

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

## **ОСНОВИ АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

Методичні рекомендації до виконання практичних робіт  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
за освітньо-професійною програмою "Агроінженерія"  
спеціальності 208 "Агроінженерія"

Ухвалено методичною комісією  
кафедри та затверджено на засіданні  
кафедри сільськогосподарського  
машинобудування.

Протокол № 2 від 30.08.2023 р.

м. Кропивницький  
2023

Основи агроінженерії та інформаційні технології: метод. рекомендації до виконання практичних робіт : для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою "Агроінженерія" спеціальності 208 "Агроінженерія" / [уклад. : В.В. Амосов, Д.І. Петренко, С.М. Мороз] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький : ЦНТУ, 2023.– 73 с.

Укладачі: доц., канд. техн. наук В.В. Амосов,  
доц., канд. техн. наук Д.І. Петренко,  
доц., канд. техн. наук С.М. Мороз

Рецензент: канд. техн. наук, професор Васильковський О. М.

## Вступ

Практичні роботи з курсу «Основи агроінженерії та інформаційні технології» призначені для набуття здобувачами навичок пошуку науково-технічної інформації, користування інформаційними системами для дистанційного навчання та самонавчання, використання інформаційних технологій для розв'язку професійних та математичних задач, початкових знань зі створення 2-D креслень та роботи в 3-D моделюванні з використанням систем автоматизованого проектування.

За результатами виконання практичних робіт здобувачі набудуть наступні компетентності:

Соціальні (soft-skills):

1. Здатність до саморозвитку і самовдосконалення протягом життя, відповідальність за навчання інших.

Загальні:

1. Знання і розуміння предметної області, а також розуміння професії.

2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

Фахові (special-skills):

1. Здатність до конструювання машин на основі графічних моделей просторових форм та інструментів автоматизованого проектування.

2. Здатність використовувати інформаційні технології для аналізу та систематизації науково-технічної інформації агровиробництва.

Програмні результати:

1. Виявляти, узагальнювати та вирішувати проблеми, що виникають у процесі професійної діяльності, та формувати у майбутнього фахівця почуття відповідальності за виконувану роботу.

2. Застосовувати математичні та статистичні методи для побудови моделей об'єктів та проектування процесів, прогнозування та розв'язання інших складних задач агропромислового виробництва.

## Практична робота №1

### ПОШУК ІНФОРМАЦІЇ В МЕРЕЖІ INTERNET

**Мета роботи:** набуття здобувачами навичок пошуку науково-технічної інформації засобами Internet з використанням інформаційно-пошукових систем.

**Обладнання:** персональні комп'ютери, доступ до мережі Internet.

#### Загальні відомості

**Пошук інформації в мережі Internet** – це послідовність дій, від визначення предмету пошуку, до отримання відповіді на наявні питання з використанням всіх пошукових сервісів, які надає Інтернет сьогодні.

Основні переваги використання мережі Інтернет при пошуку інформації:

- використання максимально можливого «простору пошуку» інформації. Жоден з існуючих на сьогодні немережевих ресурсів не володіє тим обсягом інформації, який представлений в Інтернеті;

- жодне інше джерело не володіє такою оперативністю і доступністю. Інтернет надає доступ цілодобово незалежно від місця знаходження;

- інформацію, отриману через Інтернет можна легко переслати для обговорення або, наприклад, роздрукувати в потрібному числі примірників.

Основними етапами методики пошуку інформації в мережі Internet є:

1. Формулювання і уточнення інформаційного запиту. На цьому етапі йде цілеспрямоване обмеження і конкретизація загальної мети пошуку;

2. Планування пошукової процедури. Основна мета даного процесу – визначення шляхів і способів раціонального рішення пошукового завдання;

3. Реалізація пошуку. Остаточне рішення пошукового завдання.

**Перший етап** має велике значення та у великій мірі визначає, чи знайдете Ви потрібну Вам інформацію. Тому дуже важливо навчитися підбирати ключові слова і їх комбінації. На основі попередньо отриманої інформації про предмет пошуку потрібно скласти максимально широкий набір ключових слів у вигляді окремих термінів, словосполучень, назв і прізвищ, тісно пов'язаних з проблемою професійної лексики.

Природна мова запитів приваблює своєю простотою, однак, як показує практика, вона менш ефективна при серйозному пошуку, коли ставиться завдання знайти всі або більшість документів на задану тему.

Основні моменти, які допомагають правильно сформулювати запит до пошукової машини:

- не слід ставити тільки одне слово. Потрібно використовувати цілі фрази, або, хоча б, кілька слів;

- слід вказувати слова, які не повинні зустрічатися в шуканих документах. Зазвичай для цього використовують або знак "-", або ключове слово NOT;

- якщо потрібно знайти фразу цілком – потрібно взяти її в лапки;

- якщо Ви вводите запит до пошукової машини, що складається з декількох слів, то в результаті отримуєте список документів, в яких зустрічається хоча б одне слово.

Більш детально нюанси формування пошукових запитів описано далі.

**Другий етап** – планування пошукової процедури. Можна виділити наступні основні методи пошуку інформації в Інтернеті, які, в залежності від цілей і завдань шукача, використовуються окремо або в комбінації один з одним:

- 1) через вказівку прямої адреси сайту;
- 2) безпосередній пошук з використанням гіпертекстових посилань;
- 3) використання пошукових систем;
- 4) пошук із застосуванням спеціальних засобів;
- 5) аналіз нових ресурсів.

Через вказівку прямої адреси сайту.

Цей метод передбачає введення прямої адреси сайту, де розміщені потрібні дані і необхідна інформація.

Безпосередній пошук з використанням гіпертекстових посилань.

Оскільки всі сайти в просторі WWW фактично виявляються пов'язаними між собою, пошук інформації може бути здійснений шляхом послідовного перегляду пов'язаних сторінок за допомогою браузера.

Інтернет серфінг – пошук, при якому здійснюється послідовний перехід по посиланнях з одного тематичного сайту на інший до тих пір, поки не буде знайдено джерело потрібних даних.

Перегляд Web-сторінок часто виявляється єдино можливим на заключних етапах інформаційного пошуку.

Використання пошукових систем.

Сьогодні цей метод є одним з основних і фактично єдиним при проведенні попереднього пошуку.

За принципом роботи пошукові системи бувають двох видів: пошукові індекси і пошукові каталоги.

*Пошукові каталоги* – ці сайти надають допомогу в пошуку даних певної тематики в мережі Інтернет: інформація в таких каталогах чітко структурована за групами і темами, що сприяє швидкому знаходженню результату. Інформація заноситься людиною вручну. Приклад: [Yahoo!](#), [META](#) та інші.

*Пошукові індекси* – це сайти-покажчики, в яких при введенні ключового слова в рядок пошуку, користувач отримує ряд посилань на сторінки в Інтернеті, де містяться запитувані слово або фраза. Приклад: [Google](#), [Bing](#), [Baidu](#), [DuckDuckGo](#) та інші.

За допомогою пошукових індексів завжди легше знайти щось конкретне, і важче – щось спільне і невизначене.

Пошук із застосуванням спеціальних засобів

Цей повністю автоматизований метод може виявитися досить ефективним для проведення первинного пошуку. Одна з технологій цього методу заснована на застосуванні спеціалізованих програм-спайдерів, які в автоматичному режимі переглядають Web-сторінки, відшуковуючи на них потрібну інформацію. Фактично це автоматизований варіант перегляду за допомогою гіпертекстових посилань, описаний вище (пошукові машини для побудови своїх індексних таблиць використовують схожі методи). Результати автоматичного пошуку обов'язково вимагають подальшої обробки.

Застосування даного методу доцільно, якщо використання пошукових

машин не може дати необхідних результатів (наприклад, в силу нестандартності запиту, який не може бути адекватно заданий існуючими засобами пошукових машин). У ряді випадків цей метод може бути дуже ефективний. Вибір між використанням спайдера або пошукових серверів являє собою варіант класичного вибору між застосуванням універсальних або спеціалізованих засобів.

#### Аналіз нових ресурсів

Пошук по новоствореним ресурсам може виявитися необхідним при проведенні повторних циклів пошуку, пошуку найбільш свіжої інформації або для аналізу тенденцій розвитку об'єкту дослідження в динаміці. Іншою можливою причиною може бути те, що більшість пошукових машин оновлює свої індекси зі значною затримкою, викликаною гігантськими обсягами оброблюваних даних, і ця затримка зазвичай тим більше, ніж менш популярна тема, яка Вас цікавить. Це міркування може виявитися досить істотним при проведенні пошуку в вузькоспеціалізованій предметній області.

#### **Завдання 1.1. *Етапи процесу пошуку інформації:***

Для прискорення пошуку через вказівку прямої адреси сайту доцільно накопичувати список адрес сайтів, які містять інформацію, що була знайдена при попередніх пошукових запитах. Наприклад, сайт бібліотеки ЦНТУ:

<http://library.kntu.kr.ua>

репозитарій ЦНТУ, в якому розміщено посібники, наукові статті, методичні рекомендації, авторами яких є викладачі та співробітники університету:

<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/>

Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського – головна всеукраїнська книгозбірня, найбільше за обсягом документно-інформаційних ресурсів книгосховище України. Одна з найбільших національних бібліотек світу. Науковий пошук публікацій WEB 3.0:

<http://nbuv.gov.ua/node/1539/>.

Існують також недержавні сховища різноманітної електронної інформації:

<https://pdfgrab.com/>, [Google Books](#)

Може бути корисним пошук інформації про патенти України, у спеціалізованій базі даних «Винаходи (корисні моделі) в Україні», яка має зручну пошукову систему:

<https://base.uipv.org/searchINV/>.

У таблиці 1.1 наведені пошукові системи, досліджені особливості їхнього використання і функціональні можливості. В більшості випадків ці пошукові системи суміщають риси автоматичних індексів (пошукових машин) і каталогів в різних комбінаціях.

Далі, використовуємо інтернет-браузер, наприклад, Опера.

У рядку браузера "Адреса" задати <https://meta.ua/uk/> і натиснути *Enter*, щоб перейти на головну сторінку української пошукової системи МЕТА. Через деякий час браузер у своєму вікні висвітить інтерфейс для пошукового механізму в мережі Інтернет. Оглядово ознайомтеся із цією сторінкою. З'ясуєте,

як і де задавати ключові слова для пошуку.

Таблиця 1.1 Інформаційно-пошукові системи. Підтримувані оператори

Назва	AND (логічне ТА)	OR (логічне ЧИ)	NOT (логічне НЕМАЄ)	NEAR	Фраза	Маскування	Доп. параметри
Google	Пробіл. AND або &	OR або знак < >	знак <->	-	лапки	Символ <*>	+
Bing	Пробіл. AND або &	OR або знак < >	NOT або знак <->	-	лапки	Символ <*>	+
Yahoo!	Пробіл / +	OR або знак < >	знак <->	-	лапки	Символ <*>	+
DuckDuckGo	Пробіл. AND або &	OR або знак < >	знак <->	-	лапки	Символ <*>	+
META	Пробіл. AND або &	OR або знак < >	NOT або знак <->	[число, інформаційні ресурси]	лапки	Символ <*>	+

З'ясуйте, як задавати в пошуковій системі META декілька ключових слів для пошуку. При цьому треба вміти забезпечувати пошук принципово двома різними підходами, а саме, у першому випадку відшукувувати усі документи, у яких зустрічається хоч одне із заданих слів, у другому випадку відшукувувати тільки ті документи, у яких зустрічаються усі задані слова в одному документі одночасно. Приведіть приклади наведених вами ключових слів і словосполучень і відповідь (2–3 документи) пошукової системи на ваш запит.

Вкажіть ті терени Інтернет (той сегмент мережі, ту територію, наприклад: місто Київ), де повинен відбуватися пошук інформаційного ресурсу.

За запропонованою схемою розгляньте ще декілька пошукових систем. Зауважимо, що цю роботу можна виконувати паралельно у різних вікнах браузера.

Задайте у рядку браузера адреси спеціальних інтернет-каталогів з програмами або гіперпосиланнями на сайти авторів програм. Знайдіть програмне забезпечення, яке вас цікавить.

У будь-якій вибраній Вами пошуковій системі задайте для пошуку прізвище одного з викладачів університету. Як результат такого пошуку Ви отримаєте список документів, опублікованих в Інтернет, в яких зустрічається вказане Вами прізвище.

У вікні браузера разом з анотацією про документ, де зустрічається згадане прізвище, висвічується доменна адреса його дислокації (розташування, місця знаходження). Натиснувши на цю адресу, Ви отримаєте на екрані зміст власне шуканого документу.

У будь-якій вибраній вами пошуковій системі задайте для пошуку адресу <http://www.kntu.kr.ua>.

Появиться сторінка-заставка. Клацніть на гіперпосиланні **Студенту**. Перегляньте інформацію, яка Вас зацікавила.

Поверніться назад. Клацніть на гіперпосиланні **Університет**. Ознайомтеся з інформацією, яка Вас зацікавила. Ознайомтеся з інформацією про *Документи, якими регулюється порядок здійснення освітнього процесу*:

<http://www.kntu.kr.ua/?view=univer&id=50>.

**Завдання 1.2. Пошукові сервери.** Серед усіх існуючих ресурсів у мережі потрібно особливо виділити пошукові сервери. Це спеціальні машини в мережі, які дозволяють нам шукати необхідну інформацію. Насправді вони шукають адресу сторінки, на якій з певною достовірністю присутнє шукане слово або фраза.

Виконаємо побудову пошукової послідовності слів залежно від поставленої задачі.

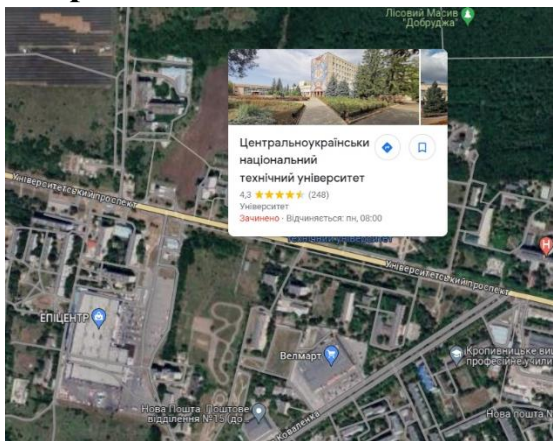
### **Виконання роботи:**

Створіть папку, наприклад на робочому столі, і поіменуйте її Вашим прізвищем. Завантажте браузер, наприклад, Opera, Microsoft Edge або інший.

Перейти за відомою адресою <http://www.google.com.ua> (ввести або вибрати в рядку адрес). Перейти в розділ «Зображення». Введіть довільне ключове слово.

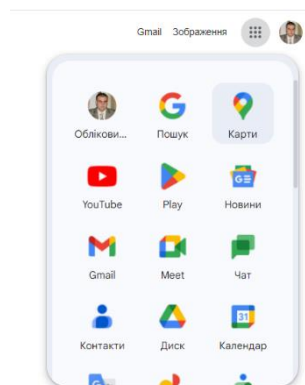
Скористатися гіперпосиланням, щоб переглянути картинки. Збережіть зображення, що сподобалось, до Вашого каталогу.

На сайті <http://www.google.com.ua> перейдіть в розділ «Карти».



Введіть ключове слово. Поміняти вигляд у правому куточку із карти на супутник.

Збережіть веб-сторінку до вашого каталогу у вигляді web-архіву.



Перейти за відомою адресою <http://www.gismeteo.ua> (ввести або вибрати в рядку адрес). Перейти по гіперпосиланню «Кропивницький».

Збережіть веб-сторінку до вашого каталогу у вигляді web-архіву.

Перейдіть за відомою адресою <https://meta.ua/>, перегляньте розділи каталогів, натисніть на гіперпосилання «ТБ» та збережіть як web-архів до Вашого каталогу.

Зайдіть на скорочену версію пошукового сервера. За ключовими словами «web-camera Прага» знайдіть та перегляньте відео зображення Праги в реальному часі. Збережіть сторінку до вашого каталогу.

Відкрити друге із знайдених посилань у різних вікнах, користуючись контекстним меню посилань. Одну із веб-сторінок зберегти до Вашого каталогу.

Ознайомитися з пошуковими ресурсами, ввівши як ключові слова «пошукові системи». В одній із них знайти реферат на тему «Агроінженерія» українською мовою. Зберегти його як документ Word до Вашого каталогу. Якщо не вдалося знайти реферат на українській мові – скористайтесь сервісом [www.google.com.ua](http://www.google.com.ua) «Перекладач».

Представити папку із збереженими файлами до перевірки викладачу. Якщо робота виконується дистанційно – переслати на електронну адресу викладача всі збережені матеріали.



**Завдання 1.3.** Інформаційно-пошукові системи у сфері наукових документів:

<https://scholar.google.com.ua>  
<https://www.base-search.net/?l=ua>  
<https://oaister.on.worldcat.org/discovery>  
<https://worldwidescience.org>  
<https://html.duckduckgo.com/html/>

Далі наведено їх короткий опис:

1. Google Scholar – інформаційно-пошукова система, орієнтована на пошук наукової літератури за різними галузями знань та за різними джерелами, включаючи рецензовані статті, дисертації, книги, реферати і звіти, що опубліковані видавництвами наукової літератури, професійними асоціаціями, вищими навчальними закладами та іншими науковими організаціями; модифікація Google.
2. BASE: Bielefeld Academic Search Engine – одна з найбільших у світі пошукових систем, спеціалізованих на пошуку наукових документів відкритого доступу в Інтернеті. Оператором BASE є бібліотека університету Білефельд (Німеччина). BASE збирає, нормалізує та індексує дані серверів репозитаріїв за допомогою "Olien Archives Initiative lirotocol for Metadata Harvesting" (OAI-liMH). На додаток до метаданих OAI, BASE індексує вибрані веб-сайти і локальні дані бібліотек. Усе це разом можна шукати через один інтерфейс.
3. OAIster – зведений каталог мільйонів записів, представляє відкритий доступ до цифрових ресурсів. OAIster «збирає» описову інформацію (метадані) з колекції відкритого доступу по всьому світу, використовуючи OAI-PMH (the Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting).
4. WorldWideScience.org – глобальна наукова пошукова система, яка здійснює пошук інформації по національних та міжнародних наукових базах даних та порталах.
5. DuckDuckGo – пошукова система з відкритим кодом, яка використовує інформацію з багатьох джерел для надання точних та різноманітних результатів. Дотримується політики повної конфіденційності – відмова від збору, збереження та обробки даних про користувача.

Знайти потрібну інформацію, користуючись інформаційно-пошуковими системами у сфері наукових документів. Перекласти на запит на англійську мову та повторити пошук. Порівняти отримані результати. Відправити звіт викладачу.

**Контрольні питання**

1. Для чого створюються інформаційно-пошукові системи. Наведіть їх класифікацію. 2. Яким чином здійснюється пошук інформації в Інтернеті? 3. Які інформаційно-пошукові системи Ви знаєте? 4. Якими способами користувач має можливість здійснити пошук необхідної інформації? 5. Які дії може виконати користувач після знайдення інформації? 6. Які способи пошуку інформації існують у мережі Інтернет? 7. Якою інформаційно-пошуковою системою у сфері наукових документів Ви скористались і що знайшли?

## Практична робота №2

# ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

**Мета роботи:** набуття здобувачами навичок дистанційного та самостійного навчання з використанням e-learning систем.

**Обладнання:** персональні комп'ютери, доступ до мережі Internet.

### Система Moodle

Moodle – це система керування вмістом сайту, спеціально розроблена для створення онлайн-курсів викладачами. Такі e-learning системи часто називаються системами керування навчанням або віртуальними освітніми середовищами.

Moodle – це інструментальне середовище для розробки як окремих онлайн-курсів, так і освітніх веб-сайтів. В основу проекту покладена теорія соціального конструктивізму і її використання для навчання.

Адміністратор сайту реєструє кожного студента, який зарахований до університету, на сайті та надає йому логін та пароль. Студент отримує свої логін та пароль у куратора групи.

Для входу на сайт перейдіть за посиланням <http://moodle.kntu.kr.ua>, далі клікніть **Log in** або **Увійти** у правому верхньому куті екрана та введіть свої логін і пароль у відповідні поля на сторінці входу.

Угорі сторінки відображається Ваше прізвище.

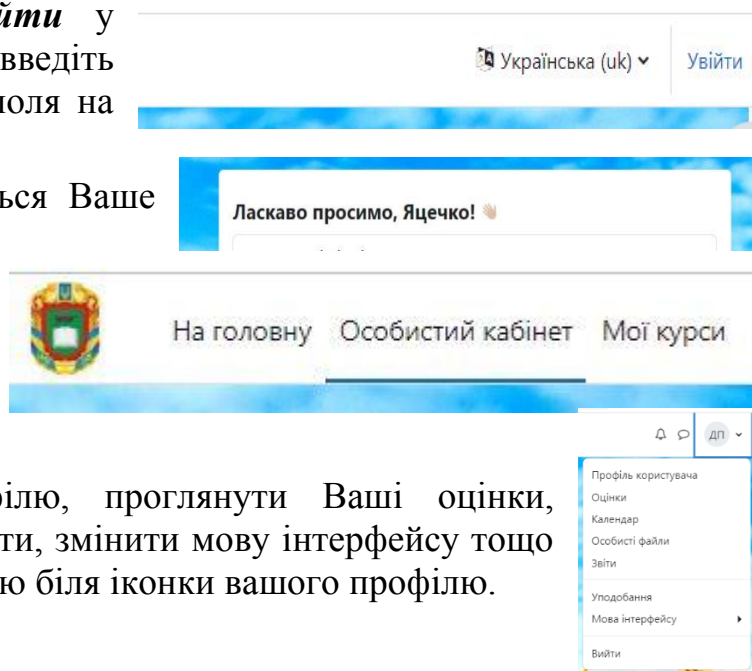
Перейдіть з особистого кабінету до курсів, які Ви вивчаєте, клацнувши **Мої курси** у лівому верхньому куті екрана.

Змінити інформацію профілю, проглянути Ваші оцінки, запланувати події, переглянути звіти, змінити мову інтерфейсу тощо можна, натиснувши кнопку підменю біля іконки вашого профілю.

Обираєте з переліку курс, з яким Ви хочете ознайомитись, та клікаєте по його назві. У середній широкій колонці з'являється його заголовок та меню з чотирьох пунктів. Пункт **Курс** розгортається автоматично.

Структура курсу стандартизована:

**Загальне.** Вміщує загальну інформацію про курс: мета, задачі, кількість

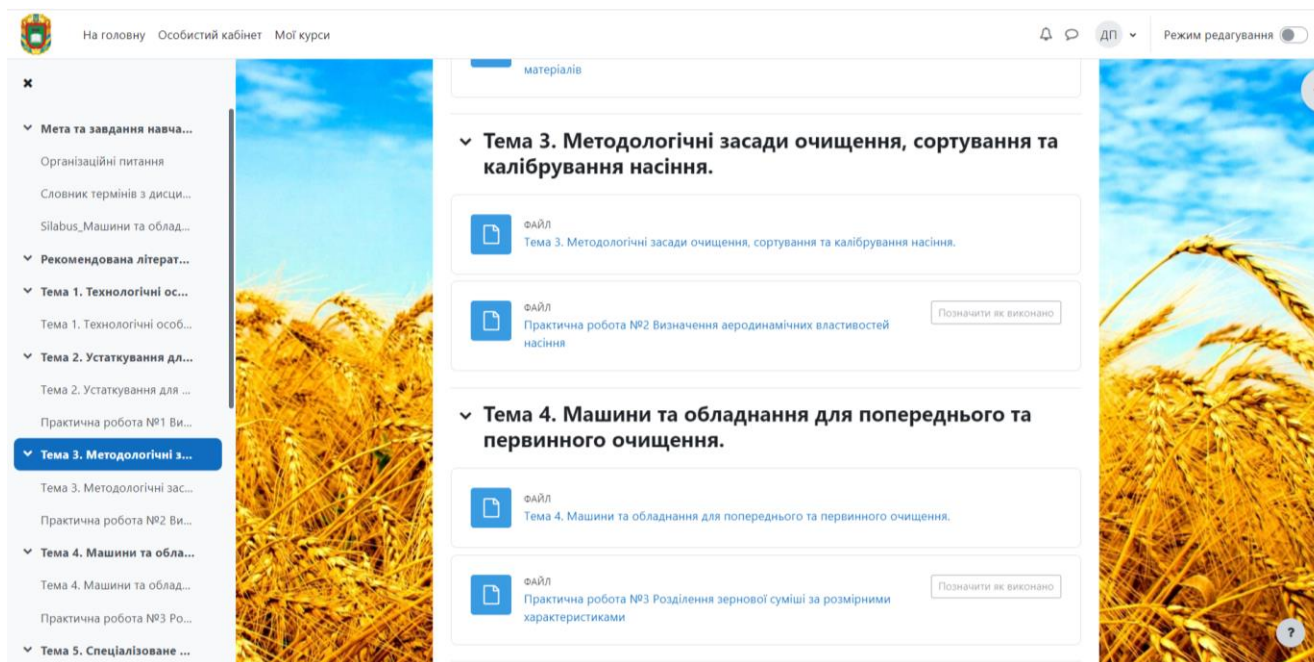


годин на вивчення дисципліни, форма контролю, новини, розклад консультацій. Викладачі також розміщують персональні дані для колективних (Zoom, Google Meet) та індивідуальних (Viber, Telegram, Е-пошта, мобільний телефон) консультацій.

