

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ**

**ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИНИНГ ПЕДАГОГ ВА РАҲБАР
КАДРЛАРИНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ
ОШИРИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШ БОШ ИЛМИЙ - МЕТОДИК МАРКАЗИ**

**ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ПЕДАГОГ
КАДРЛАРНИ ҚАЙТА ТАЙЁРЛАШ ВА УЛАРНИНГ МАЛАКАСИНИ
ОШИРИШ ТАРМОҚ (МИНТАҚАВИЙ) МАРКАЗИ**

**«МАТЕМАТИКА ФАНЛАРИНИ ЎҚИТИШДА
АХБОРОТ-КОММУНИКЦИЯ
ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ
ҚЎЛЛАНИЛИШИ»**

**МОДУЛИ БЎЙИЧА
Ў Қ У В – У С Л У Б И Й М А Ж М У А С И**

Мазкур ўқув-услубий мажмуа Олий ва ўрта махсус таълим вазирлигининг 2017 йил 24 августдаги 603-сонли буйруғи билан тасдиқланган ўқув режа ва дастур асосида тайёрланди.

Тузувчи:

ЎзМУ, ф-м.ф.н.,
М.Худойберганов

Тақризчи:

Dr. Habibulla Ahadkulov school
of Quantitative Sciences,
University Utara of Malaysia

*Ўқув -услубий мажмуа ЎзМУнинг кенгашининг 2017 йил _____ даги ____ -
сонли қарори билан тасдиққа тавсия қилинган.*

МУНДАРИЖА

I. ИШЧИ ДАСТУР	4
II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.....	9
III. НАЗАРИЙ МАЪЛУМОТЛАР.....	11
IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР	51
V. КЕЙС БАНКИ.....	64
VI. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ.....	65
VII. ГЛОССАРИЙ	68
VIII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.....	73

I. ИШЧИ ДАСТУР

КИРИШ.

Дастур Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2015 йил 12 июндаги “Олий таълим муассасаларининг раҳбар ва педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва малакасини ошириш тизимини янада такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-4732-сонли, 2017 йил 7 февралдаги “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги ПФ-4947-сонли Фармонлари, шунингдек 2017 йил 20 апрелдаги “Олий таълим тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ–2909-сонли қарорида белгиланган устивор вазифалар мазмунидан келиб чиққан ҳолда тузилган бўлиб, у замонавий талаблар асосида қайта тайёрлаш ва малака ошириш жараёнларининг мазмунини такомиллаштириш ҳамда олий таълим муассасалари педагог кадрларининг касбий компетентлигини мунтазам ошириб боришни мақсад қилади.

Жамият тараққиёти нафақат мамлакат иқтисодий салоҳиятининг юксаклиги билан, балки бу салоҳият ҳар бир инсоннинг камол топиши ва уйғун ривожланишига қанчалик йўналтирилганлиги, инновацияларни тадбиқ этилганлиги билан ҳам ўлчанади. Демак, таълим тизими самарадорлигини ошириш, педагогларни замонавий билим ҳамда амалий кўникма ва малакалар билан қуроллантириш, чет эл илғор тажрибаларини ўрганиш ва таълим амалиётига тадбиқ этиш бугунги куннинг долзарб вазифасидир. “Математика фанларини ўқитишда ахборот-коммуникация технологияларининг қўлланилиши” модули айнан мана шу йўналишдаги масалаларни ҳал этишга қаратилган.

Масалаларни ечишда математик методларни амалиётда қўллаш ҳозирги пайтда кенг тарқалган компьютерли математик тизимлар (MathCad, Maple, MatLab, Matematica, Derive)нинг функционал имкониятларига таянади. Кўп функционалли математик дастурий таъминотлардан фойдаланиш математик таълимотнинг амалий аспектларини жорий этишни кучайтириб қолмасдан, балки мутахассисларнинг касбий тайёргарлигини кўтаради. Мутахассиснинг математик компетентлик нуқтаи назаридан математик масалаларни ечишда турли методларни қўллаш (аниқ ва тақрибий ечиш усуллари, натижаларни символли(аналитик), сонли ҳамда график кўринишда олиш) ва ечимни турли шаклда олиш ҳар хил турдаги инструментларнинг уникал вариатив имкониятларини тушинишга имконият беради. Буларнинг барчаси, яъни касбий таълим мақсади учун масала моҳиятини тушуниш услубий муаммо актуаллигини оширади.

Модул бўйича тингловчиларнинг билими, кўникма ва малакаларига қўйиладиган талаблар:

“Математика фанларини ўқитишда ахборот-коммуникация технологияларининг қўлланилиши” модулини ўзлаштириш жараёнида амалга ошириладиган масалалар доирасида тингловчилар:

- компьютерли математик тизимларда ишлашни, математик масалаларни математик тизимларда ечишни ва стандарт функциялардан фойдаланишни **билиши керак;**

- математик тизимлардан фойдаланиб ўқув машғулотларини ташкил этиш, таълим методларининг турлари, таълимни ташкил этиш шакллари, таълим жараёнида қўлланиладиган ўқитиш воситалари, ўқитиш жараёнида ишлатиладиган математик тизимлар функциялари турлари, анимация элементларини қўллаш бўйича кўникмаларга эга бўлиши зарур;

- математика фанлари бўйича машғулотларни ташкил этишда MathCad, Maple, MatLab, Matematica тизимлари имкониятларидан кенг фойдаланиш, масала ечимини визуаллаштириш ва ушбу тизимларда электрон дарсликлар ярата олиш бўйича малакаларни эгаллаши лозим.

Модулнинг ўқув режадаги бошқа модуллар билан боғлиқлиги ва узвийлиги

Модул мазмуни ўқув режадаги “Инновацион таълим технологиялари ва педагогик компетентлик”, “Математика фанини ўқитишдаги илғор хорижий тажрибалар”, “Электрон педагогика асослари ва педагогнинг шахсий, касбий ахборот майдонини лойиҳалаш” ўқув модуллари билан узвий боғланган ҳолда педагогларнинг касбий педагогик тайёргарлик даражасини оширишга хизмат қилади.

Модулнинг Олий таълимдаги ўрни

Ҳозирги вақтга келиб, Олий таълимда математик тизимлар(амалий дастурлар пакети)дан фойдаланган ҳолда янги турдаги ўқув жараёнларини ташкиллаштиришда айнан ушбу ўқув модули катта аҳамиятга эгадир.

“Математика фанларини ўқитишда ахборот-коммуникация технологияларининг қўлланилиши” Модул бўйича соатлар тақсимооти:

№	Модул мавзулари	Тингловчининг ўқув юкلامаси, соат				
		Ҳаммаси	Аудитория юкلامаси			Мустақил таълим
			Жами	Назарий	Амалий машғуло	
1.	Ахборот-коммуникация технологиялари воситаларидан таълим жараёнида фойдаланишнинг истиқболли йўналишлари ва келажаги. Компьютерли математик тизимлар ҳақида умумий маълумотлар.	6	4	2	2	2
2.	Символли ва сонли ҳисоблашлар. Икки ва уч ўлчовли графика. Анимация. Математик тизимларда дастурлаш элементлари. Математик тизимларнинг ўзаро интеграцияси.	6	4	2	2	2
Жами:		12	8	4	4	4

НАЗАРИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу. Ахборот-коммуникация технологиялари воситаларидан таълим жараёнида фойдаланишнинг истиқболли йўналишлари ва келажаги. Компьютерли математик тизимлар ҳақида умумий маълумотлар.

Математик тизимлар ҳақида умумий маълумотлар. Фойдаланувчи интерфейси. Маълумотларнинг типи. Асосий объектлари. Интерактив режимда графиклар билан ишлаш. Математик масалаларни символли ва сонли ечиш. Чизикли алгебра масалаларини символли ечиш. Сонлар назарияси ва дискрет математика масалалари.

АКТ бўйича қабул қилинган қонун, қарор ва дастурлар. Замонавий компьютерли математик тизимларнинг яратилиш тарихи. Дастур интерфейси. Дастурни ўрнатиш учун минимал талаблар. Амалий дастурлар пакети. Математик тизимларнинг ўргатувчи дастурлари. Тизимнинг ёрдам саҳифаси. Компьютерли математик тизимларнинг имкониятлари. Матн муҳаррирлари ва уларнинг математик тизимлар билан интеграцияси. Элементар математика масалаларини амалий дастурлар пакетидан ечиш.

2-мавзу. Символли ва сонли ҳисоблашлар. Икки ва уч ўлчовли графика. Анимация. Математик тизимларда дастурлаш элементлари. Математик тизимларнинг ўзаро интеграцияси.

Режа:

Математик анализ масалаларини сонли ва символли ечиш. Оддий дифференциал тенгламаларнинг сонли ва аналитик ечимлари. Хусусий ҳосилали дифференциал тенгламаларни сонли ечиш. Комбинаторика ва эҳтимоллар назарияси масалаларини ечиш. Математик тизимларда дастурлаш элементлари. Математик матнларни LaTeX тизимида таҳрирлаш технологиялари. 2D ва 3D графикларни қуриш. Ҳисоблаш эксперименти. Анимация.

MathCAD тизими. Символли ҳисоблашлар. Математик анализ масалаларини ечиш: функция графиги, дифференциаллаш, интеграллаш, қаторлар. Дифференциал тенгламаларни ечиш функциялари. MathCAD тизими интеграцияси. Маълумотларни қайта ишлаш. Анимация.

MathCAD да дастурлаш элементлари. Maple тизими. Математик ифодалар ва функциялар. Алгебра ва сонлар назарияси масалаларини ечиш. Maple тизимида математик анализ масалаларини ечиш. Дифференциал тенгламаларни умумий ечимини топиш. ОДТ учун Коши ва аралаш масалаларни ечиш. Mapleда икки ва уч ўлчовли графика. Анимация. Mapleда дастурлаш элементлари. Mapleда математик моделлаштириш. MatLab тизими. Математик ифодалар ва функциялар. Векторлар ва матрицалар. MatLab тизимида математик анализ масалаларини ечиш. Дифференциал тенгламаларни умумий ечимини топиш. ОДТ учун Коши ва аралаш масалаларни ечиш. Икки ва уч ўлчовли графика. Анимация. MatLab да дастурлаш элементлари. Функциялар ва М-файллар.

АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР МАЗМУНИ

1-мавзу. Ахборот-коммуникация технологиялари воситаларидан таълим жараёнида фойдаланишнинг истиқболли йўналишлари ва келажаги. Компьютерли математик тизимлар ҳақида умумий маълумотлар.

Индивидуал топшириқ: MathCAD ва Maple тизимида сонли ва символли ҳисоблашларни бажариш. Алгебра ва сонлар назарияси масалаларини ечиш. Математик анализ масалаларини ечиш. Дифференциал тенгламаларни сонли ва аналитик ечиш. Функция графикларини чизиш. Натижаларни анимациядан фойдаланиб визуаллаштириш [3,4].

2-мавзу. Символли ва сонли ҳисоблашлар. Икки ва уч ўлчовли графика. Анимация. Математик тизимларда дастурлаш элементлари. Математик тизимларнинг ўзаро интеграцияси.

Индивидуал топшириқ: MatLab тизимида сонли ва символли ҳисоблашларни бажариш. Алгебра ва сонлар назарияси масалаларини ечиш. Математик анализ масалаларини ечиш. Дифференциал тенгламаларни сонли ва аналитик ечиш. Функция графикларини чизиш. Натижаларни анимациядан фойдаланиб визуаллаштириш[1,2].

МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ

Мустақил таълимни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни

Мустақил таълим ҳар бир мутахассислик йўналишидан келиб чиққан ҳолда қўйида келтирилган шакллар асосида ташкиллаштириш мумкин.

- Математик тизимлар ишлаб чиқувчи компания сайтлари орқали сўнги йилларда тизимга киритилган янгиликлар билан танишиш;
- Муайян битта математик тизимни тўлиқ ўрганиш;
- Тингловчи ўзи дарс бераётган фанининг бирор мавзуси бўйича электрон ўқув модулларини тайёрлаши мумкин.
- Илмий соҳада қилинаётган натижаларни математик тизимлар асосида визуаллаштириш.

Шунингдек, мустақил таълим жараёнида тингловчи касбий фаолияти натижаларини, курсларда олинган сертификатларни ва талабалар учун яратилган ўқув-методик ресурсларини “Электрон портфолио” тизимида киритиб бориши лозим.

ЎҚИТИШ ШАКЛЛАРИ

Мазкур модул маъруза ва семинар машғулотлар шаклида олиб борилади.

Курсни ўқитиш жараёнида таълимнинг замонавий методлари, ахборот-коммуникация технологиялари қўлланилиши назарда тутилган:

- маъруза дарсларида замонавий компьютер технологиялари ёрдамида презентацион ва электрон-дидактик технологиялардан;

- ўтказиладиган амалий машғулотларда техник воситалардан, экспресс-сўровлар, тест сўровлари, ақлий ҳужум, гуруҳли фикрлаш, кичик гуруҳлар билан ишлаш, коллоквиум ўтказиш, ва бошқа интерактив таълим усуллари қўллаш назарда тутилади.

ЖОРИЙ НАЗОРАТ(АССИСМЕНТ)НИ БАҲОЛАШ МЕЗОНИ

Жорий назорат(ассисмент)ни баҳолаш Ўзбекистон Миллий университети ҳузуридаги педагог кадрларини қайта тайёрлаш ва уларнинг малакасини ошириш Тармоқ (минтақавий) марказида тасдиқланган шакллари ва мезонлари асосида амалга оширади.

Ушбу модулнинг жорий назорат(ассисмент)га ажратилган максимал балл-**1 балл**.

II. МОДУЛНИ ЎҚИТИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ИНТЕРФАОЛ ТАЪЛИМ МЕТОДЛАРИ.

“Тушунчалар таҳлили” методи.

Методнинг мақсади: мазкур метод талабалар ёки қатнашчиларни мавзу буйича таянч тушунчаларни ўзлаштириш даражасини аниқлаш, ўз билимларини мустақил равишда текшириш, баҳолаш, шунингдек, янги мавзу буйича дастлабки билимлар даражасини ташхис қилиш мақсадида қўлланилади.

Методни амалга ошириш тартиби:

- иштирокчилар машғулот қоидалари билан таништирилади;
- ўқувчиларга мавзуга ёки бобга тегишли бўлган сўзлар, тушунчалар номи туширилган тарқатмалар берилади (индивидуал ёки гуруҳли тартибда);
- ўқувчилар мазкур тушунчалар қандай маъно англатиши, қачон, қандай ҳолатларда қўлланилиши ҳақида ёзма маълумот берадилар;
- белгиланган вақт якунига етгач ўқитувчи берилган тушунчаларнинг тугри ва тулиқ изоҳини уқиб эшиттиради ёки слайд орқали намойиш этади;
- ҳар бир иштирокчи берилган тугри жавоблар билан узининг шахсий муносабатини таққослайди, фарқларини аниқлайди ва ўз билим даражасини текшириб, баҳолайди.

Намуна:

Копьютерли математик тизимлар					
MATHCAD		MAPLE		MATLAB	
афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги	афзаллиги	камчилиги

Хулоса:

“Инсерт” методи.

Методнинг мақсади: Мазкур метод ўқувчиларда янги ахборотлар тизимини қабул қилиш ва билимларни ўзлаштирилишини енгиллаштириш мақсадида қўлланилади, шунингдек, бу метод ўқувчилар учун хотира машқи вазифасини ҳам ўтайди.

Методни амалга ошириш тартиби:

- ✓ ўқитувчи машғулотга қадар мавзунинг асосий тушунчалари мазмуни ёритилган инпут-матнни тарқатма ёки тақдимот кўринишида тайёрлайди;
- ✓ янги мавзу моҳиятини ёритувчи матн таълим олувчиларга тарқатилади ёки тақдимот кўринишида намойиш этилади;

✓ таълим олувчилар индивидуал тарзда матн билан танишиб чиқиб, ўз шахсий қарашларини махсус белгилар орқали ифодалайдилар. Матн билан ишлашда талабалар ёки қатнашчиларга қуйидаги махсус белгилардан фойдаланиш тавсия этилади:

Белгилар	1-матн	2-матн	3-матн
“√” – таниш маълумот.			
“?” – мазкур маълумотни тушунмадим, изоҳ керак.			
“+” бу маълумот мен учун янгилик.			
“– ” бу фикр ёки мазкур маълумотга қаршиман?			

Белгиланган вақт якунлангач, таълим олувчилар учун нотаниш ва тушунарсиз бўлган маълумотлар ўқитувчи томонидан таҳлил қилиниб, изоҳланади, уларнинг моҳияти тўлиқ ёритилади. Саволларга жавоб берилади ва машғулот якунланади.

III. НАЗАРИЙ МАЪЛУМОТЛАР

1-МАВЗУ: Ахборот-коммуникация технологиялари воситаларидан таълим жараёнида фойдаланишнинг истиқболли йўналишлари ва келажаги. Компьютерли математик тизимлар ҳақида умумий маълумотлар.

РЕЖА:

1.1. Ахборот-коммуникация технологиялари воситаларидан таълим жараёнида фойдаланишнинг истиқболли йўналишлари.

1.2. Компьютерли математик тизимлар ҳақида умумий маълумотлар.

1.3. Фойдаланувчи интерфейси.

Таянч сўзлар: *математик тизимлар, технологиялар, алгоритмлар, амалий дастурлар пакети, компьютерли математика, символли ҳисоблаш, сонли ҳисоблаш, интерпретатор, дастгоҳлар панели, интерфейс, ахборот технологиялари, ахборот-коммуникация технологиялари.*

1.1. Ахборот-коммуникация технологиялари воситаларидан таълим жараёнида фойдаланишнинг истиқболли йўналишлари.

Технология грек тилидан (techne) таржима қилганда санъат, маҳорат, билиш маъноларини англатади, булар эса ўз навбатида жараёнлардир. Жараёнлар - бу қўйилган мақсадга эришиш учун маълум ҳаракатлар мажмуасидир.

Ахборот технология - объект, жараён ёки ҳодиса (ахборот маҳсулот) ҳолати ҳақида янги сифатдаги маълумотларни олиш учун фойдаланадиган маълумотларни (бирламчи) йиғиш, ишлов бериш ва узатиш воситалари ҳамда усуллари мажмуасидир.

Замонавий АКТ муҳитида математик фанларни ўқитиш, математик методларни амалиётда қўллаш ҳозирги пайтда кенг тарқалган компьютерли математик тизимлар (MathCAD, Eureka, MatLAB, Maple, Mathematica)нинг функционал имкониятларига таянади. Кўп функционалли математик дастурий таъминотлардан фойдаланиш математик таълимотнинг амалий аспектларини жорий этишни кучайтириб қолмасдан, балки мутахассисларнинг касбий тайёргарлигини кўтаради¹. Мутахассиснинг математик компетентлик нуқтаи назаридан математик масалаларни ечишда турли методларни қўллаш (аниқ ва тақрибий ечиш усуллари, натижаларни символли(аналитик), сонли ҳамда график кўринишда олиш) ва ечимни турли шаклда олиш ҳар хил турдаги

¹ George A. Anastassiou and Iuliana F. Iatan. Intelligent Routines. Solving Mathematical Analysis with Matlab, Mathcad, Mathematica and Maple. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013- 592p.

инструментларнинг уникал вариатив имкониятларини тушинишга имконият беради. Буларнинг барчаси касбий таълим мақсади учун масала моҳиятини тушуниш услубий муаммо актуаллигини оширади.

Компьютерли математик тизимларда ҳисоблашлар принципаал турли хил бўлган ёндашувлар амалга оширилади. Анъанавий сонли усуллар юқори ёки паст тартибли аниқликларга эга бўлган турли алгоритмлардан фойдаланишга асосланган. Иккинчиси, бир неча маротаба мураккаб бўлган символли ёки аналитик ҳисоблашларга асосланган. Символли ҳисоблашлар абсолют аниқ методлар бўлиб (бунда яхлитлаш хатолиги йўқ), бунда компьютер ифода устида ҳозиргача маълум ва таниқли бўлган қоидаларга таянади. Бироқ, жуда кам сондаги масалаларнинг аналитик ечимлари мавжуд. Бу, авваламбор, асосида қатъий формулалар, алгоритмлар (дифференциаллаш, интеграллаш, тенглама илдизларини ҳисоблаш, кўпайтувчиларга ажратиш, элементар касрларга ажратиш, қаторга ёйиш ёки лимитни ҳисоблаш ва бошқалар) ётган масаладир.

Мазкур курснинг мақсади ҳам ўқитувчи талабага нафақат масаланинг сонли ёки аналитик ечимини топиш билан балки математик масалани ечиш усулининг аниқлиги, корректлиги ва турғунлигига ҳам эътиборини қаратишни ўргатишдан иборат.

Жуда кўплаб одамлар математик ҳисоблашлар билан шуғулланади. Фаннинг бирор бир соҳаси йўқки, математик ҳисоблашлар амалга оширилмаса.

Дастлаб ушбу ҳисоблашлар дастур ёрдамида бошқариладиган калкуляторлар ёки Бейсик, Паскал каби дастурлаш тилларида ишлайдиган компьютерларда бажарилган. Математик ҳисоблашларни осонлаштириш мақсадида мутахассислар махсус математик компьютер системаларини яратишди. Бундай системалар(амалий дастурлар пакети)га MathCAD, Eureka, MatLAB, Maple, Mathematica ва.х.к. лар мисол бўлади. Мазкур курсда математика йўналишларида MathCAD, MatLAB ва Maple математик компьютерли системалари, ахборот хавфсизлиги йўналишларида эса MathCAD, MatLAB ва Maple системалари ўрганилади.

1.2.Компьютерли математик тизимлар хақида умумий маълумотлар.

MathCAD ўзининг соддалиги ва универсаллиги билан ажралиб туради. Мазкур система MathSoft, Inc. (<http://www.mathsoft.com/>) компаниясининг махсулоти(баҳоси 818 доллар) бўлиб, фойдаланувчига тенгламаларни киритиш, таҳрирлаш, ечиш, натижаларни визуализация қилиш, уларни ҳужжат шаклида расмийлаштириш ва натижаларни таҳлил қилиш мақсадида бошқа системалар билан алмашишни имкониятини беради[3].

Дастлаб система 1988 йилда математик масалаларни сонли ечиш мақсадида яратилган. Фақат 1994 йилдан бошлаб унга символли ҳисоблашларни бажариш функциялари қўшилган. Бунда албатта Maple системасининг символли ҳисоблашларидан фойдаланилган. Дастурлаш элементлари эса фақат if ва until функциялари билан чекланган еди. Бунда мазкур функциялар мураккаб оператор агументи сифатида кириши мумкин эмасди. Mathcad нинг 5 версиясидан бошлаб Windows платформасида ишлай бошлади. Бунда тизимни янги ички функциялар билан бойитиш имконияти яратилди. Яъни C тилида дастур тузиб, 32 разрядли транслятор билан комияция қилинади ва DLL механизми орқали тизимга бириктирилади. 8 версиясидан бошлаб, функциянинг энг катта ва энг кичик қийматини топиш функциялари киритилди. Чизиқли программалаш масалалари ҳамда чизиқсиз тенгламалар системасини ечишда 200та номаълумгача бўлган тенгламаларни ечиш имконияти яратилди. Mathcad 2000 версиясида эса интернет билан интеграция қилиш имконияти яратилди. Оддий дифференциал тенгламаларни сонли ечиш, регрессия масалаларини ечиш учун функциялари қўшилди.

1980 йилда Maple тизими Waterloo Maple Software, Inc. (<http://www.maplesoft.com/>) компаниясида(Waterloo университети Kanada) Keyt Gedde(Keith Geddes) ва Gaston Gonnert (Gaston Gonnet) томонидан ташкил етган олимлар жамоаси томонидан яратилган (баҳоси Maple 7 версияси -1695 доллар). Дастлаб система катта компьютерларда жорий қилинган ва кейинчалик шахсий компьютерларда ишлатилган. Мазкур система символли ҳисоблашлар системаси ёки компьютерли алгебра системаси деб ҳам аталишига ундаги символли ҳисоблашлар анча такомиллаштирилганлигидан далолат беради. Maple да ҳам сонли, ҳам символли ҳисоблашларни амалга ошириш, формулаларни таҳрирлаш имконияти мавжуд. Очиқ архитектура, содда ва самарали интерпретатор тили Maple даги кодларни C тили кодига алмаштириш имкониятини беради. Maple кучли илмий график муҳаррирга эга².

Maple тизимнинг жуда кўплаб версиялари мавжуд бўлиб, улар доим такомиллаштирилиб борилмоқда. Уларнинг яратилиш тарихи тўғрисида қуйидаги жадвалдан билиб олиш мумкин.

² Maple User Manual. Maplesoft, Waterloo Maple Inc. 2012.-458p.

