

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
«Обчислювальна техніка та системи автоматизованого
проектування в енергетиці»
зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
«Обчислювальна техніка та системи автоматизованого
проектування в енергетиці»
зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

Вінниця
ВНТУ
2025

Рекомендовано до видання Радою з якості освіти Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 5 від 19.12.2024 р.)

Рецензенти:

В. В. Тептя, кандидат технічних наук, доцент

О. А. Жуков, кандидат технічних наук, доцент

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Обчислювальна техніка та системи автоматизованого проектування в енергетиці» зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» [Електронний ресурс] / уклад. : М. В. Кутіна, Д. Ю. Лебедь. – Вінниця : ВНТУ, 2025. – 68 с.

У методичних вказівках наведено основні теоретичні відомості, порядок та приклади виконання лабораторних робіт, вимоги до звіту, перелік запитань до захисту лабораторних робіт та рекомендовані літературні джерела. Методичні вказівки розроблені відповідно до робочої програми дисципліни «Обчислювальна техніка та системи автоматизованого проектування в енергетиці».

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1 Робота з хмарними сервісами Google.....	5
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2 Побудова таблиці істинності з використанням Circuit Simulator Applet.....	12
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3 Вирішення задач електроенергетики в таблицях Microsoft Excel.....	19
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4 Побудова схем заміщення в редакторі векторної графіки Microsoft Visio .	31
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5 Створення та розрахунок конфігурації мережі в програмі SiCAD	36
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6 Основи роботи в програмі MathCAD	44
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7 Написання алгоритмів в MathCAD.....	54
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8 Створення вебсторінок засобами HTML та CSS	63
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	67

ВСТУП

Методичні вказівки відповідають програмі дисципліни «Обчислювальна техніка та системи автоматизованого проєктування в енергетиці» і складаються з восьми лабораторних робіт.

Методичні вказівки направлені на оволодіння здобувачами вищої освіти компетенцій та програмних результатів заявлених в робочій навчальній програмі дисципліни «Обчислювальна техніка та системи автоматизованого проєктування в енергетиці». Лабораторні роботи передбачають роботу з хмарними сервісами Google, побудову таблиці істинності з використанням «Circuit simulator applet», побудову креслень в редакторі векторної графіки «MS Visio», задання конфігурації мережі засобами «SiCAD», роботу з таблицями «MS Excel», проведення розрахунків в системі комп'ютерної алгебри «MathCAD» та створення вебсторінок засобами «HTML та CSS», .

Виконання здобувачами вищої освіти лабораторних робіт можливе за умови попереднього вивчення теоретичних відомостей за вказаними темами та ознайомлення з методикою виконання роботи. З метою самоперевірки може бути використаний перелік запитань до лабораторної роботи.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

РОБОТА З ХМАРНИМИ СЕРВІСАМИ GOOGLE

Мета: набуття навичок з хмарними сервісами Google

Хід роботи:

Завдання 1.

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями.
2. Ознайомитися з вимогами до оформлення лабораторних робіт [1].
3. Розробити шаблон звіту до лабораторних робіт з застосуванням стилів.
4. Стили застосувати до титульної сторінки, загальних заголовків, заголовків пунктів, підписів рисунків та таблиць за наявності.
5. Ввести задану формулу за допомогою редактору формул.
6. Створити папку з назвою «П. І. П. Звіти до лабораторних» та додати до неї Google документ у вигляді звіту до лабораторної роботи та надати доступ викладачу з можливістю коментувати.

Завдання 2.

1. Створити опитування в Google формах за змістом теоретичних відомостей до лабораторної роботи (10 запитань).
2. Внести посилання на опитування в Google документ із спільним доступом за посиланням (створює викладач).
3. Зв'язати Google форму з Google таблицями для збереження результатів опитування.
4. Сформувати звіт опитування.
5. Результати опитування розмістити у звіті до лабораторної роботи.
6. Зробити висновки.






Теоретичні відомості

Хмарні сервіси – це сервіси, які забезпечують постійний доступ користувачів до віддалених ресурсів через інтернет (сервера, додатки, сховища тощо).

Хмарні технології (англ. cloud computing – хмарні обчислення) – це інформаційно-комунікаційні технології, що дозволяють здійснювати віддалену обробку та зберігання даних.

Хмарні сервіси доступні на різних пристроях, таких як настільні та планшетні комп'ютери, ноутбуки, нетбуки, смартфони, а також у різних операційних системах, включаючи Linux, Windows, Android та iOS. Для використання хмарних сервісів Google (табл. 1.1) користувачеві необхідно мати обліковий запис Google [2].

Таблиця 1.1 – Хмарні сервіси Google

Тип онлайн-сервісу	Назва сервісу	Позначення
Сховище файлів	Google Диск (Google Drive)	
Текстовий процесор	Google Документи (Google Docs)	
Табличний процесор	Google Таблиці (Google Sheets)	
Редактор форм	Google Форми (Google Forms)	
Відеозустрічі	Google Meet	

Основною перевагою хмарних сервісів є те, що створення акаунту на такій платформі дає можливість отримати доступ до власних даних з будь-якого пристрою в будь-якій точці світу. Крім того, навіть у разі поломки комп'ютера чи телефону, інформація зберігається на «хмарі».

Хмарний диск – це сервіс для зберігання даних, який розташований на віддаленому сервері, наприклад, **Google Диск**. Google Диск надає можливість зберігати файли на серверах у хмарі та обмінюватися ними з іншими користувачами в Інтернеті.

Для використання Google Диска потрібно створити обліковий запис на сайті google.com.

Щоб відкрити хмарний диск, потрібно зайти в обліковий запис, відкрити список додатків і вибрати **Диск**.

На хмарний диск можна завантажувати файли й папки з комп'ютера (рис. 1.1) або створювати їх безпосередньо в самому хмарному диску.

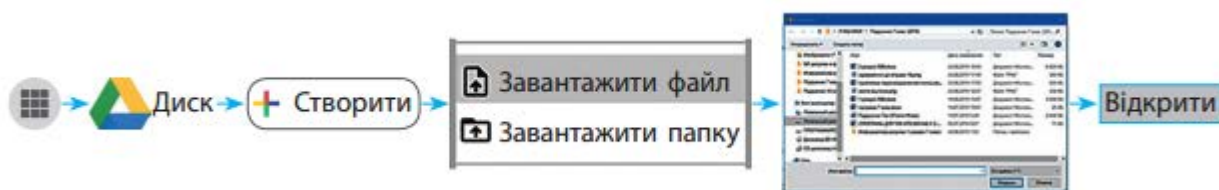


Рисунок 1.1 – Схема завантаження файлів і папок на **Google Диск**

Хмарні сервіси надають можливість створення текстових документів, електронних таблиць, форм опитувань та інших документів без необхідності їх встановлення на локальному комп'ютері.

Google Диск дозволяє зберігати файли в хмарі, надаючи доступ до них користувачам, яких визначає власник диску.

Існують два типи доступу до файлів:

1. Доступ для всіх, хто має посилання (увімкнено/вимкнено);
2. Доступ лише для зареєстрованих користувачів Google, яких запросив власник.

Крім того, доступ до файлів може бути наданий на трьох рівнях:

1. Перегляд;
2. Коментування;
3. Редагування.

Кожний наступний рівень включає можливості попереднього. Наприклад, рівень «редагування» дозволяє також переглядати та коментувати файл (рис. 1.2-1.3).

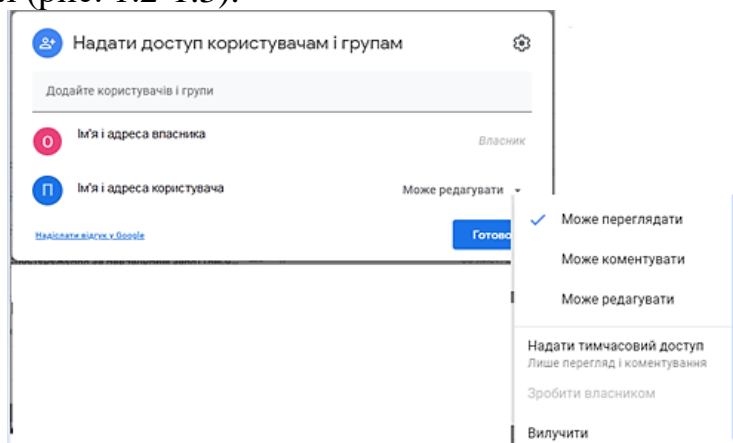


Рисунок 1.2 – Вікно «Надання доступу користувачам»

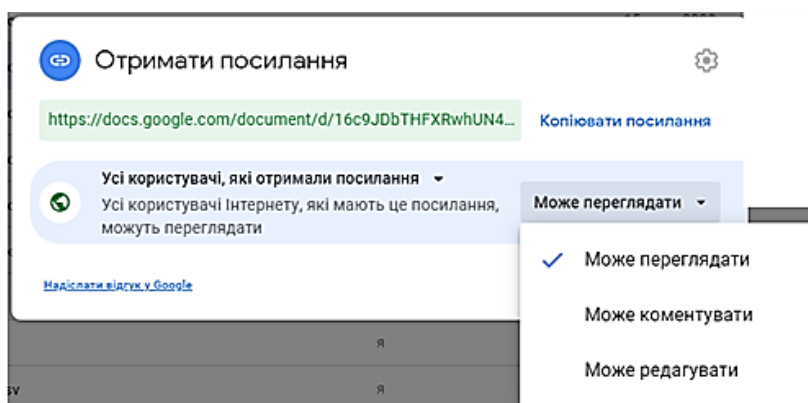


Рисунок 1.3 – Вікно «Отримання посилання»

Якщо вказати електронні адреси в полі доступу, отримувачі або одержать сповіщення на електронну пошту (якщо встановлений прапорець «Сповістити»), або дізнаються про доступ через свій Google Диск. Також доступ можна надати за допомогою посилання. Для цього необхідно:

1. Вибрати файл або папку.
2. Клікнути на кнопку «Посилання для доступу» або аналогічну команду.
3. У вікні «Отримати посилання» вибрати рівень доступу.
4. Скопіювати посилання кнопкою «Копіювати посилання».
5. Натиснути «Готово» та надіслати посилання користувачам.