Викладач може створити окремий розділ, наприклад, **Література. Організаційні питання.**

Далі у середній широкій колонці розміщуються теми та план занять, а також посилання на файли з лекційним матеріалом, практичними чи лабораторними роботами, клікнувши на які, можна відкрити відповідні документи або скачати їх у відповідному форматі (pdf, doc, docx, ppt, pptx тощо).

Вузька колонка зліва вміщує зміст курсу. Клацнувши по одному з пунктів змісту, можна швидко перейти до його розгорнутого змісту.



Для контролю набутих знань можна пройти онлайн-тестування, результати якого фіксуються та враховуються при підсумковому контролі.

Виконані лабораторні та практичні роботи необхідно вчасно відправляти викладачу.

## Системи on-line відеозустрічей

### Система Zoom

Платформа **Zoom** призначена для організації відеозустрічей, конференцій, спілкування в режимі реального часу з будь-якого пристрою.

Щоб мати можливість працювати з платформою **Zoom** в режимі відеоконференцій потрібно перейти на офіційний сайт <https://zoom.us/download>, обрати необхідний продукт **Zoom Desktop Client**, обрати версію згідно вашої операційної системи та натиснути кнопку **Download**. Після завершення завантаження інсталятора програми потрібно натиснути на нього.

## Zoom Desktop Client

Phone, Meetings, Chat, Whiteboard and more for your desktop.

The web browser client will download automatically when you start or join your first Zoom meeting, and is also available for manual download here.

Download

Version 5.16.2 (22807) (64-bit)

[Download 32-bit Client](#) [Download ARM Client](#)

Почнеться автоматичне встановлення програми. Після закінчення установки на робочому столі з'явиться ярлик та відкриється вікно програми.

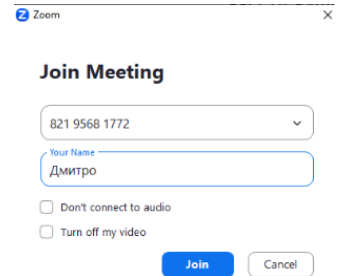
Натиснувши **Enter the conference** (Ввійти до конференції) або **Join Meeting** (Приєднатися до зустрічі), можна приєднатись до існуючих конференцій, увівши до відповідного поля **Meeting ID** (ідентифікатор зустрічі) або **Personal Link Name** (Персональний зал конференції).

Enter meeting passcode

Enter meeting passcode

Meeting Passcode

Далі необхідно ввести ваше **Ім'я**, яке буде відображатися під час зустрічі та натиснути **Join**. В наступному вікні програма просить ввести **Meeting passcode** (Код доступу), наданий організатором конференції.

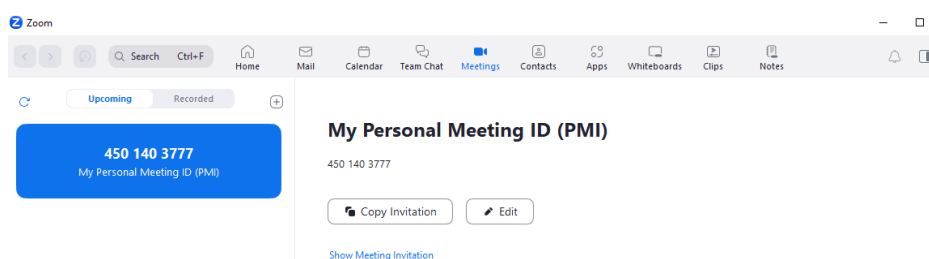


Щоб повноцінно використовувати Zoom для створення і проведення власних конференцій потрібно зареєструватись або увійти в уже існуючий акаунт.

При реєстрації на сервісі <https://zoom.us> ви отримуете постійний персональний ідентифікаційний номер вашої відео-конференції. Ви також можете вибрати ідентифікаційний номер самостійно у налаштуваннях акаунту. Наприклад, це може бути номер вашого мобільного телефону. Ідентифікаційний номер Ви можете розіслати будь-яким способом всім учасникам у вигляді посилання в форматі [https://zoom.us/j/номер\\_конференції](https://zoom.us/j/номер_конференції). Таким чином, будь-який учасник потрапляє на вашу конференцію в один клік.

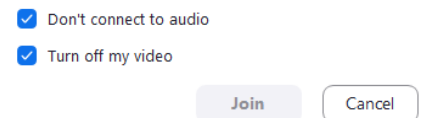
Щоб зареєструватись потрібно:

- 1) Натисніть на кнопку **SignUpFree** (Зареєструватись безкоштовно); Відкриється нова вкладка у браузері. Потрібно підтвердити свій вік.
- 2) Введіть адресу електронної пошти або використайте для реєстрації свій акаунт Google чи Facebook.
- 3) Якщо ви обрали реєстрацію за допомогою електронної пошти, на зазначену пошту прийде лист з підтвердженням облікового запису, перейдіть за посиланням;
- 4) Заповніть особисті дані та вгадайте пароль.
- 5) Акаунт зареєстрований. Перейдіть у програму Zoom, введіть логін та пароль.



## Основні можливості учасника конференції ZOOM

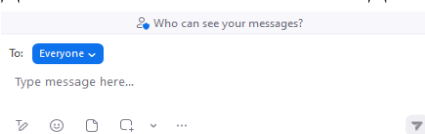
1. При підключенні до конференції учасник може задати вхід з увімкненою/вимкненою камерою чи увімкненим/вимкненим мікрофоном, проставивши галочки у відповідних полях.



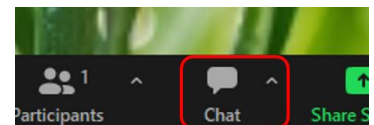
2. Після підключення організатором до конференції Ви матимете можливість увімкнути/вимкнути свою камеру чи мікрофон, клікнувши на відповідні позначення у нижньому лівому куті, або за допомогою швидких команд Alt+A для мікрофону та Alt+V для камери.



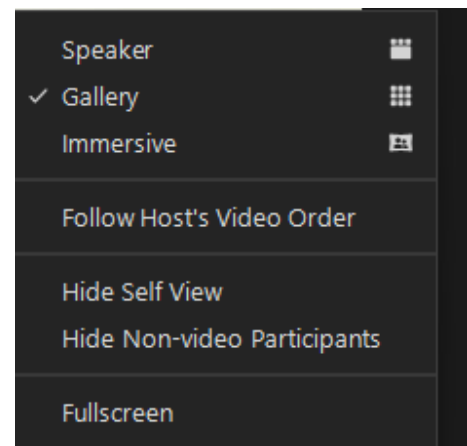
3. Натиснувши кнопку **Chat** Ви перейдете в меню, яке дозволяє писати повідомлення учасникам конференції.



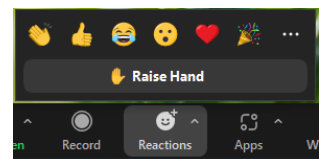
Повідомлення можуть бути «для всіх» або «персональні».



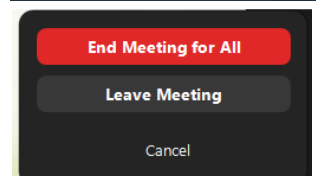
4. Програма Zoom дозволяє вибрати режим перегляду у вигляді **Speaker** (Доповідач), тобто на головному екрані буде відображатися учасник конференції, який на даних момент говорить, **Gallery** (Галерея), що виводить на головний екран всіх учасників та **Immersive** (Імерсивний), який дозволяє використати елементи доповненої реальності. Крім того, існує можливість відображати тільки тих учасників, у яких увімкнена камера, керувати галереєю тощо. Функціонал відображення можна вибрати, натиснувши в правому верхньому куті відповідне меню.



5. Під час зустрічі учасники конференції можуть відповідно реагувати на виступи, висловлювати свої емоції чи підняти руку у випадку необхідності, наприклад, задати питання.



6. Для завершення участі в конференції чи завершення конференції для всіх необхідно натиснути **End** та вибрати відповідну опцію **End for All** (Завершити для всіх) або **Leave Meeting** (Покинути зустріч).



Програма Zoom має і інші спеціальні функції, які дозволяють налаштувати Ваше відображення, створити окремі кімнати конференцій для роботи з незалежними командами, запис зустрічі, демонстрацію екрану, налаштування безпеки тощо.

**Завдання 1.** Приєднатись до конференції, яку проводить викладач, відповідно до графіка онлайн-занять або консультацій. Посилання на постійно діючу Інтернет-конференцію Ви можете знайти на сторінці курсу в системі дистанційної освіти <http://moodle.kntu.kr.ua>.

## Система Google Meet

Отримати доступ до клієнта для безкоштовних відеозустрічей **Google Meet**, можна за адресою <https://meet.google.com/>. Для користувачів, які мають аккаунт **Google** з цієї сторінки відкривається можливість доєднатися до конференції чи створити власну.

Відеозустрічі преміум-класу. Безкоштовний доступ для всіх.

Тепер Google Meet, наш сервіс для безпечних бізнес-зустрічей, безкоштовний і доступний для всіх.

[Нова зустріч](#)  [Приєднатися](#)

[Докладніше про Google Meet](#)

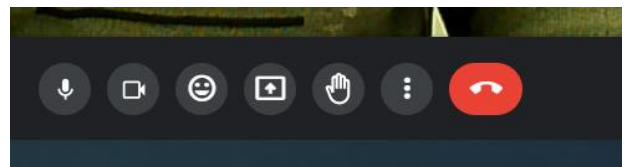


Отримайте посилання, яким можна поділитися

Натисніть **Нова зустріч**, щоб отримати посилання й надіслати його людям, яких потрібно запросити на зустріч

Панель керування зустріччю Google Meet інтуїтивно зрозуміла і дозволяє увімкнути/вимкнути свою камеру чи мікрофон, клікнувши на відповідні

позначення у нижній центральній частині екрану, або за допомогою швидких команд **Ctrl+d** для мікрофону та **Ctrl+e** для камери.



- Дошка для конференцій  
Відкрити файл Jam
- Записування недоступне  
Ви не маєте дозволу на запис цього відеодзвінка
- Змінити макет
- Повноекранний режим
- Перейти в режим "Картинка в картинці"
- Застосувати візуальні ефекти
- Повідомити про проблему
- Повідомити про порушення
- Вирішення проблем і довідка
- Налаштування

**Завдання 2.** Запланувати конференцію в Google Meet та запросити приєднатися до неї викладача відповідно до графіка онлайн-консультаций.

### Контрольні питання

1. Для чого використовується платформа дистанційної освіти Moodle?
2. Яка інформація доступна студенту на платформі <http://moodle.kntu.kr.ua>?
3. Які види комунікації під час дистанційної освіти з викладачем Ви можете використовувати?
4. Які системи on-line відеозустрічей Ви знаєте?
5. Яким чином доєднатися до відеоконференції в Zoom? Які інструменти Ви можете використовувати під час Zoom-конференції?
6. Яким чином доєднатися до відеоконференції в Google Meet? Які інструменти Ви можете використовувати під час Meet-конференції?

## **Практична робота №3**

### **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ІНЖЕНЕРА**

**Мета роботи:** ознайомити здобувачів з сучасними вимогами до математичного супроводу інженерної діяльності.

#### **Загальні відомості**

Сучасна промисловість характеризується швидким розвитком технологій і технічних засобів виробництва. Технологічні машини стають щораз більше швидкодіючими та продуктивними, мають кращий коефіцієнт корисної дії, вищу надійність, а технології – більш ефективними та досконалішими.

Удосконалення технологічних машин супроводжується зростанням їх складності (в середньому вдвічі кожні 15 років). При цьому виникає низка протиріч, що стримують їх розвиток. Підкреслимо два основні: переважання темпів зростання складності технологічних машин над темпами розвитку методів їх проектування; погіршення співвідношення між тривалістю їх розробки та часом морального старіння (у ХХ ст. продуктивність праці зросла в 10 разів, а продуктивність проектування – на 20 %). Без уміння вивчити сучасну технологічну машину та умови її функціонування унеможлиблюються її вдосконалення, розробка та експлуатація. А таке вивчення є науковим дослідженням.

Тісний зв'язок науки та виробництва визначив і неподільність наукової та інженерної діяльності. Саме вміння провести наукове дослідження відтіняє творчість інженера, надає їй витонченості в процесі прийняття нестандартних рішень. Побудова математичної моделі є сполучною ланкою наукового дослідження з проектуванням і вдосконаленням технологічної системи. Наявність етапу математичного моделювання створює методичну спільність наукових досліджень та процесу проектування чи оптимізації технологічної системи. Внаслідок цього не лише виникає нове знання, але й здійснюється його конкретне застосування. У інженерній творчості поєднуються дослідницькі та проектувальні етапи на основі застосування єдиного підходу до системного опису об'єктів дослідження та проектування.

Необхідною умовою для побудови змістовних математичних моделей є наявність докладної природничо-наукової інформації про механізми функціонування системи. Основними принципами, що використовуються при побудові моделей, є універсальні закони збереження. Рівняння мають містити кількісні вирази прийнятих гіпотез про специфічні процеси, що відбуваються в системі.

Саме ці задачі та проблеми, що завершуються обчислювальним експериментом, є об'єктами математичного моделювання. Це, насамперед, сучасна методологія й технологія наукової праці, застосовні до всіх галузей знань, теорія й математизація яких досягли досить високого рівня.

Можливості, що математичне моделювання відкриває для розвитку науки, техніки й технологій, важко переоцінити. Саме математичному моделюванню належить істотна частина успіхів, досягнутих у передових галузях сучасної науки. Воно все швидше опановує нові напрями – авіабудування, машинобудування,

хімічне виробництво.

Важлива перевага методів моделювання полягає в тому, що вони дозволяють різко скоротити обсяг і масштаби натурних експериментів. Математичне моделювання незамінне там, де натурний експеримент може стати небезпечним і навіть катастрофічним – у ядерній техніці, екології, при розробці економічних реформ.

### Модель. Моделювання. Об'єкт моделювання

Будь-яка проектна та дослідницька діяльність так чи інакше пов'язана з побудовою моделі. *Модель* – це об'єкт будь-якої природи, який замінює із деяким ступенем точності досліджуваний об'єкт. Саме наявність етапу математичного моделювання є науковою основою процесу проектування. Хоча як процес дослідження, так і процес проектування оперують моделями, однак вони принципово відрізняються за характером відношення між самим об'єктом і його моделлю. При науковому дослідженні об'єкт первинний, а його модель – вторинна. Водночас при проектуванні модель ще неіснуючого об'єкта є первинною, описуючи службову функцію майбутнього об'єкта, а побудований за цією моделлю об'єкт – вторинним (рис. 3.1). Тобто об'єкт проектування ще не існує, а його модель уже створена.

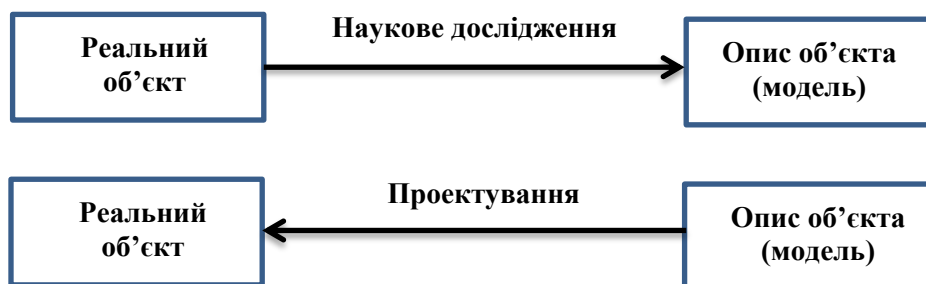


Рис. 3.1. Зв'язок між об'єктом і його моделлю під час наукового дослідження та проектування.

Моделі відображають певні характеристики об'єкта, необхідні для розв'язання проблеми. Передусім при проектуванні необхідно уявити функціонування майбутньої технічної системи, зіставити її функціональні можливості з ресурсами та обмеження на них. Саме завдання проектування чи вдосконалення технічних об'єктів висувають вимоги до якості математичних моделей опису цих об'єктів.

В основу моделювання покладено метод *аналогії*, що ґрунтується на подібності деяких сторін різних предметів та явищ. За аналогією, умовивід як метод наукового пізнання дає змогу здобувати знання про одні предмети та явища на основі їх подібності до інших.

*Моделювання* – метод наукового пізнання, що полягає в заміні об'єкта дослідження на спеціально побудований аналог, який відображає ті особливості об'єкта, які цікавлять дослідника. Цей аналог називається моделлю. Моделі



поділяються на *фізичні*, які зберігають природу модельованих явищ чи предметів, та *символічні*, які описують об'єкт тією чи іншою мовою із відповідним рівнем формалізації (словесно-описові, графічні, математичні). Найбільш високий рівень формалізації забезпечують *математичні моделі*, які за допомогою математичних залежностей описують характеристики об'єкта, що вивчаються.

Побудова математичної моделі є результатом наукового дослідження. Від якості створеної математичної моделі залежить майбутнє проектованої технічної системи, бо така математична модель повинна, з одного боку, досить повно відобразити її основні характеристики, а з іншого – бути простою і зручною для використання при проектуванні. Цей опис повинен відобразити саме ті аспекти об'єкта – технічної системи, які цікавлять проектанта. Тому ступінь деталізації моделі, її форма визначаються загальною метою створення технічної системи. Правильно побудована математична модель враховує тільки ті фактори, внесок яких у явище чи процес, що вивчається, буде суттєвим.

Математичні моделі можуть бути побудовані шляхом вивчення та формалізації дослідного матеріалу, конструювання моделей складних процесів і технічних систем із відомих моделей їх елементів, отримання моделей простих об'єктів із опису більш загальних та складних.

Моделювання технічних об'єктів і процесів, які є результатом цілеспрямованого проектування, спрощується передусім завдяки заданості їх структури. Розглянемо приклади моделювання при різних рівнях відображення структури об'єкта моделювання в структурі його моделі.

Моделювання є одним з основних методів одержання науково-технічних результатів при проведенні прикладних досліджень технічних систем і процесів, що в них протікають.

Під моделлю розуміють об'єкт, що знаходиться у відношенні подібності до системи або процесу, які моделюються.

Процедура моделювання включає дослідження об'єкта шляхом створення його моделі, визначення закономірностей її роботи та перенос отриманих результатів на об'єкт, що моделюється.

Розрізняють фізичне і математичне моделювання систем і процесів. При фізичному моделюванні створюється фізична модель об'єкта, а при математичному – модель у вигляді математичних об'єктів.

Математична модель охоплює клас невизначених (абстрактних, символічних, формальних) математичних об'єктів, таких як числа, вектори, тензори і відношення між цими об'єктами.

Математична модель наближено відображає властивості системи або процесу, які моделюються.

Математичні моделі використовуються для визначення властивостей процесів чи систем. Зокрема, за допомогою математичного моделювання здійснюється:

- розрахунок системи з метою вибору раціональних або оптимальних значень параметрів;
- прогнозування надійності роботи системи, зміни стану системи в часі;
- аналіз критичних режимів роботи систем.

## Загальна схема побудови математичної моделі

Загальна схема побудови математичної моделі є такою. Насамперед необхідно визначити, для чого потрібна модель, тобто визначити **цілі й завдання моделювання**. Це має принципове значення для обрання методів її побудови й дослідження.

На другому етапі необхідно визначити **структуру моделі і способи математичного подання її окремих блоків**. Для цього використовують два основні підходи. Перший передбачає побудову математичної моделі на основі відомих теоретичних даних про закономірності поведінки системи або протікання процесу. У цьому разі одержувана математична модель буде системою відомих з предметної області теоретичних моделей. Перевагами такого підходу є відповідність структури моделі реальній структурі об'єкта дослідження. Завдяки цьому всі параметри моделі мають реальний фізичний (економічний, технічний або інший) зміст. Такі моделі дають змогу аналізувати не тільки загальні властивості системи як цілого, але також і поведінку її окремих елементів, змінювання структури, визначати відносні вклади різних факторів у властивості, що спостерігаються, тощо. Недоліками цього підходу зазвичай є складність одержуваних моделей і, внаслідок цього, можливість їх некоректності та накопичення похибок при розрахунку вихідних характеристик досліджуваних систем.

У другому випадку будують статистичну модель, наприклад рівняння або систему рівнянь регресії. За допомогою таких моделей можна встановлювати зв'язки між окремими змінними; вирішувати завдання класифікації; прогнозувати, як будуть змінюватися характеристики системи або процесу при зміні вхідних змінних. Статистичні, зокрема регресійні й кореляційні, моделі зазвичай відповідають розгляду досліджуваної системи як чорного ящика. Тому їх принципово неможливо використовувати для оцінювання вкладу окремих підсистем у формування загальних властивостей системи, аналізу структури системи, зв'язків між її елементами тощо. Коефіцієнти рівнянь регресії часто не мають якогось реального змісту. Проте регресійні моделі вирізняються простотою і у багатьох випадках дають можливість одержувати більш точні оцінки вихідних характеристик досліджуваних систем та процесів.

В багатьох випадках при побудові моделей складних систем і процесів використовують комбінації цих підходів. Зокрема, часто базову модель будують як систему відомих теоретичних моделей, окремі компоненти якої є рівняннями регресії.

Якщо модель будують як систему відомих теоретичних моделей, то на цьому етапі на основі відомих теоретичних та емпіричних даних про об'єкт дослідження розробляють його **концептуальну модель**. Це передбачає визначення суттєвих для вирішення поставлених завдань компонентів системи, взаємозв'язків між ними, взаємозв'язків системи і навколишнього середовища, можливих станів системи, закономірностей поведінки системи в цілому та її окремих елементів тощо. Потім переходять від змістового до формального опису,

тобто відбирають теоретичні уявлення, на основі яких будуватиметься загальна математична модель об'єкта дослідження, визначають межі застосування зроблених у них припущень і спрощень. На цьому етапі широко застосовують метод аналогій та експериментальні дослідження системи.

Далі процедура розробки моделі залежить від обрання методики її подальшого аналізу. На сьогодні найбільш поширеним методом вивчення математичних моделей є їх чисельне дослідження за допомогою ЕОМ. Для цього можна використовувати різноманітні математичні, статистичні та інші прикладні пакети програмного забезпечення, зокрема Microsoft Excel, MathCAD, MathLab, Mathematica, Statistica, SPSS тощо. Але при цьому слід мати на увазі, що не існує алгоритмів чисельних розрахунків, які б давали змогу отримати задовільні розв'язки для всіх задач певного класу. Якість роботи алгоритму залежить не тільки від типу задачі, але й від її конкретних умов та параметрів. Тому обрання алгоритму є нетривіальним завданням. Як правило, якість алгоритму (й моделі взагалі) визначають: порівнянням результатів, одержуваних за різними алгоритмами розрахунків; виконанням розрахунків для тестових моделей, де кількісний результат є відомим заздалегідь; порівнянням результатів моделювання з відомими якісними даними про модельовану систему (закономірностями її поведінки, впливом певних вхідних параметрів на характеристики, що розраховуються, тощо). У типових прикладних пакетах, як правило, не вказано конкретний алгоритм, за яким виконуються розрахунки. Більше того, досить часто не вказано навіть математичний метод, на якому базується цей алгоритм. Це суттєво ускладнює попередній аналіз можливості застосування прикладних пакетів до дослідження тієї чи іншої моделі, а також пошук джерел похибок моделювання.

Наступним етапом є **вивчення моделі**. Залежно від мети дослідження, на цьому етапі можуть встановлюватися межі адекватності моделі, області оптимальних значень параметрів, наявність прихованих зв'язків між окремими змінними тощо.

На заключному етапі здійснюють **експериментальну перевірку моделі** й у випадку необхідності повертаються до одного з попередніх етапів.

Після побудови математичної моделі необхідно визначити її **адекватність**. Для цього використовують формальні й неформальні процедури. У першому випадку результати моделювання порівнюють з емпіричними даними, що відповідають тим самим значенням вхідних параметрів, межових і початкових умов. У цьому разі залишки моделі, тобто різниці між емпіричними даними й результатами, що розраховані за моделлю, мають бути нормально розподіленими випадковими величинами з близьким до нуля середнім арифметичним. Не має бути часової, просторової або будь-якої іншої кореляції між цими залишками. Крім того має бути певна відповідність масштабів між стандартними відхиленнями залишків і похибок емпіричних даних. Неформальні процедури перевірки адекватності математичних моделей зазвичай передбачають якісне порівняння типових залежностей, передбачуваних моделлю, з наявними емпіричними даними та результатами, що одержані на інших вже апробованих моделях. Вони також мають встановлювати відповідність моделі більш загальним

теоретичним законам і принципам, сформульованим у певній предметній області. Інколи для перевірки адекватності треба залучати незалежних експертів, які не брали участі в розробці моделі.

За результатами перевірки адекватності моделі приймають **рішення щодо можливості її використання**. Результатом перевірки може бути висновок про необхідність доробки (корегування) та оптимізації моделі. При корегуванні уточнюють перелік суттєвих параметрів моделі, обмеження, функціональні зв'язки між параметрами тощо. Під оптимізацією розуміють спрощення моделі при збереженні заданого рівня її адекватності. Основними критеріями оптимальності є витрати часу, пам'яті ЕОМ та інших ресурсів при використанні моделі. Як правило, основним критерієм оптимальності є співвідношення між можливими втратами, пов'язаними з неточністю моделі, й додатковими витратами, необхідними для їх усунення.