<ul style="list-style-type: none"> • Maple 2015 5 март 2015 • Maple 18 7 март 2014 • Maple 17 13 март 2013 • Maple 16 28 март 2012 • Maple 15 13 апрель 2011 • Maple 14 29 апрель 2010 • Maple 13 24 апрель 2009 • Maple 12 13 май 2008 • Maple 11.02 10 ноябрь 2007 • Maple 11.01 6 июль, 2007 • Maple 11: 21 февраль, 2007 • Maple 10: 10 май, 2005 • Maple 9.5: 15 апрель, 2004 • Maple 9: 30 июнь, 2003 • Maple 8: 16 апрель, 2002 • Maple 7: 1 июль, 2001 • Maple 6: 6 декабрь, 1999 • Maple V R5: 1 ноябрь, 1997 • Maple V R4: январь 1996 	<ul style="list-style-type: none"> • Maple V R3: 15 март, 1994 • Maple V R2: ноябрь 1992 • Maple V: август 1990 • Maple 4.3: март 1989 • Maple 4.2: декабрь 1987 • Maple 4.1: май 1987 • Maple 4.0: апрель 1986 • Maple 3.3: март 1985 (дастлабки умумфойдаланишга мўлжалланган версия) • Maple 3.2: апрель 1984 • Maple 3.1: октябрь 1983 • Maple 3.0: май 1983 • Maple 2.2: декабрь 1982 • Maple 2.15: август 1982 • Maple 2.1: июнь 1982 • Maple 2.0: май 1982 • Maple 1.1: январь 1982 • Maple 1.0: январь 1982
---	--

Maple тизимининг талабаларга мўлжалланган, академик ва профессионал версияларидан ташқари персонал ишлатишга мўлжалланган арзонроқ версияси ҳам бозорда сотилади.

MATLAB - MathWorks, Inc. (<http://www.mathwork.com/>) компанияси маҳсулоти бўлиб, юқори даражадаги илмий-техникавий ҳисоблашлар учун юқори даражадаги тилни ўзида мужассамлаштирган (2940 доллар).

MATLAB нинг биринчи авлоди XIX асрнинг 70-йиллирида Нью-Мексика ва Станфорд университетларида яратилган бўлиб, жадваллар (матрица) назариясига ва чизиқли алгебрани ҳисоблаш учун мўлжалланган.

Бу даврда Паскал дастурлаш тилида чизиқли алгебрасига бағишланган Linpack ва Eispack - амалий дастурлар пакети фаол ривожланган ва ишлаб чиқилган.

Ҳозирги MATLAB тизимининг имконлари унинг биринчи авлодидаги версиясидан кўра анча ривожланиб, муҳандислик ҳамда илмий мўлжалланган юқори самарали алгоритмик тилга айланган. MATLAB ёрдамида математик ҳисоблаш, илмий графикани тасвирлаш ва махсус операцион тизимнинг мухитида дастурлаш мумкин. Бунда барча масалалар ва уларнинг тавсифланиши математик тавсифлашга ҳам яқин [1,2].

MATLAB ни қуйидаги кўпдан кўп соҳаларда қўллаш мумкин:

- математика ва ҳисоблаш;
- алгоритмлар ишлаб чиқишда;
- ҳисоблаш тажрибасида, имитацияли моделлаш, макетлар тузиш;
- берилганларни таҳлиллаш, натижаларни ўрганиш ва тасвирлаш;
- илмий ва муҳандислик графикасида;

- фойдаланувчининг хусусий муҳити билан биргаликда амалий дастурларни яратиш.

MATLAB – бу интерфаол тизимдир. MATLAB нинг асосий обекти – массив (жадвалли катталиқ). Бунда жадвалли катталиқнинг ўлчамларини аниқ кўрсатишини талаб қилинмайди. Натижада эса, кўп турдаги векторли матрицали ҳисоблаш масаларини “С” ёки “Фортран” дастурлаш тилларида яратишдан кўра жуда тез ҳосил қилинади.

Математика фанининг вазифаларидан бири бу олим ва муҳандислараро алоқа тилидир. Матрицалар, дифференциал тенгламалар, берилганлар жадваллари, график чизмалар – буларнинг барчаси MATLAB да, ҳамда амалий математикада қўлланиладиган объект ва тузилмалар. С, С++, Java ва бошқа тилларда ёзилган процедуралар билан интеграциялаш имконияти мавжуд.

Mathematica системаси Wolfram Research, Inc. (<http://www.wolfram.com/>) компанияси маҳсулоти бўлиб, жуда катта ҳажмдаги мураккаб математик алгоритмларни дастурга ўтказувчи воситалар мажмуасига эга (баҳоси 1460 доллар). Техника олий ўқув юртлиридаги олий математика курсидаги барча алгоритмлар система хотирасига киритилган. Mathematica жуда кучли график пакетга эга бўлиб, мураккаб кўринишдаги бир, икки ўлчовли функцияларнинг графикларини чизиш мумкин. Мазкур системадан баъзи (масалан АҚШ) мамлакатлардаги олий ўқув юртлири кенг фойдаланилади.

MathCAD (Mathematical Computer Aided Design) бу математиканинг турли соҳаларидаги масалаларини ечишга мўлжалланган ажойиб системадир. Дастурнинг номланиши иккита сўздан иборат бўлиб – MATHeMatica (matematika) ва CAD (автоматик лойиҳалаш системаси).

MathCAD ни ўрганиш жуда осон бўлиб, уни ишлатиш соддадир. Ушбу дастурни бошқариш Windows муҳитида олдин ишлаганлар учун интуитив тушинарлидир. MathCAD ни жуда кўп соҳаларда содда ҳисоблашларни ҳисоблашдан тортиб то электрик схемаларни қуришгача ишлатиш мумкин.

MathCAD формула, сонлар, матнлар ва графиклар билан ишлайдиган универсал системадир. MathCAD тили математика тилига жуда ҳам яқиндир, шу сабабли унда ишлаш математиклар учун жуда осондир.

Масалан, Квадрат тенгламани илдизини топадиган формула бирор бир дастурлаш тилида $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$ кўринишда ёзилса, MathCADда шу формула қуйидаги кўринишда ёзилади. $x := \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$

Яъни математикада қандай ёзилса бу ерда ҳам худди шундай ёзилади. Mathcad ёрдамида формулалар фақатгина чиройли ёзилмасдан балки ихтиёрий масалани сонли ёки белгили ечиш имкониятига эга. Mathcad ўзининг ёрдамчи системасига эгадир. Ҳар қандай тенглама атрофида ихтиёрий матнни жойлаштириш мумкин, бу эса ҳисоблаш жараёнини изоҳлаш учун жуда зарурдир.

Mathcad 2000 дастурини қуйидаги уч хил варианты мавжуд:

- Mathcad 2000 Standart
- Mathcad 2000 Professional
- Mathcad 2000 Preium

Бу дастурлар ёрдамида нафақат математикага доир масалаларни ечиш мумкин, балки бу дастур ёрдамида илмий мақолалар, тезислар, диссертация ишларини, диплом ишларини, курс ишларини лойихалаш мумкин. Чунки бу дастур ёрдамида математик формулаларни, матнларни, графикларни жуда чиройли қилиб ифодалаш мумкин, яна бу дастур ёрдамида юқори даражада электрон дарсликлар ҳам яратиш мумкин.

1.3.Фойдаланувчи интерфейси.

Mathcad дастури 6 та характерли интерфейслардан иборат:

- Сарлавҳа қатори – Бу қаторда хужжатнинг номи ва ойнани бошқариш тугмалари жойлашган.

- Меню қатори – Бу қаторда ҳар бир меню қандайдир командалардан ташкил топган.

- Инструментлар панели – Белгили тугмалардан иборат бўлиб, ҳар бир белгили тугма қандайдир командани бажаради.

- Форматлаш панели - Белгили тугмалардан иборат бўлиб, хужжатдаги белгиланган формула ёки матнни форматлашни тез амалга оширади.

- Математик белгилар панели – Бу панел ҳам белгили тугмалардан иборат бўлиб, ҳар бир белгили тугма қандайдир математик амални бажаради.

- Координатали чизиқ.

Юқорида келтирилган учта панелни ҳар бирини ойнани ихтиёрий жойида жойлаштириш мумкин. Бунинг учун ҳар бир панелни устида сичқончани олиб бориб чап тугмасини босиб туриб панелни ойнани ихтиёрий жойига жойлаштириш мумкин³.

Maple компьютерга ўрнатилгандан сўнг, уни стандарт 2 йўл билан ишга тушириш мумкин: 1) Windows ОТ нинг бош менюси орқали ёки 2) Иш столида яратилган ёрлик орқали. Биз Maple 9.5 версия билан ишлаймиз⁴. Maple ойнаси Windows ОТ нинг стандарт ойнасига ўхшаш бўлиб, ойнанинг номи сатри, меню сатри, қуроллар панели, ишчи майдон, ҳолат сатри, линейка ва ўгириш лифтларидан иборат:

Асосий меню пунктлари:

File(Файл)- файллар билан ишлайдиган стандарт буйруқлар, масалан, файлни сақлаш, очиш, янгисини яратиш ва ҳоказо тўпламидан иборат.

Edit(Правка)- файлларни таҳрирловчи стандарт буйруқлар, масалан, нусхалаш, ажратилган матн қисмини буферга олиш, буйруқни бекор қилиш ва ҳоказо тўпламидан иборат.

View (Вид)- ойнани кўринишини ўзгартирувчи стандарт буйруқлар тўпламидан иборат.

Insert (Вставка)- ойнага матнли, буйруқли майдонлар, графикларни қўйиш учун мўлжалланган буйруқлар тўпламидан иборат.

Format (Формат)- хужжатни безаш учун ишлатиладиган буйруқлар тўпламидан иборат.

³ MATHCAD User's Guide with Reference Manual.MathSoft Engineering&Education,Inc. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001.-513p.

⁴ Maple User Manual. Maplesoft, Waterloo Maple Inc. 2012.-458p.

Options (Параметры)- маълумотни экранга киритиш ва чиқариш билан боғлиқ буйруқлар тўпламидан иборат.

Windows (Окно)- бир ишчи ойнадан иккинчи ишчи ойнага ўтиш учун мўлжалланган буйруқлар тўпламидан иборат.

Help (Справка)- Maple ҳақида батафсил маълумотларни ўз ичига олади.

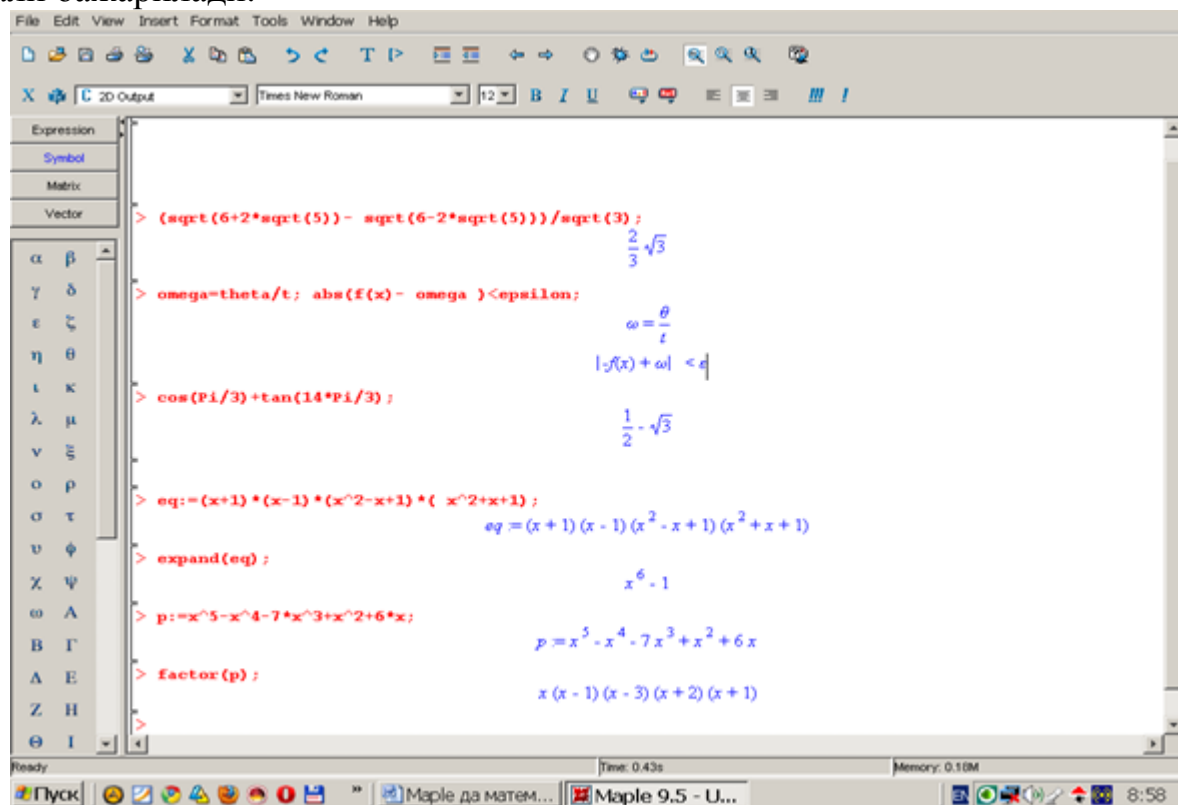
Maple да ишлаш мулоқат (сессия) тарзида олиб борилади: фойдаланувчи Maple га экранда буйруқ билан мурожаат қилади. Maple уни қайта ишлаб экранда буйруқдан кейинги сатрга жавоб қайтаради (қуйидаги расмга қаранг). Шунга асосан, ишчи майдон шартли равишда уч қисмга бўлинади:

1)Киритиш (буйруқ) майдони-буйруқлардан иборат. Буйруқлар `>command(p1,p2,...)`; (ёки `:`) кўринишга эга, қизил рангли, чапга текисланган;

2)Чиқариш (жавоб) майдони- Maple нинг киритилган буйруқга жавобидан иборат бўлиб, аналитик ифода, сонли қиймат, тўплам, график объект, хатолик ҳақидаги хабардан иборат бўлиши мумкин ва кўк рангда. Жавоб буйруқдан кейинги сатрга чиқарилади, марказга текисланган бўлади;

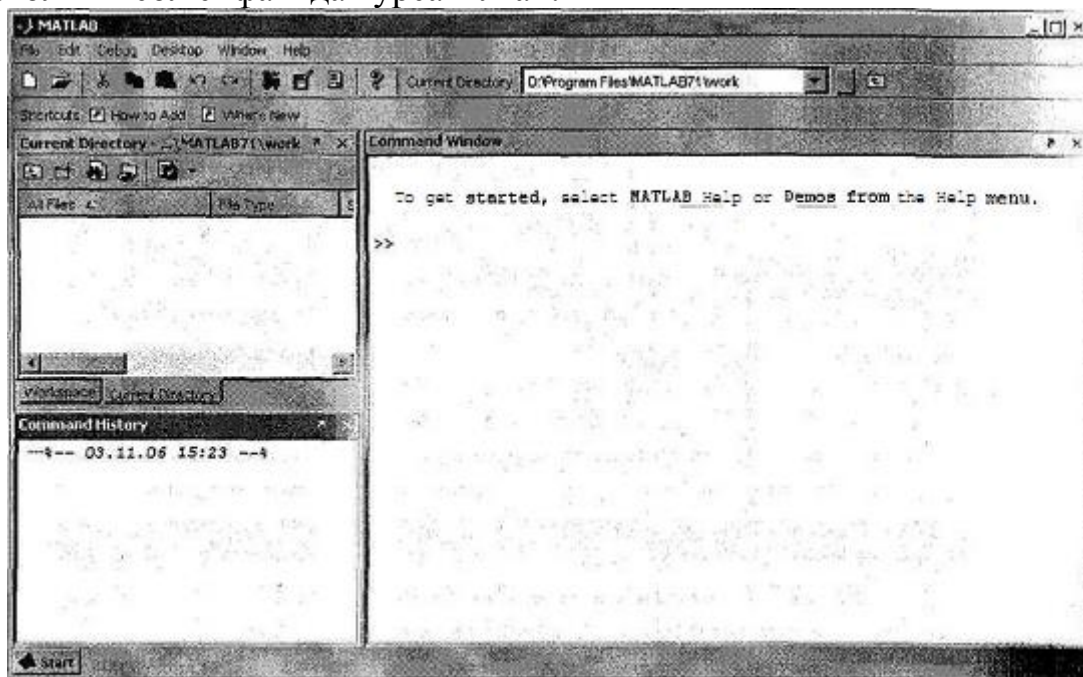
3)Матн (коментария) майдони- фойдаланувчи томонидан киритиладиган ихтиёрий матндан иборат ва у маълумотни қайта ишлашга таъсир этмайди ва унинг моҳиятини тушунтириш учун ишлатилади ва қора рангли.

Матн ва буйруқ майдонига ўтиш дастгоҳлар панелидаги (ёки Insert (Вставка) менюсидаги уларга мос буйруқлар орқали) тугмаларни босиш орқали бажарилади.



MATLAB сонли ҳисоблашлар, маълумотларни таҳлил қилиш ва визуализация қилишга мўлжалланган юқори босқичли техник ҳисоблашларни амалга оширишга мўлжалланган интерактив муҳит ҳисобланади. MATLABдан фойдаланиб анъанавий C, C++, Фортран дастурлаш тилларидан кўра тезроқ техникавий ҳисоблаш масалаларини ечиш имконияти мавжуд. Мазкур дастур калкулятор сингари содда, универсал инструмент ҳисобланади. MATLAB

дастури, нафақат, Microsoft Windows операцион тизимида, балки Unix, Linux, Macintosh операцион тизимларида ишлайди. Шунини таъкидлаш жоизки, MATLAB Professional ва MATLAB Student версиялари ўртасида фарқ жуда катта эмас. Microsoft Windows операцион тизимида тизимни ишга тушириш учун бош меню Пуск(Старт) дан дастур ишга туширилади. Бундан ташқари иш столида дастур белгиси туширилган тугма бўлиши ҳам мумкин. Unix, Linux тизимларида matlab сўзини териб тизим ишга туширилади⁵. Агар буйруқлар ойнаси (Command Window) актив бўлмаса, у ҳолда унинг ихтиёрий жойига сичқонча кўрсаткичини босиш лозим. Қуйидаги расмда MATLAB дастурининг иш столи мисол сифатида кўрсатилган.



Иш ойнаси актив бўлгандан сўнг курсор кўрсаткичи ёниб ўчиб туради. Энди мана шу ердан бошлаб ифодалар киритилади. MATLAB тизимида онлайн маълумотномаси бўлиб, бироқ ушбу маълумотлар орқали ҳақиқий мутахассис бўлиш мумкин. Онлайн маълумотига эга бўлишнинг бир неча усули мавжуд. Агар буйруқлар қаторига help сўзини ёзсангиз, маълумотноманинг узун рўйхати экранда пайдо бўлади. Мисол сифатида help general сўзини киритинг. Бунда MATLAB асосий буйруқларининг узун рўйхатини кўрасиз. Энди factor буйруғи билан танишиш учун help factor сўзини киритинг. Экранда кўрсатилган маълумотларни алоҳида ойнада кўриш мумкин. Навбатдаги ойнага ўтиш учун пробел тугмаси босилади.

Маълумотноманинг 4 бўлими Demos(Демо) бўлиб, ўнча кўп бўлмаган намоёниш қилувчи мисоллар мавжуд. Булар ёрдамида сиз тизим билан янада чуқурроқ танишасиз. Бирор элементга сичқонча кўрсаткичи босилса, мазкур элемент тўғрисида ҳужжатлар саҳифада тасвирланади.

Тизимда буйруқлар ойнаси ва маълумотномадан ташқари буйруқлар тарихи (Command History), жорий папка (Current Directory) ва иш соҳаси (Workspace) каби ойналар ҳам мавжуд. Навбатдаги бўлимларда учрайдиган бу

⁵ Brain R.Hunt, Ronald I.Lipsman, Jonatahan M.Rosenberg. A Gulde to MATLAB for Beginners and Experienced Users. Cambridge University Press.2008.

ва бошқа ойналар MATLAB да (M файллар) кичик дастурлар ёзиш ва файллар ва папкаларни бошқариш имкониятини беради. MATLABда ишни якунлаш учун буйруқлар қаторига quit буйруғи киритилади. Шунингдек, ойнанинг юқори ўнг томонидаги × тугмаси босилса ҳам бўлади. Яна битта усул бу асосий менюдан File⇒Exit MATLAB танланади⁶.

Умуман олганда математик тизимлар жуда мураккаб ҳисоблашлар натижаларини назорат қилиш мумкин.

Назорат саволлар:

1. Таълим жараёнида АКТ ни жорий этиш бўйича амалга оширилаётган тадбирлар, қабул қилинган қарорлар ва дастурлар.
2. «Ахборот-коммуникация технологиялари» деганда нимани тушинасиз?
3. Амалий дастурлар пакети.
4. Компьютерли математик тизимлар ва уларнинг турлари.
5. АКТ турларини ажратиб беринг.
6. Математик тизимлар яратилиш тарихи ва имкониятларини санаб чиқинг.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. George A. Anastassiou and Iuliana F. Iatan. Intelligent Routines. Solving Mathematical Analysis with Matlab, Mathcad, Mathematica and Maple. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013- 592p.
2. Brain R.Hunt, Ronald I.Lipsman, Jonatahan M.Rosenberg. A Gulde to MATLAB for Beginners and Experienced Users. Cambridge University Press. 2008.
3. В.А. Охорзин Прикладная математика в системе MATHCAD: Учебное пособие. –СПб.: “Лань”.2008.-352с.
4. В.П Дьяконов. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании- М.:СОЛОН-Прессю2006.-720с.
5. В.П Дьяконов. Mathematica 5/6/7. Полное руководство. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 624 с.:
6. MATHCAD User's Guide with Reference Manual.MathSoft Engineering&Education,Inc. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001.-513p.
7. Maple User Manual. Maplesoft, Waterloo Maple Inc. 2012.-458p.

⁶ Brain R.Hunt, Ronald I.Lipsman, Jonatahan M.Rosenberg. A Gulde to MATLAB for Beginners and Experienced Users. Cambridge University Press.2008.

2-МАВЗУ: Символли ва сонли ҳисоблашлар. Икки ва уч ўлчовли графика. Анимация. Математик тизимларда дастурлаш элементлари. Математик тизимларнинг ўзаро интеграцияси.

РЕЖА:

2.1. *MathCAD* компьютерли математик тизими. Символли ва сонли ҳисоблашлар.

2.2. *Maple* компьютерли математик тизими. Сонлар ва арифметик амаллар. Математик ифодаларни шаклини алмаштириши.

2.3. Экстремумлар. Функциянинг энг катта ва энг кичик қийматлари.

2.4. *MATLAB* тизими. Дифференциал тенгламаларни умумий ечимини топиши. ОДТ учун Коши ва аралаш масалаларни ечиши. Икки ва уч ўлчовли графика. Анимация.

Таянч сўзлар: меню, каталог, файл, инерт шакл, анимация, дастурлаш, функция, 2D графика, 3D графика, аргумент, стандарт функциялар, факторизация, қатор

2.1. MathCAD компьютерли математик тизими. Символли ва сонли ҳисоблашлар.

Mathcad 2000 дастурини ўрнатиш учун компьютер қуйидаги талабларга жавоб бериши керак.

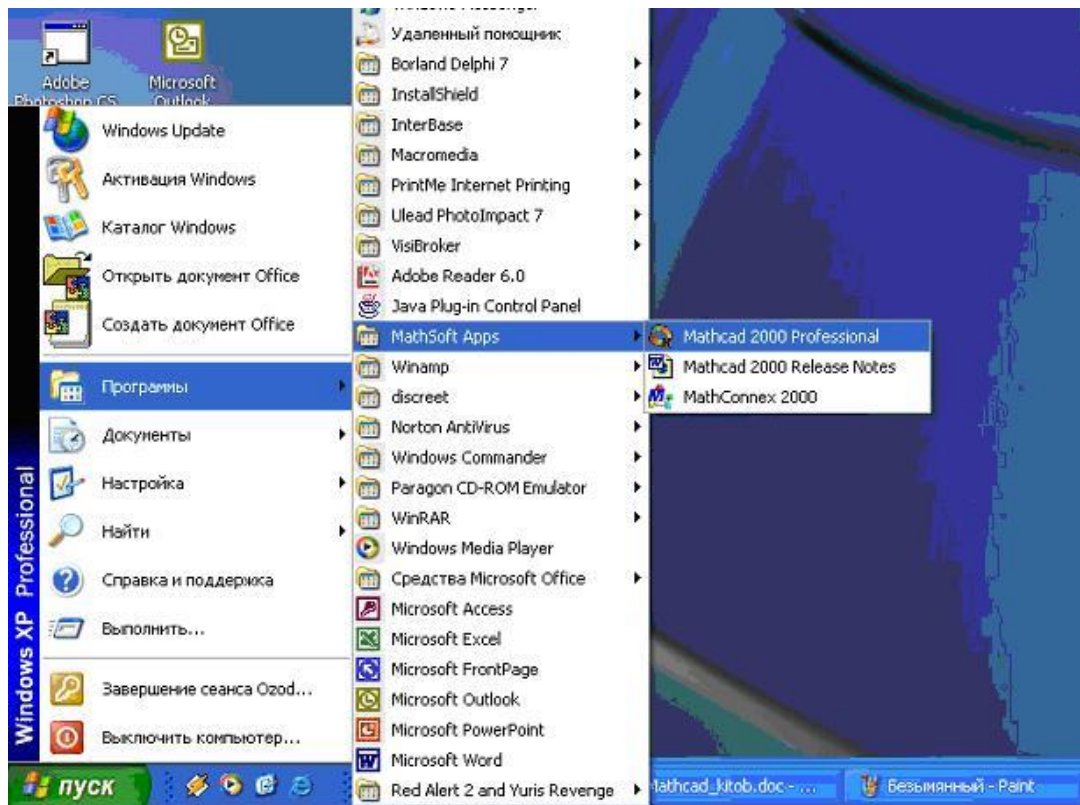
Processor Pentium ва ундан юқори.