Документи, до яких надано доступ іншими користувачами, зберігаються в розділі «Відкриті для мене» на Google Диску. Тільки власник об'єкта може видалити його або скасувати доступ.

Щоб створити документи в Google, потрібно:

1. Увійти в акаунт Google через браузер Chrome.
2. Відкрити меню додатків Google та вибрати «Диск».
3. Перейти до потрібної папки або створити нову.
4. Вибрати редактор для створення файлу (наприклад, Google Документи, Google Таблиці).
5. Дати новому файлу ім'я, змінивши його в лівому верхньому куті.

Документи зберігаються автоматично кожні 2-3 секунди, без необхідності натискати кнопку «Зберегти». Для роботи з документами, створеними в інших програмах, наприклад Microsoft Office, потрібно їх конвертувати в формат Google (рис. 1.4).

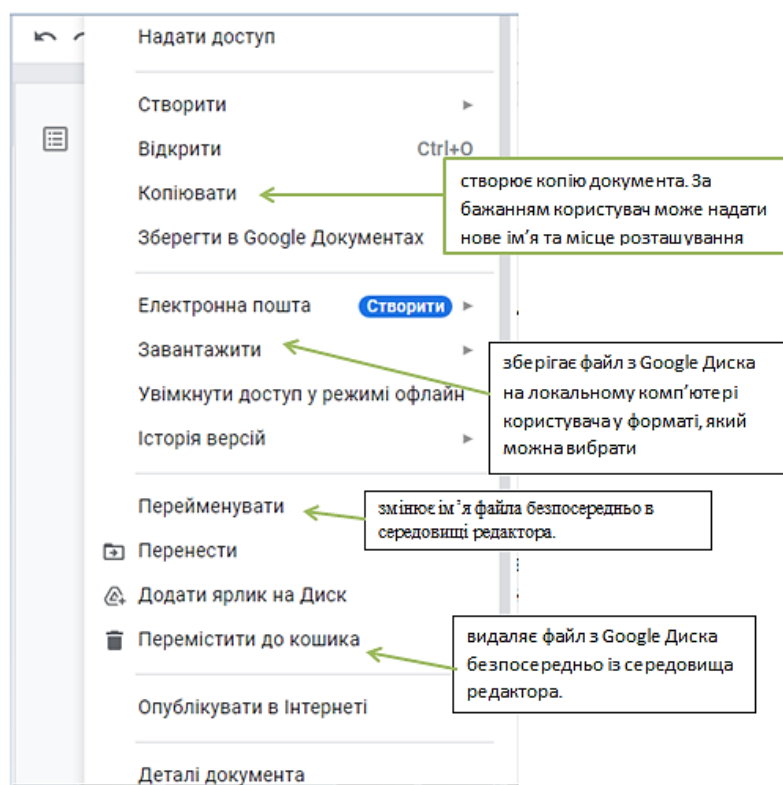


Рисунок 1.4 – Вікно налаштування документа

У текстовому редакторі Google Документи в меню Інструменти є корисні команди: Голосовий ввід, Перекласти документ.

Створення онлайн-форм засобами хмарного сервісу Google Форми.

Google Форми дозволяють створювати анкети для онлайн-опитувань, тести для перевірки знань, а також автоматично отримувати зведені результати у вигляді діаграм. Для створення форми на Google Диску потрібно вибрати: Створити → Google Форми.

У редакторі форми заповнюються такі поля:

- **Форма без назви:** вводиться назва форми, яка стане ім'ям файлу.

- **Опис форми:** додається коментар з метою опитування, категорією респондентів, термінами тощо.
- **Запитання без назви:** вводиться текст питання.
- **Тип запитання:** вибирається необхідний тип запитання (короткі відповіді, варіанти відповіді, прапорці, лінійна шкала тощо).
Можна вказати, чи є відповідь на питання обов'язковою, переміщуючи

повзунок

Обов'язково



Кнопки бічної панелі інструментів (рис. 1.5):

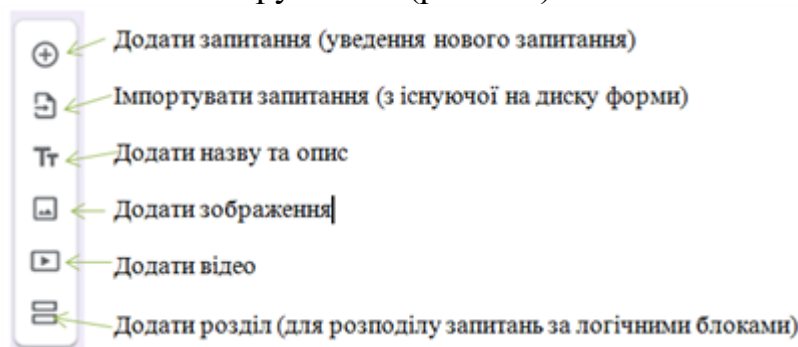


Рисунок 1.5 – Кнопки бічної панелі інструментів

Для створення тесту на перевірку знань потрібно:

- Вибрати **Налаштування** → **Увімкнути оцінки**.
- Повернутися на вкладку **Запитання**.
- Вибрати **Ключ опитування**.
- Вказати правильні відповіді та кількість балів за них.

Щоб змінити кольорове оформлення, виберіть **Налаштувати тему** на верхній панелі. Для налаштування результатів виберіть **Налаштування**. Для попереднього перегляду форми використовуйте кнопку **Попередній вигляд**.

Після створення форми потрібно надіслати її респондентам: через посилання або на електронні адреси. Посилання можна розмістити в документах, на вебсайтах або в соцмережах. Для цього виберіть **Надіслати** на панелі інструментів і налаштуйте параметри у вікні **Надіслати форму** (рис. 1.6).

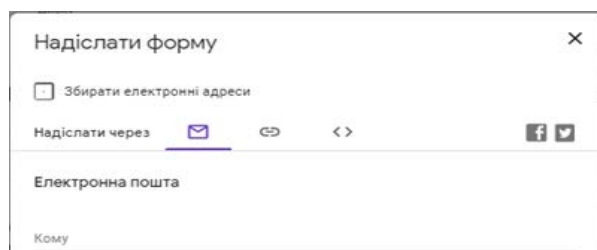


Рисунок 1.6 – Вікно **Надіслати форму**

Щоб переглянути відповіді респондентів і загальні результати опитування, слід виконати дії:

- відкрити на Google Диску створену форму в режимі редагування,

- перейти на вкладку **Відповіді** та ознайомитися з результатами, які автоматично подаються у вигляді діаграм (рис. 1.7).

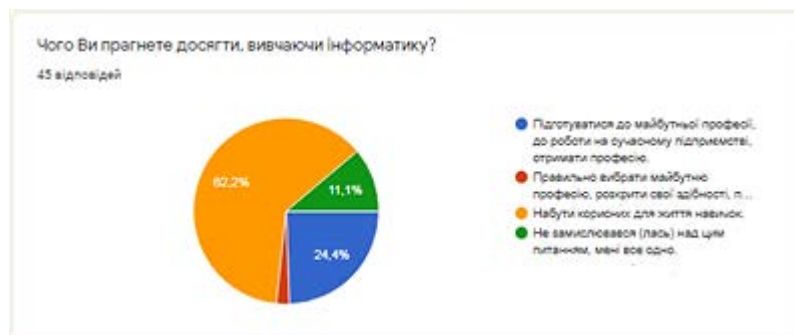


Рисунок 1.7 – Вкладка **Відповіді**

Для завершення опитування слід пересунути повзунок Приймати відповіді в ліве положення. Після цього респонденти не зможуть надати свої відповіді.

Отже, загальний алгоритм проведення опитування з використанням Google Форм є таким:

1. Створити форму.
2. Переглянути її вигляд у форматі анкети в режимі введення відповідей.
3. Надіслати посилання на анкету потрібним користувачам або опублікувати в Інтернеті для загального доступу.
4. Дочекатися завершення терміну надання відповідей.
5. Заблокувати можливість надання відповідей після завершення терміну опитування.
6. Переглянути зведені результати опитування.
7. Опрацювати результати опитування в електронній таблиці (за потреби).
8. Опублікувати результати опитування (діаграми) у підсумковому документі, презентації, в Інтернеті (за потреби).

Відповіді респондентів можна завантажити до електронної таблиці для подальшого опрацювання результатів опитування. Для цього на вкладці **Відповіді** слід вибрати кнопку **Створити електронну таблицю**. У подальшому кнопка матиме назву **Переглянути відповіді в Таблицях**. Таблицю буде автоматично створено на Google диску. Будь-які зміни у формі відобразатимуться у таблиці. Далі таблицю можна зберегти на локальний диск у форматі ***.xlsx**.

