

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIMI**  
**VAZIRLIGI URGANCH DAVLAT UNIVERSITETI**  
**FIZIKA MATEMATIKA FAKULTETI**  
**INFORMATIKA VA AT KAFEDRASI**

Bekchonov B.Yu

Mathcad dasturida ishlashda  
(o'quv uslubiy qo'llanma)

*Urganch - 2013*

## ANNOTATSIYA

Mazkur qo'llanma MathCad dasturida matematik masalalarni yechish va MathCad dasturi buyruqlari bilan tanish, foydalanish uchun qulaylikga ega.

Ushbu qo'llanma quyidagilarni o'z ichiga oladi MathCadda oddiy funksiyalar bilan ishlash, funksiyalarni o'rnatish, ikki o'lchovli funksiya va yuzalar grafiklari bilan ishlash, tenglamalar va tenglamalar sistemasini echish, differensial tenglamalarni echish, vektorlar va matrisalar bilan ishlash funksialari

Bo'limlarning xar biri tajriba ish sifatida ko'rib chiqilgan, ularga taalluqli topshiriqlar berilgan va bu topshiriqlarni bajarish usullari ko'rsatib o'tilgan. Shu bilan birga mavzu doirasida nazorat uchun savollar ham berilgan.

# MathCAD интеграл муҳити интерфейси

**Ишнинг мақсади:** MathCAD муҳити асосий буйруқлари, менюсини ўрганиш ва сода ҳисоблашларни бажариш, ўлчов бирликларини танлаш ва ўрнатиш.

## Лаборатория ишини бажариш услуби:

1. Дастурни очиш йўллари билан танишиш.
2. Асосий буйруқлар ва менюни ўрганиш. Уларни очиш ва ишчи варағига чиқариш йўллари.
3. Топшириқни бажариш.
4. қўйдагилардан ташкил топганхисоботни бажариш:
  - лаборатория иши конспекти;
  - бажарилган топшириқ натижаси билан.
5. Назорат саволларга жавоб бериш.

## Назарий тушунтиришлар

### Асосий меню структураси ва тартиби

MathCAD – бу турли математик масалалари ечиш учун мўлжалланган интеграл муҳитидир. Системага киришнинг бир неча усуллари мавжуд:

#### Биринчи усул:

- ✓ курсор кўрсаткичининг **Пуск** га келтирган ҳолда сичқонча чап тугмасини босинг;
- ✓ унда **Программ** бандини танласангиз иккинчи қалқиб чиқувчи меню пайдо бўлади;
- ✓ унда **MathSoft Apps** бандини белгиласангиз учинчи қалқиб чиқувчи меню пайдо бўлади;
- ✓ бу ерда **MathCAD 2001 Professional** бандини топинг ва сичқончанинг чап тугмасини босинг, шунда дастур ишга тушади.



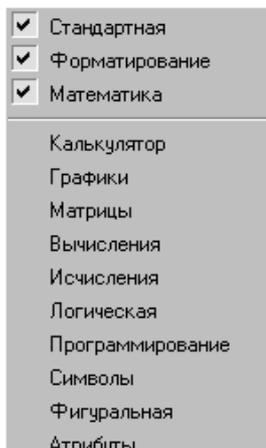
**Иккинчи усул:** ишчи столдаги mathcad ерлиғини топинг

**Учинчи усул:** .mcd кенгайтмали файлни топинг ва сичқонча чап тугмасини икки марта босинг.

Система ишга туширилган MathCAD ишга тайер бўлади. Экраннынг асосий қисмини, бошида бўш бўлган, тахрирлаш дарчаси банд қилади. Пастдаги ва ўнгдаги айлантириш йўлкаси иш варағи бўйича горизонтал ва вертикал ҳаракатланишни амалга ошириш учун хизмат қилади. Асосий меню шундай система бўлиб, у MathCADнинг барча восталарига мурожат қилиш имкони беради. Маъносига кўра асосий меню – бу интеграл муҳитнинг асосий бошқарув марказидир. қўшимча марказлар вазифасини асбоблар панели ва алоҳида тугмалар бажариб, уларга тез-тез ишлатилиб турадиган командалар бирлаштирилгандир (1.2 расм).

### Асбоблар панели

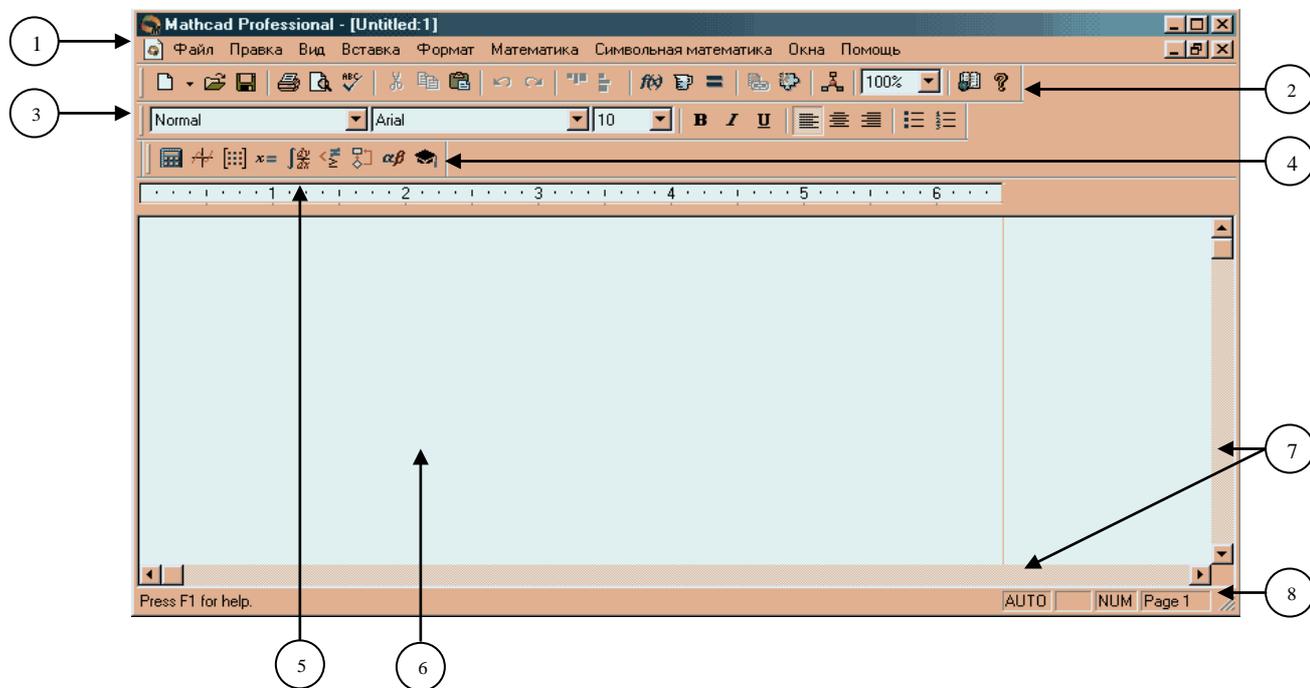
#### Асбоблар панелини экранга чиқариш



Mathcad муҳитида ишлашни осонлаштириш учун экранга асбоблар панелини чиқариш мумкин. Уни чиқариш еки ўчириш асосий менюнинг **Вид** (View) бўлими ичидаги **Панели инструментов** банди орқали амалга оширилади. **Панели инструментов** банди фаоллаштирилганда очилиб чиқувчи менюни (1.1-расм) чиқаради.

У экранда пайдо бўлган қўйдаги асбоблар панелини бошқариш имконини беради (1.1-расм). **Стандартная** (Standard), **Форматирование** (Formatting), **Математика** (Math), **Калькулятор** (Arithmetic), **Оценка** (Evaluation), **Диаграмма** (Graph), **Матрица** (Matrix), **Въчисления** (Calculus), **Символ** (Greek), **Символьная** (Symbolic), **Программирование** (Programming), **Логический**, **Модификатор** (Modifier). Мос очилиб чиқувчи бандни экранга чиқариш еки олиб ташлаш учун курсор кўрсаткичи тегишли бандга келтирилиб сичқонча чап тугмаси бир марта босилади. Агар банд олдида белги бўлган бўлса, у ҳолда у ўйқолади ва асосий менюдан мос асбоблар панели олиб ташланади. Меню банди байроқча каби ишлайди. Курсор кўрсаткичи асбоблар панелининг белгилари ва тугмалари (пиктограммалар) устида ҳаракатлантирилганда ҳар бир тугманинг мақсади ениб чиқади. Бандни меню орқали танланганга кўра тугмалар орқали чакириш тезроқ амалга оширилади.

1.1 расм. Асбоблар панели бандининг очилиб чиқувчи менюси



- |  |                          |
|--|--------------------------|
| 1 – панель асосий менюси;                  | 5 – линейка;             |
| 2 – <b>Стандартная</b> асбоблар панели;    | 6 – иш vara'и;           |
| 3 – <b>Форматирование</b> асбоблар панели; | 7 - айланитириш йўлкаси; |
| 4 – <b>Математика</b> асбоблар панели;     | 8 – ҳолат сағри.         |

1.2. – расм. MathCAD системасининг асосий менюси

### Стандартная асбоблар панели

**Стандартная** (Standard) асбоблар панелида (1.2 - расм) йигирмата тугма жойлашган:



тоза varaқ кўринишли тугма – янги ҳужжат ҳосил қилиш диалог дарчасини очади;



очик папка кўринишли тугма – мавжуд ҳужжатни чақариш диалог дарчасини очади;



дискет кўринишли тугма – тузилган янги ҳужжатни хотирада сақлайди;



принтер кўринишли тугма – тузилган ҳужжатни босмага чиқариш диалог дарчасини очади;



varaқ ва лупа кўринишли тугма – босмага чиқаришдан олдин ҳужжатни дастлабки кузатувни амалга оширади;



ABC ҳарфлари кўрсатилган тушма – орфографик хатони текширишни амалга оширади;



қайчи кўринишли тугма – белгиланган матн қисмини еки формулани алмашлаш буферига олиб ташлаш вазифасини

бажаради;



бир неча нусхалар кўринишли тугма – белгиланган матн қисмини еки формулани алмашлаш буферига нусхасини олишни амалга охиради;



портфель кўринишли тугма – белгиланган матн қисмини еки формулани алмашлаш буферидан қўйиш вазифасини

бажаради;



чапга бурилишли стрелка кўринишли тугма охириги буйрукни бекор қилиш вазифасини бажаради;



унгга бурилишли стрелка кўринишли тугма охириги бекор қилинган буйрукниқайта тиклаш вазифасини бажаради;



юқори чегара бўйича текислаш кўринишли тугма – белгиланган соҳани горизонтал чизиқ бўйича текислаш вазифасини

бажаради;



чап чегара бўйича текислаш кўринишли тугма – белгиланган соҳаларнинг энг ўнг ва энг чаплари орасида жойлашган, вертикал чизиқ бўйича текислаш вазифасини бажаради;



**Вставьте функцию** (Функцияни ўрнатиш) - функция белги кўринишли тугма – керакли функцияни ўрнатиш учун диалог дарчасини чақариш вазифасини бажаради;

 ўлчов кружка кўринишли тугма – керакли ўлчов бирлигини ўрнатиш учун диалог дарчасини чиқариш вазифасини бажаради;

 тўқлашган тенг белги кўринишли тугма – курсордан пастда (ўнгда) жойлашган барча формулаларни (ифодаларни) ҳисоблаш вазифасини бажаради;

 занжир қисми кўринишли тугма – гипертекстли матнни ўрнатиш вазифасини бажаради;

 камера кўринишли тугма – компонентани ўрнатиш вазифасини бажаради;

 уч нурли диаграмма кўринишли тугма – MathConnex иловани очишни таъминлайди;

 очик китоб кўринишли тугма – ресурслар марказига мурожатни таъминлайди;

 сўроқ белги кўринишли тугма – ердам бериш диалог дарчасини чиқаради.

### Форматирование асбоблари панели

**Форматирование асбоблар панели** саккизта тугма ва учта майдонни ўз ичига олади (1.2.-расм). Керак бўлганда, ўнг томондаги тугмани босган ҳолда, мавжуд стиллар рўйхатини очи шва зарурини сичқонча чап тугмасини босиш орқали танлаш мумкин.

Иккинчи майдонда ҳозирда қўлланилаётган шрифт номи кўрсатилади. Ўнг томондаги тугмани босган ҳолда мавжуд шрифтлар рўйхатини чиқариш ва кераклигини танлаш мумкин бўлади.

Учинчи майдонда ҳозирда қўлланилаётган шрифт ўлчами берилган. Ўнг томондаги тугмани босган ҳолда мавжуд шрифт ўлчамлари рўйхатини чиқариш ва кераклигини танлаш мумкин бўлади.

 В ҳарfli тугма белгиланган матн, формула, ифода қисмини ярим тўқланган ҳолга айлантиради;

 I ҳарfli тугма белгиланган матн, формула, ифода қисмини курсив кўринишга айлантиради;

 U ҳарfli тугма белгиланган матн, формула, ифода қисми тагига чизишни амалга оширади;

 чапга сурилган кўринишли тугма матнни чап чегара бўйича текислайди;

 марказ нисбатан текисланган кўринишли тугма матн сатрларини марказга нисбатан текислайди;

 ўнгга сурилган кўринишли тугма матнни ўнг чегара бўйича текислайди;

 маркерли рўйхат кўринишли тугма белгиланган матн қисмига маркер ўрнатишни амалга оширади;

 номерланган рўйхат кўринишли тугма белгиланган матн бўлимларига номерлар қўйишни амалга оширади.

### Математика асбоблар панели

**Math** (Математика) асбоблар панели тўққиз тугмадан иборат (1.3 - расм):

 калькулятор кўринишли тугма **Калькулятор** (Arithmetic) асбоблар панелини чақиради;

 x ҳарфи ва «к» шарти кўринишли тугма **Оценка** (Evaluation) асбоблар панелини чақиради;

 график кўринишли тугма **Диаграмма** (Graph) асбоблар панелини чақаради;

 матрица тайергарлиги кўринишли тугма **Матрица** (Matrix) асбоблар панелини чақиради;

 интеграл ва дифференциал белги кўринишли тугма **Вўчисления** (Calculus) асбоблар панелини чақиради;

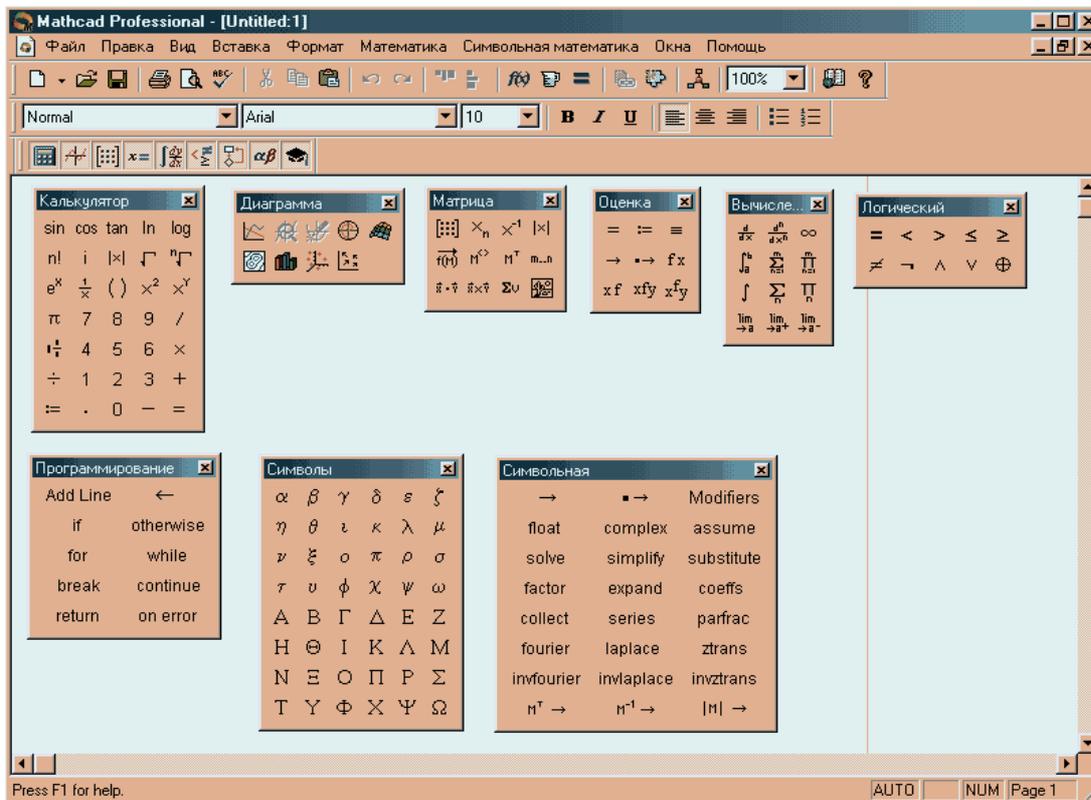
 грек алфавитининг **αβ** ҳарф кўринишли тугма **Символ** (Greek) асбоблар панелини чақиради;

 шлапа кўринишли тугма **Символьная** (Symbolic) асбоблар панелини чақиради;

 блок-схема кўринишли тугма **Программироваение** (Programming) дастурлаш режимини чақиради;

 шарт текширишни белги кўринишли тугма **Логический** (Logic) асбоблар панелини чақиради;

Ушбу менюнинг исталган банди босилганда асосий менюда мос меню очилади, қайта босилганда эса – у епилади.



1.3.-рasm. MathCAD мухити асбоблар панели

### Асосий тушунча ва таърифлар

Mathcadда исталган ҳужжат алоҳида блоклардан ташкил топади. Улар турли типли бўлиши мумкин: матнлар (изохлар), формулалар, графиклар, жадваллар ва ҳоказо. Ҳар бир блок иш вақтида тўри тўртбурчак формали аниқ сохани банд қилади.

Ҳужжатда блокларнинг жойлашувчи, матнлигидан ташқарии, принципал аҳамият касб этади. Улар чапдан ўнгга ва юқоридан пастга қараб бажарилади. Шунинг учун блоклар ўзаро бир-бирини қопламаслиги керак (қисман қопланиши эҳтимолдан холи эмас). Блокларнинг Ушбу тартибда бажарилиши шуни кўрсатадики, мисол учун, функциянинг еки жадвалнинг графигини тузиш бошида ўша функцияни ва аргумент чегаралари ўзгаришини бериши блокларини бажаришдан бохланиб, сўнгра жадвал еки функция графигини тузиш блоки Билан давом этади.

Блокларни конструклаштиришда системага бириктирилган уч – матн, формула ва график мухаририлари хизмат қилади.

**Матн мухарири** – матнли изохларни ҳосил қилиш воситасидир. У формулалари ва график кўринишдаги ҳужжатларни тушунарлироқ холга келтиради. Матнларни тахрирлаш қўйидаги умумий қабул қилинган воситалар ердамида амалга оширилади: курсорни бошқариш, символларни ўрнатиш ва алмаштириш режимларини ўрнатиш (Insert тугмаси), ўчириш (Del ва Backspace тугмалари), белгилаш, алмашлаш буферига нухалаш, алмашлаш буферидан чақириб ўрнатиш ва бошқа тугмалар.

**Формула мухарири** – математик ифодаларни ҳосил қилиш воситасидир. Ушбу операцияни бажариш учун сичқонча кўрсаткичини мухарирлаш ойнасининг исталган жойига ўрнатиш ва сичқонча чап тугмасини босиш кифоя. Шунда кичик қизил крестча кўринишдаги визир пайдо бўлади. Унинг жойлашувини ҳаракатлантириш тугмалари ердамида ўзгартириш мумкин. Визир хисоблаш блокадаги формулалар тўпламининг бошланиш нуқтасини кўрсатади. Жойлашган ўрнига қараб у ўзининг формасини ўзгартириши мумкин. Масалан, формулалар соҳасида визир, маълумотларини киритиш йўналиши ва ўрнини кўрсатувчи, ҳаво ранг бурчакка айланади. Тахрирлаш фақатгина жорий мухарири ойнасига бир еки бир қатор объект шаблонлари киритилгандагини бажарилиши мумкин. Акс холда, тахрирлаш операцияларини қисман амалга ошириш мумкин бўлмайди ва Edit (Правка) тахрирлаш менюсида бундай операциялар белгиланмайди, яъни камайтирилган еркинликли матн холида кўрсатилади.

**Математик соҳа** – бу математик ифода еки графикни жам қилувчи соҳадир. У ишловчи хисобланади; бу унда амалга оширилган ҳар қандай ўзгариш, ишчи ҳужжатнинг қўйида жойлашган, барча математик соҳаларга таъсир кўрсатишини англатади.

Ишчи ҳужжатлардаги матн икки хил формада иштирок этиши мумкин: матнли абзац ва матнли соҳа кўринишларида. Мос вариантни танлаш матн миқдорига ва унинг хошимиздаги кўринишига болиқ бўлади.

**Матнли соҳа** – бу матнларни жойлаштириш учун ммўлжалланган тўри тўртбурчакли соҳадир. У ихтиерий катталикда бўлиши ва ишчи ҳужжатнинг исталган ерига жойлашиши мумкин. Матнли соҳалар, қоидага кўра, қисқа изохларни киритиш учун қўлланилади. Бундай соҳани ҳосил қилиш учун қўштирноқ символни киритиш кифоя. Ҳосил бўлган тўри тўртбурчакка матн киритилади. Шу Билан бирга, киритиш учун керак бўлган шрифт (Font) ўрнатилади. Агар матн рус тилида териладиган бўлса, у холда Times New Roman Суг шрифтини ўрнатиш мумкин.

Тўри тўртбурчакнинг ўнг томони маркази, паст қисми маркази ва ўнг қўйи қисми бурчагида белги (қора квадратчалар) лар мавжуд. Сичқонча кўрсаткичини монна шу белгиларга келтириб ва чап тугмасини босиб, матнли соҳани катталаштириш еки кичиклаштириш мумкин. Матнли блокада визир қизил вертикал чизиқча кўринишда бўлади ва у матнни киритиш ўрнини белгилайди. Матнли соҳани бошқа усул Билан ҳам ҳосил қилиш мумкин. Визирни (қизил крестчани) матнли киритиш урнига келтиринг. Харфли тугмани босинг – тўри тўртбурчакда ҳарф пайдо бўлади, «визир» эса, ҳарифли қоплайдиган, ҳаво ранг бурчакка айланади. Пробел

тугмаси (Spacebar) босилганидан сўнг тўғри тўртбурчак белгилар (метка) билан қуролланади, ҳаво ранг бурчак эса қизил вертикал чизиқчага айланади. Бу эса биз матинли соҳа билан иш кураётганимизни билдиради. Юқорида қайд этилганидек, Mathcad курсори уч турли курсорни қабул қилади «визир»ни «плюс» белгиси, матинни киритиш маркерини - вертикал қизил чизиқча, математик ифодани киритиш маркерини - ҳаво ранг бурчак (кљюшка). «Визир» формула ва матинлар соҳаларидан ташқарида, яъни ҳужжатни бўш жойида пайдо бўлади. Унинг жойини ўзгартириш учун, ишчи варақининг бўш жойига ўрнига «сичқонча» курсорни келтириб чап тугмани босиш зарур. Шунингдек, қуйидаги стрелкалар тасвири келтирилган ҳаракатлантириш тугмаларидан ҳам фойдаланиш мумкин: ↓, →, ↑, ←, Pg Up ва Pg Dn.

Янги ифода, матинли соҳа, графиклар «визир» жойлашган жойдан бошланади.

Курсор билан сичқонча кўрсаткични чалкаштирманг. Сичқонча кўрсаткичи курсорни керакли жойга жойлаштириш учун хизмат қилади. Уч формадан қайси бирини ишга туширилиши, қайси объектга «сичқонча» кўрсаткичини тўғирлаб чап тугмани босишингизга боққидир. Тугмалар комбинациясини ишлатган ҳолда, курсорни у еки бу томонга мақсадли ҳаракатлантириш мумкин.

*Функция* - бу аргументлари асосида маълум ҳисоблашлар амалга оширилувчи ва унинг миқдор қийматлари аниқланувчи ифодадир.

Mathcadда функциялар истеъмолчи томонидан киритилган ва аниқланган бўлиши мумкин.

Функцияни аниқлаш учун қуйидаги ишлар амалга оширилиши зарур:

- ишчи ҳужжатга функция номини ва чап кичик қовусни киритиш;
- бир-бири билан вергул билан ажратилган аргументлар рўйхатини киритиш ва уни унги кичик қовус билан тўғаллаш;
- икки нуқтани киритиш, натижада :к ўзлаштириш белгиси ва унданг сунг киритиш майдончаси пайдо бўлади;
- киритиш майдончасига (ўнг томонига) ушбу функцияга мос ифодани териш.

Ифодада ишлатилган барча ўзгарувчилар, киритиш майдончада ёзилган, илгаридан аниқланган ёки аргументлар рўйхатига киритилган бўлиши шарт. Акс ҳолда, қийматлари берилмаган ўзгарувчилар дисплей экранида қизил ранг билан белгиланади.

Бирор-бир ўзгарувчиларга боққик бўлган ифода ҳисобланиши учун уларнинг қийматларини белгиланган бўлиши керак. Бунинг учун қуйидагиларни бажариш лозим:

- ўзгарувчи номи киритилиши;
- икки нуқтани киритиш, натижада :к ўзлаштириш белгиси ва ундан сўнг киритиш майдончаси пайдо бўлади;
- киритиш майдончаси сон ёки ифодани киритинг. Mathcad мос миқдорни ҳисоблайди ва ўзгарувчига унинг номи берилади.

