>\sqcap</code>
$\sqcup$	<code>\sqcup</code>	$\vee$	<code>\vee</code>	$\wedge$	<code>\wedge</code>
$\oplus$	<code>\oplus</code>	$\ominus$	<code>\ominus</code>	$\otimes$	<code>\otimes</code>
$\odot$	<code>\odot</code>	$\oslash$	<code>\oslash</code>	$\triangleleft$	<code>\triangleleft</code>
$\triangleright$	<code>\triangleright</code>	$\amalg$	<code>\amalg</code>	$\diamond$	<code>\diamond</code>
$\wr$	<code>\wr</code>	$\star$	<code>\star</code>	$\dagger$	<code>\dagger</code>
$\ddagger$	<code>\ddagger</code>	$\bigcirc$	<code>\bigcirc</code>	$\triangleup$	<code>\triangleup</code>
$\nabla$	<code>\nabla</code>				

Keyingi jadvalimiz binar amallarning yana bir turi munosabat amallari:

$\lt$	<code>&lt;</code>	$\gt$	<code>&gt;</code>	$=$	<code>=</code>
$:$	<code>:</code>	$\leq$	<code>\le</code>	$\geq$	<code>\ge</code>
$\neq$	<code>\ne</code>	$\sim$	<code>\sim</code>	$\simeq$	<code>\simeq</code>
$\approx$	<code>\approx</code>	$\cong$	<code>\cong</code>	$\equiv$	<code>\equiv</code>
$\ll$	<code>\ll</code>	$\gg$	<code>\gg</code>	$\doteq$	<code>\doteq</code>
$\parallel$	<code>\parallel</code>	$\perp$	<code>\perp</code>	$\in$	<code>\in</code>
$\notin$	<code>\notin</code>	$\ni$	<code>\ni</code>	$\subset$	<code>\subset</code>
$\subseteq$	<code>\subseteq</code>	$\supset$	<code>\supset</code>	$\supseteq$	<code>\supseteq</code>
$\succ$	<code>\succ</code>	$\prec$	<code>\prec</code>	$\succeq$	<code>\succeq</code>
$\preceq$	<code>\preceq</code>	$\asymp$	<code>\asymp</code>	$\sqsubseteq$	<code>\sqsubseteq</code>
$\sqsupseteq$	<code>\sqsupseteq</code>	$\models$	<code>\models</code>	$\vdash$	<code>\vdash</code>
$\dashv$	<code>\dashv</code>	$\smile$	<code>\smile</code>	$\frown$	<code>\frown</code>
$\mid$	<code>\mid</code>	$\bowtie$	<code>\bowtie</code>	$\Join$	<code>\Join</code>
$\propto$	<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>	$\leadsto$	<code>\leadsto</code>
$\gets$	<code>\gets</code>	$\longleftarrow$	<code>\longleftarrow</code>	$\Leftarrow$	<code>\Leftarrow</code>
$\Longleftarrow$	<code>\Longleftarrow</code>	$\hookleftarrow$	<code>\hookleftarrow</code>		
$\leftrightarrows$	<code>\leftrightarrows</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.

Bu yerda funksiyalar ingliz tilidagi ko'rinishida yozilgan. O'zbek tilida tangens "tg" ko'rinishida qabul qilingan. Shuning uchun tangensni yozish uchun \tg

log	\log	lg	\lg	ln	\ln
arg	\arg	ker	\ker	dim	\dim
hom	\hom	deg	\deg	exp	\exp
sin	\sin	arcsin	\arcsin	cos	\cos
arccos	\arccos	tan	\tan	arctan	\arctan
cot	\cot	sec	\sec	csc	\csc
sinh	\sinh	cosh	\cosh	tanh	\tanh
coth	\coth				

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'rinishida 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:

$\Sigma$	\sum	$\prod$	\prod	$\cup$	\bigcup
$\cap$	\bigcap	$\coprod$	\coprod	$\oplus$	\bigoplus
$\otimes$	\bigotimes	$\odot$	\bigodot	$\vee$	\bigvee
$\wedge$	\bigwedge	$\uplus$	\biguplus	$\sqcup$	\bigsqcup
lim	\lim	lim sup	\limsup	lim inf	\liminf
max	\max	min	\min	sup	\sup
inf	\inf	det	\det	Pr	\Pr
gcd	\gcd				

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:

$$\int_0^1 x^2 dx = 1/6$$



\$\$

Agar integral chegaralari indeksda emas, yuqori va quyi chegarada bo'lishi lozim bo'lsa, u holda `\int` buyrug'ini `\limits` buyrug'i bilan birgalikda ishlatishimiz mumkin. Masalan:

$$\int_0^1 x^2 dx = 1/6; dx=1/6$$

Agar chegaralar boshqacha ko'rinishda bo'lsa ya'ni turli xil operatorlar va belgilardan iborat bo'lsa `\nolimits` dan foydalanish mumkin. Masalan:

\$\$

$$\prod_{i=1}^n i = n! \quad \backslash\text{prod}\backslash\text{nolimits}_{\{i=1\}}^n i=n!$$

### 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>
$i$	<code>\imath</code>	$j$	<code>\jmath</code>	$\ell$	<code>\ell</code>
$\surd$	<code>\surd</code>	$\flat$	<code>\flat</code>	$\sharp$	<code>\sharp</code>
$\natural$	<code>\natural</code>	$\top$	<code>\top</code>	$\perp$	<code>\perp</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>	$\diamond$	<code>\diamond</code>	$\heartsuit$	<code>\heartsuit</code>
$\mho$	<code>\mho</code>	$\square$	<code>\square</code>	$\diamond$	<code>\diamond</code>
$\dagger$	<code>\dagger</code>	$\S$	<code>\S</code>	$\copyright$	<code>\copyright</code>
$\ddagger$	<code>\ddagger</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:

`*\ast`

`\neq` yoki `\neq`



$\leq$ \le yoki \leq	$\geq$ \ge yoki \geq
[ [ yoki \lbrack	] ] yoki \rbrack
{ \{ yoki \lbrace	} \} yoki \rbrace
$\rightarrow$ \to yoki \rightarrow	$\leftarrow$ \gets yoki \leftarrow
$\ni$ \ni yoki \owns	$\wedge$ \wedge yoki \land
$\vee$ \vee yoki \lor	$\neg$ \neg yoki \lnot

## Asosiy buyruqlar

### Formulaga nomer qo'yish

Matematik matn yozishda odatda qulay bo'lishi uchun formulaga nomer qo'yib , 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:

```

Birinchi sinf o'quvchilari buni \begin{equation}
bilishi kerak                                $$      Birinchi
sinf
o'quvchilari buni bilishi kerak$$
7 \times 9 = 63 \quad (1)                    7\times9=63 \quad (1)
\end{equation}

```

---

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:

Birinchi sinf o'quvchilari

$$7 \times 9 = 63 \text{ (3. 2)}$$

Birinchi sinf o'quvchilari

\$\$

$$7 \times 9 = 63 \text{ \eqno (3. 2)}$$

\$\$

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:

\$\$

$$7 \times 9 = 63 \text{ hisoblash juda oddiy } 7 \times 9 = 63 \text{ hisoblash juda oddiy}$$

\$\$

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:

\$\$

$$7 \times 9 = 63 \text{ hisoblash juda oddiy } 7 \times 9 = 63 \text{ \mbox{hisoblash juda oddiy}}$$

\$\$

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:

Ajoyib o'xshashlik

Ajoyib o'xshashlik

\$\$

(\*)  $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$

$\sin^2x+\cos^2x=1$

\leqno (\*)

\$\$

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-qiya yozuv, bu shrift kursivga o'xshash bo'lsada aslida undan farq qiladi. bf-semizroq yozuv. Microsoft Worddagi **X** tugmasi vazifasini bajaradi.

Bu **semizroq shrift**da, esa *qiyaroq shrift*da, esa oddiy shriftda yozilgan.

Bu \bf semizroq shriftda yozilgan, bu esa \sl qiyaroq shriftda yozilgan, bu esa \rm 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 **bu** qism semizroq yozilgan.

Bu yozuvda faqat {\bf bu} qism semizroq yozilgan.

Matnda shriftlarni almashtirishda yana bir qulay usullardan biri ichma-ich guruhlash tushunchasi.

Yozishni avval **qalinroq yozuvdan boshlaymiz, endi vaqtincha kursivga o'tamiz va yana qalin shriftga o'tib**

Yozishni {avval \bf qalinroq yozuvdan boshlaymiz, endi vaqtincha \it kursivga o'tamiz va yana {\bf qalin} shriftga

o'tib} ilk holatga qaytamiz.

o'tib} 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  $\mathbf{P}^n$  da  
 $n$  nomalumlar soni

Quyidagi  $\{\mathbf{P}\}^n$  da  
 $n$  nomalumlar 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.

$$\sum_{a_j} X = C$$

$\{\mit\Sigma\}^X_a=C$

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  
 bo'lakka bo'lsa

Urinma egri chiziqni  $\mathcal{X}$  ta  
 bo'lakka bo'lsa

demak:  $\mathcal{T}_X$  yoki  $T_X$ .

demak:  $\{\cal T\}_X$  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: yoki " 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.

barchalar uchun  $\sqrt{x^2} = x$

\$\$

$\{\rm barcha\} x \{\rm lar uchun\} \sqrt{x^2}=x$

\$\$

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.

$$\begin{array}{l} \text{barcha } x \text{ lar uchun} \quad \sqrt{x^2} = x \end{array} \quad \begin{array}{l} \$\$ \\ \text{\mbox{barcha } } x \$ \text{ lar uchun} \\ \text{\sqrt{x^2} = x} \\ \$\$ \end{array}$$

Bu yerda `\mbox` buyrug'i matn kursivda chiqmasligi, so'zlar orasidagi bo'sh joylar va odatiy shriftida chiqishini ta'minlaydi. Shuningdek `\mbox` da shrift turini ham berish mumkin.

### 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.

$$e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{1}{n} \right)^n \quad \begin{array}{l} \$\$ \\ e = \lim_{n \rightarrow \infty} \left( 1 + \frac{1}{n} \right)^n \\ \$\$ \end{array}$$

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

$$\begin{array}{l} \$\$ e = \lim_{n \rightarrow \infty} \\ \left( 1 + \frac{1}{n} \right)^n \\ \right)^n \\ \$\$ \end{array}$$

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

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:

Bu yerdagi	<code>\left\langle</code>	o'rniga	<code>\left&lt;</code>	yo'zish
(	(	)	[	[
)	)	{	}	\}
[	\lfloor	]	\rfloor	\lceil
]	\rceil	<	\langle	\rangle
			\	/
\	\backslash			/

mumkin. Xuddi shunday

`\right\rangle` o'rniga ham `\right>` yo'zish 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:

$$M(f) = \left. \int_a^b f(x) dx \right/ (b-a)$$

Bu misoldagi `\,` buyrug'i  $f(x)$  va  $dx$  orasida bo'sh joy tashlaydi. Avtomatik tarzda joy tashlanmaganligi sababli biz bu buyruqdan foydalanamiz. Yana bir misol:

$$\int_a^b \frac{1}{2} (1+x)^{-3/2} = -\frac{1}{\sqrt{1+x}} \Big|_a^b$$

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:

$$||x + 1| - |x - 1||$$

`\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`

`$$`

$$\left( \sum_{k=1}^n x^k \right)^2$$

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:

`\Bigl| |x+1|-|x-1| \Bigr|`

$$||x + 1| - |x - 1||$$

Yig'indi haqidagi misolimiz esa quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

`$$`

`\Bigl(`

`\sum_{k=1}^n x^k`

`\Bigr)^2`

`$$`

$$\left( \sum_{k=1}^n x^k \right)^2$$

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 shriftda 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

`\not` ma'nosini tushunishmaydi. `\not`

Bu Russel paradoksi.