Варіанти до завдання 1:

Варіант 1, 7

$$x_{i,j} = \frac{1}{2}(x_{i,j-1} + x_{i,j+1});$$

$$y_n(x) = y_0 \frac{(x-x_1)(x-x_2)K(x-x_n)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)(x_0-x_n)} + K + y_n \frac{(x-x_1)(x-x_2)K(x-x_{n-1})}{(x_n-x_1)(x_n-x_2)K(x_n-x_{n-1})}.$$

Варіант 2, 8

Варіант 3, 9

$$f(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = \lambda \exp(-\lambda t);$$

$$\frac{\lambda}{n\lambda} = \frac{B\theta(2B - B^2 - \theta) \left(B + \frac{\Delta T_{\max}}{T_0} \right)}{(1-\theta) \left(1 + \frac{\Delta T_{\max}}{T_0} \right)} K_T. \quad W_1 = 2n_1 I_{\max 1}^2 R_1 B_1 \left(B_1 + \frac{\Delta T_{\max 1}}{T_0} \theta_1 \right);$$

$$P(t) = 1 + \frac{-\lambda t}{1!} + \dots \approx 1 - \lambda t.$$

Варіант 4, 10

$$D = \frac{\Delta T}{\Delta T_{\max 2}} + \frac{\Delta T_{\max 1}}{\Delta T_{\max 2}} C_1;$$

$$F = 2 \frac{I_{\max 1}}{I_{\max 2}} \frac{\Delta T_{\max 2}}{T_1} \frac{\Delta T_{\max 1}}{\Delta T_{\max 2}} \left(1 + 4 \frac{\Delta T_{\max 1}}{T_0} \right) - \frac{\Delta T_{\max 1}}{T_0} \left(\frac{I_{\max 1}^2}{I_{\max 2}^2} - \frac{\Delta T_{\max 1}}{\Delta T_{\max 2}} \right).$$

Варіант 5, 11

$$C_1 = \frac{Q_0}{n_1 I_{\max 1}^2 R_1}; \Theta_1 = \frac{\frac{\Delta T}{\Delta T_{\max 2}} - 2B_1 \left(\frac{I_{\max 1}}{I_{\max 2}} - \gamma \right) + B_1^2 \left(\frac{I_{\max 1}^2}{I_{\max 2}^2} + \gamma \right)}{\frac{\Delta T_{\max 1}}{\Delta T_{\max 2}} + \gamma \left(1 - 2B_1 \frac{\Delta T_{\max 1}}{T_0} \right)}$$

Варіант 6, 12

$$2B_1^2 \frac{\Delta T_{\max 1}}{T_0} - B_1^2 c + 2B_1 \left(b + aC_1 \frac{\Delta T_{\max 1}}{T_0} \right) - \frac{\Delta T}{\Delta T_{\max 2}} - C_1 d = 0;$$

$$B_1^2 c + 2B_1 \left(b + aC_1 \frac{\Delta T_{\max 1}}{T_0} \right) + \frac{\Delta T}{\Delta T_{\max 2}} + C_1 d = 0.$$

Контрольні запитання

1. Що таке хмарні технології та які їх основні переваги?
2. Які види доступу до файлів пропонує сервіс Google Диск?
3. Які рівні доступу можна надати до документа в Google Диску?
4. Опишіть алгоритм створення Google документа і надання до нього спільного доступу.
5. Які типи файлів можна створювати безпосередньо на Google Диску?
6. Як відновити попередню версію документа в Google Диску?
7. Як створити Google форму для опитування і які типи запитань вона підтримує?
8. Як зв'язати Google форму з Google таблицями для збереження результатів опитування?
9. Як можна надати доступ до Google форми респондентам?
10. Як сформувати та представити результати опитування, створеного в Google формах?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

ПОБУДОВА ТАБЛИЦІ ІСТИННОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ CIRCUIT SIMULATOR APPLETT

Мета: набуття навичок реалізації логічних функцій засобами Circuit Simulator Applet

Хід роботи:

Вихідними даними при реалізації комбінаційного пристрою є логічна функція, що її повинен реалізувати пристрій, та набір логічних елементів, на яких він повинен бути побудований.

1. Задати логічну функцію (2.1). Побудувати таблицю істинності та часові діаграми.

$$y = f_1[f_2(a_1, a_2), f_3(a_3, a_4)], \quad (2.1)$$

де f_1, f_2, f_3 – елементарні логічні функції (вважаємо заданими і елементи, що їх реалізують); a_1, a_2, a_3, a_4 – логічні змінні.

2. Побудувати за допомогою Circuit Simulator Applet комбінаційний логічний пристрій, що реалізує логічну функцію, отриману на попередньому кроці.

3. Перевірити таблицю істинності використовуючи логічну схему побудовану в Circuit Simulator Applet.

4. Зробити висновки по роботі.

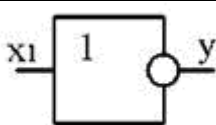
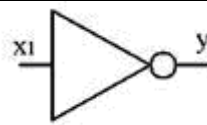
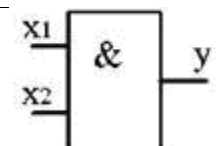
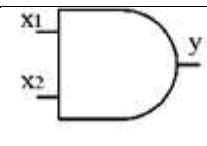
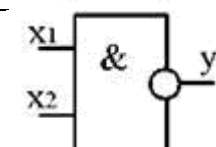
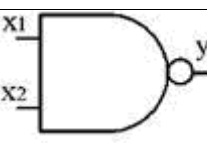
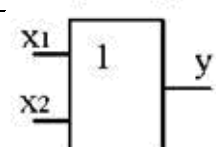
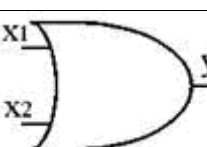
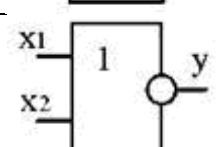
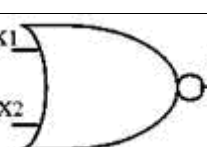
Теоретичні відомості

Робота виконується на персональному комп'ютері з використанням безкоштовної онлайн-системи для моделювання електричних схем Circuit Simulator Applet [3], доступ до якої надається через сайт <http://www.falstad.com/circuit/>. Ця програма дозволяє проводити моделювання роботи більшості електронних схем без необхідності створення фізичних пристроїв.

Бібліотека елементів системи містить як ідеалізовані логічні елементи, які використовуються для спрощеного моделювання логічних блоків, так і моделі реальних мікросхем, що включають кілька логічних елементів і дають змогу моделювати перехідні процеси в схемах. У межах цієї роботи розглядатимуться лише ідеальні логічні блоки.

Для виконання роботи використовуються логічні елементи, які можна знайти в меню **Draw - Logic Gates, Input and Output**. Позначення елементів приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Графічні позначення логічних елементів

Назва елемента та функції	Вітчизняні позначення	Міжнародні позначення	Таблиці істинності																						
Інвертор НІ $x = \bar{x}$			<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">x</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">y</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>					x	0	1			y	1	0										
x	0	1																							
y	1	0																							
І $x_1 \cdot x_2 = y$			<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">x1</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">x2</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">y</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td></td> </tr> </table>					x1	0	0	1	1		x2	0	1	0	1		y	0	0	0	1	
x1	0	0	1	1																					
x2	0	1	0	1																					
y	0	0	0	1																					
І-НІ $\overline{x_1 \cdot x_2} = y$			<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">x1</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">x2</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">y</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td></td> </tr> </table>					x1	0	0	1	1		x2	0	1	0	1		y	1	1	1	0	
x1	0	0	1	1																					
x2	0	1	0	1																					
y	1	1	1	0																					
АБО $x_1 + x_2 = y$			<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">x1</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">x2</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">y</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td></td> </tr> </table>					x1	0	0	1	1		x2	0	1	0	1		y	0	1	1	1	
x1	0	0	1	1																					
x2	0	1	0	1																					
y	0	1	1	1																					
АБО-НІ $\overline{x_1 + x_2} = y$			<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">x1</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">x2</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">y</td> <td style="padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td style="padding: 2px;">0</td> <td></td> </tr> </table>					x1	0	0	1	1		x2	0	1	0	1		y	1	0	0	0	
x1	0	0	1	1																					
x2	0	1	0	1																					
y	1	0	0	0																					

Для задавання вхідних двійкових сигналів, потрібно використати елемент **Logic Input**, який знаходиться в одному підменю з логічними елементами (рис. 2.1)



Рисунок 2.1 – Зображення логічного вхідного сигналу

Для аналізу сигналів використовуємо елемент **Logic Output** (рис. 2.2)



Рисунок 2.2 – Зображення логічного вихідного сигналу

Для проведення аналізу схеми ми можемо змінювати рівень логічного вхідного сигналу шляхом натискання на літери Н чи L вхідних сигналів.

Приклад виконання роботи

Варіанти вихідних даних наведені у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для побудови комбінаційного пристрою (перша цифра номеру в списку групи)

Перша цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a_1	$\overline{x_1}$	x_1	1	$\overline{x_1}$	x_1	x_1	$\overline{x_1}$	$\overline{x_1}$	1	x_1
a_2	$\overline{x_2}$	1	$\overline{x_2}$	x_2	1	$\overline{x_2}$	1	$\overline{x_2}$	$\overline{x_2}$	$\overline{x_2}$
a_3	$\overline{x_3}$	$\overline{x_3}$	x_3	0	$\overline{x_3}$	0	x_3	x_3	$\overline{x_3}$	0
a_4	0	$\overline{x_4}$	$\overline{x_4}$	$\overline{x_4}$	x_4	x_4	x_4	0	$\overline{x_4}$	$\overline{x_4}$

Таблиця 2.3 – Вихідні дані для побудови комбінаційного пристрою (друга цифра номеру в списку групи)

Друга цифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
f_1	<i>I</i>	<i>АБО</i>	<i>I-НІ</i>	<i>АБО-НІ</i>	<i>I</i>	<i>АБО</i>	<i>I-НІ</i>	<i>АБО-НІ</i>	<i>I</i>	<i>АБО-НІ</i>
f_2	<i>I-НІ</i>									
f_3	<i>АБО-НІ</i>									

Приклад вибору варіанта для номера в списку групи №32:

з колонки 3 маємо: $a_1 = \overline{x_1}$, $a_2 = x_2$, $a_3 = 0$, $a_4 = \overline{x_4}$;

з колонки 2 – $f_1 = I-НІ$, $f_2 = I-НІ$, $f_3 = АБО-НІ$.