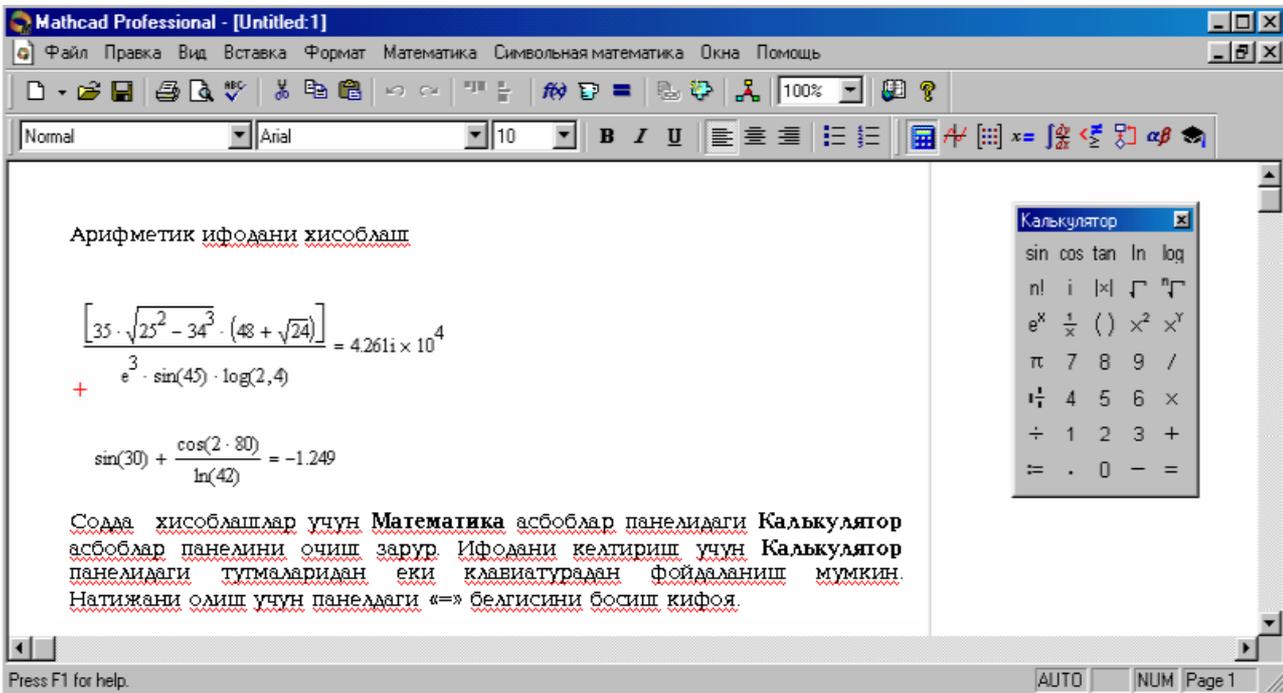
#### Илгаридан аниқланган математик ўзгармаслар

Номи	Тугмалар	Маъноси
$\infty$	Ctrl+Shift+z	Системали чексизлик ( $10^{307}$ )
$\pi$	Ctrl+Shift+π	π сони (3.14...)
<i>e</i>	<i>E</i>	<i>Натурал логорифм асосу</i>
<i>i</i>	<i>1i</i>	<i>Мавхум бир</i>
<i>j</i>	<i>1j</i>	<i>Мавхум бир</i>
%	%	<i>Процент (0.01)</i>

Исталган бошқа ўзгармаслар каби ишчи ҳужжатда :к аниқланиш симболи ёрдамида ўзгармасларни қайта аниқлаш мумкин.

#### Содда арифметик ҳисоблашлар

Арифметик ҳисоблашлар калькулятор асбоблар панели ёрдамида амалга оширилади. Ҳисоблашга доир мисол 1.4-расимда кўрсатилган.



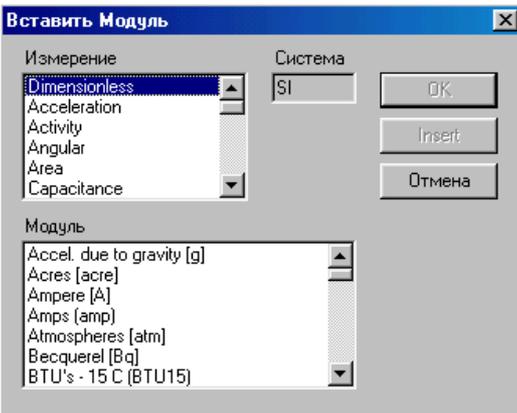
1.4 - расм. содда арифметик хисоблашлар.

### Ўлчов бирликларини танлаш ва ўрнатиш

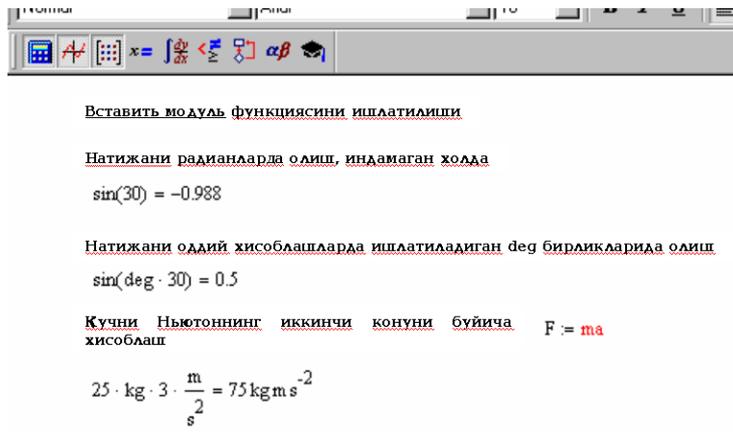
**Вставить модуль** (Unit...) бўлими ёрдамида еки асбоблар панелидаги ўлчов кружка тасвири туширилган тугмани босиш орқали **Вставить модуль** диалог дарчаси ўлчов бирикмаларини танлаш ва ўрнатиш учун чиқарилади. Диалог дарчаси *Размерность* ўлчов кийматлари рўйхати ва унга кирувчи *Модуль* ўлчов бирикларидан ташкил топади. Дарчада қайси бирлик системаси ишлатилаётганлиги хақида кўрсатма ҳам берилган. Индалмаган ҳолатда SI системаси ишлатилади. Диалог дарчасида учта тугма бор:

- **ok** – танланган ўлчов бирлигини ўрнатади ва дарчани ёпади;
- **Insert** ёки **Вставить** (ўрнатиш)- дарчасини сақлаган ҳолда танланган ўлчов бирлигини ўрнатади;
- **Cancel** ёки **Отмена** (бекор қилиш) – ўрнатилган ўлчов миқдор операциясини бекор қилади.

Ўлчов миқдорлари билан ишлашда Mathcad керакли ўзгаришларни амалга оширади ва ўзгарувчиларнинг сон миқдорларини уларнинг ўлчов бириклари билан чиқаради.



1.5-расм. Вставить модуль диалог дарчаси.



1.6-расм. Вставить модуль функциясини ишлатилишига мисол

Айрим улчамлар кийматлариги мисоллар

Ўлчам	+иймат
Dimensionless	барча ўлчамлар алфавит тартибида
Angular	бурчак ўлчамлари
Area	юза бирлиги
Capacitance	электрик си/им
Conductance	электр ўтказувчанлик
Current	ток қучи
Energy	энергия бирлиги
Force	қуч бирлиги

Frequency	частота бирлиги
Inductance	индуктивлик
Length	узунлик бирлиги
Luminosity	ёрулик кучи
Magnetic flux density	магнит индукцияси
Mass	масса бирлиги
Potential	электр потенциал ва кучланиш
Pressure	босим бирлиги
Resistance	электр қаршилик
Substance	моддалар сони
Temperature	температура бирлиги
Time	вақт бирлиги
Velocity	тезлик бирлиги
Volume	ҳажм бирлиги

## √ Топшириқ

1. MathCADни очинг.
2. **Математика** асбоблар панели тугмалар ердамида панельни очинг, сунгра епинг.
3. Матинли изоҳлар киритинг.
4. +уйидаги ифодалар ҳисобини чикаринг:

$$(48 + 67^3) \frac{5}{2\sqrt[3]{10}} \cos(0.5)$$

$$\frac{(\sin(111) + \cos(98))^2 \cdot \log(4,3) + (12 - \sqrt{89})}{e^{2x+3}}$$

5. **Вставка модуля** функцияси ердамида ҳисобни бажаринг:

$$1) I = \frac{\varepsilon}{R + r}, \text{ при } \varepsilon 110 \text{ В, } R 20 \text{ Ом, } r 2 \text{ Ом}$$

$$2) \sin(45) + \cos(30) / \operatorname{ctg}(60)$$

$$3) s = v_0 t + \frac{at^2}{2}, v_0 4 \text{ км/ч, } t 0,1 \text{ ч, } a 10^{-6} \text{ км/ч}^2$$

5. Ҳосил қилган ҳужжатларингизни **Мои документў** папкасида Ҳисоб. mcd номи билан сақланг.

6. MathCADни ёпинг.

## Текшириш учун саволлар:

1. MathCAD дастурни қайси усуллар билан ишга тушуриш мумкин?
2. Асосий асбоблар панелини санаб утинг
3. Ҳар бир панел нима учун хизмат қилади?
4. Матн ва формула муҳаррирлари вазифасини тушунтиринг.
5. Рус тилида матн киритишда қайси шрифт қўлланилади?
6. Матн соҳаси ўлчамини қандай алмаштириш мумкин.
7. MathCADда қандай функциялар бўлиши мумкин? Нима билан улар фарқ қиладилар?
8. Илгаридан аниқланган математик ўзгармасларни санаб ўтинг.
9. Ўлчов бирликларини қандай қилиб ўрнатиш мумкин?

## II лаборатория иши Киритилган операторлар ёрдамида ҳисоблаш. Функцияларни ўрнатиш.

**Ишнинг мақсади:** MathCAD муҳитида киритилган операторлардан фойдаланишни ўрганиш.

### Лаборатория ишини бажариш услуби:

6. Ишнинг назарий қисми билан танишиш: асосий киритилган оператор ва функцияларни ўрганиш
7. Топшириқни қуйидаги келтирилган услуб бўйича бажаринг
8. +уйидаги таркибда ҳисобот тайерлансин:
  - лаборатория иши конспекти;
  - бажарилган топшириқ натижаси билан.
9. Назорат саволларга жавоб беринг.

### Назарий тушунтиришлар

*MathCAD нинг асосий операторлари.*

MathCAD ўз таркибига бир қатор турли операторларни киритади: арифметик, мантикий, математик таҳлил, массивлар билан ишловчи ва истеъмолчилар томонидан яратиладиган. Улар мазмуни Билан қисқача танишиб чиқамиз.

Арифметик операторлар	Тугмалар	Белгиланиши
Кейинги қаторга ўтиш шарти билан қўшиш	Ctrl+Enter	X... +Y
+ўшиш	+	X+Y
Комплекс сон	«	$\bar{X}$
Бўлиш	/	X/Y
Даражага ошириш	^	X <sup>n</sup>
Факториал	!	N!
Абсолют қиймат		X
Кўпайтириш	*	X×Y
Инкор	-	- X
N-чи даражали илдиз	CTRL+\	$\sqrt[n]{X}$
Чекли қатор кўпайтмаси	CTRL+SHIFT+3	$\prod_{i=m}^n X$
Дискрет аргумент бўйича чексиз қатор бўйича кўпайтмаси	#	$\prod_i X$
Дискрет аргумент бўйича чексиз қатор йи\индиси	\$	$\sum X$
Квадрат илдиз	\	$\sqrt{z}$
Айириш	-	X-Y
Чекли қатор йи\индиси	CTRL+SHIFT+4	$\sum_{i=m}^n X$

Мантикий ператорлар	Тугмалар	Белгиланиши
Катта	>	X>Y
Кичик	<	X<Y
Катта ёки тенг	Ctrl+0	X≥Y
Кичик ёки тенг	Ctrl+9	X≤Y
Тенг эмас	Ctrl+3	X≠Y
Тенг	Ctrl+қ	XқY

Математик таҳлил операторлари	Тугмалар	Белгиланиши
Функциянинг берилган нуктадаги чегараси	Ctrl+L	$\lim_{x \rightarrow a} f(x)$
Функциянинг берилган нуктадаги чапдаги чегараси	Ctrl+Shift+B	$\lim_{x \rightarrow a^-} f(x)$
Функциянинг берилган нуктадан ўндаги чегараси	Ctrl+Shift+A	$\lim_{x \rightarrow a^+} f(x)$
Дифференциал	?	d/dt f(t)

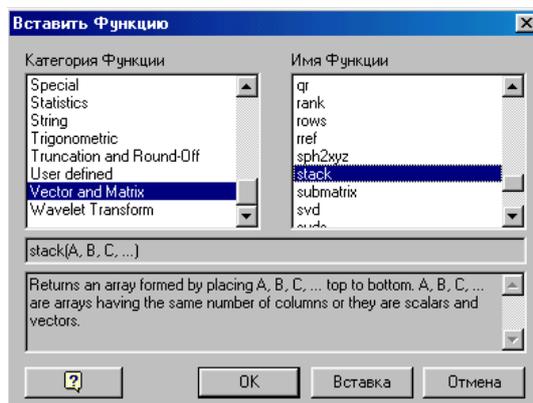
Аниқ интеграл	&	$\int_a^b f(t)dt$
Ноаниқ интеграл	Ctrl+I	$\int f(t)dt$
n-чи тартибли хосила	Ctrl+Shift+?	$d^n / dt^n f(t)$

Вектор ва матрицаларга мўлжаланган операторлар	Тугмалар	Белгиланиши
+ўшув	+	U+V
Векторли кўпайтма	Ctrl+8	U x V
Аниқловчи		U
Скаляр кўпайтма	*	U • V
Матрица мурожаати	^- 1	M <sup>-1</sup>
Инкор	-	-V
Матрицани даражага ошириш	^	M <sup>n</sup>
Модуль		M
Кўпайтириш	*	M x N
+уйи индекс (vector)	[	V <sub>n</sub>
+уйи индекс (matrix)	[	M <sub>n</sub>
Айирув	-	M - N
Элементлар йи'индиси	Ctrl+4	ΣV
Юқори индекс	Ctrl+6	A <sup>&lt;n&gt;</sup>
Транспонирлаш	Ctrl+1	M <sup>T</sup>
Векторлаш оператори	Ctrl+ -	$\bar{F}(M)$

MathCADда маълумотларни бир объектдан бошқасига тў'ридан-тў'ри узатиш муаммоси самарали хал килинган, масалан, бир математик ифодадан бошқасига, ундан жадвалларга, жадваллардан графикларга ва хоказо. Шунинг учун, берилган маълумотнинг исталган формуласи ёки топшири'идаги ўзгариш шу захоти барча ўзаро бў'ланган объектлар занжири бўйича масалани қайта ишланишига олиб келади.

### MathCAD нинг киритилган функциялари. Киритилган функциялар категориялари.

MathCAD да киритилган функцияларнинг барча тури, (уларни ишлатилишини осонлаштириш мақсадида, аниқланган ҳолат учун классларга бў'линган. Улардан исталган бирини асосий менюнинг **Вставка** (Insert) бў'лимининг **Функция** (Function) банди орқали чақириладиган **Вставить функцию** (Insert Function) диалог дарчасини жойлаштириш орқали амалга оширилади. Функцияни киритиш шаблонини хосил қилиш учун исми бўйига сичқонча тугмасини босинг. (2.1. расм)



2.1.- расм. Вставка функции диалог ойнаси

Бошланишида чап диалог дарчасининг **Вставить функцию** рўйхатидаги **Категория функции** (Function Category) функция категориясини, сўнгра эса-ўнг рўйхатдаги **Имя функции** (Function name) унинг исми сичқонча тугмасини босиш орқали белгиланади. Диалог дарчасининг пастки қисмидаги матнли майдонда функциянинг берилиши ва уларга изоҳлар ҳақида маълумот берилади. Бизнинг мисолда, В ни А орқали ҳосил қилинган массивни қайтарувчи stack(A,B) функцияси белгиланган. А ва В массивлар бир хил сонли устунларга эга бў'лиши шарт.

Ишчи вара\ига функция шаблонини киритиш учун сичконча кўрсаткичини **Вставка** (Insert) га келтириб чап тугмани босиш керак. Ишчи вара\ининг визир турган ерида тўлдирилиши шарт бўлган шаблон пайдо бўлади. Кўп холларда функциянинг бажарилиши учун бошлан\ич маълумотларни тайёрлаш керак бўлади. Stack(A,B) функциясини бажариш учун, бизнинг мисолда, A ва B массивларни аниқлаш талаб қилинади.

MathCAD да қўйидаги функциялар аниқланган:

- .**All** (все)-барча функциялар алфавит тартибда жойлаштирилган;
- .**Bessel** (Бессель)-Бессель функциялари;
- .**Complex Numbers**-комплекс сонлар;
- .**Differential Equation Solving**-дифференциал тенгламаларни ечиш функциялари;
- .**File Access**- файлларга мурожаат функциялари;
- .**Fourier Transform**-Фурье ўзгартириш функциялари;
- .**Hyperbolic**-гиперболик функциялар;
- .**Image processing**-тасвирларни қайта ишлаш функциялари;
- .**Interpolation and Prediktion**-интерполяция ва олдиндан айтиш функциялари;
- .**Log and Exponential**-логарифмик ва экспоненциал функциялар;
- .**Numbers Theory/Combinatorics**-сонлар назарияси ва комбинаторика функциялари;
- .**Piecewise Continions**-зина ва шартлар функциялари;
- .**Probability Density**-эҳтимоллар зичлиги функциялари;
- .**Probability Distribution**-эҳтимоллар тақсимоги функциялари;
- .**Random Numbers**-тасодикий сонлар функциялари;
- .**Regression and Smotning**-регрессия ва текислаш функциялари;
- .**Sorting** –сортировка (саралаш) функциялари;
- .**Special**-махсус функциялар;
- .**Statistics** –статистика функциялар;
- .**Trigonometric**-тригонометрик функциялар;
- .**Truncation and Round-Off**-яхлитлаш ва сон қисми билан ишлаш функциялари;
- .**Vector and Matrix**-вектор ва матрицалар билан ишлаш функциялари.

### *Гиперболик функциялар*

**acosh(z)**-тескари гиперболик косинус.

**acoth(z)**-тескари гиперболик котангенс.

**acsch(z)**-тескари гиперболик косеканс.

**asech(z)**-тескари гиперболик секанс.

**asinh(z)**-тескари гиперболик синус.

**atanh(z)**-тескари гиперболик тангенс.

Функция ишлаши натижаси бўлиб z комплекс сонининг ҳақиқий қисми ҳисобланади.

**sinh(z)**-гиперболик синус:  $\sinh(x) \text{ қ } (e^x - e^{-x})/2$ .

**cosh(z)**-гиперболик косинус:  $\cosh(x) \text{ қ } (e^x + e^{-x})/2$ .

**tanh(z)**-гиперболик тангенс:  $\tanh(x) \text{ қ } (e^x - e^{-x})/(e^x + e^{-x})$ .

**sech(z)**-гиперболик секанс:  $\operatorname{sech}(x) \text{ қ } 1 / \cosh(x)$ .

**csch(z)**-гиперболик косеканс:  $\operatorname{csch}(x) \text{ қ } 1 / \sinh(x)$ .

**coth(z)**-гиперболик котангенс:  $\operatorname{coth}(x) \text{ қ } 1 / \tanh(x)$ .

Аргумент x скаляр бўлиши керак.

### *Логарифмик ва экспоненциал функциялар*

**exp (z)**- z даражага кўтарилган e сони.

**log (z[b])**-b асосли z нинг логарифми; агар b туширилган бўлса, асоси 10 бўлади.

**ln(z)**- e асосли z нинг логарифми (z нинг натурал логарифми).

Z аргумент скаляр ва ўлчамсиз сон қийматига эга бўлиши керак. log ва ln функциялари учун Z аргумент нолдан фаркли бўлиши керак.

Z аргументнинг комплекс қийматлари учун логарифмик функциялар қийматларини асосий бў\индан чақирилади:

$$\ln(z) \text{ қ } \ln(|Z|) + i \arg(z).$$

### *Тригонометрик функциялар*

**sin (z)**-синус.

**cos (z)**-косинус.

**tan (z)**-тангенс.

**sec (z)**- секанс.

**csc (z)**-косеканс.

**cot (z)**-котангенс.

Манна шу функциялар учун Z аргумент (ҳақиқий, комплекс ёки мавхум) радианларда аниқланган сон бўлиши керак. Комплекс сонлар учун sin(z), cos(z), tan(z) қуйидаги формулалар билан аниқланади:

$$\sin(z) \text{ қ } (e^{iz} - e^{-iz})/2i;$$

$$\cos(z) \text{ қ } (e^{iz} + e^{-iz})/2;$$

$$\tan(z) \text{ қ } (e^{iz} - e^{-iz}) / ((e^{iz} + e^{-iz})i).$$

**asin(z)**- тескари тригонометрик синус.  
**acos(z)**- тескари тригонометрик косинус.  
**asec(z)**- тескари тригонометрик секанс.

**acsc(z)**- тескари тригонометрик косеканс.  
**acot(z)**- тескари тригонометрик котангенс.  
**atan(z)**- тескари тригонометрик тангенс.

asin(z),atan(z),asec(z),acot(z)-z хақиқий сон бўлганда, бурчакларни радианларда  $\pi$  ва  $\pi/2$  ораликда қайтаради.  
 acos(z)-z хақиқий сон бўлганда, бурчакларни радианларда 0 ва  $\pi$  ораликда қайтарилади.

**Комплекс сонлар функциялари**

**arg(z)**- бурчакларни радианларда  $x$  хақиқий ўқдан то  $z$  комплекс сонигача аниқлайди.  
**csgn(z)**-агар  $z \neq 0$  бўлса, Они, агар  $\text{Re}(z) > 0$  ёки ( $\text{Re}(z) < 0$  ва  $\text{Im}(z) > 0$ ) бўлса, 1ни ва акс холда -1 ни қайтаради.  
**Im(z)**-  $z$  комплекс соннинг мавхум қисмини ажратади.  
**Re(z)**-  $z$  комплекс соннинг хақиқий қисмини ажратади.  
**signum(z)**-агар  $z \neq 0$  бўлса, 1 ни ва акс холда  $z / |z|$  ни қайтаради.

**Яхлитлаш ва соннинг қисми бўйича ишлаш функциялари.**

**ceil(x)** -  $x$  га тенг ёки катта энг кичик бутунни қайтаради.  $x$  сони хақиқий бўлиши керак:

ceil (15.7) қ 16      ceil(-3.9) қ -3

**floor(x)**-  $x$  га тенг ёки кичик энг катта бутунни қайтаради . $x$  сони хақиқий бўлиши керак:

floor(15.7) қ 15      floor(-3.9) қ -4

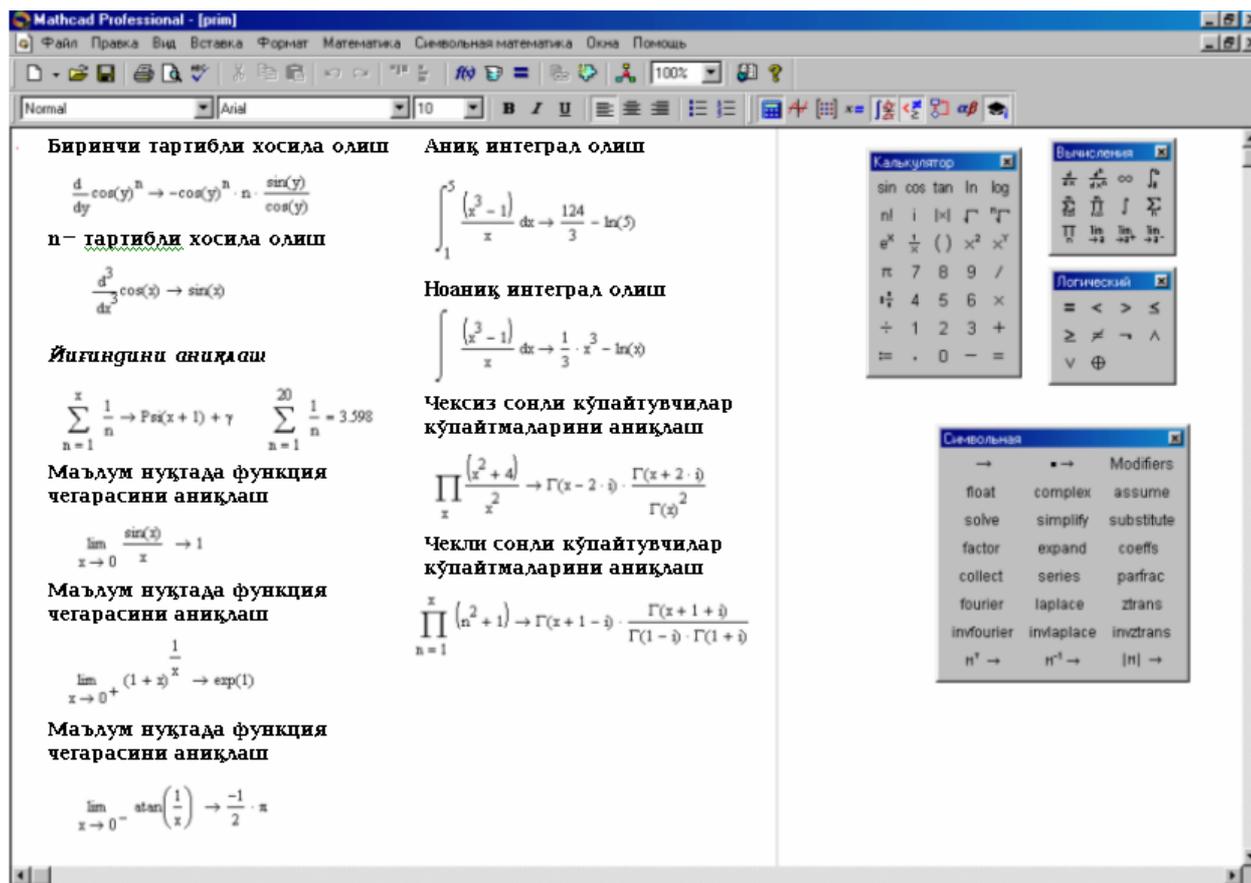
**round (x,n)**-  $x$  хақиқий сонини ўнлик нуқтасидан ўнг томонга  $n$  белгигача яхлитлайди.