- Компакт дискни ўқийдиган қурилма.
- Операцион тизим Windows 95/98-ва ундан юқори.
- Оператив хотира 32 ва ундан юқори.
- Қаттиқ дискда 80 Мбайт бўш жой бўлиши керак.

Mathcad да ишлашнинг асосий усуллари.

1. Mathcad дастурининг Все программы (Programs) менюсидан ишга тушириш.

• Пуск белгисидан сичқонча чап тугмасини босинг ва қуйидагини бажаринг.



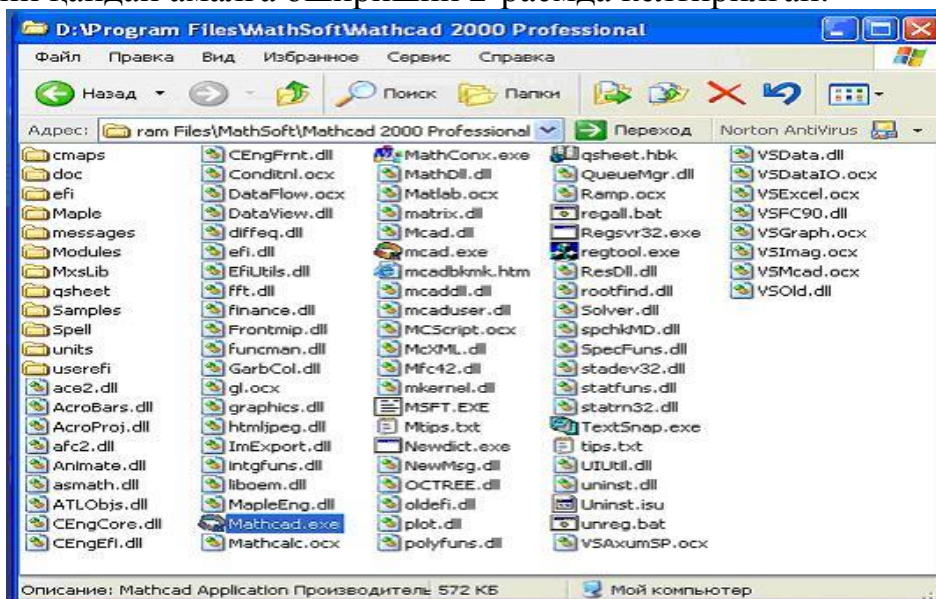
1-расм. Mathcad дастурини программы менюсидан ишга туширинг.

2. Mathcad да яратилган ихтиёрый файл орқали Mathcad дастурини ишга тушириш мумкин.

3. Мой компьютердан ишга тушириш.

- Мой компьютер
- С ёки D: дискни танланг
- Program Files каталогини танланг
- MathSoft каталогдан
- Mathcad.exe файлига сичқончани икки марта босинг.

Буни қандай амалга оширишни 2-расмда келтирилган.



2-расм. Mathcad дастурини Мой компьютердан ишга тушириш.

4. Янги файл яратиб ишга тушириш

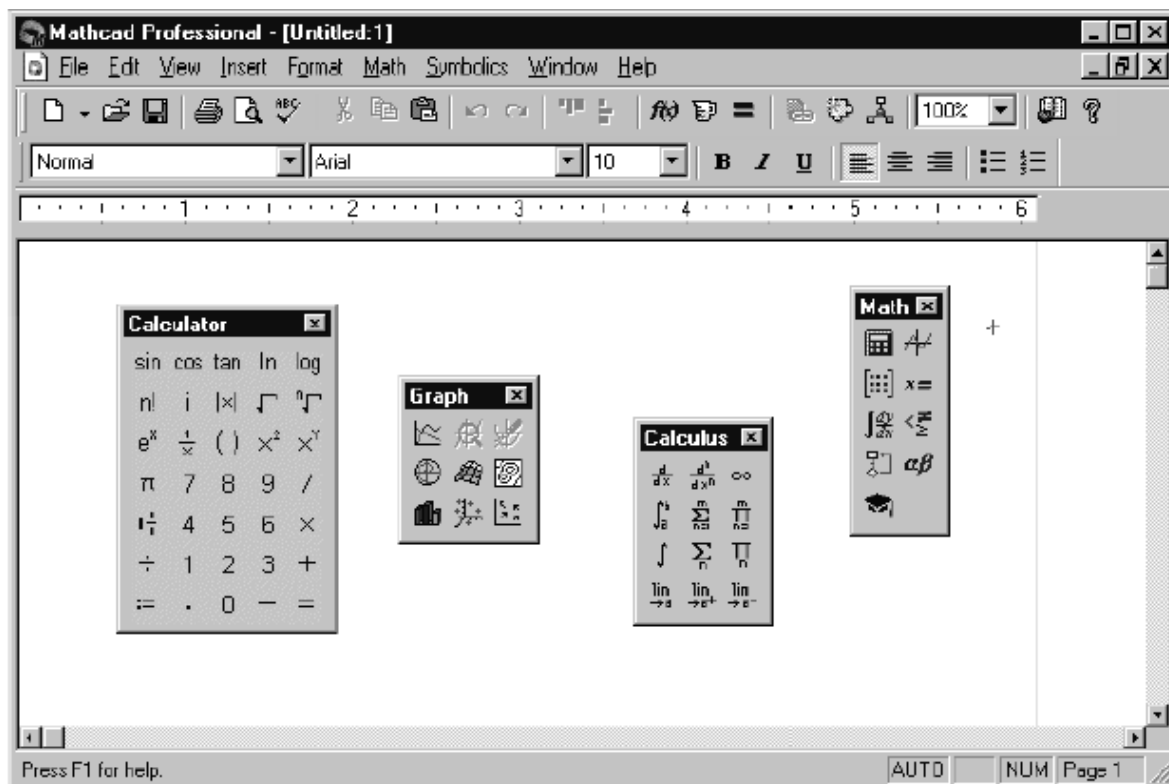
- Сичқончани ўнг тугмасини босинг

- Создат
- Mathcad Document



3-расм. Янги файл яратиб Mathcad дастурини ишга тушириш.

Юқорида келтирилган 4 та усулдан бирортаси бажарилса, натижада экранда Mathcad дастури куйидаги кўринишда ҳосил бўлади⁷.













4-расм. Mathcad дастурининг умумий кўриниши.

Mathcad дастурини ишга туширгандан сўнг жимлик принципи бўйича оқ рангда экран бўлади. Фойдаланувчи экраннинг рангини ўзгартириш учун

⁷ MATHCAD User's Guide with Reference Manual. MathSoft Engineering & Education, Inc. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001.-513p.

Format менюсидан Color⇒Background бўлимдан керак рангни танлаши лозим⁸. Қуйидаги расмда кўрсатилган Math toolbar панелида кўрсатилган тугмалар ҳар бири яна бир символ ёки дастгоҳлар панелини очиб беради. Масалан,

	Calculator — умумий арифметик амаллар
	Graph —икки ва уч ўлчовли графиклар ҳамда графика дастгоҳлари.
	Matrix —Матрица ва вектор операторлари
	Evaluation —тенглик белгиси ва аниқлаш.
	Calculus —ҳосила, интеграллар, лимитлар ва қаторлар йиғиндиси ва кўпайтмаси ҳисоблаш.
	Boolean —манتيкий ифодалар учун солиштириш ва манتيкий операторлар.
	Programming —Дастурлаш конструкцияси(фақат Mathcad Professional only).
	Greek —Greek ҳарфлари.
	Symbolic —Символли калит сўзлар

- Alt+F4 –тугмаларини биргаликда босиб дастурни ёпиш мумкин.
-  X тугмасини босиб, дастурни ёпиш мумкин.
- Fayl – Exit - орқали дастурни ёпиш мумкин.

Mathcad да яратилган ҳужжатни хотирада сақлаш, чоп этиш ва чиқиш.

- Fayl – Save
- Fayl – Save As...

Иш саҳифасини хотирага сақлаш учун :

1. **File** менюсидан Save ни танланг (ёки [Ctrl] S тугмаларни босинг) ёки

 тугмасини босинг.

2. Матн майдонига файл номини киритинг. Бошқа папкага сақлаш учун мулоқот ойнасидан **Save As** тугмасини босинг.

Жимлик принципига кўра **Mathcad** да **mcd** кенгайтма билан сақланади. Лекин сизда бошқа кенгайтмаларда сақлаш имконияти бор, масалан, **MathML**, **RTF** ва **HTML** форматда.

Яратилган ҳужжатни Mathcad дастурида очиш. Fayl – Open

Mathcad дастурининг ишчи доираси – бу ишчи китоб бўлиб, у бир ёки бир неча саҳифалардан иборат бўлади. **Mathcad** дастурида файлни очиб, ёпиб ёки сақлаб қўйиш орқали сиз ишчи китобда ушбу файлни очасиз, ёпасиз ёки сақлаб қўясиз. Ҳар қандай файл устида узоқроқ ишлаганда, уни тез-тез қайта ёзиб туриш зарур. Акс ҳолда электр энергиясининг тасодифий ўчиб қолиши

⁸ MATHCAD User's Guide with Reference Manual.MathSoft Engineering&Education,Inc. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001.-513p.

ёки бирор бир бошқа сабабга биноан ишлаётган файлингиз йўқолиб қолса, уни энг охириги ёзилган нуқтасидан қайта тиклаш осонроқ бўлади.

Чоп этиш

Тайёрланган материални чоп этишда **File** менюсидан **Print** ни танлаш лозим. Чоп этилаётган матнни олдиндан кўриш учун **File** менюсидан **Print Preview** ни танлаш керак.

Бетнинг параметрларини ўрнатиш учун чоп этиладиган саҳифанинг керакли безагини **File** менюсидан **Page Setup...** тугмасини босиб мулоқот ойнасида керакли параметрларни танлаш орқали амалга оширилади.

- **File** менюсидан **Print Preview** тугмасини босиб ҳар бир саҳифани қандай кўринишда чиқишини кўриш мумкин.

- **File** менюсидан **Print** тугмасини босиб, керакли принтерни танлаб саҳифани чоп қилиш мумкин.


Аниқлашлар ва ўзгарувчилар .

MATHCADда ўзгарувчиларнинг ишлатилиши билан уларнинг типи тезда аниқ бўлади. Ўзгарувчиларни ва функцияларни аниқлаш билан сиз ифодалардаги кейинги ҳисоблаш натижаларида ишлатишингиз мумкин бўлади.

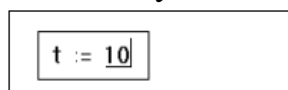
Қуйидаги мисолда **t** ўзгарувчини қандай аниқлаш ва ишлатиш кўрсатилган:

1. **t** ни ёзиб клавиатурадан : тугмасини босинг ёки **Calculator** дастгоҳлар

панелидан  тугмасини босинг. Бунда MATHCAD : белгини := символи

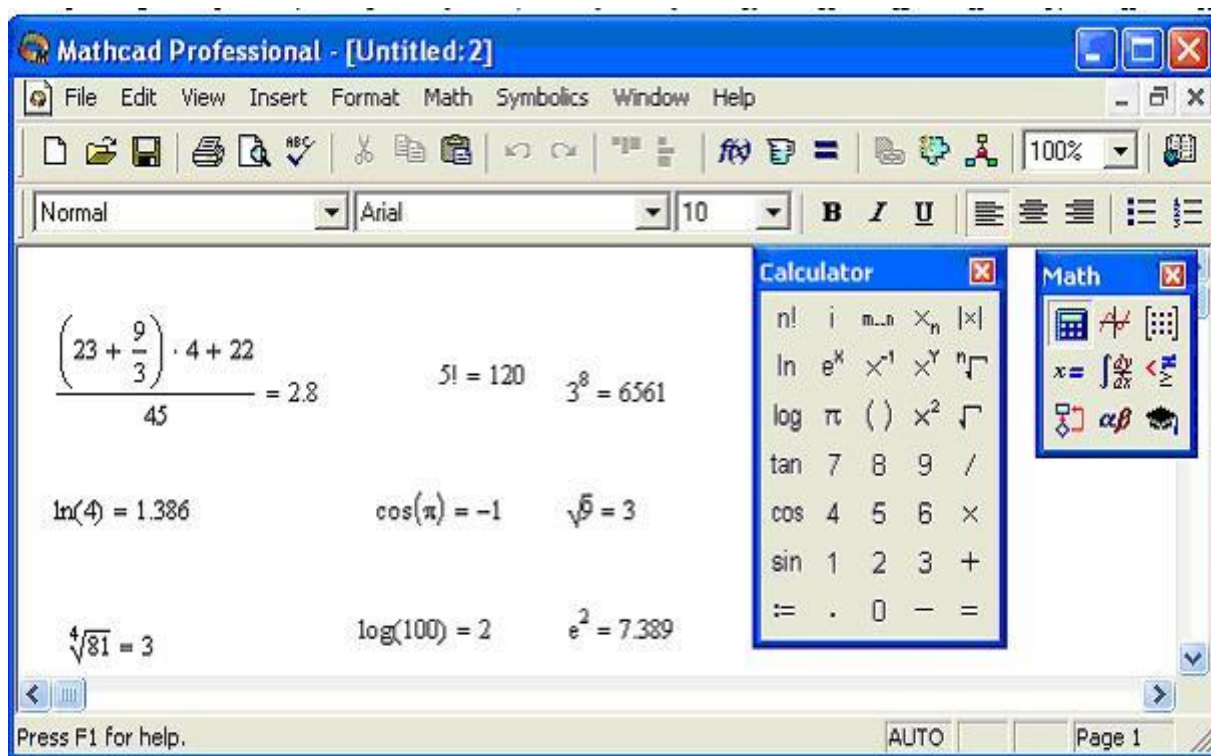
кўринишида аниқлайди. 

2. Бўш жойни 10 сони билан тўлдириб, **t** ни аниқлашни тугатамиз.



Агар хатога йўл қўйсангиз, у ҳолда ифодага курсор кўрсаткичини қўйиб, **Edit** менюсидан **Cut** ёрдамида кесиб олинг([Ctrl] X тугмани босинг). Тенгламаларни Mathcad да киритиш, типографик математик ёзув билан устма-уст тушади. Худди электрон жадвалларидагидек Mathcad даги ҳужжатга ихтиёрий ўзгариш кирисангиз бу ўзгаришга боғлиқ бўлган барча натижалар янгиланади. Mathcad ўта мураккаб математик формулаларни ҳисоблашга мўжалланган бўлса ҳам, уни оддий калькулятор сифатида ишлатиш мумкин.

- 1) Формулалар китобда қандай ёзилса Mathcadда ҳам шундай ёзилади;
- 2) Қайси амални биринчи бажаришни Mathcad ўзи аниқлайди;
- 3) = белгиси ёзилгандан кейин Mathcad натижани чиқаради;
- 4) Операторлар киритилгандан сўнг киритиш майдончаси деб номланган тўғри тўртбурчакни кўрсатади;
- 5) Экрандаги ифодаларни таҳрир қилиш мумкин;



Оддий ҳисоблашларга доир;

Локал ва Глобал ўзгарувчиларни эълон қилиш.

MathCAD ишчи ҳужжатни тепадан пастга ва чапдан ўнгга қараб ўқийди. Юқорида келтирилган мисолда, агар ифодани қийматини ҳисоблашда ўзгарувчилар ифодадан пастга эълон қилинган бўлса, ифодани қийматини ҳисоблашда хатолик юз беради. Глобал ўзгарувчиларда эса ифода қайерда ёзилишидан қатъий назар ифодада глобал ўзгарувчи қатнашган бўлса унда таъсир қилади.

MathCADда функцияни ҳам аниқлаш мумкин. Масалан $f(x)=x^2$ функцияни қандай аниқлашни кўриб чиқамиз.

1) $f(x)$: ни теринг натижада $f(x):=■$ ҳосил бўлади.

2) x^2 ни теринг натижада $f(x):=x^2$ функция ҳосил бўлади.

Бу ерда f функция номи x эса функция аргументи. Функциянинг ихтиёрий нуқтадаги қийматни ҳисоблаш мумкин. Масалан $f(3)=9$, $f(5)=25$, $f(4)=16$. Худди шу тартибда икки аргументли, уч аргументли ва n аргументли функцияни аниқлаш мумкин. Масалан икки аргументли функцияни қандай аниқлашни кўриб чиқамиз. $T(x,y):=x^2+y^2$, $T(2,1)=5$, $T(2,2)=4$.

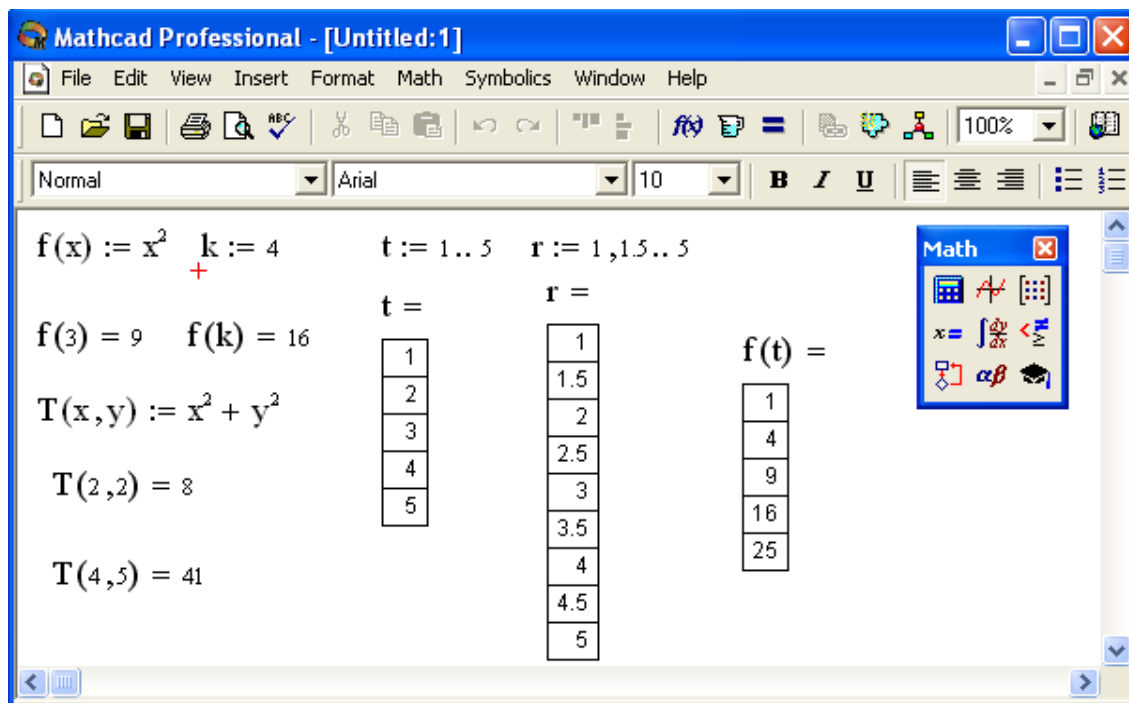
MathCAD такрорий ёки итерацион ҳисоблашларни амалга ошириши мумкин. Бунда у дискрет аргументли ўзгарувчилардан фойдаланади. Масалан, x ўзгарувчининг 10 дан 20 гача 1 қадам билан $\frac{x^2}{2}$ ифоданинг қийматларини ҳисоблаш талаб қилинган бўлсин. Буни қуйидагича амалга ошириш мумкин.

1) $x:=10,11$ ифодани теринг;

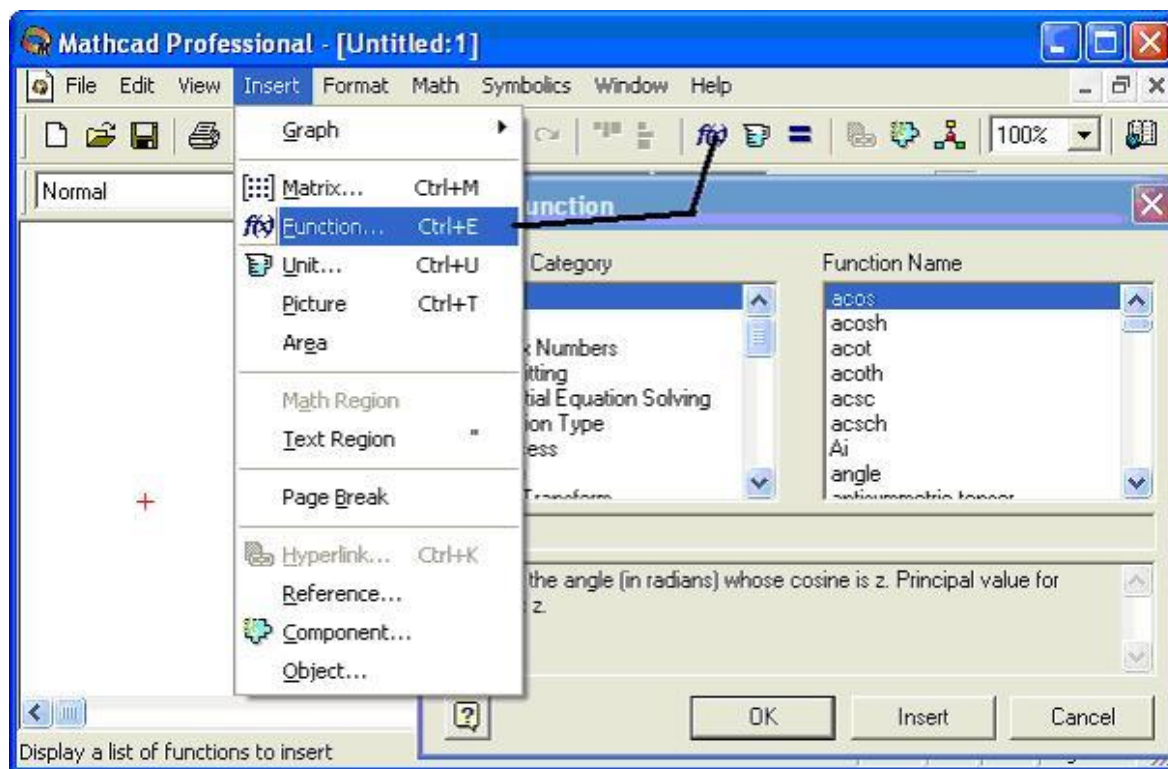
2) 20 ифодани теринг

натижада $x:=10,11..20$ ҳосил бўлади, бу ерда .. фақат ; тугмаси орқали қўйилади, акс ҳолда хато ҳисобланади. Агар оралиқ берилган бўлса қадамни аниқлаш қуйидагича бўлади. Биринчи қиймат киритилади ва , дан сўнг иккинчи сон киритилади улар орасидаги айирмани қадам сифатида олади, агар , дан кейин сон кўрсатилмаса қадамни 1 га тенг деб олади. Дискрет аргумент

аниқлангандан кейин шу ўзгарувчини киритиб = ни киритсак, бизга жадвал шаклида дискрет ўзгарувчининг қийматлари келтирилади. Бошқа дастурлаш тиллари каби MathCAD да ҳам ўзимиз ихтиёрий функцияни эълон қилишимиз мумкин. Олдиндан яратилган махсус стандарт функциялардан фойдаланишимиз мумкин. Масалан, $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\ln(x)$ ва бошқа функциялар.



Функцияни аниқлаш.



Стандарт функциялардан фойдаланиш.

Factor va complex буйруқлари.

Factor буйруғи асосан ифодаларни кўпайтувчиларга ажратишда ишлатилади, бунда у агар ифодани кўпайтувчиларга ажратиб бўлмаса, ифодани ўзини қайтаради.