1. Запишемо логічну функцію, (2.1):

Вихідні дані. Нехай $a_1 = \overline{x_1}$, $a_2 = x_2$, $a_3 = 0$, $a_4 = \overline{x_4}$; $f_1 = \text{I-НІ}$,
 $f_2 = \text{I-НІ}$, $f_3 = \text{АБО-НІ}$

(зверніть увагу на те, що змінна $a_3 = 0$ - є константою нуля), тоді логічна функція, яку необхідно реалізувати, має вигляд:

$$y = \overline{\overline{x_1 \cdot x_2 \cdot (0 + x_4)}}. \quad (2.2)$$

При побудові пристрою можна застосовувати логічні елементи 2І-НІ, АБО-НІ; спростимо (мінімізуємо) запропоновану до реалізації функцію спираючись на закони алгебри логіки [4]. Вважаємо, що на входи пристрою надходять лише прямі сигнали вхідних змінних, тобто x_1, x_2, x_4 (наприклад, тільки з прямих виходів тригерів).

Оскільки змінна $a_3 = 0$, то

$$f_3 = \overline{0 + x_4} = \overline{x_4}. \quad (2.3)$$

У результаті маємо:

$$y = \overline{\overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_4}}. \quad (2.4)$$

Зрозуміло, що комбінаційний пристрій, який реалізує цю функцію, буде більш простим, ніж той, що реалізує функцію (2.2).

Із аналізу виразу (2.4) видно, що для реалізації отриманої мінімізованої логічної функції необхідні такі логічні елементи:

- один інвертор для інверсії змінних $\overline{x_1}$;
- два елементи 2І-НІ (двовходові елементи І-НІ) для реалізації функцій

$$f_2 = \overline{x_1 \cdot x_2} \quad \text{та} \quad f_1 = \overline{f_2 \cdot f_3}. \quad (2.5)$$

Логічна схема комбінаційного пристрою, що реалізує функцію (2.4) наведена на рис. 2.3.

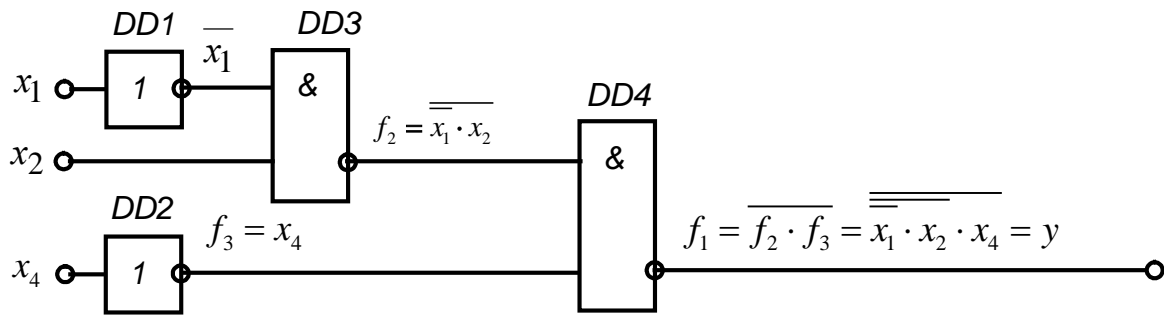


Рисунок 2.3 – Комбінаційний пристрій. Схема логічна

Таблицю істинності логічної функції (2.5) наведено у табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Таблиця істинності логічної функції $y = \overline{\overline{x_1} \cdot x_2} \cdot x_4$.

Комбінація вхідних змінних	x_1	x_2	x_4	$\overline{x_1}$	$f_3 = x_4$	$f_2 = \overline{\overline{x_1} \cdot x_2}$	$f_1 = \overline{\overline{f_2} \cdot f_3} = y$
0	0	0	0	1	0	1	1
1	1	0	0	0	0	1	1
2	0	1	0	1	0	0	1
3	1	1	0	0	0	1	1
4	0	0	1	1	1	1	0
5	1	0	1	0	1	1	0
6	0	1	1	1	1	0	1
7	1	1	1	0	1	1	0

Наведеній у табл. 2.4 таблиці істинності відповідають часові діаграми, зображені на рис. 2.4.

Комбінація входних змінних

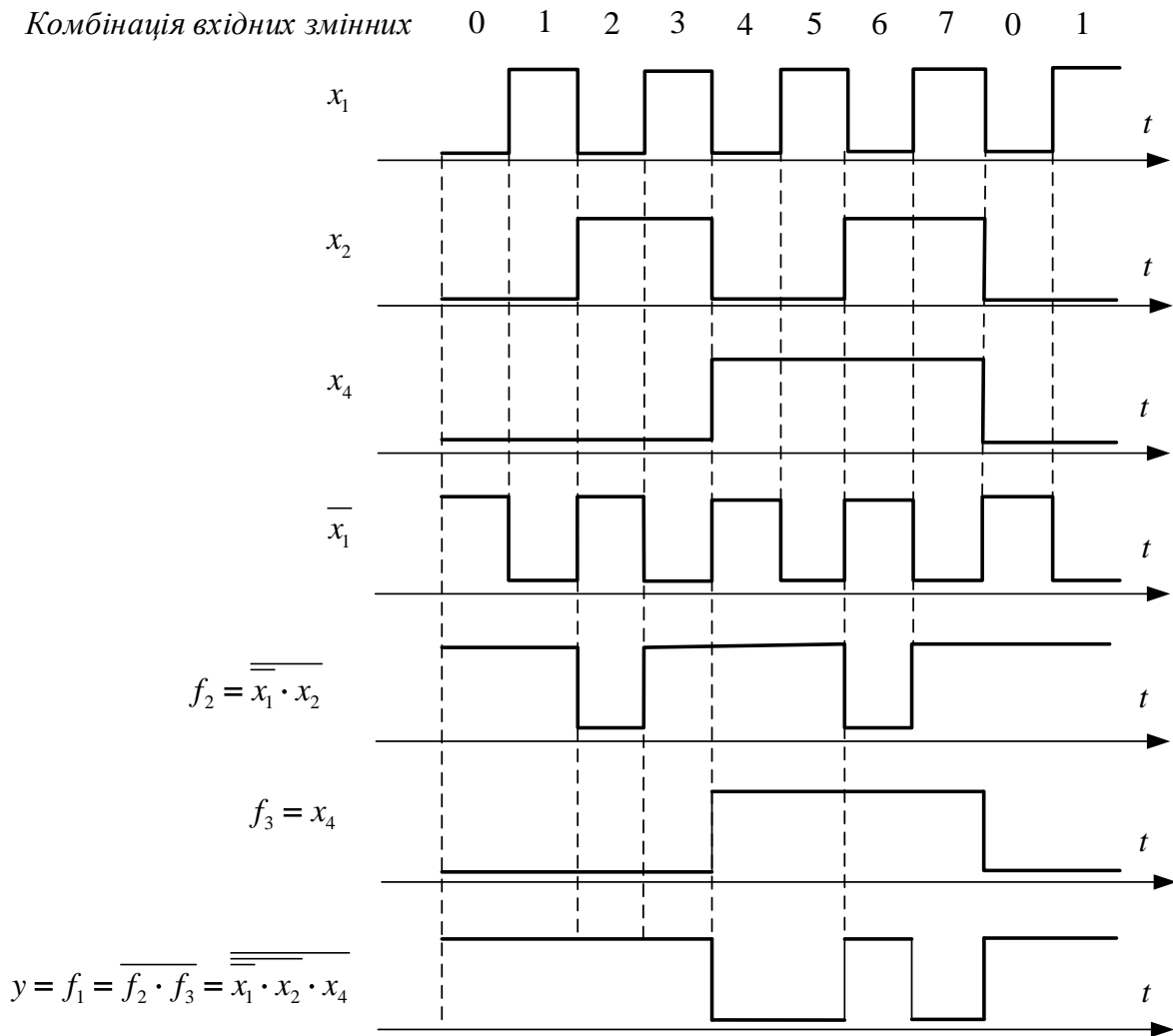


Рисунок 2.4 – Часові діаграми роботи комбінаційного пристрою

2. Побудуємо за допомогою Circuit Simulator Applet комбінаційний логічний пристрій, що реалізує логічну функцію, отриману на попередньому кроці (меню **Draw - Logic Gates, Input and Output**).

Схема для моделювання процесів буде мати вигляд як на рис. 2.5.

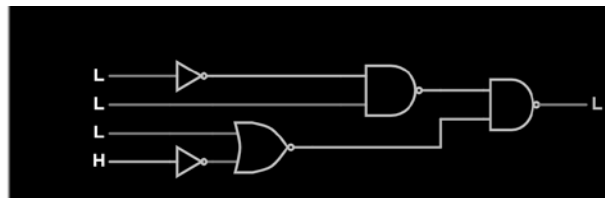


Рисунок 2.5– Схема для дослідження процесів відповідно до логічної

$$\text{функції } y = \overline{\overline{x_1} \cdot x_2 \cdot (0 + x_4)}$$

3. Перевірити таблицю істинності використовуючи схему побудовану в Circuit Simulator Applet.