### **Контрольні питання**

1. У чому полягають переваги методів моделювання?
2. Що є первинним при проектуванні – модель чи об'єкт?
3. Який метод покладено в основу моделювання?
4. Дайте визначення моделі.
5. Дайте визначення моделювання.
6. Які моделі забезпечують найбільш високий рівень формалізації?
7. Що включає процедура моделювання?
8. Методи побудови математичних моделей.
9. Самостійно знайдіть пояснення терміну «чорний ящик».
10. Самостійно знайдіть пояснення терміну «регресія».
11. Як визначають якість алгоритму моделювання?
12. Критерії оптимальності моделі.

**Звіт з роботи** має містити відповіді на контрольні питання.

## Практична робота №4

### РОБОТА У СЕРЕДОВИЩІ MATHCAD. ОБЧИСЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ВИРАЗІВ ТА ФУНКЦІЙ

**Мета роботи:** ознайомити здобувачів з математичним редактором MathCAD та методикою обчислення значень математичних виразів та функцій інструментами MathCAD.

**Обладнання:** персональні комп'ютери, пакет прикладних програм *MathCAD*.

#### Теоретичні відомості

MathCAD є математичним редактором, що дозволяє проводити різноманітні наукові та інженерні розрахунки, починаючи від елементарної арифметики і закінчуючи складними реалізаціями чисельних методів. Користувачі MathCAD - це студенти, вчені, інженери та інші фахівці. Завдяки простоті застосування, наочності математичних дій, великій бібліотеці вбудованих функцій і чисельних методів, можливості символічних обчислень, а також чудовому апарату представлення результатів (графіки самих різних типів, могутніх засобів підготовки друкарських документів і Web-сторінок), MathCAD став найбільш популярним математичним додатком.

MathCAD, на відміну від більшості інших сучасних математичних додатків, побудований відповідно до принципу WYSIWYG ("What You See Is What You Get" - "що Ви бачите, то і одержите"). Тому він дуже простий у використанні, зокрема, через відсутність необхідності спочатку писати програму, що реалізовує ті або інші математичні розрахунки, а потім запускати її на виконання. Натомість досить просто вводити математичні вирази за допомогою вбудованого редактора формул, причому у вигляді, максимально наближеному до загальноприйнятого, і тут же одержувати результат.

До складу MathCAD входять декілька інтегрованих між собою компонентів - це могутній текстовий редактор для введення і редагування як тексту, так і формул, обчислювальний процесор - для проведення розрахунків згідно введеним формулам і символічний процесор, що є, по суті, системою штучного інтелекту. Поєднання цих компонентів створює зручне обчислювальне середовище для різноманітних математичних розрахунків і, одночасно, документування результатів роботи.

#### Завдання 4.1

Обчислити значення математичних виразів та функцій за варіантами завдань таблиці 4.1.

Для виконання роботи запустити середовище MathCAD і відкрити наступні панелі інструментів (рис. 4.1).

При виконанні завдання можна також ознайомитися з прикладами довідкової системи, для чого подати команду Help/ Resource Centre/ Quick Sheets/ Arithmetic and Algebra.

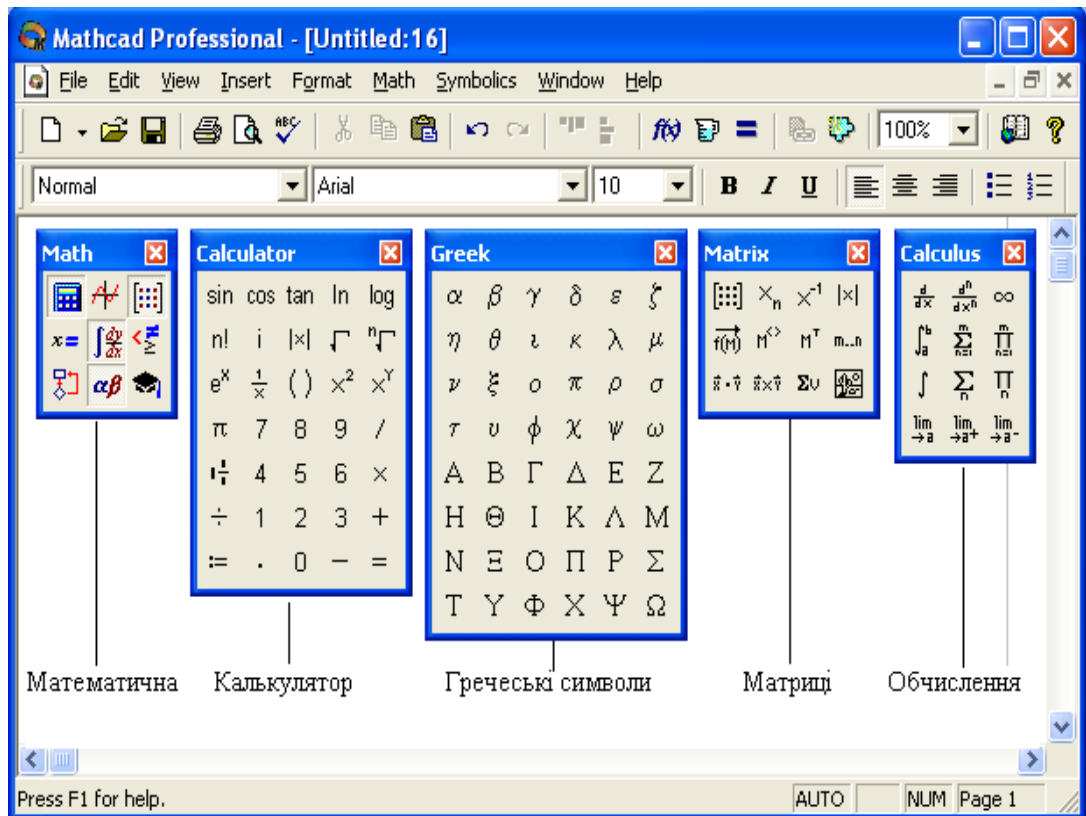


Рис. 4.1. Відкриті панелі математичних інструментів

### Рекомендована література

1 Васильєва Л.В., Гончаров О.А., Коновалов В.А., Соловйова Н.А. Чисельні методи розв'язання інженерних задач в пакеті MathCAD.– Курс лекцій та індивідуальні завдання: Навч. посібник з дисципліни «Інформатика» для студентів вищих навчальних закладів. – Краматорськ: ДДМА, 2006. – 108 с.

### Контрольні питання

1. Для яких цілей використовується математичний редактор MathCAD?
2. Які види математичних операцій можна виконувати в MathCAD?
3. Чи дозволяє середовище MathCAD будувати графічні залежності?

Таблиця 4.1 Особливості опису даних у середовищі MathCAD

Математичний вигляд	Середовище MathCad												
$\left(\frac{3.2 \cdot 17.1}{12.1 - 5.3} - \frac{5.8}{2.3}\right) \cdot 2 + (7.6 - 2.3) \cdot \frac{12.52}{0.064} =$	$\left[\left(\frac{3.2 \cdot 17.1}{12.1 - 5.3}\right) - \frac{5.8}{2.3}\right] \cdot 2 + (7.6 - 2.3) \cdot \frac{12.52}{0.064} = 1.048 \times 10^3$												
$\frac{\log_5 x}{\log_2 x - \log_3 x}$ <p>при <math>x=1.2</math></p>	$x := 1.2$ $\frac{\log(5, x)}{\log(2, x) - \log(3, x)} = -3.969$												
$\alpha = 1 - \frac{\arccos^2(\lambda)}{\sqrt{1 - a^2 + b^2}}$ <p>при <math>a=10.5</math> <math>b=0.2</math> <math>\lambda=1.3</math></p>	$a := 0.5 \quad b := 10.2 \quad \lambda := 1.3$ $\alpha := 1 - \frac{\arccos(\lambda)^2}{\sqrt{1 - a^2 + b^2}} \quad \alpha = 1.056$												
$y = \ln\left(\frac{x^2}{\sqrt[3]{\cos^2(x)}}\right)$ <p>при <math>x \in [1; 3]</math>, <math>\Delta x = 0.5</math></p>	$x := 1, 1.5..3$ $y(x) := \ln\left(\frac{x^2}{\sqrt[3]{\cos(x)^2}}\right)$ <table border="1" style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <tr><td>x =</td></tr> <tr><td>1</td></tr> <tr><td>1.5</td></tr> <tr><td>2</td></tr> <tr><td>2.5</td></tr> <tr><td>3</td></tr> </table> <table border="1" style="display: inline-table;"> <tr><td>y(x) =</td></tr> <tr><td>0.41</td></tr> <tr><td>2.577</td></tr> <tr><td>1.971</td></tr> <tr><td>1.98</td></tr> <tr><td>2.204</td></tr> </table>	x =	1	1.5	2	2.5	3	y(x) =	0.41	2.577	1.971	1.98	2.204
x =													
1													
1.5													
2													
2.5													
3													
y(x) =													
0.41													
2.577													
1.971													
1.98													
2.204													
$z_i = x_i \cdot \lg(x_i)$ <p>при <math>x_0=0.1</math> <math>i \in [1; 15]</math>, <math>\Delta x = 2.5</math></p>	$x_0 := 0.1 \quad \Delta x := 2.5 \quad i := 1..5 \quad x_i := x_0 + i \cdot \Delta x$ $z_i := x_i \cdot \log(x_i) \quad x_i =$ <table border="1" style="display: inline-table; margin-right: 20px;"> <tr><td>2.6</td></tr> <tr><td>5.1</td></tr> <tr><td>7.6</td></tr> <tr><td>10.1</td></tr> <tr><td>12.6</td></tr> </table> $z_i =$ <table border="1" style="display: inline-table;"> <tr><td>1.079</td></tr> <tr><td>3.609</td></tr> <tr><td>6.694</td></tr> <tr><td>10.144</td></tr> <tr><td>13.865</td></tr> </table>	2.6	5.1	7.6	10.1	12.6	1.079	3.609	6.694	10.144	13.865		
2.6													
5.1													
7.6													
10.1													
12.6													
1.079													
3.609													
6.694													
10.144													
13.865													
$S = \sum_1^4 \sqrt[3]{\sin^2(2x)}$ <p>при <math>x_0=3.25</math> <math>\Delta x=2.1</math></p>	$x_0 := 3.25 \quad \Delta x := 2.1 \quad i := 1..4 \quad x_i := x_0 + i \cdot \Delta x$ $S := \sum_{i=1}^4 \sqrt[3]{\cos(2 \cdot x_i)^2} \quad S = 2.606$												

## Практична робота №5

### МАТЕМАТИЧНИЙ ПАКЕТ MATHCAD. ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІЙ. ПОБУДОВА ГРАФІКІВ

**Мета роботи:** надати здобувачам навички використання функцій та побудови графіків інструментами MathCAD.

**Обладнання:** персональні комп'ютери, пакет прикладних програм *MathCAD*.

#### Теоретичні відомості

Система MathCAD має розвинені засоби побудови графіків різного ступеня складності. Крім математичних конструкцій та текстових зон у будь-яке місце документа MathCAD можна помістити графічну зону. Після активізації іконки `X-Y Plot` у робочому полі документа генерується макет графічної області у вигляді прямокутної рамки з двома показниками, розташованими так, як показано на рис. 5.1.

Графічна зона *активізована*, якщо курсор розташований в її межах. Активізована графічна зона доступна для редагування та форматування. Щоб створити двовимірний графік, необхідно і достатньо замість показників увести ті упорядковані змінні, значення яких застосовуються для побудови графіка.

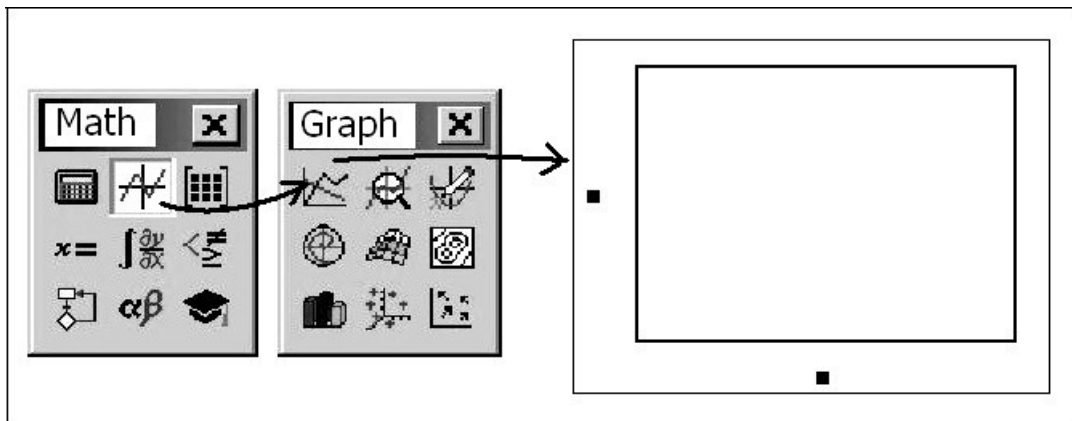


Рис. 5.1. Порядок створення графічної зони `X-Y Plot`

Найпростіший спосіб створення графічної інформації – це побудова графіка функції. При цьому замість показника, що відповідає осі абсцис, потрібно вказати ім'я незалежної змінної. Відповідно замість показника на осі ординат треба вказати вираз для функціональної залежності. Можна будувати графіки функцій, заданих в явному вигляді або параметрично, використовуючи Декартові або полярні координати.

**Приклад 5.1.** Побудувати графік функції:  $y = 2 \cdot \cos^2(2x) \cdot \sin(x/6)$  при зміні параметра  $x$  від  $-4\pi$  до  $+4\pi$  з кроком  $0,5$ .



### Порядок виконання.

Для розрахунку і виведення кількості опорних точок  $N$  слід записати (рис. 5.2):

$$N := \frac{(X_{\max} - X_{\min})}{dx} \quad N = 16$$

Далі слід визначити параметр циклу, який буде змінювати своє значення від  $0$  до  $16$  з кроком  $1$ . Для цього у *MathCAD* запишемо:

$$n := 0..N$$

Нагадаємо, що у *MathCAD* для визначення параметру циклу введення горизонтальної двокрапки відбувається введенням одного символу „;”.

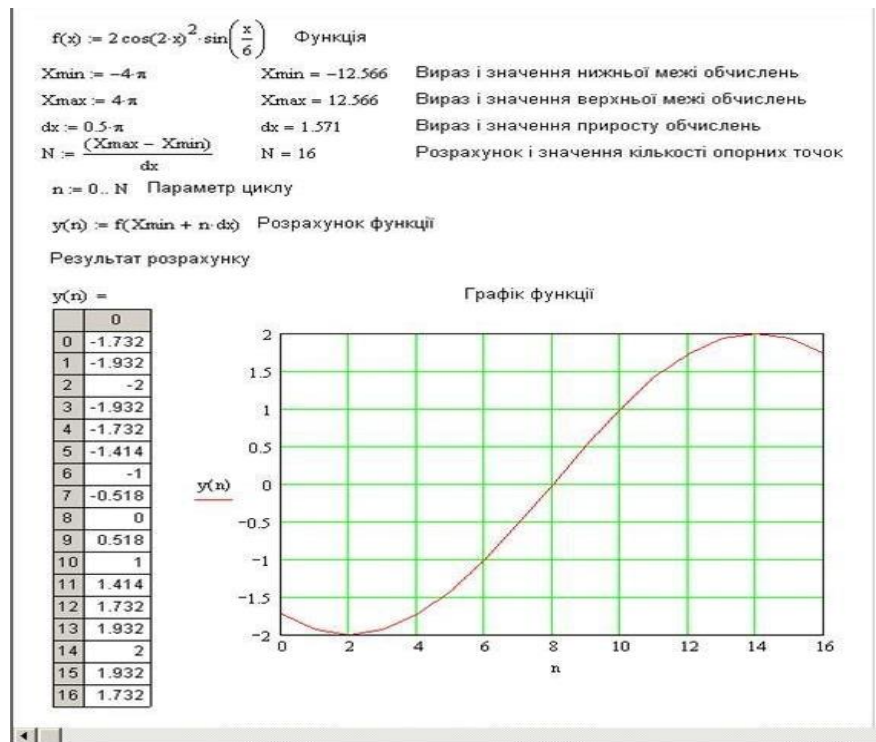


Рис. 5.2. Побудова графіка

Для визначення функції циклічного розрахунку запишемо:

$$y(n) := f(X_{\min} + n \cdot dx)$$

Для виведення табличного результату функції циклічного розрахунку слід записати:

$$y(n) =$$

На екрані з'явиться вертикальна таблиця зі значеннями функції.

Для створення двовимірного графіку функції необхідно спочатку створити графік (команда меню „**Вставка / Графік / Точка X-Y**”) і зв'язати його основні параметри із параметрами моделі.

В якості абсциси графіка (рис. 5.2) слід вказати параметр циклу  $n$ , а мінімальним й максимальним значенням вказати  $0$  і  $16$ , відповідно. Ординатою графіка буде функція циклічного розрахунку  $y(n)$ , граничні значення якої

визначаються автоматично або можуть бути введені вручну.

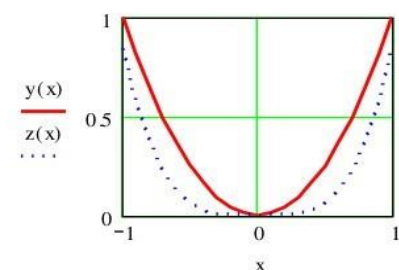
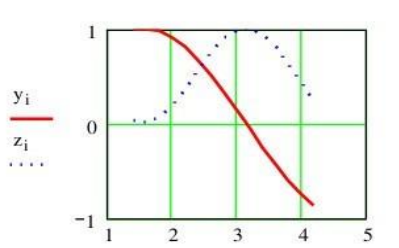
Параметри форматування графіка:

- а) допоміжні лінії (на рис. 5.2 вони зеленого кольору);
- б) нумерація (числа на осях);
- в) автомасштаб (відповідно до діапазону зміни аргументу і функції);
- г) розмір сітки (кількість допоміжних ліній, на рис. 5.2 їх 8)

Для використання функцій (табл. 5.1) у математичному пакеті MathCAD можна скористатись командою «Вставка/Функція». Функції, які на думку розробників програми використовуються часто, розміщені в інструменті «Калькулятор» (див. рис. 5.1), який активізується за допомогою відповідної кнопки інструмента.

**Завдання 5.1.** Обчислити значення функцій (табл. 5.2).

Таблиця 5.1. Приклади побудови графіків функцій

Математичний вигляд	Середовище MathCad
$x \in [-1; 1], \Delta x = 0.1$ $y = x^2$ $z = x^3 \cdot \sin(x)$	<p>Графіки функцій від ранжированої змінної</p> $x := -1, -0.9..1 \quad y(x) := x^2 \quad z(x) := x^3 \cdot \sin(x)$ 
$y_i = \sin(x_i)$ $z_i = \cos(x_i)^2$ при $x_0 = 1.2, \Delta x = 0.2$ $i \in [1; 15]$	<p>Графіки функцій від змінної-вектор</p> $x_0 := 1.2 \quad \Delta x := 0.2 \quad i := 1..15$ $x_i := x_0 + i \cdot \Delta x$ $y_i := \sin(x_i) \quad z_i := \cos(x_i)^2$ 

Таблиця 5.2. Варіанти індивідуальних завдань

№ вар.	Виконати дії	
	1. Обчислити значення функції	2. Розрахувати значення функцій від ранжированих змінних та векторів
1	$\log_5 x =$ $x^3 \cdot \sin^2(x) =$ $x=10.5$	$y = x^2 \cdot \frac{\sqrt[3]{x^2}}{\operatorname{tg}(x)}$ $x \in [1; 5], \Delta x = 0.25$ $z_i = x_i \cdot \lg(x_i)$ $x_0 = 2 \quad i \in [1; 20], \Delta x = 0.5$
2	$\frac{\log_5 x}{\log_3 x} =$ $\frac{\ln(x)}{\operatorname{tg}^2(x)} =$ $x = 1.5$	$y = \sin(x) \cdot \frac{x^2}{\sqrt{\ln^2(x)}}$ $x \in [1.1; 7], \Delta x = 0.5$ $z_i = x_i \cdot \lg(x_i)$ $x_0 = 1.1 \quad i \in [1; 15], \Delta x = 1.5$
3	$\log_5 x - \log_3 x =$ $\operatorname{arctg}(x) - \ln^2(x) = x = 0.5$	$y = \cos\left(\frac{\sqrt[3]{x^2}}{\operatorname{tg}(x)}\right)$ $x \in [3; 3], \Delta x = 0.5$ $z_i = x_i \cdot \lg(x_i)$ $x_0 = 9 \quad i \in [1; 2], \Delta x = 0.2$
4	$\log_5 x \cdot \log_4 x =$ $\frac{\operatorname{ctg}(x)}{\ln^2(x)} =$ $x = 4.5$	$y = \sin(x) \cdot \lg x$ $x \in [1; 2.5], \Delta x = 0.2$ $z_i = x_i \cdot \lg(x_i)$ $x_0 = 2 \quad i \in [1; 20], \Delta x = 0.5$
5	$\frac{\log_5 x}{\log_2 x - \log_3 x} =$ $\sin^2(x) - \operatorname{tg}^3(x) =$ $x = 2.5$	$y = \ln\left(\frac{x^2}{\sqrt{\cos^2(x)}}\right)$ $x \in [1; 4], \Delta x = 0.5$ $z_i = x_i \cdot \lg(x_i)$ $x_0 = 0.1 \quad i \in [1; 15], \Delta x = 2.5$
6	$\frac{\log_5 x}{\log_3 x - \log_2 x} = \frac{\sqrt[3]{\log_2 x}}{\ln^3(x)} =$ $x = 7.5$	$y = \operatorname{tg}(x) \cdot \frac{\cos^2(x)}{\sqrt{\ln^2(x)}}$ $x \in [1.1; 5], \Delta x = 0.25$ $z_i = x \cdot \cos(x_i)$ $x_0 = 1.1 \quad i \in [3; 15], \Delta x = 2.5$
7	$\frac{\log_5 x + \log_3 x}{\log_2 x} =$ $\frac{\sin^2(x) + \cos^3(x)}{\ln(x)} =$ $x = 1.9$	$y = \operatorname{tg}(x) \cdot \frac{\operatorname{ctg}^2(x)}{\sqrt{\sin^2(x)}}$ $x \in [1; 3], \Delta x = 0.25$ $z_i = 2x \cdot \cos(x_i)$ $x_0 = 0.1 \quad i \in [1; 5], \Delta x = 0.5$
8	$(\log_5 x - \log_2 x)^2 =$ $\frac{\ln^2(x)}{\sqrt{1 + \arccos^2(x)}} =$ $x = 8.5$	$y = 2x \cdot \frac{\sin^2(x)}{\sqrt{\ln^2(x)}}$ $x \in [1.1; 13], \Delta x = 2.25$ $z_i = 2x \cdot \operatorname{ctg}(x_i)$ $x_0 = 2.1 \quad i \in [1; 25], \Delta x = 2.5$

**Завдання 5.2.** Побудувати графіки функцій за даними в табл. 5.3: а) від ранжируваних змінних; б) від індексних змінних (векторів)  
Оформити звіт.

Таблиця 5.3. Початкові дані для побудови графіків функцій

№ вар.	Ранжирувані змінні	Змінні-вектори	Функція у	Функція z
1	$x \in [1;7],$ $\Delta x = 0.25$	$x_0 = 0.5,$ $\Delta x = 0.2$ $i \in [0;12]$	$y = x/\cos(x)$	$z = x^3 \cdot \sin(x)$
2	$x \in [-2;5],$ $\Delta x = 0.5$	$x_0 = 1.5,$ $\Delta x = 0.3$ $i \in [1;12]$	$y = \frac{\sqrt{x}}{\operatorname{tg}(x)}$	$z = \frac{x^2}{\sin(x)}$
3	$x \in [4;9],$ $\Delta x = 0.25$	$x_0 = 5,$ $\Delta x = 0.3$ $i \in [0;12]$	$y = \sin(x) \cdot \frac{\operatorname{arctg}(x)}{\sqrt{\cos^3(x)}}$	$z = \sqrt[3]{x} \cdot \frac{x}{\sqrt{\sin^3(x)}}$
4	$x \in [1;9],$ $\Delta x = 0.25$	$x_0 = 1.5,$ $\Delta x = 0.3$ $i \in [1;21]$	$y = x^3 \cdot \frac{\cos^2 x}{\sqrt{\ln^3 x}}$	$z = x^2 \cdot \sin^3 x$
5	$x \in [0.5;1],$ $\Delta x = 0.005$	$x_0 = 0.5,$ $\Delta x = 0.1$ $i \in [1;25]$	$y = \arccos(x) \cdot \frac{\sqrt[3]{x^2}}{\operatorname{tg}^3(x)}$	$z = \operatorname{tg}(x) \cdot \frac{\sin^2(x)}{\sqrt{\arcsin^3(x)}}$
6	$x \in [1.8;6],$ $\Delta x = 0.2$	$x_0 = 1,$ $\Delta x = 0.1$ $i \in [1;25]$	$y = \cos\left(\frac{\sqrt[3]{x^2}}{\operatorname{tg}(x)}\right)$	$z = \sin(x) \cdot \frac{x^2}{\sqrt[3]{\ln^2(x)}}$
7	$x \in [0.1;1.2],$ $\Delta x = 0.05$	$x_0 = -0.4,$ $\Delta x = 0.1$ $i \in [0;8]$	$y = \sin(x) \cdot \frac{\operatorname{arctg}^2(x)}{\sqrt{\cos^3(x)}}$	$z = \sqrt[3]{x} \cdot \frac{x}{\sqrt{\sin^3(x)}}$
8	$x \in [1.1;6],$ $\Delta x = 0.05$	$x_0 = 1,$ $\Delta x = 0.1$ $i \in [1;18]$	$y = \operatorname{tg}(x) \cdot \frac{\cos^2(x)}{\sqrt{\ln^3(x)}}$	$z = 2x \cdot \frac{\sin^2(x)}{\sqrt{\ln^{1.8}(x)}}$
9	$x \in [0.5;6],$ $\Delta x = 0.2$	$x_0 = 1.2,$ $\Delta x = 0.1$ $i \in [1;18]$	$y = \cos\left(\frac{\sqrt[3]{x^2}}{\operatorname{tg}(x)}\right)$	$z = \ln\left(\frac{x^2}{\sqrt[3]{\cos^2(x)}}$
10	$x \in [0.7;6],$ $\Delta x = 0.08$	$x_0 = 1.5,$ $\Delta x = 0.1$ $i \in [1;20]$	$y = \sin(x) \cdot \lg^3 x$	$z = x^2 \cdot \frac{\sqrt[3]{x^2}}{\operatorname{tg}(x)}$

### Контрольні питання

1. Види діаграм та графіків у середовищі MathCAD. 2. Послідовність побудови графіка функції. 3. Як у графічній області побудувати графіки двох функцій одночасно? 4. Як у графічній області відобразити лінії сітки заданої густини? 5. Як змінити колір та тип лінії графіка?