The screenshot shows a software interface with a 'Math' window and a 'Symbolic' menu. The 'Math' window contains the following operations:

- $i \cdot 2 + 2 \text{ complex} \rightarrow 2 + 2 \cdot i$
- $e^{2i-2} \text{ complex} \rightarrow \exp(-2) \cdot \cos(2) + i \cdot \exp(-2) \cdot \sin(2)$
- $a^2 + 2 \cdot a \cdot b + b^2 \text{ factor} \rightarrow (a + b)^2$
- $x^2 - y^2 \text{ factor} \rightarrow (x - y) \cdot (x + y)$
- $a^2 - a \cdot c + a \cdot b - b \cdot c \text{ factor} \rightarrow (a + b) \cdot (a - c)$
- $x^3 - 6 \cdot x^2 + 11 \cdot x - 6 \text{ factor} \rightarrow (x - 1) \cdot (x - 2) \cdot (x - 3)$
- $a^2 + 2 \cdot a \cdot b + 2 \cdot a \cdot c + b^2 + 2 \cdot b \cdot c + c^2 \text{ factor} \rightarrow (a + b + c)^2$

The 'Symbolic' menu is open, showing the following options:

→	▪→	Modifiers
float	complex	assume
solve	simplify	substitute
factor	expand	coeffs
collect	series	parfrac
fourier	laplace	ztrans
invfourier	invlaplace	invztrans
$m^T \rightarrow$	$m^{-1} \rightarrow$	$ m \rightarrow$

Coeffs va substitute буйруқлари.

coeffs буйруғи берилган ифодани соддалаштириб кўпхад коэффицентларини аниқлайди. Substitute буйруғи эса берилган ифодани ўзгарувчиларни алмаштириб соддалаштиради.

The screenshot shows a software interface with a 'Math' window and a 'Symbolic' menu. The 'Math' window contains the following operations:

- $a \cdot x^3 + b \cdot x^2 + c \cdot x + 2 \text{ coeffs, } x \rightarrow \begin{pmatrix} 2 \\ c \\ b \\ a \end{pmatrix}$
- $(x + 2)^2 \text{ coeffs, } x \rightarrow \begin{pmatrix} 4 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix}$
- $(a + b) \cdot (a - b) \text{ coeffs, } a \rightarrow \begin{pmatrix} -b^2 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$
- $(a + b)^2 \text{ substitute, } a = 1 \rightarrow (1 + b)^2$
- $(a + b)^2 \text{ substitute, } a = 1, b = 2 \rightarrow 9$
- $(a + b)^2 \text{ substitute, } a = x + b \rightarrow (x + 2 \cdot b)^2$

The 'Symbolic' menu is open, showing the following options:

→	▪→	Modifiers
float	complex	assume
solve	simplify	substitute
factor	expand	coeffs
collect	series	parfrac
fourier	laplace	ztrans
invfourier	invlaplace	invztrans
$m^T \rightarrow$	$m^{-1} \rightarrow$	$ m \rightarrow$

solve буйруғи.

The screenshot shows the Mathcad interface with the 'solve' function and the 'Symbolic' menu. The 'solve' function is used to solve equations for x. The 'Symbolic' menu contains various options for symbolic manipulation.

Equations shown in the screenshot:

$$a \cdot x^2 + b \cdot x + c \text{ solve, } x \rightarrow \begin{bmatrix} \frac{1}{(2 \cdot a)} \cdot \left[-b + (b^2 - 4 \cdot a \cdot c)^{\left(\frac{1}{2}\right)} \right] \\ \frac{1}{(2 \cdot a)} \cdot \left[-b - (b^2 - 4 \cdot a \cdot c)^{\left(\frac{1}{2}\right)} \right] \end{bmatrix}$$

$$2 \cdot x^2 + 4 \cdot x - 6 \text{ solve, } x \rightarrow \begin{pmatrix} -3 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$x^4 + 9 \cdot x^3 + 31 \cdot x^2 + 59 \cdot x + 60 \text{ solve, } x \rightarrow \begin{pmatrix} -4 \\ -3 \\ -1 + 2 \cdot i \\ -1 - 2 \cdot i \end{pmatrix}$$

$$(x + 4) \cdot (x + 3) \cdot (x^2 + 5 \cdot x - 6) \text{ solve, } x \rightarrow \begin{pmatrix} -4 \\ -3 \\ -6 \\ 1 \end{pmatrix}$$

The 'Symbolic' menu options are:

→	▪→	Modifiers
float	complex	assume
solve	simplify	substitute
factor	expand	coeffs
collect	series	parfrac
fourier	laplace	ztrans
invfourier	invlaplace	invztrans
m ^T →	m ⁻¹ →	m →

Биттадан кўп калит сўзини ишлатиш.

Баъзи ҳолларда ифодада бир неча симболи ҳисоблаш амалини ишлатишга тўғри келади. Бунинг икки усули мавжуд бўлиб, ҳар бир амалдан сўнг натижани кўришингизга боғлиқ бўлади.

Бир неча калит сўзларни ишлатиш ва ҳар бирининг натижасини кўриш.

1. Сиз қийматини ҳисобламоқчи бўлган ифодани киритинг.

2. Symbolic дастгоҳлар панелидан тугмани босинг. Mathcad чап томонида ифода ёзилган " → " ни экранга чиқаради.

3. Тўлдирувчининг чап томонига биринчи калит сўзни киритинг ва вергулдан кейин калит сўзи учун ишлатилиши мумкин бўлган ҳар қандай амални киритинг.

4. Натижани кўриш учун **Enter** тугмасини босинг.

Функцияни Маклорен қаторига ёйиш.

$f(x)$ функцияни x ўзгарувчи бўйича қаторга ёйишга мисол келтирамиз:

$$f(x) = \frac{1}{2} \ln \frac{1+x}{1-x}, \quad x \in (-1, 1)$$

Қуйидагилар тушунарли.

$$f(x) = \frac{1}{2} \left[\underbrace{\ln(1+x)}_{f_1(x)} - \underbrace{\ln(1-x)}_{f_2(x)} \right] = \frac{1}{2} [f_1(x) - f_2(x)], \quad x \in (-1, 1)$$

ва

$$\left\{ \begin{array}{l} f_1'(x) = \frac{1}{1+x} \\ f_1''(x) = -\frac{1}{(1+x)^2} \\ f_1'''(x) = \frac{2}{(1+x)^3} \\ f_1^{(4)}(x) = -\frac{6}{(1+x)^4} \end{array} \right. , \quad \left\{ \begin{array}{l} f_2'(x) = -\frac{1}{1-x} \\ f_2''(x) = -\frac{1}{(1-x)^2} \\ f_2'''(x) = -\frac{2}{(1-x)^3} \\ f_2^{(4)}(x) = -\frac{6}{(1-x)^4} \end{array} \right.$$

Энди $f_1(x)$ ва $f_2(x)$ функцияларни Маклорен қаторига ёямиз.

$$\frac{1}{2} \ln \left(\frac{1+\delta}{1-\delta} \right) \text{series, 11} \rightarrow x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} + \frac{x^9}{9} + \frac{x^{11}}{11}$$

Функциянинг лимитини ҳисоблаш Тейлор қаторидан фойдаланишга мисол келтирамиз: $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\tan x - \sin x}{x^3}$ лимитни ҳисобланг⁹.

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\tan(x) - \sin(x)}{x^3} \rightarrow \frac{1}{2}$$

2.2. Maple компьютерли математик тизими. Сонлар ва арифметик амаллар. Математик ифодаларни шаклини алмаштириш.

Асосий математик ўзгармаслар ва арифметик амаллар.

Асосий математик ўзгармаслар қуйидагилардир: Pi- бу π сони, i-мавҳум бирлик i, infinity - ∞ , Gamma –Эйлер ўзгармаси, false-ёлғон, true-рост. Арифметик амаллар белгилари: +-қўшиш, -айириш, *-кўпайтириш, /-бўлиш, ^-даражага кўтариш, !-факториал. Солиштириш белгилари: <,>,>=,<=,<>,>= (кичик, катта, катта ва тенг, кичик ва тенг, тенг эмас, тенг)[4,7].

Бутун, рационал ва комплекс сонлар.

Mapleда сонлар табиий равишда математикадаги каби бутун (integer), рационал, ҳақиқий (real) ва комплекс (complex) бўлиши мумкин. Уларнинг маънолари бир хил, фақат ёзилиш қодаларига аниқ итоат қилиш керак. Рационал сонлар уч хил кўринишда тасвирланади: 1) оддий каср кўринишидаги рационал сон, масалан, 28/70; 2) ўнли каср кўринишидаги (float) рационал сон: 2.3457; 3) даража кўринишидаги рационал сон, масалан, $1,602 * 10^{-19}$ сон $1.602 * 10^{(-19)}$ кўринишда ёзилади.

Рационал сонни тақрибий ўнли каср кўринишда олиш учун бирор бутун сонни ўнли нуқта билан нол сонини қўшиб ёзиш керак.

Шартли келишув: Mapleда жавоб, юқорида кўрганимиздек, буйруқдан кейинги сатрда кўрсатилади. Маълумотларни киритиш учун тизимда қизил рангда [> белги ишлатилади [4,7]. Контекстли менюдан фойдаланилганда иш саҳифасида барча буйруқлар ойнада кўрсатилади.

$$[>x^2+7x+10$$

⁹ George A. Anastassiou and Iuliana F. Iatan. Intelligent Routines. Solving Mathematical Analysis with Matlab, Mathcad, Mathematica and Maple. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013- 592p


```
[ > solve( { x^2 + 7*x + 10 = 0 } )
(x = -2), (x = -5)
```

Хужжат ва иш саҳифаси

Фойдаланувчи танлаган режим асосида ҳисоблаш натижаларини кўрсатиш ёки яшириш имконияти мавжуд. Бунинг учун **Format** менюсидан **Format** → **Create Document Block** танлаш ёки буйруқларни **Insert** менюсидан **Insert** → **Execution Group** → **Before / After Cursor** орқали яшириш мумкин.

Компакт ёзиш учун жавобни биз буйруқ ёнида `\|` белгидан кейин кўрсатамиз, масалан, `>a+b; \| a+b.`

Буйруқ сатри	<code>>1.2+3.4;</code>
Жавоб сатри	3.6
Буйруқ сатри	<code>>sin(Pi/6);</code>
Жавоб сатри	1/2
Келишувга асосан	<code>>sin(Pi/6.0); \ 0.500000000</code>

Marple да грек алфавитидан ҳам фойдаланиш мумкин. Бунинг учун сатрда грек ҳарфининг номи ёзилади, катта ҳарфларни ёзиш учун грек ҳарфининг номида бош ҳарф катта қилиб ёзилиши керак. Масалан,

α -alfa	β -бета	γ -гамма	δ -делта
ε -эпсилон	ζ -зета	η -ета	θ -тета
ι -ита	κ -каппа	Λ -Каппа	λ -ламбда
μ -му	ν -ну	ξ -хи	\omicron -омикрон
π -пи	ρ -рхо	Σ -Сигма	σ -сигма
τ -тау	υ -уосилон	ϕ -фи	χ -чи
ψ -пси	ω -омега	Γ -Гамма	Ω -Омега

Грек ҳарфларини ёзиш учун экранда махсус меню мавжуд.

Буйруқларнинг кўриниши ва уларни бажартириш усуллари.

Marpleда буйруқлар номли ва номсиз бўлади. Номли буйруқ қуйидагича бўлади: `>command(p1,p2,...)`; ёки `>command(p1,p2,...):` , яъни буйруқ номдан ва қавслар ичида параметрлардан иборат ва икки нуқта ёки нуқта вергул билан тугалланади. Буйруқ арифметик ифода бўлсагина унинг махсус номи бўлмайди. Агар буйруқ нуқта вергул (;) билан тугалланса, унинг натижаси экранга чиқарилади, икки нуқта (:) билан тугалланса, буйруқ бажарилади натижаси экранга чиқарилмайди.

Буйруқлар икки хил усул билан бажартирилиши мумкин:

1-усул-тўғри усул. Буйруқ терилади; ёки : ёзилади ва Enter босилади.

2-усул-смарт усул. Ифода терилади ва ; қўйилиб Enter босилади, жавоб устида сичқонча ўнг тугмаси босилиб ифода контекст менюсидан керакли буйруқ танланади.

Процент % симболи олдинги буйруқ натижасини чақириш учун ишлатилади ва буйруқлар ёзишни қисқартириш учун ишлатилади, масалан,

`>1+2:`

>%+3;

\\ 6

Ўзгарувчига қиймат бериш учун := ишлатилади.

Maple ишга тушгач оператив хотирада унинг бирорта ҳам буйруғи бўлмайди, улар ишлаш давомида оператив хотирага чақириладилар. Буйруқлар оператив хотирага чақирилишига қараб уч турга бўлинади: 1) Maple ишга тушгач автоматик равишда ишга тушириладиганлар; 2) readlib(command) буйруғи орқали чақириладиганлар; 3) махсус пакетлар (paskare) дан чақирилувчи буйруқлар. Paskare пакетга тегишли барча буйруқларни чақириш >with(paskare) буйруғи ёрдамида, пакетга тегишли бирор command дани чақириш эса > paskare [комманд](options) буйруғи ёрдамида амалга оширилади, бу ерда ва бундан кейин options сўзи буйруқнинг параметларини билдиради. Пакетларга мисол сифатида linalg-чизикли алгебра масалаларини ечиш, geometri-планиметрия масалаларини ечиш, geom3d-стереометрия масалаларини ечиш, студент-студентларга масалаларни интерактив (мулоқат) тарзида аналитик кўринишда қадам-бақаддам оралик натижаларни намоиш қилган ҳолда ечиш имкониятларини берувчи пакетларни келтириш мумкин¹⁰.

Стандарт функциялар.

Maple да стандарт функцияларнинг айримларини рўйхатини келтирамыз:

	функция	Maple да	N	Функция	Maple да
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	$\delta(x)$ -дирак функцияси	Dirac(x)
11	secx	sec(x)	22	$\theta(x)$ -Хевисайд функцияси	Heaviside(x)

Maple га жуда катта миқдорда махсус функциялар ҳам киритилган. Улар Bessel, Eulersning beta-, gamma- функциялари, хатоликлар интегралли, эллиптик интеграллар, ҳар хил ортогонал кўпхадлар ва ҳоказо. Эйлер сони $e=2.718281828\dots$ exp(x) орқали куйидагича ҳисобланади: exp(1).

¹⁰ Maple User Manual. Maplesoft, Waterloo Maple Inc. 2012.-458p.

Математик ифодаларни шаклини алмаштириш.

Айрим кўп учрайдиган буйруқлар ва уларга доир мисоллар келтирамиз, яъни буйруқлар ва уларга доир мисоллар келтирамиз.

№	Буйруқ	Маъноси	Параметрланинг маъноси
1	expand(eq)	Қавсларни очиб ёйиш	eq-ифода
2	factor(eq)	Кўпхадни кўпайтувчиларга ажратиш	
3	normal(eq)	Касрни нормал кўринишга келтириш	
4	collect(eq, var)	Ўхшаш ҳадларни ихчамлаш	var-ўзгарувчи
5	simplify(eq, {option})	Ифодаларни соддалаштириш	option-параметр
6	combine(eq, param)	Даражаларни бирлаштириш ёки тригонометрик ифодаларни даражаларини пасайтириш	param=trig, param=power,
7	radnormal(eq)	Илдиз даражали ифодаларни соддалаштириш	
8	convert(eq,param)	Ифода param типли ифодага алмаштирилади	param- tip parametr param=sincos, param=tan, param=vector, param=string, param=termin
9	subs(g(x)=t, f)	f(x) да g(x)=t деб ўзгарувчини алмаштириш	

Символли ҳисоблаш буйруқлари.

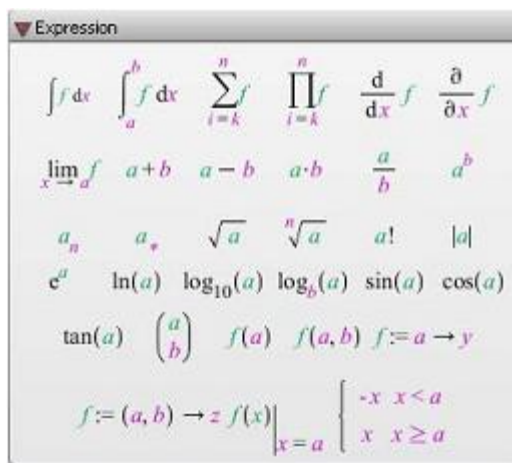
Maple буйруқлари билан ишлаш учун дастлаб буйруқ ёзилади, қавс ичида эса параметрлар ёзилади. Масалан, кўпайтувчиларга ажратиш:

$$\text{factor}(x^2 + 2x + 1) \quad (x + 1)^2$$

ҳосила ҳисоблаш: $\text{diff}(\sin(x), x) \quad \cos(x)$

Палитралар

Қуйидаги расмда математик амал белгилари кўрсатилган. Фойдаланувчи уларни курсор кўрсаткичи билан танлаб, ишлатиши мумкин:



Масалан интегрални ҳисоблаш учун $\int_a^b f dx$ белгини танлаш лозим. Шундан сўнг иш саҳифада $\int_a^b f dx$ ёзуви тасвирланиб, ўзгарувчилар навбат билан ўзгартирилади¹¹.

Сонлар устида баъзи бир амаллар.

Maple да сонлардан янги сонлар ҳосил қиладиган амаллар мавжуд.

Ҳақиқий сонлар устида қуйидаги амаллар мавжуд:

- `frac(expr)`- `expr` ифоданинг каср қисмини ҳисоблаш;
- `trunc(expr)`- `expr` ифоданинг бутун қисмини ҳисоблаш;
- `round(expr)`- `expr` ифодани яхлитлаш.

Комплекс сонлар $z=x+iy$ устида қуйидаги амаллар мавжуд:

- `Re(z)`- z – сонининг ҳақиқий қисмини ҳисоблаш;
- `Im(z)`- z – сонининг мавҳум қисмини ҳисоблаш;
- `conjugate(z)`- z – сонининг қўшмаси ҳисоблаш;
- `polar(z)`- z – сонининг тригонометрик кўринишини ҳисоблаш;
- `evalf(Re(z))`, `evalf(Im(z))`, `-z` – соннинг ҳақиқий ва мавҳум қисмини ҳисоблаш.

Maple да функцияларни аниқлаш.

Функциялар Maple да 4 хил усулда берилади: 1) `:=` киймат бериш оператори ёрдамида; 2) `f:=(x1,x2,...)` - `>f(x1,x2,...)` функционал оператор ёрдамида;

3) `unapply(expr,x1,x2,...)` буйруғи ёрдамида; 4) `piecewise(s1,f1,s2,f2,...)` буйруғи ёрдамида.

Мисоллар.1.

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

`>x:=pi; \ \ x:=\frac{\pi}{4}`

`>f; \ \ \sqrt{2}`

Maple да барча ҳисоблашлар символли кўринишда олиб борилади, яъни натижада илдизлар, иррационал константалар e, π ва ҳоказолар иштирок этади.

¹¹ Maple User Manual. Maplesoft, Waterloo Maple Inc. 2012.-458p.

Натижани ўнли кўринишда олиш учун evalf(f, ε) буйруғи ишлатилади, бу ерда f-қиймати ҳисобланаётган ифода, ε-аниқлик.

Мисоллар.2. $f = xe^{-t}$ ифодани $x=2$, $t=1$ даги қиймати қуйидагича ҳисобланади:

```
>f:=x*exp(-t);
>evalf(f,0.0000000001); \0.735788824
```

```
Мисол 3. >f:=(x,y)->sin(x+y); \f:=sin\(x+y\)
>f(π/2,0); \1
```

```
Мисол 3. >f:=unapply(x^2+y^2,x,y); \f := \(x, y\)-> x^2 + y^2
>f(7,5); \74
```

Мисол 4. Maple да

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

каби функциялар қуйидаги буйруқ орқали берилади:

```
>piecewise(x<a1,f1,a1<x<a2,f2,...,x>an,f2);
```

Масалан,

$$f(x) = \begin{cases} 0, x < 0 \\ x, 0 \leq -x \text{ and } x - 1 < 0 \\ \sin(x), x \geq 1 \end{cases}$$

Функция қуйидагича берилади:

```
>f:=piecewise(x<0,0,0<=x and x<1,x, x>=1, sin(x));
```

Maple тизимида математик анализ масалаларини ечиш

Maple да лимит, ҳосила, интеграл ва яна баъзи амалларни бажариш учун икки хил команда мавжуд: бирида команда дарҳол бажарилади ва экранга натижа чиқарилади, иккинчисида эса амал бажарилмайди ва экранга команданинг ўзи чиқарилади, бу Maple ёрдамида ўқувчига ўқиши учун қулай ҳужжат яратиш имкониятини беради ва уни бажарилиши кечиктирилган команда ёки inert команда дейилади. Иккала команда бир хил ёзилади, фақатгина inert команда бош ҳарф билан ёзилади.

Амал номи	Дарҳол бажариладиган команда	Бажарилиши кечиктирилган команда	Математик маъноси
лимит	limit(f(x), x=a, par)	Limit(f(x), x=a, par)	$\lim_{x \rightarrow a} f(x)$
ҳосила	diff(f(x),x)	Diff(f(x),x)	$\frac{df(x)}{dx}$
интеграл	int(f(x), x)	Int(f(x), x)	$\int f(x)dx$
аниқ интеграл	int(f(x), x=a..b)	Int(f(x), x=a..b)	$\int_a^b f(x)dx$

Лимитларни ҳисоблаш.

$\text{limit}(f(x), x=a, \text{par})$ командасида табиий равишда қуйидаги параметрлар мавжуд: left-чап limit, right-ўнг лимит, real- ўзгарувчи ҳақиқий, complex-ўзгарувчи комплекс.

Мисоллар.

$$1. > \text{Limit}(\sin(2*x)/x, x=0); \quad \backslash \backslash \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 2x}{x}$$

$$> \text{limit}(\sin(2*x)/x, x=0); \quad \backslash \backslash 2$$

$$> \text{Limit}(\sin(2*x)/x, x=0) = \text{limit}(\sin(2*x)/x, x=0); \quad \backslash \backslash \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin 2x}{x} = 2.$$

Охирги ёзувнинг қулайлиги кўриниб турибди.

$$> \text{Limit}(x*(\text{Pi}/2 + \arctan(x)), x=-\text{infinity}) = \text{limit}(x*(\text{Pi}/2 + \arctan(x)),$$

$$x=-\text{infinity}); \quad \backslash \backslash \lim_{x \rightarrow -\infty} x \left(\frac{\pi}{2} + \arctan(x) \right) = -1.$$

$$3. > \text{Limit}(1/(1+\exp(1/x)), x=0, \text{left}) = \text{limit}(1/(1+\exp(1/x)), x=0, \text{left});$$

$$\backslash \backslash \lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{1}{1+e^{1/x}} = 1$$

$$> \text{Limit}(1/(1+\exp(1/x)), x=0, \text{right}) = \text{limit}(1/(1+\exp(1/x)), x=0, \text{right});$$

$$\backslash \backslash \lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{1+e^{1/x}} = 0$$

Ҳосилани ҳисоблаш

Мисоллар.

$$> \text{Diff}(\sin(x^2), x) = \text{diff}(\sin(x^2), x); \quad \backslash \backslash \frac{\partial}{\partial x} \sin(x^2) = 2 \cos(x^2) x$$

$$> \text{Diff}(\cos(2*x)^2, x) = \text{diff}(\cos(2*x)^2, x);$$

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

$$> \text{simplify}(\%); \quad \backslash \backslash \frac{\partial^4}{\partial x^4} \cos(2x)^2 = 256 \cos(2x)^2 - 128$$

$$> \text{combine}(\%); \quad \backslash \backslash \frac{\partial^4}{\partial x^4} \cos(2x)^2 = 128 \cos(4x)$$

Дифференциал оператор D(f)

Maple да дифференциал оператор ҳам мавжуд: $D(f)$, бу ерда f - аргументи кўрсатилмаган функция. Масалан,

$$> D(\sin); \quad \backslash \backslash \cos$$

$$> D(\sin)(\text{Pi}); \quad \text{eval}(\%); \quad \backslash \backslash -1$$

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

$$> D(f); \quad \backslash \backslash x \rightarrow 2 \frac{1}{x} + 3e^{(3x)}$$

Интеграллаш

Мисоллар.1.

$$> \text{Int}((1+\cos(x))^2, x=0..\text{Pi}) = \text{int}((1+\cos(x))^2, x=0..\text{Pi}); \quad \backslash \backslash$$

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

int(f, x, continuous)-команда интеграллаш соҳасидаги узилиш нуқталарини ҳисобга олмайди.

Агар $x=0..+\infty$ бўлса, хос булмаган интеграллар ҳисобланади.