Для перевірки правильності побудови таблиці істинності потрібно запустити схему **Run/STOP** (рис. 2.6) та змінювати рівень логічного

вхідного сигналу шляхом натискання на літери **H** чи **L** вхідних сигналів. Додати фото екрану для перевірки однієї з комбінацій.

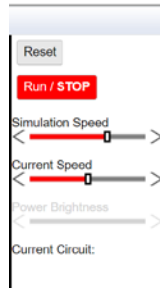


Рисунок 2.6 – Вікно запуску роботи схеми Run/STOP

4. Висновки по роботі.

З аналізу таблиці істинності та часових діаграм видно, що логічна функція $y = \overline{x_1 \cdot x_2 \cdot x_4}$, а значить і $y = \overline{x_1 \cdot x_2 \cdot (0 + x_4)}$ істинна (тобто $y=1$) при комбінаціях вхідних змінних 2 та 4-7.

Контрольні запитання

1. Що таке таблиця істинності, і яке її призначення при аналізі логічних функцій?
2. Які типи логічних елементів підтримуються в Circuit Simulator Applet?
3. Яким чином задається вхідний двійковий сигнал у Circuit Simulator Applet?
4. Що таке часові діаграми, і яке їх значення при моделюванні логічних схем?
5. Як реалізувати логічну функцію, використовуючи ідеальні логічні елементи в Circuit Simulator Applet?
6. Яким чином перевірити правильність побудови таблиці істинності в моделі?
7. Чому необхідна мінімізація логічних функцій перед їхньою реалізацією?
8. Як змінювати рівні вхідних сигналів у Circuit Simulator Applet під час моделювання?
9. Опишіть алгоритм побудови логічної схеми, що реалізує задану логічну функцію.
10. Які переваги використання Circuit Simulator Applet для аналізу логічних функцій у порівнянні з фізичними моделями?
11. Які основні типи логічних елементів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ В ТАБЛИЦЯХ MICROSOFT EXCEL

Мета: оволодіти навичками застосування електронних таблиць Microsoft Excel для вирішення задач електроенергетики.

Хід роботи:

Завдання 1.

1. Задати показники лічильника електроенергії за кожен місяць та вартість електроенергії (більше та менше 100 кВт/год).
2. Визначити величину спожитої електроенергії за кожен місяць з допомогою Microsoft Excel.
3. Визначити вартість спожитої електроенергії для двозонного лічильника з тарифом $<100 \text{ кВт}=2,73 \text{ грн}$ та $>100 \text{ кВт}=4,2 \text{ грн}$, використовуючи електронні таблиці Microsoft Excel.
4. Визначити загальну кількість спожитої електроенергії за рік, використовуючи електронні таблиці Microsoft Excel.
5. Визначити загальну вартість спожитої електроенергії за рік, використовуючи електронні таблиці Microsoft Excel.
6. Визначити максимальне та мінімальне значення спожитої електроенергії (оплати за неї) протягом року, використовуючи електронні таблиці Microsoft Excel.
7. Побудувати графіки споживання та оплати за електричну енергію по місяцях.
8. Зробити висновки по роботі.

Завдання 2.

1. Використовуючи електронні таблиці Microsoft Excel, для заданої матриці A (відповідно до варіанту) виконати такі дії: множення матриці на число (номер варіанту); множення матриці на вектор B; знайти обернену матрицю; транспонувати матрицю; знайти M, першу та другу норму матриці; знайти матриці Z та F відповідно до завдання.
2. Зробити висновки по роботі.

Завдання 3.

1. Задати таблиці даних відповідно до варіанту завдання цільової функції та обмежень за зразком приведеним в теоретичних відомостях.
2. Застосувати інструмент Microsoft Excel (Розв'язувач) для пошуку оптимального рішення.
3. Зробити висновки по роботі.

Теоретичні відомості

У програмі MS Excel можна здійснювати обчислення, використовуючи формули і вбудовані функції [5].

Excel містить понад 350 вбудованих функцій для різних типів розрахунків, зокрема економічних, математичних, інженерних тощо. Функції мають ім'я та аргументи у дужках, розділені крапкою з комою.

Аргументами можуть бути числа, текст, адреси клітин або інші функції. Майстер функцій допомагає вибирати та налаштовувати функції, що можна викликати через меню «Формули» або за допомогою комбінації клавіш **Shift+F3**. Функції в Excel згруповані за категоріями, наприклад, фінансові, логічні, математичні тощо.

Розгалужені алгоритми використовуються, коли обчислення потребують застосування різних формул в залежності від вхідних даних. Наприклад, при розв'язанні квадратного рівняння кількість коренів і їхні значення залежать від знака дискримінанта.

У Excel для реалізації таких умов використовується функція розгалуження з синтаксисом: =IF(умова; значення 1; значення 2)

Функція перевіряє умову: якщо вона виконується, повертається значення 1, якщо не виконується — значення 2.

Приклад умов: $A1=3$ $B2 <> F4+3$ та $SQRT(X1*X1+Y1*Y1) \leq R1$

В якості умов можуть використовуватись як числові, так і текстові значення (останні вказуються в лапках). Один з параметрів функції IF може бути пропущений: якщо відсутнє значення 1, використовуватиметься значення ІСТИНА, а якщо відсутнє значення 2 – ХИБНІСТЬ. Якщо потрібно, щоб клітинка залишалася порожньою, можна ввести подвійні лапки («») замість значення 1 або значення 2.

Функції IF можуть бути вкладеними, тобто аргументами функції можуть бути інші функції IF.

Приклад використання функції IF:

1. Обчислення модуля числа: $IF(A1 \geq 0; A1; -A1)$
2. Порівняння двох чисел: $IF(A1 \geq B1; \text{«Більше або дорівнює»}; \text{«Менше»})$
3. Перевірка, чи дорівнюють нулю три числа: $IF(A1*A1+B2*B2+C3*C3=0; \text{«Усі три числа дорівнюють 0»};)$
4. Перевірка, чи є число однозначним, двозначним чи більшим за 100: $IF(A1 < 10; \text{«однозначне»}; IF(A1 < 100; \text{«двозначне»}; \text{«більше 100»}))$

Для обробки складених умов в Excel використовуються три логічні функції, схожі на логічні операції в математиці:

1. **AND** – виконується, якщо всі умови виконуються. Синтаксис: $AND(\text{умова1}; \text{умова2}; \dots)$
2. **OR** – виконується, якщо хоча б одна умова виконується. Синтаксис: $OR(\text{умова1}; \text{умова2}; \dots)$

3. **NOT** – виконується, якщо умова не виконується. Синтаксис: NOT(умова)

Умова в Excel – це два вирази, з'єднані операцією відношення. Часто такі умови називають ще простими умовами.

Таблиця 3.1 — Оператори відношення в Excel

Позначення операції відношення	Назва
=	дорівнює
<>	не дорівнює
>	більше
<	менше
>=	більше або дорівнює
<=	менше або дорівнює

В Excel розрізняють абсолютну та відносну адресацію клітин. Абсолютна адреса не змінюється при копіюванні або переміщенні формули, тоді як відносна адреса змінюється. Абсолютна адреса позначається знаком \$ перед літерою стовпця та номером рядка (наприклад, **\$B\$2**). Часткова абсолютна адреса має \$ перед літерою стовпця або номером рядка (наприклад, **\$B2** або **A\$5**), і при копіюванні змінюється лише частина адреси.

Формули можуть містити посилання на клітини з інших аркушів або книг. Наприклад: **=Лист2!A1+[Книга3]Лист1!\$A\$3**. Для перегляду впливаючих клітин, потрібно вибрати клітину з формулою та натиснути кнопку «Впливаючі комірки», після чого з'являться стрілки, що позначають залежності.

Щоб знайти клітини, які залежать від певної, використовується кнопка «Залежні комірки». Для аналізу помилок типу #ДІЛ/0! застосовують кнопку «Джерело помилок». Червоні стрілки позначають формули, що викликають помилки, а блакитні – клітини, значення яких використовуються у формулах.

Математичні функції виконують різноманітні операції, такі як **SUM** (додавання), **SQRT** (квадратний корінь), **COS**, **SIN**, **TAN** (тригонометричні функції), **ABS** (модуль числа), **ROUND** (округлення), та інші. Для роботи з матрицями в Excel використовуються функції **TRANSPOSE** (транспонування), **MMULT** (добуток матриць), **MDETERM** (визначник матриці) та **MINVERSE** (обернена матриця), які виконуються комбінацією клавіш **Ctrl+Shift+Enter**.

Норма матриці. Для матриці A порядку $m \times n$ і пов'язаного з нею рівняння $y = Ax$, де $x \in V^n$, $x \in U^m$. Норми векторів $\|x\|_V = \|x\|$, $\|y\|_U = \|y\|$.

M норма матриці (максимальна сума модулів елементів кожної з стрічок):

$$\|A\| = \max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n |a_{ij}|. \quad (3.1)$$

1-а норма матриці А:

$$\|A\| = \max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n |a_{ij}|. \quad (3.2)$$

2-а норма матриці (Евклідова)

$$\|A\|_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (a_{ij})^2}. \quad (3.3)$$

Вирішення оптимізаційних завдань у MS Excel. Для вирішення задач оптимізації у MS Excel використовується інструмент **Розв'язувач** [6].