Агар  $n$  туширилиб қолдирилган бўлса,  $x$  биринчи бутун сонгача яхлитланади. Агар  $n < 0$  бўлса, ўнлик нуқтасидан чап томонга  $n$ , белгигача яхлитланади.

round(15.71346,3)қ15.713  
 round(15.71346)қ16  
 round(1315.71346,-2)қ1.3\*10<sup>3</sup>

**trunk(x)**- $x$  хақиқий соннинг, каср қисмини йўқотган холда, бутун қисми қайтарилади:

trunk (15.7)қ 15  
 trunk(-3.9)қ -3



2.2. расм. Баъзи операторларни ишлатган холда ҳисоблашларни бажаришга доир мисол

## √ Топшириқ

+ўйидаги ҳисоблашларни бажаринг:

- Хосилани аниқлаш

$$y = \sin x + \operatorname{tg}^2 x \text{ учун } y' \text{ ни}$$

$$z = e^{2x+3} + \cos x \text{ учун } z^{(4)} \text{ ни}$$

- Интеграл аниқлансин

$$\int_2^3 \sqrt{x^2 + 2x - 3} dx$$

$$\int \frac{2x dx}{x^2 + 35 - 3}$$

- Чегаралар аниқлансин

$$\lim_{x \rightarrow 1} \frac{25 \tan(x)}{2 \cdot x + 3}$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^+} \left[ e^{(1+x)} \right]^{\frac{1}{x}}$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^-} \frac{(1+x)^{\frac{1}{x}}}{7 - 25 \cdot x}$$

- Интеграл аниқлансин

$$\int_1^3 (2x^3 + \sqrt[3]{3x}) dx$$

$$\int \frac{1}{x^2 - 25x + 6} dx$$

- Кўпайтма ва йиқинди аниқлансин

$$\prod_{n=1}^5 (n^2 + 1)$$

$$\prod_x \frac{(25 \cdot x)}{x + 0.5}$$

$$\sum_{n=3}^{11} \frac{\sin(25 \cdot n)}{n^2}$$

Ҳисоблаш натижалари яхлитлансин.

## Назорат саволлари:

1. +андай қилиб киритилган операторни ўрнатиш мумкин?
2. Функцияларнинг асосий категорияларни санаб ўтинг.
3. Функцияни қандай қилиб ўрнатиш мумкин?

## III лаборатория иши

### Икки ўлчамли ва юзали графикларни ҳосил қилиш

**Ишнинг мақсади:** MathCAD муҳитида текисликдаги графиклар ва фазовий диаграммаларни тузишни ўрганиш.

## Лаборатория ишини бажариш услуги:

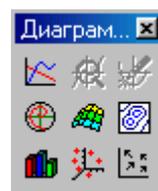
10. Ишнинг назарий қисми иши билан танишув: Диаграмма асбоблар панели асосий буйруқларни ўрганиш.
11. Ўз варианты номерингизга мос топшириқни танлаш.
12. +ўйдагилардан ташкил топган ҳисоботни бажариш:
  - лаборатория иши конспекти;
  - бажарилган топшириқ натижаси билан.
13. Назорат саволларга жавоб бериш.

## Назарий тушунтиришлар

### Графика типини танлаш

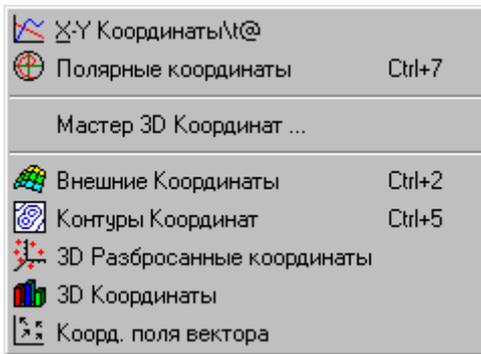
Функцияни ўрнатишни икки усулда амалга ошириш мумкин.

**I усул. Математика** асбоблар панелида  *графика асбоблар панели* тугмасини босинг ишчи вароиди пайдо бўлувчи диаграмма панели очилади.



ва

2 усул. Асосий менюнинг *Вставка* бўлими ичида график банд пайдо бўлувчи (3.1 расм) менюни чақиришни амалга



3.1 расм. График тузишдаги пайдо бўлувчи меню

курунишдаги графикларни тузишни амалга оширади;

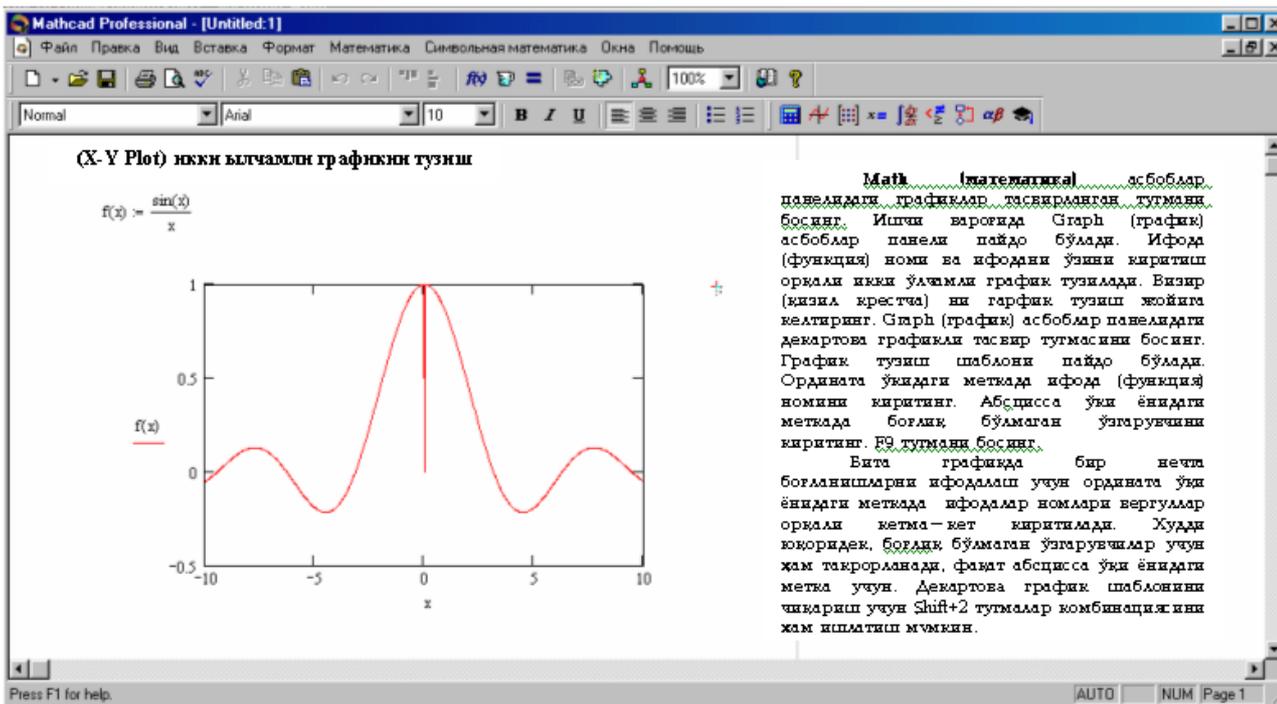
оширади. Графикларни тузатишдаги пайдо бўлувчи меню турли типли графикларни тузатишнинг бир қатор бўлим ларини ўз ичига олади.

- **X-Y координата** ёки Shift+@ тугмалар комбинациясини босиш декартова графикни тузишни амалга оширади;
- **Полярнўе координатў (X-Y Plot)** ёки Ctrl+7 тугмалар комбинациясини босиш поляр графикни тузишни амалга оширади;
- **Мастер 3D координат ... (3d Plot Wizard...)** - графикларни кўриш диалог дарчасини чақиради;
- **Внешние координатў (surface plot)** ёки Ctrl+2 тугмалар комбинациясини босиш контурли графикларни тузишни амалга оширади;
- **3D разбросаннўе координатў (3D scatter Plot)** нуктали графикларни тузишни амалга оширади;
- **3D координатў (3D bar plot)** - стержинли графикларни тузишни амалга оширади;
- **Контурнўе поля вектора (Vector Field Plot)** – векторлар майдони

### Икки ўлчамли графикларни тузиш

**X-Y plot (двумернўй график)** бўлимини танлаш ёки Shift +@ тугмалар комбинациясини босиш декарт координат системасида икки ўлчамли шаблони ҳосил қилади.

MathCAD системасидаги графиклар ҳужжатларни тахрирлаш дарчасида турли қийматларга эга бўлиши ва ҳаракатланиши мумкин. MathCADнинг Декарт ва поляр координат системаларида кўпроқ тарқалган графиклар функцияларнинг илгаридан берилмаганлиги ва боʻланмаган ўзгарувчилар рангларино ҳосил қилишни содда ва жуда қулай усулларино хисобга олади. Икки ўлчамли исталган  $f(x)$  функцияни тузиш учун уларнинг шаблонини чиқариш лозим. Мисол учун, ишчи вароғига поляр графика шаблонини чиқариш учун Ctrl+7 тугмалар комбинациясини босиш керак. Шундан сўнг, ордината ўқи ёнида жойлашган меткада функция номи, абсцисса ўқи ёнида жойлашган меткада функция аргументини (боʻлиқ бўлмаган ўзгарувчи  $x$  ни) кўрсатиш (3.2 расм):

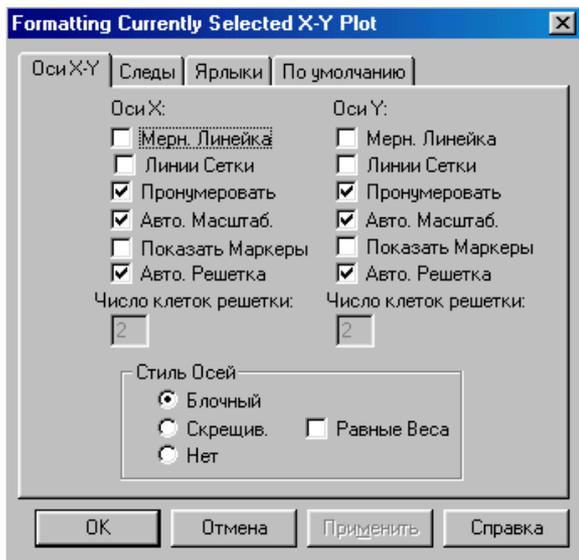


3.2 расм. Икки ўлчамли графикни тузиш.

Бир нечта боʻланишлар бита графикда тузиш мумкин. Бунинг учун мос функцияларни вертикал ўк(ордината ўқи) ёнидаги меткага киритинг, функциялар номино ажратинг, вергуллар орқали амалга оширилади. Графиклар турли типли ва ранглар орқали тузилади.

MathCADда гарфиклар векторлар ва матрицалар орқали тузилади. Ҳар бир матрица элементига алоҳида нукта мос келади. Икки ўлчамли графикдаги ҳар бир нукта ўзининг  $x$  ва  $y=f(x)$  координаталари билан характерланади, бу ерда  $x$ -нукта абсциссаси,  $y$ -нинг ординатаси. Нукталар бир-бири билан турли чизиклар орқали (пунктир, тўлиқ ва хоказо) бирлаштиради. Графикнинг бошланғич (тугунли) нукталари тўқ рангли нукталар, квадратчалар, доирачалар ва хоказолар орқали кўрсатилиши мумкин.

Меткаларга ҳаракатланиш учун курсорни ҳаракатлантириш тугмалардан фойдаланиш ёки сичқонча ёрдамида бирданига меткани танлаш мумкин, яъни сичқонча кўрсаткичини керакли меткага келтириб, чап тугмани босиш кифоя.



3.3 расм. Formatting currently selected X-Y Plot диалог дарчаси

Четки меткалар абсцисса ва ординаталирининг чегаравий кийматларини кўрсатиш учун хизмат қилади, яъни улар графикнинг масштабларини белгилайди. Агар бу меткалар тўлдирилмаса, координата ўқлари масштаблари автоматик равишда ўрнатилади. Олдиндан автоматик масштаблаш сўнгра эса масштабни кераклигига ўзгартириш тавсия қилинади.

Автоматик ҳисоблаш режимида графикни тузиш учун курсорни график объекти ташқарисига келтириш лозим. +ўлда ҳисоблашларни бажариш режимида ишлаш учун F9 тугмаси босилади. Берилганларни график параметрлари орқали ўзгартириш лозим. Бунинг учун, графикни танлаш ва уни сичқонча курсорни доирачага ўрнатиб, чап тугмачани икки марта босиш керак. Анна шунда **Formatting currently selected x-y Plot** (танланган x-y графигининг жорий форматлаш) икки ўлчамли гарфиги параметрларини ўзгартириш диалог дарча пайдо бўлади. (3.3 расм)

Formatting currently selected x-y Plot диалог дарчасини бошқа йўл билан ҳам чиқариш мумкин. График дарчасида сичқонча ўнг тугмасини босинг. Кониекстга бо'лиқ меню пайдо бўлади, унда Format... (форматлаш) банди чертилади. Formatting current selected x-y Plot диалог дарчаси график режимини танлайдиган байро\чалар тўпламидан ташкил топади:

- **Log scale** (логарифмик шкала) – ўқ бўйича логарифмик шкалани

ўрнатиш;

- **Grid lines** (чизиклар сектаси) – ўқ бўйича ёрдамчи чизикларни ўрнатиш;
- **Numbered** (номерланган)- ўқни номерлаш;
- **Autoscale** (автомаштаб)- ўқни автомаштаблаш;
- **Show markers** маркерлашни кўрсатиш - ўқ бўйича меткаларни кўрсатиш режимини ўрнатиш;
- **Avto grid** (автосетка)- ўқ бўйича автосеткани ўрнатиш;
- **Number of grids** (сетка ўлчами)- ўқ бўйича сетка ўлчамини ўрнатиш;
- **Equal scales** (тенг масштаб)- ўқ бўйича тенг масштабларни ўрнатиш;

**Formatting currently selected X-Y Plot** диалог дарчаси, шунингдек бир қатор график ўқлари тасвири сиртини танлаш ўзгартиргичларни ўз ичига олади:

- **Boxed** (обрамлаштириш)- графикни рамкада ўқларсиз чиқариш;
- **Crossed** (ўқлар билан)- графикни рамкасиз ва ўқлар билан чиқаради;
- **None** (ҳеч нарса)- графикни рамкасиз ва ўқларсиз чиқаради.

Графикни хужжат ишчи майдони бўйича ҳаракатлантириш мумкин. Бунинг учун, сичқонча чап тугмасини босиш орқали, графикни белгилаб олиш керак. Натижада, графикни тўлиқ қоплаган рамка ҳосил бўлади. Шундан сўнг, сичқонча кўрсаткичини рамкага тўриланг, қачон бармоқча тасвири кафт пайдо бўлса, сичқонча чап тугмасини босинг ва уни ушлаб турган холда сичқонча билан графикни ҳам ҳаракатлантиринг.

Шунингдек, сичқонча кўрсаткичини график яқинига келтириб ва чап тугмани босган холда диагонал бўйича график томон сичқончани ҳаракатлантириш мумкин. Курсор, пунктир чизикларидан иборат тўри тўрт бурчак холидаги белгиланиш сохани кўрсата бошлайди. +ачонки ана шу соха графикни тўла қопласа ва у пунктир холидаги тўри тўрт бурчак билан эгаллансагина сичқонча тугмасини қўйиб юбориш керак. График белгиланади, фақат пунктир рамка билан. Сўнгра график курсорни, график сохани белгиловчи, рамкага келтиради. Шунда курсор тасвири ўзгаради ва у кичкина қизил крестча ўрнига бармоқ тасвири кафтга айланади. Энди сичқонча чап тугмасини босиб туриб ҳаракатлантирсак, у холда график шаблони тўлалигича ойна бўйича ҳаракатланади. Уни керакли жойга ўрнатиб, сичқонча тугмасини қўйиб юборинг. График янги жойда пайдо бўлади.

Расм ўлчамларини ўзгартириш учун график курсорини рамкадаги махсус меткага аниқлик билан келтирилиши керак. Бу меткалар кичкина қора тўрт бурчаклар кўринишида бўлади. Ушбу холда курсор тасвири, қайси йўналишда график ўлчамини ўзгартиришни кўрсатувчи, икки томонлама стрелкага алмаштирилади. Сичқонча чап тугмасини босиш орқали мос томонини ёки расим шаблони бурчагини эгаллаш ва тугмани қўйиб юбормаган холда шаблон рамкасини чўзиш ёки сиқиш мумкин. Тугмача қўйиб юборилгач, расим янги ўлчамларга алмашади. График ўлчамларини вертикал, горизонтал ва диагонал йўналишларда ўзгартирилиши мумкин.

Графикни исталган белгилаш кўринишида F3 тугмани босиш графикни маълумотларни алмаштириш буферига юборади. Курсорни янги жойга суриб ва F4 тугмани босиб графикни ўша жойга ўрнатиш мумкин.

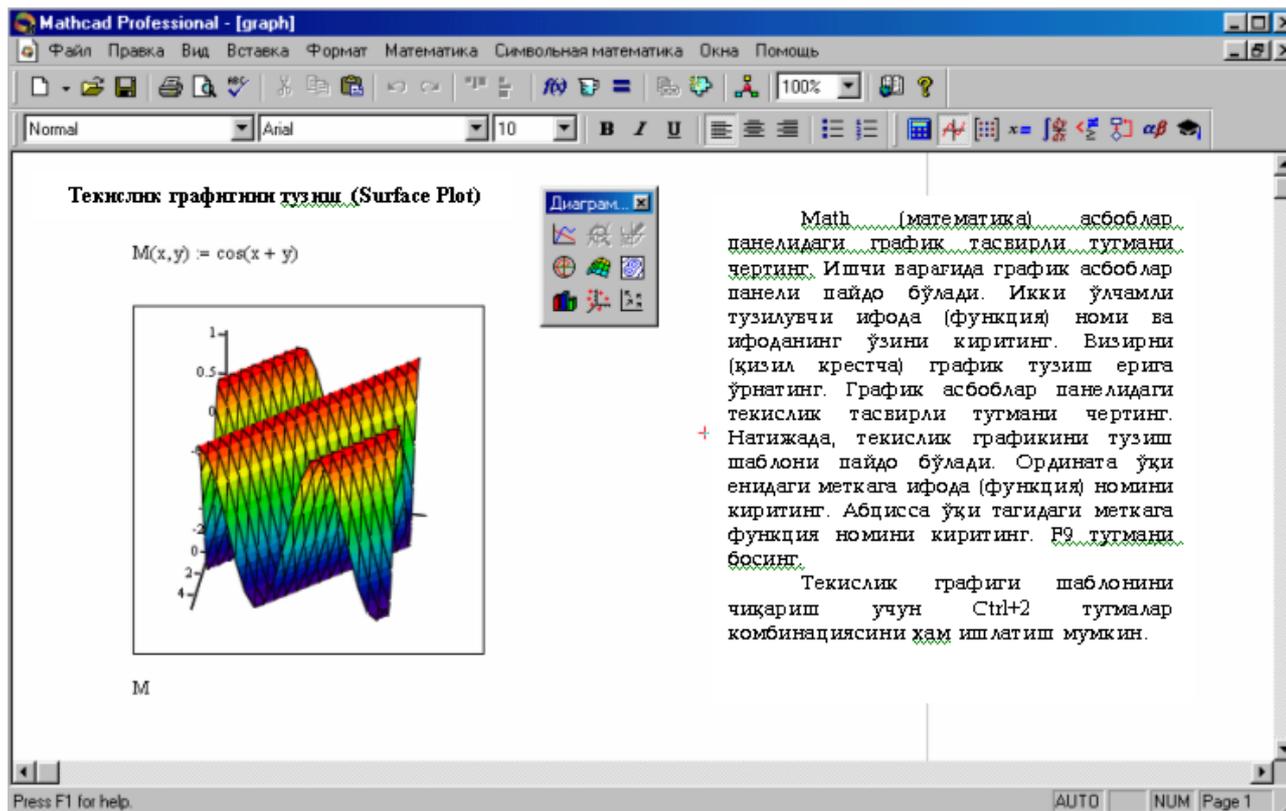
График номини ва езуви X ва Y ўқларига киритиш қуйидагиларни амалга ошириши керак:

- график соҳасида сичқонча чап тугмасини икки марта босинг. **Formatting currently selected x-y plot** икки ўлчамли график параметрларини ўзгартириш диалог дарчаси пайдо бўлади;
- **Labels** бандини танланг ва **Title** (сарлавха) бўлимидаги матн майдонига номини киритинг;
- сарлавха график устига еки тагига жойлаштириш учун **Title** бўлимидаги **Above** (устига) еки **Below** (тагига) ўзгартиргичлари доирачаларни чертинг;
- **Title** бўлимидаги **Show title** (сарлавхани кўрсатиш) байроқчасини чертинг;

- езувларни киритиш ва мос матн майдонларига уларни тушириш учун **Axis labels** (ўқлар бўйича езувлар) бўлишидаги **X-Axis** ва **Y-Axis** байроқчаларини чертинг;
- **OK** тугмасини чертинг;  
 Ёзувларни рус тилида амалга ошириш учун мос шрифт тугмаларини ишлатиш лозим. Матнни киритиш жараенида шрифтни ўзгартириш мумкин эмас.

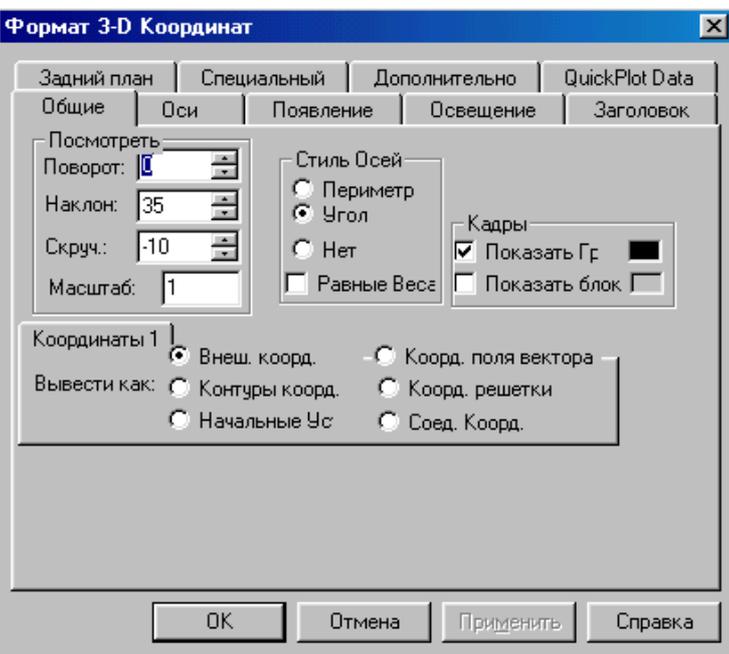
### Текислик графигини тузиш

**Surface** (текислик графиги) бўлими еки **Ctrl+2** тугмалари комбинацияси босиш учун ўлчамли графикни тузиш шаблонини хосил қилади (3.4 расм). **Z(X,Y)** текислиги графигини тузишдан олдин уларни дастлаб **M** матрицанинг **Z** ординатаси кўринишида тасвирлаш лозим.



3.4 расм. Текислик графигини тузиш.

Шаблоннинг чап паст бурчагида **M** матрицани киритиш меткаси жойлашган. Уч ўлчовли текисликларни тасвирлаш кўплаб факторларга боʻлиқ: тузиш масштаби, ўқка нисбатан фигурани буриш бурчаги, кўринмас чизикларни олиб ташлаш алгоритминини ишлатиш ёки уни рад этиш, фукционал бўяшни ишлатиш ва хоказо.



3.5. расм. Формат 3-D Координат диалог дарчаси

График, фақатгина фигура балангликлари координаталаридан ташкил топган матрицалар асосида тузилганлиги сабабли, амалда **X** ва **Y** ўқлари бўйича хақиқий масштаблари ноаниқ бўлади ва расмда улар кўйилмайди. Шу билан бирга, фигуранинг табиий кўринишига эга бўлиши ва фазода керакли ўрини эгаллаши учун **X** ва **Y** векторларнинг хосил қилинишини кузатиб туриш лозим. Булар керакли кўринишдаги уч ўлчамли фазода тезда график хосил қилишни бир мунча қийинлаштиради.

Бошланғич график параметирлари ўзгартириш мумкин. Бунинг учун графикни белгилаш ва уни сичқонча курсори соҳасига ўрнатиб, чап тугмани икки марта босинг. **Формат 3-D Координат** диалог дарчаси пайдо бўлади (3.5. расм). **Plot I Display as Surface** позициясига ўрнатилади. **3-D Plot Format** диалог даочаси саккизта аниқлагичлар ва график тузиш режимларини танлаш учун кўплаб байроқчалардан ташкил топади. Хозир 3.5. расмда кўрсатилган **General** (Умумий) номли биргина аниқлангични кўриб чиқиш билан чегараланамиз. **View**

(Посмотреть) бўлимидаги (0, 35, -10) биринчи сонлар комплекти фазодаги график қайси бурчак остида кўрнишини билдиради.