Интегрални сонли ҳисоблаш учун evalf(int(f, x=x1..x2), e) – е-аниқлик, команда ишлатилади¹².

$$2. I(a) = \int_0^{+\infty} e^{-ax} dx = ?, a > 0 (a < 0, I(a) \rightarrow \infty).$$

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

Definite integration: Can't determine if the integral is convergent. Need to know the sign of --> a .Will now try indefinite integration and then take limits.

$$\int_0^{+\infty} e^{-ax} dx = \lim_{x \rightarrow \infty} -\frac{e^{-ax} - 1}{a}$$

> assume(a>0);

> Int(exp(-a*x), x=0..+infinity) = int(exp(-a*x), x=0..+infinity); $\int_0^{+\infty} e^{-ax} dx = \frac{1}{a}$

Интеграллаш усулларини ўргатиш.

Maple да интеграллаш усулларини ўргатадиган student махсус пакет мавжуд, унинг ёрдамида усулнинг ҳар бир қадами интерактив ҳолда намойиш этилади. Бундай усулларга бўлаклаб интеграллаш inparts ва ўзгарувчини алмаштириш усуллари changevar киради:

inparts(Int(f, x), u) ва changevar(h(x)=t, Int(f, x), t). Охирги натижа

value(%) командаси билан ҳосил қилинади. student пакетига мурожаат албатта with(student) командаси билан амалга оширилади. Бир неча мисол кўраимиз.

Функцияни текшириш.

iscont(f, x=x1..x2), discont(f, x), singular(f, x)

Функцияни текширишда, аввало, унинг аниқланиш соҳасини топиш керак. Сўнг узлуксизлик соҳасини топиш керак.

Функциянинг узлуксизлиги ва узилиш нуқталари.

Қуйидаги командалар мавжуд:

iscont(f, x=x1..x2)- функция [x1..x2] кесмада узлуксизлигини текширади, жавоб- true (ха) , false (йўқ) кўринишда чиқади, жумладан, $x=-\infty..+\infty$, яъни бутун сонлар ўқида текширилади.

discont(f, x) – функциянинг 1- ва 2-тур узилиш нуқталарини аниқлаш,
singular(f, x) - функциянинг 2-тур узилиш нуқталарини аниқлаш.

Бу командалар стандарт библиотекадан readlib(name), бу ерда name-шу командалардан бирининг номи, командаси орқали чақирилади. Бу ҳолда ечимлар тўплам (set) кўринишда чиқади, оддий тенгсизликлар ёрдамида жавоб олиш учун convert командаси ёрдамида шакл ўзгартириш керак.

¹² George A. Anastassiou and Iuliana F. Iatan. Intelligent Routines. Solving Mathematical Analysis with Matlab, Mathcad, Mathematica and Maple. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013- 592p.

2.3. Экстремумлар. Функциянинг энг катта ва энг кичик қийматлари.

$\text{extrema}(f, \{ \text{cond} \}, x, 's')$ - $f(x)$ - экстремумда текширилаётган функция, $\{ \text{cond} \}$ -ўзгарувчига қўйилган, x -ўзгарувчи, $'s'$ -экстремал нукталарни қабул қиладиган ўзгарувчи. Агар $\{ \}$ бўлса экстремум бутун сонлар ўқида қидирилади.

> readlib(extrema):

> $\text{extrema}(\arctan(x) - \ln(1+x^2)/2, \{ \}, x, 'x0'); x0; \quad \parallel \left\{ \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} \ln(2) \right\}$ (экстремал

қиймат)

$\{ x = 1 \}$ (экстремал нукта)

Афсуски, бу нуктадаги қиймат максимум ёки минимумми бу ерда аниқ эмас.

Бунинг учун иккита $\text{maximize}(f, x, x=x1..x2)$, $\text{minimize}(f, x, x=x1..x2)$ командалари ишлатилади. Агар ўзгарувчидан кейин, $'infinity'$ ёки $x=-infinity..+infinity$ деб берилса масала бутун сонлар ўқида ечилади. Мисол,

> $\text{maximize}(\exp(-x^2), \{ x \}); \parallel 1$

Бу командаларнинг камчилиги шундаки, улар экстремал нуктада функция қийматини беради, унинг характери (max ёки min) ни бермайди. Шунинг учун экстремумнинг характери (max ёки min), экстремал нукталарни олиш учун, аввало,

> $\text{extrema}(f, \{ \}, x, 's'); s;$

Командасини бериш керак ва шундан кейингина $\text{maximize}(f, x)$; $\text{minimize}(f, x)$ командаларни бериш керак. Топилган нуктада max ёки min эканлигини билиш учун мос равишда $f''(x_0) < 0$ (max) ёки $f''(x_0) > 0$ (min) шартни текшириш керак.

Агар maximize ва minimize командаларида location опциясини берсак ҳам экстремал нукта ҳам функция қиймати чиқади:

> $\text{minimize}(x^4 - x^2, x, \text{location}); \parallel \frac{-1}{4}, \left\{ f\left(x = -\frac{\sqrt{2}}{2}\right), \frac{-1}{4}, f\left(x = \frac{\sqrt{2}}{2}\right), \frac{-1}{4} \right\}$

Функцияни умумий ҳолда текшириш

1. Аниқланиш соҳаси. Аниқланиш соҳаси функция узлуксизликка текширилгач аниқланади.

2. Функция узлуксизлиги ва узилиш нукталари қуйидагича текширилади:

> $\text{iscont}(f, x=-infinity..infinity);$

> $d1:=\text{discont}(f, x); \parallel$ 1-тур узилиш нуктаси

> $d2:=\text{singular}(f, x); \parallel$ 2-тур узилиш нуктаси

3. Асимптоталар. Чексиз узилиш нукталарининг абсиссалари вертикал ассимптотани беради, демак вертикал ассимптота қуйидагича топилади:

> $yr:=d2;$

Оғма ассимптоталар функцияни чексизликдаги характери беради. Оғма ассимптоталар $y = kx + b, k = \lim_{x \rightarrow \infty} (f(x)/x), b = \lim_{x \rightarrow \infty} (f(x) - kx)$ кўринишда топилади.

Қарама-қарши $(-\infty)$ учдаги ассимптоталар $x \rightarrow \infty$ деб ҳосил қилинади:

> $k1:=\text{limit}(f(x)/x, x=+infinity);$

```

> b1:=limit(f(x)-k1*x, x=+infinity);
> k2:=limit(f(x)/x, x=-infinity);
> b2:=limit(f(x)-k2*x, x=-infinity);

```

Ундан сўнг ассимптоталар

```

> уn:=k1*x+b1;

```

деб ҳосил қилинади.

4. Экстремумлар. Улар қуйидаги схема бўйича текширилади:

```

> extrema(f(x), {}, x, 's');
> s;
> fmax:=maximize(f(x), x);
> fmin:=minimize(f(x), x);

```

Дифференциал тенгламаларни умумий ечимини топиш. ОДТ учун Коши ва аралаш масалаларни ечиш.

Maple да ОДТ ни аналитик усулда ечиш учун `dsolve(eq,var,options)` командаси ишлатилади, бу ерда `eq`-тенглама, `var`-номаълум функция, `options`-параметрлар. Параметрлар ОДТ ни ечиш усулини кўрсатиши мумкин, масалан, сукут сақлаш принципага, асосан, аналитик ечим олиш учун `type=exact` параметри берилади. ОДТ да ҳосилани бериш учун `diff` командаси ишлатилади. Масалан, $y'' + y = x$ тенгламаси `diff(y(x),x$2)+y(x)=x` кўринишда ёзилади. ОДТ нинг умумий ечими ўзгармас сонларни ўз ичига олади, масалан, юқоридаги тенглама иккита ўзгармасни ўз ичига олади. Ўзгармаслар Maple да `_C1`, `_C2` кўринишда белгиланади.

Маълумки, чизиқли ОДТ бир жинсли (ўнг томон 0) ва бир жинсли бўлмаган (ўнг томон 0 эмас) кўринишда бўлади. Бир жинсли бўлмаган тенглама ечими мос бир жинсли тенгламанинг умумий ечими ва бир жинсли бўлмаган тенгламанинг хусусий ечимлари йиғиндисидан иборат бўлади. Maple да ОДТ нинг ечими ана шундай кўринишда чиқарилади, яъни ўзгармасларни ўз ичига олган қисм бир жинсли тенгламанинг умумий ечими бўлади, ва ўзгармас сон иштирок этмаган қисми бир жинсли бўлмаган тенгламанинг хусусий ечими бўлади.

`dsolve` командаси берган ечим ҳисобланмайдиган форматда берилади. Ечим билан келажакда ишлаш учун, масалан график чизиш учун, унинг ўнг томонини `rhs(%)` команда билан ажратиш керак.

Мисоллар. 1. $y' + y \cos x = \sin x \cos x$ тенглама ечилсин.

```

> restart;
> de:=diff(y(x),x)+y(x)*cos(x)=sin(x)*cos(x);\
de := (  $\frac{\partial}{\partial x} y(x)$  ) + y(x)cos(x) = sin(x)*cos(x)
> dsolve(de,y(x)); \ y(x) = sin(x)-1+e(-sin(x)) _C1.

```

Яъни тенгламанинг ечими математик тилда ушбу кўринишга эга:

$$y(x) = C_1 e^{(-\sin(x))} + \sin(x) - 1.$$

2. $y'' - 2y' + y = \sin x + e^{-x}$ тенгламанинг умумий ечими топилсин.

```

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

```

```

deq := (∂2/∂x2 y(x)) - 2(∂/∂x y(x)) + y(x) = sin(x) + e(-x)
\|
> dsolve(deq,y(x)); \| y(x) = _C1ex + _C2ex + 1/2 cos(x) + 1/4 e(-x)

```

3. $y'' + k^2 y = \sin(qx)$ тенгламанинг умумий ечими $q = k, q \neq k$ ҳоллар учун топилсин.

```

> restart; de:=diff(y(x),x$2)+k^2*y(x)=sin(q*x);\|
de := (∂2/∂x2 y(x)) + k2 y(x) = sin(qx)
> dsolve(deq,y(x));\|
y(x) = 1/k (-1/2 cos(k+q)x / (k+q) + 1/2 cos(k-q)x / (k-q)) sin(kx) -
1/k (1/2 sin(k-q)x / (k-q) - 1/2 sin(k+q)x / (k+q)) cos(kx) + _C1 sin(kx) + _C2 cos(kx)
Резонанс ҳолатдаги ечим (q=k) ни топамиз:
> q:=k: dsolve(de,y(x)); \|
y(x) = -1/2 cos(kx)2 sin(kx) / k - 1/k (-1/2 cos(kx) sin(kx) + 1/2 kx cos(kx)) + _C1 sin(kx) + _C2 cos(kx)

```

2.4. MATLAB тизими. Дифференциал тенгламаларни умумий ечимини топиш. ОДТ учун Коши ва аралаш масалаларни ечиш. Икки ва уч ўлчовли графика. Анимация.

Юқорида таъкидланганидек, MATLAB дастурини калькулятор сифатида арифметик ҳисоблашлар учун ҳам ишлатса бўлади. Бунда сиз + белгиси ёрдамида кўшиш, - айириш, * кўпайтириш, / бўлиш ва ^ белгиси билан даражага кўтариш мумкин. Масалан,

```

>> 3^2 - (5+4)/2 + 6*3
ans = 22.5000

```

MATLAB натижани ans ўзгарувчининг қиймати сифатида чиқаради. Мазкур қийматни келгусида ишлатиш мумкин. Масалан олинган натижа квадратига унинг квадрат илдизини кўшиш мумкин:

```

>> ans^2 + sqrt(ans)
ans = 510.9934

```

Эътибор берган бўлсангиз, тизим ҳар бир ҳисоблашда ўзгарувчига янги қиймат беради. Мураккаброқ мисол бажариш учун, ҳисобланган натижани бошқа ўзгарувчига бериш мумкин:

```

>> u = cos(10)
u = -0.8391
v = -0.5440
>> u^2 + v^2
ans = 1

```

Шуни айтиш жоизки, MATLAB дастурида тригонометрик функцияларнинг қиймати градусдамас, радианда ишлатилади. Тизимда арифметика сузувчи

вергулли иккилик аниқликда тахминан 15 белги аниқлигида ҳисобланади. Аммо экранда 5та белги чиқарилади.

MATLAB тизимида математик анализ масалаларини ечиш билан шуғулланамиз. Дастлаб тизимнинг ички элементар функциялари билан танишамиз/ Ушбу функциялар аргументларининг қийматлари нафақат скляр, балки массив бўлиши ҳам мумкин¹³.

$$\text{pi} = 4 * \text{atan}(1) = \text{imag}(\log(-1)) = 3.1415926535897..;$$

$\text{abs}(X)$ – абсолют қиймат: $a+bi$ комплекс сон учун бу $\sqrt{a^2 + b^2}$ га тенг, масалан

$$/ \text{abs}(3-4i) = 5, \text{abs}(-13) = 13;$$

$\text{angle}(X)$ – комплекс соннинг аргументи ($[-\pi, \pi]$ кесмада): $X = a+bi$ комплекс сон $r \cdot e^{i\phi}$ бўлиб, бунда $a = r \cos\phi$, $b = r \sin\phi$:

$$\gg \text{angle}(3+4i) \text{ ans} = 0.9273; \gg \text{angle}(1) \text{ ans} = 0;$$

$$\gg \text{angle}(4+3i) \text{ ans} = 0.6435;$$

$\text{real}(X)$, $\text{imag}(X)$ – соннинг ҳақиқий ва мавҳум қисми;

$\text{conj}(X)$ – комплекс кўшма сон:

$$\gg \text{conj}(2+3i) \text{ ans} = 2.0000 - 3.0000i;$$

$\text{ceil}(X)$, $\text{fix}(X)$, $\text{floor}(X)$, $\text{round}(X)$ - яхлитлаш (яқин сонгача). Иш соҳасини тозалаш учун `clear` ёки қисман - `clear <номлар рўйхати>`

$\text{mod}(X, Y)$ - X ни Y га бўлгандаги қолдиқ;

$\text{sign}(X)$ – соннинг ишораси (комплекс сон учун $X / |X|$);

$\text{gcd}(m, n)$ – бутун сон учун энг катта умумий бўлувчи; агар $[g, c, d] = \text{gcd}(m, n)$, оператор ишлатилса, у ҳолда кўрсатилган бўлувчи ва кўпайтувчи $c, d : g = m * c + n * d$:

Мисол:

$$\gg f = \text{gcd}(18, 27) \text{ f} = 9$$

$$\gg [g, c, d] = \text{gcd}(18, 27) \text{ g} = 9 \text{ c} = -1 \text{ d} = 1;$$

$$\gg \text{rats}(12.546) \text{ ans} = 2045/163;$$

$\text{sqrt}(X)$ – квадрат илдиз:

$$\gg \text{sqrt}(5) \text{ ans} = 2.2361$$

$$\gg \text{sqrt}(3+4i) \text{ ans} = 2.0000 + 1.0000i;$$

$\text{exp}(X)$ – экспонента e^x ($e^{x+iy} = e^x(\cos y + i \sin y)$):

$$\gg \text{exp}(1) \text{ ans} = 2.7183$$

$$\gg \text{exp}(2+i) \text{ ans} = 3.9923 + 6.2177i;$$

$\text{pow2}(X)$ – иккилик экспонента 2^x ;

$\text{log}(X)$ – натурал логарифм;

$\text{log2}(X)$, $\text{log10}(X)$ – 2асосга кўра логарифм ва 10 асосга кўра логарифм;

$\text{sin}(X)$ $\text{cos}(X)$ $\text{tan}(X)$ $\text{cot}(X)$ $\text{csc}(X)$ $\text{sec}(X)$ – тригонометрик функциялар (синус, косинус, тангенс, котангенс, косеканс, секанс):

$$\text{sin}(x+iy) = \text{sin}(x) \text{ch}(y) + i \text{cos}(x) \text{sh}(y); \text{cos}(x+iy) = \text{cos}(x) \text{ch}(y) - i \text{sin}(x) \text{sh}(y),$$

$$\text{tg}(X) = \text{sin}(X) / \text{cos}(X); \text{ctg}(X) = \text{cos}(X) / \text{sin}(X);$$

$$\text{cosec}(X) = 1 / \text{sin}(X); \text{sec}(X) = 1 / \text{cos}(X);$$

¹³ Brain R.Hunt, Ronald I.Lipsman, Jonatahan M.Rosenberg. A Gulde to MATLAB for Beginners and Experienced Users. Cambridge University Press.2008.

George A. Anastassiou and Iuliana F. Iatan. Intelligent Routines. Solving Mathematical Analysis with Matlab, Mathcad, Mathematica and Maple. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013- 592p.

» $\sin(\pi/2)$ ans = 1 ; » $\sin(3+4i)$ ans = 3.8537 -27.0168i ;
asin(X) acos(X) atan(X) acot(X) acsc(X) asech(X) – тескари тригонометрик функциялар (arcsinus, arkkosinus ва бошқалар.):

» $\text{asin}(1/\sqrt{2})$ ans = 0.7854 ; » $\text{asin}(3+4i)$ ans = 0.6340 + 2.3055i ;
sinh(X) cosh(X) tanh(X) coth(X) csch(X) sech(X) – гиперболик функциялар (sinus, kosinus, tangens, kotangens, kosekans, sekans): $\text{sh}(X)=(e^x-e^{-x})/2$, $\text{ch}(X)=(e^x+e^{-x})/2$ ва бошқалар;

asinh(X) acosh(X) atanh(X) acoth(X) acsch(X) asech(X) –тескари гиперболик функциялар:

Matlab да ҳисоблаш натижаси ans ўзгарувчиси орқали чиқарилади
>>1.5+2.9

ans=
4.4000

Қийматни ўзлаштириш мақсадида = белгиси ишлатилади, масалан ,

>>a=3.25*(0.7-3.3/5.1)+2.3^3

a=12.3391

Мисол. Қуйидаги қатор яқинлашувчи эканлигини исботланг.

$$\frac{1}{5} + \frac{1}{45} + \dots + \frac{1}{16n^2 - 8n - 3} + \dots$$

>> syms n

>>symsum(1/(16*n^2-8*n-3),n,1,inf)

ans=1/4

MatLab узун арифметик амаллар иштирок этадиган ифодаларни ёзишда бошқа қаторга кўчириш учун узун арифметик амаллар иштирок этган ифодаларни ёзишда бошқа қаторга кўчириш учун кетма-кет келувчи учта нуқтадан фойдаланилади. Учта нуқта кўйиб, "Enter" босилгандан кейин MatLab навбатдаги киритилиши керак бўлган белгини кутади:

>> x=0.2;

>> y=-3.9;

>> c=sqrt((sin(4/3*pi*x)+exp(0.1*y))/(cos(4/3*pi*x)+exp(0.1*y)))+...

((sin(4/3*pi*x)+exp(0.1*y))/(cos(4/3*pi*x)+exp(0.1*y)))^(1/3)

Лекин масалани соддароқ ечишнинг усули ёрдамчи кўшимча ўзгарувчиларни ишлатиш мақсадга мувофиқ:

>> x=0.2;

>> y=-3.9;

>> a=sin(4/3*pi*x)+exp(0.1*y);

>> b=cos(4/3*pi*x)+exp(0.1*y);

>> c=sqrt(a/b)+(a/b)^(1/3)

c =

2.0451

Бир ўзгарувчили функциянинг минимум қийматини топиш учун қуйидаги функциядан фойдаланамиз:

fmin(name,x0,x1)

Бу ерда name минимуми керак бўлган функция номи, x0 ва x1 минимум изланаётган соҳа чегараси.

Масалан,

$$Y=1./((x-0.3).^2+0.01)+1./((x-0.9).^2+0.04)-6;$$

Функциянинг минимум нуктасини топиш учун қуйидаги буйруқдан фойдаланамиз:

```
x=fmin('humps',0.5,1.0)
```

```
x=
```

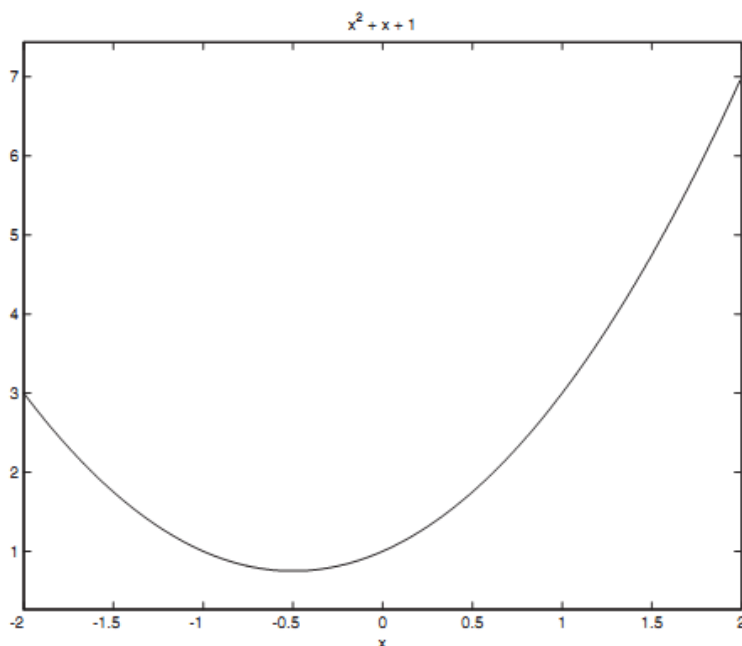
```
0.63701067459059
```

Функциянинг графигини чизиш учун қуйидаги функциядан фойдаланамиз:

x^2+x+1 функция графигини -2 дан 2 интервалда чизиш учун `ezplot` буйруғидан фойдаланамиз.

```
>> ezplot('x^2+x+1',[-2 2])
```

Қуйидаги ойнада ушбу функция графиги тасвирланган.



Фойдаланувчи графикни турли усуллар билан ўзгартириши мумкин. Масалан график номини қуйидагича киритиш мумкин:

```
>>title 'A parabola'
```

Бундай ўзгартиришни тўғридан тўғри график ойнасида амалга ошириш мумкин. Бунинг учун `Edit`⇒`AxesProperties` буйруғи танланади ва `Title(ном)` майдонига янги ном киритилади.

Бир неча ўзгарувчили функциянинг минимумини топиш учун `fmins` функциясидан фойдаланилади.

```
xmin=fmins(name,x0)
```

Бу ерда `name` минимуми изланаётган кўп ўзгарувчили функция номи, `x0`-нинг аргументлари вектори, ундан функциянинг минимумини топиш бошланади. Мисол учун қуйидаги икки ўзгарувчили (0,0) нуктада минимуми мавжуд бўлган функцияни қараймиз:

```
function y=MyFunc2(x)
```

```
y=x(1)^2+x(2)^2;
```

Ушбу код `MatLAB` тизими каталогда `MyFunc2.m` файлида ёзиб қўйилиши шарт.

Бундан сўнг `fmins` функцияни чақириш лозим:

```
xmin=fmins('MyFunc2',[1,1]);
```


Бу функция минимум нукта координаталари бўлган x_{\min} векторни топади:

```
xmin(1)
ans=
-2.102352926236483e-005
xmin(2)
ans=
2.548456493279544e-005
```

Топилган ҳар иккала қиймат нолга яқин ва ечим тўғри топилмоқда.

MatLAB да интеграллаш амали қуйидагича бажарилади:

```
>> int('x^2','x')
ans=
1/3*x^3
```

Худди шунга ўхшаш дифференциаллаш амали `diff` қуйидагича бажарилади:

```
>> diff(x^3)
ans=
3*x^2
```

Аниқ интеграл эса қуйидагича ҳисобланади:

```
>> syms x; int(x^2,0,1)
ans=
1/3
```

Каррали интегрални ҳисоблаш:

```
>> syms x y; int(int(x^2+y^2,y,0,sin(x)),0,pi)
ans=
pi^2-32/9
```

MatLab да лимитни ҳисоблаш. Масалан, $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin(x)}{x}$

```
>> syms x; limit(sin(x)/x,x,0)
ans = 1
```

Дифференциал тенгламаларни умумий ечимини топиш. ОДТ учун Коши ва аралаш масалаларни ечиш.

MatLab да ошкор ҳолда $\frac{dx}{dt} = F(t, x)$ кўринишда берилган оддий дифференциал тенгламаларга қўйилган Коши масаласини сонли ечиш ва ошкормас $\dot{x} = F(t, x)$ кўринишда берилган оддий дифференциал тенгламалар системаси учун Коши масаласини ечиш учун тизимнинг ички функциялари мавжуд. Бунда M - матрица. Содда ҳолда қуйидаги буйруқдан фойдаланса бўлади¹⁴:

```
[T,X]=solver('F',[DT],x0,...)
```

ДТ интеграллаш оралиғи, x_0 бошланғич қиймат векторлари, тенгламалар системасининг ўнг томонидаги F функция, `solver`- ишлатилаётган функция

¹⁴ Brain R.Hunt, Ronald I.Lipsman, Jonatahan M.Rosenberg. A Gulde to MATLAB for Beginners and Experienced Users. Cambridge University Press.2008

ном ((ode45 – 4-5 тартибли Runge-Kutta усули, ode23 – худди шу метод, 2 ва 3-тартибли, ode113 – қаттиқ бўлмаган системалар учун Adams усули, ode23s, ode15s – қаттиқ системалар ва бошқалар).