Загальний алгоритм вирішення оптимізаційних завдань у MS Excel наступний:

1. Скласти математичну модель.
2. Ввести на робочий лист Excel умови завдання:
 - а) створити таблицю на робочому аркуші для запровадження умов завдання;
 - б) задати вихідні дані, цільову функцію, обмеження та граничні умови.
3. **Виконати команду Дані → Аналіз → Розв'язувач.**
4. Вказати параметри у діалоговому вікні Параметри розв'язувача, виконати рішення.
5. Проаналізувати отримані результати.

Налаштування доступу до інструменту Розв'язувач (Пошук рішення)

Доступ до інструменту **Розв'язувач** здійснюється за допомогою команди **Дані → Аналіз → Розв'язувач**.

Інструмент «**Розв'язувач**» доступний через команду **Дані → Аналіз → Розв'язувач**, що відкриває вікно Параметри розв'язувача. Перед використанням цього інструменту на аркуші потрібно визначити цільову функцію, область клітин, які змінюються (невідомі), значення яких будуть знайдені під час розв'язку. Також необхідно встановити обмеження для цих змінних, зокрема межі значень чи інші умови.

Параметри завдання мають наступні обмеження: Максимальна кількість змінних – 200; Максимальна кількість формульних обмежень – 100; Максимальна кількість граничних умов – 400.

У вікні «**Параметри розв'язувача**» в полі «**Оптимізувати цільову функцію**» вказується адреса клітини з цільовою функцією, яка залежить від змінних клітин та виражена у певній формі. Оптимізація цільової функції може бути націлена на досягнення її максимального, мінімального значення або конкретного значення.

У полі «**Змінюючи клітинки**» вказуються адреси клітин, значення яких будуть визначені в процесі оптимізації.

У розділі «Підлягає обмеженням» вводяться обмеження для змінних. Кнопки «Додати», «Змінити» та «Видалити» керують цими обмеженнями, і їхня функція є інтуїтивно зрозумілою.

Якщо потрібно розглянути кілька моделей оптимізації на одному аркуші Excel (наприклад, для знаходження максимуму та мінімуму однієї функції або максимальних значень кількох функцій), зручніше зберегти ці моделі за допомогою кнопки «Завантажити/зберегти». Діапазон збереженої моделі містить дані про цільову клітину, змінювані клітини, обмеження та значення діалогового вікна.

Вибір збереженої моделі для вирішення конкретного завдання оптимізації здійснюється через кнопку «Завантажити/зберегти».

Прапорець у полі «Зробити змінні без обмежень невід'ємними» дозволяє не вводити додаткові обмеження для змінних, якщо їх значення невід'ємні.

Метод розв'язку вибирається зі списку в діалоговому вікні. Кнопка «Розв'язати» ініціює пошук рішення.

У деяких випадках рішення може не існувати, навіть якщо воно теоретично повинно бути. Це можна виправити, змінивши параметри та повторно запустивши «Розв'язувач». Налаштування параметрів здійснюються в діалоговому вікні «Параметри», яке відкривається через кнопку «Параметри» у вікні діалогу пошуку рішення.

Стислий приклад виконання приведений на рисунку 3.1.

Цільова функція
 $F = 8x_1 + 10x_2 + 7x_3 + 8x_4$

Обмеження

$$\begin{cases} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 800, \\ 7x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 12 \leq x_1 \leq 30, \\ 0 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 3, \\ x_4 \geq 0. \end{cases}$$

Крок 1

Крок 2

Параметри розв'язувача

Оптимізувати цільову функцію: \$F\$4

До: Максимум Мінімум Значення: 0

Змінюючи клітинки змінних: \$B\$3:\$E\$3

Підлягає обмеженням

\$B\$3 <= 30
 \$B\$3 >= 12
 \$C\$3 <= 25
 \$D\$3 >= 3
 \$F\$9:\$F\$11 <= \$G\$9:\$G\$11

Додати
 Змінити

Крок 3

Клітинка	Назва	Значення	Нижній ліміт	Цільова функція	Верхній ліміт	Результат
\$B\$3	Об'єм	12	12	1601	12	1601
\$C\$3	Об'єм	25	0	1351	25	1601
\$D\$3	Об'єм	3	3	1601	3	1601
\$E\$3	Об'єм	154,25	0	367	154,25	1601

Рисунок 3.1 – Приклад застосування інструменту «Розв'язувач»

Математична постановка задачі. Загальним завданням лінійного програмування називається задача, яка полягає у визначенні максимального (мінімального) значення функції:

$$F = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (3.4)$$

за умов:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i=1, \dots, k), \quad (3.5)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i=k+1, \dots, m), \quad (3.6)$$

$$x_j \geq 0 \quad (i=1, \dots, l; l \leq n), \quad (3.7)$$

де a_{ij} , b_i , c_j - задані постійні величини та $k \leq m$.

Функція (3.4) називається цільовою функцією завдання, а умови (3.5-3.7) – обмеженнями даного завдання. Сукупність чисел $X = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, що задовольняють обмеженням завдання, називається допустимим рішенням (або планом). Рішення $X^* = (x_1^*, x_2^*, x_3^*, \dots, x_n^*)$ при якому цільова функція задачі набуває максимального (мінімального) значення, називається оптимальним.

Практична постановка задачі. Визначити оптимальне виробництво електроенергії для кожної з електростанцій.

Чотири види електростанцій різної потужності – А, В, С та D генерують електроенергію. Для генерації електроенергії використовуються ресурси – трудові, матеріальні, фінансові. Максимальний запас ресурсів з виробництва 800, 2000, 2900 одиниць відповідно. Задано витрати ресурсів на виробництво одного мегавата потужності для кожної електростанції А, В, С і D і гранично допустимі значення в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Вихідні данні

Ресурси	Витрата ресурсу на один МВт				Запас ресурсів
	А	В	С	Д	
Трудові	8	3	4	4	800
Матеріальні	7	8	12	10	2000
Фінансові	15	14	13	14	2900
Нижня межа випуску	12	-	3	-	-
Верхня межа випуску	30	25	-	-	-

Прибуток від одного мегавата рівний: 8 г. о. - для А, 10 г. о. – для В, 7 г. о. – для С, 8 г. о. – для D.

Який обсяг електроенергії має виробляти електростанція, щоб прибуток від реалізації був максимальним?

Варіанти до завдання 2.

Варіант 1, 13

Знайти значення квадратичної форми $Z = Y^T A^2 A^T A^2 Y$, а також F

$$(A - A^2)^2, 3A^3 - A^2, (A^4 - A^2)^2, \text{ якщо } A = \begin{bmatrix} 2 & 4 & 7 & 4 \\ 4 & 1 & 6 & 2 \\ 8 & 3 & 6 & 7 \\ 6 & 3 & 5 & 7 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 4 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Варіант 2, 14

Знайти значення квадратичної форми $Z = Y^T A^2 A^T A^4 Y$, а також F

$$(A - A^2)^2, 3A^3 - A^2, (A^4 - A^2)^2, \text{ якщо } A = \begin{bmatrix} 3 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 6 & 4 & 6 \\ 3 & 4 & 5 & 5 \\ 1 & 9 & 3 & 6 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 1 \\ 4 \\ 0 \\ 3 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \\ 2 \end{bmatrix}.$$

Варіант 3, 15

Знайти значення квадратичної форми $Z = Y^T A^3 A^T A^2 Y$, а також F

$$(A - A^2)^2, 3A^3 - A^2, (A^4 - A^2)^2, \text{ якщо } A = \begin{bmatrix} 2 & 1 & 5 & 2 \\ 5 & 2 & 2 & 6 \\ 2 & 2 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 3 & 1 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Варіант 4, 16

Знайти значення квадратичної форми $Z = Y^T A^T A^3 A^T Y$, а також F

$$(A - A^2)^2, 3A^3 - A^2, (A^4 - A^2)^2, \text{ якщо } A = \begin{bmatrix} 3 & 6 & 5 & 2 \\ 4 & 6 & 3 & 5 \\ 2 & 3 & 2 & 6 \\ 2 & 4 & 3 & 6 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 3 \\ 0 \\ 4 \\ 3 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} 2 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Варіант 5, 17

Знайти значення квадратичної форми $Z = Y^T A^2 A^T A^3 Y$, а також F

$$(A - A^2)^2, 3A^3 - A^2, (A^4 - A^2)^2, \text{ якщо } A = \begin{bmatrix} 5 & 6 & 2 & 7 \\ 4 & 9 & 5 & 5 \\ 2 & 3 & 2 & 6 \\ 2 & 4 & 3 & 6 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \\ 0 \\ 2 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 3 \\ 3 \end{bmatrix}.$$

Варіант 6, 18

Знайти значення квадратичної форми $Z = Y^T A^T A^3 A A^T Y$, а також F

$$(A - A^2)^2, 3A^3 - A^2, (A^4 - A^2)^2, \text{ якщо } A = \begin{bmatrix} 9 & 6 & 3 & 8 \\ 4 & 6 & 7 & 4 \\ 2 & 3 & 5 & 3 \\ 4 & 8 & 3 & 7 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 4 \\ 2 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} 3 \\ 5 \\ 1 \\ 3 \end{bmatrix}.$$

Варіант 7, 19

Знайти значення квадратичної форми $Z = Y^T A^T A^3 A A^T Y$, а також F

$$(A - A^2)^2, 3A^3 - A^2, (A^4 - A^2)^2, \text{ якщо } A = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 2 & 5 \\ 4 & 4 & 5 & 3 \\ 1 & 2 & 6 & 8 \\ 3 & 7 & 3 & 2 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 3 \\ 8 \\ 1 \\ 7 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 5 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Варіант 8, 20