## Практична робота №6

### РОБОТА У СЕРЕДОВИЩІ MATHCAD. ВЕКТОРНІ ТА МАТРИЧНІ ОПЕРАЦІЇ





**Мета роботи:** надати здобувачам навички роботи з векторними та матричними операціями інструментами MathCAD.


**Обладнання:** персональні комп'ютери, пакет прикладних програм *MathCAD*.


#### Теоретичні відомості


Прямокутна таблиця з  $m$  рядків і  $n$  стовпців, складена з виразів  $a_{ik}$ , де  $i = 1..m$ , а  $k = 1..n$ , називається матрицею розміру  $m \times n$ . Вирази  $a_{ik}$  – елементи матриці. Положення елемента в таблиці характеризується подвійним індексом: перший індекс означає номер рядка, другий – номер стовпця. Елементами матриці є, як правило, числа, але іноді й інші математичні об'єкти, наприклад: вектори і навіть матриці.

Основні операції з матрицями:



Додавання , віднімання , ділення , скалярне множення  вибираються на панелі **Calculator Toolbar / Арифметичні інструменти** або вводяться з використанням клавіатури;

$|M|$  – пошук визначника матриці, вибирається на панелі **Vector and Matrix Toolbar – Determinant / Векторні і матричні операції – Обчислення визначника** (кнопка );

$M^T$  – транспонування матриці, вибирається на панелі **Vector and Matrix Toolbar – Matrix Transpose / Векторні і матричні операції – Транспонування матриці** (кнопка );

$M^{-1}$  – пошук матриці, оберненої до матриці  $M$ , вибирається на панелі **Vector and Matrix Toolbar – Inverse / Векторні і матричні операції – Інверсія** (кнопка ).

Опис дій з матрицями:


1. Задання матриці або вектора здійснює пункт меню **View – Toolbars – Matrix / Вид – Панелі інструментів – Матриця** (кнопка ) або сполученням клавіш **Ctrl + M**, або використовуючи піктограму  на панелі **Matrix or Vector / Векторні й матричні операції**. У вікні, що з'явилося, задають кількість рядків (**Rows**) і стовпців (**Columns**), після чого на екран виводиться шаблон матриці. Активуючи лівою кнопкою миші позиції вводу, заповнюють їх. Наприклад:

$$M := \begin{pmatrix} -6 & 8 & 0 \\ 1 & -3 & 2 \\ 0 & 2 & -3 \end{pmatrix}$$


Вектор може бути заданий рядком або стовпцем.

2. Для обчислення визначника матриці необхідно відкрити піктограму


**Vector and Matrix Toolbar / Векторні й матричні операції**, вибрати кнопку

; у шаблоні, що з'явився, задати ім'я матричної змінної (наприклад, **M**), вираз **M** охопити синьою напіврамкою, натиснути знак рівності. Наприклад:

$$M := \begin{pmatrix} -6 & 8 & 0 \\ 1 & -3 & 2 \\ 0 & 2 & -3 \end{pmatrix} \quad |M| = -6$$

3. Для одержання транспонованої матриці необхідно вибрати з палітри кнопку . Усі інші дії аналогічні до п. 2. Наприклад:

$$A7 := \begin{pmatrix} 5 & -4 & 3 \\ 7 & 1 & -2 \\ 0 & 3 & -1 \end{pmatrix} \quad A7^T = \begin{pmatrix} 5 & 7 & 0 \\ -4 & 1 & 3 \\ 3 & -2 & -1 \end{pmatrix}$$

4. Для пошуку зворотної матриці необхідно задати ім'я матричної змінної і вибрати з палітри кнопку . Результатом буде матриця, обернена до матриці **A**.

$$A := \begin{pmatrix} 4 & 1 & -3 \\ 1 & 1 & -1 \\ 8 & 3 & -6 \end{pmatrix} \quad A^{-1} = \begin{pmatrix} -3 & -3 & 2 \\ -2 & 0 & 1 \\ -5 & -4 & 3 \end{pmatrix}$$

5. Для обчислення добутку матриці на **X** (під **X** мається на увазі число, стовпець чи матриця) необхідно після явного задавання матриці набрати знак множення, сам елемент **X** та знак рівності:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot 2 = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} \quad \begin{pmatrix} 5 & -4 & 3 \\ 7 & 1 & -2 \\ 0 & 3 & -1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0 & -2 & 1 \\ 3 & -5 & 0 \\ -4 & -1 & 3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -24 & 7 & 14 \\ 11 & -17 & 1 \\ 13 & -14 & -3 \end{pmatrix}$$

6. Для обчислення суми (різниці) матриць однакового розміру необхідно визначити матрицю, потім набрати знак + чи -, визначити наступний доданок (від'ємник), набрати знак рівності:

$$\begin{pmatrix} -24 & 7 & 14 \\ 11 & -17 & 1 \\ 13 & -14 & -3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -22 & 7 & 14 \\ 11 & -15 & 1 \\ 13 & -14 & -1 \end{pmatrix}$$

Замість явного вигляду матриці може використовуватися (задаватися) ім'я матричної змінної:

$$C2 = \begin{pmatrix} -24 & 7 & 14 \\ 11 & -17 & 1 \\ 13 & -14 & -3 \end{pmatrix} \quad C3 = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \end{pmatrix} \quad C2 + C3 = \begin{pmatrix} -22 & 7 & 14 \\ 11 & -15 & 1 \\ 13 & -14 & -1 \end{pmatrix}$$

### Завдання 6.1.

Виконати операції над матрицями за варіантами індивідуальних завдань.

#### Рекомендована література

Васильєва Л.В., Гончаров О.А., Коновалов В.А., Соловйова Н.А. Чисельні методи розв'язання інженерних задач в пакеті MathCAD. Курс лекцій та індивідуальні завдання: Навч. посібник з дисципліни «Інформатика» для студентів вищих навчальних закладів. – Краматорськ: ДДМА, 2006. – 108 с.

#### Варіанти індивідуальних завдань

$$1. A = \begin{pmatrix} 7 & -3 & 2 \\ 0 & 4 & -1 \\ -2 & 3 & 1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} -3 & 4 & 2 \\ 0 & -1 & 3 \\ 1 & 5 & 0 \end{pmatrix}.$$

$$2. A = \begin{pmatrix} -4 & 1 & 3 \\ -8 & 2 & -1 \\ 3 & 0 & 2 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 3 & -1 \\ 8 & 0 & 9 \\ -3 & 1 & 2 \end{pmatrix}.$$

$$3. A = \begin{pmatrix} -5 & 1 & 4 \\ 3 & 3 & 1 \\ -2 & 5 & 6 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 4 & -1 & 2 \\ 7 & 4 & 0 \\ -1 & 3 & 5 \end{pmatrix}.$$

$$4. A = \begin{pmatrix} 2 & -3 & 4 \\ 5 & 0 & -5 \\ 7 & 1 & -1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 1 & -3 & 2 \\ 4 & 2 & 0 \\ 0 & 3 & 5 \end{pmatrix}.$$

$$5. A = \begin{pmatrix} 2 & -3 & 4 \\ 8 & 0 & -1 \\ 1 & 7 & 5 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} -1 & 4 & -5 \\ -7 & 3 & 1 \\ 5 & 2 & 4 \end{pmatrix}.$$

$$6. A = \begin{pmatrix} 5 & -9 & 0 \\ 1 & 2 & -3 \\ 0 & -2 & 1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} -4 & 0 & 7 \\ 5 & 2 & -3 \\ 6 & 1 & -1 \end{pmatrix}.$$

$$7. A = \begin{pmatrix} 5 & -4 & 3 \\ 7 & 1 & -2 \\ 0 & 3 & -1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 0 & -2 & 1 \\ 3 & -5 & 0 \\ -4 & -1 & 3 \end{pmatrix}.$$

$$8. A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & -2 \\ 0 & -7 & 5 \\ -3 & 2 & 1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 3 & 0 & -2 \\ -5 & 1 & 7 \\ 0 & -3 & -1 \end{pmatrix}.$$

$$9. A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & -2 \\ -2 & 0 & 5 \\ 4 & -1 & 3 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -3 \\ 0 & 3 & 2 \\ -3 & 4 & -5 \end{pmatrix}.$$

$$10. A = \begin{pmatrix} 3 & 0 & -4 \\ 5 & 3 & -1 \\ -6 & 7 & 1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 7 & 1 & -2 \\ -3 & 0 & 4 \\ 0 & -5 & 3 \end{pmatrix}.$$

$$11. A = \begin{pmatrix} 0 & -8 & 3 \\ -1 & 4 & 7 \\ 2 & -5 & 1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} -3 & 4 & 5 \\ 0 & 2 & 3 \\ -5 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

$$12. A = \begin{pmatrix} -2 & 1 & 3 \\ 0 & -3 & 4 \\ -1 & 3 & 2 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 0 & -3 \\ 1 & 5 & 6 \\ 7 & -6 & 4 \end{pmatrix}.$$

$$13. A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -5 \\ 0 & 4 & 7 \\ -8 & 3 & 2 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 8 & -9 \\ 2 & 1 & 3 \\ -5 & 4 & 1 \end{pmatrix}.$$

$$14. A = \begin{pmatrix} -1 & 7 & 9 \\ 2 & 0 & 5 \\ 3 & -6 & -8 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 3 & -3 & 1 \\ 2 & 4 & 9 \\ -7 & 5 & 3 \end{pmatrix}.$$

$$15. A = \begin{pmatrix} 7 & -8 & 3 \\ 1 & 0 & -2 \\ -3 & 5 & 3 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} -5 & 4 & 0 \\ 7 & -3 & 1 \\ -1 & -6 & -2 \end{pmatrix}.$$

$$16. A = \begin{pmatrix} -2 & 4 & 7 \\ 1 & 0 & -8 \\ 3 & -5 & -1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 3 & -6 \\ -1 & 4 & 5 \\ 8 & -5 & 3 \end{pmatrix}.$$

$$17. A = \begin{pmatrix} 7 & 1 & 0 \\ -2 & 4 & 3 \\ -1 & -5 & 2 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} -5 & 2 & -3 \\ 1 & -8 & 4 \\ 0 & 2 & -3 \end{pmatrix}.$$



$$18. A = \begin{pmatrix} -2 & 3 & 4 \\ 5 & -7 & 8 \\ 0 & 4 & 1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 7 & 5 & 0 \\ 9 & 1 & -2 \\ -1 & 3 & 5 \end{pmatrix}.$$

$$19. A = \begin{pmatrix} -1 & 3 & 4 \\ 5 & -4 & 0 \\ -3 & 5 & 6 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 3 & -2 & 0 \\ -1 & 8 & 3 \\ 4 & 0 & -2 \end{pmatrix}.$$

$$20. A = \begin{pmatrix} 2 & -3 & 0 \\ 5 & -7 & 1 \\ 3 & 0 & -6 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 3 & -5 \\ 1 & 6 & 2 \\ -3 & 4 & -1 \end{pmatrix}.$$

$$21. A = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 4 \\ -2 & 1 & -3 \\ 6 & 0 & 5 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} -5 & 4 & 0 \\ 1 & 2 & -3 \\ -1 & 4 & 6 \end{pmatrix}.$$

$$22. A = \begin{pmatrix} -2 & 4 & 7 \\ 1 & 0 & -8 \\ 3 & -5 & -1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 3 & -6 \\ -1 & 4 & 5 \\ 8 & -5 & 3 \end{pmatrix}.$$

$$23. A = \begin{pmatrix} 2 & -3 & 5 \\ 6 & 7 & -1 \\ 0 & 2 & 3 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 0 & -8 & 7 \\ 4 & 1 & 5 \\ -1 & 2 & 3 \end{pmatrix}.$$

$$24. A = \begin{pmatrix} -3 & 2 & 1 \\ -1 & 5 & -4 \\ 3 & 8 & 6 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 3 & -5 \\ 0 & 1 & 2 \\ -3 & 5 & 6 \end{pmatrix}.$$

$$25. A = \begin{pmatrix} 3 & -2 & 4 \\ 0 & 5 & 7 \\ 8 & -3 & 1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} -2 & 1 & 3 \\ 3 & 2 & -5 \\ 0 & 4 & 7 \end{pmatrix}.$$

$$26. A = \begin{pmatrix} 8 & -3 & 1 \\ -1 & 4 & -5 \\ 0 & -6 & 2 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} -3 & 9 & -1 \\ 4 & -5 & 1 \\ 3 & 0 & -2 \end{pmatrix}.$$

$$27. A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & -5 \\ 0 & 4 & 7 \\ -8 & 3 & 2 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 0 & 8 & -9 \\ 2 & 1 & 3 \\ -5 & 4 & -1 \end{pmatrix}.$$

$$28. A = \begin{pmatrix} -2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 0 \\ -3 & 5 & -7 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 0 & -3 \\ -1 & 3 & 4 \\ 5 & -6 & 8 \end{pmatrix}.$$

$$29. A = \begin{pmatrix} 7 & -3 & 2 \\ 0 & 4 & -1 \\ -2 & 3 & 1 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} -3 & 4 & 2 \\ 0 & -1 & 3 \\ 1 & 5 & 0 \end{pmatrix}.$$

$$30. A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 4 \\ 2 & -1 & -3 \\ -3 & 2 & 0 \end{pmatrix}; \quad B = \begin{pmatrix} 0 & -2 & -3 \\ 4 & 1 & -1 \\ 0 & 6 & -5 \end{pmatrix}.$$

### Контрольні питання

1. Як в MathCAD задати матрицю?
2. Які основні операції з матрицями Ви знаєте?
3. Які дії з матрицями можна виконати в MathCAD?
4. Як обчислити добуток матриці на X?
5. Як в MathCAD одержати транспоновану матрицю?
6. Як в MathCAD обчислити суму (різницю) матриць однакового розміру?



2. Аналогічно задати матрицю вільних членів **B**:

$$B := \begin{pmatrix} 9 \\ -2 \\ 12 \end{pmatrix}$$

3. Обчислити числове значення визначника матриці. Якщо він відмінний від нуля, продовжити розв'язання, в іншому випадку вказати, що система рівнянь не має розв'язків:

$$|A| = 1$$

4. Обчислити матрицю, обернену до матриці **A**:

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} -3 & -3 & 2 \\ -2 & 0 & 1 \\ -5 & -4 & 3 \end{pmatrix}$$

5. Задати формулу для обчислення матриці змінних множенням оберненої матриці  $A^{-1}$  на матрицю вільних членів. Одержати відповідь, обчисливши числові значення матриці змінних:

$$X := A^{-1} \cdot B \quad X = \begin{pmatrix} 3 \\ -6 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Перевірка:

$$A \cdot X = \begin{pmatrix} 9 \\ -2 \\ 12 \end{pmatrix}$$

таким чином, отримали вектор **B**.

*Висновок:* знайдено вірне розв'язання системи рівнянь.

### **Завдання 7.1**

Розв'язати систему лінійних рівнянь за варіантами індивідуальних завдань.

### **Рекомендована література**

1 Васильєва Л.В., Гончаров О.А., Коновалов В.А., Соловійова Н.А. Чисельні методи розв'язання інженерних задач в пакеті MathCAD. Курс лекцій та індивідуальні завдання: Навч. посібник з дисципліни «Інформатика» для студентів вищих навчальних закладів. – Краматорськ: ДДМА, 2006. – 108 с.

2 Швачич Г.Г. Лінійна алгебра в розрахунках середовища Mathcad: Підручник. – Дніпропетровськ: Дніпропетровська академія управління, бізнесу та права (ДАУБП), 2000. – 236 с.

## Варіанти індивідуальних завдань

- |   |  |
|---|--|
| 1. $\begin{cases} 2x_1+x_2+3x_3=7, \\ 2x_1+3x_2+x_3=1, \\ 3x_1+2x_2+x_3=6. \end{cases}$     | 2. $\begin{cases} 2x_1-x_2+2x_3=3, \\ x_1+x_2+2x_3=-4, \\ 4x_1+x_2+4x_3=-3. \end{cases}$     |
| 3. $\begin{cases} 3x_1-x_2+x_3=12, \\ x_1+2x_2+4x_3=6, \\ 5x_1+x_2+2x_3=3. \end{cases}$     | 4. $\begin{cases} 2x_1-x_2+3x_3=-4, \\ x_1+3x_2-x_3=11, \\ x_1-2x_2+2x_3=-7. \end{cases}$    |
| 5. $\begin{cases} 3x_1-2x_2+4x_3=12, \\ 3x_1+4x_2-2x_3=6, \\ 2x_1-x_2-x_3=-9. \end{cases}$  | 6. $\begin{cases} 8x_1+3x_2-6x_3=-4, \\ x_1+x_2-x_3=2, \\ 4x_1+x_2-3x_3=-5. \end{cases}$     |
| 7. $\begin{cases} 4x_1+x_2-3x_3=9, \\ x_1+x_2-x_3=-2, \\ 8x_1+3x_2-6x_3=12. \end{cases}$    | 8. $\begin{cases} 2x_1+3x_2+4x_3=33, \\ 7x_1-5x_2=24, \\ 4x_1+2x_3=39. \end{cases}$          |
| 9. $\begin{cases} 2x_1+3x_2+4x_3=12, \\ 7x_1-5x_2+x_3=-33, \\ 4x_1+x_3=-7. \end{cases}$     | 10. $\begin{cases} x_1+4x_2-x_3=8, \\ 5x_2+4x_3=-20, \\ 3x_1-2x_2+5x_3=-22. \end{cases}$     |
| 11. $\begin{cases} 3x_1-2x_2+4x_3=21, \\ 3x_1+4x_2-2x_3=9, \\ 2x_1-x_2-x_3=10. \end{cases}$ | 12. $\begin{cases} 3x_1-2x_2-5x_3=5, \\ 2x_1+3x_2-4x_3=12, \\ x_1-2x_2+3x_3=-1. \end{cases}$ |
| 13. $\begin{cases} 4x_1+x_2+4x_3=19, \\ 2x_1-x_2+2x_3=11, \\ x_1+x_2+2x_3=8. \end{cases}$   | 14. $\begin{cases} 2x_1-x_2+2x_3=0, \\ 4x_1+2x_2+4x_3=6, \\ x_1+x_2+2x_3=4. \end{cases}$     |
| 15. $\begin{cases} 2x_1-x_2+2x_3=8, \\ x_1+x_2+2x_3=11, \\ 4x_1+x_2+4x_3=22. \end{cases}$   | 16. $\begin{cases} 2x_1-x_2-3x_3=-9, \\ x_1+5x_2+x_3=20, \\ 3x_1+4x_2+2x_3=15. \end{cases}$  |
| 17. $\begin{cases} 2x_1-x_2-3x_3=0, \\ 3x_1+4x_2+2x_3=1, \\ x_1+5x_2+3x_3=-3. \end{cases}$  | 18. $\begin{cases} -3x_1+5x_2+6x_3=-8, \\ 3x_1+x_2+x_3=-4, \\ x_1-4x_2-2x_3=-9. \end{cases}$ |

$$19. \begin{cases} 3x_1+x_2+x_3=-4, \\ -3x_1+5x_2+6x_3=36, \\ x_1-4x_2-2x_3=-19. \end{cases}$$

$$20. \begin{cases} 3x_1-x_2+x_3=-11, \\ 5x_1+x_2+2x_3=8, \\ x_1+2x_2+4x_3=16. \end{cases}$$

$$21. \begin{cases} 3x_1-x_2+x_3=9, \\ 5x_1+x_2+2x_3=11, \\ x_1+2x_2+4x_3=19. \end{cases}$$

$$22. \begin{cases} 2x_1+3x_2+x_3=4, \\ 2x_1+x_2+3x_3=0, \\ 3x_1+2x_2+x_3=1. \end{cases}$$

$$23. \begin{cases} 2x_1+3x_2+x_3=12, \\ 2x_1+x_2+x_3=16, \\ 3x_1+2x_2+x_3=8. \end{cases}$$

$$24. \begin{cases} x_1-2x_2+3x_3=14, \\ 2x_1+3x_2-4x_3=-16, \\ 3x_1-2x_2-5x_3=-8. \end{cases}$$

$$25. \begin{cases} 3x_1+4x_2-2x_3=11, \\ 2x_1-x_2-x_3=4, \\ 3x_1-2x_2+4x_3=11. \end{cases}$$

$$26. \begin{cases} x_1+5x_2-6x_3=-15, \\ 3x_1+x_2+4x_3=13, \\ 2x_1-3x_2+x_3=9. \end{cases}$$

$$27. \begin{cases} 4x_1-x_2=-6, \\ 3x_1+2x_2+5x_3=-14, \\ x_1-3x_2+4x_3=-19. \end{cases}$$

$$28. \begin{cases} 5x_1+2x_2-4x_3=-16, \\ x_1+3x_3=-6, \\ 2x_1-3x_2+x_3=9. \end{cases}$$

$$29. \begin{cases} x_1+4x_2-x_3=-9, \\ 4x_1-x_2+5x_3=-2, \\ 3x_2-7x_3=-6. \end{cases}$$

$$30. \begin{cases} 7x_1+4x_2-x_3=13, \\ 3x_1+2x_2+3x_3=3, \\ 2x_1-3x_2+x_3=-10. \end{cases}$$

### Контрольні питання

1. Як в MathCAD задати систему лінійних рівнянь у матричній формі?
2. Як обчислити числове значення визначника матриці?

## Практична робота №8

### СТВОРЕННЯ ТАБЛИЦІ ТА ВВЕДЕННЯ ДАНИХ В MICROSOFT EXCEL

**Мета роботи:** Ознайомити здобувачів з поняттям електронної таблиці; навчити завантажувати і зберігати файли в Microsoft Excel. Сформувати навички створення простих таблиць в програмі Microsoft Excel.

**Обладнання:** персональні комп'ютери, пакет прикладних програм *Microsoft Office*.

#### Теоретичні відомості

Електронна таблиця – це програма, що моделює на екрані двовимірну таблицю, яка складається з рядків і стовпців. Основним призначенням електронної таблиці є введення даних до комірок й обробка їх за формулами.

Однією з найзручніших електронних таблиць є програма Microsoft Excel.