Ko'pchilik  $\{x : x \not\neq x\}$  ni

ma'nosini tushunishmaydi.

Bu Russel paradoksi.

Agar teskari tegishli emaslik belgisini qo'ymoqchi bo'lsak  $\{x : x \notin x\}$  yozish yoki  $\{x : x \notin x\}$  kabi yozish mumkin. Lekin bu ikki ko'rinishdagi

`\notin` va `\notin` 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 hokozolar bo'lishi mumkin. Aytilganlardan birinchisi ya'ni satr ustida chiziq chizish uchun `\overline` buyrug'idan foydalaniladi:

Xalqaro qoidaga ko'ra

\$\$

$\overline{a_n a_{n-1} \dots a_1 a_0} =$

$10^n a_n + \dots + a_0.$

\$\$

yoziladi

Xalqaro qoidaga ko'ra

$\overline{a_n a_{n-1} \dots a_1 a_0} = 10^n a_n + \dots + a_0.$

yoziladi

Satr usti belgilariga doir qo'shimcha buyruqlar a harfi misolida quyidagi jadvalda ko'rsatilgan.

`\hat` a      $\hat{a}$

`\tilde` a      $\tilde{a}$

`\grave` a      $\grave{a}$

`\ddot` a      $\ddot{a}$

`\bar` a      $\bar{a}$

`\check` a      $\check{a}$

`\acute` a      $\acute{a}$

`\dot` a      $\dot{a}$

`\breve` a      $\breve{a}$

`\vec` a      $\vec{a}$

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

$\backslash\tilde{\imath}$  bunday ko'rinishdagi

$\tilde{\imath}$  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

$$a \hat{+} b$$

ko'rinish hosil bo'ladi.

Bunday ko'rinish chiroyli emas, shuning uchun  $\widehat{a+b}$  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

$\widetilde{a+b}$  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

$\overrightarrow{a+b}$  buyrug'i satr ustiga o'ngga yo'nalgan chiziq chizadi.

Bu vektor

$\overrightarrow{AB}$ .

Bu vektor  $\overrightarrow{AB}$ .

Agar  $\overrightarrow{a+b}$  buyrug'i o'ngga yo'nalgan chiziq chizsa, demak

$\overleftarrow{a+b}$  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  $\left($  (formula boshida) va  $\right)$  (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.

<code>\$2\times2=4\$</code>	<b>2 × 2 = 4</b>
yoki	yoki
<code>\(2\times2=4\)</code>	<b>2 × 2 = 4</b>

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 parametrda yozishga harakat qiling.

-Agar yuqori yoki quyi indekslar mavjud bo'lsa ularni joylashtirishda `{}` va `}` belgilaridan foydalaning.

Formulada yuqori quyi indekslarni joylashtirishda Latexning maxsus buyrug'i `\atop` dan foydalanish mumkin.

Ilgari

`$$\Gamma^k_{ij}$$`

`\\ ko'rinishda yozilgan bo'lsa\\`

hozir `$$\left\{ij\atop k\right\}$$`

ko'rinishda yoziladi.

Ilgari  $\Gamma^k_{ij}$   
 ko'rinishda yozilgan bo'lsa  
 hozir  $\left\{ij\atop k\right\}$   
 ko'rinishda yoziladi.

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:

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!} \quad \{n\choose k}=\frac{n!}{k!(n-k)!}$$

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'ni 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:

$$A \stackrel{f}{\longrightarrow} B$$

Qator ostida gorizontali figurali qavs yozish uchun \underbrace buyrug'idan foydalaniladi. Albatta bu buyruqdan keyin qatorni yana davom ettirish mumkin.

$$\underbrace{1+3+5+7+\dots+2n-1}_{\text{\mbox{\$n\$ ta}}}=n^2 \quad \underbrace{1+3+5+7+\dots+2n-1}_{n \text{ ta}}=n^2$$

Qator ustiga gorizontali figurali qavs yozish uchun \overbrace buyrug'idan foydalaniladi. Bir qatorning ham yuqori qismiga, ham ostki qismiga gorizontali figurali qavs yozish mumkin.

$$\overbrace{\underbrace{a+b+\dots+z}_{26}+1+\dots+10}^{36}$$

## 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:

$a_{11}$	$a_{12}$	$\dots$	$a_{1n}$	\$\$
$a_{21}$	$a_{22}$	$\dots$	$a_{2n}$	\begin{array}{cccc}
$\vdots$	$\vdots$	$\ddots$	$\vdots$	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}
$a_{n1}$	$a_{n2}$	$\dots$	$a_{nn}$	\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 yoziladi) 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 qatorda 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)

```

Agar matritsa faqat bir qatordan 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, matritsa yozish usuli bilan yozishdan ko'ra ancha qulayroq va osonroq.

Yana bir misol:Endi tenglamalar sistemasiga doir, array tanasi yordamida tuzilgan:

```

\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 eqnarray tanasi yordamida figurali qavs ham yozib bo'lmaydi.