**Axis Style** (стиль осей) бўлимида бир қатор ўзгартиргичлар ва график тасвирлари ўлчамлари стилини танлаш байроқчалари жойлашади:

- **Perimeter** (Периметр) - график ўлчамларини периметри бўйича чиқаради.
- **Coner** (Угол) - график ўлчамларини ўқлари бўйича чиқаради.
- **None** (Ничего) - графикни ўлчамларсиз параметрлари ва ўқлари бўйича чиқаради.
- **Equal Scales** (Равнўй масштаб) - графикни ўқлар бўйича тенг масштабларда ўрнатади.
- **Frames** (рамки) - бандида графикни обрамланиши аниқланади.
- **Show Border** (показать границу) - графикни чегараларини кўрсатади.
- **Show Box** (показать обрамление) - графикни параллелолипед кўринишда кўрсатади.

График номини киритиш учун қуйидагилар бажарилиши керак:

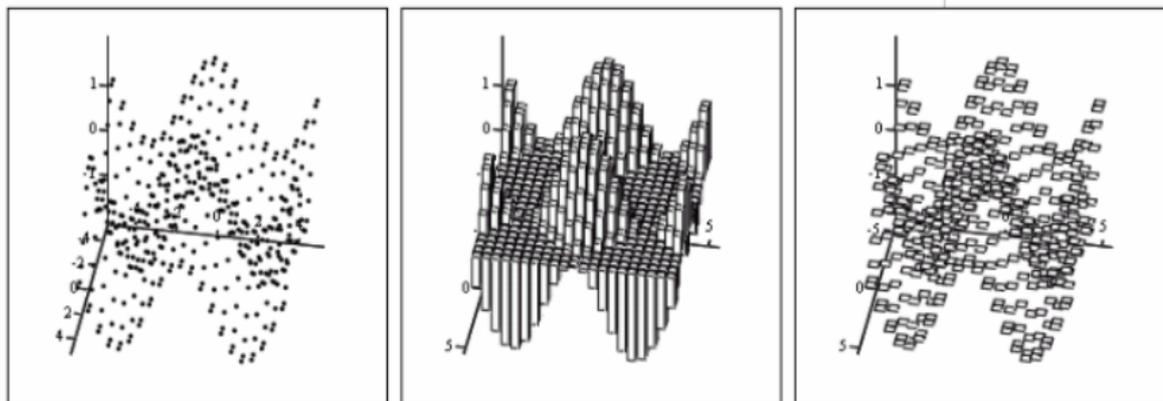
- график соҳасида сичқонча чап тугмасини икки марта босиш. **Формат 3-D координат** 3 ўлчамли график параметрларини ўзгартриш диалог дарчаси пайдо бўлади;
- **Title** (заголовок) кўринишини танланг ва **Graph Title** (заголовок графика) банди матн майдонига график номини киритинг;
- **Graph Title** бандининг **Above** (над), **blow** (ниже) еки **Hide** (скрўть) ўзгартиргичлари байроқчаларини график устига, тагига ёки уни беркитишда сарлавхаларни жойлаштириш учун чертинг;
- **Ok** тугмасини чертинг.

**Plot I Display As** (График 1. Показать как) ўзгартиргичлар панелида 3 ўлчамли графикнинг бирор формасини танлаш мумкин:

- ✓ **Surface Plot** (график поверхности)
- ✓ **Data Points** (точнўй график)
- ✓ **Bar Plot** (столбчатўй график)
- ✓ **Contour Plot** (контурнўй график – тенг босқичдаги чизиқлар)
- ✓ **Vector Field Plot** (график векторного поля)
- ✓ **Patch Plot** (график из отдельнўх элементов)

3.6. расмда фазовий график тасвирланишининг бир неча турлари берилган.

$$M(x, y) = \sin(x) + \cos(y)$$



М

М

М

Графикни тасвирлашнинг **Data Points** (Начальные условия) тури

Графикни тасвирлашнинг **Bar Plot** (Коорд. решетки) тури

Графикни тасвирлашнинг **Patch Plot** (Соед. координаты) тури

3.6. расм. Фазовий график тасвирланишининг бир неча турлари.

## √ Топшириқ

+уйидаги созлагичларни қўллаган холда график ва диаграмаларни тузинг.

вариант №	Икки ўлчамли графикни тузиш	Фазовий графикни тузиш
1	$y = \sqrt{x^3 + 2x + 6}, \quad x \in [0;8]$	$M(x, y) = \cos 2x + \sin 5y$
2	$y = \sqrt{x^2 + 6x - 7}, \quad x \in [2;12]$	$N(x, y) = x^3 + y^2$
3	$y = x^3 + x^2 + \sqrt{7x + 6}, \quad x \in [1;20]$	$D(x, y) = \operatorname{tg} x + \cos^2 x$

4	$y = \sin(25x - 5), \quad x \in [0;1]$	$L(x, y) = \frac{e^x + e^{2y}}{2}$
5	$y = 27x^{\sin(25x-1)}, \quad x \in [0;2]$	$F(x, y) = \cos^2 x + \sin^2 y$
6	$y = 72 - 5x^2, \quad x \in [1;16]$	$T(x, y) = \sin x + \cos y$
7	$z = \frac{25}{x^2} + 7x + 6, \quad x \in [1;3]$	$R(x, y) = \frac{x^2}{6} + \frac{y^2}{8}$
8	$f = \frac{33}{2x^3} + \frac{7}{x}, \quad x \in [1,5;2,5]$	$U(x, y) = \left(\frac{x}{9}\right)^3 + \left(\frac{y}{12}\right)^3$
9	$y = (7x + 6)^2, \quad x \in [0;70]$	$W(x, y) = 7 \sin^3 x + 10 \cos^3 y$
10	$y = 65 - x^2 + 8x, \quad x \in [0;30]$	$V(x, y) = tgx + y \sin y$
11	$d = 35a + \frac{1}{a} + 7a^2, \quad a \in [0;20]$	$E(x, y) = \sqrt[3]{x^2 + y^2}$
12	$k = 86 \ln(7x + 2), \quad x \in [0;25]$	$A(x, y) = x^2 y^2$
13	$\omega = \sqrt[3]{7k + 8k^2}, \quad k \in [0;5]$	$C(x, y) = \sqrt[3]{x^4 + y^4}$
14	$k = 3\alpha - 8\alpha^2 - 9, \quad \alpha \in [0;8]$	$A(x, y) = 5x^2 + 6y^3$
15	$z = t^3 + \sqrt{4-t^2}, \quad t \in [1;2]$	$J(x, y) = 25x^2 + 40y + 7$

### Назорат саволлари:

1. Графикни қандай усулар билан тузиш мумкин?
2. Икки ўлчамли график тузиш принципини тушунтиринг?
3. Икки ўлчамли графикни форматлаштириш қандай амалга оширилади?
4. Фазовий график тузиш принципини тушунтиринг?
5. Фазовий графикни форматлаштириш қандай амалга оширилади?

## VI лаборатория иши Ифодани ўзгартириш

**Ишнинг мақсади:** MathCAD муҳитида ифодаларни ўзгартириш усулини ўрганиш.

### Лаборатория ишини бажариш услуби:

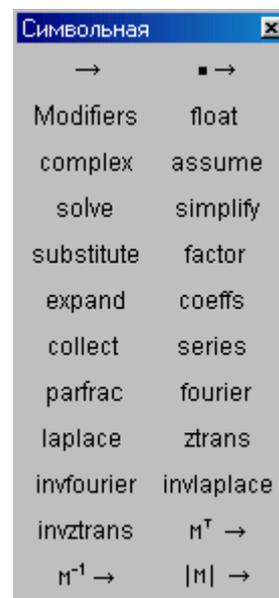
14. Ишнинг назарий қисми билан танишиш.
15. **Символьная** асбоблар панели асосий буйруқларини ўрганиш.
16. +ўйдагилардан ташкил топган ҳисоботни бажариш:
  - лаборатория иши конспекти;
  - бажарилган топшириқ натижаси билан.
17. Назорат саволларга жавоб бериш.

### Назарий тушунтиришлар

#### Символьная (Symbolic) асбоблар панели

Symbolik (Символў) асбоблар панели қўйидаги йигирма тўрт тугмаларни сўз-символли операторлар ) ўз ичига олади (4.1-расм):

→ йўналтирилган ўнга стрелка тасвирли тугма, оддий символли ўзгартиришни амалга ошириш шаблонини чақиради. Бу шаблонни кўпинча



(калитли

символли

чиқаришнинг содда оператори деб ҳам номланади. Шаблони чақиришни **Ctrl+.**(нукта) тугмалар комбинациясини босиш орқали ҳам бажариш мумкин;

**→** ўнга йўналтирилган ва стрелка олдида метка тасвирли тугма ифодаларни киритиш шаблонини чақиради. Уни кўпинча символли чиқаришнинг кенгайтирилган оператори деб ҳам номланади. Ифодаларни киритишни **Ctrl + Shift + .** (нукта) тугмалар комбинациясини босиш орқали ҳам бажариш мумкин;

**Modifiers** **Modifiers** калит сўзли тугма модификацияланган буйруқли пайдо бўлувчи менюни чақиради;

**float** **float** калит сўзли тугма сузиб юрувчи нукта форматли сонларни чиқариш шаблонини чақиради;

**complex** **complex** калит сўзли тугма комплекс формадаги сони чиқариш шаблонини чақиради;

**assume** **assume** калит сўзли тугма ўзгарувчиларга ноаниқ қийматни ўзлаштириш, агар уларга бунгача сон қийматлари ва ўзгарувчилар қийматлари чегаралари берилган бўлса ҳам, шаблонини чақиради;

4.1 расм. Символьная асбоблар панели

**solve** **solve** калит сўзли тугма белгиланган ўзгарувчига нисбатан тенгламани шаблонини чақиради;

ечиш

**simplify** **simplify** калит сўзли тугма ифодани соддалаштириш шаблонини чақиради;

**substitute** **substitute** калит сўзли тугма ифодани ўрнига қўйиш шаблонини чақиради;

**factor** **factor** калит сўзли тугма ифодани сода касрларга ажратиш шаблонини чақиради;

**expand** **expand** калит сўзли тугма ифодани даражалар бўйича ажратиш шаблонини чақиради;

**coeffs** **coeffs** калит сўзли тугма полином коэффициентларини аниқлаш шаблонини чақиради;

**collect** **collect** калит сўзли тугма фрагментлар бўйича йи\иш шаблонини чақиради;

**series** **series** калит сўзли тугма ифодани берилган аниқликда Тейлор қаторига ёйиш шаблонини чақиради;

**parfrac** **parfrac** калит сўзли тугма ифодани элементар касрларга ажратиш шаблонини чақиради;

**fourier** **fourier** калит сўзли тугма Фурье ўзгартиришни тў\ридан-тў\ри бажариш шаблонини чақиради;

**laplace** **laplace** калит сўзли тугма Лаплас ўзгартиришни тў\ридан-тў\ри бажариш шаблонини чақиради;

**ztrans** **ztrans** калит сўзли тугма z-ўзгартиришни тў\ридан-тў\ри бажариш шаблонини чақиради;

**invfourier** **invfourier** калит сўзли тугма тескари Лаплас ўзгартиришини бажариш шаблонини чақиради;

**invlaplace** **invlaplace** калит сўзли тугма тескари Лаплас ўзгартиришини бажариш шаблонини чақиради ;

**invztrans** **invztrans** калит сўзли тугма тескари z-ўзгартиришини бажариш шаблонини чақиради;

**M<sup>T</sup> →** **M<sup>T</sup> →** харфлари комбинацияси тасвирли тугма матрицани транспонирлашни бажариш шаблонини чақиради;

**M<sup>-1</sup> →** **M<sup>-1</sup> →** харфлари комбинацияси тасвирли тугма матрицани инвертлашни бажариш шаблонини чақиради;

**|M| →** **|M| →** кўриниш тасвирли тугма матрица аниқланувчисини ҳисоблашни бажариш шаблонини чақиради;

Операторларни (калитли сўзларни) кичик харфларда териш лозим (фақат **modifier** нинг биринчи харфи бош харфда). MathCAD нинг янги версияси директивалари барча турдаги эркин ўзгартиришларни ўз ичига олади.

4.3 расмда символли операторлар ёрдамида математик ифодаларни ўзгартириш натижалари келтирилган (**complex**, **solve**, **substitute**, **expand**, **coeffs**, **series**, **collect**, **laplace** (тў\ридан-тў\ри Лаплас ўзгартириш) **invlaplace** (тескари Лаплас ўзгартириш), **fourier** (Фурье ўзгартириш), **invfourier** (тескари Фурье ўзгартириш), **ztrans** (z-ўзгартириши), **invztrans** (тескари z-ўзгартириш) калитли сўзлар).

### Modifier асбоблар панели

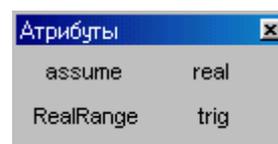
Modifier (модификатор) асбоблар панели куйидаги (4.2 расм) тўртта тугмадан иборат:

**assume** калит сўзли тугма берилган қийматни модификациялаш учун калитли визир ўрнига жойлаштиради;

**real** калит сўзли тугма ўзгарувчига ҳақиқий қиймат ўзлаштиради. Мисол **areal** кўринишли езув a - ўзгарувчи ҳақиқий сон эканлигини билдиради;

**RealRange** калит сўзли тугма ҳақиқий сон соҳасини аниқлайди.

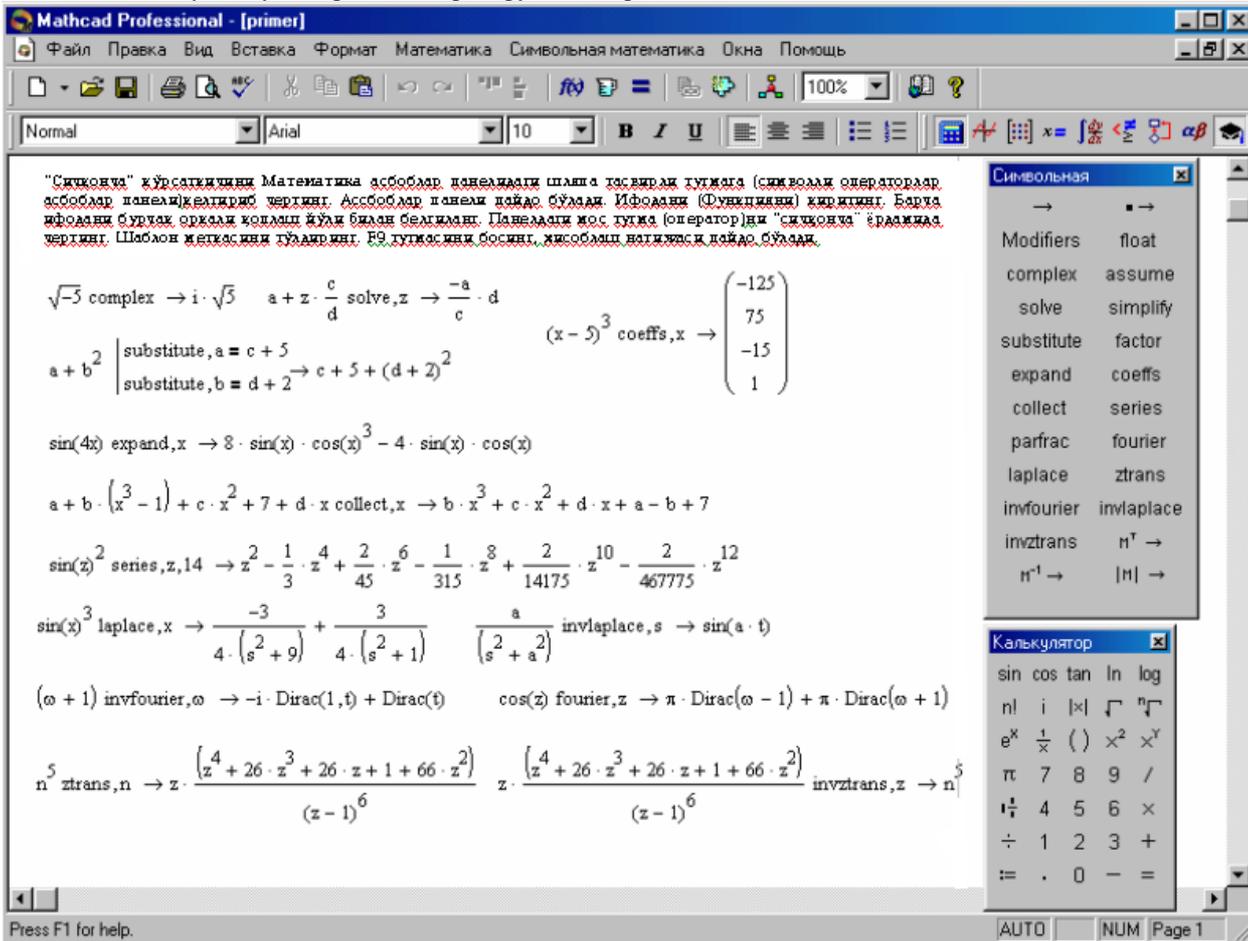
Мисол учун , **creal range (a,b)** кўринишли езув с ўзгарувчиси қиймати a ва b ўзгарувчилари қийматлари орасида эканлигини билдиради;



сўзни

учун,

4.2 расм. Modifier асбоблари панели



4.3 расм. Айрим символли операторлар қўллаш натижалари

## √ Топшириқ

- $\sqrt{6^2 - 8^2}$  сони комплекс формада чиқаринг.
- $bk+d$ ,  $skd/r$ ,  $ak-d$  ларда  $ax^2+bx+c^2$  ифодани қўллашни бажаринг.
- $\sin 3x+\cos 2x$  ифодани даражалар бўйича ейинг.
- +ўйидаги  $d(x^2+7)+a(x^4+2x^3)+x^2+5$  ифодани  $x$  ўзгарувчига нисбатан фрагменти бўйича йи\инг.
- $\cos^3 z$  функцияни Тейлор қаторига ейинг.
- $\cos x^3$  га Лаплас ўзгартиришини бажаринг.
- $\frac{S^3}{(S+a^2) \cdot (S+a)}$  га тескари Лаплас ўзгартиришини бажаринг.
- $1+x$  га Фурье ўзгартиришини бажаринг.
- $\frac{w}{(w-1)^2}$  га тескари Фурье ўзгартиришини бажаринг.
- $n^4+5$  га  $z$ -ўзгартиришини бажаринг.
- $\frac{Z^6+3Z^5+20Z^4}{(Z-7)^6}$  га тескари  $z$ -ўзгартиришини бажаринг.

## Назорат саволлари:

- Символьная асбоблар панели ёрдамида қандай ўзгартиришлар бажариш мумкин?
- Ўзгартиришни бажариш жараенини изохланг.
- Бир ифодага бир нечта ўзгартиришларни ишлатиш мумкинми?

## V лаборатория иши Тенгламаларни ечиш

**Ишнинг мақсади:** MathCAD мухитида алгебраик ва трансцендент тенгламаларни ечишни ўрганиш.

### Лаборатория ишини бажариш услуби:

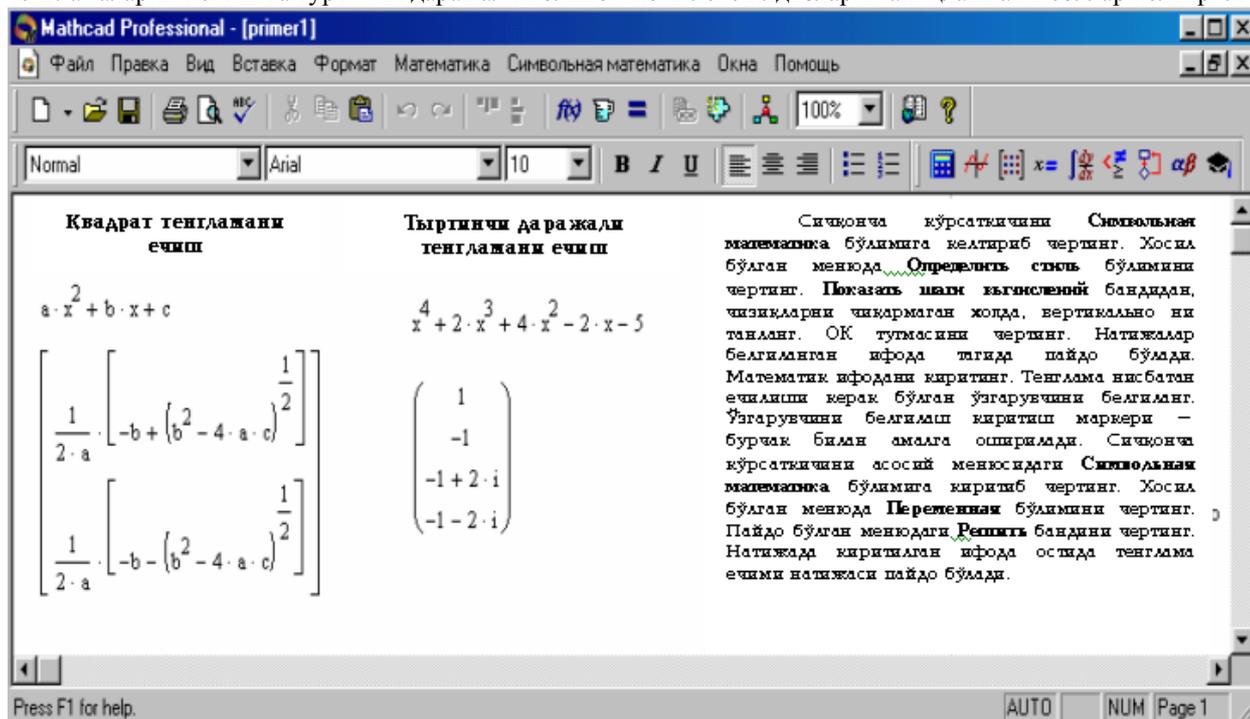
18. Ишнинг назарий қисми билан танишиш: асосий буйруқ ва функцияларни ўрганиш
19. +уйидаги таркибда ҳисобот тайерлансин:
  - лаборатория иши конспекти;
  - бажарилган топшириқ натижаси билан.
20. Назорат саволларга жавоб беринг.

### Назарий тушунтиришлар

#### Квадрат тенглама ва полиномлар илдизларини аниқлаш

MathCAD асосий менюсидаги **Символьная математика** бўлими орқали очиладиган **Переменные** банди активлаштирилганда пайдо бўлувчи меню очилади. У ўзгарувчилар билан у еки бу операцияларни бажариш учун хизмат қилади.

Пайдо бўлувчи менюнинг **Решить** бўлими ёрдамида белгиланган ўзгарувчига нисбатан тенглама (тенгсизликлар) ечилади, яъни ўзгарувчиларнинг шундай қийматларини излаш олиб бориладики, бунда бошлан\ич ифода нольга тенг бўлсин. Бу бўлим белгиланган  $x$  ўзгарувчига, **F(x)≠0** бўлганда, символли қийматни қайтаради. Бу алгебраик тенгламаларни ечишда жуда қулай, масалан, квадратик ва кубик, еки полином илдизларини ҳисоблашда 5.1 расм квадрат тенгламаларини ечиш ва тўртинчи даражали полином комплекс илдизларни аниқлашга мисоллар келтирилган.



5.1 расм. Пайдо бўлувчи менюнинг **Решить** банли ишлатилиши натижалари

#### Алгебраик ва системали тенгламаларни ечиш функциялари

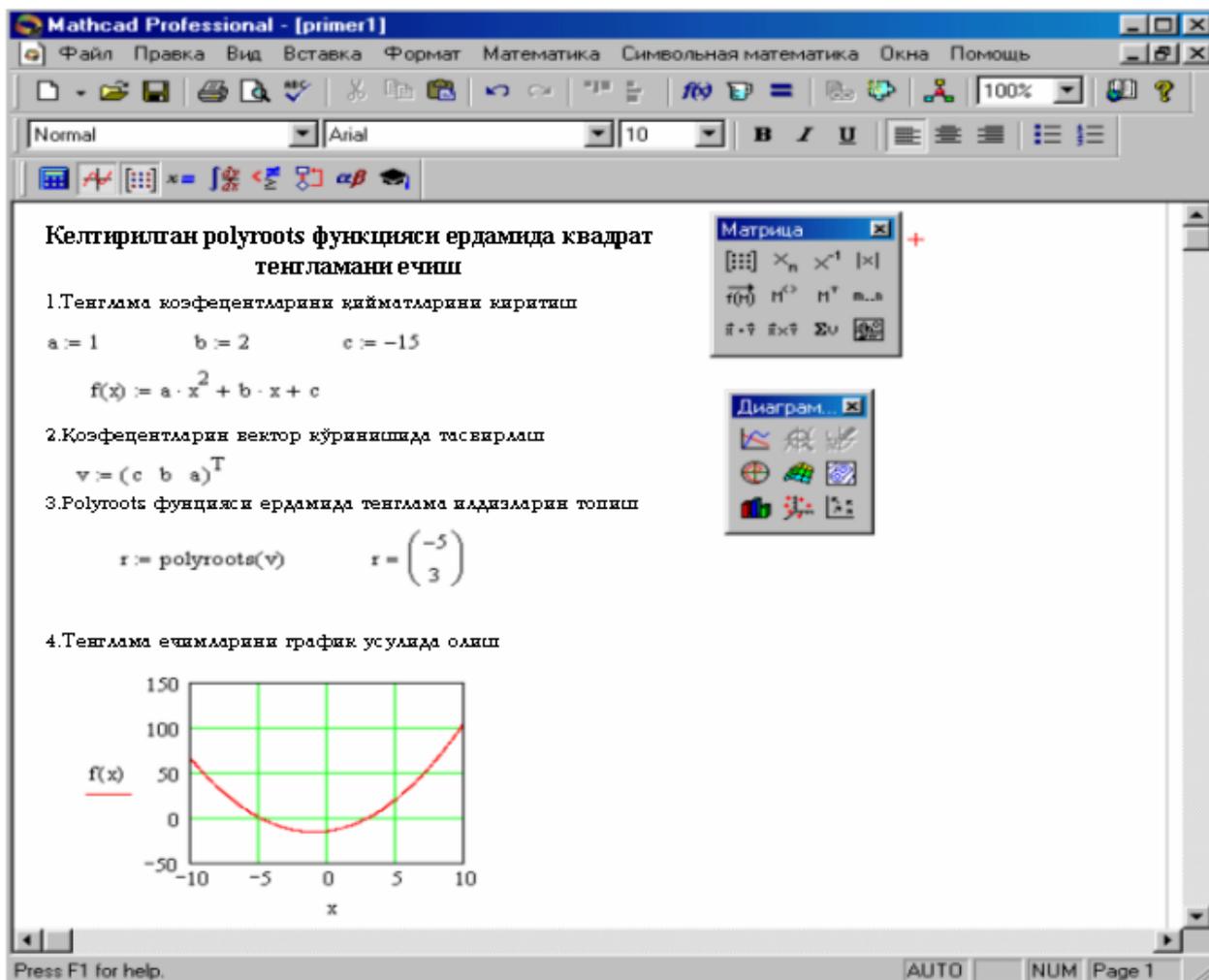
**find(x,y,...)** - тенгламаларни ечиш блокада аниқланган тенглама ва тенгсизликлар шартларини қонуқлаштирувчи  $x, y, \dots$  лар қийматларини қайтаради. Тенгламалар сони номаълумлар  $x, y, \dots$  сонига тенг бўлиши керак. Тенгламаларни ечиш блоки бир номаълумни излаётган вақтида излаш функциясини скалярни қайтаради. +олган ҳолатларда эса  $y$ , биринчи элементи кидирилаётган  $x$ , иккинчиси  $y$  ва  $x, k, z$  бўлган векторни қайтаради. Бу функцияни ишлатишдан олдин ҳар бир номаълумларнинг бошлан\ич яқинлашуви берилиши шарт. Агар системанинг бир нечта ечими бўлса, топилган берилган бошлан\ич орқали аниқланади.