Знайти значення квадратичної форми $Z = Y^T A^T A^3 A^T Y$, а також F

$$(A - A^2)^2, 3A^3 - A^2, (A^4 - A^2)^2, \text{ якщо } A = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 5 & 2 \\ 5 & 2 & 7 & 5 \\ 4 & 2 & 1 & 7 \\ 7 & 5 & 4 & 1 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \\ 3 \\ 2 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 2 \\ 2 \end{bmatrix}.$$

Варіант 9, 21

Знайти значення квадратичної форми $Z = Y^T A^5 A^T A Y$, а також F

$$(A - A^2)^2, 3A^3 - A^2, (A^4 - A^2)^2, \text{ якщо } A = \begin{bmatrix} 9 & 6 & 3 & 8 \\ 4 & 6 & 7 & 4 \\ 2 & 3 & 5 & 3 \\ 4 & 8 & 3 & 7 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 3 \\ 1 \\ 4 \\ 2 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} 3 \\ 5 \\ 1 \\ 3 \end{bmatrix}.$$

Варіант 10, 22

Знайти значення квадратичної форми $Z = Y^T A^3 A^T A^2 A^T Y$, а також F

$$(A - A^2)^2, 3A^3 - A^2, (A^4 - A^2)^2, \text{ якщо } A = \begin{bmatrix} 9 & 5 & 4 & 7 \\ 4 & 6 & 8 & 7 \\ 5 & 8 & 7 & 6 \\ 5 & 6 & 8 & 7 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 0 \\ 6 \\ 3 \\ 7 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} 2 \\ 6 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix}.$$

Варіант 11, 23

Знайти значення квадратичної форми $Z = Y^T A^T A A^T A^2 A^T Y$, а також F

$$(A - A^2)^2, 3A^3 - A^2, (A^4 - A^2)^2, \text{ якщо } A = \begin{bmatrix} 8 & 2 & 4 & 7 \\ 3 & 8 & 8 & 5 \\ 9 & 1 & 7 & 3 \\ 2 & 6 & 8 & 4 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 2 \\ 1 \\ 4 \\ 3 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} 1 \\ 7 \\ 3 \\ 9 \end{bmatrix}.$$

Варіант 12, 24

Знайти значення квадратичної форми $Z = Y^T A A^T A^5 A^T Y$, а також F

$$(A - A^2)^2, 3A^3 - A^2, (A^4 - A^2)^2, \text{ якщо } A = \begin{bmatrix} 11 & 1 & 4 & 7 \\ 6 & 2 & 3 & 5 \\ 4 & 3 & 7 & 3 \\ 2 & 10 & 6 & 4 \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} 8 \\ 4 \\ 7 \\ 5 \end{bmatrix}, Y = \begin{bmatrix} 2 \\ 9 \\ 1 \\ 7 \end{bmatrix}.$$

Варіанти до завдання 3.

Загальна постановка задачі залишається тою, що й у прикладі. Цільова функція для всіх варіантів однакова $F = 8x_1 + 10x_2 + 7x_3 + 8x_4$. Студенти з парним номером варіанту шукають мінімум функції, інші максимум. Обмеження цільової функції визначаються з таблиці 3.3, відповідно до варіанту.

Таблиця 3.3 – Обмеження цільової функції, відповідно до варіанту

Номер варіанту	Обмеження
1, 2	$\left\{ \begin{array}{l} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 800, \\ 7x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 0 \leq x_1 \leq 30, \\ 0 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 0 \\ x_4 \geq 0. \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 800, \\ 7x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 0 \leq x_1 \leq 30, \\ 0 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 3, \\ x_4 \geq 0. \end{array} \right.$

Продовження табл. 3.3

3, 4	$\left\{ \begin{array}{l} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 800, \\ x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + 14x_2 + x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 12 \leq x_1 \leq 30, \\ x_2 \geq 6 \\ x_3 \geq 3, \\ x_4 \geq 0. \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 1000, \\ 7x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 12 \leq x_1 \leq 30, \\ 0 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 20, \\ x_4 \geq 10. \end{array} \right.$
5, 6	$\left\{ \begin{array}{l} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 2800, \\ 7x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ x_1 + 14x_2 + x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 12 \leq x_1 \leq 30, \\ 0 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 4, \\ x_4 \geq 2. \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} 8x_1 + x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 800, \\ 7x_1 + 8x_2 + x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 12 \leq x_1 \leq 30, \\ 0 \leq x_2 \leq 25, \\ 100 \geq x_3 \geq 3, \\ x_4 \geq 0. \end{array} \right.$
7, 8	$\left\{ \begin{array}{l} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 800, \\ 7x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 2 \leq x_1 \leq 30, \\ 0 \leq x_2 \leq 50, \\ x_3 \geq 3, \\ x_4 \geq 0. \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 800, \\ 7x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 12 \leq x_1 \leq 30, \\ 40 \leq x_2 \leq 100, \\ x_3 \geq 30, \\ x_4 \geq 0. \end{array} \right.$
9, 10	$\left\{ \begin{array}{l} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 800, \\ 7x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 12 \leq x_1, \\ 0 \leq x_2, \\ x_3 \geq 3, \\ x_4 \geq 0. \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 800, \\ 7x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ x_1 \geq 3, \\ 0 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 3, \\ x_4 \geq 0. \end{array} \right.$

Продовження таблиці 3.3

11, 12	$\begin{cases} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 8000, \\ 7x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 9000, \\ 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 0 \leq x_1 \leq 30, \\ 0 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 3, \\ x_4 \geq 0. \end{cases}$	$\begin{cases} x_1 + x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 800, \\ 7x_1 + 8x_2 + x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 12 \leq x_1 \leq 30, \\ 0 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 0, \\ x_4 \geq 0. \end{cases}$
13, 14	$\begin{cases} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4 \leq 800, \\ 7x_1 + x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + 14x_2 + x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 20 \leq x_1 \leq 300, \\ 0 \leq x_2 \leq 205, \\ x_3 \geq 30, \\ x_4 \geq 0. \end{cases}$	$\begin{cases} 8x_1 + x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 900, \\ 7x_1 + 8x_2 + x_3 + 10x_4 \leq 3000, \\ 15x_1 + x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 4 \leq x_1 \leq 30, \\ 0 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 3, \\ x_4 \geq 10. \end{cases}$
15, 16	$\begin{cases} 8x_1 + x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 800, \\ 7x_1 + 2x_2 + x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + 3x_2 + 3x_3 + 4x_4 \leq 2900, \\ 12 \leq x_1 \leq 30, \\ 0 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 3, \\ x_4 \geq 0. \end{cases}$	$\begin{cases} 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 800, \\ 7x_1 + 2x_2 + 2x_3 + 5x_4 \leq 2000, \\ 5x_1 + 4x_2 + 3x_3 + 4x_4 \leq 2900, \\ 12 \leq x_1 \leq 300, \\ 0 \leq x_2 \leq 400, \\ x_3 \geq 21, \\ x_4 \geq 0. \end{cases}$
17, 18	$\begin{cases} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4 \leq 800, \\ 7x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 2200, \\ 15x_1 + x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 12 \leq x_1 \leq 30, \\ 21 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 3, \\ x_4 \geq 0. \end{cases}$	$\begin{cases} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 1000, \\ 7x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 3000, \\ 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 4000, \\ 0 \leq x_1 \leq 30, \\ 0 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 0, \\ x_4 \geq 0. \end{cases}$
19, 20	$\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 800, \\ x_1 + 7x_2 + 12x_3 + 9x_4 \leq 2000, \\ 10x_1 + 14x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2900, \\ 4 \leq x_1 \leq 70, \\ 5 \leq x_2 \leq 50, \\ x_3 \geq 5, \\ x_4 \geq 10. \end{cases}$	$\begin{cases} x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 6700, \\ 7x_1 + 8x_2 + x_3 + 10x_4 \leq 1000, \\ 15x_1 + 14x_2 + 13x_3 + x_4 \leq 600, \\ 0 \leq x_1 \leq 30, \\ 0 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 7, \\ x_4 \geq 4. \end{cases}$

Продовження таблиці 3.3

21, 22	$\begin{cases} 7x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 3400, \\ 6x_1 + 8x_2 + 9x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + 10x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 4000, \\ 5 \leq x_1 \leq 58, \\ 5 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 5, \\ x_4 \geq 5. \end{cases}$	$\begin{cases} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 1200, \\ 7x_1 + 9x_2 + 2x_3 + 5x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + 11x_2 + 11x_3 + 14x_4 \leq 3000, \\ 16 \leq x_1 \leq 39, \\ 0 \leq x_2 \leq 250, \\ x_3 \geq 3, \\ x_4 \geq 0. \end{cases}$
23, 24	$\begin{cases} 8x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 4000, \\ 7x_1 + 8x_2 + 2x_3 + 10x_4 \leq 2000, \\ 15x_1 + x_2 + 3x_3 + 4x_4 \leq 2900, \\ 12 \leq x_1 \leq 30, \\ 0 \leq x_2 \leq 25, \\ x_3 \geq 3, \\ x_4 \geq 0. \end{cases}$	$\begin{cases} 3x_1 + 3x_2 + 4x_3 + 4x_4 \leq 900, \\ 7x_1 + 8x_2 + 12x_3 + 10x_4 \leq 3000, \\ 15x_1 + 4x_2 + 13x_3 + 14x_4 \leq 2800, \\ 30 \leq x_1 \leq 300, \\ 0 \leq x_2 \leq 250, \\ x_3 \geq 5, \\ x_4 \geq 5. \end{cases}$

Контрольні запитання

1. Яким чином можна спростити аналіз аналітичних моделей в електроенергетичних системах, який часто пов'язаний з великим обсягом розрахунків?
2. Що таке логічні функції та їх реалізація в Microsoft Excel.
3. Логічна функція AND.
4. Логічна функція OR.
5. Логічна функція NOT.
6. Складені умови (IF).
7. Назвіть функції, призначені для роботи з матрицями в Excel?
8. Назвіть функцію Excel, що обчислює добуток матриць?
9. Назвіть функцію Excel, що обчислює матрицю, обернену до заданої?
10. Назвіть функцію Excel, що обчислює визначник матриці?
11. Назвіть функцію Excel, що повертає транспоновану матрицю?
12. Назвіть основні особливості застосування функцій Excel, що використовуються для робіт з матрицями?
13. Що таке норма матриці? З якою метою визначається норма матриці? Як визначити норму матриці засобами Excel?
14. Завдання лінійного програмування.
15. Який інструмент застосовується для вирішення оптимізаційних задач у MS Excel 2019?
16. Загальний алгоритм вирішення оптимізаційних задач у MS Excel 2019.
17. Які формули MS Excel 2019 використовувалися для запису цільової функції.