Agar siz faqat bir necha tenglamalarga nomer qo'ymoqchi bo'lsangiz ,

\nonumber funksiyasidan(\\ bilan birga) foydalanishingiz mumkin.

```
\begin{eqnarray}
```

```
\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx
```

```
& = &
```

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$$

$$\sqrt{576} = 24 \tag{3}$$

```
\sqrt{\pi}\nonumber\\
```

```
\sqrt{576} & = & 24
```

```
\end{eqnarray}
```

Agar tenglamalarning birortasiga ham nomer qo'ymoqchi bo'lmasangiz eqnarray tanasi o'rniga eqnarray\* (yulduzchali)dan foydalanishingiz mumkin. Shuni ta'kidlab o'tish kerakki array tanasi nafaqat matematik formulalarni balki formulalarning ichida yoziladigan matnlarda ham qo'l keladi , eqnarray tanasi esa faqat matematik formulalar yozishda qo'llaniladi.

Endi turli xil bog'lanishga ega bo'lgan matematik diagrammani ko'ramiz:

$$0 \longrightarrow E' \xrightarrow{f} E \xrightarrow{g} E'' \longrightarrow 0$$

$$\downarrow p \qquad \downarrow q \qquad \downarrow r$$

$$0 \longrightarrow F' \xrightarrow{f} F \xrightarrow{g} F'' \longrightarrow 0$$

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(\stackrel 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.

```


$$\begin{array}{c} E \\ \downarrow q \\ F \end{array}$$


```

Yuqoridagi misolda \downarrow funksiyasi yordamida vertikal pastga yo'nalgan strelka hosil qildik , undan keyingi q harfi esa shunchaki oddiy matn kabi kiritiladi. array 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 \lefteqn funksiyasidan foydalanish mumkin. Yuqoridagi misolda q harfini yozmoqchi bo'lsak \lefteqn{q} ko'rinishda bo'ladi. Endi yuqoridagi diagrammamizga tegishli tushunarsiz funksiyalar qolmadi. demak yuqoridagi misol kodi:

```


$$\begin{array}{cccccccc} 0 & \longrightarrow & E & & \\ \stackrel{f}{\longrightarrow} & & E & & \\ \stackrel{g}{\longrightarrow} & E'' & \longrightarrow & 0 & \\ & \downarrow \lefteqn{p} & & \downarrow & \\ \lefteqn{q} & & \downarrow \lefteqn{r} & 0 & \longrightarrow & F & \\ \stackrel{f}{\longrightarrow} & & F & & \\ \stackrel{g}{\longrightarrow} & & F'' & & \longrightarrow & 0 & \\ \end{array}$$


```

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.

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 qator formulasini chap yoki markazdan yozish ma'qulroq. Buni quyidagi formulada ko'ramiz:

$$\int_0^x e^{-t^2} dt = x - \frac{x^3}{1! \cdot 3} + \frac{x^5}{2! \cdot 5} - \frac{x^7}{3! \cdot 7} + \dots$$

$$+ (-1)^n \frac{x^{2n+1}}{n! \cdot (2n+1)} + \dots$$

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} + \dots} & & + (-
1)^n \frac{x^{2n+1}}{n! \cdot (2n+1)} + \dots
\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 matnni orasiga bo'sh joylarni joylashtirish juda noqulay. Bunday vaziyatlarda quyidagi asosiy buyruqlardan foydalaniladi:

<code>\quad</code>	uzunligi 1em ga teng (1em - oddiy probel-   )
<code>\qqquad</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
<code>\!</code>	

Quyidagi misolda bu buyruqlarni ishlatish ko'rsatilgan:

Misolni quyidagi `\int f(x) dx` orqali  
yoki `\int\!\!\int f(x,y) dx dy`, orqali

Misolni quyidagi  $\int f(x) dx$  orqali  
yoki  $\iint f(x,y) dx dy$ , orqali  
yechamiz va natija  $\sqrt{3}x$  bo'ladi.



yechariz va natija  $\sqrt[3]{x}$

bo'ladi.

Matnda formulalarni yozuvdan ajratish uchun  $\quad$  buyrug'i qulayroq.

### Formulada ishlatiladigan belgilar o'lchami

Formular 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  $\text{trm}$  buyrug'idan foydalanishingiz mumkin. Bunda matn yozish rejimiga o'tib yana qaytib chiqish sodir bo'ladi. Bu albatta juda noqulay. Bunday vaziyatlarda  $\text{m}$  dan foydalanish qulayroq. Bu buyruq qisqa yozuvlarda qo'l keladi. Chunki  $\text{m}$  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.

$(stilni moslash)  $\text{style}$  (matn stili)$

$\scriptstyle$  (indeksda foydalanish uchun)

$\scriptscriptstyle$  (indeksning indeksida foydalanish uchun)

Quyidagi ko'rinishlarda bo'ladi.  $(123),  $\text{style}$  (123),$

$\scriptstyle$  (123)  $\scriptscriptstyle$  (123).

