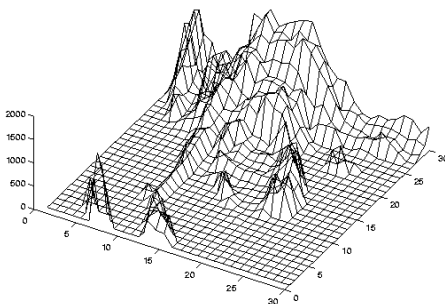


**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

*Кафедра: "Будівельних, дорожніх машин і будівництва"*



**“Розрахунок задач з використанням ЕОМ”**

**Методичні вказівки**

**до практичних занять з дисципліни**

**"ММ і САПР" для студентів спеціальності**

**192 "Будівництво та цивільна інженерія" та**

**133 "Галузеве машинобудування"**

**ЦНТУ 2020**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

*Кафедра: "Будівельних, дорожніх машин і будівництва"*

**“Розрахунок задач з використанням ЕОМ”**

**Методичні вказівки**

до практичних занять з дисципліни  
"ММ і САПР" для студентів спеціальності  
192 "Будівництво та цивільна інженерія" та  
133 "Галузеве машинобудування"

Ухвалено на засіданні кафедри:  
«Будівельних, дорожніх машин і будівництва»  
від 23.03.2020 р..

ЦНТУ 2020

Розрахунок задач з використанням ЕОМ. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни "ММ і САПР" для студентів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" та 133 "Галузеве машинобудування" всіх форм навчання / Укл.: Яцун В.В. канд.техн.наук, – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 35с.

Рецензент: Директор ВАТ Інститут „Міськбудропроект"

член-кореспондент Академії Будівництва України

Костенко Н.М.

Укладач: Яцун В.В. канд.техн.наук.

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни "ММ і САПР" для студентів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" та 133 "Галузеве машинобудування" усіх форм навчання, складені викладачем кафедри будівельних, дорожніх машин і будівництва: Яцун В.В. канд.техн.наук і включають в себе рекомендації по розрахунку типових математичних задач з використанням ЕОМ і дають можливість студенту самостійно вивчити можливості програмного комплексу MathCAD та 3D-моделювання в системі КОМПАС-3D.

© Розрахунок задач з використанням ЕОМ

/Укладач: Яцун В.В. 2020.

© РВЛ ЦНТУ, тиражування, 2020 р.

## ЗМІСТ

<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1 .....</b>	<b>- 4 -</b>
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2 .....</b>	<b>- 11 -</b>
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3 .....</b>	<b>- 14 -</b>
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4 .....</b>	<b>- 17 -</b>
<b>ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5-6.....</b>	<b>- 21 -</b>
<b>КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ .....</b>	<b>- 21 -</b>
<b>ЛІТЕРАТУРА.....</b>	<b>- 27 -</b>
ДОДАТОК А .....	- 29 -
ДОДАТОК Б.....	- 32 -
ДОДАТОК В.....	- 34 -

## Практична робота № 1

**Тема роботи:** ознайомлення з пакетом програм MathCAD.

**Мета роботи:** ознайомитись з пакетом програм MathCAD і вивчити його можливості.

Запустити MathCAD за допомогою **Пуск** → **Програми** → **Mathsoft Apps** → **MathCAD 2001 Professional**. Після запуску програми ви побачите чистий аркуш, де курсор представлений у вигляді червоного хрестика.

### МЕНЮ MathCAD

Більшість обчислень в MathCAD може виконуватися трьома способами:

- вибором операцій у меню;
- за допомогою кнопок панелей інструментів;
- звертанням до відповідних до функцій.

Майже всі операції, закріплені за пунктами меню, дублюються відповідними кнопками панелей інструментів. Для звертання до вбудованої функції можна вставити функцію в робочий документ, вибравши потрібне ім'я зі списку функцій, можна ввести ім'я функції із клавіатури або, для найбільш часто використовуваних функцій, вставити ім'я функції натисканням по кнопці в панелі інструментів.

У такий спосіб у всіх трьох випадках дотримується той самий порядок дій:

1. вибір операції проводиться клацанням миші по пункту меню або по кнопці в панелі інструментів, після чого, якщо потрібно, користувач одержує доступ до спадаючого меню або до додаткової панелі;
2. коли операція обрана, користувач вводить необхідну інформацію у вікні діалогу або заповнює позначені поля в поле введення, яке відкривається безпосередньо в робочому документі.

Меню MathCAD містить у собі наступні пункти:

- File;
- Edit;
- View;
- Insert;
- Format;
- Math;
- Symbolics;
- Window.

Кожний із цих пунктів є самостійним меню, яке складається з декількох підпунктів.

#### Меню **File**(Файл).

Містить у собі наступні пункти:

- **New** – створення нового документа;
- **Open** – відкриття документа;
- **Close** – закриття документа;
- **Save** – збереження документа;
- **Save As** – збереження документа під певним іменем.

Ці пункти меню призначені для роботи з документами й виконуються стандартним для Windows способом.

• **Send** – пересилання вмісту робочого документа по електронній пошті. Для використання цієї команди необхідно спочатку підключитися до поштового сервера.

- **Page Setup**(параметри сторінки) – підготовка документа до роботи.
- **Print Preview** – попередній перегляд документа перед друком.
- **Print** – друк документа.

• Слідом у меню File розташований список імен останніх 4-х документів MathCAD.Клацанням по рядкові з іменем можна викликати на екран кожний із цих документів.

- **Exit** – завершення сеансу роботи з MathCAD.

#### Меню **Edit**(редагування).

- **Undo** – скасування останньої операції;
- **Redo** – скасування останньої операції Undo;
- **Cut** – вирізання фрагмента;
- **Copy** – копіювання фрагмента;
- **Paste** – вставка фрагмента;
- **Paste Special** – спеціальна вставка;
- **Delete** – видалення;
- **Select All** – виділення всього документа;
- **Find** – пошук;
- **Replace** – заміна;
- **Go to Page** – перехід до сторінки;
- **Check Spelling** – перевірка орфографії;
- **Links** – зв'язування;
- **Об'єкт** – створення об'єкта для Mathconnex і OLE.

#### Меню **View**(перегляд).

Тут знаходяться операції налаштування вікна MathCAD.

Якщо один з рядків меню:

- **Tool Bar**(панель інструментів);
- **Status Bar**(рядок стану);
- **Ruler**(лінійка);

позначена символом **V**,то на екрані розміщується відповідна панель.

- Пункт **Tool Bar** відкриває доступ до панелі інструментів:
  - **Standard** – стандартна;
  - **Formatting** – форматування;
  - **Math** – математична.

А також до спеціалізованих панелей математичних інструментів:

- **Calculator** – калькулятор;
- **Graph** – графіки;
- **Matrix** – матриці;
- **Evaluation** – обчислення;
- **Calculus** – математичний аналіз;
- **Boolean** – логічні функції;
- **Programming** – програмування;
- **Greek** – грецькі букви;
- **Symbolic** – символічні обчислення;
- **Modifier** – перетворення типу.
- **Regions** – області;
- **Zoom** – мікроскоп;
- **Refresh** – перемальовування;
- **Animate** – побудова анімаційного зображення;
- **Playback** - відтворення анімаційного зображення;
- **Preferences** – настроювання режиму запуску MathCAD, клавіатури й зв'язку з Internet.