*Способи запуску Microsoft Excel:*

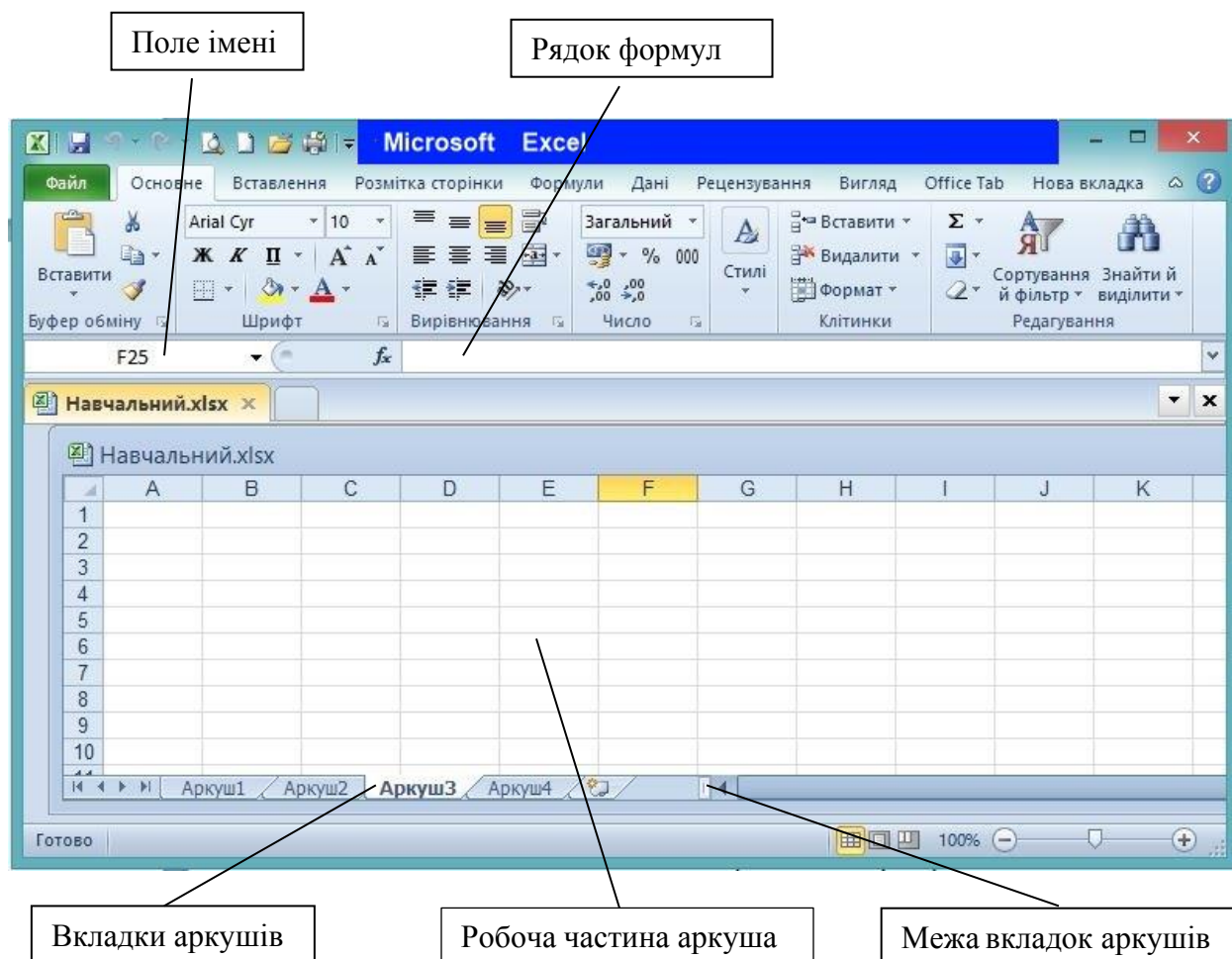
- завантаження програми **Excel** через головне меню;
- клацання по позначці **Excel** на панелі Microsoft Office;
- подвійне клацання по піктограмі **Excel** на робочому столі або клацання правою кнопкою миші по піктограмі **Excel** і потім по опції **Відкрити** з контекстного меню;
- Запуск Excel із вікна **Мій комп'ютер** або **Файловий провідник** (подвійне клацання по позначці файла **Excel.exe**, що звичайно міститься в папці Program Files\Microsoft Office\Office).

*Елементи інтерфейсу*

- **Рядок формул** – це панель у верхній частині вікна Excel, що використовується для введення і редагування змісту комірки. Змістом комірки може бути як постійне значення, так і формула.
- **Поле імені** – це текстове поле ліворуч від рядка формул, у якому відображається ім'я виділеної комірки або елемент діаграми. У цьому полі можна швидко перевизначити ім'я комірки.
- **Робоча частина аркуша** – це графічне зображення електронних таблиць. Робоча частина складається з комірок і заголовків рядків і стовпців.
- **Вкладки аркушів** – елементи, розташовані в нижній частині вікна. Клацання по будь-якій з вкладок відкриває відповідний аркуш робочої книги.
- **Межа вкладок аркушів** – вертикальна риска праворуч від вкладок аркушів, що визначає розмір ділянки вкладок. Потягнувши за цю межу, можна змінити розмір ділянки вкладок.

Кожний документ у Excel називається **Робочою Книгою**. Книга в Excel є файлом, призначеним для збереження й обробки даних. Робоча книга складається з пронумерованих аркушів (**Аркуш1**, **Аркуш2** тощо), розмічених сіткою ліній. Імена аркушів відображаються на вкладках (ярличках) у нижній частині вікна книги над рядком стану. Працюючи з книгою, можна переходити

з одного аркуша на інший, клацнувши мишею по ярличку потрібного аркуша.



Аркуш, що у даний момент відкритий у вікні Excel, називається активним. Робочий аркуш являє собою сукупність рядків і стовпців, які, у свою чергу і складаються з комірок. **Комірка** – це мінімальний елемент електронної таблиці. Комірка має адресу, яка складається з імені стовпця і імені рядка, на перехресті яких розташована дана комірка. До комірки може вводиться різна інформація, що відображається у вигляді тексту або числа.

#### *Внесення даних*

Для введення інформації потрібно клацнути по комірці мишею. Комірка при цьому буде виділена, тобто обведена жирною рамкою, а в правому нижньому куті рамки з'явиться маленький квадратик – маркер заповнення. Виділена комірка називається поточною або активною. Заголовки рядка і стовпця, на перехресті яких розташована активна комірка, виділяються напівжирним шрифтом. Адреса поточної комірки відображається в полі імені.

Чимало операцій в Excel можна виконувати не тільки над окремими, а й над багатьма комірками. До таких операцій належать копіювання і переміщення даних, форматування комірок, обробка даних різних комірок чи однією формулою (наприклад, додавання або знаходження максимального значення).

Сукупність комірок електронної таблиці називається діапазоном. Найчастіше на практиці доводиться працювати з прямокутними діапазонами. Щоб активізувати прямокутний діапазон, треба клацнути лівою кнопкою миші по будь-



якій кутовій комірці діапазону і, не відпускаючи кнопки, протягнути покажчик до іншої кутової комірки, розташованої по діагоналі прямокутника. Виділений прямокутний діапазон буде обведений жирною рамкою, що містить маркер заповнення. Можливі два варіанти введення даних із клавіатури: введення безпосередньо до комірки і введення в рядок формул.

Для введення безпосередньо до комірки треба клацнути по потрібній комірці мишею і почати введення з клавіатури. Після завершення введення натиснути клавішу **Enter** або клавішу керування курсором (або клацнути мишею поза активною коміркою).

Для введення в рядок формул треба клацнути мишею по потрібній комірці, а потім клацнути у текстовому полі по рядку формул. Набрати необхідні дані і натиснути клавішу **Enter**.

Якщо зроблено помилковий запис, але курсор ще залишається в активній комірці або у рядку формул, то можна просто натиснути клавішу **Esc** або кнопку **Відмінити** на панелі інструментів. Якщо ж введення даних до комірки вже завершено (клавіша **Enter** була натиснута), то для очищення комірки треба виділити її і натиснути клавішу **Delete** або **Backspace**. При введенні даних Excel автоматично розпізнає числа, текст, дати, логічні значення тощо. Всі ці типи значень записуються в комірках Excel згідно з певними правилами, які визначаються форматом даних.

#### *Заміна даних*

Можна скористатись одним із таких прийомів:



- для заміни даних на нові виділити комірку і набрати у ній нові дані;
- для редагування усередині комірки клацнути мишею по комірці (активізація комірки) і потім зробити подвійне клацання по комірці або натиснути **F2** (у комірці з'явиться курсор);
- для редагування у рядку формул активізувати потрібну комірку, клацнути у рядку формул і змінити дані.

Завершується редагування натисканням на клавішу **Enter** або клацанням поза коміркою, що редагується.

#### *Переміщення і копіювання даних*

Операції переміщення і копіювання даних можуть здійснюватися в Excel за допомогою двох стандартних засобів – це **Drag and Drop** і буфер обміну. Крім того, для копіювання в Excel передбачений спеціальний засіб – маркер заповнення.

**Drag and Drop.** Це найпростіший спосіб переміщення і копіювання даних. Для виділення треба виділити первинний діапазон комірок і навести покажчик миші на жирну рамку межі діапазону. Коли покажчик набуде форми стрілки, натиснути ліву кнопку миші (при переміщенні даних) або ліву кнопку і клавішу **Ctrl** (при копіюванні). У останньому випадку до стрілки покажчика додається невелика позначка «+», що означає копіювання. Перетягнути зображення комірок у нове положення і відпустити кнопку миші.

**Буфер обміну.** При операціях переміщення і копіювання через буфер обміну треба виділити первинні комірці, потім виконати команду меню  (**Вирізати**) або  (**Копіювати**). Для команд **Вирізати** та **Копіювати** можна


використовувати звичайні комбінації клавіші: **Ctrl+X** і **Ctrl+C** відповідно. Потім клацнути мишею по кутовій (лівій верхній) комірці цільового діапазону й обрати




команду **Вставити (Вставити)** або **Ctrl+V**. Ділянка початкових комірок залишається виділеною рухомих пунктиром, відмінити виділення натисканням на клавішу **Esc**.


**Маркер заповнення.** Виділити початкову комірку і навести вказівник миші на маркер заповнення, що міститься на межі комірки у правому нижньому куті. Вказівник миші перетвориться при цьому на тонке чорне перехрестя. Перетягти маркер заповнення до цільових комірок і відпустити кнопку миші. Якщо до цього в зоні вставки були інші дані, то вони будуть заміщені новими даними.

#### *Вставка рядків і стовпців*


Для вставки одного рядка виділити будь-яку комірку у рядку, над якою потрібно вставити новий рядок, виконати команду  **Вставити** (Вставити) (підпункт **Додати рядки до аркуша**). Аналогічно можна вставити декілька рядків (число вставлених рядків дорівнюватиме числу виділених по вертикалі комірок).


Щоб вставити один стовпець, треба клацнути по комірці в стовпці, ліворуч від якого має бути новий стовпець, і виконайте команду  **Вставити** (підпункт **Додати стовпці до аркуша**). Для вставки декількох стовпців виділити ті, праворуч від яких потрібно розмістити нові стовпці. Кількість виділених стовпців має збігатися з кількістю тих, що вставляються.

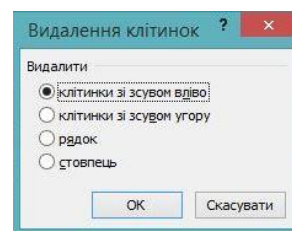
Можлива вставка не тільки рядків і стовпців, а й вставка порожніх комірок.

Це виконується командою  **Вставити** (підпункт **Вставити клітинки**).

#### *Видалення рядків, стовпців і комірок*

Щоб видалити рядок (рядки) або стовпець (стовпці), виділити об'єкти, що вилучаються, і вибрати команду меню  **Видалити** (Видалити) та відповідний підпункт (**Видалити рядки з аркуша** або **Видалити стовпці з аркуша**). При видаленні рядків звільнене місце заповнюється рядками, розташованими нижче, а при видаленні стовпців на їхнє місце зміщуються стовпці з правого боку.

Для видалення комірки слід виконати команду  **Видалити** (підпункт **Видалити клітинки**) й у діалозі, що з'явиться, зазначити напрямок переміщення сусідніх комірок, які заповнять звільнене місце.



#### *Автозаповнення*

Істотно спростити введення даних до електронної таблиці можна за допомогою засобу автозаповнення, що забезпечує заповнення комірок даними з визначених послідовностей, передбачених в Excel. Такими послідовностями є, зокрема, дні тижня, назви місяців, прогресії. Для заповнення комірок в такий спосіб треба навести покажчик миші на маркер заповнення комірки і протягти маркер до потрібної комірки. При перетяганні відбувається виділення діапазону комірок, в яких з'являються відповідні записи. Утримуючи **Ctrl** при перетяганні, можна заповнити комірку послідовностями.

#### *Типи даних і їх представлення*

В комірки робочого аркуша можна вводити дані різних типів. Кожен з цих типів програма Excel відображає і обробляє по-різному.

#### *Введення текстових даних*

Текст в Excel – це будь-яка комбінація символів: літер, цифр, пробілів, знаків пунктуації тощо. Щоб побачити на екрані вміст комірки цілком, треба розширити відповідний стовпець, двічі клацнувши на правій межі заголовка стовпця. Відмінна риса текстових даних – їх автоматичне вирівнювання до лівого краю комірок.

#### *Введення числових значень*

Числові значення в Excel можуть складатися з цифр від 0 до 9 і спеціальних символів: знаків “+”, “-”, “/”, “%”, десяткової коми, пробілу, круглих дужок та символів різних грошових одиниць, а також дати та часу.

Число, введене в комірку, автоматично вирівнюється по правій стороні. Якщо треба ввести від’ємне число, його слід помістити в круглі дужки, або позначити знаком “-”. Якщо перед числовим значенням ввести символ апострофа, програма буде сприймати його як текст.

#### *Введення дати і часу*

Програма Excel обробляє значення дати і часу в електронній таблиці як числа, а не текст. Це дозволяє використовувати значення дати і часу як аргументи для формул, що було б неможливо, якби вони були текстом.

Найпоширеніші формати дат: ДД-ММ-РР, ДД/ММ/РР, ДД.ММ.РР, ДД.ММ.РРРР (наприклад, 11-07-78, 13/12/56, 15.02.80, 10.02.2006); формати часу: ГГ:ХХ, ГГ:ХХ:СС (наприклад, 12:24, 10:14:55).

Щоб уникнути помилок, краще номер року вказувати повністю. В одній клітинці можна комбінувати значення дати і часу. При цьому спочатку вводиться дата в одному з дозволених форматів, потім пробіл і час, наприклад, 18.09.2005 15:28.

### **Хід роботи**

1. Запустити програму Microsoft Excel.
2. Створити нову робочу книгу. Встановити у ній п’ять робочих аркушів.
3. Внести наступні дані (під час введення значень стовпчика №з/п скористатись автозаповненням):

№ з/п	ПІБ	Код відділу	Кількість відпрацьованих днів	Оклад, грн	Нараховано, грн
1	Іванов М.С.	0	23	485,75	
2	Сидоренко І.В.	0	24	356,42	
3	Сірянський Ф.П.	0	20	1021,56	
4	Рогоза К.К.	2	21	564,47	
5	Градова Т.В.	1	22	250,84	
6	Ліпач Н.П.	0	20	401,95	
7	Ляліна В.Є.	2	26	467,52	
8	Павлов Л.В.	1	22	1811,15	
9	Котов Г.Л.	1	21	632,46	

4. Змінити значення комірки **B2** з Іванов М.С. на Іванов С.С.
5. Між стовпчиками **Оклад, грн.** та **Нараховано, грн.** вставити новий стовпчик **Премія, грн.** Заповнити відповідні комірки:
  - Іванов С.С. – 100 грн.
  - Сидоренко І.В. – 125 грн.
  - Рогоза К.К. – 150 грн.
  - Ляліна В.Є. – 100 грн.
6. Встановити перед першим рядком порожній рядок. До комірки **A1** ввести текст: *Платіжно-розрахункова відомість.*
7. Об'єднати комірки блоку **A1:N1**.
8. Змінити ширину стовпчиків так, щоб було видно значення кожної комірки.
9. Перейменувати робочий аркуш **Аркуш1** на **Зведена\_відомість**, робочий аркуш **Аркуш2** на **Нараховано\_вересень**.
10. Доповнити таблицю на аркуші **Зведена\_відомість** даними з таблиці:

Аванс, грн.	Податок з доходів, грн.	Пенсійний фонд, грн.	Фонд зайнятості, грн.	Профвнески, грн.	Сума до видачі, грн.

11.Зберегти документ.

### Контрольні питання

1. Які основні елементи інтерфейсу програми Microsoft Excel?
2. Що таке робоча книга? Що таке діапазон? Як виділити прямокутний діапазон?
3. Для чого використовується автозаповнення?
4. Як видалити рядок? Як видалити стовпець?
5. Як змінити кількість робочих аркушів у робочій книзі?
6. З чого складається робоча частина аркуша?
7. Як розпізнати в електронній таблиці текстові дані? Числові дані?
8. Як вводиться в комірку значення дати? Як вводиться в комірку значення часу?
9. Як скомбінувати в комірці значення дати і часу?
10. Що таке маркер заповнення?

## Практична робота № 9

### ЛІНІЙНІ МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ У ПРОГРАМІ MICROSOFT EXCEL

**Мета роботи:** ознайомити здобувачів з методикою побудови лінійної математичної моделі та її аналізом.

**Обладнання:** персональні комп'ютери, пакет прикладних програм *Microsoft Office*.

#### Завдання 9.1

У досліді вивчалась залежність кількості зерен у колосі ячменю  $Y$  від довжини колосу  $X$ . Дослідні дані значень змінних  $x_i$  та  $y_i$  наведено у таблиці 9.1. За допомогою методу найменших квадратів (МНК) побудувати емпіричну залежність  $Y$  від  $X$ .

Таблиця 9.1. Таблиця даних залежності кількості зерен ячменю у колосі від довжини

№ спостереження	1	2	3	4	5	6	7	8
Довжина колоса ячменю $X$ , (см)	7	8	9	10	11	12	13	14
Кількість зерен у колосі $Y$ , (шт)	16,0	20,3	23,5	24,5	28,0	29,0	29,5	31,0

Алгоритм виконання завдання.

#### I. Підготовчий етап.

1. Побудуємо електронну таблицю:

- 1) запустити програму *Microsoft Excel*;
- 2) збережіть файл у свою робочу папку під назвою *МНК.xls*;
- 3) перейменуйте робочий аркуш «Аркуш 1» у «Лінійна залежність»;
- 4) на аркуші «Лінійна залежність» створіть електронну таблицю за дослідними даними згідно умови (таблиця 9.1), увівши до діапазону комірок **B3:B10** та **C3:C10** відповідні значення  $x_i$  та  $y_i$  (рис. 9.1).

№ спостереження	$x_i$	$y_i$	$x_i^2$	$x_i \cdot y_i$	$y_i^2$
1	7	16,00	49	112	256,00
2	8	20,30	64	162,4	412,09
3	9	23,50	81	211,5	552,25
4	10	24,50	100	245	600,25
5	11	28,00	121	308	784,00
6	12	29,00	144	348	841,00
7	13	29,50	169	383,5	870,25
8	14	31,00	196	434	961,00
Сума	84	201,8	924	2204,4	5276,84
Середнє значення	10,5	25,225	115,5	275,55	659,61
Коефіцієнт кореляції у на $x$					0,9662238

$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{((\overline{x^2} - (\bar{x})^2) \cdot (\overline{y^2} - (\bar{y})^2))}}$$

Рис. 9.1. Вигляд робочого аркуша *Microsoft Excel*

2. Побудуємо точкову діаграму за допомогою «**Вставлення діаграми**»:

- 1) виділіть діапазон комірок **B3:C10** із дослідними даними;
- 2) на панелі інструментів натисніть кнопку «**Вставлення**» далі виберіть «**Діаграми**» (рис. 9.2, а);
- 3) у вікні «**Вставлення діаграми**» на першому кроці вкажіть тип діаграми «**Тип: Точкова**» й оберіть вигляд «**Точкова діаграма з прямими лініями**» (рис. 9.2, б);
- 4) виконайте подвійний клік мишкою по горизонтальній осі та задайте необхідний діапазон зміни значень величини  $x_i$ , аналогічно задайте діапазон  $y_i$  і для вертикальної осі;
- 5) виконавши правий клік мишкою на діаграмі зайдіть в її налаштування та задайте назву діаграми (рис. 9.2, б).

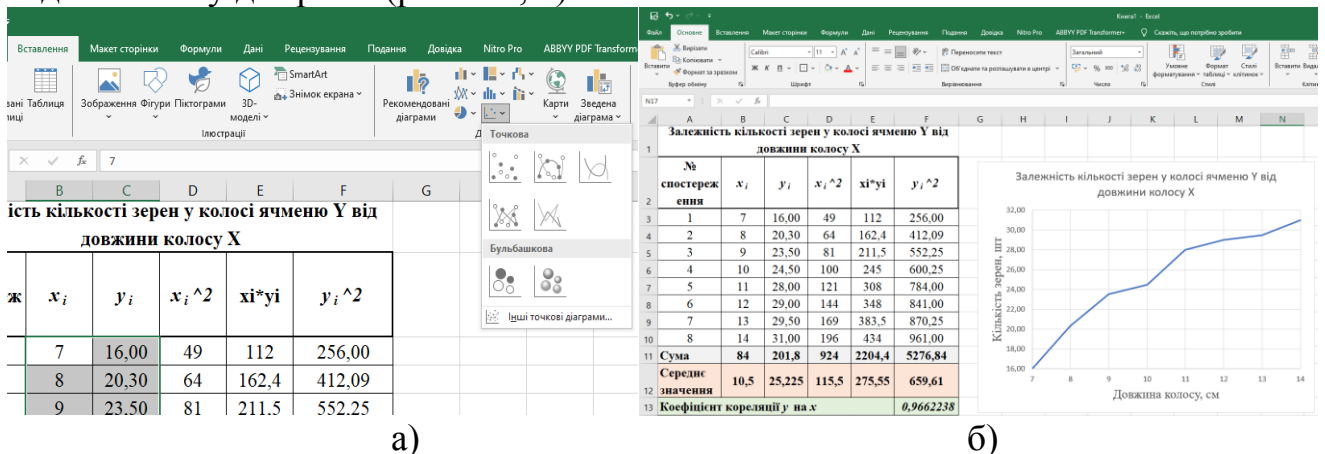


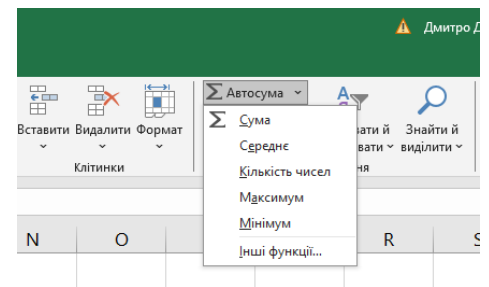
Рис. 9.2. Вставлення діаграми (а) за допомогою оператора «**Діаграми**» *Microsoft Excel* та вигляд «**Точкової діаграми з прямими лініями**» (б)

## II. Попередній аналіз.

3. Перевіримо наявність лінійного кореляційного зв'язку між  $Y$  та  $X$ :

1) розрахуємо лінійний коефіцієнт кореляції у на  $x$ . Для цього виконайте розрахунки у таблиці так, як зображено на рис. 9.1.

Вказівки: а) для розрахунку значень у рядку «**Автосума**» скористайтесь кнопкою «**Сума**» або функцією **=SUM(...)**; б) рядок «**Середнє значення**» обчисліть, розділивши відповідні значення у рядку «**Сума**» на кількість спостережень або скористайтесь кнопкою «**Середнє**», або за допомогою функції **=AVERAGE (...)**; в) коефіцієнт кореляції у на  $x$  обчисліть за формулою:



$$r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sqrt{\left( \overline{x^2} - (\bar{x})^2 \right) \cdot \left( \overline{y^2} - (\bar{y})^2 \right)}}$$

2) числове значення коефіцієнта кореляції  $r_{xy} \approx 97,0$  вказує на тісний зв'язок між  $y_i$  і  $x_i$ . Крім того, між досліджуваними ознаками зв'язок є прямим, тобто із збільшенням довжини колоса ячменю збільшується у ньому відповідно й

кількість зерен.

Примітка: перевіримо правильність виконання обчислень коефіцієнта кореляції у на  $x$  за допомогою функції **=CORREL(B3:B10;C3:C10)**.

4. За графіком (рис. 9.3, а) можна зробити такі висновки:

1) характер залежності – лінійний (експериментальні точки розташовані приблизно вздовж прямої лінії);

2) математична модель має вигляд:  $y = ax + b$  (лінійна функція).

5. Крок, у якому передбачено лінеаризацію обраної моделі, опускаємо, оскільки модель, що описує емпіричну залежність, – це лінійна функція.

### III. Застосування МНК. Аналіз моделі та висновки.

6. Значення параметрів лінійної залежності знайдемо, підставляючи дані з таблиці (рис. 9.1) у систему нормальних рівнянь(СНР):

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i, \\ a \sum_{i=1}^n x_i + b \cdot n = \sum_{i=1}^n y_i \end{cases}$$

1) одержимо:

$$\begin{cases} 924a + 84b = 2204,4 \\ 84a + 8b = 201,8 \end{cases}$$

2) знайдемо параметри лінійної залежності  $a$  та  $b$ , розв'язавши СНР методом Крамера:

а) у діапазон комірок **B19:C20** введіть значення відповідних коефіцієнтів при змінних  $a$  і  $b$  даної системи, для обчислення визначника  $\Delta$ ;

б) у комірку **E19** введіть формулу: **=МОПРЕД(B19:C20)**;

в) для знаходження  $\Delta_a$  і  $\Delta_b$  виконайте копіювання комірок **B19:E20** (наприклад, за допомогою виділення та натиснення комбінації клавіш Ctrl+C та Ctrl+V);

г) підставте відповідно стовпець вільних членів у  $\Delta$  замість першого стовпця в діапазон комірок **B22:B23** та обчисліть визначник  $\Delta_a$ , аналогічно, виконайте заміну другого стовпця **C25:C26** й обчисліть визначник  $\Delta_b$ ;

д) за формулами Крамера знайдіть числові значення параметрів  $a$  і  $b$  :

$$a = \Delta_a / \Delta, b = \Delta_b / \Delta, \text{ (рис. 9.3, б).}$$

7. Для контролю правильності виконання обчислень побудуємо лінію тренда, знайдемо її рівняння і обчислимо коефіцієнт достовірності апроксимації  $R^2$ . Для цього:

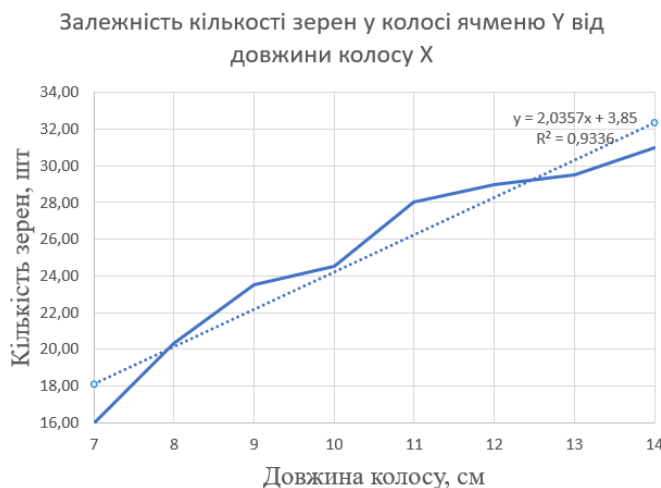
1) виділіть діаграму (рис. 9.2, б), натиснувши ліву кнопку миші (ЛКМ);

2) виділіть графік емпіричної залежності, натиснувши на ламаній ЛКМ;

3) для появи контекстного меню натисніть на графіку діаграми правою кнопкою миші (ПКМ) й оберіть пункт «Додати лінію тренда» натисніть кнопку «ОК»;

4) у вікні «Лінія тренда» вкажіть тип: «Лінійна»;

5) перейдіть до вкладки «Параметри» і встановіть прапорці біля параметрів «показати рівняння на діаграмі» та «розмістити на діаграму величину достовірності апроксимації ( $R^2$ )», натисніть кнопку «ОК» (рис. 9.3, а).