Stillar yordamida hosil qilingan formula:

$$

$\frac{7}{25} =$

$\frac{1}{3 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{3}}}}$

$\frac{1}{1 + \frac{1}{3}}$

$1 + \frac{1}{3}}$   $$

Endi xuddi shu formulani stil ishlatmagan holda ko'ramiz:

$$

$\frac{7}{25} =$

$\frac{1}{3 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{3}}}}$

$\frac{1}{1 + \frac{1}{3}}$

$\frac{1}{3}}$   $$

$$\frac{7}{25} = \frac{1}{3 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{3}}}}$$

$$\frac{7}{25} = \frac{1}{3 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{3}}}}$$

Matematik shriftlarni ishlatish bo'yicha yana bir misol:

$$\text{corr}(X, Y) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\left[ \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \right]^{1/2}}$$

```
\begin{displaymath}
\mathop{\mathrm{corr}}(X, Y) =
\frac{\displaystyle
\sum_{i=1}^n (x_i - \overline{x})(y_i - \overline{y})}
{\displaystyle \biggl[
\sum_{i=1}^n (x_i - \overline{x})^2
\sum_{i=1}^n (y_i - \overline{y})^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 $\sqrt{a} + \sqrt{d}$	Bu formuladagi $\sqrt{a} + \sqrt{d}$
$\sqrt{d}$ 2 ta belgi o'lchami har xil	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{\mathstrut a}`  
`+\sqrt{\mathstrut d}`

2 ta belgi bir xil o'lchamda.

Bu formuladagi

$\sqrt{a} + \sqrt{d}$

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}}`

ko'rinishda yoziladi

Ildiz belgisi  $\sqrt{\phantom{x}}$

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~

`\hphantom{\sin^2\alpha}`

bo'sh joy `\`

qo'lda formula yozish uchun qo'yilgan.

Bu yerdagi bo'sh joy

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`

`\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

ikkinchisi

binar

hisoblash yordamida

hosil qilingan.

Quyidagi  $2 + 3$  va  $2+3$  lardan

ikkinchisi binar hisoblash yordamida

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

Bo'sh joy bilan yozmoqchi bo'lsak,

u quyidagicha bo'ladi  $E\otimes F$ .

Agar  $E\hat{\otimes}F$  formulani

Bo'sh joy bilan yozmoqchi bo'lsak,

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

$E\mathbin{\hat{\otimes}}F$

formulani

Bo'sh joy bilan yozish shart emas,

chunki  $E\otimes F$  dagi bo'sh joylar

endi birinchi formulada ham bor.

Endi  $E\hat{\otimes}F$  formulani

Bo'sh joy bilan yozish shart emas,

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  $\rm$  funksiyasidan foydalanish mumkin. Masalan  $\mathop{\rm Ext}^1(E, F)$  ni yozishni ko'rsak. Bu formula bunday ko'rinishda  $\mathop{\rm Ext}^1(E, F)$  chiqishi uchun  $\mathop{\rm Ext}^1(E, F)$  lar yoziladi. Bu yerda  $\mathop{\rm Ext}^1(E, F)$  buyrug'i orqali formula darajasi(yuqori indeks) kiritiladi. Yana bir misol:

Quyidagi

$\sin x$  va  $\sin x$

$\sin x$  lar teng

kuchli.

Quyidagi  $\sin x$  va  $\sin x$  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.

\$\$

$\sum^{\prime}_{x \in \Gamma} f(x).$

\$\$

$$\sum'_{x \in \Gamma} f(x).$$

Ko'rib turganingizdek kutilgan natija bo'lmadi. Endi yuqorida aytib o'tgan buyruqlarimizdan foydalanib ko'ramiz. Balki bu buyruqlar bizga yordam berar.

\$\$

$\mathop{\sum}'_{x \in \Gamma} f(x).$

\$\$

$$\sum'_{x \in \Gamma} f(x).$$

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 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  $\mathrel\{. . .\}$ . Yuqorida ishlatgan binar belgimizni chiqarish uchun quyidagilarni yozish kerak.

`\mathop{\subset}\limits_{\neq}`

Endi formulani shu belgi ishtirokida yozamiz.

`$ E\mathrel{\mathop{\subset}}`

$$E \underset{\neq}{\subset} F$$

`\limits_{\neq}}F $`

Bu yerda `\limits` buyrug'i quyi indeksni belgilaydi.

Bunda va  $\subset_{\neq}$  ko'rinishlarda chiqarish mumkin. Agar  $\subset_{\neq}$  ko'rinishda chiqarish kerak bo'lsa

`\limits` o'rniga `\nolimits` dan foydalanish mumkin. Yuqoridagi misol uchun

`$ E\mathrel{\mathop{\subset}}`

$$E \subset_{\neq} F$$

`{\subset}\nolimits_{\neq}}F $`

kabi bo'ladi.

### Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati

1. С. М. Львовский “LATEX: подробное описание”
2. С. М. Львовский “Набор и верстка в системе LATEX” 2003
3. Игорь Котельников , Платон Чеботаев “LATEX по русски 2e” 2004.

Новосибирск

4. Владимир Сюткин “Включение рисунков в Latex 2e ” 2001. Москва
5. Владимир Сюткин “Цвет в Latex 2e ” 2001. Москва
6. [www.miktex.org](http://www.miktex.org)
7. [www.intuit.ru](http://www.intuit.ru)
8. [www.latex-students.com](http://www.latex-students.com)
9. <http://tex.stackexchange.com/questions/21726/how-does-latex-find-package-files>
10. <http://biotex.ibss.org.ua/links.html?catid=77>
11. <http://www.bakoma-tex.com/>

**MUSTAQIL ISH MAVZULARI:**  
**(MathCad, Maple, Matlab dasturlari asosida bajaring)**

1. Chiziqsiz tenglamalar sistemasini yechishning iteratsiya usuli (algoritmi tavsifi, amallar miqdorini baholash, dastur va hisoblash eksperimentlari natijalari)