Меню **Insert** (вставка):

- **Graph** - побудова графіків:
  - **X-Y Plot** – графік функції однієї змінної в декартових координатах;
  - **Polar Plot** – графік функції однієї змінної в полярних координатах;
  - **3D Plot Wizard** – відкриття діалогу настроювання параметрів тривимірних зображень;
  - **Surface Plot** – графік функції двох змінних в декартових координатах - поверхня;
  - **Contour Plot** – контурні лінії(лінії функції двох змінних) у декартових координатах;
  - **3D Scatter Plot** – зображення точок у тривимірному просторі, заданих декартовими координатами;
  - **3D Bar Plot**– зображення точок у тривимірному просторі, заданих декартовими координатами;
  - **Vector Field Plot** – векторне поле.

Порядок дій при побудові всіх графіків однаковий.

Після клацання мишею по рядковій панелі меню в робочому документі відкривається поле побудови графіка з позначеними для уведення позиціями, які потрібно заповнити для визначення графіка. Коли графік визначений

(заповнені всі позначені позиції), то для побудови графіка потрібно клацнути по рядкові **Calculate** (обчислити) у меню **Math**, натиснути на клавіатурі клавішу **F9** або клацнути в панелі **Tool Bar** по кнопці = . При автоматичному режимі обчислень графік буде побудований після клацання мишею поза полем графіка.

- **Matrix** - уведення в робочий документ матриці;
- **Function** - відкриття вікна діалогу списку вбудованих функцій MathCAD. Для того, щоб вставити функцію в робочий документ, потрібно вибрати у вікні за допомогою стрілок прокручування потрібну функцію зі списку функцій, клацнути по кнопці Insert і ввести у позначених позиціях аргументи;
- **Unit** - відкриття вікна списку визначених в MathCAD одиниць виміру.
- У вікні **System** слід ввести використовувану систему одиниць (SI,CGS,US або MKS).У вікні Dimension - вибрати стрілками прокручування відповідну розмірність, а у вікні Unit – потрібну одиницю виміру. Після клацання по кнопці Insert відповідне найменування буде вставлено в робочий документ, а вікно вибору одиниці залишиться відкритим; після клацання по кнопці OK буде вставлене найменування одиниці виміру й вікно закриється;
- **Picture** - операція вставки малюнка;
- **Area** - вставка в робочий документ " області, що закривається, ";
- **Text Region** - визначення поля текстових коментарів;
- **Math Region** - вставка поля введення математичних символів;
- **Page Break** - вставка ознаки кінця сторінки в робочий документ (розрив сторінки);
- **Hyperlink** - набір операцій для введення гіпертекстових посилань;
- **Reference** - створення перехресних посилань для інших документів MathCAD;
- **Component** - впровадження компонентів з інших додатків;
- **Object** - впровадження об'єктів з інших додатків.

Меню Format(формат).

Усі операції цього меню призначені для визначення стилю й форми відображення в робочому документі виражень, даних, результатів обчислень і графіків і ін.

Нижче розглянуті тільки деякі пункти цього меню:

- **Result** - операції визначення форматів відображення результатів обчислень. Клацання відкриває діалогове вікно введення параметрів. У вікні 4 закладки:
  - о **Number Format** - відкриття вікна визначення формату вистави числових результатів:
  - о **General** - спосіб відображення міняється залежно від величини результату;
  - о **Decimal** - число з десятковою точкою;
  - о **Scientific** - число з порядком і знаком у цілій частині;

о **Engineering** - число з порядком і зазначеним числом знаків у цілій частині.

У цьому ж вікні визначається кількість знаків дробової частини й число позицій для відображення порядку.

о **Display Options** - параметри зображення:

о **Matrix Display Style** - стиль відображення матриць;

о **Imaginary Value** - позначення для уявної одиниці;

о **Radix** - вибір системи числення.

о **Unit Display** - настроювання режиму відображення одиниць виміру в змінних з розмірністю:

о **Tolerance** (точність) - визначення границі для відображення нуля (дійсного й уявного) - числа, порядок яких менше зазначеного, відображаються у вигляді нуля.

Меню **Math**(математика).

Це меню містить операції керування обчисленнями:

• **Calculate** - обчислення виражень, розташованих вище й лівіше курсору або виконуються побудови визначених раніше графіків;

• **Calculate Worksheet**(перерахувати робочий документ) - виконання всіх обчислень і перемальовування всіх графіків, визначених у робочому документі;

• **Automatic Calculation** (обчислювати автоматично) - Якщо ця рядок позначений символом V, те будь-яке вираження обчислюється негайно після закінчення введення, а графік будується після клацання поза полем графіків;

• **Optimization** - можливість включення режиму оптимізації, тобто режим обчислень із символьним процесором. У цьому режимі спочатку спрощуються всі вираження, поміщені праворуч від знака присвоєння :=, і тільки потім вираження обробляється числовим процесором. А якщо ні, то числовий процесор обробляє вираження у вихідному виді;

• **Options** - відкриття тимчасового вікна настроювання параметрів режиму обчислень із п'ятьма закладками:

о **Built in Variables** - структура змінних:

■ **Array Origin** - установка номера першого елемента масиву;

■ **Convergence Tolerance** - установка погрешності при визначенні меж, у тому числі й в ітераційних послідовностях;

■ **Constraint Tolerance** - установка числа, визначаючого датчик випадкових чисел;

■ **Precision** - установка кількості значущих цифр при записі даних в ASCII;

■ **Column Width** - установка ширини стовпця при записі даних в ASCII;

о **Calculation** - обчислення:

■ **Recalculate Automatically** - автоматичний режим вычислений;

■ Optimize Expression Before Calculate - режим спрощення обчислень перед початком обчислень.

○ **Display** - відображення:

■ Multiplication - вибір символів для відображення множення;

■ Derivative - вибір символів для відображення похідної;

■ Literal Subscript - вибір символів для відображення нижніх індексів;

■ Definition - вибір символів для відображення присвоювання;

■ Global Definition - вибір символів для відображення глобальних змінних;

■ Local Definition - вибір символів для відображення локальних змінних;

■ Equality - вибір символів для відображення знак рівності.

○ **Unit System** - вибір системи одиниць фізичних величин:

■ SI;

■ MKS;

■ CGS;

■ I ін.

○ **Dimensions** - вибір імені міри змінної (маса, довжина, час і т.д.).

Меню **Symbolics** (символьні обчислення).

Це меню містить операції символічної математики:

• **Evaluate** - обчислювати:

○ **Symbolically** - символічне;

○ **Floating Point** - із плаваючою точкою;

○ **Complex** - у вигляді комплексного числа.

• **Simplify** - спрощення виділеного вираження;

• **Expand** - розкриття дужок у виділенім вираженні;

• **Factor** - розкладання на множники виділеного вираження;

• **Collect** - приведення подібних у виділенім вираженні;

• **Polinomial Coefficients** - вивід у робочий документ вектора стовпця коефіцієнтів виділеного багаточлена, записаних в порядку зростання ступенів.

• **Variable** (змінна) - символічні обчислення відносно виділеної змінної:

○ **Solve** - рішення рівнянь

○ **Substitute** - підстановка;

○ **Differentiate** - диференціювання;

○ **Integrate** - інтегрування;

○ **Expand to Series** - розкладання по формулі Тейлора;

○ **Convert to Partial Fraction** - розкладання на найпростіші дроби.

• **Matrix** - символічні обчислення з виділеною матрицею:

○ **Transpose** - транспонування;

- o **Invert** - обчислення зворотної матриці;
- o **Determinant** - обчислення визначника квадратної матриці;
- **Transform** - символічні обчислення інтегральних перетворень:
  - o **Fourier** - Фур'є;
  - o **Inverse Fourier** - зворотне Фур'є;
  - o **Laplace** - Лапласа;
  - o **Inverse Laplace** - зворотне Лапласа;
  - o **Z** - обчислення похідної функції;
  - o **Inverse Z**.