**Maximize(f, var1, var2, ...)** -  $f$  функциянинг максимал қийматини таъминловчи  $var1, var2, \dots$  қийматларини қайтаради. Ушбу функцияни ишлатишдан олдин ҳар бир номаълум учун бошлан\ич яқинлашувни ва, агар чегараланишлар берилган бўлса,  $y$  холда **Given** калитли сўзини бериш лозим.

**Minerr(x, y, ...)** - тенгламалар системасини ечимига жуда яқин бўлган  $x, y, \dots$  қийматларини қайтаради, бу ерда тенгламалар системасида қидирилатган  $x, y, \dots$  скаляр ўзгарувчилар қийматидир. Агар бита номаълум қидирилатган бўлса, **Minerr** функцияси скалярни қайтаради. қолган холларда, биринчи элементни қидирилатган номаълум  $x$ , иккинчи  $y$  ва хоказо қийматлари учун векторни қайтаради. Ушбу функцияни ишлатишдан олдин ҳар бир номаълум учун бошлан\ич яқинлашувчи ва **Given** калитли сўзни бериш лозим. Агар сисетма бир нечта ечимга эга бўлса, у холда изланаётгани берилган бошлан\ич яқинлашув орқали аниқланади.

**Minimize(f, var1, var2, ...)** -  $f$  функциянинг минимал қийматини таъминловчи  $var1, var2, \dots$  қийматларини қайтаради. Ушбу функциянинг ишлатилишидан олдин ҳар бир номаълум учун бошлан\ич яқинлашувини ва, агар чегаранишлар берилган бўлса, у хода **Given** калитли сўзни бериш лозим.

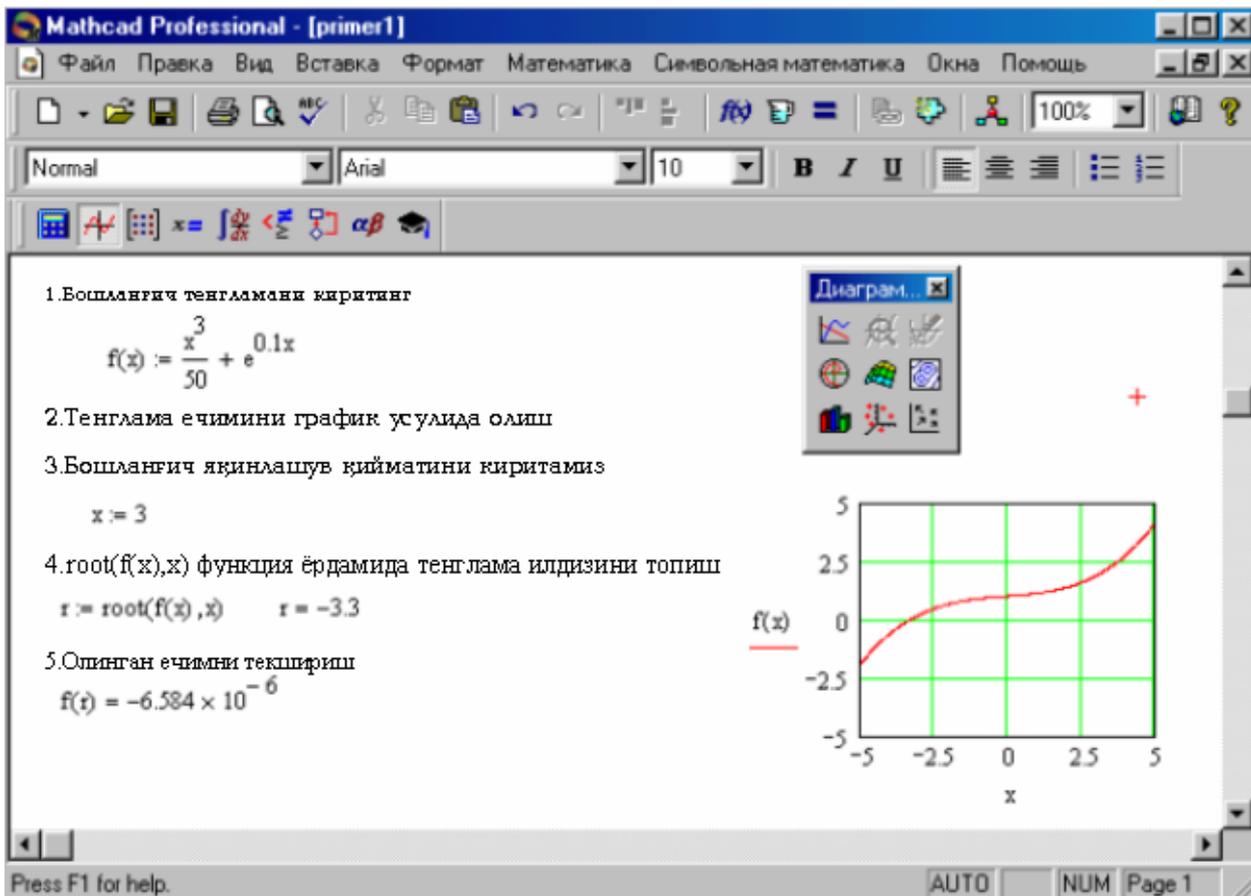
**Polyroots(V)** - полином илдизини топади ва коэфецентларни  $V$ да жойлашган, ҳамда барча илдизларидан ташкил топган векторни қайтаради. Дастлабки полином коэфецентларини вектор кўринишида берилиши шарт. (5.2 расм).



5.2 расм. Бир номаълумли тенглама илдизларини график усулида ва polyroots функцияси ердамида аннақлаш

**root(f(x),x)** - бир номаълумли тенглама илдизларини аниқлаш  $f(x)$  функцияси нольга тенг бўлган  $x$  қийматини қайтаради **root** функцияси ишлатилиши дастлаб бошлан\ич яқинлашувни берилишини талаб қилади. Агар қўрилатган функция бир нечта илдизлардан иборат бўлса, у холда топилган бошлан\ич яқинлашувига бо\лиқ бўлади. Агар у  $f(x)$  функция локал экстремумига яқин бўлса, у холда **root** илдизни топилмаслиги ёки у бошлан\ич яқинлашувидан узоқда бўлиши мумкин. Бир номаълумли ҳар қандай тенглама куйидаги куйинишда бўлади:  $f(x)-g(x)=0$ . Уни шундай ўзгартириш мумкинки, натижада тенгламанинг ўнг қисми нольга тенг бўлади:  $f(x)-g(x)=0$ .

5.3 расм бир номаълумли чизиксиз тенгламанинг график усулида ва киритилган **root(f(x),x)** функция ердамида берилади.



5.3 расм. Бир номаълумли чизиксиз тенглама илдизини график усулида ва  $\text{root}(f(x),x)$  функцияси ёрдамида аннақланади.

√ **Топширик**

Вариант №	Пайдо бўлвчи <b>Решить</b> менюси ва polyroots функцияси ёрдамида тенгламани ечинг	root функцияси ёрдамида чизиксиз тенгламани ечинг
1	$x^3 + 3x + 1 \approx 0$	$x^3$ қ $\sin x$
2	$5x^3 - 3x^2 + 6x - 2 \approx 0$	$1 - \sin x$ қ $x$
3	$x^4 - 2x + 4 \approx 0$	$\sqrt{x+1}$ қ $1/x$
4	$x^3 - 0.2x^2 + 0.3x - 1.2 \approx 0$	$2x + \lg x$ қ $-0.5$
5	$2x^3 + 1.3x^2 - 12x + 3 \approx 0$	$2 \sin(x - 0.6)$ қ $1.5 - x$
6	$x^3 - 0.1x^2 + 0.3x - 0.6 \approx 0$	$5x - 8 \ln x$ қ $8$
7	$x^4 + 12x^3 + 10x - 8 \approx 0$	$x^2$ қ $\ln(x+1)$
8	$6x^3 - 3x^2 + 12x - 6 \approx 0$	$x + \lg(1+x)$ қ $1.5$
9	$x^4 - 3x^2 + 6x - 2 \approx 0$	$3x - e^x$ қ $0$
10	$x^3 + 6x^2 - 7x \approx 0$	$x^2$ қ $\sin x$
11	$x^4 + 2x^2 + 18 \approx 0$	$\sin(0.5 + x)$ қ $2x - 0.5$
12	$9x^3 - 8x^2 + 3x + 12 \approx 0$	$\lg(2+x) + 2x$ қ $3$
13	$x^4 - 3x^2 + 5 \approx 0$	$x + \cos x$ қ $1$
14	$26x^2 - 15x + 6 \approx 0$	$\ln x + (x+1)^3$ қ $0$
15	$7x^3 - 16x^2 - 5x + 4 \approx 0$	$\sin x^2$ қ $2 \cos 3x$

Назорат саволлари:

1. Тенгламани ечишда қайси шарт бажарилади?
2. Квадрат тенглама ва полиномларини ечиш жараёнини баён қилинг.
3. Чизиксиз алгебраик тенгламаларни ечиш жараёнини баён қилинг.

## IV лаборатория иши Тенгламалар системаларини ечиш

**Ишнинг мақсади:** MathCAD муҳитида чизикли ва чизиксиз тенгламалар системаларини ечишни ўрганиш.

### Лаборатория ишини бажариш услуби:

- Ишнинг назарий қисми билан танишиш: асосий буйруқ ва функцияларни ўрганиш
- Символьная** асбоблар панели асосий буйруқларини ўрганиш.
- +уйидаги таркибда ҳисобот тайерлансин:
  - лаборатория иши конспекти;
  - бажарилган топшириқ натижаси билан.
- Назорат саволларга жавоб беринг.

### Назарий тушунтиришлар

#### Тенгламалар системаларини ечиш функциялари

$R: kM^{-1} \times V$  кўринишли матрицали тенглама ёрдамида чизикли тенгламалар системасини ечишни кўрамиз. Бунинг учун бошланишида чизикли тенгламалар системасининг  $M$ -коэффициентлар матрицаси ва озод ҳадлар вектор устуни  $-V$  ни, сўнгра чизикли тенгламалар системасининг ўнг қисмидаги коэффициентлар устунини ҳосил қилинади. 6.1 расмда  $R: kM^{-1} \times V$  матрицали тенглама ёрдамида чизикли тенгламалар системасини ечилиши келтирилган.

**Mathcad Professional - [sys]**

Файл Правка Вид Вставка Формат Математика Символьная математика Окна Помощь

Normal Arial 10 B I U

$R := M^{-1} \times V$  матрицали тенглама ёрдамида тенгламалар системасини ечиш.

1. Бошланғич тенгламалар системаси.

$$\begin{cases} 1.2 \cdot x_1 + 2.8 \cdot x_2 + 0.5 \cdot x_3 = 3 \\ 3.2 \cdot x_1 - 1.6 \cdot x_2 - 0.3 \cdot x_3 = 2.2 \\ -0.1 \cdot x_1 + 9.0 \cdot x_2 + 0.5 \cdot x_3 = 10.8 \end{cases}$$

2. Тенгламалар системаси коэффициентларини матрица кўринишида, озод ҳадларни эса векторлар кўринишида тасвирлаш.

$$M := \begin{pmatrix} 1.2 & 2.8 & 0.5 \\ 3.2 & -1.6 & -0.3 \\ -0.1 & 9.0 & 0.5 \end{pmatrix} \quad V := \begin{pmatrix} 3 \\ 2.2 \\ 10.8 \end{pmatrix}$$

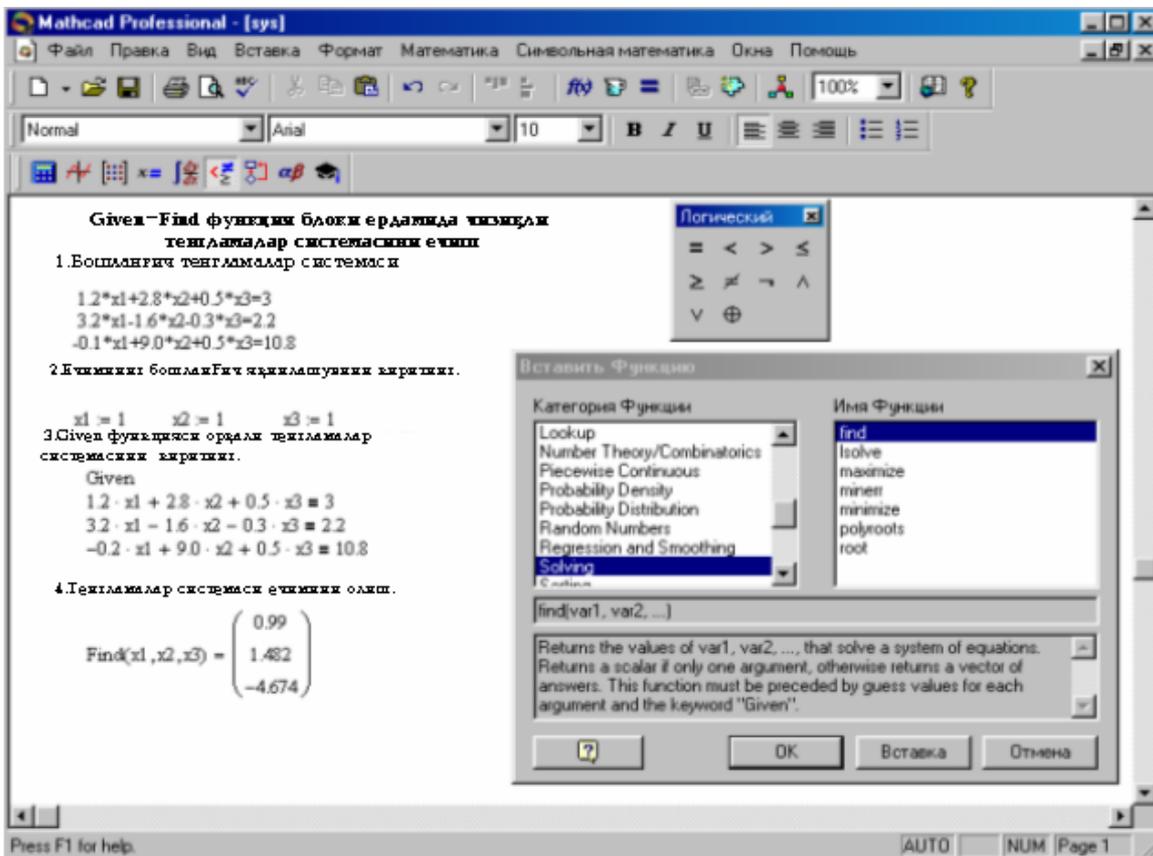
3. Тенгламалар системаси ечими.

$$R := M^{-1} \cdot V \quad R = \begin{pmatrix} 0.99 \\ 1.466 \\ -4.585 \end{pmatrix}$$

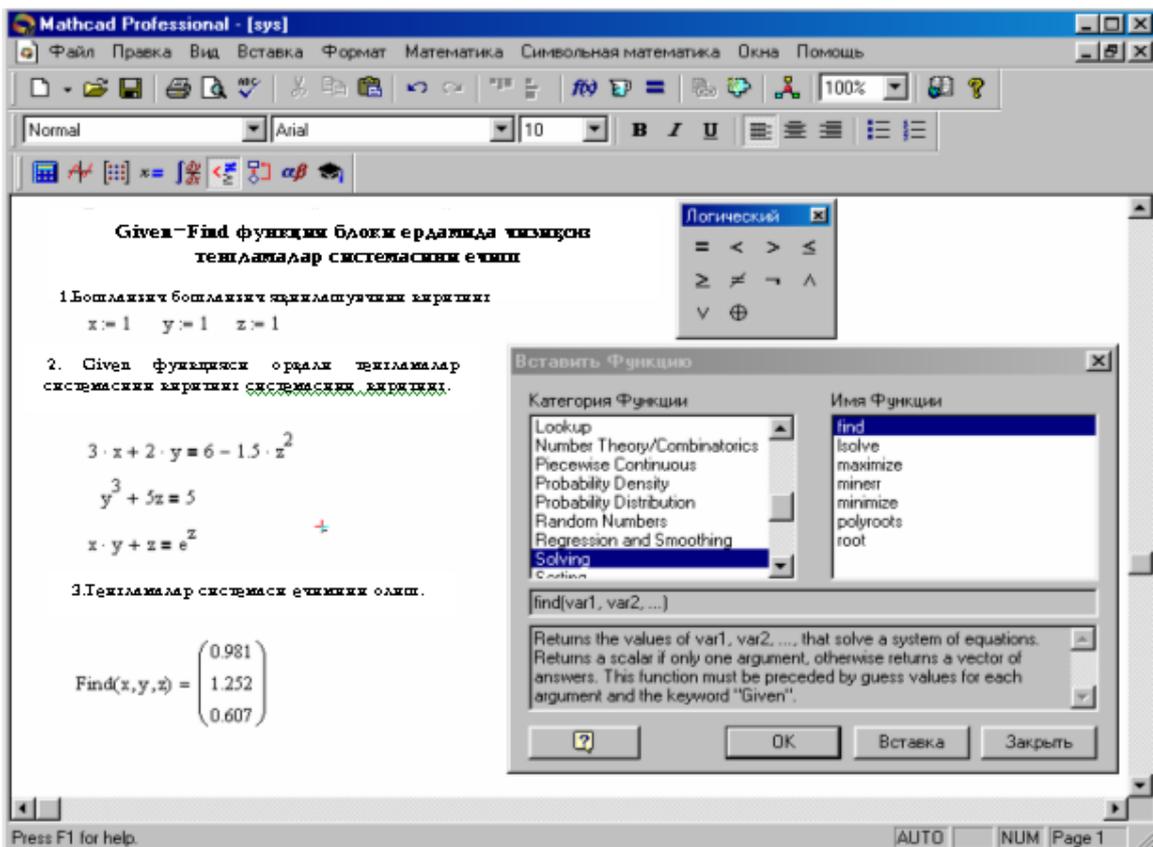
Press F1 for help. AUTO NUM Page 1

6.1 расм.  $R: kM^{-1} \times V$  матрицали тенглама ёрдамида чизикли тенгламалар системаси ечими

Энди Given-Find (Берилган-топиш керак) киритилган функциялар блоқи ёрдамида чизикли тенгламалар системасини ечишни кўрамиз. Бу блокни ишлатишдан олдин, оптимал ечимдан узоқ бўлса ҳам, ечимнинг бошланғич яқинлашувини берамиз. Сўнгра **Given** функцияси ёрдамида ечилиши лозим бўлган чизикли тенгламалар системасини киритиш ва яқунловчи босқичда Ушбу системани ечиш учун **Find** функциясидан фойдаланамиз. 6.2 расмда **Given-Find** киритилган функциялар блоқи ёрдамида чизикли тенгламалар системасини ечиш берилган.



6.2 расм. Given-Find киритилган функциялар блокти ёрдамида чизикли тенгламалар системасини ечиши.



6.3 расм. Given-Find киритилган функциялар блокти ёрдамида чизиксиз тенгламалар системасини ечиши

Энди Given-Find киритилган функциялар блокти ёрдамида чизиксиз тенгламалар системасини ечишни кўрамиз. Бу блокни ишлатишдан олдин, оптимал ечимдан узоқ бўлса ҳам, ечимнинг бошлангич яқинлашувини берамиз. Сўнгра Given функцияси ёрдамида ечилиши лозим бўлган чизиксиз тенгламалар системасини киритиш ва яқунловчи боскичда ушбу системани ечиш учун Find функциясидан фойдаланамиз. 6.3 расмда Given-Find киритилган функциялар блокти ёрдамида чизиксиз тенгламалар системасини ечиш берилган.

+уйидаги чизикли тенгламалар системасини икки усулда ва чизиксиз тенгламалар системаларни ечинг.

вариант №	Вариант чизикли тенгламалар системаси	Чизиксиз тенгламалар системаси
1	$\begin{cases} 12x_1 - 10x_2 + 5x_3 - 4x_4 = 3 \\ -3x_1 + 11x_2 - 16x_3 + 8x_4 = -5 \\ 8x_1 - 23x_2 - 7x_3 + 14x_4 = 9 \\ x_1 - 12x_2 - x_3 + 9x_4 = 22 \end{cases}$	$\begin{cases} 4x_1^2 - 11x_2 - 2x_3 - x_4 = 22 \\ 15x_1 + x_2^2 + 23x_3^2 = 32 \\ 9x_1 + 8x_2 + 12x_3x_4^2 = 78 \\ 6x_1 + 2x_2 - x_3^2 + 16x_4 = 100 \end{cases}$
2	$\begin{cases} 10x_1 - 12x_2 + 5x_3 - 4x_4 = 3 \\ 3x_1 + 14x_2 - 16x_3 + 18x_4 = -4 \\ 8x_1 - 26x_2 - 7x_3 + 14x_4 = 9 \\ 6x_1 + 13x_2 - x_3 + 9x_4 = 20 \end{cases}$	$\begin{cases} x_1^2 - 11x_2 - 2x_3x_4 = 20 \\ 5x_1 + x_2^2 + 23x_3^2 = 42 \\ 9x_1 + 8x_2x_3 + 14x_4^3 = 88 \\ 6x_1 - 2x_2 - x_3^2 + 19x_4 = 10 \end{cases}$
3	$\begin{cases} 17x_1 - 10x_2 + 5x_3 - 4x_4 = -13 \\ -3x_1 + 11x_2 - 14x_3 + 8x_4 = 8 \\ 18x_1 - 3x_2 - 7x_3 + 14x_4 = 10 \\ -2x_1 - 12x_2 - 8x_3 + 9x_4 = 11 \end{cases}$	$\begin{cases} x_1 + 13x_2^2 - 2x_3 - 15x_4 = 48 \\ 5x_1 + x_2^2 + 23x_3^2 = 33 \\ 19x_1 - 7x_2x_3 + 14x_4^3 = 90 \\ 8x_1x_2 - x_3^2 + 19x_4 = 78 \end{cases}$
4	$\begin{cases} 8x_1 + 4x_2 - 3x_3 - 2x_4 = 11 \\ -3x_1 + 11x_2 - 16x_3 + 8x_4 = -9 \\ 8x_1 - x_2 - 7x_3 + 14x_4 = 9 \\ x_1 - 12x_2 + 8x_3 + 9x_4 = 21 \end{cases}$	$\begin{cases} -3x_1^2 - 11x_2 - 2x_3x_4 = 23 \\ -15x_1 + x_2^2 + 45x_3^2 = 65 \\ 9x_1 + 8x_2x_3 + 14x_4^3 = 26 \\ 6x_1 - 2x_2x_3 + 19x_4 = 111 \end{cases}$
5	$\begin{cases} 12x_1 - 10x_2 + 5x_3 - 4x_4 = 3 \\ -3x_1 + 11x_2 - 16x_3 + 8x_4 = -5 \\ 8x_1 - 23x_2 - 7x_3 + 14x_4 = 9 \\ x_1 - 12x_2 - x_3 + 9x_4 = 22 \end{cases}$	$\begin{cases} 16x_1^2 - 17x_2 + 25x_3 - x_4 = 43 \\ 5x_1 + x_2x_3 + 23x_4 = 4 \\ 9x_1 + 8x_2 - x_3^2 + 14x_4 = 28 \\ 6x_1 - 18x_3 + 19x_4 = 7 \end{cases}$
6	$\begin{cases} 3x_1 - 10x_2 + 5x_3 - 4x_4 = 3 \\ -3x_1 + 11x_2 - 2x_3 + 8x_4 = -5 \\ 8x_1 - 2x_2 - 17x_3 + 14x_4 = 9 \\ -x_1 - 12x_2 - x_3 + 7x_4 = 8 \end{cases}$	$\begin{cases} -14x_2 + 12x_3 + 2x_4 = 51 \\ 15x_1x_2 + 23x_3 + x_4 = 82 \\ -3x_1 + 7x_2x_3 + 14x_4^3 = 37 \\ 6x_1 - 2x_2 - x_3^2 + 19x_4 = 11 \end{cases}$
7	$\begin{cases} 12x_1 - 10x_2 + 5x_3 - 4x_4 = 3 \\ -3x_1 + 11x_2 - 16x_3 + 8x_4 = -5 \\ 8x_1 - 23x_2 - 7x_3 + 14x_4 = 9 \\ x_1 - 12x_2 - x_3 + 9x_4 = 22 \end{cases}$	$\begin{cases} 13x_1^2 + 14x_2x_3 - 4x_4 = 7 \\ -12x_1^2 + x_2 + 24x_3 = 34 \\ 19x_1 - 28x_2 + x_3^3 = 67 \\ 26x_1 - x_2 + x_3^2 - 19x_4 = 84 \end{cases}$
8	$\begin{cases} x_1 - 12x_2 + 5x_3 - 4x_4 = 4 \\ 3x_1 + 14x_2 - 16x_3 + 8x_4 = -1 \\ -8x_1 - 4x_2 - 7x_3 + 6x_4 = 6 \\ x_1 - 12x_2 - x_3 + 9x_4 = 2 \end{cases}$	$\begin{cases} 12x_1 - 24x_2 + 3x_3 - x_4^2 = 26 \\ 13x_1 - 32x_2^2 + 23x_4 = 45 \\ 9x_1 - 14x_2x_3 + 79x_4^3 = 87 \\ 6x_1 - 2x_2x_3 + 19x_4 = 63 \end{cases}$
9	$\begin{cases} 16x_1 - 10x_2 + 15x_3 - 4x_4 = 2 \\ -3x_1 + 11x_2 - 16x_3 + 8x_4 = -4 \\ 7x_1 - 5x_2 - 7x_3 + 14x_4 = -9 \\ -x_1 + 18x_2 - x_3 + -3x_4 = -5 \end{cases}$	$\begin{cases} -x_1^2 + x_2 - x_3^2 + x_4 = 1 \\ 35x_1 + x_2^2 + 23x_3^2 = 99 \\ 19x_1 + 8x_2 - x_3 + 14x_4^3 = 14 \\ x_1 - 27x_2 - x_3^2 + 17x_4 = 34 \end{cases}$
10	$\begin{cases} 7x_1 + 11x_2 - 5x_3 + 9x_4 = 11 \\ x_1 + 13x_2 - 8x_3 + 9x_4 = -4 \\ 8x_1 - 15x_2 - 7x_3 + 7x_4 = 9 \\ -x_1 - 15x_2 - 14x_3 + 9x_4 = 30 \end{cases}$	$\begin{cases} 4x_1^2 - 13x_2 - 2x_3x_4 = 49 \\ 45x_1 - x_2^2 + 21x_3^2 + x_4 = 23 \\ 11x_1 + 8x_2 - x_3x_4 = 100 \\ 21x_1 + 12x_2 - 19x_4^2 = 144 \end{cases}$