Дифференциал тенгламалар ва системаларини ечиш учун MATLAB пакетида қуйидаги функциялар ташкил қилинган:

ode 45(*f*, interval, X0, options),
ode 23(*f*, interval, X0, options), *ode 113*(*f*, interval, X0, options),
ode 15s(*f*, interval, X0, options), *ode 23s*(*f*, interval, X0, options),
ode 23t(*f*, interval, X0, options), *ode 23tb*(*f*, interval, X0, options).

Бу функцияларнинг кириш параметрлари:

- ✓ *f* - вектор функция бўлиб, $x' = f(x, t)$ тенгламани ҳисоблаш учун қўлланилган;
- ✓ X0 - бошланғич шарт вектори;
- ✓ interval - иккита сондан иборат массив бўлиб, дифференциал тенглама ёки системанинг интеграллаш интервалини аниқлайди;
- ✓ options- дифференциал тенглама ёки уларнинг системаларини ечишнинг боришини бошқариш параметри. Барча функциялар қуйидаги натижалар чиқаради:
- ✓ T массив – ечим изланаётган тўрнинг координаталари.
- ✓ X матрица – *i* – устуни ечим векторининг T_i бўлакдаги қиймати.

Ode 45 функцияда тўртинчи-бешинчи тартибли Runge-Kutta усули, *ode 23* да иккинчи – учинчи тартибли Runge-Kutta усули, *ode 113* функциясида эса Adams усули киритилган. Қаттиқ системаларни ечишда мўлжалланган функциялар *ode 15s*, яъни бу функцияда *Gir* усули киритилган. Rozenbrok усули *ode 23s* функциясида, қаттиқ системанинг янада юқори аниқликдаги ечимини олиш учун *ode 15s* функциясини қўллаш мумкин.

Дифференциал тенгламалар системасининг “қаттиқ система” бўлиш таърифини келтирамиз. n - тартибли дифференциал тенгламалар системаси

$$\frac{dx}{dt} = Bx \quad (1)$$

қаттиқ система дейилади, агар қуйидаги шарт ўринли бўлса:

➤ В матрица барча хос сонларининг ҳақиқий қисми мусбат бўлса:

$$\operatorname{Re}(\lambda_k) < 0, \quad k = 0, 1, \dots, n-1;$$

➤ Системанинг қаттиқлик сони деб аталувчи $s = \frac{\max_{0 \leq k \leq n-1} |\operatorname{Re}(\lambda_k)|}{\min_{0 \leq k \leq n-1} |\operatorname{Re}(\lambda_k)|}$ сон, катта бўлса.

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x) \quad (2)$$

$$x = \begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \\ \dots \\ x_n(t) \end{pmatrix}, f(t, x) = \begin{pmatrix} f_1(t, x_1, x_2, \dots, x_n) \\ f_2(t, x_1, x_2, \dots, x_n) \\ \dots \\ f_n(t, x_1, x_2, \dots, x_n) \end{pmatrix}, x^0 = \begin{pmatrix} x_1^0 \\ x_2^0 \\ \dots \\ x_n^0 \end{pmatrix}$$

(2) чизиксиз дифференциал тенгламалар системасини қаттиқликка текширишда B матрица ролида $\frac{\partial F_i}{\partial x_j}$ хусусий ҳосилалар матрицаси ишлатилади.

Унча катта бўлмаган қаттиқлик сони билан берилган системаларни ечиш учун ode23t, шунга ўхшаш системаларни баҳолаш учун ode23tb, функциялари хизмат қилади.

Бу функцияларнинг қўлланилишини аниқ мисолларда кўрамиз.

1-масала. Қуйидаги чегаравий масалани $[2,25; 2]$ интервалда ечинг:

$$\begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} + 4\frac{dx}{dt} + 13x &= e^{\sin(t)}, \\ x(0,25) &= -1, \quad x'(0,25) = 1. \end{aligned} \quad (3)$$

MATLAB функцияларидан фойдаланиш мумкин бўлиши учун тенгламани системага келтирамиз. Бунинг учун $y = \frac{dx}{dt}$ алмаштириш бажарамиз ва

$$\begin{cases} \frac{dy}{dt} = -4y - 13x + e^{\sin(t)}, \\ \frac{dx}{dt} = y, \end{cases} \quad (4)$$

тенгламалар системасига эга бўламиз. Система учун қуйидаги

$$\begin{cases} y(0,25) = 1, \\ x(0,25) = -1, \end{cases} \quad (5)$$

Бошланғич шарт ўринли бўлсин.

(4) системани ҳисоблаш функциясини тузамиз (1-listing). 2-listing да (4) тенгламани ode45 функцияси ёрдамида ечиш тасвирланган, ечим графиги расмда келтирилган.

1-listing.

```
function F=FF(t,x)
F=[-4*x(1)-13*x(2)+exp(t); x(1)];
end
2-listing.
```

% бошланғич шарт векторини ҳосил қиламиз

```
x0=[1,-1];
```

% интеграллаш интервалини, яъни икки сонли массивни

% ҳосил қиламиз

```
interval=[0.25 2];
```

% ode45 функциясига мурожаат қиламиз

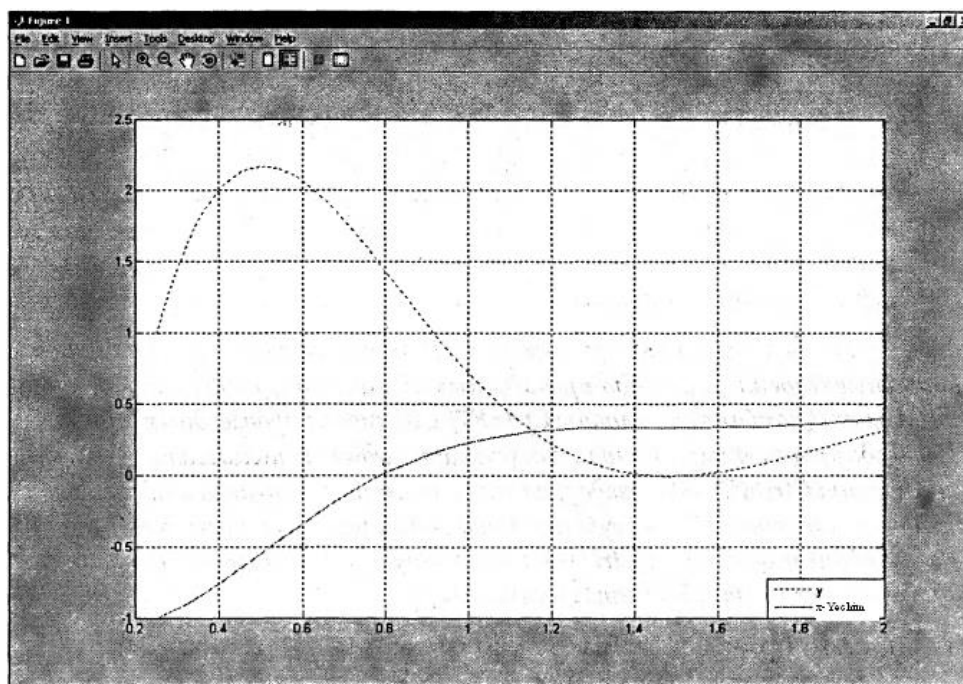
```
[T,X]=ode45(@FF, interval, x0);
```

% график ечимни чиқариш

```
plot(T,X(:,1),'-',T,X(:,2),'-');
```

```
legend('y', 'x - yechim');
```

```
grid on;
```



1-расм. (4) системанинг график ечими.

Дифференциал тенгламалар ва тенгламалар системасини ечиш учун мўлжалланган бошқа функцияларга ҳам шу тарзда мурожаат қилиш мумкин. Дифференциал тенгламаларни ечишда қўлланиладиган MATLAB функцияларини изчил ўрганиш учун пакетнинг маълумотлар тизимига мурожаат қилиш зарур.

Масалан $\frac{dx}{dt} = t \cdot e^{-t}$ тенгламани $t \in [0, 0.5]$ интервалдаги $x(0)=1$ бошланғич шартни қаноатлантирувчи ечими топилсин.

```

function f =odul(t,x)
    f=t*exp(-t);
» [T,X]=ode45 ('odul', [0, 0.5], 1)
T =    0    0.0125  0.0250  0.0375  0.0500  0.0625  0.0750  0.0875
    0.1000  0.1125  0.1250  0.1375  0.1500  0.1625  0.1750  ...
X =  1.0000  1.0000  1.0003  1.0006  1.0012  1.0018  1.0027  1.0036
    1.0046  1.0058  1.0072  1.0086  1.0102  1.0118  1.0136  ...

```

Икки ва уч ўлчовли графика. Анимация.

plot (y) – элементлари бир ўлчовли массивда берилган функция графигини чизиш (икки ўлчовли массив бўлганда устунлардан иборат график чизилади);

plot (x,y) - $y=y(x)$ функция графигини чизиш; x – икки ўлчовли ҳолатда $x=x(y)$ функция графиги чизилади; агар икки ўзгарувчи ҳам икки ўзгарувчили массив бўлса, y ҳолда мос устунларга учун муносабатлар курилади;

plot (x,y, LineSpec) – LineSpec ўзгарувчи билан (3 символгача) чизиқнинг стили, нуқта маркери формаси ва ранг:

Чизиқ стили символи	Ранг	Ранг
Узлуксиз -	Сариқ u	Яшил g
Штрихли - - -	Бинафшаранг m	кўк b
Икки нуқта :	Ҳаво ранг c	Оқ w
Штрих punktir - .	Қизил r	Қора k

Маркер қуйидаги символлар билан аниқланиши мумкин:

. + * ⁰ x s (квадрат), d (ромб), p (бешбурчак), h (олтибурчак) v ^ <>(стрелкалар)

Жимлик (агар ҳеч нарса ёзилмаса) принципи бўйича узлуксиз чизиқ нуқтали маркер билан ва сариқ ва кўк,

plot (x1,y1, LineSpec1, x1,y1, LineSpec2,...) – , бир неча графикларни битта координата системада чизади (аргумент бўйича - x1 ва x2 бирлаштирилади;

plot (...,'PropertyName',PropertyValue,...) – Line график объектнинг қийматларини беради (LineWidth – чизиқнинг қалинлиги, маркер ўлчови, MarcerFaceColor – маркер ранги ва бошқалар).

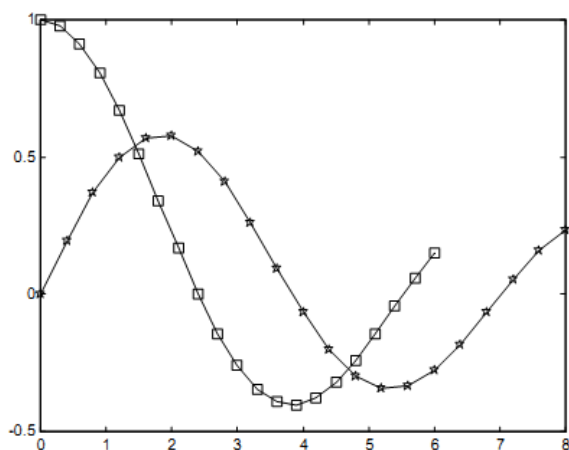
» x=0:0.3:6;

» y=besselj(0,x); % функция $J_0(x)$

» x1=0:0.4:8;

» y1=besselj(1,x1); % функция $J_1(x)$

» plot(x,y,'-sk', x1,y1,'-pk','LineWidth',1) % 2-расм



2-расм.

`fplot(<функция номи>,limits)` `limits=[xmin,xmax]` интервалда функция графиги ясалади. Функция номи сифатида М-файл ёки `'sin(x)'`, `'[sin(x) cos(x)]'`, `'[sin(x), myfun1(x), myfun2(x)]'` tipidagi катор олиними мумкин. Координата ўқлари бўйича графикнинг ўлчовларини

`limits=[xmin,xmax ymin ymax]` каби бериш мумкин.

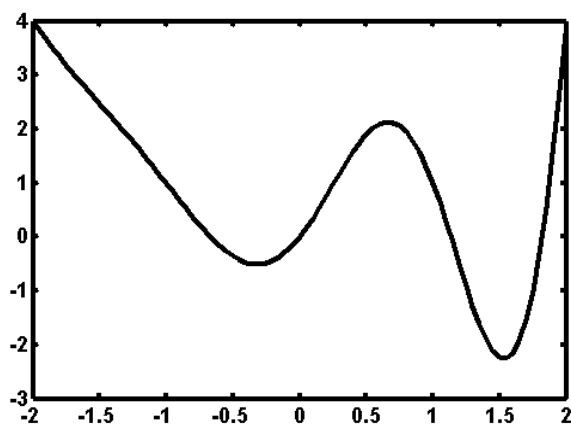
$f(x) = e^x \sin \pi x + x^2$ функциянинг графигини `[-2, 2]` оралиқда чизамиз.

Дастлаб координата ўқлари нуқталарини берамиз. `x` векторни қийматларини ўзгармас қадам билан икки нуқта орқали тўлдирамиз. Кейин `f(x)` функция қийматларини ҳисоблаб, `f` векторга ёзамиз. Функция графигини чизиш учун MATLAB `plot` функциясидан фойдаланамиз.

```
>> x=[-2:0.05:2];
```

```
>> f=exp(x).*sin(pi*x)+x.^2;
```

```
>> plot(x,f)
```



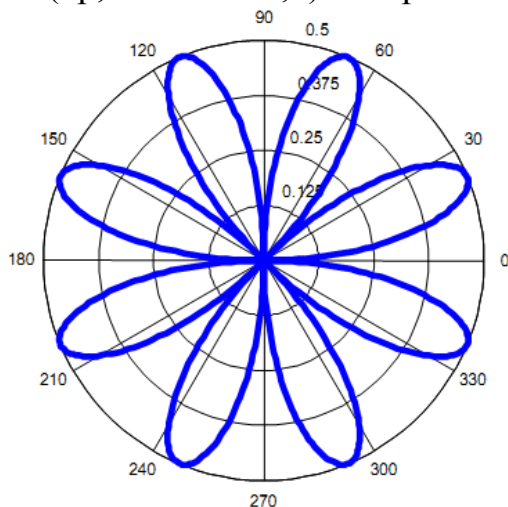
3-расм.

Қутб координаталар системасида графиклар `polar(f,r)` ва `polar(f,r, LineSpec)` функциялар билан аниқланади, бу ерда `f` – бурчак қийматларининг массиви ва `r` – мос радиус қиймати: $x=r \cdot \cos(f)$, $y=r \cdot \sin(f)$:

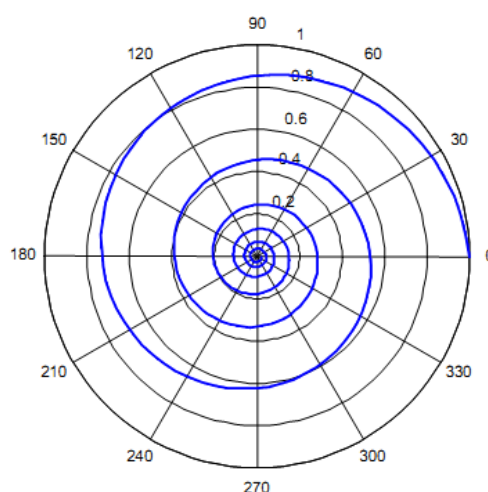

```

» f=0:0.01:2*pi; » f=0:0.01:12*pi;
» r=sin(2.*f).*cos(2.*f); » r=exp(-0.1*f);
» hp=polar(f,r),hold on » hp=polar(f,r) , hold on
» set(hp,'LineWidth',4) % 4-расм » set(hp,'LineWidth',2) % 5-расм

```



4- расм



5-расм

MATLAB дастурида рангли тасвирларни яратиш, овозли ва анимацион файлларни яратиш мумкин. Буйруқлар қатори билан ишлашдан ташқари MATLABда Current Directory(жорий каталог) ойнасида сичқонча кўрсаткичини икки марта босиб ёки асосий менюдан File->Import Data(Файл->маълумотларни импорт қилиш) буйруғини танлаб ишга тушириш мумкин. Тасвирлар билан манипуляция қилишдан ташқари сонли натижаларни визуализация қилиш мумкин. Масалан, **temp** массивида бирор минтақанинг температураси берилган бўлсин. Температурани тасвирни индекслаш шаклида ёзамиз:

```
>>imagesc(temp)
```

`imagesc` буйруғи `image` буйруғи каби ишлайди. Бунда тасвир энг катта сонга катта сонга мос келувчи рангда, кичик сонга мос келувчи ранг асосида бўялади. Натижада иссиқ минтақалар қизил рангда, совуқ минтақалар кўк рангда бўялади. Тасвир ёнида рангли картани тасвирлаш учун **colorbar** буйруғини киритиш лозим. Энди тасвирни **png** форматда сақлаш учун **imwrite** буйруғидан фойдаланамиз. Масалан `newpic` расмини `newpict.png` файлида сақлаш учун қуйидагини киритиш лозим:

```
>>imwrite(newpic,'newpict.png')
```

Тасвирни анимация қилиш учун `comet` буйруғидан фойдаланилади. Бунда графиклар параметр қийматлари асосида кетма-кет чизилади (`plot` буйруғи сингари). Масалан:

```

>>T=(0:0.01:2)*pi;
>>figure, axis equal, axis([-1 1 -1 1]), hold on
>>comet(cos(T),sin(T))

```

айлана бўйлаб ҳаракат тасвирланади.

Бунда биз `hold on` буйруғини аввалги графикни сақламаслик учун ишлатдик. `hold on` буйруғисиз MATLAB дастлабки ҳолатга қайтади ва чизма айлана эмас балки эллиптик бўлади.

Мураккаброқ анимациялар `getframe` ва `movieview` буйруқлари билан амалга оширилади. `getframe` буйруғи актив бўлган тасвир ойнасидаги расмни ушлаб олади ва `movieview` расмни алоҳида ойнада кўрсатади. Масалан куйидаги дастур тебранувчи торни тасвирлайди:

```
>>x=0:0.01:1;
>>for n=0:50
plot(x,sin(n*pi/5)*sin(pi*x),axis([0,1,-2,2])
M(n+1)=getframe;
end
>>movieview(M)
```

Бунда `axis` буйруғи расмни битта координата ўқида чизиш учун ишлатилди. Акс ҳолда расм ҳар хил координата ўқида чизилади ва тасвир чалкаш бўлади. `getframe` буйруғидан кейинги нутали вергул ҳар бир кадрдан сўнг сонли массивни чиқармаслик учун керак.

Назорат саволлар:

1. MathCad, Maple, Mathematica ва MatLab ойнасининг қисмларини ва уларнинг вазифаларини тушунтиринг.
2. Математик тизимларда қисм программалар библиотекасида қандай командалар қандай чақирилади?
3. `factor`, `expand`, `normal`, `simplify`, `combine`, `convert`, `radnormal` командаларнинг вазифасини айтинг.
4. Функциянинг экстремум нуқталари (x,y) ва ундаги `max` ва `min` қийматлар қандай командалар кетма-кетлиги ёрдамида аниқланади.
5. Интеграллаш командалари (аниқ ва тақрибий ҳисобловчи) ни тушунтиринг.
6. Параметрдан боғлиқ интегрални ҳисоблашда параметрларга чекланишлар қандай командалар ёрдамида берилади.
7. `student` пакети нимага мўлжалланган.

Адабиётлар:

1. George A. Anastassiou and Iuliana F. Iatan. Intelligent Routines. Solving Mathematical Analysis with Matlab, Mathcad, Mathematica and Maple. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013- 592p.
2. Brain R.Hunt, Ronald I.Lipsman, Jonatahan M.Rosenberg. A Gulde to MATLAB for Beginners and Experienced Users. Cambridge University Press.2008.
3. В.А. Охорзин Прикладная математика в системе MATHCAD: Учебное пособие. –СПб.: “Лань” .2008.-352с.
4. В.П Дьяконов. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании- М.:СОЛОН-Прессю2006.-720с.
5. В.П Дьяконов. Mathematica 5/6/7. Полное руководство. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 624 с.:
6. MATHCAD User's Guide with Reference Manual.MathSoft Engineering&Education,Inc. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001.-513p.
7. Maple User Manual. Maplesoft, Waterloo Maple Inc. 2012.-458p.

IV. АМАЛИЙ МАШҒУЛОТЛАР

1-амалиёт. MathCAD, Maple тизими.

Режа:

1. MathCAD ва Maple тизими. Математик ифодалар ва функциялар.
2. Алгебра ва сонлар назарияси масалаларини ечиш.
3. MathCAD ва Maple тизимида математик анализ масалаларини ечиш.
4. Дифференциал тенгламаларни умумий ечимини топиш.
5. ОДТ учун Коши ва аралаш масалаларни ечиш.
6. MathCAD ва Maple да икки ва уч ўлчовли графика. Анимация.
7. MathCAD ва Maple да дастурлаш элементлари.

Индивидуал топшириқ: MathCAD ва Maple тизимида сонли ва символли ҳисоблашларни бажариш. Алгебра ва сонлар назарияси масалаларини ечиш. Математик анализ масалаларини ечиш. Дифференциал тенгламаларни сонли ва аналитик ечиш. Функция графикларини чизиш. Натижаларни анимациядан фойдаланиб визуаллаштириш[3,4].

1-мисол. Қуйидаги қаторлар яқинлашувчи эканлигини исботланг.

$$a) \frac{1}{5} + \frac{1}{45} + \dots + \frac{1}{16n^2 - 8n - 3} + \dots$$

$$b) \sum_{n \geq 1} \frac{1}{(n + \sqrt{2})(n + \sqrt{2} + 1)}.$$

Ечиш. $16n^2 - 8n - 3 = 16n^2 + 4n - 12n - 3 = (4n - 3)(4n + 1)$;
эътиборга олиб,

$$\begin{aligned} S_n &= \sum_{k=1}^n a_k = \sum_{k=1}^n \frac{1}{(4k-3)(4k+1)} = \frac{1}{4} \sum_{k=1}^n \left(\frac{1}{4k-3} - \frac{1}{4k+1} \right) \\ &= \frac{1}{4} \left(1 - \frac{1}{4n+1} \right) \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \frac{1}{4}, \end{aligned}$$

$$\sum_{n \geq 1} \frac{1}{16n^2 - 8n - 3}$$

яъни

Демак, қатор яқинлашувчи. Энди қаторни

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{16n^2 - 8n - 3} \rightarrow \frac{1}{4}$$

Mathcad да ҳисоблаймиз:

Мазкур қатор Maple да :

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{16n^2 - 8n - 3}$$

$$\frac{1}{4}$$

каби ҳисобланади.

б). Қуйидаги ҳисоблашлардан сўнг

$$S_n = \sum_{k=1}^n a_k = \sum_{k=1}^n \frac{1}{(k + \sqrt{2})(k + \sqrt{2} + 1)} = \sum_{k=1}^n \left(\frac{1}{k + \sqrt{2}} - \frac{1}{k + \sqrt{2} + 1} \right)$$

$$= \frac{1}{1 + \sqrt{2}} - \frac{1}{n + 1 + \sqrt{2}} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \frac{1}{1 + \sqrt{2}};$$

натижада

$$\sum_{n \geq 1} \frac{1}{(n + \sqrt{2})(n + \sqrt{2} + 1)}$$

эга бўламиз. Демак, қатор яқинлашувчи. Энди қатор йиғиндисини математик тизимларда ҳисоблаймиз.

Mathcad да:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n + \sqrt{2})(n + \sqrt{2} + 1)} \text{ simplify } \rightarrow \sqrt{2} - 1$$

Maple да:

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(n + \sqrt{2}) \cdot (n + \sqrt{2} + 1)}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2} + 1}$$

2-мисол. Қуйидаги мусбат ҳадли қаторларни яқинлашишга текширинг.