### **Склад звіту:**

1. Тема та мета практичної роботи;
2. План виконання роботи;
3. Висновки.

### **Контрольні питання:**

1. Для чого потрібний програмний продукт MathCAD?
2. Основні можливості MathCAD при проектуванні машин.
3. Які системи одиниць фізичних величин використовуються MathCAD?
4. Які символічні перетворення дозволяє зробити MathCAD?

## Практична робота № 2

Тема роботи: практичне застосування MathCAD.

**Мета роботи:** виконання арифметичних обчислень, побудова графіка функції, і символічних перетворень, обчислення інтегралів і похідних, рішення рівнянь, операції з матрицями.

**Завдання:** згідно з варіантом виконати необхідні обчислення і побудувати графік (ДОДАТОК А).

Встановити курсор у початок сторінки й ввести простий арифметичний вираз: " $12345+(678455\cdot 25)/3.5 - \cos(\pi) =$ " і натиснути Enter. Значок "cos" вставляється в такий спосіб. Встановити курсор на позицію, куди потрібно вставити символ. На панелі інструментів **Math** (рис. 1, а) обрати піктограму **Calculator Toolbar** (рис. 1, б) і у вікні, що з'явилося, клацнути лівою клавiшею миші по потрібному значку.

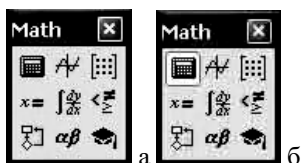


Рисунок 1 – Панель

**Math**

Після знака "=" з'явиться значення даного виразу. Клацнути лівою кнопкою миші на тільки що введеному виразу. Він виділиться чорною рамкою. Навести курсор на цю рамку й, утримуючи натиснутою ліву клавiшу миші, перемістити виразу вниз сторінки.

*Побудувати графік функції*, вибравши функцію, відповідну до номера вашого варіанта. Для цього ввести саму функцію у вигляді  $y(x):="функція"$ , використовуючи ":" (присвоєння значення). Далі побудувати сам графік функції. Для цього використати меню **Insert** → **Graph** → **X-Y Plot** (для двовимірного графіку). З'явиться рамка для виводу графіка. Ввести під горизонтальною віссю  $x$ , а поруч із вертикальною віссю -  $y(x)$ . Клацнути мишею за межею графіка. З'явиться зображення графіка функції. Щоб редагувати графік, клацнути по його області мишею. Змінити зовнішній вигляд графіка. Для цього двічі клацнути курсором по ньому. З'явиться вікно

**Formatting Currently Selected X-Y Plot.** На вкладці **X-Y Axes** встановити вид осей координат, на вкладці **Traces** - вид ліній графіка, на **Labels** - заголовок графіка й місце його розташування, а також підписи під осями координат. Натисніть ОК.

*Робота з векторами і матрицями.* Створити новий документ за допомогою **File** → **New** → **Blank Worksheet**. Зробити додавання двох векторів. Для введення вектора використати меню **Insert** → **Matrix**, встановити **Rows = 3** і **Columns = 1**.

Створити дві матриці 3x3 (створюється аналогічно вектору, але встановити **Columns = 3**) і провести над ними арифметичні операції.

Обчислити *значення похідної* від виразу. Для цього після введення виразу виділити в ньому  $x$  і обрати меню **Symbolics** → **Variable** → **Differentiate**. Під записом вашого виразу з'явиться запис його похідної.

Обчислити *невизначений інтеграл* по  $x$ . Для цього знову виділити  $x$  і обрати **Symbolics** → **Variable** → **Integrate**.

Обчислите *певний інтеграл* (аналогічно попередньому пункту).

Створити новий робочий аркуш MathCAD. Зробити *символьне перетворення інтеграла*. Для цього після введення виразу натиснути **Ctrl** і **крапку** (при англійській розкладці клавіатури), а потім клацнути мишею за межею виразу. MathCAD відобразить спрощену версію первісного виразу.



Рисунок 2 – Кнопка

Знайти *рішення рівняння*. Для цього введіть рівняння, використовуючи для введення символу рівності кнопку "=" із плаваючої панелі, яка включається натисканням кнопки **Boolean Toolbar** (рис.2) на панелі **Math**. Далі виділити в даному рівнянні  $x$ , і використати меню **Symbolics** → **Variable** → **Solve**.

### Boolean Toolbar

Скласти звіт по роботі і оформити його.

Склад звіту:

4. Тема та мета практичної роботи;
5. План виконання роботи;
6. Завдання;
7. Роздрукований аркуш з виконаним завданням, згідно варіанту;
8. Висновки.

**Контрольні питання:**

1. Які види графічних залежностей можна побудувати?
2. Який знак використовується для одержання результату при проведенні чисельних обчислень?
3. Який знак використовується для проведення символічних перетворень?
4. Які операції з векторами і матрицями можна проводити з використанням MathCAD?
5. Як обчислити інтеграл чи визначити похідну?

### Практична робота № 3

**Тема роботи:** рішення системи рівнянь.

**Мета роботи:** навчитися розв'язувати системи рівнянь використовуючи програмний продукт MathCAD.

**Завдання:** згідно з варіантом виконати необхідні обчислення.  
(ДОДАТОК Б)

MathCAD дає можливість вирішувати системи рівнянь. Максимальне число рівнянь і змінних рівно 50. Результатом рішення системи буде чисельне значення шуканого кореня.

Для рішення системи рівнянь необхідно виконати наступне:

- задати початкове наближення для всіх невідомих рівнянь, що входять у систему, MathCAD вирішує систему за допомогою ітераційних методів;

- надрукувати ключове слово **Given**. Воно вказує MathCAD, що далі слідує система рівнянь;

- ввести рівняння й нерівності в будь-якому порядку, використовуючи **[Ctrl]=** для печатки символу "=" чи відповідну піктограм на панелі **Boolean**. Між лівими й правими частинами нерівностей може стояти кожний із символів  $<$ ,  $>$ ,  $\leq$ ,  $\geq$ ;

- ввести будь-який вираз, яке включає функцію **Find**, наприклад:  $a := \text{Find}(x, y); \text{Find}(z_1, z_2, \dots)$

Виконується точне рішення системи рівнянь. Число аргументів повинне бути рівне числу невідомих.

Ключове слово **Given**, рівняння й нерівності, які ідуть за ним, і який-небудь вираз, що містить функцію **Find**, називають *блоком рішення рівнянь*.

Наступні вирази неприпустимі усередині блоку рішення:

- обмеження зі знаком  $\neq$ ;

- дискретний аргумент або вираження, що містять дискретний аргумент у будь-якій формі;

- нерівності виду  $a < b < c$ .

Блоки рішення рівнянь не можуть бути вкладені друг у друга, кожний блок може мати тільки одне ключове слово **Given** і ім'я функції **Find**.

Функція, яка завершує блок рішення рівнянь, може бути використана аналогічно будь-якої іншої функції. Можна зробити з нею наступні три дії:

- можна вивести знайдене рішення, надруквавши вираження виду:

$Find(var1, var2, \dots) =;$

- визначити змінну за допомогою функції  $Find: a := Find(x)$  - скаляр,  $var := Find(var1, var2, \dots)$  - вектор. Це зручно зробити, якщо потрібно використовувати рішення системи рівнянь в іншому місці робочого документа;

- визначити іншу функцію за допомогою  $Find f(a, b, c, \dots) := Find(x, y, z, \dots)$ .

Ця конструкція зручна для багаторазового рішення системи рівнянь для різних значень деяких параметрів  $a, b, c, \dots$  рівнянь, що безпосередньо входять у систему.