2. Matritsaning xos sonlari va xos vektorlari, ularni sonli hisoblash.
3. Matritsaning xos sonlari va xos vektorlarini topishning Krilov usuli
4. Matritsaning xos sonlari va xos vektorlarini topishning Danilevskiy usuli
5. Funksiyani interpoliyatsiyalash. Interpoliyatsiya masalasining qo'yilishi.
6. Interpoliyatsiya masalasining qo'yilishi. Lagranj interpoliyatsion formulasi, uning xatoligini baholash.
7. Lagranj interpoliyatsion ko'phadining tadbirlari
8. Interpoliyatsiya masalasining qo'yilishi. Nyuton interpoliyatsion formulasi, uning xatoligini baholash.
9. Nyuton interpoliyatsion ko'phadning tadbirlari
10. Splayn-funksiyalar va ularning xossalari.
11. Ermit interpoliyatsion kubik splayn funksiyasi.
12. Griffinning interpoliyatsion kubik splayni.
13. Aniq integralni taqribiy hisoblash usullari, ularning qiyosiy tahlili (shu jumladan dasturlar va hisoblash eksperimentlari natijalari)
14. Oddiy differensial tenglamalarni yechishning Eyley usuli. Oshkor va oshkormas sxemalarning qiyosiy tahlili (shu jumladan dasturlar va hisoblash eksperimentlari natijalari).
15. Oddiy differensial tenglamalarni yechishning Eyley usuli. Oshkor va oshkormas sxemalarning qiyosiy tahlili (shu jumladan dasturlar va hisoblash eksperimentlari natijalari).
16. Oddiy differensial tenglamalarni yechishning ketma-ket yaqinlashish usuli (shu jumladan, hisoblash eksperimentlari natijalari).
17. Oddiy differensial tenglamalarni yechishning Runge-Kutta usullari, ularning qiyosiy tahlili (shu jumladan dasturlar va hisoblash eksperimentlari natijalari). 6. Oddiy differensial tenglamalarni yechishning Adams interpoliyatsion va zikstrapoliyatsion usullari, ularning qiyosiy tahlili (shu jumladan dasturlar va hisoblash eksperimentlari natijalari).
18. Chekli ayirmali tenglamalar sistemasini uch diagonalli sistemaga keltirish va progonka usuli.
19. Chegaraviy masalalarni yechishda variatsion va proyeksiya usullar
20. Oddiy differensial tenglama uchun qo'yilgan chegaraviy masalani kollokatsiya usuli bilan taqribiy yechish.
21. Oddiy differensial tenglama uchun qo'yilgan chegaraviy masalani Galyorkin usuli bilan taqribiy yechish.
22. Oddiy differensial tenglama uchun qo'yilgan chegaraviy masalani Rits usuli bilan taqribiy yechish.
23. Oddiy differensial tenglama uchun qo'yilgan chegaraviy masalani eng kichik kvadratlar usuli bilan taqribiy yechish.
24. Matematik fizika masalalarini sonli yechish. Chekli-ayirmali tenglamalar.
25. Issiqlik o'tkazuvchanlik masalalarini chekli ayirmali sxemalar yordamida yechish.

26. Tebranish masalalarini chekli ayirmali sxemalar yordamida yechish.
27. Issiqlik o'tkazuvchanlik masalalarini chekli ayirmali sxemalar yordamida yechish.
28. Laplas tenglamasi uchun chegaraviy masalalarni chekli ayirmali sxemalar yordamida yechish.
29. Puasson tenglamasi uchun chegaraviy masalalarni chekli ayirmali sxemalar yordamida yechish.
30. Chekli ayirmali sxemalarda turg'unlik va yaqinlashish orasidagi bog'lanish.
31. Matematik fizika masalalarini variatsion usul bilan yechish.
32. Matematik fizika masalalarini variatsion-ayirmali usul bilan yechish.
33. Laplas tenglamasi uchun chegaraviy masalalarni chekli ayirmali sxemalar yordamida yechishda Libman jarayoni.
34. Matematik fizika masalalarini sonli yechishda variatsion usullar.
35. Integral (Fredgolm) tenglamani ketma-ket yaqinlashish usuli bilan sonli yechish.
36. Integral (Fredgolm) tenglamani yadroni approksimatsiyalash usuli bilan sonli yechish.
37. Integral (Fredgolm) tenglamani momentlar usuli bilan sonli yechish. 3.  
Integral (Fredgolm) tenglamani kvadratura usuli bilan sonli yechish. 4.  
Korrekt bo'lmagan integral tenglamalarni sonli yechish usullari.
38. Integral tenglamalarni chekli yig'indilar usuli bilan sonli yechish.
39. Integral tenglamalarni ajraluvchan yadro usuli bilan sonli yechish.
40. Yuqori tartibli chekli ayirmali sxemalar qurish
41. Hisoblash natijalarini vizuallashtirish
42. Differensial tenglamalarni Matlab matematik tizimi yordamida yechish.
43. Chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini Matlab dasturi yordamida yechish.
44. Chiziqli algebraik tenglamalar sistemasini Excel dasturi yordamida yechish.
45. Excel dasturining hisoblash usullarini amalga oshirish imkoniyatlari.
46. Matlab matematik tizimining hisoblash usullarini amalga oshirish
47. imkoniyatlari.
48. Giperbolik tenglamalar sistema uchun chekli ayirmali sxemaning turg'unligi
49. Giperbolik tenglamani yechish uchun chekli elementlar usuli
50. Kvadratura formulalari va ularning tadbiqlari
51. Interpolyatsion kvadratura formulalari
52. Gauss kvadratura formulasi.
53. Chebishev kvadratura formulasi.
54. Hisoblash algoritmlarini parallellashtirish
55. Masalalarni yechishni paralellashtirishda MPI texnologiyasini
56. Hisoblash natijalarini vizuallashtirish