$$\begin{array}{l}
11 \quad \begin{cases} 12x_1 - 10x_2 + 5x_3 - 4x_4 = 3 \\ -3x_1 + 11x_2 - 16x_3 + 8x_4 = -5 \\ 8x_1 - 23x_2 - 7x_3 + 14x_4 = 9 \\ x_1 - 12x_2 - x_3 + 9x_4 = 22 \end{cases} \quad \begin{cases} 13x_1^2 - 11x_2 - 2x_3 = 23 \\ 25x_1 + x_2x_4 + 3x_3^2 = 44 \\ 49x_1 + 8x_2x_3 + 4x_4^3 = 85 \\ 67x_1 - 2x_2 - x_3^2 + 21x_4 = 71 \end{cases} \\
12 \quad \begin{cases} 14x_1 - 10x_2 - 8x_3 - 12x_4 = 7 \\ 11x_1 + 12x_2 - 13x_3 + 8x_4 = 4 \\ -4x_1 - 6x_2 + 5x_3 + 9x_4 = -8 \\ -2x_1 - 13x_2 + 6x_3 + x_4 = 17 \end{cases} \quad \begin{cases} 2x_1 - 11x_2^3 - 2x_3 - 8x_4 = 72 \\ 83x_1 + x_2^2 + 23x_3^2 = 44 \\ 38x_1 + 7x_2 - x_3^2 + 14x_4^3 = 54 \\ 16x_1x_2 - 4x_3^2 + 19x_4 = 104 \end{cases} \\
13 \quad \begin{cases} 7x_1 - 6x_2 + 3x_3 - 12x_4 = 10 \\ 13x_1 + 10x_2 - 14x_3 + 8x_4 = 9 \\ 18x_1 - 2x_2 + 7x_3 + 4x_4 = -13 \\ 15x_1 - 2x_2 - 3x_3 + 8x_4 = 9 \end{cases} \quad \begin{cases} 23x_1^2 - 11x_2 - 2x_3x_4 = 122 \\ -x_1 + x_2^2 + 2x_3^2 = 43 \\ 9x_1 - 8x_2x_3 + 4x_4^3 = 76 \\ x_1 - 2x_2 - x_3^2 + 19x_4 = 98 \end{cases} \\
14 \quad \begin{cases} 21x_1 - 10x_2 + 5x_3 - 4x_4 = 13 \\ -3x_1 + 11x_2 - 6x_3 + 8x_4 = -3 \\ 28x_1 - 21x_2 + 8x_3 + 14x_4 = 9 \\ 5x_1 - 12x_2 - x_3 + 9x_4 = 27 \end{cases} \quad \begin{cases} x_1^2 - 11x_2 - 2x_3x_4 = 20 \\ 5x_1 + x_2 + x_3x_4 = 41 \\ 9x_1 + 8x_2 - 8x_3 + 14x_4^3 = 27 \\ 7x_1 + 7x_2 - 4x_3^2 + 19x_4 = 13 \end{cases}
\end{array}$$

1. Матрицали тенглама ёрдамида чизикли тенгламалар системасини ечишни тушунтиринг.
2. Given-Find блоки ёрдамида тенгламалар системаси қандай ечилади?

#### VII лаборатория иши

### Дифференциал тенгламаларини ечиш

**Ишнинг мақсади:** MathCAD мухитида биринчи тартибли дифференциал тенгламаларни ечишни ўрганиш

#### Лаборатория ишини бажариш услуби:

25. Ишнинг назарий қисми билан танишиш: асосий буйруқларни ўрганиш
26. +уйидаги таркибда хисобот тайерлансин:
  - лаборатория иши конспекти;
  - бажарилган топшириқ натижаси билан.
27. Назорат саволларга жавоб беринг.

#### Назарий тушунтиришлар

#### Оддий дифференциал тенгламаларни ечиш функцияси

**r** даражали оддий дифференциал тенглама деб  $f(x, y'(x), y''(x), \dots, y^{(r)}(x)) = 0$  кўринишдаги тенгламага айтилади,  $y$  мустақил  $x$  ўзгарувчини, қидирилатган  $u(x)$  функцияни ва унинг  $y'(x), \dots, y^{(r)}(x)$  ҳосилаларини бир бирига болайди.

Оддий дифференциал тенгламалар системаси деб, мустақил  $x$  ўзгарувчини қидирилатган  $u(x), u'(x), \dots$  функция ва уларни ҳосиласини бир-бирига боловчи,  $f_1(x; y_1(x), y_2(x), \dots, y_1'(x), y_2'(x), \dots)$   $\in \mathbb{R}$ , ( $i \in \mathbb{N}, 1, 2, \dots$ ), кўринишдаги тенгламалар системасига айтилади.

**rkfixed(y, x1, x2, n, F)** - чегараланган интеграллаш қадамлик, тўртинчи даражали оддий дифференциал тенгламалар системасини Рунге-Кутт усулида ечимли натижалари жадвалини чиқаради. Бу функция бешта аргументдан иборат:

$Y$  - қидирилатган функция бошланғич қийматлари вектори;

$X1$  - мустақил ўзгарувчининг бошланғич қиймати;

$X2$  - мустақил ўзгарувчининг охириги қиймати;

$n$  - интеграллаш қадамнинг чегараланган сони;

$f$  - символ кўринишли векторда ёзилган тенгламалар системасининг ўнг қисми.

**rkfixed(y, x1, x2, n, F)** функция натижалар ечими жадвалини  $s(m+1)$  устунлар ва  $n$  қаторлар шаклида чиқаради. Жадвалнинг нолинчи устунли – бу мустақил ўзгарувчи  $x$  нинг жорий қийматидир. Улар  $x_1, x_2, n$  орқали аниқланади. Ечимнинг кейинги устунлари  $x$  аргументининг мос жорий қийматлари учун қидирилатган  $y(x), y'(x), \dots$  ларнинг ордината қийматларини аниқлайди.

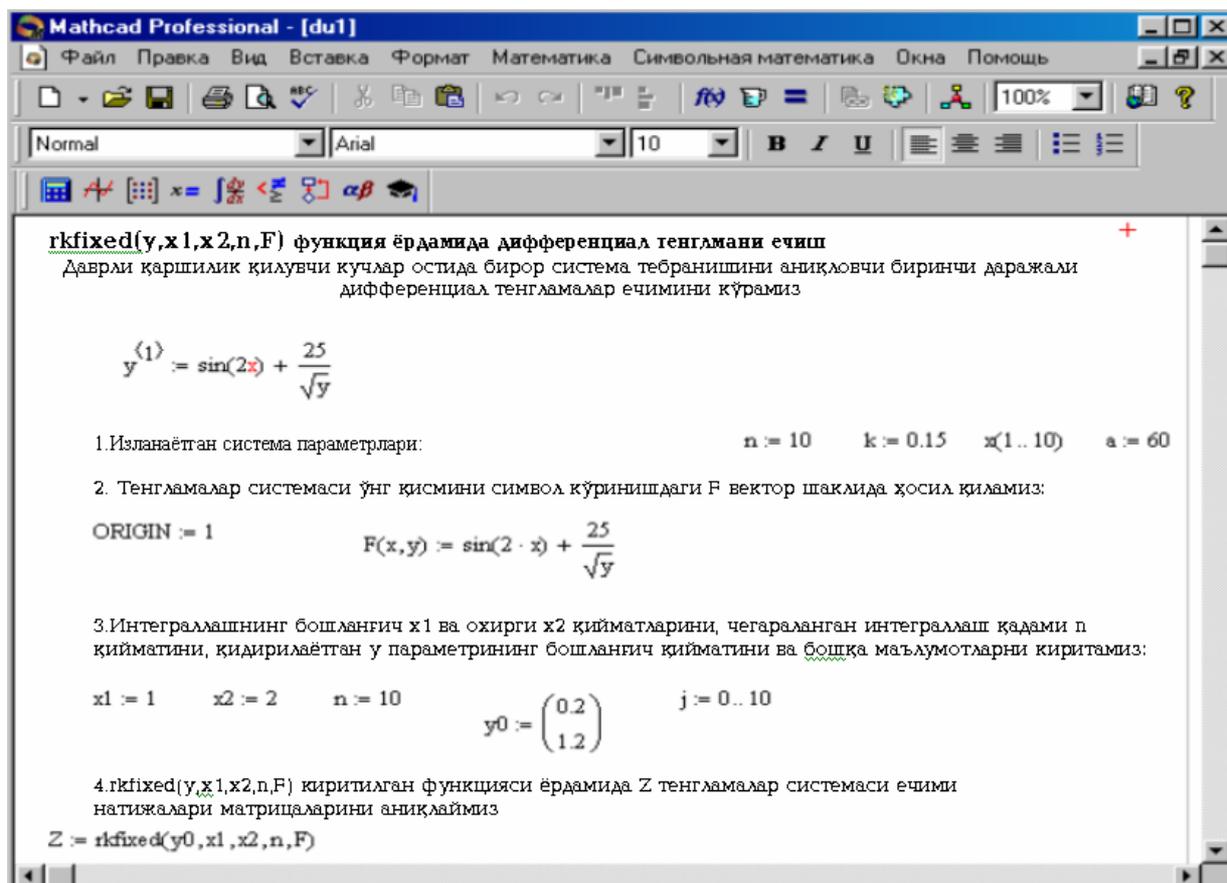
7.1. расмда  $\mathbf{rkfixed}(y, x1, x2, n, F)$  функция ёрдамида биринчи даражали оддий дифференциал тенгламаларини ечиш операцияси кўрсатилган. Бу тенглама яққол Коши кўринишидаги оддий дифференциал тенгламалар системаси кўринишида берилган.

Ечиш жараенига таергарликнинг биринчи қадами – тенгламалар системаси ўнг қисмининг символ кўринишидаги F вектор шаклида езилган холда ташкил қилиш.

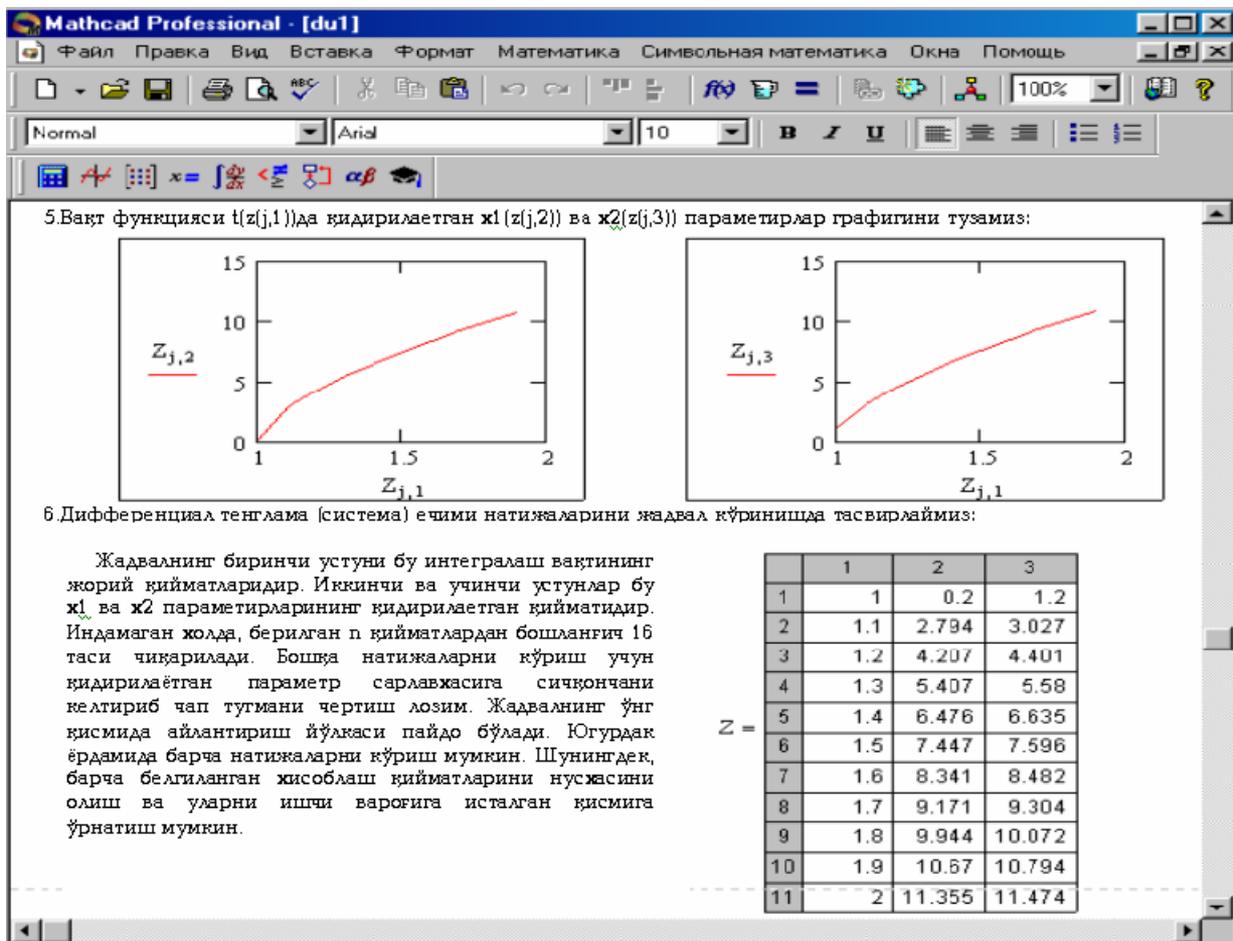
Иккинчи қадамда куйидагилар аниқланади.

- изланаётган у функция бошланғич қийматлари вектори;
- мустақил ўзгарувчининг бошланғич ва охириги қиймати изланаётган жараенинг давом этиш вақти  $t1$  ва  $t2$ ;
- интегралаш қадамининг белгиланган қиймати  $n$ .

Учинчи қадамда ечим натижасини кўрсатишнинг икки усули мавжуд: график ва жадвалик кўринишидаги 7.2 расмда  $\mathbf{rkfixed}(y, x1, x2, n, F)$  функцияси ёрдамида система ечими натижаларини кўрсатишнинг график усули берилган.



7.1. расм  $\mathbf{rkfixed}$  функцияси ёрдамида дифференциал тенгламаларини ечишга таергарлик



7.2 расм. Дифференциал тенглама ечими натижаларини график ва жадвал кўринишида тасвирлаш.

$\mathbf{rkfixed}(y, x_1, x_2, n, F)$  функцияси ёрдамида оддий дифференциал тенгламаларнинг ечими натижаси MathCAD да жадвал, аниқ холда тузилган матрица, кўринишида келтирилган. Бунда жадвалнинг (матрицанинг) биринчи устуни мустақил ўзгарувчининг ҳар бир интегралаш қадамидаги қийматларин ўз ичига олади. Иккинчи устун - берилган мустақил ўзгарувчининг ҳар бир интегралаш қадамидаги қийматларида биринчи қидирилатган функциянинг қийматларини, учинчи устун - иккинчи қидирилатган функция қийматларини ва хоказо. Агар дифференциал тенгламалар системаси ечими натижаларини, мисол учун,  $Z$  матрицага берсак, у холда мустақил ўзгарувчининг ҳар бир интегралаш қадамидаги қийматлари,  $Z_{j,1}$  матрицанинг устунида ёзилади, бу ерда  $j$  индекси кўрилатган қийматлар сонини белгилайди ва у олдиндан маълум бўлиши керак.

Берилган мустақил ўзгарувчининг ҳар бир интегралаш қадамидаги қийматлари учун биринчи қидирилатган функция қийматлари  $Z_{j,2}$  матрицанинг иккинчи устунига ёзилади. Иккинчи қидирилатган функция қийматлари  $Z_{j,3}$  матрицанинг учинчи устунига ёзилади ва хоказо. Мустақил ўзгарувчи ва унга мос қидирилатган функция қийматларини билган холда 7.2 расмда кўрсатилганидек, уларни график кўринишида тасвирлаш мумкин бўлади.

Асосий менюдаги **Insert** (Вставка) бўлими ичига кириб **Graph** (График) бандини чертинг. Ҳосил бўлган менюда **X-Y Plot** (График X-Y) бандини чертинг. Визир ўрнатиш жойида декарт графигини тузиш шаблони пайдо бўлади. Ана шу операцияни тезроқ бажариш мумкин, бунинг учун **@** тугмасини босиш кифоя. Абцисса ўқи остидаги меткага мустақил ўзгарувчи қиймати бўлиши  $Z_{j,i}$  векторни киритинг. Ордината ўқи чап томонидаги меткага ( $Z_{j,1}, Z_{j,2} \dots$ ) қидарилатган функция қиймати векторни киритинг.

7.2 расм  $\mathbf{rkfixed}(y, x_1, x_2, n, F)$  функцияси ёрдамида дифференциал тенгламалар системаси ечими натижалари жадвал кўринишида берилган.

**Илова:** дифференциал тенгламани ечишда  $Z$  ўзгарувчи қандай ҳарф билан ёзилиши ахамият касб этади. Мисол учун, агар сиз ўзгарувчини бош ҳарфда ёзсангиз, у холда ҳамма жойда уни бош ҳарфда ишлатиш зарур.

Дифференциал тенгламани ечинг.

вариант №	Тенглама	Бошланғич шартлар
1	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{0.7}}$	$x \in [1.2; 2.2]$ $y_0 (1.2)$ $\kappa 1.4$
2	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{0.3}}$	$x \in [0.5; 1.5]$ $y_0 (0.5)$ $\kappa 0.6$
3	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{1.5}}$	$x \in [0.1; 1.1]$ $y_0 (0.1)$ $\kappa 0.8$
4	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{1.3}}$	$x \in [0.2; 1.2]$ $y_0 (0.2)$ $\kappa 1.1$
5	$y' = x + \cos \frac{y}{1.25}$	$x \in [0.5; 1.5]$ $y_0 (0.5)$ $\kappa 1.8$
6	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{11}}$	$x \in [0.6; 1.6]$ $y_0 (0.6)$ $\kappa 1.2$
7	$y' = x + \cos \frac{y}{\sqrt{3}}$	$x \in [1.1; 2.1]$ $y_0 (1.1)$ $\kappa 1.5$
8	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{2}}$	$x \in [0.8; 1.8]$ $y_0 (0.8)$ $\kappa 1.3$
9	$y' = x + \cos \frac{y}{e}$	$x \in [1.4; 2.4]$ $y_0 (1.4)$ $\kappa 2.5$
10	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{2.8}}$	$x \in [1.4; 2.4]$ $y_0 (1.4)$ $\kappa 2.4$
11	$y' = x + \cos \frac{y}{\pi}$	$x \in [1.7; 2.7]$ $y_0 (1.7)$ $\kappa 5.3$
12	$y' = x + \sin \frac{y}{\sqrt{7}}$	$x \in [0.5; 1.5]$ $y_0 (0.5)$ $\kappa 0.6$

Назорат саволлар:

1.  $\pi$  тартибли дифференциал тенглама деб нимага айтилади?
2.  $\pi$  тартибли функциянинг ташкил этувчилари нимани англатади?
3. Дифференциал тенглама натижаларини қайси кўринишларда чақириш мумкин?
4. Жадвалнинг ҳар бир устунларида қандай қийматлар кўрсатилган?

### VIII лаборатория иши Векторлар ва матрицалар билан ишлаш функциялари

**Ишнинг мақсади:** MathCAD муҳитида векторлар ва матрицалар билан ишлаш функцияларини ўрганиш

#### Лаборатория ишини бажариш услуги:

28. Ишнинг назарий қисми билан танишиш: векторлар ва матрицалар билан ишлаш асосий функциялари билан танишиш
29. +уйидаги таркибда ҳисобот тайерлансин:
  - лаборатория иши конспекти;
  - бажарилган топшириқ натижаси билан.
30. Назорат саволларга жавоб беринг.

#### Назарий тушунтиришлар

**augment(A,B)** - В матрицани А матрицанинг ўнг томонига жойлаштириш натижасида ҳосил бўлган матрица. А матрица ва В матрица бир хил сонли қаторлардан иборат бўлиши керак.

**cols(M)** – М матрицанинг устунлари сони.

**eigenvals(M)** – М квадрат матрица учун вектор ҳусусий қийматларини аниқлайди.

**eigenvec(M,Z)** – М квадрат матрица Z ҳусусий қиймати билан боʻланган номерланган ҳусусий вектор.

**identify (n)** – n×n ўлчамли бирлик квадрат матрицани ҳосил қилади.

**last(V)** - охириги элемент индекси

**length(V)** – вектор узунлиги

**matrix(m,n,f)** -(i,j) элемент f(i,j) ни ҳосил қилувчи матрица, бунда  $i \in 0.1, \dots, m$  ва  $j \in 0.1, \dots, k$ .

**max(A)** -А матрицанинг қиймати бўйича максимал элементи, агар А-комплекс бўлса, у ҳолда **max (Re(A)) + i × max (Im(A))**ни қайтаради.

**min(A)**-А матрицанинг қиймати бўйича минимал элементи, агар А-комплекс бўлса, у ҳолда **min (Re(A))+ i × min (Im(A))**ни қайтаради.

**rank(M)** - М матрица ранги.

**rows(M)** - М матрица қаторлари сони.

**rref (A)** - А матрицанинг зинали кўриниши.

**stack(M1,M2)** - устунлари сони бир хил бўлган M1 ва M2 матрицаларни M2 ни M1 остига жойлаштирган ҳолда бирлаштиради.

**submatrix (M,ri,rj,ci,cj)** - М матрицадан ri-дан то rj-гача қатор номерли ва ci-дан то cj-гача устун номерли қисм матрицани ажратади. Индалмаган ҳолда қатор ва устун номерлари нолдан бошланади.