а) $\sum_{n \geq 1} \frac{a^n}{n^n}, a > 0$

б) $\sum_{n \geq 1} \left(\sqrt[3]{n^3 + n^2 + 1} - \sqrt[3]{n^3 - n^2 + 1} \right)^n$

Ечиш. а)

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{a_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a}{n} = 0 < 1$$

эканлигини кўриш мумкин. Энди Коши аломатига кўра

$$\sum_{n \geq 1} \frac{a^n}{n^n}, a > 0$$

б) Қаторни қуйидагича ёзиб оламиз:

$$\sqrt[n]{a_n} = \frac{n^3 + n^2 + 1 - n^3 + n^2 - 1}{\sqrt[3]{(n^3 + n^2 + 1)^2} + \sqrt[3]{(n^3 + n^2 + 1)(n^3 - n^2 + 1)} + \sqrt[3]{(n^3 - n^2 + 1)^2}}$$

$$= \frac{2n^2}{n^2 \left[\sqrt[3]{\left(1 + \frac{1}{n} + \frac{1}{n^2}\right)^2} + \sqrt[3]{\left(1 + \frac{1}{n} + \frac{1}{n^2}\right)\left(1 - \frac{1}{n} + \frac{1}{n^2}\right)} + \sqrt[3]{\left(1 - \frac{1}{n} + \frac{1}{n^2}\right)^2} \right]}$$

натижада

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{a_n} = \frac{2}{3} < 1.$$

Коши аломатига кўра:

$$\sum_{n \geq 1} \left(\sqrt[3]{n^3 + n^2 + 1} - \sqrt[3]{n^3 - n^2 + 1} \right)^n$$

қатор яқинлашувчи. Энди математик тизимларда ҳисоблаймиз. Mathcad да:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left[\left(\sqrt[3]{n^3 + n^2 + 1} - \sqrt[3]{n^3 - n^2 + 1} \right)^n \right]^{\frac{1}{n}} \text{ simplify } \rightarrow \frac{2}{3}$$

Maple да:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{\left(\sqrt[3]{n^3 + n^2 + 1} - \sqrt[3]{n^3 - n^2 + 1} \right)^n} \quad \frac{2}{3}$$

MathCad да тенглама илдизларини топиш.

Мақсад: MathCad root, polyroots ички функциялари ёрдамида тенгламаларни ечиш.

MathCad дастурида кўпхад илдизларини топиш учун кўпхад коэффицентлари кўрсатилган вектор ёрдамида дастурнинг *polyroots* ички функцияси билан илдизлардан иборат вектор топилади. Бунинг учун

1. v вектор элементлари сифатида кўпхад коэффицентларини ўсиш тартибида киритинг (нолинчи элементга озод ҳад, биринчи элементга биринчи даражадаги номаълум олдидаги коэффицент ва ҳ.к.).

3. $r := \text{polyroots}(v)$ ички функцияга кўринишда мурожаат қилинади ва натижа r^T транспонирланган вектор сифатида олинади.

Мисол.

$$x^4 + 4x^3 - 2x^2 - 12x + 9 = 0 \quad \text{кўпхад илдизларини топинг.}$$

$$V := \begin{pmatrix} 9 \\ -12 \\ -2 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Тенглама

илдизлари:

$$\text{polyroots}(V) = \begin{pmatrix} -3 \\ -3 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$f(x) := x^3 - 7x^2 - 1.339x + 7.55$$

$$v := \begin{pmatrix} 7.55 \\ -1.339 \\ -7 \\ 1 \end{pmatrix}$$

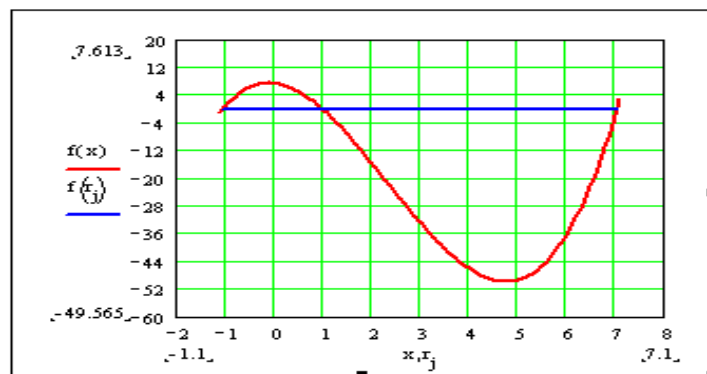
$$r := \text{polyroots}(v)$$

$$r^T = (-1.055 \quad 1.017 \quad 7.038)$$

$$x := -1.1, -1..7.1$$

$$j := 0, 1..2$$

$r_j =$	$f(x) =$
-1.055	-0.778
1.017	0.889
7.038	2.356
	3.629
	4.714
	5.617
	6.345
	6.902
	7.295
	7.53
	7.613
	7.55
	7.347
	7.01
	6.545
	5.958



Куйидаги кўпхадларнинг берилган интервалдаги илдизларини топинг.

№ варианты	Илдизни топиш интервали	тенгламалар
1	2	3
1	[-1; 3]	$x^3-2,92x^2+1,4355x+0,791=0$
2	[-2; 3]	$x^3-2,56x^2-1,325x+4,395=0$
3	[-3,5; 2,5]	$x^3+2,84x^2-5,606x-14,766=0$
4	[-2,5; 2,5]	$x^3+1,41x^2-5,472x-7,38=0$
5	[-1,6; 1,1]	$x^3+0,85x^2-0,432x+0,044=0$
6	[-1,6; 1,6]	$x^3-0,12x^2-1,478x+0,192=0$
7	[-1,6; 0,8]	$x^3+0,77x^2-0,251x-0,017=0$
8	[-1,4; 1]	$x^3+0,88x^2-0,3999x-0,0376=0$
9	[-1,4; 2,5]	$x^3+0,78x^2-0,827x-0,1467=0$
10	[-2,6; 1,4]	$x^3+2,28x^2-1,9347x-3,90757=0$
11	[-2,6; 3,2]	$x^3-0,805x^2-7x+2,77=0$
12	[-3; 3]	$x^3-0,345x^2-5,569x+3,15=0$
13	[-2; 3,4]	$x^3-3,335x^2-1,679x+8,05=0$
14	[-1; 2,8]	$x^3-2,5x^2+0,0099x+0,517=0$
15	[-1,2; 3]	$x^3-3x^2+0,569x+1,599=0$
16	[-2,5; 2,5]	$x^3-2,2x^2+0,82x+0,23=0$
17	[-1,2; 4,6]	$x^3-5x^2+0,903x+6,77=0$
18	[-1; 7,4]	$x^3-7,5x^2+0,499x+4,12=0$
19	[-1,6; 9]	$x^3-7,8x^2+0,899x+8,1=0$
20	[-3,4; 2]	$x^3+2x^2-4,9x-3,22=0$
21	[-3,4; 1,2]	$x^3+3x^2-0,939x-1,801=0$
22	[-4,6; 3,0]	$x^3+5,3x^2+0,6799x-13,17=0$
23	[-2,4; 8,2]	$x^3-6,2x^2-12,999x+11,1=0$
24	[-3,2; 2,7]	$x^3-0,34x^2-4,339x-0,09=0$

Мисол

$$f(x) = x^3 - 0.001 \cdot x^2 - 0.7044 \cdot x + 0.139 \quad \text{функциянинг} \quad [-1, \quad 1]$$

интервалдаги илдизларини топинг, x бўйича қадам 0.1.

1 $x:=-1, -0.9..1$ интервал нуқталарини ёзамиз.

2 $f(x) := x^3 - 0.001 \cdot x^2 - 0.7044 \cdot x + 0.139$ ва $x_0 := 0$ ифодаларни иш саҳифасига ёзамиз.

3 Ушбу функциялар графигини чизамиз.

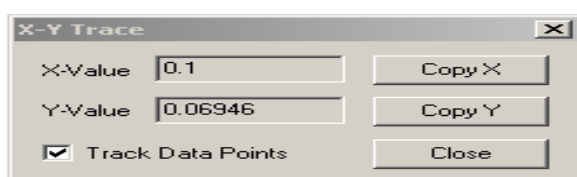
4 $f(x) := x^3 - 0.001 \cdot x^2 - 0.7044 \cdot x + 0.139$ ва $x_0 := 0$ функциялар кесишиш нуқталарини топамиз.

5 x_1, x_2, x_3 кесишиш нуқталарини топмиз. Ушбу мисолда $x_1 = -0.9, x_2 = 0.2, x_3 = 0.7$.

6 $root(f(x_1), x_1), root(f(x_2), x_2), root(f(x_3), x_3)$ формулалар билан тақрибий ечимни топамиз, яъни: $x_1 = -0.92, x_2 = 0.21, x_3 = 0.721$.

$x := -1, -0.9..1$ $x0 := 0$

$f(x) := x^3 - 0.01 \cdot x^2 - 0.7044 \cdot x + 0.139$



$x1 := -0.9$ $\text{root}(f(x1), x1) = -0.92$
 $x2 := 0.2$ $\text{root}(f(x2), x2) = 0.21$
 $x3 := 0.7$ $\text{root}(f(x3), x3) = 0.721$

Мисол.
$$\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 5x_3 = 1; \\ x_1 + 2x_2 + x_3 = 9; \\ x_1 + x_2 - 5x_3 = 2. \end{cases}$$
 тенгламалар системасини ечинг.

Масалани ечиш учун solve буйруғидан фойдаланиш ҳам мумкин. Бунинг учун тенгламалар системаси уч ўлчовли векторнинг компоненталари, топилиши керак бўлган номаълумлар ҳам уч ўлчовли вектор элементлари сифатида ёзилади. Бундаги тенглик [Ctrl]+[=] орқали ёки мантиқий белгилар панелидаги = тенглик ёрдамида қўйилади.

$$\begin{pmatrix} x_1 + 3x_2 + 5x_3 = 1 \\ x_1 + 2x_2 + 1x_3 = 9 \\ x_1 + x_2 - 5x_3 = 2 \end{pmatrix} \text{ solve, } \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} \rightarrow \left(\frac{155}{2} \quad -38 \quad \frac{15}{2} \right)$$

Мустақил ечиш учун мисоллар.

$$1. \begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 = 3, \\ 3x_1 - x_2 + 4x_3 = 6, \\ 5x_1 + 5x_2 + 2x_3 = 8. \end{cases}$$

$$2. \begin{cases} x_1 - 2x_2 + 3x_3 = 6, \\ 2x_1 + 3x_2 - 4x_3 = 20, \\ 3x_1 - 2x_2 - 5x_3 = 6. \end{cases}$$

$$3. \begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 = 3, \\ 3x_1 - x_2 + 4x_3 = 6, \\ 5x_1 + 3x_2 + 2x_3 = 12. \end{cases}$$

$$4. \begin{cases} x_1 - 3x_2 + 2x_3 = 0, \\ x_1 - 4x_2 + 3x_3 = 1, \\ 3x_1 + 2x_2 - 4x_3 = -6. \end{cases}$$

$$\begin{array}{l}
5. \begin{cases} 2x_1 + 2x_2 - x_3 + x_4 = 4, \\ 4x_1 + 3x_2 - x_3 + 2x_4 = 6, \\ 8x_1 + 5x_2 - 3x_3 + 4x_4 = 12, \\ 3x_1 + 3x_2 - 2x_3 + 2x_4 = 6 \end{cases} \\
7. \begin{cases} 3,8x_1 + 6,7x_2 - 1,2x_3 = 5,2, \\ 6,4x_1 + 1,3x_2 - 2,7x_3 = 3,8, \\ 2,4x_1 - 4,5x_2 + 3,5x_3 = -0,6. \end{cases} \\
6. \begin{cases} 3x_1 + 4x_2 + x_3 + 2x_4 + 3 = 0, \\ 3x_1 + 5x_2 + 3x_3 + 5x_4 + 6 = 0, \\ 6x_1 + 8x_2 + x_3 + 5x_4 + 8 = 0, \\ 3x_1 + 5x_2 + 3x_3 + 7x_4 + 8 = 0. \end{cases} \\
8. \begin{cases} 4,51x_1 - 1,8x_2 + 3,6x_3 = -1,7, \\ 3,1x_1 + 2,3x_2 - 1,2x_3 = 3,6, \\ 1,8x_1 + 2,5x_2 + 4,6x_3 = 2,2. \end{cases}
\end{array}$$

2-амалиёт. MatLab тизими.

Режа:

1. MatLab тизими. Математик ифодалар ва функциялар.
2. Алгебра ва сонлар назарияси масалаларини ечиш.
3. MatLab тизимида математик анализ масалаларини ечиш.
4. Дифференциал тенгламаларни умумий ечимини топиш.
5. ОДТ учун Коши ва аралаш масалаларни ечиш.
6. MatLab да икки ва уч ўлчовли графика. Анимация.
7. MatLab да дастурлаш элементлари

Индивидуал топшириқ: MatLab тизимида сонли ва символли ҳисоблашларни бажариш. Алгебра ва сонлар назарияси масалаларини ечиш. Математик анализ масалаларини ечиш. Дифференциал тенгламаларни сонли ва аналитик ечиш. Функция графикларини чизиш. Натижаларни анимациядан фойдаланиб визуаллаштириш[1,2].

Ифоданинг қийматини топинг.

$$\frac{(\cos 8,16\pi - \sin 3,15\pi)^2}{2\operatorname{tg} 5,6 - \operatorname{tg} 3,4 \cdot \cos 3,38\pi} + \sqrt{\log 15,7} \cdot e^{-1/3}$$

Ифоданинг қийматини ҳисоблаш учун иш саҳифасига қуйидаги матнни киритиб **Enter** тугмаси босилади:

```
>> ((cos(8.16*pi) - sin(3.15*pi))^2 / (2*tan(5.6) - tan(3.4)*cos(3.38*pi))) + sqrt(log(15.7))*exp(-1/3)
ans =
    0.0328
```

1-мисол. Қуйидаги ифоданинг қийматини топинг.

$$\begin{array}{l}
\text{а) } \frac{\frac{\cos 9,1\pi}{\log 3,4} + \frac{\sqrt{\log 2,6}}{\sin 5,4\pi} - \sqrt{\operatorname{tg} 5,48}}{\sqrt{\operatorname{tg} 5,48} - \left(\frac{\cos 9,1\pi}{\log 3,4}\right)^2}, \\
\text{б) } \frac{\frac{\sqrt{\log 2,6}}{\sin 5,4\pi} + \sqrt{\frac{\cos 9,1\pi}{\log 3,4}}}{\sqrt{\log 5,48}}.
\end{array}$$

2-мисол. Ушбу векторлар йиғиндисини топинг.

$$a = \begin{pmatrix} 2.7 \\ 4.2 \\ 6.9 \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} 5.8 \\ 1.6 \\ 4.2 \end{pmatrix}$$

Ушбу мисолни ечиш учун буйруқлар қаторига дастлаб a векторни квадрат қавсга ишлатган ҳолда вектор қийматлари орасига вергул қўйиб, сўнгра худди шу тарзда b векторнинг қийматлар киритилади. Ҳар бир қатор охирида ; белгисини қўямиз. Натижани эса c ўзгарувчисига берамиз: $c=a+b$ ва ; белгисини қўймаймиз.

```
>> a = [2.7; 4.2; 6.9];
```

```
>> b = [5.8; 1.6; 4.2];
```

```
>> c = a + b
```

```
c =
```

```
8.5000
```

```
5.8000
```

```
11.1000
```

3-мисол. Берилган векторнинг учунчи элементини чиқаринг.

$$v = (0.6 \ 6.3 \ 9.4 \ 1.7 \ 5.2)$$

Вектор қаторни

```
>> v = [0.6 6.3 9.4 1.7 5.2];
```

тарзда киритиб, фақат битта элементни чиқариш учун оддий қавс ичига керакли элемент ёзилади:

```
>> v(3)
```

```
ans = 9.4000
```

Вектор элементларини кўпайтириш учун **prod** функциясидан фойдаланилади:

```
>> z = [3.6; 5.4; 1.7; 6.9; 2.2; 4.3];
```

```
>> p = prod(z)
```

```
p =
```

```
2.1572e+003
```

Вектор элементларидан энг кичик ва энг каттасини топиш учун **min** ва **max** функцияларидан фойдаланамиз:

```
>> M=max(z)
```

```
M = 6.9
```

```
>> m = min(z)
```

```
m = 1.7
```

4-мисол. Берилган функциянинг 0.1, 0.4, 0.6, 0.7, 1.1, 1.5, 2.3 нуқталардаги қийматлар жадвалини чиқаринг:

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

Дастлаб x нинг қийматини вектор-қаторга ёзиб, шундан сўнг $y(x)$ функция қийматини ҳисоблаймиз:

>> $x = [0.1 \ 0.4 \ 0.6 \ 0.7 \ 1.1 \ 1.5 \ 2.3];$

>> $y = \cos(x).^2/(1+\sin(x)) - \exp(-x).*\log(x)$

$y =$

2.3728 0.9035 0.5696 0.4664 0.2576 0.1988
0.2058

5. a, b, c, m, k, n сонлардан $A = \begin{vmatrix} a & b & c \\ -m & n & k \\ c & b & -a \end{vmatrix}, B = \begin{vmatrix} b-c \\ m & b \\ n & k \end{vmatrix}, C = \begin{vmatrix} n & a \\ m & b \end{vmatrix},$

$D = \begin{vmatrix} a-b \\ -n \\ c+b \end{vmatrix}, M = |b-a \ c|, K = \begin{vmatrix} n & -a & a+b \\ m & b & n+m \\ c & n & c-b \end{vmatrix}$ матрицаларни ҳосил қилинг.

3. Вариантда кўрсатилган амалларни матрицалар устида бажаринг.

4. A матрица рангини ҳисобланг.

5. B ва A матрицаларда символ кўринишда транспонирлаш амалини бажаринг.

6. K матрица тескарисини топинг. A матрица детерминантини топинг.

Мустақил ишлаш учун мисолар

Вариант номери	Матрица элементлари	Матрица устида амаллар
1	$a=1; b=0.5; c=-1;$ $m=2; k=-2.1; n=-0.8$	1) $A+A \cdot M$; 2) $B \cdot C$; 3) M^3 ; 4) $D+m \cdot K$; 5) $A \cdot D+D \cdot M$; 6) K^{-2}
2	$a=-2; b=1; c=1.5;$ $m=-3; k=-0.1; n=1.8$	1) $A+B \cdot M$; 2) $M \cdot C$; 3) B^3 ; 4) $C+m \cdot K$; 5) $AB+D \cdot K$ 6) D^{-3}
3	$a=-1; b=5; c=1.3;$ $m=0.9; k=0.1; n=-0.5$	1) $A-M$; 2) $B-a \cdot C$ 3) M^2-B ; 4) $D-K$; 5) $A+7 \cdot D$; 6) A^{-2}
4	$a=1; b=0.5; c=1;$ $m=0.2; k=0.27; n=0.7$	1) A^2 ; 2) $B \cdot C+M$; 3) $n \cdot M^2$; 4) $D-K$; 5) $A \cdot B-D \cdot C$; 6) D^{-2}
5	$a=3; b=2.1; c=0.91;$ $m=1.2; k=1; n=3$	1) A^2+M ; 2) $B-M$; 3) $b \cdot C^{-3}$; 4) $D+3K$; 5) $A \cdot K-D$; 6) M^{-2}
6	$a=4; b=-0.5; c=-1;$ $m=3.2; k=1.1; n=1.8$	1) $A+B \cdot M$; 2) $M \cdot C$; 3) B^3 ; 4) $C+m \cdot K$; 5) $AB+D \cdot K$ 6) D^{-3}
7	$a=1; b=2.5; c=0.3;$ $m=1; k=-2.1; n=-0.8$	1) $A-M$; 2) $B-a \cdot C$ 3) M^2-B ; 4) $D-K$; 5) $A+7 \cdot D$; 6) A^{-2}
8	$a=2; b=0.5; c=-1.1;$ $m=2; k=1.9; n=-3.8$	1) A^2 ; 2) $B \cdot C+M$; 3) $n \cdot M^2$; 4) $D-K$; 5) $A \cdot B-D \cdot C$; 6) D^{-2}

9	a=3; b=-2.5; c=4; m=3;k=-2.1;n=0.8	1) A ² +M; 2) B-M; 3) b·C ⁻³ ; 4)D+3K; 5)A·K-D; 6)M ⁻²
10	a=3.1; b=1.5; c=2.1; m=3.2;k=1.1;n=-1.6	1) A+A·M; 2) B·C; 3) M ³ ; 4)D+m·K; 5)A·D+D·M; 6)K ⁻²
11	a=-2; b=1; c=1.5; m=-3;k=-0.1;n=1.8	1) A+B·M; 2) M·C; 3) B ³ ; 4)C+m·K; 5)AB+D·K 6)D ⁻³

6-мисол. $\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{3}} \cot^4 \varphi d\varphi$ интегрални ҳисобланг.

7-мисол. Дифференциал тенгламани ечинг.

```
a) (yexy-4xy)dx+(xexy-2x2)dy=0
>> syms x y t y0 x0
>> f=y*exp(x*y)-4*x*y;
>> g=x*exp(x*y)-2*x^2;
>> d1=diff(f,y);
>> d2=diff(g,x);
>> d1==d2
```

ans =

1

Демак тўла дифференциаллик шarti бажарилади.

```
>> Phi=int(subs(f,{x,y},{t,y0}),t,x0,x)+int(subs(g,y,t),t,y0,y)
Phi =
exp(x*y) - exp(x0*y0) - 2*x^2*y + 2*x0^2*y0
```

Мустақил ечиш учун мисоллар. $[a; b]$ кесмада $y' = f(x, y)$, $y(a) = c$ дифференциал тенгламага қўйилган Коши масаласини ечинг.

№	$f(x, y)$	a	b	c	h
1	$xy^3 - x^2$	4	5	0,7	0,1
2	$\sqrt{4x^2 + 1} - 3y^2$	2,6	4,6	1,8	0,2
3	$\cos(1,5x - y^2) - 1,3$	-1	1	0,2	0,2
4	$x^2 + xy + y^2$	2	3	1,2	0,1
5	$e^{-(y^2+1)} + 2x$	0	0,5	0,3	0,05
6	$\cos(1,5y + x)^2 + 1,4$	1	2	0,9	0,1
7	$4,1x - y^2 + 0,6$	0,6	2,6	3,4	0,2
8	$\frac{1}{1+x^3y} + 2y$	1,5	2	2,1	0,05

Назорат саволлари:

1. Maple системаси ва у нима мақсадда ишлатилади?
2. Maple ойнасининг асосий элементларини баён этинг.
3. Maple ойнасининг қисмларини ва уларнинг вазифаларини тушунтиринг.
4. Команда сатридан матнли сатрга ва тескарисига қандай ўтилади?
5. Maple билан ишлаш сеанси қандай режимда бажарилади?
6. Maple менюсининг асосий бандларини айтинг.
7. Maple даги файлига қандай кенгайтма берилади?
8. Maple да қандай асосий математик константалар мавжуд?
9. Maple да рационал сонлар қандай кўринишларда тасвирланади?
10. Maple да рационал соннинг тақрибий қиймати қандай ҳосил қилинади?
11. Maple да командалар қандай символлар билан тугалланади?
12. Қисм программалар библиотекасидан командалар қандай чақирилади?
13. factor, expand, normal, simplify, combine, convert, radnormal командаларнинг вазифасини айтинг.
14. Дарҳол бажариладиган ва бажарилиши кечиктирилган командалар нима?
15. Лимит қанлай команда ёрдамида ҳисобланади, қандай параметрлари бор?
16. Ҳосила қандай команда ёрдамида ҳисобланади?
17. Функция узлуксизлиги қандай команда ёрдамида текширилади.
18. Функциянинг экстремум нуқталари (x,y) ва ундаги max ва min қийматлар қандай командалар кетма-кетлиги ёрдамида аниқланади.
19. maximize, minimize, extrema командалари қандай камчиликларга эга.
20. Maple да функцияни текширишнинг умумий схемасини тушунтиринг.
21. Интеграллаш командалари (аниқ ва тақрибий ҳисобловчи) ни тушунтиринг.
22. Параметрдан боғлиқ интегрални ҳисоблашда параметрларга чекланишлар қандай командалар ёрдамида берилади.
23. student пакети нимага мўлжалланган.
24. Бўлаклар интеграллаш командасини тушунтиринг.
25. Ўзгарувчини алмаштириб интеграллаш командасини тушунтиринг.
26. Чизикли алгебра масалалари Maple да қайси пакетда жойлашган.
27. Вектор ва матрицалар Maple да қандай командалар ёрдамида киритилади.
28. Қандай команда ёрдамида векторлар (матрицалар) кўшилади.
29. Векторларнинг қандай кўпайтмалари ва қандай командалар ёрдамида кўпайтирилади.
30. Векторнинг нормаси Maple да қанлай ҳисобланади.
31. Иккита векторлар орасидаги бурчаклар Maple да қандай ҳисобланади.
32. Векторларнинг базислари ва ортогонал базис қандай топилади.
33. Қандай команда ёрдамида матрицаларнинг кўпайтмаси топилади.