57. Uzilishga ega bo'lgan yechimlarni hisoblash usullari.
58. "To'ppa-to'g'ri hisoblaydigan" chekli ayirmali sxemalar
59. Gaz dinamikasi masalalari uchun "to'ppa-to'g'ri hisoblaydigan" chekli ayirmali sxemalar
60. Ikki fazali filtratsiya masalalari uchun "to'ppa-to'g'ri hisoblaydigan" chekli ayirmali sxemalar
61. Uch fazali filtratsiya masalalari uchun "to'ppa-to'g'ri hisoblaydigan" chekli ayirmali sxemalar



## ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
Standard	fayllar ustida boshqarish, tahrirlash, ob'yektlarni qo'yish, ma'lumotnomadan foydalanish kabi ko'plab amallarni bajaradi	Performs many tasks such as file management, editing, inserting objects, using reference
Resources	Mathcad resurslarini tez chaqirish (namunalar, darsliklar, elektron kitoblar va h. k)	Quick call to Mathcad resources (samples, textbooks, e-books, etc.)
Controls	hujjatlarga foydalanuvchi interfeysidagi standart boshqarish elementlarini qo'yish (tekshirish bayroqlari, kiritish maydonlari)	insert standard controls in the user interface into documents (check flags, input fields)
Calculator	asosiy matematik amallari	basic mathematical operations
Evaluation	boshqarish va hisoblash operatorlari	management and computing operators
Boolean	mantiqiy operatorlar	logical operators
Symbolic	simvolli operatorlar	symbolic operators
<u>Simvolli yechish</u>	Algebraik tenglamalarni analitik yechish	Analytical solution of algebraic equations
simplify(expr)	soddalashtirilgan exrr ifodani yoki Maple qoidalari doirasida soddalashtirish imkoniyati bo'lmasa uning o'zini qaytaradi	returns a simplified exrr expression or itself if it is not possible to simplify it under Maple rules

solve	Tenglama va tengsizliklarni echish	Solving equations and inequalities
exact	analitik ko'rinish	analytical view
explicit	yaqqol ko'rinish	clear view
integral transform	Laplas, Furg'e va boshqa integral o'zgartirishlar	Laplace, Furge and other integral transformations
Surface Plot	uch o'chovli grafiklarni qurish	build three-dimensional graphs
axes	koordinatalar turi	coordinate type
animate3d	uch o'lchamli grafiklarning animatsiyasi	animation of three-dimensional graphics
contourplot	konturli grafikani qurish	construct contour graphics
<b>MATrix LABoratory</b>	matritsali laboratoriya	matrix laboratory
<b>GUI</b>	Foydalanuvchining grafik interfeysini elementlarini qayta ishlash oynasi	User graphical interface elements processing window
<b>Import Data</b>	Fayllar ma'lumotlarini import oynasi	File data import window

## АДАБИЁТЛАРҲАТИ

### I. Ўзбекистон Республикаси Президентининг асарлари

1. Мирзиёев Ш.М. Нияти улуғ халқнинг иши ҳам улуғ, ҳаёти ёруғ ва келажаги фаровон бўлади. 3-ЖИЛД / Ш.М. Мирзиёев. – Т.: “Ўзбекистон”, 2019. – 592 б.
2. Мирзиёев Ш.М. Халқимизнинг розилиги бизнинг фаолиятимизга берилган энг олий баҳодир. 2-ЖИЛД / Ш.М. Мирзиёев. – Т.: “Ўзбекистон”, 2019. – 400 б.
3. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз. 1-ЖИЛД / Ш.М. Мирзиёев. – Т.: “Ўзбекистон”, 2018. – 592 б.
4. Мирзиёев Ш.М. Буюк келажагимизни мард ва олижаноб халқимиз билан бирга қурамиз. – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 488 б.
5. Мирзиёев Ш.М. Миллий тараққиёт йўлимизни қатъият билан давом эттириб, янги босқичга кўтарамиз – Т.: “Ўзбекистон”. 2017. – 592 б.

### II. Норматив-ҳуқуқий ҳужжатлар

6. Ўзбекистон Республикасининг Конституцияси. – Т.: Ўзбекистон, 2018.
7. Ўзбекистон Республикасининг “Таълим тўғрисида”ги Қонуни.
8. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июнь “Олий таълим муасасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4732-сонли Фармони.
9. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февраль “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги 4947-сонли Фармони.
10. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 20 апрель “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-2909-сонли Қарори.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2018 йил 21 сентябрь “2019-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини инновацион ривожлантириш стратегиясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5544-сонли Фармони.
12. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 май “Ўзбекистон Республикасида коррупцияга қарши курашиш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5729-сон Фармони.

13. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 17 июнь “2019-2023 йилларда Мирзо Улуғбек номидаги Ўзбекистон Миллий университетида талаб юқори бўлган малакали кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш ва илмий салоҳиятини ривожлантири чоратадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4358-сонли Қарори.

14. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 27 август “Олий таълим муассасалари раҳбар ва педагог кадрларининг узлуксиз малакасини ошириш тизимини жорий этиш тўғрисида”ги ПФ-5789-сонли Фармони.

15. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 8 октябрь “Ўзбекистон Республикаси олий таълим тизимини 2030 йилгача ривожлантириш концепциясини тасдиқлаш тўғрисида”ги ПФ-5847-сонли Фармони.

### **Ш. Махсус адабиётлар**

16. Andrea Prosperetti, *Advanced Mathematics for Applications*, Cambridge University Press, 2011.

17. Bauer, H. *Measure and Integration Theory*, Berlin: de Gruyter, ISBN-13: 978-3110167191, 2001.

18. Bear, H.S. *A Primer of Lebesgue Integration*, San Diego: Academic Press, 2<sup>nd</sup> Edition, 2001.

19. Bobenko A.I. (Ed.) *Advances in Discrete Differential Geometry*//Springer, 2016. — 439 p. — (Mathematics). — ISBN: 3662504464

20. Bogachev, V. I. *Measure theory*, Berlin: Springer, 2006.

21. David Spencer “Gateway”, Students book, Macmillan 2012.

22. English for Specific Purposes. All Oxford editions. 2010. 204.

23. Evan M. Glazer, John W. McConnell *Real-Life Math: Everyday Use of Mathematical Concepts*//2013, ISBN-13: 978-0313319983

24. Georgii H.O. *Gibbs measures and phase transitions*. Berlin:de Gruyter, 657 p., 2011.

25. H.Q. Mitchell “Traveller” B1, B2, MM Publiciations. 2015. 183.

26. H.Q. Mitchell, Marileni Malkogianni “PIONEER”, B1, B2, MM Publiciations. 2015. 191.

27. I. M. Rikhsiboev and N. S. Mohamed, *Engineering Mathematics 2*, Malaysia, 2019.

28. Jim Libby, Math for Real Life: Teaching Practical Uses for Algebra, Geometry and Trigonometry// 2019, 234p. ISBN: 978-1476667492
29. Karl Berry, The TEX Live Guide—2020
30. Lindsay Clandfield and Kate Pickering “Global”, B2, Macmillan. 2013. 175.
31. Manfredo P. Do Carmo. Differential geometry of Curves and surface // Dover publications, Inc. Mineola, New York, 2016. – 529 pp.
32. Maple 15 user manual, Maplesoft, 2016, 462 p.
33. Margaret L. Lial, Thomas W. Hungerford, John P. Holcomb, Bernadette Mullins, Mathematics with Applications In the Management, Natural and Social Sciences (11th Edition), Pearsonб 2018.
34. Rao, M. M. Random and Vector Measures, Series on Multivariate Analysis, 9, World Scientific, 2012.
35. Steve Taylor “Destination” Vocabulary and grammar”, Macmillan 2010.
36. Tao, Terence. An Introduction to Measure Theory. Providence, R.I.: American Mathematical Society, 2019.
37. Weaver, Nik Measure Theory and Functional Analysis. World Scientific, 2013, 423 p.
38. Авилова Л.В., Болотюк В.А., Болотюк Л.А. Аналитическая геометрия и линейная алгебра// 2013. Издание: 1-е изд. 421 с.
39. Александров А.Д., Нецветаев Н.Ю. Геометрия, М.: Наука, 1990. – 672 с.
40. 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.
41. Гулобод Қудратуллоҳ қизи, Р.Ишмухамедов, М.Нормухаммедова. Анъанавий ва ноанъанавий таълим. – Самарқанд: “Имом Бухорий халқаро илмий-тадқиқот маркази” нашриёти, 2019. 312 б.
42. Ибраймов А.Е. Масофавий ўқитишнинг дидактик тизими. методик кўлланма/ тузувчи. А.Е.Ибраймов. – Тошкент: “Lesson press”, 2020. 112 бет.
43. Ишмухамедов Р.Ж., М.Мирсолиева. Ўқув жараёнида инновацион таълим технологиялари. – Т.: «Fan va texnologiya», 2014. 60 б.
44. Кирянов Д. Mathcad 15/Mathcad Prime 1.0. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. — 432 с.

45. Муслимов Н.Ава бошқалар. Инновацион таълим технологиялари. Ўқув-методик қўлланма. – Т.: “Sano-standart”, 2015. – 208 б.

46. 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)

47. Олий таълим тизимини рақамли авлодга мослаштириш концепцияси. Европа Иттифоқи Эрасмус+ дастурининг кўмагида.  
[https://hiedtec.ecs.uni-ruse.bg/pimages/34/3\\_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf](https://hiedtec.ecs.uni-ruse.bg/pimages/34/3_UZBEKISTAN-CONCEPT-UZ.pdf)

48. Современные образовательные технологии: педагогика и психология: монография. Книга 16 / О.К. Асекретов, Б.А. Борисов, Н.Ю. Бугакова и др. – Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2015. – 318 с.  
<http://science.vvsu.ru/files/5040BC65-273B-44BB-98C4-CB5092BE4460.pdf>

49. Усмонов Б.Ш., Ҳабибуллаев Р.А. Олий ўқув юртларида ўқув жараёнини кредит-модуль тизимида ташкил қилиш.–Т.: “ТКТИ” нашриёти, 2019.

#### **IV. Интернет сайтлар**

50. Ўзбекистон Республикаси Олий ва ўрта махсус таълим вазирлиги: [www.edu.uz](http://www.edu.uz).

51. Бош илмий-методик марказ: [www.bimm.uz](http://www.bimm.uz)

52. [www.Ziyonet.Uz](http://www.Ziyonet.Uz)

53. Открытое образование. <https://openedu.ru/>

54. <https://www.ucl.ac.uk/ioe/courses/graduate-taught/mathematics-education-ma>

55. <https://www.onlinestudies.com/Courses/Mathematics/Europe/>

56. <https://online-learning.harvard.edu/catalog?keywords=mathematics-&op=Search>

57. <https://www.msu.ru/en/projects/proekt-vernadskiy/news/math-teachers-advanced-training.html>

58. <https://english.spbu.ru/education/graduate/master-in-english/90-program-master/2455-advanced-mathematics>.