19	$\Delta =$	924	84	=	<b>336</b>
20		84	8		
21					
22	$\Delta a =$	2204	84	=	<b>684</b>
23		201,8	8		
24					
25	$\Delta b =$	924	2204	=	<b>1294</b>
26		84	201,8		
27					
28					
29	$a = \Delta a / \Delta =$	<b>2,0357</b>			
30					
31	$b = \Delta b / \Delta =$	<b>3,85</b>			

а)

б)

Рис. 9.3. Точкова діаграма з лінією тренду (а) та визначення параметрів лінійної залежності (б).

8. Порівняємо параметри моделі, одержані безпосереднім обчисленням за МНК із параметрами лінії тренда – вони мають співпадати, що свідчить про правильність обчислень.

9. Проаналізуємо одержану модель та зробимо висновки:

1) кількість зерен у колосі зростає із збільшенням довжини колоса, оскільки  $a > 0$ ;  
 2) із приростом довжини колоса на 1 см кількість зерен зростає в середньому на 2 шт., про що свідчить числове значення параметра  $a = 2,0357$ ; параметр  $b$  (для нашого прикладу дорівнює 3,85), як вільний член рівняння, має тільки розрахункове значення і не інтерпретується;

3) коефіцієнт достовірності апроксимації дає кількісну оцінку якості емпіричної формули. Значення  $R^2 = 0,9336$  вказує на те, що одержане рівняння прямої лінії регресії у на  $x$  лише на 93% пояснює варіацію кількості зерен у колосі варіацією довжини колоса ячменю, а 7% обумовлено впливом інших, неврахованих у моделі факторів.

Емпіричне рівняння (математична модель), що виражає залежність між змінними величинами  $y$  та  $x$  має вигляд:  $y = 2,0357x + 3,85$ .

### Контрольні питання

1. Як за допомогою методу найменших квадратів (МНК) побудувати емпіричну залежність однієї величини від іншої?
2. Як в Microsoft Excel побудувати діаграму? Які види діаграм можна побудувати в Microsoft Excel? Які параметри діаграм можна встановлювати/змінювати в Microsoft Excel?
3. Як розрахувати суму та середнє значення в Microsoft Excel?
4. Як встановити кореляційний зв'язок між величинами в Microsoft Excel?
5. Що таке лінія тренда, які функції вона виконує? Які види апроксимації дозволяє виконати програма Microsoft Excel?



## Практична робота № 10

### РОЛЬ 3D-МОДЕЛЮВАННЯ ТА ТВЕРДОТІЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ У СУЧАСНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ

**Мета роботи:** Ознайомитись з категоріями алгоритмів для створення 3D-моделей і програмами для їх побудови та принципами твердотілого моделювання.

#### Теоретична частина

Сучасне виробництво неможливо уявити без промислового моделювання продукції. З появою 3D-технологій виробники отримали можливість значної економії матеріалів і зменшення фінансових витрат на інженерне проектування. З допомогою 3D-моделювання дизайнери-графіки створюють тривимірні зображення деталей і об'єктів, які в подальшому можна використовувати для створення прес-форм і прототипів об'єкту.

**3D-моделювання** – це процес розробки математичного представлення будь-якої тривимірної поверхні об'єкта за допомогою спеціалізованого ПЗ. Продукт моделювання є **3D-модель**. Вона може бути представлена у вигляді програмного коду або відображена, як 3D-модель, а також за допомогою двовимірного зображення. 3D-моделі можуть створюватись вручну або автоматично, у тому числі за допомогою 3D-сканера. Виготовлення моделей вручну є подібним до створення скульптури в пластичному мистецтві.

3D-моделі представляють 3D-об'єкт, використовуючи набір точок в 3D-просторі, поєднаних між собою різноманітними геометричними об'єктами, як от трикутниками, лініями тощо.

Загалом на сьогодні усі алгоритми для створення 3D-моделі можна поділити на такі категорії:

- **Полігональне моделювання** – це вид 3D-моделювання, яке з'явилося в той час, коли для визначення місцезнаходження точки необхідно було вручну вводити її координати по осях X, Y, Z. Якщо три точки координат задати як вершини і з'єднати їх ребрами, то вийде трикутник, який в 3D-моделюванні називають полігоном;

- **Сплайнове моделювання** – це вид 3D-моделювання, при якому модель створюється за допомогою сплайнів (тривимірна крива). Лінії сплайнів задаються тривимірним набором контрольних точок в просторі, які і визначають гладкість кривої. Всі сплайни зводяться до каркасу сплайна, на основі якого вже буде створюватися огинаюча тривимірна геометрична поверхня;

- **NURBS моделювання** або технологія Non-UniformRational B-Spline – це технологія неоднорідних раціональних B-сплайнів, створення плавних форм і моделей, у яких немає гострих країв, як у полігональних моделей. Саме через цю відмінну рису технологію NURBS застосовують для побудови органічних моделей і об'єктів (рослин, тварин, людей);

- Моделювання за допомогою **сабдивів** (англ. *Subdivision surfaces*) – один із сучасних алгоритмів, який прогресивно розвивається і все більш нарощує конкуренцію попереднім;

- **Процедурне моделювання** – таке моделювання дозволяє оперувати масштабними проєктами, тому використовується великими студіями комп'ютерної графіки;

- **3D-скульптинг** він же «цифрова скульптура» являє собою імітацію процесу «ліплення» 3D-моделі, тобто деформування її полігональної сітки спеціальними інструментами – пензликами. Можна провести аналогію з ліпленням фігур руками з пластиліну або глини. Тільки в програмах 3D-моделювання пальці замінені на інструмент «пензлик», а «пластиліном» є полігональна сітка.

Сучасне програмне забезпечення дозволяє використовувати незалежно від алгоритму моделювання різноманітні підходи для побудови моделі.

- *Примітиви* – моделювання за допомогою простих геометричних фігур (кулі, циліндри, конуси тощо), які використовуються як цеглинки при побудові складніших об'єктів. Перевагою методу є швидка та легка побудова, а також те, що моделі є математично визначені і точні. Підходить до технічного моделювання і менше для моделювання органіки.

- *3D-сканування* та ін.

Сучасний ринок інформаційних технологій пропонує велику кількість програм для комп'ютерного моделювання, які використовуються спеціалістами для тих чи інших галузей діяльності.

Серед найбільш популярних програм тривимірної графіки виділяють:

- комерційні програмні пакети: Autodesk 3D Studio Max; Autodesk Maya; Autodesk Softimage; Maxon Cinema 4D; Side Effects Software Houdini; NewTek LightWave 3D; Luxology Modo; Robert McNeel & Associates Rhinoceros 3D; Nevercenter Silo; Pixologic ZBrush;

- безкоштовні програмні пакети: Blender Foundation Blender; K-3D; Wings3D та інші.

### **Професійні програми для 3D-моделювання:**

- SolidWorks (SolidWorks Corporation) застосовується для дизайну, деталізації та візуалізації продуктів, систем, машин та оснащення. Всі версії включають моделювання, збірки, малювання, зварювані деталі. Він також підтримує Visual Basic та C.

- ProEngineering – система автоматизованого проектування, інженерного аналізу та підготовки виготовлення виробів будь-якої складності і призначення. ProEngineering є ядром інтегрованого комплексу автоматизації підприємства, за допомогою якого здійснюється підтримка життєвого циклу виробу відповідно до концепції CALS-технологій (Continuous Acquisition and Life cycle Support), включаючи двонаправлений обмін даними з іншими Windows-додатками і створення інтерактивної документації. ProEngineering Enterprise SE (Standard Edition) – повний інструментальний пакет, що забезпечує комплексне рішення задач розробки виробу і точно відповідає сучасним вимогам глобально розподілених виробничо-конструкторських груп.

- 3D MAX у своєму розпорядженні має засоби для створення різноманітних за формою і складністю тривимірних комп'ютерних моделей, реальних чи фантастичних об'єктів навколишнього світу, з використанням різноманітних технік і механізмів, включаючи полігональне моделювання, в яке входять Editable mesh (редагована поверхня) і Editable poly (редагований полігон). Це поширений метод моделювання, який використовується для створення складних моделей і низькополігональних моделей для ігор.

- SketchUp Pro (Trimble) – програма для моделювання, що підтримує 2D та 3D моделі. Безкоштовна версія також доступна та інтегрована в Google Earth. SketchUp – програма для моделювання відносно простих трьох-вимірних об'єктів – будівель, меблів, інтер'єру. Основною особливістю цієї програми є майже повна відсутність вікон попередніх налаштувань.

- AutoCAD – дво- і тривимірна система автоматизованого проектування і креслення, що включає в себе повний набір інструментів для комплексного тривимірного моделювання (підтримується твердотільне, поверхневе і полігональне моделювання). AutoCAD дозволяє отримати високоякісну візуалізацію моделей за допомогою рендеринга mental ray (програма для створення комп'ютерної візуалізації). Також в програмі реалізовано управління тривимірним друком (результат моделювання можна відправити на 3D-принтер) і підтримка хмар точок (дозволяє працювати з результатами 3D-сканування). Тим не менш, слід зазначити, що відсутність тривимірної параметризації не дозволяє AutoCAD безпосередньо конкурувати з машинобудівними САПР, такими як Inventor, SolidWorks та іншими.

- Inventor (Autodesk) 3D САПР для створення і вивчення поведінки цифрових прототипів виробів і деталей. Розробник компанія Autodesk. Створена для 3D дизайну механіки, емуляції продукту, створення інструментаріїв.

## **Твердотільне моделювання**

**Моделювання твердих тіл** являє собою послідовний набір принципів математичного та комп'ютерного моделювання тривимірних твердих тіл. Твердотільне моделювання відрізняється від суміжних областей геометричного моделювання та комп'ютерної графіки наголосом на фізичних властивостях. Разом, принципи геометричного і твердотільного моделювання є основою автоматизованого проектування і загальної підтримки створення, обміну, візуалізації, анімації, опису і анотування цифрових моделей фізичних об'єктів.

**Твердотільне моделювання** – це проектування тіл, що мають всі ознаки фізичного тіла. Об'єкти, виконані за допомогою даної технології, краще сприймаються у порівнянні з об'єктами, виконаними іншими способами.

При твердотільному моделюванні модельєри працюють не з окремими поверхнями, а одразу з оболонками. Поверхня модельованого об'єкта повністю описується оболонками, які відокремлюють внутрішній обсяг об'єкта від всього іншого простору. У твердотільному моделюванні процес побудови оболонки об'єкту аналогічний процесу виготовлення самого об'єкта, що моделюється. Спочатку створюється оболонка простої форми, яку потім вже підганяють під модель потрібним чином.

### **Переваги твердотільного моделювання:**

1. Краща візуалізація і сприйняття створеної моделі – тривимірна модель із застосуванням сучасних технологій виглядає більш ніж реалістично.

2. Автоматичне формування креслень – одна з найголовніших переваг даної технології. Побудова моделі та формування креслень по ній з використанням твердотільного моделювання – справа кількох секунд.

3. Швидкість і легкість в процесі внесення змін і коригувань в моделі – не потрібно заново формувати креслення, досить змінити потрібні пункти і оновити програму. Також можна використовувати шаблони, що значно скоротить час на виконання роботи.

4. Об'єднання з різними додатковими програмами – інтеграція дозволяє скоротити час, використавши відразу отримані результати на наступних стадіях роботи.

5. Швидкість при проектуванні – твердотільне моделювання скорочує термін виконання проектування об'єкта. Швидкість моделювання позитивно впливає на швидкість повернення вкладених інвестицій.

**Створення твердотільних моделей**, як ніколи, сьогодні актуально. Важливо не тільки швидко створювати об'єкт, але і так само швидко редагувати його. Твердотільне моделювання володіє даними якостями, тому воно вважається найдосконалішою технологією. Методи уявлень, а саме, граничний і конструктивний, забезпечують максимально реалістичні моделі.

Володіючи такими істотними перевагами, твердотільне моделювання визнано найшвидшим, якісним і ефективним методом при проектуванні складних об'єктів.

### **Контрольні питання**

1. На які категорії ділять алгоритми для створення 3D-моделі?
2. Яка технологія найбільш придатна для побудови органічних моделей і об'єктів?
3. Як отримати «цифрову скульптуру»?
4. Які примітиви використовують при полігональному моделюванні?
5. Яка програма призначена для створення фантастичних об'єктів?
6. Яка програма призначена для моделювання відносно простих трьох-вимірних об'єктів?
7. Чим відрізняється твердотільне моделювання від геометричного моделювання та комп'ютерної графіки?
8. Переваги твердотільного моделювання.

**Звіт з роботи** має містити відповіді на контрольні питання

## Практична робота № 11

# ЗНАЙОМСТВО З ОСНОВНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ ІНТЕРФЕЙСУ САПР SOLIDWORKS

**Мета роботи:** ознайомити здобувачів з принципами автоматизованого проектування на прикладі програмного продукту SolidWorks.

**Обладнання:** персональні комп'ютери, пакет прикладних програм *SolidWorks*.

### Загальні відомості

Після запуску програми SolidWorks користувачу будуть доступні два значки в лівому верхньому куті екрана:

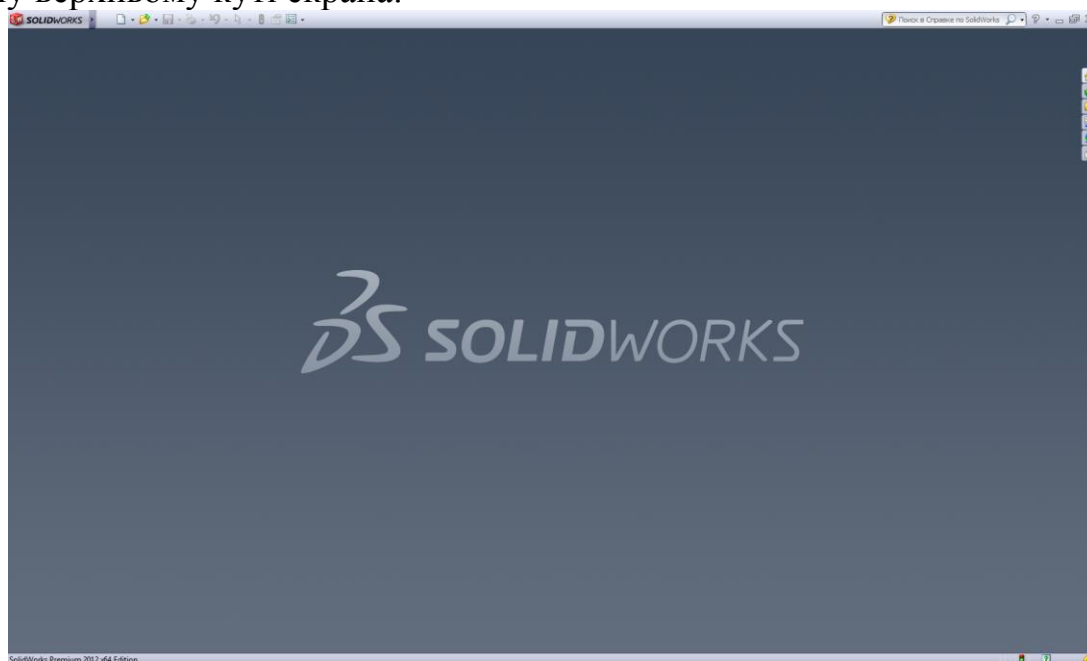


Рис. 11.1. Вікно програми SolidWorks



– відкриття існуючих файлів деталей, складань або креслень;



– створення нових файлів.

У вікні, що з'явилося, (рис. 11.2) у вкладці Шаблони виберіть шаблон Деталь і натисніть кнопку ОК.

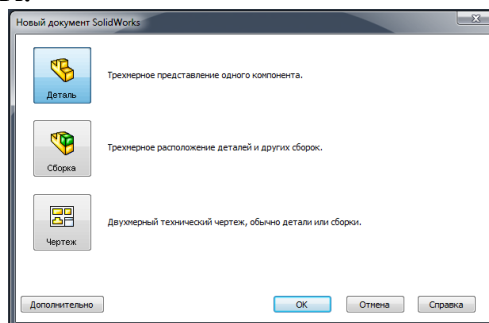


Рис. 11.2. Діалогове вікно Шаблони

Тепер ви бачите перед собою користувацький інтерфейс SolidWorks у

режимі **Ескізи** (рис. 11.3). Найменування елементів інтерфейсу показано на рис. 11.3. При створенні нової деталі в правому нижньому куті може з'явитися помічник **Довідка: Швидка порада**. Покладайте мишею по елементах списку **Що необхідно зробити?** і програма вкаже вам, якими кнопками краще скористатися в тому або іншому випадку. Якщо ви не потребуєте помічника, то сховайте його, клацнувши знак питання в нижньому правому куті екрана. У верхній частині інтерфейсу перебуває рядок меню команд програми. Меню може бути приховано значками часто використовуваних команд.

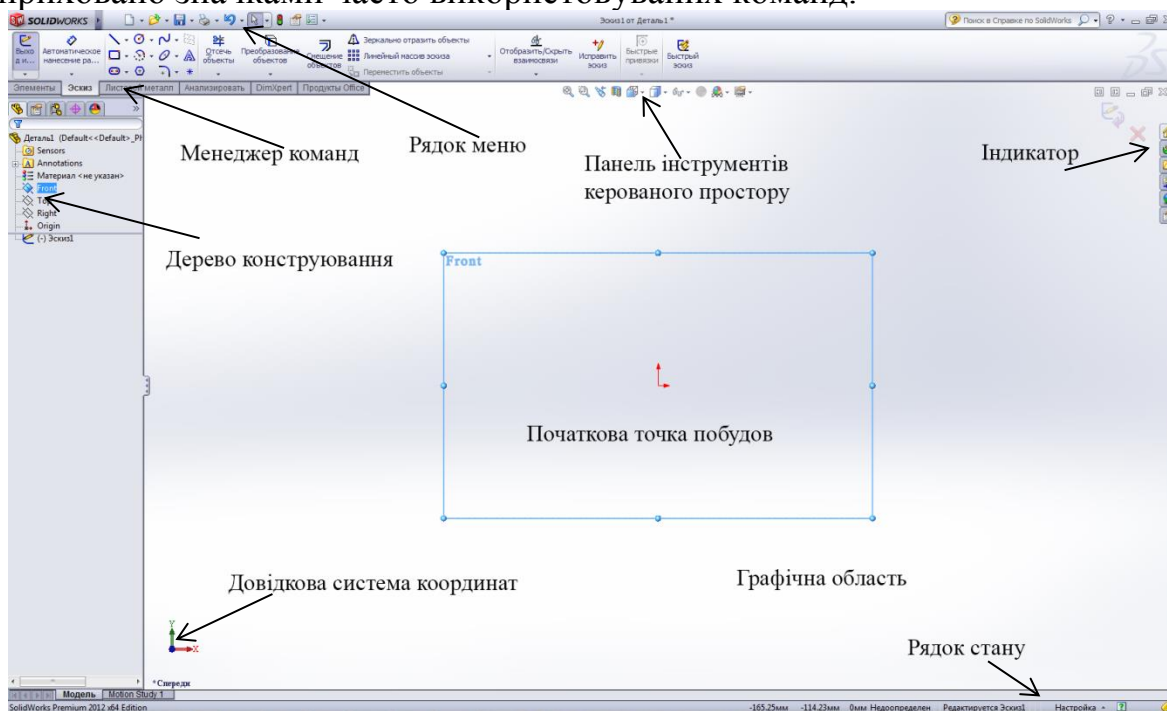



Рис. 11.3. Елементи інтерфейсу

Щоб відкрити меню, наведіть покажчиком миші на логотип програми  у меню **Файл** згруповані такі команди, як **Новий**, **Відкрити**, **Закрити**, **Зберегти** й ін., тобто працюючі з файлами. Меню **Виправлення** дозволяє вирізати, копіювати, вставляти й видаляти елементи побудови, а також скасовувати введені команди. Меню **Вигляд** поєднує команди, що задають орієнтацію моделі й виду проектованої деталі або складання. Меню **Вставка** призначене для додавання різних елементів побудови. Меню **Інструменти** дозволяє набувати інтерфейс SolidWorks, а також застосовувати інструменти для виміру, визначення й аналізу характеристик моделей. Через меню **?** (**Довідка: Швидка порада**) можна одержати доступ до великої електронної довідкової системи по SolidWorks, за допомогою якої досвідчений користувач може швидко освіжити в пам'яті забуті команди, а новачок – довідатися про функціональні можливості програми.

У списку кожного меню є пункт **Налаштування меню**, який дозволяє набувати вид списку. Наприклад, обираємо команду **Файл** → **Налаштування меню**. З'явиться меню. У цьому меню синіми прапорцями відзначені ті пункти меню **Файл**, які будуть відображатися при його виклику. Знімаючи й установлюючи ці прапорці, ви набуваєте інтерфейс.

Трохи нижче рядка меню розташовуються значки швидкого виклику команд (вони дублюють команди меню). Практично будь-яка команда SolidWorks може бути викликана кількома способами:

- з рядка меню;
- за допомогою команд у відповідній панелі інструментів;
- за допомогою **Менеджера команд**;
- за допомогою гарячих клавіш;
- в окремих випадках натисканням правої кнопки миші для виклику контекстного меню.

Усі значки зібрані в інструментальні панелі, які, у свою чергу, також можна набудувувати – відключати, переставляти на екрані і т.д.

Крім того, кожен інструментальну панель можна дуже легко оперативно перемістити на екрані простим перетаскуванням миші, захоплюючи курсором за заголовок інструментальної панелі.

Для того щоб додати або видалити інструментальні панелі, необхідно вибрати в меню **Інструменти** → **Налаштування** й на вкладці **Панель інструментів** установити або забрати відповідні прапорці.

Якщо перейти на вкладку **Команди**, можна додати або забрати окремі значки на панель інструментів. Усі значки розбиті по категоріях для зручності їх систематизації й вибору. При наведенні покажчика миші на значок команди, з'являється спливаюча підказка про призначення цієї команди. Якщо команда має визначену комбінацію гарячих клавіш, вона також буде зазначена. Наприклад, для команди створення нового файлу служить комбінація гарячих клавіш **<Ctrl>+<N>**.

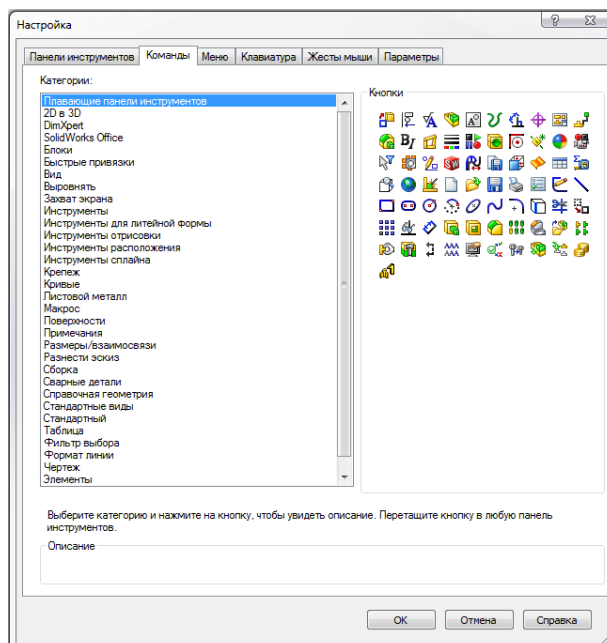


Рис. 11.4. Вкладка **Команды** меню **Налаштування**

Щоб додати значок на панель інструментів, необхідно знайти його у відповідній категорії, а потім, навівши покажчик миші на відповідний значок, натиснути ліву кнопку, утримуючи її, перетягнути значок у зручне для роботи місце на панелі інструментів і відпустити кнопку.

Доданий значок відобразиться на екрані в панелі інструментів.

Щоб вилучити значок, необхідно "схопити" його мишею в інструментальній панелі вікна програми й перетягнути його у вікно настроювань. Після того як кнопка миші буде відпущена, значок зникне з екрана.

Після всіх маніпуляцій зі значками натисніть кнопку **ОК** у вікні **Налаштування**. За замовчуванням у лівій частині екрана розташований значок **Дерево Конструювання**, де будуть відображатися всі наші побудови. Ми тільки збираємося почати створювати модель, тому **Дерево Конструювання** порожньо і є тільки вихідні площини **Спереду**, **Зверху** й **Збоку**, на яких можна починати побудову ескізів, і точка Початок координат у місці перетинання стандартних площин. Ці площини розташовані одна до одної ортогонально, що дозволяє ефективно будувати тривимірну модель, використовуючи всі три напрямки одночасно. Інші пункти **Дерева Конструювання** до ескізів не відносяться, і ми їх розглянемо пізніше.