Повідомлення про помилку (Рішення не знайдене) при рішенні рівнянь з'являється, коли:

No solution was found. Try changing the guess value or the value of TOL or CTOL.
--

- поставлене завдання може не мати рішення;

- у процесі пошуку рішення послідовність наближень потрапила в точку локального мінімуму нев'язання. Для пошуку шуканого рішення потрібно задати різні початкові наближення;

- можливо, поставлене завдання не може бути вирішена із заданою точністю. Спробуйте збільшити значення TOL.

Приклад ілюструє рішення системи рівнянь в MathCAD (рис.1).

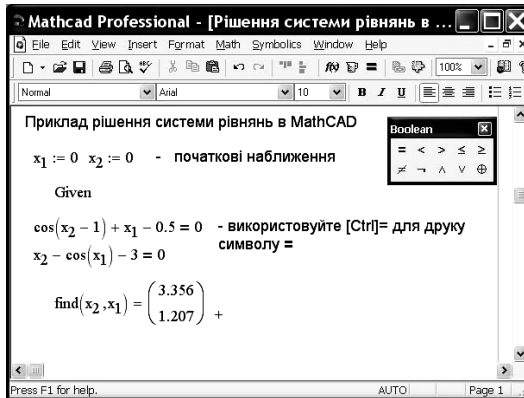


Рисунок 1 – Приклад рішення системи рівнянь в MathCAD

### Склад звіту:

1. Тема та мета практичної роботи;
2. План виконання роботи;
3. Завдання;
4. Роздрукований аркуш з виконаним завданням, згідно варіанту;
5. Висновки.

### Контрольні питання:

1. Назвіть функції для рішення систем рівнянь в MathCAD і особливості їх застосування.
2. Що необхідно виконати для рішення системи рівнянь?
3. Які вирази неприпустимі усередині блоку рішення?
4. Які причини появи повідомлення про помилку?

## Практична робота № 4

**Тема роботи:** ознайомлення з пакетом програм КОМПАС

**Мета роботи:** ознайомитись з пакетом програм КОМПАС і вивчити його можливості.

Запустити КОМПАС за допомогою **Пуск** → **Програми** → **АСКОН** → **КОМПАС-3D LT V11** → **КОМПАС-3D LT V 11**.

### Меню КОМПАС

КОМПАС - має стандартне оформлення WINDOWS. Тому головне вікно, яке відображається на екрані після запуску системи, практично не відрізняється по своєму зовнішньому вигляду від оформлення вікон інших програм .

Самий верхній рядок робочого екрана системи КОМПАС (рис. 1) - це його заголовок. У ньому зазначена назва системи - КОМПАС-3D LT і номер версії.

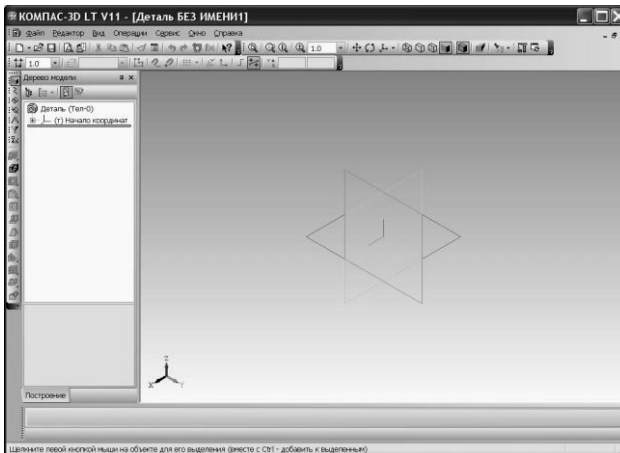


Рисунок 1 – Робочий екран системи КОМПАС.

У лівому верхньому куті екрана перебуває кнопка системного меню. Для того, щоб відобразити це меню на екрані, необхідно клацнути мишею на

кнопці. За допомогою команд системного меню можна змінити розміри робочого екрана, завершити роботу і т.д.

У правому верхньому куті перебувають кнопки, за допомогою яких можна швидко управляти розмірами робочого екрана.

Під заголовком робочого екрана перебуває рядок, у якому відображаються назви сторінок верхнього меню системи. Для розгортання потрібної сторінки меню необхідно клацнути лівою кнопкою миші на її назві.

Основне місце на екрані займає робоче поле. На ньому може відображатися одне вікно відкритого документа або відразу декілька, в залежності від того, яку схему розміщення вибрав користувач.

Важливу роль при роботі із системою відіграють панелі, на яких розташовані кнопки команд.

У рядку 1 зазначено ім'я креслення створеного раніше або "**Деталь БЕЗ ИМЕНИ 1**", якщо створюється нове креслення.

У рядку 2 розташовані падаючі меню.

Рядок 3 - **Панель керування**, на якій розташовані кнопки, що дозволяють звернутися до часто використовуваних при роботі з КОМПАС команд створення, відкриття й збереження файлів документів, виводу принтера і т.д. Склад Панелі керування можна змінити або розширити з допомогою діалогу налаштування системи.

Рядок 4 - Рядок поточного стану, у якій розташовані поля, з допомогою яких можна змінити крок курсору, текучий вид і слой, масштаб відображення і т.д.

Рядок 5 - **Панель перемикання**. На цій панелі розташовані кнопки для перемикання між сторінками Інструментальної панелі.

Рядок 6 - **Інструментальна панель**. На цій панелі розташовані кнопки, що дозволяють викликати команди створення або редагування графічних об'єктів креслення або фрагмента. Панель складається з п'яти сторінок. Для перемикання між ними використовують кнопки Панелі перемикання.

На Інструментальній панелі геометрії розташовані кнопки, що дозволяють звернутися до команд створення графічних примітивів - крапок, прямих, відрізків, окружностей і їх дуг, еліпсів і т.д.

На Інструментальній панелі розмірів і технологічних позначень розташовані кнопки, що дозволяють звернутися до команд проставлення розмірів і технологічних позначень.

На Інструментальній панелі редагування розташовані кнопки, що дозволяють звернутися до команд редагування графічних об'єктів креслення або фрагмента.

На Інструментальній панелі вимірів розташовані кнопки для виклику команд виміру відстаней, довжин, кутів, площ і т.д.

На Інструментальній панелі виділення розташовані кнопки, що дозволяють звернутися до команд виділення графічних об'єктів документа й командам зняття виділення.

У Рядку параметрів об'єктів відображаються значення характерних параметрів елемента при його введенні або редагуванні. Ці параметри доступні для зміни, що дозволяє легко управляти об'єктом.

Рядок 7 - У рядку стану КОМПАС виводить повідомлення. Рядок повідомлень призначена для відображення короткої інформації про поточний дії або про той елемент екрана, до якого підведений курсор.

Якщо поточний розмір зображення документа або декількох документів перевищує розмір робочого поля, на екрані з'являються спеціальні елементи керування - лінійки прокручування.

Вертикальна лінійка прокручування відображається праворуч від робочого поля й служить для переміщення зображення по вертикалі.

Горизонтальна лінійка прокручування відображається знизу від робочого поля і служить для переміщення зображення по горизонталі. Для зрушення зображення можна або натискати стрілки на краях лінійок прокручування, або переміщати повзунок по лінійці. Крім того, за допомогою

колеса або середньої кнопки миші можна ( залежно від типу документа) панорамувати, зрушувати, обертати або перегортати зображення.

**Склад звіту:**

1. Тема та мета лабораторної роботи;
2. План виконання роботи;
3. Висновки.