34. Матрицанинг детерминанти, минори, изи, алгебраик тўлдирувчиси Maple да топилади.
35. Квадрат матрицанинг дефекти нима, у Maple да қандай топилади.
36. Тескари матрица Maple да қанлай ҳисобланади.
37. Матрицанинг хос сони, вектори, спектри нима. Улар қандай топилади.
38. Матрицанинг махсус формалари ва уни шу формаларга олиб келувчи Maple да командаларни айтинг.
39. Сатрицанинг ядроси нима, уни қанлай команда ёрдамида топилади.
40. Матрицавий тенгламаларни Maple да ни қандай команда ечиб беради.
41. ОДТ қандай команда ёрдамида ечилади ?
42. ОДТ да бошланғич ва чегара шартлар қандай команда ёрдамида ечилади ?
43. dsolve командасида қандай параметр фундаментал ечимлар системасини аниқлаш учун хизмат қилади ?
44. dsolve командасида қандай параметр ечимни қатор кўринишда олишга хизмат қилади ?
45. ОДТ ечимини график усулда олиш учун дастлаб қандай командаларни киритиш керак ?
46. dsolve командасида қандай параметр ечимни сонли усулда олиш учун хизмат қилади ?
47. ОДТ ечимини бирор нуқтада қандай олиш мумкин ?
48. dsolve командасида қандай параметр тақрибий ечимни график усулда чиқариш учун хизмат қилади ?
49. ОДТ ечимни график усулда олиш учун қандай пакет хизмат қилади?
50. odeplot ва Depplot командаларининг фарқи нимада ?
51. ОДТ лар системаси ечимларининг фазовий портрети қандай ҳосил қилинади ?
52. ans қандай ўзгарувчи?
53. NaN қандай ўзгарувчи?
54. MatLab да матрица хос сонини топиш функцияси
55. MatLab да интегрални ҳисоблаш функцияси
56. Maple тизимида стереометрия масалаларини ечиш учун қандай пакет юклатилиши лозим?
57. >factor(x^3+4x^2-5); натижани аниқланг
58. >solve(x^3+4x^2-5); натижани аниқланг.
59. Maple да Ctrl+L тугмалар нима мақсадда ишлатилади?
60. Maple да Tools->Tutors бўлими вазифасини аниқланг.
61. Maple да Insert->Spreadsheet бўлими вазифасини аниқланг
62. Untitled сўзи математик тизимларда нима учун ишлатилади?
63. >evalf(Int($f,x=a..b,..$)); қандай вазифани бажаради.
64. Tools->Tutors->Calculus->SingleVariables->Limit.. нима мақсадда ишлатилади.
65. Add Line буйруғи вазифасини аниқланг.
66. break операторининг вазифасини аниқланг.
67. MathCAD тизимида ички функциялар $f(x)$ элементи қайси дастгоҳлар панелида жойлашган.

68. Стандарт панелидаги [=] ёзувли тугмаси ва F9 функционал тугмалари вазифасини аниқланг.

V. КЕЙС БАНКИ

Кейс топшириқлари.

Қуйида берилган кейс топшириқларида тингловчилар кичик гуруҳларга бўлинадилар ва ҳар бир гуруҳ тақрибий ечиш усулларида бирини танлаб қўйилган масалани ечадилар. Олинган натижалар таҳлил қилиниб, сўнгра математик тизим ички функцияси ёрдамида ечилади ва хулоса чиқарилади.

1 масала. Тенгламалар системасини тақрибий ечинг.

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 - x_3 = 3, \\ 3x_1 - x_2 + 4x_3 = 6, \\ 5x_1 + 5x_2 + 2x_3 = 8. \end{cases}$$

Масаланинг ечиш босқичлари:

1. Масалани ечиш методини танлаш лозим.
2. Ҳисоблаш аниқлигини назарда тутиш.
3. Ҳисоблаш алгоритми асосида математик тизимларда дастур тузиш.
4. Муайян математик тизим ички функциясидан фойдаланиб масалани ечиш.
5. Олинган натижаларни тақослаш ва таҳлил қилиш.

2 масала. Чизиқсиз тенгламалар системасини тақрибий ечинг.

$$\begin{cases} x + y^2 = 2 \\ \cos(x) + e^y = 1 \end{cases}$$

Масалани ечиш босқичлари:

1. Масалани ечиш методини танлаш лозим.
2. Ҳисоблаш аниқлигини назарда тутиш.
3. Ҳисоблаш алгоритми асосида математик тизимларда дастур тузиш.
4. Муайян математик тизим ички функциясидан фойдаланиб масалани ечиш.
5. Олинган натижаларни тақослаш ва таҳлил қилиш.

3 масала. Оддий дифференциал тенгламага қўйилган чегаравий масалани сонли ечинг.

$$y''(x) + 2xy'(x) - 2y(x) = 2x^2, \quad 0 \leq x \leq 1, \quad y'(0) = -2, \quad y(1) + y'(1) = 0$$

Масалани ечиш босқичлари:

1. Масалани ечиш методини танлаш лозим.
2. Ҳисоблаш аниқлигини назарда тутиш.
3. Ҳисоблаш алгоритми асосида математик тизимларда дастур тузиш.
4. Муайян математик тизим ички функциясидан фойдаланиб масалани ечиш.
5. Масала сонли ечими графигини чизиш ва анимация қилиш.
6. Олинган натижаларни тақослаш ва таҳлил қилиш.

VI. МУСТАҚИЛ ТАЪЛИМ МАВЗУЛАРИ

Мустақил ишни ташкил этишнинг шакли ва мазмуни.

Тингловчи мустақил ишни муайян модулни хусусиятларини ҳисобга олган ҳолда қуйидаги шакллардан фойдаланиб тайёрлаши тавсия этилади:

- меъёрий ҳужжатлардан, ўқув ва илмий адабиётлардан фойдаланиш асосида модул мавзуларини ўрганиш;
- тарқатма материаллар бўйича маърузалар қисмини ўзлаштириш;
- автоматлаштирилган ўргатувчи ва назорат қилувчи дастурлар билан ишлаш;
- махсус адабиётлар бўйича модул бўлимлари ёки мавзулари устида ишлаш;
- тингловчининг касбий фаолияти билан боғлиқ бўлган модул бўлимлари ва мавзуларни чуқур ўрганиш.

Мустақил таълим мавзулари:

1. Математик тизимларда математик моделлаштириш ва ҳисоблаш эксперименти.
2. MATLAB да оддий дифференциал тенгламаларга қўйилган Коши масаласини ечиш.
3. Матрицалар устида амаллар.
4. Хусусий ҳосилали дифференциал тенгламаларга қўйилган аралаш масалаларни сонли ечиш.
5. MATLAB ON LINE – Matlabнинг мослаштирилган версияси ҳақида маълумотлар.
6. Математик анализ фани бўйича математик тизимларда белгиланган мавзуларда электрон қўлланмалар яратиш.
7. MathCADда ички функциялар билан ишлаш.
8. Аниқ ва аниқмас интегралларни бевосита ва ўзгарувчиларини алмаштириш ёрдамида ҳисоблаш.
9. Итерация усулларини қўллаш. $Ax=b$ системани тақрибий ечимини оддий интеграциялар усули ёрдамида топиш.
10. Simulink дастури буйруқлари.
11. Математик тизимларда матрица хос сон ва хос векторларини ҳисоблаш.
12. Электрон жадваллар. Электрон жадвални жойлаштириш. Spreadsheet менюсининг элементлари таркиби. Электрон жадвал билан ишлаш. Excel жадвал процессорининг Maple билан уйғунлиги.
13. Ифодани символли алмаштириш. Ифодани соддалаштириш буйруғи— simplify. Ифодани кўпайтувчиларга ёйиш — expand. Бутун ва рационал сонларни(туб) кўпайтувчиларга ажратиш — ifactor. Ифодани кўпайтувчиларга ажратиш (факторизация) — factor. Даражалар бўйича ихчамлаш — collect.
14. Ўрнига қўйишлар билан ифодани шакл алмаштириш. Ифодаларни функционал алмаштириш. Рўйхат элементларини функционал алмаштириш. add, mul ва seq функциялар билан алмаштириш. subs ва subsop функциялар билан алмаштириш. Тартиблаш селекциялаш функциялари.
15. Тенглама ва тенгсизликларни ечиш. Solve асосий функцияси. Бир номаълумли чизиқсиз тенгламани ечиш. Тригонометрик тенгламани ечиш.

Чизиқли тенгламалар системасини ечиш. Чизиқсиз ва трансцендент тенгламалар системасини ечиш. RootOf функцияси.

16. Махсус функцияли тенгламаларни ечиш. Тенгсизликларни ечиш. Функционал тенгламаларни ечиш. Чизиқли операторли тенгламаларни ечиш. Тенгламани тақрибий ечиш fsolve функцияси. Рекуррент тенгламаларни ечиш — rsolve функцияси. Тенгламанинг бутун сонли ечимини топиш — isolve функцияси. msolve функцияси.

17. Функционал боғлиқлик таҳлили. Функционал боғлиқлик тушунчаси ҳақида. Функция биринчи тартибли ҳосиласининг ноллари бўйича унинг экстремумларини топиш. Экстремумларни аналитик кўринишида излаш. Функциянинг экстремумларини extrema функцияси билан излаш.

18. Аналитик функцияларнинг максимум ва минимумларини излаш. Қоварик программалаш. Функцияни узлуксизликка текшириш. Узилиш нуқталарини излаш. Функциянинг сингуляр нуқталарини топиш. Асимптотик ва бошқа ёйишлар.

19. Кетма-кетлик йиғиндисини ҳисоблаш. Чекли ва чексиз йиғиндини ҳисоблаш. Икки каррали йиғиндилар. Махсус йиғиндиларни ҳисоблаш. Кетма кетлик кўпайтмасини ҳисоблаш. Кўпайтманинг ҳисоблаш.

20. Ҳосилани ҳисоблаш. diff ва Diff функцияси. Ҳосила таърифи ва тўлиқ дифференциал. D дифференциал оператори. Интегралларни ҳисоблаш. Аниқ интеграл. Бўлаклаб интеграллаш. Интегрални ҳисоблашда ўзгарувчиларни алмаштириш.

21. Функцияни қаторга ёйиш. Тейлор ва Маклорен қаторлари. Тригонометрик функцияларни қаторга ёйиш. Powseries даражали қаторга ёйиш. Maple - Тейлор қаторига ёйиш билан функцияни аппроксимация қилиш. Математик анализ масалаларини визуализация қилиш. Риман йиғиндиси. Уринма тенгламаси. Кесувчи. Айланиш жисмлари сиртини ҳисоблаш.

22. Эгри чизиқни айлантиришдан ҳосил бўлган жисмнинг ҳажми. Student пакети ва унинг функциялари. Student пакети интеграллаш функциялари. Student пакети кўрғазмали графикаси. Сонли интеграллаш усулларининг визуализацияси.

23. Алфавит белгиларининг ишлатилиши. Махсус буйруқлар. Арифметик ҳисоблашлар. Ихтиёрий аниқликдаги сонлар билан ҳисоблашлар. Комплекс сонлар билан ишлаш. Сонларнинг(Ҳисоблаш натижалари) типини назорат қилиш. Ҳақиқий сонлар билан ишлашда Real Domain пакети.

24. plot график функциясининг модификациялари. Ифодалар рўйхатини ҳосил қилиш ва қўллаш. Массив, вектор ва матрицаларни ҳосил қилиш. Матрица курувчи Matrix Builder Maple дастгоҳ.

25. Maple- жадвалини тузиш ва фойдаланиш. Maple га импорт қилинадиган маълумотларни кўриш. ListTool рўйхатлар билан ишлаш пакети. Ўзгармаслар (константа). Янги ўзгармасларни киритиш.

26. Катталиклар. Units ўлчов бирликка эга бўлган катталикларни қўллаб қувватлаш пакети. ScientificConstants илмий ўзгармас катталиклар пакети. Матнли маълумотларни ҳосил қилиш. Бажарилмайдиган сўзлар (идентификаторлар). Матнли маълумотлар устида амаллар.

27. Файллар ва ҳужжатлар билан ишлаш. Файл типи. Файлга маълумот ёзиш.

Файдан маълумот ўқиш. m файлини ёзиш ва ўқиш. Файлга график объектларни ёзиш.

28. Қаторни интерактив киритиш. Матнли қаторни математик ифодага алмаштириш. Ўзгарувчига ном ва қиймат бериш. Қиймат бериш буйруғини бекор қилиш ва restart функцияси.

29. Операторлар билан ишлаш. Операторларнинг турлари. Бинар операторлардан фойдаланиш. Тўпламлар билан ишлаш. Тўпламда in оператори. Унар арифметик операторлар. % операторини ишлатиш ва history оператори. Логик операторлар билан ишлаш.

30. Математик функциялар билан ишлаш. Функция ҳақида тушунча. Математик ифодалар. Maple тизимида элементар функциялар билан ишлаш. Баъзи бутун қийматли функциялар ва факториал.

31. Фойдаланувчи функциясини аниқлаш. unapply функцияси конструктори. Фойдаланувчи функциясини визуализация қилиш. Импликатив функциялар. Шартли ифодалар. for ва while цикл операторлари. Ичма-ич жойлашган цикл операторлари ва улар ёрдамида матрицани ҳосил қилиш. Циклларнинг қисқартирилган конструкцияси. Циклни тўхтатиш ва ўтказиб юбориш оператори.

32. Икки ўлчовли графиклар. Икки ўлчовли функция графиги чизиш учун plot функцияси. Чизикларнинг тури(стили) ва рангини бошқариш. Узилишга эга функцияларнинг графигини чизиш. Битта расмда бир неча функция графигини чизиш. Функция графигини нуқталар билан чизиш. Қутб координаталар системасида график чизиш. Параметрли функция графиги.

33. Анимация. Функция графикларини анимация қилиш.

34. Оддий дифференциал тенгламаларни аналитик ва сонли ечиш.

35. Уч ўлчовли функцияларнинг графиги. plot d функцияси. plot d функцияси параметрлари. Турли стиллар билан сиртларни қуриш. Турли координаталар системасида сиртларни ясаш. Параметрлар билан берилган сирт графиги.

36. Процедуралар ва процедура-функциялар. Оддий процедуралар. График процедуралар. RETURN қийматни қайтариш оператори. Циклда ва процедурада ўзгарувчиларнинг статуси. Локал ўзгарувчиларни local оператори билан эълон қилиш.

37. Глобал ўзгарувчиларни global сўзи билан эълон қилиш. ERROR хатоликлар ҳақидаги хабарни чиқариш функцияси. Процедуралардаги калитлар. remember калити.

38. builtin ва system калити. Builtin, system, operator, arrow, trace ва copyright калитлари.

39. Хусусий ҳосилали дифференциал тенгламаларни ечиш.

40. Чизикли алгебра масалаларини Maple да ечиш. LinearAlgebra функцияси.

41. Ошқормас функция графикларини чизиш. Шартлар билан берилган функция графиги

42. Такқосламаларни ечиш. Комплекс аргументли функциялар билан ишлаш. Maplelet ойнасида функция графигини чизиш.

43. Математик анализ масалаларини визуализация қилиш. Риман йиғиндиси. Уринма тенгламаси. Кесувчи. Айланиш жисмлари сиртини ҳисоблаш.

VII. ГЛОССАРИЙ

Термин	Ўзбек тилидаги шарҳи	Инглиз тилидаги шарҳи
Вебкамера	компьютерлараро видеотасвирларни узатувчи қурилмадир	Webcam is a device, which transmits video between computers.
Видеоанжуман	турли географик манзиллардаги фойдаланувчи гуруҳлари орасида рақамли видеоёзув ёки оқимли видео кўринишида маълумотларни алмашилиш асосида йиғилиш ва мунозаралар ўтказиш жараёни	Videoconferencing is digital video talk or video process based on the exchange of information in the form of meetings and discussions between user groups from different geographical locations
Видеоиловалар	харакатланувчи тасвирлар ишлаб чиқиш технологияси ва намойиши	GIF is the technology development and demonstration of moving images
Виртуал аудитория	ўқув жараёнининг ўқитувчиси ва бошқарувчисининг маслаҳатини олиш учун тармоқ технологияси ёрдамида турли географик жойларда яшаётган талабаларни бирлаштириш	Virtual classroom is a combination of students living in different geographical areas to get the advice of the teacher or manager of training process via network technology
Виртуал лаборатория	ўрганилаётган ҳақиқий объектларда бўлаётган жараёнларни компьютер имитацияси орқали тақдим этиш ва масофавий кириш имкониятига эга бўлган дастурий мажмуа.	Virtual Laboratory is a software complex, which has an access to demonstrate the process occurred to the researching object by computer imitation and can be accessible to reach through the internet.
Виртуал (воқеълик)ҳақиқий лик	ўрганишга мўлжалланган мураккаб жараёнларда бўладиган ҳодисаларни аудиовидео тизими орқали ўқувчи тасавуридаги мавҳум кўриниши.	Virtual (reality) authentication - abstract intellectual appearance of a complex process, which is hard to understand for the reader through the audiovisual events
Гиперматн	ассоциатив боғланган блоклар кўринишида тақдим этилган (бошқаматли ҳужжатларга йўл кўрсатувчи)	Hypertext – text presented in form of blocked associative link

	матн.	
Глобал тармоқ	минтақавий (қитъалардаги) компьютерларни ўзида бирлаштириш имконига эга бўлган тармоқ.	Global network -network with an opportunity to combine intercontinental computers
График муҳаррир	тасвирларни тахрир қилишни таъминлайдиган амалий дастур.	Graphical editor -practical application, which provides editing the images.
Интерактив ўқув курслари	ўзаро мулоқот асосига қурилган воситалардан фойдаланиб тузилган курслар.	Interactive training courses -lessons based on the mutual interaction means
Интернет	ягона стандарт асосида фаолият кўрсатувчи жаҳон глобал компьютер тармоғи.	Internet - the world global computer network operating basing on a single standard
Итерацион цикл	такрорланиш сони олдиндан номаълум бўлган цикл шакли.	Iteration cycle is a form of a cycle, when quantity of repeating cycles are previously unknown.
Каталог	файллар мундарижаси. Фойдаланувчига операцион тизим буйруқлар тили орқали фойдаланиш имконини берилади.	Catalog is the content of the files. It gives access to the User to work through the operating system commands.
Клавиатура	компьютерга маълумот киритиш учун ва бошқарувчи сигнал бериш хизмат қилади.	Keyboard serves as a control signal to enter information on your computer.
Кейс-технология	масофавий ўқитишни ташкил қилишнинг шундай услубики, масофавий таълимда матнли, аудиовизуал ва мультимедиали (кейс) ўқув услубий материаллар мажмуаси қўлланишга асосланади.	Case-technology is the way of organizing distance learning through complex combining text, audiovisual and multimedia teaching materials.
Масофавий таълим (МТ)	таълимни масофавий ўқитиш усул ва воситалари орқали ташкил қилиш шакли	Distance learning is the education through distance learning methods and tools.
Математик модель	объектнинг муҳим хоссаларини тафсифловчи математик муносабатлар (формула, тенглама, тенгсизлик ва ҳ.к.) тизими	Mathematical model is a combination of important elements of the object in the description of mathematical relationships (formulas,

		equations, inequalities, etc.).
Матн муҳаррири	матнли маълумотларни (ҳужжатлар, китоблар ва ҳ.к.) киритиш ва таҳрирлаш учун дастур. У қаторларни таҳрирлаш, матннинг бирор қисмини излаш, алмаштириш, абзац чегараларини текислаш, матнни синтаксис таҳлил қилишни таъминлаши лозим	Text editor is the editing software for printing text data (documents, books, etc.). This program edits the lines, searches the information from the whole text and corrects syntax mistakes.
Мультимедиа	ахборотни (матн, расм, анимация, аудио, видео) ифодалашнинг кўп имкониятли тақдим этилиши	Multimedia is the provision of information (text, image, animation, audio, video) having numerous opportunities
Меню	бирор конкрет бўлимни танлаш имконияти мавжуд бўлган, компьютер экранидан тақдим этиладиган турли вариантлар рўйхати	Menu is a list of the various options on the computer screen, has the opportunity to choose a specific topic
Мультимедиа	(multi – ko`p, media – muhit) бу компьютер технологиясининг турли хил физик кўринишга эга бўлган (матн, графика, расм, товуш, анимация, видео ва ҳ.к.) турли хил ташувчиларда (оптик диск, флеш хотира ва ҳ.к.) мавжуд бўлган ахборотдан фойдаланиш билан боғлиқ соҳасидир.	Multimedia (multi – multi: media-atmosphere) is a sector of computer technology associated with use of available information with a variety of physical appearance (text, graphics, images, sound, animation, video and etc.) from different carriers (optical disk, flash memory, and so on)
Оператор-	маълумот устида яқунланадиган амал бажаришни аниқлайдиган алгоритмик тил жумла.	Operator is the algorithmic language sentence of the definition of the steps to complete the information on.
Педагогик ахборот технологиялари	компьютер, тармоқ технологияси ва дидактик воситаларни фойдаланишга асосланган технологиялар.	Educational information technology is a technology based on the usage of computer, network technologies and didactic tools.
Провайдер (provider)	компьютерларнинг тармоққа уланиш ва ахборот алмашишини ташкил	Provider is an organization controls computer networking and

	қиладиган ташкилот.	information exchange
Сайт	графика ва мултимедия элементлари жойлаштирилган гипермедия хужжатлари кўринишидаги мантиқан бутун ахборот.	Site is logically connected data in the form of hypermedia documents where graphics and multimedia placed in.
Сервер	ахборот-таълим ресурсларини тармоқда жойлаштириш ва уни тарқатиш учун мўлжалланган компьютер қурилмалари мажмуи.	Server is a set of computer equipment dedicated for placing information and educational resources to the network.
Сервер (server)	маълумотларни ўзида сақловчи, фойдаланувчиларга хизмат кўрсатувчи, тармоқдаги принтер, ташқи хотира, маълумотлар омбори каби ресурслардан фойдаланишни бошқарувчи компьютер	Server is a computer controlling the use of resources, data protection, users of service, and has a right to use external storage and data storage
Сунъий интеллект (artificial intelligence)	инсон интеллектининг баъзи хусусиятларини ўзида мужассамлаштирган автоматик ва автоматлаштирилган тизимлар мажмуиси	Artificial Intelligence an automatic system complex embodies the characteristics of some of the human intellect
Такдимот/презентациялар	(инг. presentation) – аудиовизуал воситалардан фойдаланиб кўргазмали шаклда маълумот такдим этиш шакли.	Presentations - Audiovisual form of providing the information.
Таълим жараёнини масофавий ўқитиш технологияси	замонавий ахборот ва коммуникация технологияларидан фойдаланиб ўқув жараёнини масофадан туриб таъминлайдиган ўқитиш усули ва воситалари ҳамда ўқув жараёнларини бошқариш мажмуи	The learning process of distance learning technology - use of modern information and communication technologies in the educational process of distance learning methods and tools, as well as providing training complex management processes.
Таълим мақсади	тизимлаштирилган билим, кўникма ва малакаларни ўзлаштириш, фаоллик ва мустақилликни ривожлантириш, бутун	The purpose of education - systematic development of knowledge and skills, the development of the activity and

	дунёкарашни шакллантириш ва ривожлантириш	independence, and the formation of a broad-based development.
Таълимнинг компьютер технологияси	компьютер техникаси, коммуникация воситалари, шунингдек, ахборотларни ифодалаш, узатиш ва йиғиш, билиш фаолиятини назорат қилиш ва бошқаришни ташкил этиш бўйича ўқитувчининг вазифаларини моделлаштирувчи интерактив дастурий маҳсулотлар асосида педагогик шаротини яратишнинг метод, шакл ва воситалари мажмуи	Educational computer technology is a complex of organization of the management of computer hardware, communication tools, as well as the collection and transmission of information, which can be substitute for the functions of a teacher based on interactive software methods of creating pedagogical conditions, the form and set of tools.
Тизим(system)	ягона мақсад йўлида бир вақтнинг ўзида ҳам яхлит, ҳам ўзаро боғланган тарзда фаолият кўрсатадиган бир неча турдаги элементлар мажмуаси	System is a complex of several types of elements functioning for only one purpose and having the integral link between each other simultaneously.

VIII. АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

Махсус адабиётлар:

1. George A. Anastassiou and Iuliana F. Iatan. Intelligent Routines. Solving Mathematical Analysis with Matlab, Mathcad, Mathematica and Maple. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013- 592p.

2. Brain R.Hunt, Ronald I.Lipsman, Jonatahan M.Rosenberg. A Gulde to MATLAB for Beginners and Experienced Users. Cambridge University Press. 2008.

3. В.А.Охорзин Прикладная математика в системе MATHCAD: Учебное пособие. –СПб.: “Лань”. 2008.-352с.

4. В.П.Дьяконов. Maple 9.5/10 в математике, физике и образовании- М.:СОЛОН-Пресс.2006.-720с.

5. В.П.Дьяконов. Mathematica 5/6/7. Полное руководство. - М.: ДМК Пресс, 2010. - 624 с.:

6. MATHCAD User's Guide with Reference Manual. MathSoft Engineering & Education, Inc. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2001.-513p.

7. Maple User Manual. Maplesoft, Waterloo Maple Inc. 2012.-458p.

Интернет манбаалари:

1. www.mathcad.com Mathcad тизими ишлаб чиқувчилари .

2. ziyonet.uz Миллий ижтимоий-таълим ахборот тармоғи.

3. www.maplesoft.com Maple тизими ишлаб чиқувчилари.

4. www.mathworks.com MATLAB тизими ишлаб чиқувчилари.