### Контрольні питання

1. Які команди згруповані у меню **Файл**?
2. Як винести значки програм на панель інструментів?
3. Як вилучити значки програм з панелі інструментів?
4. Які площини використовуються в програмі за замовчуванням?
5. Де відображаються площини за замовчуванням у вікні програми?
6. Що відображається у **Дерева Конструювання**?
7. Яке призначення комбінації гарячих клавіш **<Ctrl>+<N>**?
8. Як додати чи вилучити панель інструментів з **Менеджера команд**?



## Практична робота № 12

### СТВОРЕННЯ ТЕХНІЧНОГО РИСУНКА

**Мета роботи:** надати здобувачам навички створення технічних рисунків в SolidWorks.

**Обладнання:** персональні комп'ютери, пакет прикладних програм *SolidWorks*.

#### Загальні відомості

Для створення ескізів моделей та креслень, що створюються не на основі 3–D моделей, використовуються інструменти панелі інструментів **Ескіз**. Інструменти панелі дозволяють створювати як прості геометричні об'єкти так і базові складні. До простого об'єкту відноситься лінія (так прийнято називати в програмі відрізок). До базових складних відносяться: дуга, коло, еліпс, сплайн, прямокутник, багатокутник, пряма прорізь. Однойменні інструменти для їх створення безпосередньо розміщуються на цій панелі (рис. 12.1). Для редагування параметрів створених об'єктів потрібно навести вказівник миші на обраний об'єкт та двічі клацнути лівою кнопкою миші.

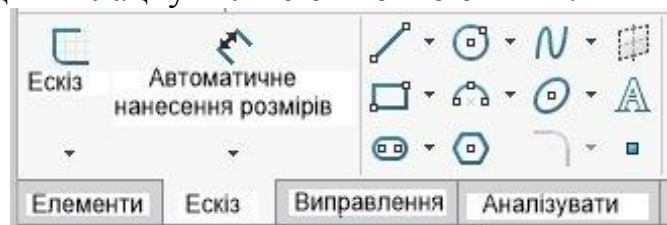





Рис. 12.1. Панель інструментів **Ескіз**

Інструмент **Лінія**  дозволяє створювати лінію, осьову лінію, лінію з середньої точки вертикально, горизонтально чи під кутом до горизонту. Кінцева точка одночасно є початковою точкою наступної лінії. Положення ліній можна задавати як курсором мишки так і з використанням вікон, списків та прапорців *Менеджера властивостей* інструмента **Лінія**.

Інструмент **Коло**  дозволяє створювати коло з його центра чи по периметру, шляхом задання положення трьох точок, через які воно проходить. Параметри кола (координати розташування його центра та радіус) можна вказати чи змінити у вікні *Менеджера властивостей*.

Для побудови прямокутників використовується інструмент **Прямокутник** . З його допомогою можна будувати як прямокутники, так і паралелограми.

Для редагування побудованих об'єктів крім *Менеджера властивостей* використовуються інструменти редагування, що розташовані у сусідньому блоці панелі інструментів **Ескіз** (рис. 12.2).

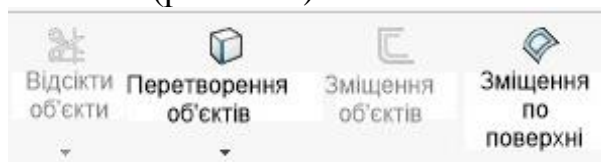


Рис. 12.2. Інструменти редагування

Інструмент **Відсікти об'єкти** призначений для видалення непотрібних частин об'єктів ескізу. За допомогою цього інструмента можна обрізати зайву частину об'єкта.

Інструмент **Автообрізка** дозволяє обрізати непотрібну частину ескізу. В цьому режимі, натисніть ліву кнопку миші й, утримуючи її натиснутою, перетягніть курсор. Уздовж лінії перетаскування залишиться слід сірого кольору. При наведенні курсору на небажаний об'єкт цей об'єкт буде вилучений, а на його місці з'явиться маленький червоний прямокутник. Обрізку об'єктів ескізу можна продовжувати, наводячи на них курсор у режимі перетаскування. Коли всі непотрібні об'єкти будуть вилучені потрібно відпустити ліву кнопку миші. Даний інструмент дозволяє також розтягувати об'єкти.

Інструмент **Кут** дозволяє обрізати або розтягувати об'єкти ескізу таким чином, щоб результуючі елементи утворювали кут. Цей інструмент також дозволяє розтягувати об'єкти.

Інструмент **Відсікти з середини** дозволяє обрізати внутрішню частину обраного об'єкта. Ця частина визначається двома граничними об'єктами.

Інструмент **Відсікти ззовні** на розсувній панелі дозволяє обрізати зовнішню частину обраного об'єкта. Ця частина визначається двома граничними об'єктами.

Інструмент **Відсікти до найближчого** дозволяє обрізати обраний об'єкт до його найближчого перетинання.

Даний режим дозволяє також розтягувати об'єкти.

Інструмент **Подовжити об'єкти** видовжує об'єкт ескізу до перетинання з іншим об'єктом. З його допомогою можна видовжити лінію, дугу, еліпс, параболу, коло, сплайн або осьову лінію до перетинання з лінією, дугою, еліпсом, параболою, колом, сплайном або осьовою лінією або крайкою моделі.

### **Завдання 12.1**

Використовуючи *SolidWorks*, зробити технічний рисунок за варіантом, вказаним викладачем, і зберегти його на власний носій.

Варіанти для виконання практичної роботи наведено на рис. 12.3–12.6.

### **Контрольні питання**

1. Які команди використовуються в програмі *SolidWorks* для створення 2-D моделей?
2. Які інструменти містить панель інструментів **Ескіз**?
3. Яке призначення *Менеджера властивостей*?
4. Які дії дозволяють виконати **Інструменти редагування**?

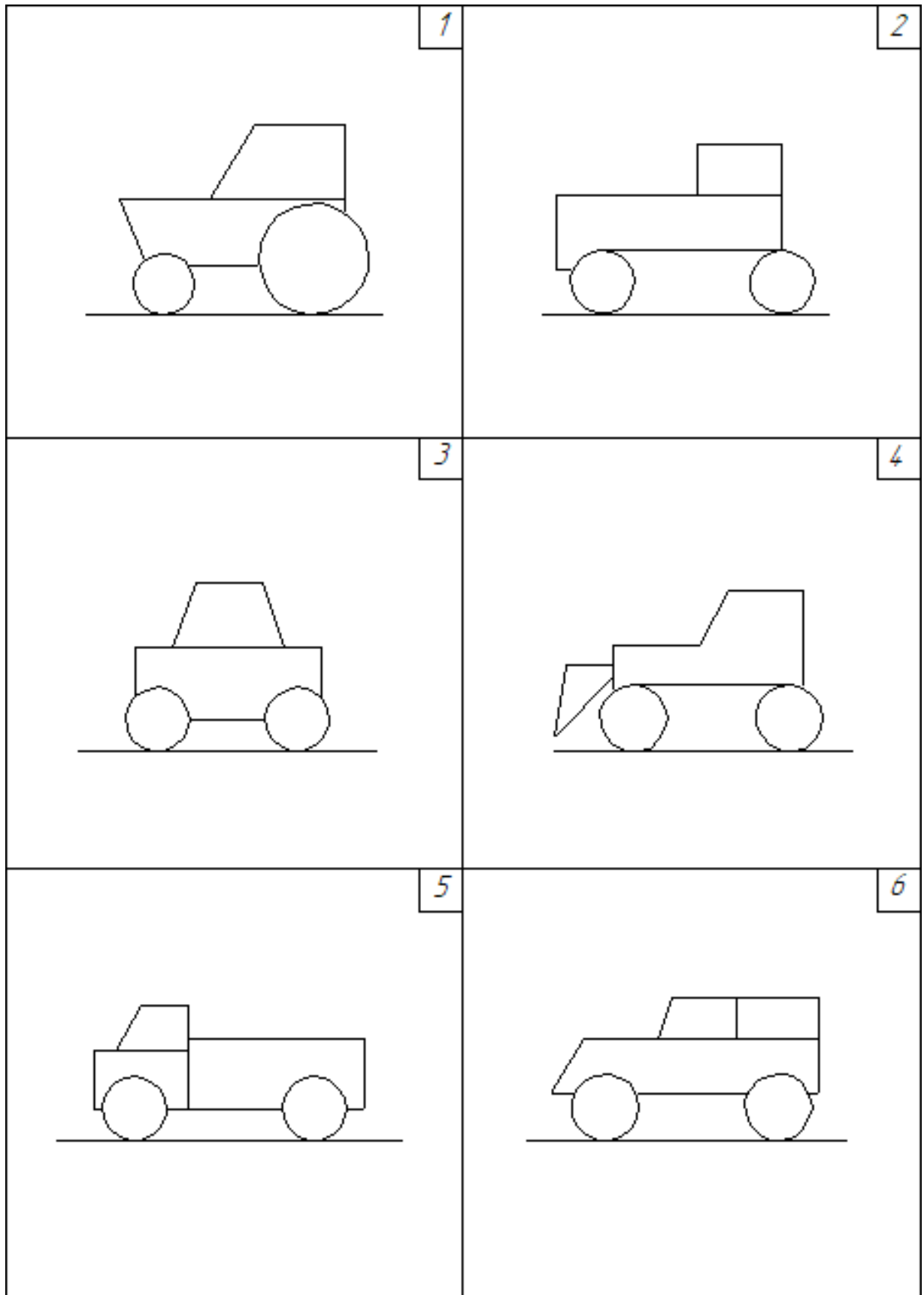


Рис.12.3. Варіанти рисунків до практичної роботи №12.

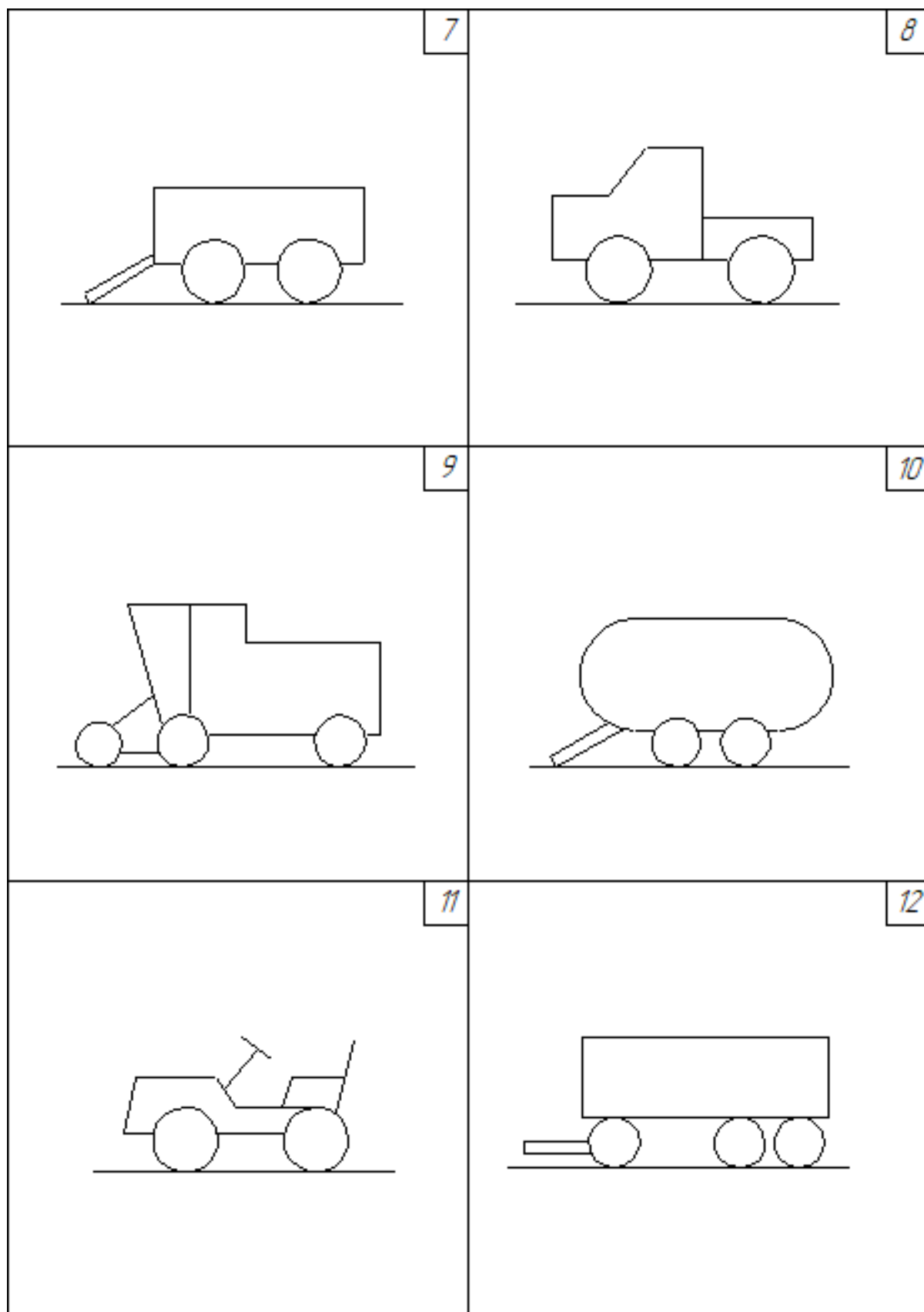


Рис. 12.4. Варіанти рисунків до практичної роботи №12.

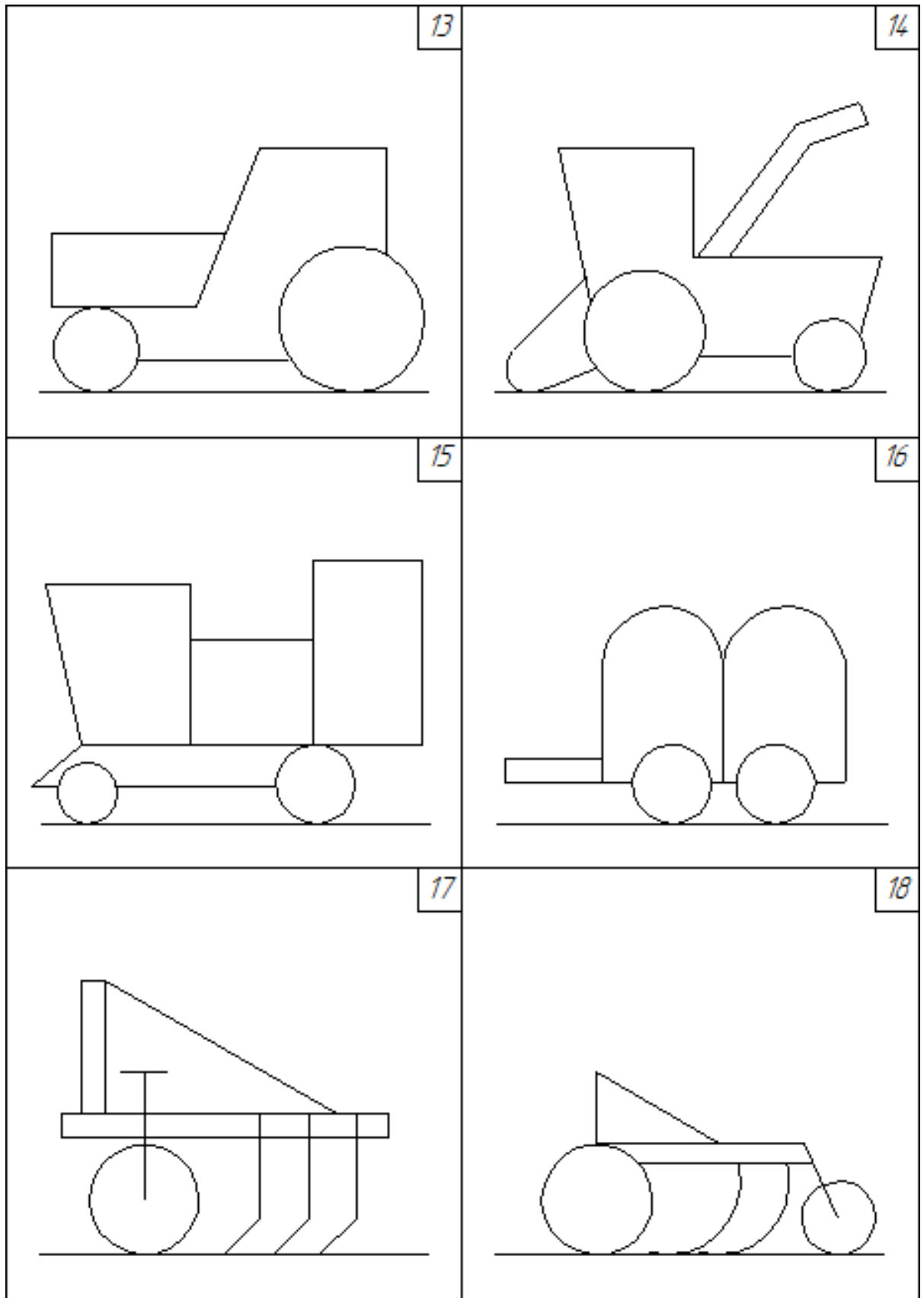


Рис. 12.5. Варіанти рисунків до практичної роботи №12.

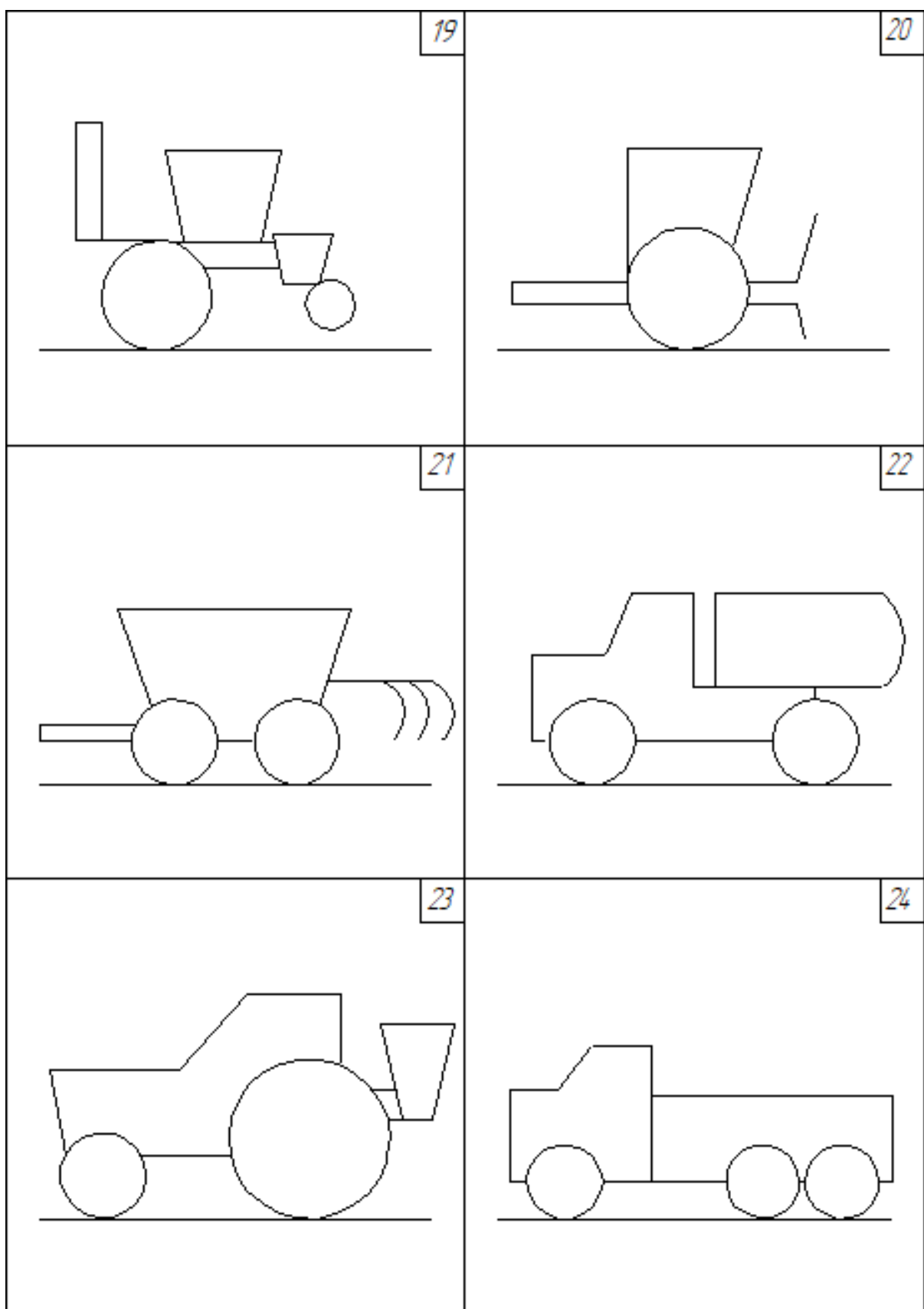


Рис. 12.6. Варіанти рисунків до практичної роботи №12.

## Практична робота №13

### ПОБУДОВА ПРОСТИХ ДЕТАЛЕЙ МЕТОДОМ ВИДАВЛЮВАННЯ

**Мета роботи:** надати здобувачам навички побудови простих деталей методом видавлювання в SolidWorks.

**Обладнання:** персональні комп'ютери, пакет прикладних програм *SolidWorks*.



#### Загальні відомості та вказівки до виконання роботи

Побудову простих деталей методом видавлювання в SolidWorks виконуємо згідно наступного алгоритму.

Створити нову деталь, натиснувши кнопку **Створити** на панелі інструментів **Стандартна**.



Вибрати в дереві конструювання площину **Спереду**.

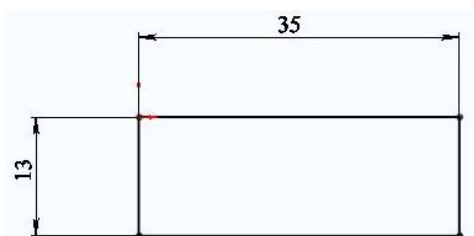
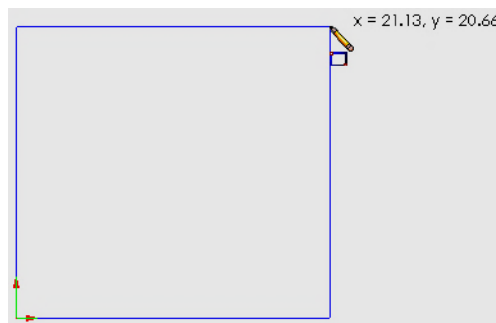
Відкрити двомірний ескіз, натиснувши кнопку **Ескіз**  на панелі інструментів **Ескіз**.


Вибрати  інструмент **Кутовий прямокутник**  на панелі інструментів **Інструменти ескізу**.


Щоб створити прямокутник, натисніть на вихідну точку ескізу та перемістіть покажчик нагору й вправо.

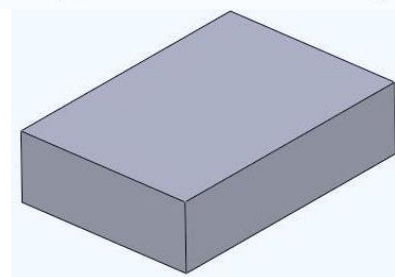
Натиснути ще раз кнопку миші, щоб закінчити побудову прямокутника.

Використовуючи  інструмент **Автоматичне нанесення розмірів**  установити розміри прямокутника 13×35 мм.




Створити паралелепіпед за допомогою інструменту **Витягнута бобишка/основа**  з панелі інструментів **Елементи**.

Змінити налаштування глибини на відстань 50. Завершити створення витягнення натисканням кнопки **ОК** .



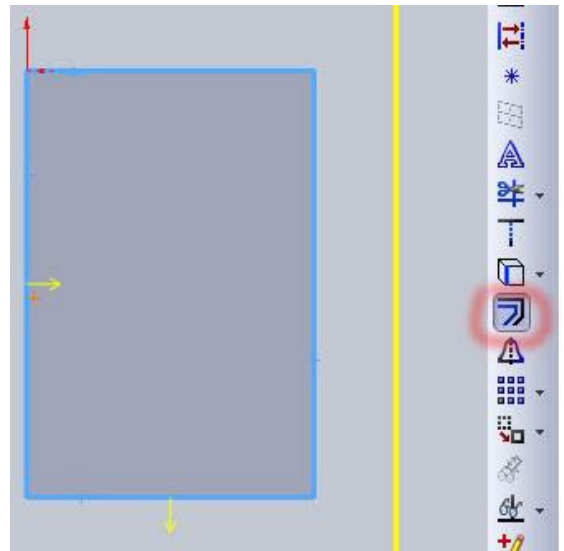
Це внутрішня частина коробки, в якій потрібно зробити поглиблення для сірників. Для цього вирізається зайвий матеріал з нашої моделі. На верхній грані коробки потрібно створити ескіз і вирізати необхідне заглиблення.

Натиснути й відпустити праву кнопку мишки на верхній грані коробки, з'явиться меню, що випадає, в якому лівою кнопкою мишки потрібно обрати піктограму «Ескіз».