**Контрольні питання:**

1. Для чого потрібний програмний продукт КОМПАС?
2. Основні можливості КОМПАС при проектуванні машин?
3. Назвати основні складові інструментальної панелі.
4. Яка панель дозволяє створювати геометричні об'єкти?

## Практична робота № 5-6

**Тема роботи:** створення тривимірної деталі.

**Мета роботи:** вивчити всі інструментальні панелі КОМПАС, що використовуються для створення тривимірних деталей та навчитися використовувати їх на практиці.

**Завдання:** по заданому кресленню деталі виконати наочне зображення тривимірної деталі простої технічної форми по зазначеним розмірам, використовуючи графічний редактор КОМПАС (ДОДАТОК В).

Розглянемо створення моделі в КОМПАС на прикладі деталі циліндричної форми (рис. 1).

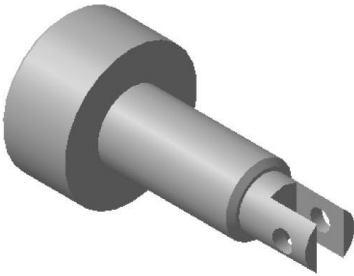


Рисунок 1 – Приклад деталі

Почнемо формування моделі з побудови **ескізу**, який являє собою контур половини вала й вісь обертання (рис. 2) Використовуючи панель геометрії, зображуємо вісь, потім довільну ламану лінію, що повторює конфігурацію вала, без дотримання розмірів.

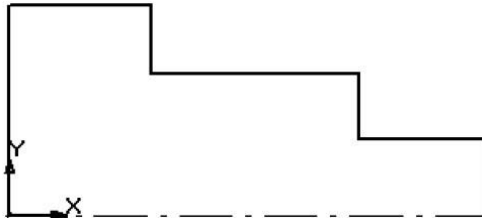



Рисунок 2 – Ескіз деталі

На другому етапі проставляємо параметричні керовані розміри, використовуючи панель розмірів. При цьому можна відключити автоматичне визначення квалітету й граничних відхилень у діалогові вікні «**Параметры новых размеров**», яке перебуває в групі команд **Параметры**. Для проставлення розмірів вводимо лінійний розмір. Указуємо необхідний розмір двома граничними точками або базовим об'єктом, використовуючи кнопку .

після чого з'явиться фантом розміру. Визначимо положення розмірної лінії й натиснемо на ліву клавішу миші. При цьому на екрані відобразиться діалогове вікно «Установить значение размера» (рис. 3), де необхідно вказати числове значення. Зображення буде автоматично перебудовуватися згідно з уведеним значенням.

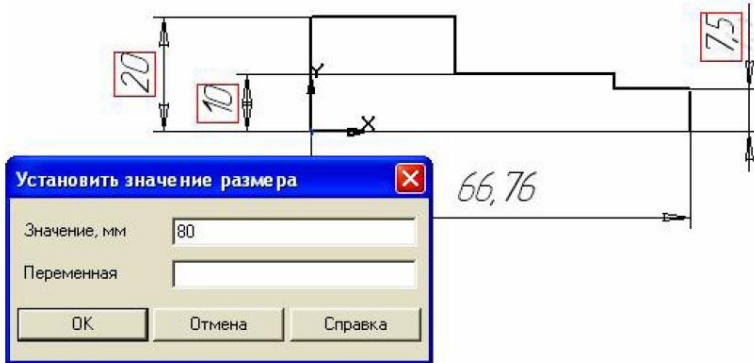


Рисунок 3 – Постановка розмірів ескізу

Таким чином, задаємо всі задані розміри майбутньої моделі й формуємо ескіз (рис. 4).

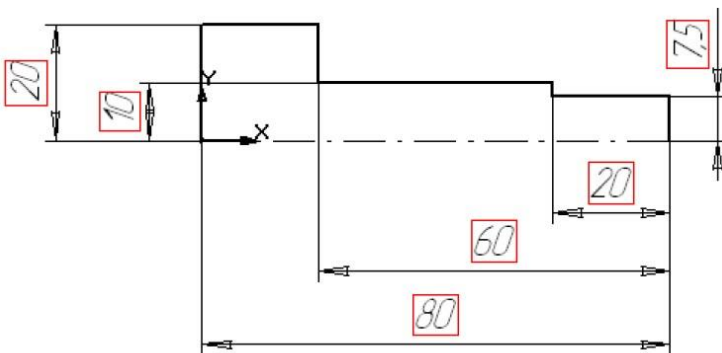





Рисунок 4 - Готовий ескіз деталі

Після призначення всіх розмірів закриваємо ескіз, натискаючи на кнопку .

На третьому етапі вибираємо кнопку «Операция вращения»  на панелі **Редагування деталі** й у рядку параметрів об'єктів (рис. 5). Задаємо всі

необхідні дані й натискаємо кнопку «Создать». Якщо необхідно створити суцільне тіло, то вибираємо **Сфероїд**, потім відкриваємо закладку **тонкої стінки** й вводимо кнопку 

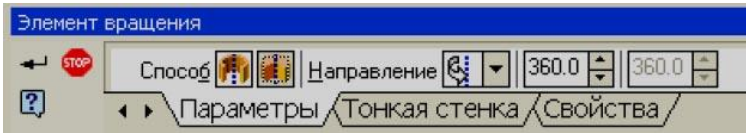




Рисунок 5 – Рядок параметрів

У робочім вікні одержуємо зображення у вигляді каркаса. Установлюємо півтонове відображення й орієнтацію - ізометрія XYZ.

На четвертому етапі за допомогою вирахування виконаємо проріз трьома площинами. Для цього введемо нову площину, дотичну до циліндричної поверхні. Натискаємо кнопку «Вспомогательная геометрия» , а потім кнопку «Касательная плоскость» .

Далі слід указати на моделі грань, до якої буде будуватися додаткова площина, а потім мишею в дереві побудов указати одну з можливих площин проєкцій. У нашому випадку можливі варіанти: **фронтальна** або **горизонтальна**. Вибираємо - **фронтальна**. На екрані з'являється фантом дотичної площини (рис. 6).

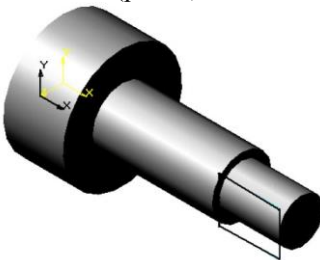



Рисунок 6 – Побудова дотичної площини

На новій допоміжній площині будемо другий ескіз, профіль прорізу, проставляємо розміри й закриваємо ескіз. Для побудови ескізу можна було використовувати не дотичну, а фронтальну площину, але тоді вирізати проріз довелося б у двох напрямках. На панелі **Побудова деталі** вибираємо кнопку

«Вырезать выдавливанием»  на екрані з'являється рядок параметрів об'єктів, у якій установлюємо модифікацію - **Через все**, потім натискаємо закладку вирізання й у діалогові вікні, що відкрилося, вибираємо модифікацію - **вирахування елемента** (рис.7) і вводимо кнопку **Створити**.

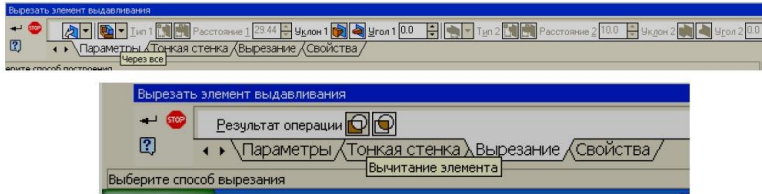


Рисунок 7 – Рядок параметрів

У результаті, одержуємо прямокутний проріз (рис. 8).