**tr(M)** - М квадрат матрица изи (диагонал элементлари йиғиндиси).

### Матрицалар ва векторлар устида операциялар амалга оширишга мисол

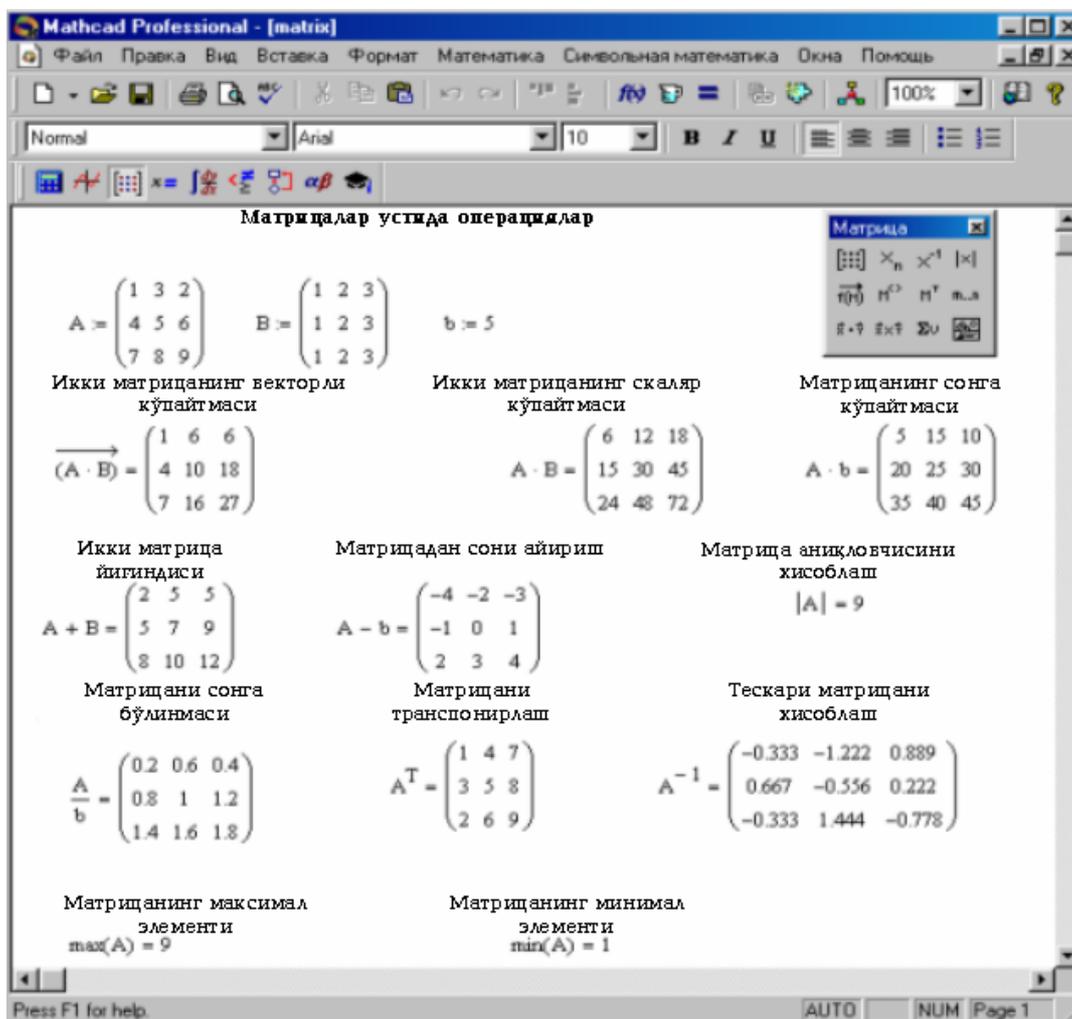
Матрицалар устида операцияларни бажариш учун (8.1 расм) олдин уларни ҳосил қилиш керак. Шу мақсадда қўйидагиларни амалга ошириш зарур:

- визирни (қизил крестикни) ишчи варақининг керакли жойига “сичқонча” ёки ҳаракатлантириш тугмалари ёрдамида ўрнатиш керак;
- матрица номини киритиш ва **Shift + :** (икки нукта) тугмалар комбинациясидан фойдаланиш керак. Ўзлаштириш белгиси пайдо бўлади ва киритиш маркази ўнгга меткани ҳаракатланади. Ана шу натижани бошқа усул билан ҳосил қилиш мумкин. Бошланишда ўзлаштириш операторини киритинг, бунинг учун икки нукта ва тенглик белгисини :қ Калькулятор (Evaluation) асбоблар панелидан чертинг. Бунда меткаси билан шаблон пайдо бўлади. Чап метка ўрнига матрица номини киритинг, сўнгра киритиш маркерини иккинчи метка ўрнига келтиринг;
- **Math** (Математика) асбоблар панелидаги матрица тасвирли тугмани чертинг. **Матрица** (Matrix) панели пайдо бўлади;
- Matrix асбоблар панелидаги **Matrix or Vector** (матрица ёки вектор ) тасвирли тугмани чертинг. **Insert matrix** (Вставь матрицу) диалог дарчаси пайдо бўлади. Ана шу дарчадаги **Rows** (строки) майдонида матрицадаги қаторлар сонини, **Columns** (Столбцў) майдонида эса устунлар сонини теринг, сўнгра **OK** тугмасини чертинг. Визир ўрнида матрица элементларини киритиш учун меткали шаблон пайдо бўлади. Меткалар ўрнига керакли сон қийматларини киритинг.

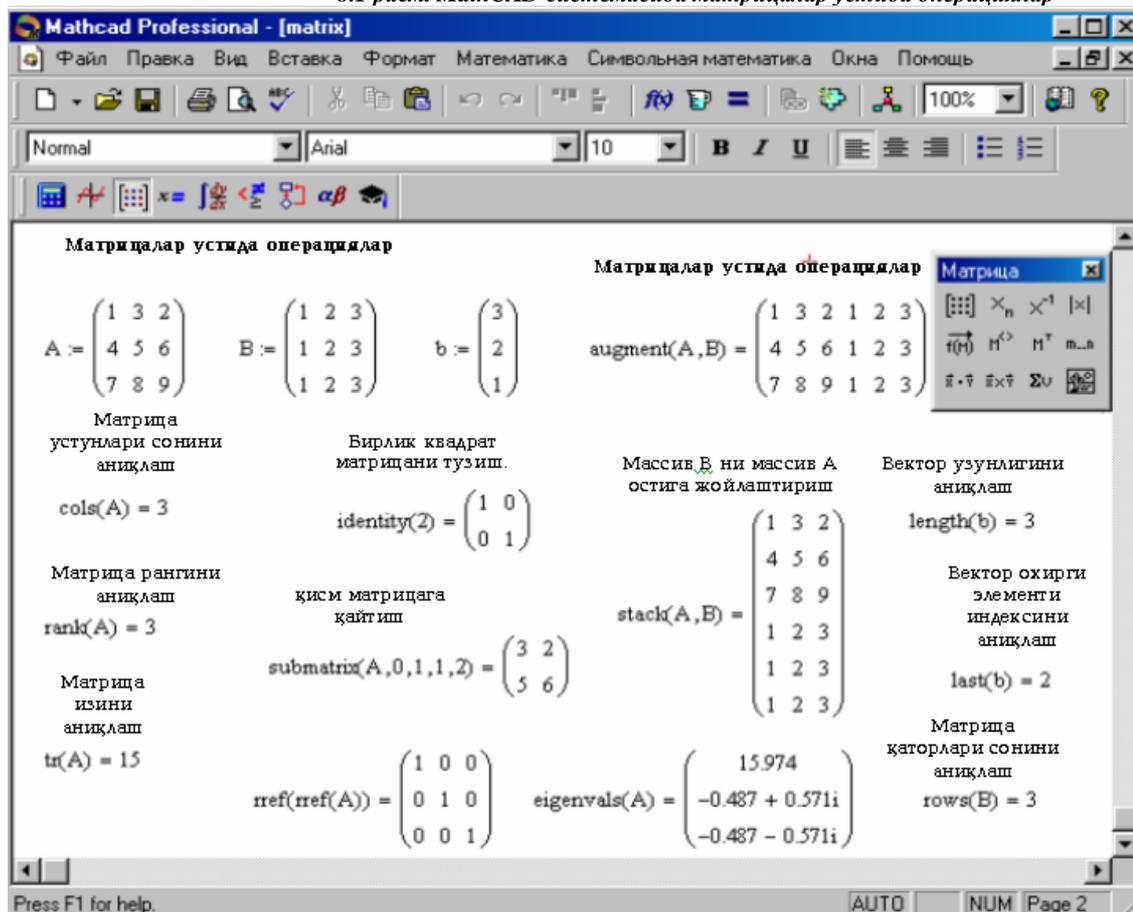
Векторлар ва матрицалар билан ишлаш учун махсус функцияларни қўллашда қўйидагиларни амалга ошириш зарур:

- асосий менюдаги вставка бўлими ичидаги функция бандини чертинг ёки **Ctrl+E** тугмалар комбинациясини босинг. Иккала ҳолатда ҳам **Insert Function** (Вставка функции) диалог дарчаси пайдо бўлади;
- диалог дарчаси чап қисмидаги **Function Category** рўйхатдан ҳисоб бўйича охириги категория **Vector and Matrix** (вектор и матрица)ни топинг ва “сичқонча” тугмасини чертинг. **Function Name** (Имя функции) диалог дарчасининг ўнг қисмида векторлар ва матрицалар билан ишлашга мўлжалланган функцияларнинг каттагина рўйхати пайдо бўлади;
- диалог дарчаси ўнг қисмидаги **Function Name** рўйхатдан керак функцияни танланг, мисол учун, матрицани ўнг томонига кенгайтиришга мўлжалланган **augment (a,b)**ни. Пастдаги матнли майдонда қўйидаги хабар пайдо бўлади: **Returns a matrix formed by placing array B to the right of array A. A and B must have the same number of rows** (b матрицани А матрицанинг ўнг томонига жойлаштириш орқали ҳосил бўлган матрицани қайтаради. А ва В бир хил сонли қаторлардан иборат бўлиши керак);
- **OK** тугмасини чертинг. Визирни ўрнатиш жойида ана шу функция шаблони пайдо бўлади;
- меткалар ўрнига илгаридан аниқланган, матрица номини қўйинг (8.2 расм).

Ҳар бир элементи мос А ва В матрица элементлари кўпайтмасига тенг бўлган матрицани ҳосил қилиш учун кўпайтмани ташкил қилинг ва векторлаштириш операторини ўрнатиш учун **Ctrl + \***, тугмалар комбинациясини босинг.



8.1 расм. MathCAD системасида матрицалар устида операциялар



8.2 расм. MathCAD системасида матрицалар ва векторлар устида операциялар

8.1 ва 8.2 расмларда кўрсатилганидек, матрицалар ва векторлар устида операциялар бажаринг.

вариант №	
1	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 \\ 9 & 2 & 4 & 6 \\ 8 & 9 & 7 & 5 \\ 3 & 1 & 8 & 6 \end{pmatrix} \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 6 & 8 \\ 1 & 3 & 5 & 9 \\ 2 & 4 & 6 & 8 \\ 1 & 3 & 5 & 9 \end{pmatrix} \quad \mathbf{b}_{\kappa 2} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}$
2	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 5 & 8 \\ 9 & 4 & 4 & 2 \\ 6 & 9 & 7 & 7 \\ 2 & 11 & 8 & 1 \end{pmatrix} \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 6 & 7 \\ 1 & 4 & 5 & 9 \\ 2 & 1 & 6 & 7 \\ 1 & 3 & 5 & 8 \end{pmatrix} \quad \mathbf{b}_{\kappa 3} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 1 \end{pmatrix}$
3	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 12 & 5 & 5 & 8 \\ 7 & 2 & 6 & 6 \\ 9 & 8 & 7 & 4 \\ 3 & 1 & 9 & 8 \end{pmatrix} \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 9 & 3 & 2 & 4 \\ 1 & 1 & 5 & 9 \\ 2 & 4 & 2 & 8 \\ 1 & 3 & 5 & 7 \end{pmatrix} \quad \mathbf{b}_{\kappa 4} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 8 \\ 7 \\ 1 \end{pmatrix}$
4	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 8 & 7 \\ 9 & 3 & 4 & 4 \\ 8 & 7 & 12 & 5 \\ 2 & 1 & 5 & 6 \end{pmatrix} \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 3 & 4 & 6 & 7 \\ 1 & 3 & 5 & 9 \\ 2 & 9 & 6 & 7 \\ 1 & 3 & 5 & 2 \end{pmatrix} \quad \mathbf{b}_{\kappa 3} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 9 \\ 7 \\ 2 \end{pmatrix}$
5	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 8 & 3 & 2 & 7 \\ 9 & 2 & 4 & 6 \\ 8 & 3 & 6 & 2 \\ 3 & 5 & 8 & 1 \end{pmatrix} \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 7 & 4 & 6 & 8 \\ 1 & 3 & 5 & 4 \\ 2 & 4 & 8 & 3 \\ 1 & 3 & 6 & 4 \end{pmatrix} \quad \mathbf{b}_{\kappa 2} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 4 \end{pmatrix}$
6	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 1 & 12 & 5 & 7 \\ 10 & 2 & 5 & 6 \\ 8 & 9 & 7 & 6 \\ 3 & 1 & 9 & 6 \end{pmatrix} \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 8 & 4 & 4 & 8 \\ 1 & 3 & 5 & 9 \\ 2 & 4 & 7 & 6 \\ 7 & 3 & 6 & 9 \end{pmatrix} \quad \mathbf{b}_{\kappa 4} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \\ 3 \end{pmatrix}$
7	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 7 \\ 9 & 12 & 4 & 6 \\ 7 & 9 & 7 & 5 \\ 3 & 2 & 8 & 10 \end{pmatrix} \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 2 & 5 & 4 & 8 \\ 1 & 3 & 5 & 9 \\ 2 & 4 & 10 & 8 \\ 4 & 3 & 5 & 6 \end{pmatrix} \quad \mathbf{b}_{\kappa 3} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}$
8	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 14 & 3 & 2 & 7 \\ 9 & 2 & 4 & 12 \\ 8 & 2 & 7 & 5 \\ 3 & 11 & 5 & 5 \end{pmatrix} \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 1 & 11 & 2 & 6 \\ 2 & 3 & 5 & 9 \\ 5 & 4 & 6 & 7 \\ 1 & 8 & 5 & 8 \end{pmatrix} \quad \mathbf{b}_{\kappa 3} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}$
9	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 6 & 7 \\ 9 & 12 & 4 & 7 \\ 8 & 9 & 7 & 5 \\ 3 & 8 & 9 & 6 \end{pmatrix} \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 8 & 4 & 7 & 8 \\ 1 & 3 & 5 & 9 \\ 2 & 4 & 13 & 8 \\ 11 & 3 & 5 & 9 \end{pmatrix} \quad \mathbf{b}_{\kappa 2} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}$
10	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 3 & 3 & 12 & 7 \\ 9 & 2 & 4 & 6 \\ 7 & 8 & 9 & 5 \\ 3 & 1 & 4 & 6 \end{pmatrix} \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 6 & 8 \\ 3 & 3 & 5 & 9 \\ 2 & 4 & 4 & 3 \\ 11 & 3 & 6 & 6 \end{pmatrix} \quad \mathbf{b}_{\kappa 4} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 1 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}$
11	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 5 & 3 & 4 & 7 \\ 7 & 2 & 6 & 8 \\ 7 & 9 & 7 & 5 \\ 3 & 1 & 2 & 6 \end{pmatrix} \quad \mathbf{C} = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 6 & 6 \\ 1 & 6 & 5 & 5 \\ 2 & 5 & 7 & 4 \\ 1 & 3 & 5 & 9 \end{pmatrix} \quad \mathbf{b}_{\kappa 3} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}$

12	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 6 & 3 & 5 & 12 \\ 9 & 2 & 4 & 6 \\ 8 & 9 & 7 & 5 \\ 3 & 1 & 8 & 8 \end{pmatrix}$	$\mathbf{C} = \begin{pmatrix} 8 & 4 & 6 & 4 \\ 1 & 3 & 5 & 9 \\ 2 & 4 & 12 & 7 \\ 1 & 11 & 5 & 9 \end{pmatrix}$	$\mathbf{b}_{\text{к}2} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix}$
13	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 3 & 3 & 5 & 7 \\ 9 & 2 & 4 & 6 \\ 8 & 8 & 7 & 5 \\ 3 & 1 & 19 & 6 \end{pmatrix}$	$\mathbf{C} = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 6 & 8 \\ 3 & 3 & 5 & 9 \\ 2 & 4 & 17 & 8 \\ 1 & 3 & 9 & 9 \end{pmatrix}$	$\mathbf{b}_{\text{к}3} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix}$
14	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 8 & 3 & 5 & 15 \\ 9 & 2 & 4 & 6 \\ 8 & 9 & 7 & 5 \\ 3 & 1 & 7 & 3 \end{pmatrix}$	$\mathbf{C} = \begin{pmatrix} 2 & 4 & 6 & 8 \\ 1 & 14 & 5 & 9 \\ 2 & 4 & 6 & 8 \\ 1 & 1 & 5 & 6 \end{pmatrix}$	$\mathbf{b}_{\text{к}3} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 4 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}$
15	$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 & 7 \\ 8 & 2 & 4 & 6 \\ 8 & 9 & 9 & 5 \\ 3 & 11 & 8 & 6 \end{pmatrix}$	$\mathbf{C} = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 6 & 8 \\ 1 & 3 & 8 & 9 \\ 2 & 4 & 6 & 7 \\ 7 & 3 & 5 & 9 \end{pmatrix}$	$\mathbf{b}_{\text{к}2} \quad \mathbf{d} = \begin{pmatrix} 2 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix}$

### Назорат саволлари:

1. Матрицалар ва векторлар билан ишлайдиган асосий функцияларни санаб ўтинг.
2. Матрицалар билан ишлаш учун қайси асбоблар панелини чақириш лозим?
3. Махсус функцияларни чақириш учун нима қилиш керак?
4. Топширикни бажариш жараёнини тушунтириб беринг.

## IX лаборатория иши Чизиқли дастурлаш. Симплекс усули.

**Ишнинг мақсади:** MathCAD мухитида чизиқли дастурлашнинг чизиқли тенгсизликлар системаларини ечиш усулини ўрганиш.

### Лаборатория ишини бажариш услуби:

31. Ишнинг назарий қисми билан танишиш
32. Масалани киритишнинг асосий буйруқларни ўрганиш
33. Ўз вариантнингизга мос номерли топширикни танланг ва уни қуйида берилган услуб асосида бажаринг
34. +уйидаги таркибда ҳисобот тайерлансин:
  - лаборатория иши конспекти;
  - бажарилган топширик, натижаси билан.
35. Назорат саволларга жавоб беринг.

### Назарий тушунтиришлар

#### Турли таркибли ресурсларни оптимал тақсимлаш

##### Масаланинг қўйилиши

Ишлаб чиқариш жараенида доимо белгиланган ресурслар (хомашё, яримфабрикант, ускуна, молия, ишчи кучи ва бошқалар) мавжудлигидаги маҳсулотни ёки ишлаб чиқариш турли таркибли ресурсларни оптимал тақсимлаш муамолари масалалари вужудга келади.

Масаланинг қўйилишига мисол.  $n$  турли маҳсулотларни  $I_1, I_2, \dots, I_n$  ишлаб чиқариш учун  $m$  турли ресурслар: ишчи, моддий, молиявий ва бошқалар керак. Ҳар бир  $j$ -нчи маҳсулотни ишлаб чиқариш учун кераклича алоҳида  $i$ -нчи ресурс миқдори маълум. Уни  $C_{ij}$  ҳаражат нормаси деб номлайлик. Ташкилотнинг ушбу вақтдаги ҳар бир турдаги ресурсларнинг мавжуд миқдори  $a_i$  аниқ деб ҳисоблайлик. Ташкилотнинг  $j$ -нчи маҳсулотни ишлаб чиқаришдан оладиган фойдаси  $\Pi_j$  маълум. Ташкилотни максимал фойда олиши учун, қайси турдаги ва қайси миқдорда маҳсулот ишлаб чиқариши лозим эканлиги аниқланиши талаб қилинсин. Керакли бошланғич ахборотлар жадвалда келтирилган.

Керак бўлган а <sub>j</sub> ресурслар	Ишлаб чиқарилган маҳсулотлар				Мавжуд а <sub>i</sub> ресурслар
	И <sub>1</sub>	И <sub>2</sub>	И <sub>3</sub>	И <sub>4</sub>	
Ишчи	3	5	2	7	15
Моддий	4	3	3	5	9
Молиявий	5	6	4	8	30
П <sub>i</sub> фойда	40	50	30	20	

### Асосий хусусиятлар, ўзаро алоқалар ва миқдорий қонуниятларни аниқлаш

Ташкилот ишлаб чиқараётган  $j$ -нчи турли маҳсулот миқдорини  $x_j$  билан белгилаймиз. Ҳар бир  $x$ -нчи турли маҳсулотни ишлаб чиқариш учун зарур бўлган  $i$ -нчи турли ресурс миқдорини, ҳаражат нормаси  $C_{ij}$  ни ва ҳар бир  $i$ -нчи ресурс миқдорини (жадвалга қаранг) билган ҳолда куйидаги тенгсизликлар системасини ёзиш мумкин:

$$3x_1 + 5x_2 + 2x_3 + 7x_4 \leq 15$$

$$4x_1 + 3x_2 + 3x_3 + 5x_4 \leq 9$$

$$5x_1 + 6x_2 + 4x_3 + 8x_4 \leq 30$$

$$F_{\max} 40x_1 + 50x_2 + 30x_3 + 20x_4$$

Ҳосил қилинган системани тенгламалар системаси кўринишида ифодалаш мумкин, бунинг учун ҳар бир тенгсизликка, уни ишлаб чиқариш учун ҳар бир қолган ресурс туридан фойдаланиладиган, фиктив маҳсулотлар (қўшимча ўзгарувчилар)  $x_5, x_6, x_7$  ларни киритамиз.

Бунда тенгламалар системаси куйидаги кўринишни олади:

$$3x_1 + 5x_2 + 2x_3 + 7x_4 + x_5 \leq 15$$

$$4x_1 + 3x_2 + 3x_3 + 5x_4 + x_6 \leq 9$$

$$5x_1 + 6x_2 + 4x_3 + 8x_4 + x_7 \leq 30$$

Бу ўзгартиришлар ҳисоблаш жараёнини соддалаштириш мақсадида керак. Фиктив маҳсулотлар томонидан олинадиган фойдалар нолга тенг деб олинади.

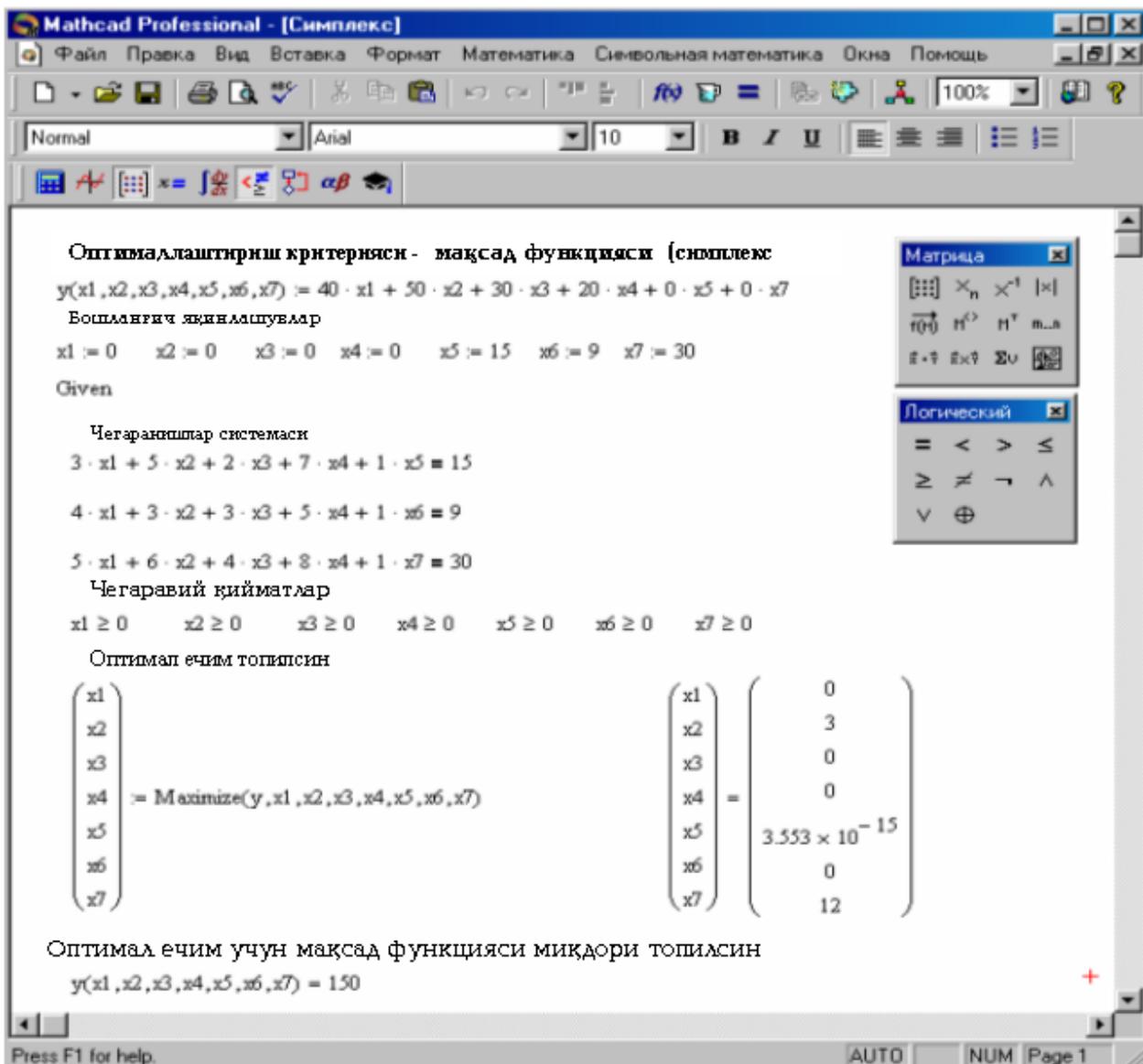
*Математик моделни тузиш.* У ҳолда оптималлаштириш критериясини куйидагича ифодалаш мумкин:

$$Y_{\max} c_1x_1 + \dots + c_jx_j + \dots + c_7x_7 \leq \sum_{j=1}^7 c_jx_j$$

Чегаравий шартлар куйидагича ёзилади:

$$x_j \geq 0 \quad (j \in 1, 2, \dots, 7)$$

Чегаравий шартлар, мақсад функцияси ва чегаранишлар системаси йиқиндиси бизни ечаётган масаламиз математик моделини ҳосил қилади.