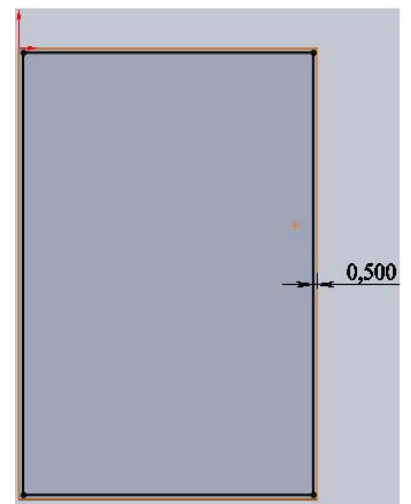
Після цього натиснути на кнопку «Перпендикулярно»  на панелі «Стандартні вигляди» для того, щоб грань, на якій створюється ескіз, стала


перпендикулярно до нас для зручності малювання.

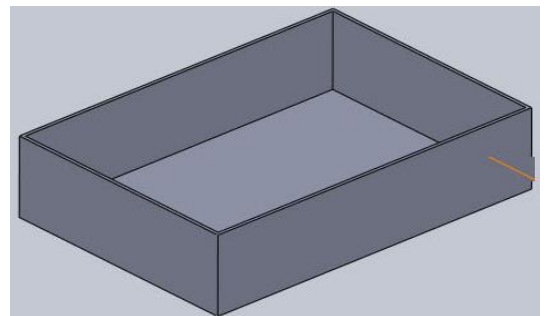
Створити ескіз і проставити його розміри. Виділити, утримуючи кнопку «**Ctrl**», лівою кнопкою мишки всі чотири грані прямокутника та натиснути піктограму «Зміщення об'єктів» на панелі «Ескіз».



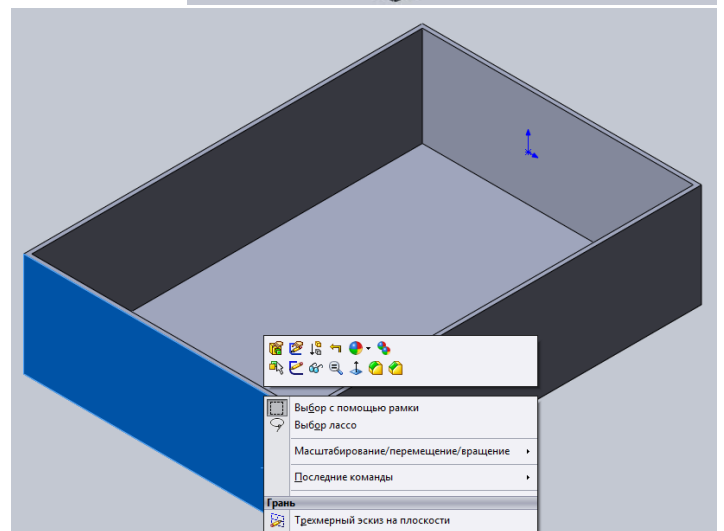
У вікні параметрів «Еквідистантні», що з'явилося, встановити прапорець «Реверс напрямку» і вказати відстань зсуву, наприклад, 0,5 мм. Натиснути «ОК».



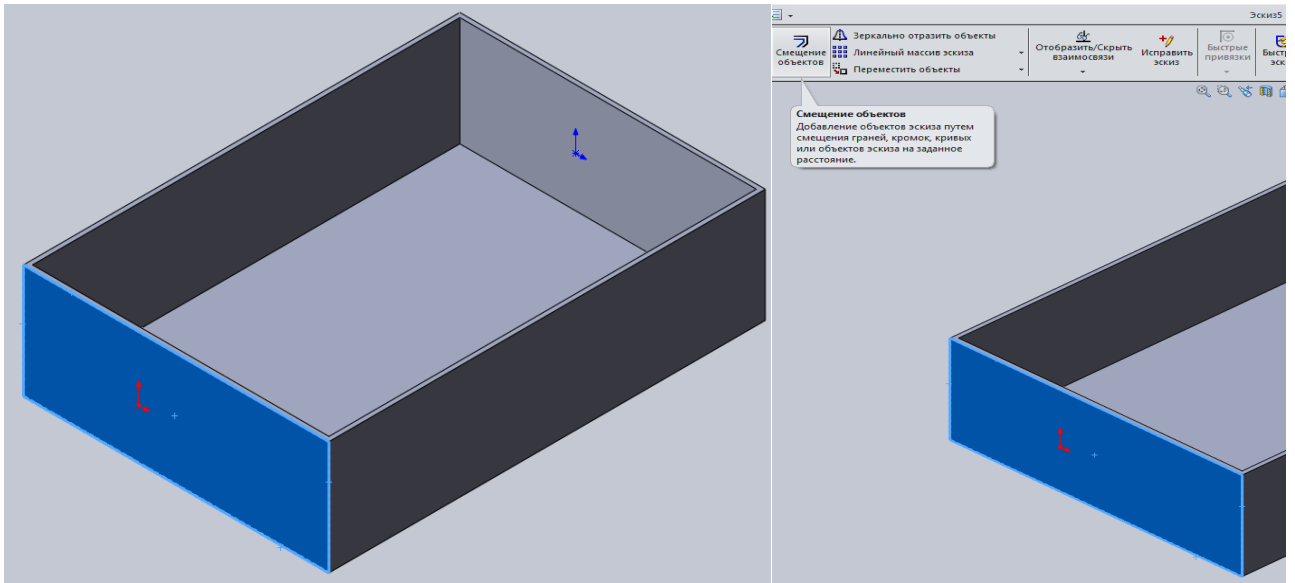
Задати глибину вирізу розміром 12,5 мм і вікні менеджера властивостей інструменту «Витягнутий виріз»  з панелі інструментів «Елементи». Натиснути «ОК». Утворилася коробка з товщиною стінок 0,5 мм.



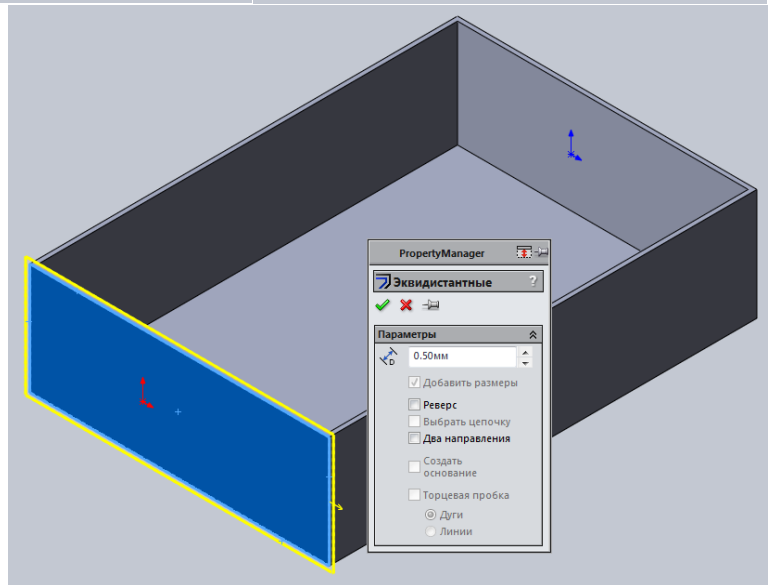
Для створення висувного футляра, на бічний (меншій) грані потрібно створити ескіз і витягти його на довжину коробки, використовуючи попередні методи побудов.



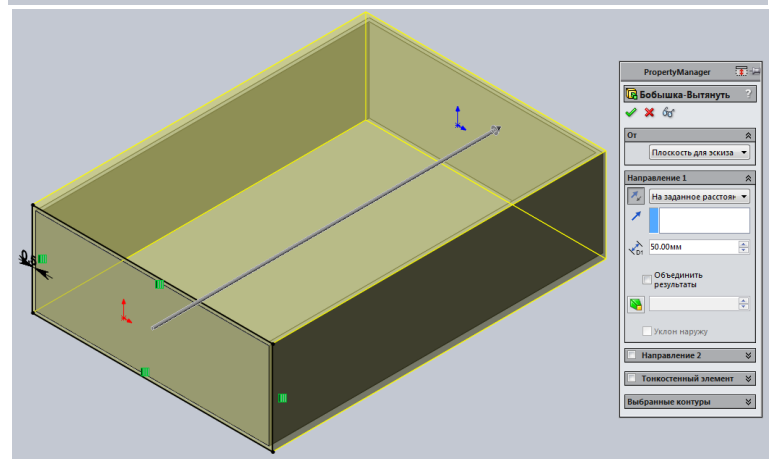




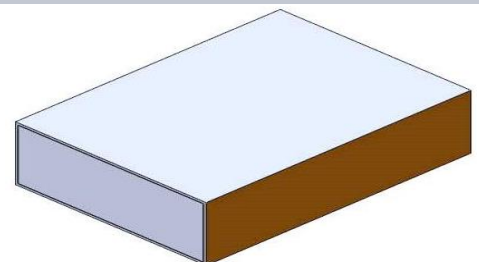
Видавити ескіз на довжину коробки, вказавши розмір 50 мм або обрати параметр **До поверхні** і вказати протилежну грань, при цьому не забудьте зняти прапорець напроти **Результат злиття**.



Для кращої наочності зробити бічні грані темним кольором, виділивши бічні грані лівою кнопкою мишки та утримуючи при цьому кнопку **Ctrl**, навівши курсор на одну з виділених граней, натиснути праву кнопку мишки і в меню, що випадає, вибрати кнопку **Зовнішні вигляди→Грань**.



У вікні параметрів **Зовнішні вигляди** вибрати темно-коричневий колір і натиснути «ОК».



### **Контрольні питання**

1. Які елементи були використані для створення коробки?
2. Що робить інструмент **Еквідистантні**?
3. Що робить елемент **Оболонка**?
4. Що робить елемент **Виріз–Витягнути**?
5. Як називається елемент, використовуваний для створення порожнини в деталі?
6. Який елемент дозволяє показати сховані частини деталі?

## Практична робота № 14

### ВІРТУАЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ

**Мета роботи:** Ознайомитись з технологіями віртуальної реальності в інженерії.

#### Теоретична частина

Висока трудомісткість побудови дорогих фізичних прототипів стимулювала створення нових методів візуалізації результатів комп'ютерного моделювання окремих прототипів і цілих виробництв.

Системи геометричного моделювання настільки просунулися вперед за останнє десятиліття, що сучасні CAD-Системи здатні обробляти моделі деталей і агрегатів самої складної геометрії й конструкції. Агрегат можна відображати, оцінювати й модифікувати як єдине ціле, а його рух імітувати так само, як це робиться з фізичним прототипом. Віртуальна інженерія *означає відкриття нового виміру в інженерії в цілому й взаємодії людей-машина зокрема. Це являє собою важливий перехід від стандартів масового виробництва назад до індивідуалізованого.* Область застосування віртуальної інженерії розширюється, і досягнувши зрілості, вона стане головною складовою процесу розробки.

**Віртуальна інженерія** – це імітаційний метод, що допомагає інженерам у прийнятті рішень і керуванні. Віртуальне середовище являє собою обчислювальну структуру, що дозволяє точно імітувати геометричні й фізичні властивості реальних систем. Прогрес сучасної імітаційної технології уможливив розв'язок таких завдань, як чисельне моделювання більшості механічних властивостей системи й виявлення зіткнень між геометричними об'єктами в реальному часі. Імітаційні технології дозволили успішно застосувати віртуальну інженерію в промисловості для скорочення витрат часу й засобів на розробку. Така можливість буде неоціненна як в автомобільній і авіаційній промисловості, так і в агропромисловому виробництві, де фізичні макети коштують дорого, час розробки великий, продукти вкрай складні й потрібно глибокий зворотний зв'язок від клієнтів.

Віртуальне виробництво можна класифікувати в термінах життєвого циклу продукту як *віртуальне проектування, цифрову імітацію, віртуальне прототипування й віртуальний завод.*

#### Віртуальне проектування

Основна мета віртуального проектування – дозволити конструкторові діяти інтуїтивно і природно. У системах геометричного моделювання, навіть при тому, що сучасні CAD-Системи надають витончені засоби моделювання, взаємодія конструктора з моделлю не є безмежною. Можливості огляду обмежуються зображенням, спроектованим на монітор, а можливості введення інформації від конструктора – точковими маніпуляціями з мишею.

Віртуальне проектування виконується у віртуальному середовищі з використанням технологій віртуальної реальності. Використовуючи технології віртуальної реальності, конструктори можуть поринути у віртуальне середовище, створювати компоненти, модифікувати їх, управляти різними

пристроями й взаємодіяти з віртуальними об'єктами в процесі конструкторської діяльності. Конструктори можуть бачити стереоскопічне зображення віртуальних об'єктів і чути просторовий реалістичний звук. Ці зображення й звук виникають, коли рука конструктора рухає віртуальною рукою й пальцем. Дотик до віртуального об'єкта відчувається конструктором у вигляді зворотного зв'язку. Тим самим задум конструктора ефективно втілюється в проєкті й перевіряється функціональна поведінка конструкції.

Виділяють кілька типів віртуальної реальності, залежно від ступеня заглибленості користувача в створювану віртуальну картину. Найбільш простим у виконанні є застосування програмних і технічних засобів (рис.14.1,а), що створюють 3 D-зображення на екрані монітора. Користувач при цьому є зовнішнім спостерігачем стосовно змодельованого тривимірного світу, а також може ззовні міняти заздалегідь визначені параметри, пересувати об'єкти на екрані, довільно вибирати хід розвитку подій і т.д. Хоча таке втілення технології віртуальної реальності є найбільш доступним, воно дає мінімальний ефект взаємодії з віртуальними об'єктами, знаходження у віртуальному світі.

Існують засоби створення віртуального оточення з ефектом часткової заглибленості: спеціальні шоломи (рис.14.1,б), у яких створюється зображення, передане безпосередньо на сітківку користувача, з використанням додаткових засобів, наприклад, крісел, штурвалів, джойстиків, що дозволяють управляти подіями у віртуальному оточенні.



Рис. 14.1. Технічні засоби створення віртуального оточення: а – D окуляри для перегляду стереоскопічних зображень; б – шолом віртуальної реальності.

Комплекси імерсивної віртуальної реальності, типу CAVE 3D, створюють ефект повної присутності. Така система складається з декількох екранів, розташованих у формі куба (рис. 14.2), розміром з невелику кімнату, на які проєктуються зображення. Зайшовши в таку кімнату й одягнувши спеціальні окуляри, користувач не бачить нічого крім оточуючого його віртуального середовища, усередині якого він може пересуватися, розглядати з різних позицій віртуальні об'єкти й взаємодіяти з ними за допомогою керуючих

пристосувань.

Пристрої введення: рукавички, 3D-миша. Пристрої виводу: шолом віртуальної реальності (проекція) стіни, 3D екрани.

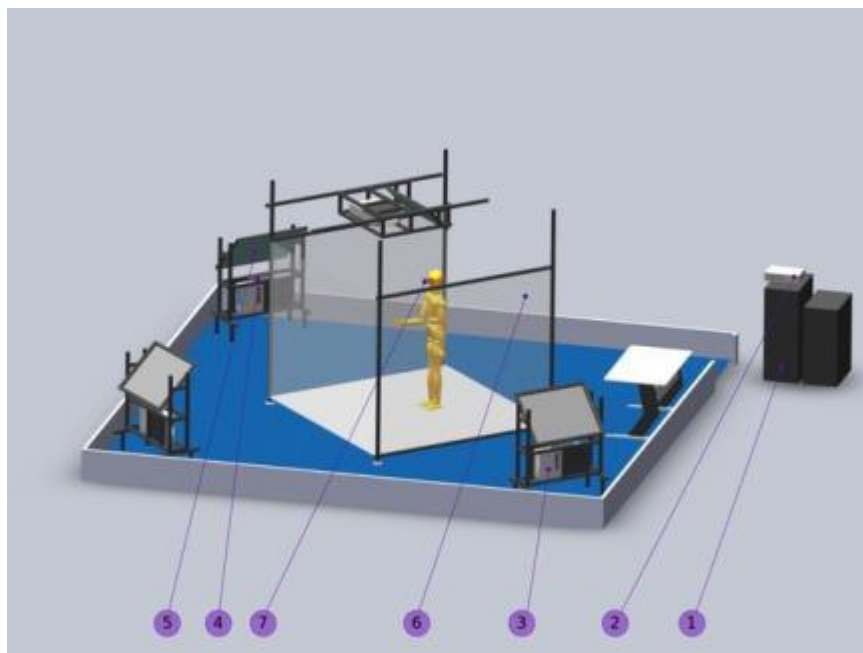


Рис. 14.2. Комплекс CAVE 3D: 1 – CAVE Сервери; 2 – Christie Mirage WU3 – 3DLP® проектор з системою active stereo; 3 – Kvm-Перемикач; 4 – поляризаційний фільтр; 5 – дзеркало; 6 – проєкційні екрани Stewart Filmscreen; 7 – окуляри.

Застосування таких систем приносить важливі результати у всіляких областях діяльності. Однією з областей його застосування є віртуальне прототипування, тобто створення макетів різних конструкцій і приладів за допомогою технології віртуальної реальності.

### **Цифрова імітація**

Використовуючи цифрову імітацію, користувач перед початком роботи може перевірити траєкторію переміщення інструмента верстата з ЧПК, шупа координатно-вимірної машини або руки робота. За допомогою імітації користувач може також спрогнозувати зіткнення між інструментом і пристосуванням або деталлю. Візуалізація також допомагає інженерам краще зрозуміти систему. Вона дозволяє легко усвідомити ідею конструкції й заздалегідь перевірити її експлуатаційні якості. У цей час для цієї мети використовується головним чином кінематична імітація твердих тел. Наприклад, це можна здійснити за допомогою CAD/CAM/CAE/CSE системи NX, яка використовується в різних областях промисловості (авіакосмічна промисловість, двигунобудування, автомобілебудування, сільськогосподарське машинобудування і т.д.). Дана програма дозволяє запуснути імітацію роботи верстата (рис. 14.3). Це дозволяє проводити контроль керуючих програм до передачі їх у цех і унеможливити ушкодження від якого-небудь ушкодження й

поломки, а також зменшить час налагодження програми на верстаті й підвищить продуктивність обробки.

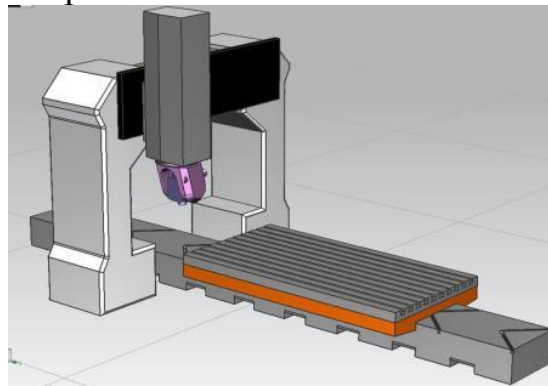


Рис. 14.3. Імітація роботи верстата в NX

### **Віртуальне прототипування**

Технології віртуального прототипування – це форма покрокового комп'ютерного моделювання, яка дозволяє користувачеві на кінцевому етапі поринути у віртуальний світ об'єкта або процесу й безпосередньо оперувати в ньому за допомогою спеціальних сенсорних пристроїв так, начебто це відбувається в реальному світі.

Процес прототипування при конструюванні й розробці промислового дизайну – область, де використання систем віртуальної реальності дає величезні конкурентні переваги. Використання віртуального оточення дозволяє створювати й сприймати конструкторові віртуальний прототип як реальний і змінювати його в реальному часі. Віртуальні прототипи дозволяють відмовитися від натурних моделей і забезпечити зв'язок між окремими підрозділами великої корпорації або різними субпідрядниками, що працюють над різними аспектами одного й того ж завдання. Особливо актуальні подібні системи на стадії концептуального дизайну.

Як приклад ефективності віртуального прототипування можна привести лабораторію по імітації польотів компанії Lockheed Fort Worth, де на базі тренажера проводиться відпрацювання віртуальних польотів з метою вивчення зручності взаємодії пілота з тим або іншим устаткуванням кабіни ще на етапі проектування винишувача.

Віртуальне складання дозволяє перевірити ступінь стикування тисяч деталей найскладнішого виробу до початку етапу реального складання. Широко відомий приклад проектування літаків Boeing 747 і Learjet 45, коли перевірка якості складання всієї системи здійснювалося у віртуальному просторі.

Технології віртуальної реальності дозволяють замінити реальні випробування з руйнуванням на комп'ютерні. По оцінках Ford Motor Company, тільки заміна натурних випробувань реальних автомобілів чисельними експериментами дозволяє заощадити мільйони доларів. Аналогічним чином компанія BMW повідомляє, що вона заощаджує один мільйон доларів щораз, коли вдається відмовитися від натуральних випробувань на руйнування, використавши замість них чисельні експерименти на суперкомп'ютерах.

Використання в системах для віртуального прототипування таких систем як трекінг, очний трекінг, енцефалограф дозволяє якісно й швидко відтворити людино-машинну взаємодію, ергономіку і т.д. ще на етапі цифрового макета.

Практично всі провідні компанії світу застосовують технології віртуальної реальності у своїх конструкторських і дизайнерських центрах, так компанія Форд стверджує, що впровадження подібних систем дозволило скоротити час проектування моделі легкового автомобіля з 42 до 24 тижнів.

### **Віртуальний завод**

Віртуальний завод – це змодельована на комп'ютері повна виробнича система. Віртуальний завод імітує конструкції виробничих ділянок, виробничі процеси й складські системи. Крім того, для нього можна програмувати автоматизоване заводське устаткування – роботи, конвеєри й верстати.



Рис. 14.4. 3D версія складального заводу Ford

### **Контрольні питання**

1. Що таке віртуальна інженерія?
2. Які переваги віртуальної інженерії?
3. Як виконується віртуальне проектування?
4. Які функції виконує система NX?
5. Призначення комплексу CAVE 3D.
6. З яких пристроїв складається комплекс CAVE 3D?
7. Самостійно поясніть призначення «поляризаційного фільтру».
8. Поясніть суть технології віртуального прототипування.
9. Самостійно знайдіть пояснення терміну «трекінг».
10. Самостійно знайдіть пояснення терміну «імерсивний».

**Звіт з роботи** має містити відповіді на контрольні питання.

## Література

1. Сторчак К.П., Ткаленко О.М., Полоневич О.В., Косенко В.Р., Чорна В.М. Пошук, обробка та аналіз інформації : Навч. посібник, для студентів вищих навчальних закладів. – Київ : ДУТ, 2018.– 127 с.
2. Васильєва Л.В., Гончаров О.А., Коновалов В.А., Соловійова Н.А. Чисельні методи розв'язання інженерних задач в пакеті MathCAD. – Курс лекцій та індивідуальні завдання: Навч. посібник з дисципліни «Інформатика» для студентів вищих навчальних закладів. – Краматорськ: ДДМА, 2006. – 108 с.
3. Швачич Г.Г. Лінійна алгебра в розрахунках середовища Mathcad: Підручник. – Дніпропетровськ: Дніпропетровська академія управління, бізнесу та права (ДАУБП), 2000. – 236 с.
4. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Сучасні комп'ютерні технології» для студентів спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування» та 208 «Агроінженерія» / Укл. С.М. Мороз, О.В. Анісімов, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко. – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 82 с.
5. Інженерна графіка в SolidWorks: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак – Луцьк: Вежа, 2018. – 172 с.
6. Козир М.М., Фещук Ю.В., Парфенюк О.В. Комп'ютерна графіка: SolidWorks: навчальний посібник / М.М. Козяр, Ю.В. Фещук, О.В. Парфенюк. - Херсон: Олді-плюс, 2018. – 252 с.
7. Основи геометричного моделювання в програмі SolidWorks: навчальний посібник / Укл.: Л. К. Лістовщик. Ч. 1. – Київ : НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2023. – 70 с.
8. Математичне моделювання процесів і машин : навч. посібник для студ. спец. "Агроінженерія", "Галузеве машинобудування" / [уклад.: В.В. Амосов, В.М. Сало, М.О. Свірень]. – Кропивницький : Видавець Лисенко В.Ф., 2022.– 218 с.
9. Система електронного навчання ВНЗ на базі MOODLE: Методичний посібник / Ю. В. Триус, І. В. Герасименко, В. М. Франчук ; За ред. Ю. В. Триуса. – Черкаси, 2012. – 220 с.



## ЗМІСТ

Вступ .....	3
Практична робота №1	
Пошук інформації в мережі Internet .....	4
Практична робота №2	
Інформаційні системи для дистанційного навчання .....	10
Практична робота №3	
Математичне моделювання як інструмент інженера .....	15
Практична робота №4	
Робота у середовищі Mathcad. Обчислення математичних виразів та функцій .....	21
Практична робота №5	
Математичний пакет Mathcad. Використання функцій. Побудова графіків..	25
Практична робота №6	
Робота у середовищі Mathcad. Векторні і матричні операції .....	29
Практична робота №7	
Робота у середовищі Mathcad. Матрична форма розв'язання системи лінійних рівнянь .....	35
Практична робота №8	
Створення таблиці та введення даних в Microsoft Excel .....	39
Практична робота №9	
Лінійні математичні моделі у програмі Microsoft Excel .....	45
Практична робота №10	
Роль 3D- моделювання та твердотілого моделювання у сучасній інженерії.....	49
Практична робота №11	
Знайомство з основними елементами інтерфейсу САПР SolidWorks.....	53
Практична робота №12	
Створення технічного рисунка .....	57
Практична робота №13	
Побудова простих деталей методом видавлювання .....	63
Практична робота №14	
Віртуальна інженерія .....	67
Література .....	72