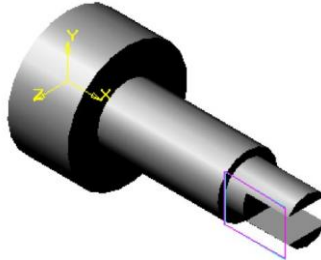


Рисунок 8 – Створення прорізу

На п'ятому етапі виконаємо отвір циліндричної форми. Для цього аналогічно попередній операції створимо ще одну допоміжну площину, дотичну тієї ж грані. Тільки тепер, ця площина буде паралельна **Площині ZX**.

Створюємо новий ескіз на допоміжній горизонтальній площині, зображуємо окружність і встановлюємо за допомогою розмірів її положення й діаметр, після чого повторюємо операцію видавлювання (рис. 9).

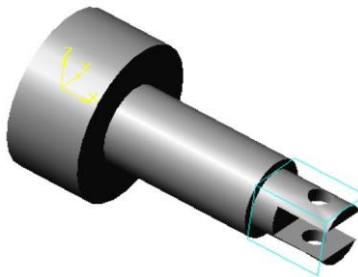



Рисунок 9 – Створення отвору

На шостому, заключному етапі формуємо фаски, для цього вибираємо ребро, у нашому випадку - це окружність, натискаємо на панелі **Побудова** деталі кнопку **Фаска** , і в рядку **параметрів об'єктів** встановлюємо необхідні параметри, після чого мишею вибираємо кнопку **Створити**.

**Склад звіту:**

1. Тема та мета лабораторної роботи;
2. Завдання;
3. План виконання роботи;
4. Зображення накресленої деталі;
5. Висновки.

**Контрольні питання:**

1. Які способи побудови 3-х мірних моделей тіл обертання в Компас 3D LT ви знаєте?
2. Який алгоритм побудови 3-х мірної моделі циліндра?
3. Який алгоритм побудови 3-х мірної моделі паралелепіпеда?
4. Як створити отвір?

### **Критерії оцінювання**

Присутність на практичних заняттях – 0,5 бали;

Виконання практичної роботи – 1 бал;

Відповіді на питання при захисті робіт:

2 бали - студент дає вичерпну, змістовну і правильну відповідь на поставлене питання, при цьому вільно володіє знаннями, та вміло застосовує їх на практиці;

1 бал - студент в основному правильно відповів на поставлене запитання, але припустив деякі неточності у визначенні змісту окремих визначень, не досить переконливо аргументував свою відповідь;

0 балів - студент не знає або невірно сформулював відповідь на поставлене питання, припустився істотних помилок при відповіді на питання, показав незнання роботи, та невміння аргументувати свою відповідь на поставлене питання.

## Лігература

1. Бочков А.Л. Трехмерное моделирование в системе компас 3D (практическое руководство). – СПб: СПбГУ ИТМО, 2007.
2. Сторчак Н.А., Гегучадзе В.И., Синьков А.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ В СРЕДЕ КОМПАС-3D: Учебное пособие ВолгГТУ. - Волгоград, 2006. - 216с.
3. Абрамов А. Проектирование и заработка конструкторской документации в компас-график V6. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 135 с.
4. Ганин Н.Б. Создаем чертежи на компьютере в КОМПАС-D LT. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 184 с: ил.
5. Горельская Ю.В., Садовская Е.А. Г 67 3D-моделирование в среде КОМПАС: Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Компьютерная графика». – Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2004. – 30 с.
6. В.Ф. Очков. Mathcad 14 для студентов и инженеров: русская версия. СПб.: ВHV, 2009. Аннотация, Сайт книги.
7. В.И. Коробов, В.Ф. Очков. Химическая кинетика: введение с Mathcad/Maple/MCS. М.: Горячая линия-Телеком, 2009. Аннотация, Сайт книги.
8. Д. В. Кирьянов. Мультимедийный учебник по Mathcad 14 (около часа экранного видео).
9. Л.В. Ефремов. Практика вероятностного анализа надежности техники с применением компьютерных технологий. СПб.: Наука, 2008, 216с. ISBN: 978-5-02-025340-7. Аннотация.
10. В.А. Охорзин. Прикладная математика в системе MATHCAD Учебное пособие. 3-е изд. СПб.: Лань, 2009, 352с. ISBN: 978-5-8114-0814-6. Аннотация.
11. В.А. Охорзин. Компьютерное моделирование в системе Mathcad. М.: Финансы и статистика, 2006, 144с. ISBN: 5-279-03037-6. Аннотация.

12. В.А. Охорзин. Оптимизация экономических систем. Примеры и алгоритмы в среде Mathcad. М.: Финансы и статистика, 2005, 144с. ISBN: 5-279-02918-1. Аннотация.
13. Р.Ивановский. Теория вероятностей и математическая статистика. Основы, прикладные аспекты с примерами и задачами в среде Mathcad. М.: БХВ-Петербург, 2008, 528с. ISBN978-5-9775-0199-6. Аннотация.
14. В.Ф. Очков. Mathcad 14 для студентов и инженеров. С.-Пб.: БХВ-Петербург, 2007. Аннотация, Сайт книги.
15. Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова. Решение задач вычислительной математики в пакетах Mathcad 12, MATLAB 7, Maple 9. М: НТ Пресс, 2006, 496с. ISBN: 5-477-00208-5. Аннотация
16. Ю.М. Бидасюк. Mathcad для студента. Вильямс, 2006. Аннотация.
17. В. В. Фриск. Mathcad. Расчеты и моделирование цепей на ПК. Москва: Солон-Пресс, 2006. ISBN: 5-98003-242-8. Аннотация
18. Д.Гурский Вычисления в MATHCAD 12. С-Пб: Питер, 2006, 544с. ISBN: 5-469-00639-5. Аннотация.
19. Д. В. Кирьянов. Mathcad 13 (+ CD-ROM). С-Пб: БХВ-Петербург, 2006, 598 с. ISBN: 5-94157-850-4. Аннотация
20. Д. В. Кирьянов. Самоучитель Mathcad 13. С-Пб: БХВ-Петербург, 2006, 528 с. ISBN: 5-94157-849-0. Аннотация
21. А. М. Половко, И. В. Ганичев. Mathcad для студента. С-Пб: БХВ-Петербург, 2006. ISBN: 5-94157-596-3. Аннотация
22. А. Васильев. Mathcad 13 на примерах (+ CD-ROM). С-Пб: БХВ-Петербург, 2006, 512с. ISBN: 5-94157-880-6.