9.1 расм.

*Чизиқли тенгсизликни симплекс усули билан ечиш*

Олдин ишчи варо\ига тушунтириш матнини киритамиз. Бунинг учун курсорни (қизил крестикли визирни) матн киритиладиган жойга келтирамиз. Курсор жойлашган жойда иккиталик қовус тугмасини (матинни буйру\ига киритамиз) босамиз. Матн соҳаси киритилаётган матиннинг узунлигига қараб автоматик ҳолда катталашиб боради. Ушбу ҳаракатни тугатгандан сўнг (матнни киритиб бўлгач) курсорни матн соҳаси рамкаси ташқарисига ўтказамиз.

Сўнгра оптималлаштириш критериясини киритамиз- мақсад функциясини киритамиз – мақсад функциясини. Бунинг учун курсорни математик ифодани киритиш жойига келтирамиз, шундан сўнг, мос тугмаларни ишлатиб, биринчи навбатда – оптималлаштириш критерияси номини аргументлари билан қовуслар ичида ажратилган ҳолда, киритишни бошлаймиз. Сўнгра ўзлаштириш белгисини :к (икки нукта ва «тенглик» белгиси) киритиш учун Shift + : комбинациясини босамиз. Ўнг метка ўрнига оптималлаштириш критерияси ифодани жойлаштирамиз. Мос ҳолда бошланғич яқинлашувлар киритилади.

Масалани ечиш учун **Given ... Maximize** функциялар блокини ишлатамиз. Бунинг учун қуйидагиларни бажариш лозим:

- изохни, агар керак бўлса, киритинг, бу иккиталик қовус тугмасини босиш орқали бошланади;
- **Given** калит сўзини киритинг;
- чегаранишлар системасини тўқ тенглик белгисини **Ctrl + қ** тугмалар комбинациясини босиш, ишлатиш орқали киритинг;
- чегаравий миқдорларни киритинг (9.1 расм);
- **Insert Matrix** (Вставить матрицу) диалог дарчаси ва **Ctrl + M** комбинациясини ишлатган ҳолда қидирилатган параметрлар вектор-устунини киритинг (9.1 расм). Диалог дарчаси қаторлар сони (устун вектори элементлари)- 7 га, устунлар (Columns) сони эса -1 га тенг бўлиши керак;
- **Shift + :** комбинациясини босган ҳолда, ўзгартириш белгисини киритинг;
- **Insert Function** (Вставить функцию) диалог дарчаси ва **Ctrl+E** тугмалар комбинациясини ишлатган ҳолда, қидирилатган параметрлари билан **Minimize** фуункциясини киритинг;
- қидирилатган параметрлар вектор устуни ва тенглик белгисини киритинг.

9.1 расмда MathCAD ёрдамида турли таркибли ресурсларни тақсимлашни оптималлаштириш жараени кўрсатилган.

Турли таркибли ресурсларни тақсимлаш ( $X_1, X_2, X_3, \dots$ ) да векторда жамланган. Олинган ечимдан кўриниб турибдики  $X_1 \neq 0, X_2 \neq 3, X_4 \neq 0, X_5 \leq 3.553 \times 10^{-15}, X_6 \neq 0, X_7 \neq 12$ . Бу шуни кўрсатадики, ташкилот  $X_3$  ва  $X_4$  маҳсулотларни ишлаб чиқариш керак эмас. Унга фақат иккинчи маҳсулотни 3 миқдор бирлигида ишлаб чиқариш лозим.  $X_2$  ўзгарувчи сони ишлаб чиқаришга режалаштираётган маҳсулотларни билдиради. Ресурсларни оптимал тақсимлаш  $Y$  максимал фойда олиш имконини беради, унинг қиймати 150 бирликни ташкил қилади.

### √ Топшириқ

- |   |  |
|---|--|
| 1. $4x_1 + 3x_2 + 5x_3 - 10x_4 \leq 7$<br>$2x_1 - 5x_2 + 2x_3 + 15x_4 \leq 12$<br>$-5x_1 + 6x_2 - 3x_3 + 4x_4 \leq 32$        | 2. $-2x_1 + 2x_2 - 6x_3 - 9x_4 \geq 1$<br>$4x_1 - 6x_2 - 4x_3 + 9x_4 \geq 23$<br>$9x_1 - 8x_2 + 2x_3 + 6x_4 \geq 8$          |
| Fmax қ $20x_1 + 10x_2 - 40x_3 + 15x_4$  | Fmin қ $15x_1 - 13x_2 + 54x_3 + 11x_4$   |
| 3. $12x_1 - 5x_2 + 9x_3 + 13x_4 \leq 7$<br>$2x_1 - 5x_2 + 2x_3 + 15x_4 \leq 12$<br>$-5x_1 + 6x_2 - 3x_3 + 4x_4 \leq 32$       | 4. $18x_1 + 5x_2 - 16x_3 - 19x_4 \geq 13$<br>$-8x_1 + 16x_2 - 2x_3 + 8x_4 \geq 2$<br>$4x_1 + 7x_2 + 12x_3 + 26x_4 \geq 30$   |
| Fmax қ $25x_1 - 11x_2 - 20x_3 + 19x_4$  | Fmin қ $14x_1 + 9x_2 - 9x_3 + 12x_4$   |
| 5. $11x_1 + 13x_2 - 9x_3 - 11x_4 \leq 18$<br>$-4x_1 + 14x_2 - 8x_3 + 12x_4 \leq 7$<br>$16x_1 - 13x_2 - 6x_3 + 9x_4 \leq 17$   | 6. $3x_1 + 11x_2 + 7x_3 + 17x_4 \geq 14$<br>$3x_1 - 16x_2 - 5x_3 + 15x_4 \geq 4$<br>$-7x_1 - 12x_2 + 7x_3 - 8x_4 \geq 1$     |
| Fmax қ $22x_1 - 14x_2 + 36x_3 - 13x_4$  | Fmin қ $15x_1 - 13x_2 + 54x_3 + 11x_4$   |
| 7. $11x_1 - 3x_2 - 11x_3 + 13x_4 \leq 10$<br>$-3x_1 + 12x_2 - 5x_3 - 13x_4 \leq 9$<br>$-11x_1 - 2x_2 - 13x_3 + 6x_4 \leq 16$  | 8. $-7x_1 + 6x_2 - 11x_3 + 10x_4 \geq 18$<br>$6x_1 - 6x_2 - 10x_3 + 8x_4 \geq 10$<br>$7x_1 + 10x_2 - 12x_3 + 14x_4 \geq 9$   |
| Fmax қ $3x_1 - 8x_2 - 19x_3 + 15x_4$  | Fmin қ $7x_1 + 9x_2 - 19x_3 + 19x_4$   |
| 9. $25x_1 + 14x_2 - 5x_3 - 10x_4 \leq 7$<br>$-5x_1 - 7x_2 + 6x_3 + 11x_4 \leq 17$<br>$-8x_1 + 9x_2 - 14x_3 + 3x_4 \leq 8$     | 10. $-12x_1 - 8x_2 - 18x_3 - x_4 \geq 2$<br>$16x_1 - 12x_2 + 7x_3 + 13x_4 \geq 14$<br>$11x_1 - 9x_2 + 12x_3 - 19x_4 \geq 10$ |
| Fmax қ $x_1 + 9x_2 + 12x_3 - 6x_4$  | Fmin қ $5x_1 + 18x_2 - 8x_3 + 12x_4$   |
| 11. $17x_1 - 13x_2 + 4x_3 - 16x_4 \leq 33$<br>$22x_1 - 15x_2 + 8x_3 + 13x_4 \leq 26$<br>$12x_1 + 3x_2 - 8x_3 + 12x_4 \leq 28$ | 12. $15x_1 + 7x_2 - 16x_3 + 11x_4 \geq 12$<br>$-4x_1 - x_2 - 11x_3 + 19x_4 \geq 32$<br>$x_1 - 8x_2 + 12x_3 - 8x_4 \geq 19$   |
| Fmax қ $34x_1 + 17x_2 - 14x_3 + 19x_4$  | Fmin қ $25x_1 - 22x_2 + 45x_3 - 13x_4$   |
| 13. $8x_1 + 3x_2 - 5x_3 - 13x_4 \leq 17$<br>$-19x_1 - 7x_2 + x_3 + 11x_4 \leq 18$<br>$4x_1 + 10x_2 - 13x_3 + 24x_4 \leq 17$   | 14. $-2x_1 + 2x_2 - 6x_3 - 9x_4 \geq 19$<br>$4x_1 - 6x_2 - 4x_3 + 9x_4 \geq 34$<br>$9x_1 - 8x_2 + 2x_3 + 6x_4 \geq 5$        |
| Fmax қ $21x_1 - 14x_2 - 20x_3 + 14x_4$  | Fmin қ $9x_1 - 18x_2 + x_3 + 25x_4$  |

### Назорат саволлари:

1. Чизикли дастурлаш усуллари нима мақсадда ишлатилади?
2. Масаланинг қўйилишига мисоллар келтиринг?
3. Масаланинг математик модели деганда нима кўз остига олинади?
4. Масалани ечилишида ишлатиладиган функцияларни санаб ўтинг.
5. Масала ечими кетма-кетлигини тушунтиринг.

## X лаборатория иши Транспорт масаласини ечиш

**Ишнинг мақсади:** MathCAD мухитида транспорт масаласини ечиш усулини ўрганиш

### Лаборатория ишини бажариш услуби:

36. Транспорт масаласини ечиш услубиёти билан танишиш
37. Масалани киритишнинг асосий буйруқлари билан танишиш
38. Ўз вариантнингизга мос номерли топшириқни танланг ва уни куйида берилган услуб асосида бажаринг
39. +уйидаги таркибда ҳисобот тайёрлансин:
  - лаборатория иши конспекти;
  - бажарилган топшириқ, натижаси билан.
40. Назорат саволларга жавоб беринг.

## Назарий тушунтиришлар

### Масала ечимига мисол

+уйидаги мисол ёрдамида транспорт масаласи ечими жараёнини кўрамиз:

$B_j$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$a_i$
$A_i$				
$A_1$	70	38	24	14
$A_2$	58	18	56	20
$A_3$	19	10	100	26
$b_j$	30	22	8	

Ишчи вароёига тушунтириш матнини киритинг. Бунинг учун бошланишида маттни киритиш жойига курсорни келтиринг (қизил крестик визирини). Иккиталик қовус (маттни киритиш учун буйруқ) тугмасини босинг. Иккала вазиятда ҳам, жойини ва киритишни бошлашни кўрсатувчи, шаблон пайдо бўлади, шундан сўнггина анна шу операцияни бажаришга киришиш мумкин.

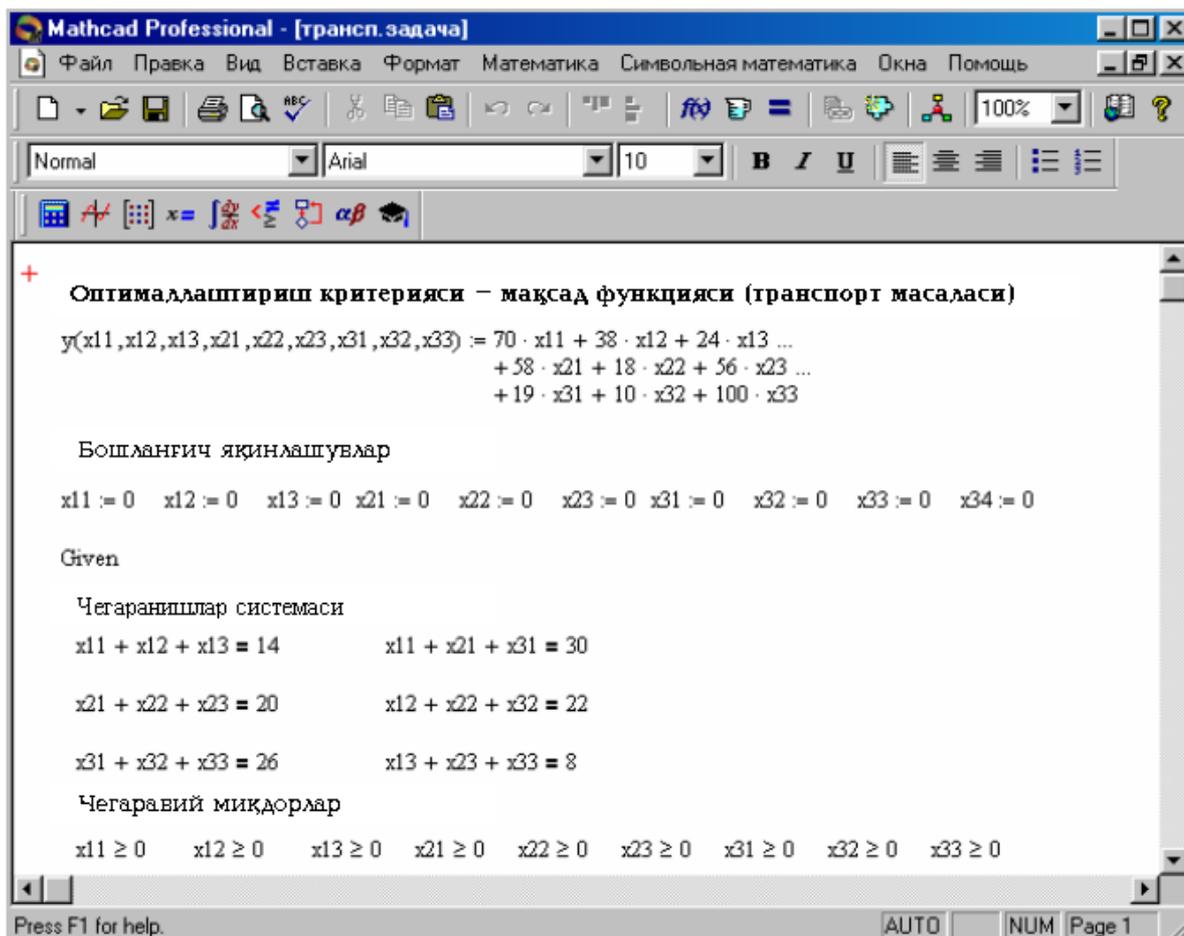
Сўнгра оптималтириш критериясини киритамиз-мақсад функциясини. Бунинг учун курсорни (қизил крестикли визирни) математик ифодани киритиш жойига келтирамиз. Сўнгра, мос тугмаларни ишлатиб, биринчи навбатда-оптималлаштириш критерияси номини аргументлари билан қовуслар ичида вергуллар билан ажратган ҳолда, киритишни бошлаймиз:

$$Y(X_{11}, X_{12}, X_{13}, X_{21}, X_{22}, X_{23}, X_{31}, X_{32}, X_{33}).$$

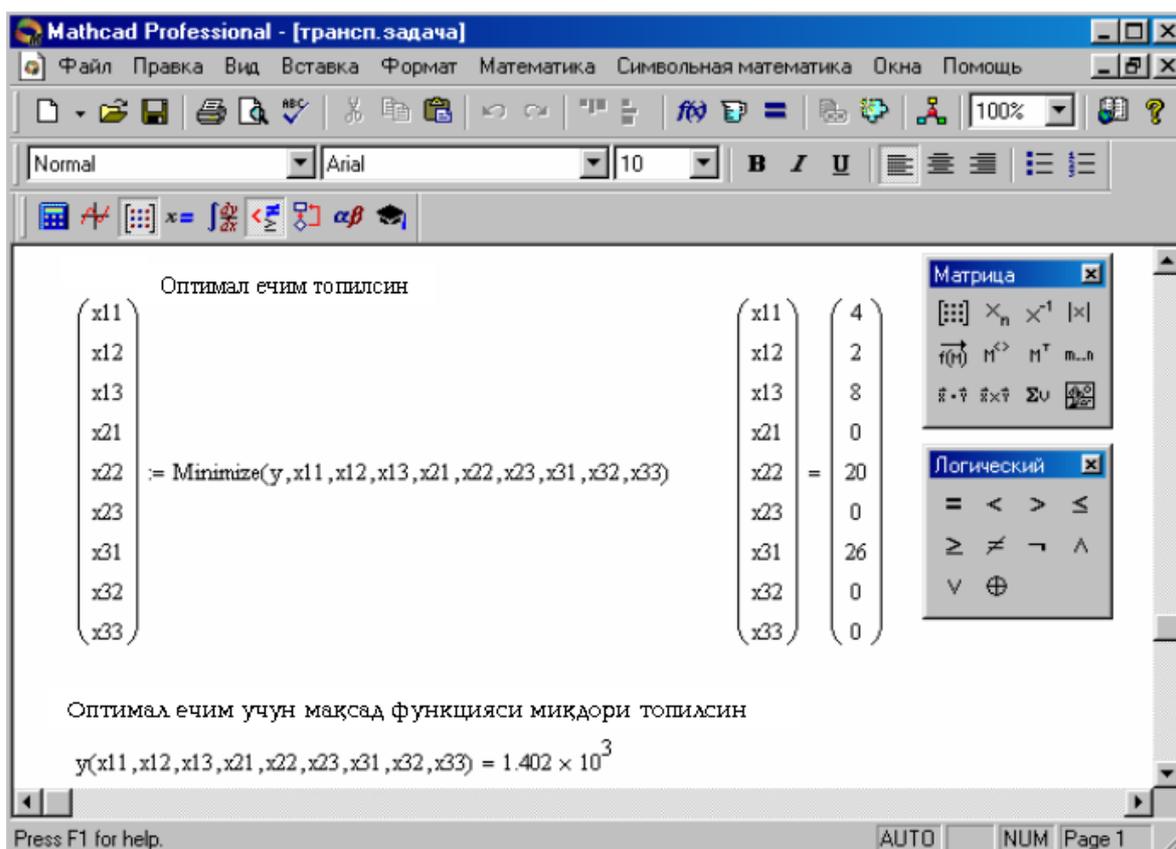
Сўнгра ўзлаштириш белгисини :қ (икки нуқта ва «тенглик» белгиси) киритиш учун **Shift+:** (икки нуқта) комбинациясини босамиз. Ўнг метка ўрнига оптималлаштириш критерияси ифодасини жойлаштирамиз. Мос ҳолда бошлан/ич яқунлашувлар киритилади.

Масалани ечиш учун **Given...Maximize** функциялар блокини ишлатамиз. Бунинг учун куйидагиларни бажариш лозим:

- изохни, агар керак бўлса, киритинг, бу иккиталик қовус тугмасини босиш орқали бошланади;
- **Given** калит сўзини киритинг;
- чегаранишлар системасини тўқ тенглик белгисини, **Ctrl+қ** тугмалар комбинациясини босиш, ишлатиш орқали киритинг;
- чегаравий миқдорларни киритинг (10.1 расм);
- **Insert Matrix** (Вставить матрицу) диалог дарчаси ва **Ctrl+М** комбинациясини ишлатган ҳолда қидирилаётган параметрлар вектор-устунини киритинг. Пайдо бўлган **Вставка матрицу** диалог дарчасидаги қаторлар майдонида қаторлар сони (устун-вектор элементлари) 9 дан, устунлар майдонида эса 1 дан ошмаслиги керак.



10.1 расм. Бир таркибли ресурсларни оптимал тақсимлаш



10.2 расм. Бир таркибли ресурсларни оптимал тақсимлашни давоми

- **Shift+:** (икки нукта) тугмалар комбинациясини босган ҳолда, ўзлаштириш белгисини киритинг;
- **Insert Function** (Вставить функцию) диалог дарчасини ва **Ctrl+E** тугмалар комбинациясини ишлатган ҳолда, қидирилаётган параметрлари билан **Minimize** функциясини киритинг;

- кидирилатган параметрлар вектор-устунини ва “тенглик” белгисини киритинг.

10.1 расмда MathCAD ёрдамида бир таркибли ресурсларни оптимал тақсимлаш жараёнини бошланиши келтирилган. Бу система ёрдамида аниқ транспорт масаласининг математик ҳолда берилишидир. Бунда оптималтириш критерияси, бошлан\ич яқинлашувлар ва чегаравий шартлар берилган. Биринчи икки бандларни берилишида ўзлаштириш белгиси :κ (икки нукта ва тенг) ишлатилган. У, агар у олдиндан ишчи вара\ига чиқарилган бўлса, **Калькулятор** (Evaluation) панелининг биринчи қаторидаги иккинчи тугмани сичқончани чертиш орқали киритилади. Ўзлаштириш белгисини Shift+:(икки нукта) тугмалар комбинациясини биргаликда босиш орқали ҳам киритиш мумкин.

MathCADда чегаранишлар системасини берилишига ҳам диққат беришимизга тўри келади. Уни ёзилишида, **Логический** асбоблар панелидаги биринчи устуннинг иккинчи тугмасини чертиш орқали чакириладиган, тўқ “тенглик” белгиси ишлатилади.

10.2 расмда MathCAD ёрдамида бир таркибли ресурсларни тақсимлашни оптималлаштириш жараёни кўрсатилган. Тўқ “тенглик” белгисини, уни булевали тенглик деб ҳам номланади, Ctrl+κ(тенг) тугмалар комбинациясини босиш орқали ҳам чиқариш мумкин.

Бир таркибли ресурсларни оптимал тақсимлаш (X11 X12 X13...) векторида қайд этилади. Олинган натижадан кўришиб турибдики, X11κ 4, X12κ2, X13κ 8, X21κ0, X22κ20, X23κ0, X31κ26, X32κ0, X33κ0. Бу шуни кўрсатадики, 1-рақамли манба биринчи даврда 4 бирлик, иккинчи ва учинчи даврларда 8 бирликка молиялаштирилиши керак.

2-манба: 1-чи даврда 0 бирлик, иккинчида 20 ва учинчида 0 бирлик, 3-чи манба: биринчи даврда 26 бирлик, иккинчи ва учинчиларда молиялаштирилмайди. X ўзгарувчининг биринчи сони манбани, иккинчиси эса-молиялаштириш даврини аниқлайди. Манбалардаги пул мабла\ларини бундай тақсимланиши минимал умумий сарфини 4 таъминлайди, у  $1.402 \cdot 10^3$  бирликни ташкил этади.

Кўрилатган масалаларда жўнатувчилар ресурслари ҳажми истёъмолчилар ресурслари ҳажмига тенг. Аммо, айрим ҳолатларда бу тенглик бажарилмаслиги мумкин.

Агар барча жўнатувчилар ресурслари ҳажми барча истёъмолчилар ресурслари ҳажмидан ката бўлса, фиктив истёъмолчи  $b_{n+1}$  киритилади, унинг истёъмол ҳажми қуйидагига тенг бўлади.

$$b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$$

Бирлик ресурсни жўнатиш пунктдан истёъмол фиктив пунктига жўнатиш ҳаражати, албатта бир-бирига тенг бўлиши керак, ва уларни 0 га тенг қилиб олинади:

$$C_{1,n+1} = C_{2,n+1} = \dots = C_{m,n+1} = 0.$$

Агар истёъмолчилар ресурсларни ҳажми жўнатувчилар ресурсларни ҳажмидан катта бўлса, у ҳолда фиктив жўнатувчи  $a_{m+1}$  киритилади, унинг жўнатиш ҳажми қуйидагига тенг бўлади:

$$a_{m+1} = \sum_{j=1}^n b_j - \sum_{i=1}^m a_j$$

Бирлик ресурсни фиктив жўнатиш пунктдан ҳар бир истёъмолчи пунктига жўнатиш ҳаражати, албатта бир-бирига тенг бўлиши керак, ва уларни 0 га тенг қилиб олинади:

$$C_{m+1,1} = C_{m+1,2} = \dots = C_{m+1,n} = 0.$$

кайта ҳосил қилинган жадвалларда ҳисоблаш балансланган транспорт масаласи каби бажарилади.

Зарурат бўлганда, мақсад функциясини максималлаштиришни аниқлаш учун Maximize функцияси **Вставка функции** жадвалидан танланади.

### √ Топшириқ

1.

	70	40	50
90	9	6	7
20	8	8	4
50	10	7	4

Fmin

3.

	4	12	8
2	5	8	4
14	4	5	3
8	4	2	5

2.

	30	20	40
20	3	5	2
20	4	4	1
50	4	5	6

Fmax

4.

	80	50	50
50	1	3	6
30	2	8	7
100	5	4	3

Fmin

5.

	6	18	12
3	10	16	8
12	8	4	10
21	8	10	6

Fmin

7.

	17	33	50
50	6	1	4
20	2	2	3
30	5	4	6

Fmin

9.

	8	24	16
10	10	16	8
16	8	4	10
22	8	10	6

Fmin

11.

	4	12	8
2	15	24	12
14	12	15	9
8	12	6	15

Fmin

13.

	8	24	18
4	15	24	12
16	12	6	15
28	11	15	9

Fmin

15.

	15	30	35
20	10	18	4
40	9	5	8
20	6	4	10

Fmin

Fmax

6.

	15	17	18
10	3	1	1
30	2	4	5
10	1	4	3

Fmax

8.

	20	60	40
10	5	8	4
40	4	2	5
70	6	5	3

Fmax

10.

	30	60	30
40	4	8	11
60	6	6	7
20	3	10	15

Fmax

12.

	7	13	10
10	2	3	5
10	6	6	4
10	9	10	6

Fmax

14.

	70	60	60
70	3	2	3
20	1	4	3
100	10	5	4

Fmax

16.

	16	8	12
3	14	25	12
21	12	15	9
12	13	6	18

Fmax

---

### Назорат саволлари:

---

6. Транспорт масаласи модели нима мақсада ишлатилади.
7. Масалалар қўйилишига мисоллар келтиринг.
8. Фиктив жўнатувчи ва фиктив истеъмолчи орқасида нима тушунилади?
9. Масалани ечилишида ишлатиладиган функцияларни санаб ўтинг.
10. Масала ечими кетма-кетлигини тушунтириб беринг