ДОДАТОК А

№	Спростити чи вирішити вираз	Операції з матрицями	Побудувати графік
1	2	3	4
1	$\lim_{x \rightarrow 0} (1 + 3 \operatorname{tg}^2 x)^{\operatorname{ctg}^2 x}$	Знайти визначник $\begin{pmatrix} 3 & 5 & 9 \\ 4 & 3 & 25 \\ 4 & 5 & 5 \end{pmatrix}$	$y(x) = 2\left(\frac{1}{3}\right)^x + 1$
2	$\lim_{x \rightarrow +0} e^{-\frac{1}{x}}$	$\begin{pmatrix} 3 & 6 & 8 \\ 3 & 4 & 7 \\ 6 & 6 & 76 \end{pmatrix}$	$y(x) = 2^x + \frac{x}{2}$
3	$I = \int \frac{-x^3 + 2x^2 - 3x + 4}{x^4 - 2x^3 + 2x^2 - 2x + 1} dx.$	$\begin{pmatrix} 2 & 6 & 8 \\ 3 & 6 & 7 \\ 86 & 6 & 5 \end{pmatrix}$	$y(x) = x^2 + 5x$
4	$\int \frac{1 + \sin 2x}{\sin^2 x} dx.$	$\begin{pmatrix} 6 & 4 & 8 \\ 8 & 9 & 7 \\ 6 & 6 & 9 \end{pmatrix}$	$y(x) = \ln x + 12$
5	$\int_0^1 (x^2 + 5x + 3) dx.$	$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 3 \\ 4 & 9 & 7 \\ 8 & 6 & 9 \end{pmatrix}$	$y(x) = x^2 + 7$
6	$\int_0^1 \sin(\sin x) dx$	$\begin{pmatrix} 9 & 4 & 3 \\ 0 & 9 & 7 \\ 8 & 6 & 8 \end{pmatrix}$	$y(x) = 4\left(\frac{9}{3}\right)^x + 2$
7	$\int_0^{\frac{\pi}{4}} \sin(x^2) dx$	$\begin{pmatrix} 6 & 4 & 3 \\ 4 & 7 & 7 \\ 7 & 6 & 8 \end{pmatrix}$	$y(x) = 44^x + x$
8	$\int_0^1 \frac{x}{1+x^4} dx$	$\begin{pmatrix} 8 & 4 & 3 \\ 40 & 7 & 7 \\ 7 & 4 & 8 \end{pmatrix}$	$y(x) = \left(\frac{1}{x}\right) - 31$

9	$\int_0^1 x e^{-x} dx$	$\begin{pmatrix} 2 & 4 & 3 \\ 6 & 7 & 7 \\ 3 & 4 & 4 \end{pmatrix}$	$y(x) = 1 + 2x^2$
10	$\int_{-1}^1 x \cdot \operatorname{arctg}(x) dx$	$\begin{pmatrix} 8 & 4 & 5 \\ 3 & 2 & 7 \\ 8 & 4 & 4 \end{pmatrix}$	$y(x) = x^4 + 1$
11	$\lim_{x \rightarrow 0} (1 + 3 \operatorname{tg}^2 x)^{\operatorname{ctg}^2 x}$	Знайти обернену $\begin{pmatrix} 3 & 5 & 9 \\ 4 & 3 & 25 \\ 4 & 5 & 5 \end{pmatrix}$	$y(x) = 2 \cdot (\ln x)$
12	$\lim_{x \rightarrow +0} e^{-\frac{1}{x}}$	$\begin{pmatrix} 3 & 6 & 8 \\ 3 & 4 & 7 \\ 6 & 6 & 76 \end{pmatrix}$	$y(x) = x + 1$
13	$I = \int \frac{-x^3 + 2x^2 - 3x + 4}{x^4 - 2x^3 + 2x^2 - 2x + 1} dx.$	$\begin{pmatrix} 2 & 6 & 8 \\ 3 & 6 & 7 \\ 86 & 6 & 5 \end{pmatrix}$	$y(x) = \frac{6x^5}{4}$
14	$\int \frac{1 + \sin 2x}{\sin^2 x} dx.$	$\begin{pmatrix} 6 & 4 & 8 \\ 8 & 9 & 7 \\ 6 & 6 & 9 \end{pmatrix}$	$y(x) = \left(\frac{1}{3}\right)^x + 1$
15	$\int_0^1 (x^2 + 5x + 3) dx.$	$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 3 \\ 4 & 9 & 7 \\ 8 & 6 & 9 \end{pmatrix}$	$y(x) = x^3$
16	$\int_0^1 \sin(\sin x) dx$	$\begin{pmatrix} 9 & 4 & 3 \\ 0 & 9 & 7 \\ 8 & 6 & 8 \end{pmatrix}$	$y(x) = e^x$
17	$\int_0^{\frac{\pi}{4}} \sin(x^2) dx$	$\begin{pmatrix} 6 & 4 & 3 \\ 4 & 7 & 7 \\ 7 & 6 & 8 \end{pmatrix}$	$y(x) = \sin x + 12$

18	$\int_0^1 \frac{x}{1+x^4} dx$	$\begin{pmatrix} 8 & 4 & 3 \\ 40 & 7 & 7 \\ 7 & 4 & 8 \end{pmatrix}$	$y(x) = \operatorname{tg} x$
19	$\int_0^1 x e^{-x} dx$	$\begin{pmatrix} 2 & 4 & 3 \\ 6 & 7 & 7 \\ 3 & 4 & 4 \end{pmatrix}$	$y(x) = \cos x$
20	$\int_{-1}^1 x \cdot \operatorname{arctg}(x) dx$	$\begin{pmatrix} 8 & 4 & 5 \\ 3 & 2 & 7 \\ 8 & 4 & 4 \end{pmatrix}$	$y(x) = x^{99}$
21	$\lim_{x \rightarrow 0} (1 + 3 \operatorname{tg}^2 x)^{\operatorname{ctg}^2 x}$	Знайти транспоновану $\begin{pmatrix} 3 & 5 & 9 \\ 4 & 3 & 25 \\ 4 & 5 & 5 \end{pmatrix}$	$y(x) = \sin x + \cos x$
22	$\lim_{x \rightarrow +0} e^{-\frac{1}{x}}$	$\begin{pmatrix} 3 & 6 & 8 \\ 3 & 4 & 7 \\ 6 & 6 & 76 \end{pmatrix}$	$y(x) = \sin x - \cos x$
23	$I = \int \frac{-x^3 + 2x^2 - 3x + 4}{x^4 - 2x^3 + 2x^2 - 2x + 1} dx.$	$\begin{pmatrix} 2 & 6 & 8 \\ 3 & 6 & 7 \\ 86 & 6 & 5 \end{pmatrix}$	$y(x) = 5^x + 1$
24	$\int \frac{1 + \sin 2x}{\sin^2 x} dx.$	$\begin{pmatrix} 6 & 4 & 8 \\ 8 & 9 & 7 \\ 6 & 6 & 9 \end{pmatrix}$	$y(x) = 2x^4$
25	$\int_0^1 (x^2 + 5x + 3) dx.$	$\begin{pmatrix} 1 & 4 & 3 \\ 4 & 9 & 7 \\ 8 & 6 & 9 \end{pmatrix}$	$y(x) = 5x^3$
26	$\int_0^1 \sin(\sin x) dx$	$\begin{pmatrix} 9 & 4 & 3 \\ 0 & 9 & 7 \\ 8 & 6 & 8 \end{pmatrix}$	$y(x) = \log x$

27	$\int_0^{\frac{\pi}{4}} \sin(x^2) dx$	$\begin{pmatrix} 6 & 4 & 3 \\ 4 & 7 & 7 \\ 7 & 6 & 8 \end{pmatrix}$	$y(x) = \log 4x$
28	$\int_0^1 \frac{x}{1+x^4} dx$	$\begin{pmatrix} 8 & 4 & 3 \\ 40 & 7 & 7 \\ 7 & 4 & 8 \end{pmatrix}$	$y(x) = 5 \cdot \ln x$
29	$\int_0^1 x e^{-x} dx$	$\begin{pmatrix} 2 & 4 & 3 \\ 6 & 7 & 7 \\ 3 & 4 & 4 \end{pmatrix}$	$y(x) = \frac{1}{x^2}$
30	$\int_{-1}^1 x \cdot \operatorname{arctg}(x) dx$	$\begin{pmatrix} 8 & 4 & 5 \\ 3 & 2 & 7 \\ 8 & 4 & 4 \end{pmatrix}$	$y(x) = 2 \left( \frac{1}{3} \right)^{2 \cdot x} + 1$

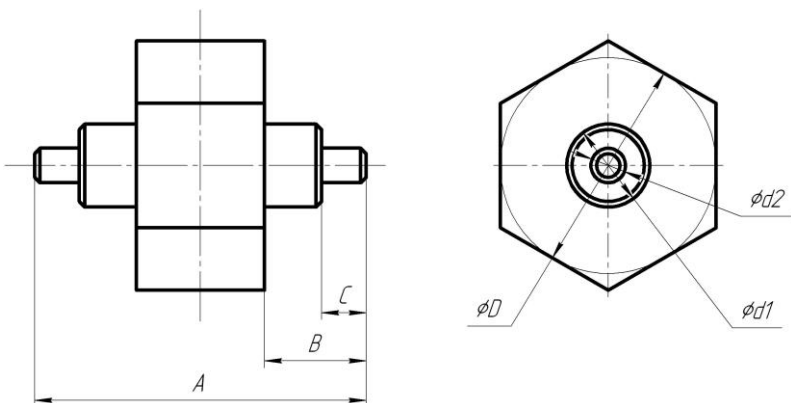
**ДОДАТОК Б**

1	$\sin(x_1 + x_2) - x_2 - 1.2 = 0$ $2x_1 + \cos x_2 - 2 = 0$	16	$\sin(0.5x_1 + x_2) - 1.2x_1 - 1 = 0$ $x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0$
2	$\cos(x_1 - 1) + x_2 - 0.5 = 0$ $\sin x_1 + 2x_2 - 2 = 0$	17	$\tan(x_1 x_2 + 0.3) - x_1^2 = 0$ $0.9x_1^2 + 2x_2^2 - 1 = 0$
3	$\sin x_1 + 2x_2 - 2 = 0$ $\cos x_1 + x_2 - 1.5 = 0$	18	$\sin(x_1 + x_2) - 1.3x_1 - 1 = 0$ $x_1^2 + 0.2x_2^2 - 1 = 0$
4	$\cos x_1 + x_2 - 1.5 = 0$ $2x_1 - \sin(x_2 - 0.5) - 1 = 0$	19	$\tan(x_1 x_2) - x_1^2 = 0$ $0.8x_1^2 + 2x_2^2 - 1 = 0$
5	$\sin(x_1 + 1.5) - x_2 + 2.9 = 0$ $\cos(x_2 - 2) + x_1 = 0$	20	$\sin(x_1 + x_2) - 1.5x_1 - 0.1 = 0$ $3x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0$

6	$\cos(x_1 + 0.5) + x_2 - 0.8 = 0$ $\sin x_2 - 2x_1 - 1.6 = 0$	21	$\tan(x_1x_2) - x_1^2 = 0$ $0.7x_1^2 + 2x_2^2 - 1 = 0$
7	$\sin(x_1 - 1) + x_2 - 0.1 = 0$ $x_1 - \sin(x_2 + 1) - 0.8 = 0$	22	$\sin(x_1 + x_2) - 1.2x_1 - 0.1 = 0$ $x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0$
8	$\cos(x_1 + x_2) + 2x_2 = 0$ $x_1 + \sin x_2 - 0.6 = 0$	23	$\tan(x_1x_2 + 0.2) - x_1^2 = 0$ $0.6x_1^2 + 2x_2^2 - 1 = 0$
9	$\cos(x_1 + 0.5) - x_2 - 2 = 0$ $\sin x_2 - 2x_1 - 1 = 0$	24	$\sin(x_1 + x_2) - x_1 + 0.1 = 0$ $x_2 - \cos(3x_1) + 0.1 = 0$
10	$\sin(x_1 + x_2) - x_2 - 1.5 = 0$ $x_1 + \cos(x_2 - 0.5) - 0.5 = 0$	25	$\cos(x_1 + 0.5) + x_2 - 1 = 0$ $\sin x_2 - 2x_1 - 2 = 0$
11	$\sin(x_2 + 1) - x_1 - 1.2 = 0$ $2x_1^2 + x_2 - 2 = 0$	26	$\cos(x_2 - 2) + x_1 = 0$ $\sin(x_1 + 0.5) - x_2 + 2.9 = 0$
12	$\cos(x_2 - 1) + x_1 - 0.5 = 0$ $x_2 - \cos x_1 - 3 = 0$	27	$\sin(x_1 - 1) + x_2 - 1.5 = 0$ $x_1 - \sin(x_2 - 1) - 1 = 0$
13	$\tan(x_1x_2 + 0.4) - x_1^2 = 0$ $0.6x_1^2 + 2x_2^2 - 1 = 0$	28	$\sin(x_2 + 1) - x_1 - 1 = 0$ $2x_2 + \cos x_1 - 0.5 = 0$
14	$\sin(x_1 + x_2) - 1.6x_1 - 1 = 0$ $x_1^2 + x_2^2 - 1 = 0$	29	$\cos(x_2 - 1) + x_1 - 0.8 = 0$ $x_2 - \cos x_1 - 2 = 0$
15	$\tan(x_1x_2 + 0.1) - x_1^2 = 0$ $x_1^2 + 2x_2^2 - 1 = 0$	30	$\cos(x_1 - 1) + x_2 - 1 = 0$ $\sin x_2 + 2x_1 - 1.6 = 0$

## ДОДАТОК В

№	A	B	C	D	d1	d2	№	A	B	C	D	d1	d2
<b>1</b>	100	30	15	65	25	10	<b>16</b>	75	30	15	84	44	15
<b>2</b>	105	28	14	70	30	10	<b>17</b>	70	25	10	82	42	15
<b>3</b>	110	25	12	75	35	10	<b>18</b>	65	20	10	80	40	15
<b>4</b>	115	22	11	80	40	10	<b>19</b>	60	15	7	78	38	15
<b>5</b>	120	20	10	85	45	15	<b>20</b>	55	10	5	76	36	10
<b>6</b>	125	35	18	90	50	15	<b>21</b>	50	10	5	74	34	10
<b>7</b>	130	38	22	95	55	15	<b>22</b>	155	40	20	72	32	10
<b>8</b>	135	40	20	100	60	15	<b>23</b>	160	45	22	70	30	10
<b>9</b>	140	42	21	98	58	20	<b>24</b>	165	50	25	80	35	10
<b>10</b>	145	44	22	96	56	20	<b>25</b>	170	55	28	90	40	10
<b>11</b>	150	46	23	94	54	20	<b>26</b>	175	60	30	100	45	25
<b>12</b>	95	48	24	92	52	20	<b>27</b>	180	65	32	110	50	25
<b>13</b>	90	50	25	90	50	15	<b>28</b>	185	70	35	120	55	25
<b>14</b>	85	30	16	88	48	15	<b>29</b>	190	75	38	130	60	25
<b>15</b>	80	35	18	86	46	15	<b>30</b>	200	80	40	140	65	25



---

Навчально-методичне видання

## **Розрахунок задач з використанням ЕОМ**

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни "ММ і САПР" для студентів спеціальності 192 "Будівництво та цивільна інженерія" та 133 "Галузеве машинобудування" усіх форм навчання

Укладач: Яцун В.В.

Редактор В.О.Омельяненко

Комп'ютерний набір та верстка В.В. Яцун

Тиражування на різнографі Ю.М.Рубан

Здано до друку .07.2020. Підписано до друку “\_\_”\_\_\_\_\_2020. Формат 64x84 1/16 (A5).

Папір газетний. Умов. друк. арк. . Тираж 150 прим. Зам. №\_\_\_\_\_/ 2020.

РВЛ ЦНТУ. м. Кропивницький, пр. Університетський, 8-А. Тел.: 390-541, 559-245.