18. Які формули MS Excel 2019 використовувалися для запису обмежень?
19. Яким є результат застосування інструменту «Розв'язувач»?
20. Типи звітів за результатами застосування інструменту «Розв'язувач».

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

ПОБУДОВА СХЕМ ЗАМІЩЕННЯ В РЕДАКТОРІ ВЕКТОРНОЇ ГРАФІКИ MICROSOFT VISIO

Мета: Оволодіти навичками побудови схем заміщення електричної мережі та блок-схеми в графічному редакторі Microsoft Office Visio.

Хід роботи:

1. Розробити бібліотеку елементів схеми заміщення відповідно ГОСТ. Перевірити розміри елементів схеми заміщення на відповідність, рис. 4.1.

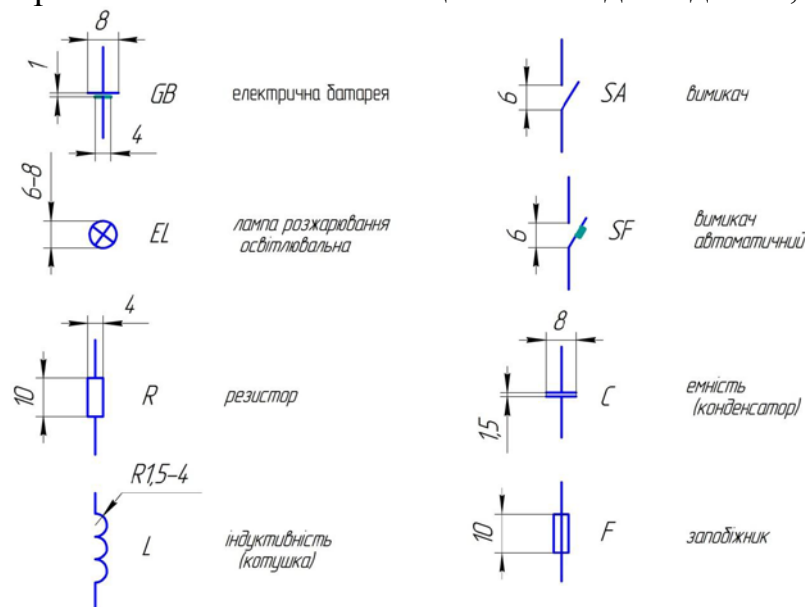


Рисунок 4.1 – Основні умовні графічні позначення елементів електричних схем

2. Внести написи елементів схеми заміщення.
3. Побудувати схему заміщення з використанням графічного редактора Microsoft Office Visio.
4. Перевірити раціональність розміщення елементів схеми заміщення на написів (здійснити вирівнювання, прив'язки і т. ін.).
5. Побудувати блок-схеми.
6. Інтегрувати схеми в Microsoft Word.
7. Зробити висновки по роботі.

Теоретичні відомості

Програма MS Visio — це програмне забезпечення для створення діаграм та візуалізації даних, яке належить до пакету програм Microsoft Office. Документи в MS Visio називаються фігурами. Проект створення фігури може бути виконаний на одному або кількох аркушах стандартного (A4) або налаштованого розміру. Фігури можна зберігати у файлі у форматі .vsd або як XML-фігури у форматі .vdx, друкувати або вставляти у будь-який офісний документ чи документи інших програм. [7].

Налаштування інтерфейсу користувача. За допомогою головного вікна можна точно підібрати відповідний шаблон: «Проста схема», «Просте креслення», «Проста блок-схема» та ін. (рис. 4.2).

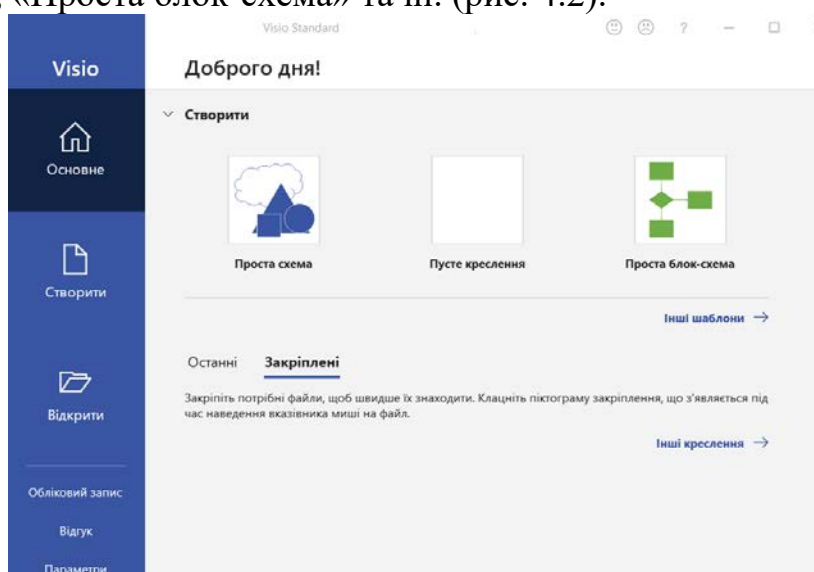


Рисунок 4.2 – Вікно «Приступаючи до роботи з Microsoft Office Visio»

Окрім того, попередній перегляд шаблонів у вигляді збільшених ескізів та опис кожного шаблону допомагають швидко обрати найбільш підходящі для схем варіанти.

Для першого запуску програми вибираємо шаблон «Проста схема». У вікні (рис. 4.3) меню розташоване зверху і нагадує меню Microsoft Word, а зліва знаходяться шаблони фігур: елементи для простих схем, стрілки, фонові зображення, рамки та заголовки.

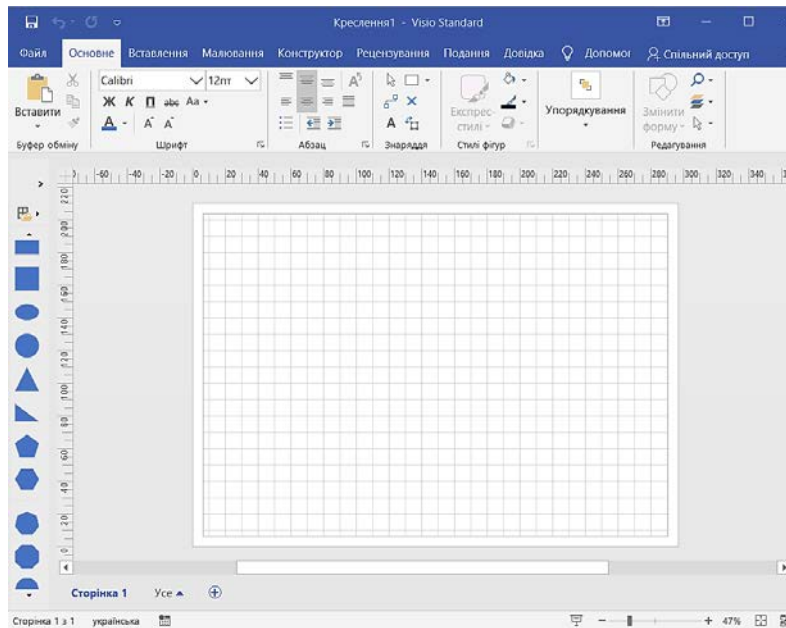


Рисунок 4.3 – Вікно, що відкривається після вибору шаблону «Проста схема»

Панель інструментів «Упорядкування» (рис. 4.4) використовується для вирівнювання фігур, їх дзеркального відображення по вертикалі та горизонталі, а також для повороту фігур і тексту на фіксований кут 90 градусів за або проти годинникової стрілки. Крім того, панель дозволяє переміщувати об'єкти або фігури на передній чи задній план (жовтий прямокутник між двома сірими), групувати або розгрупувати кілька об'єктів (два порожніх прямокутники). При наведенні курсору на будь-яку піктограму з'являється підказка про її функцію.

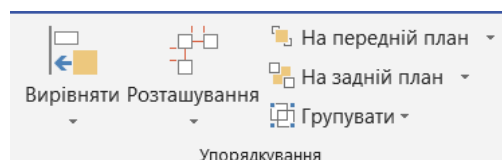


Рисунок 4.4 – Панель інструментів «Упорядкування»

Панель інструментів «Знаряддя» (рис. 4.5) містить інструменти рисування прямокутників, еліпсів і кіл, прямих ліній, дуг, ліній складної конфігурації і олівець, який дозволяє коригувати вже нарисовану лінію.

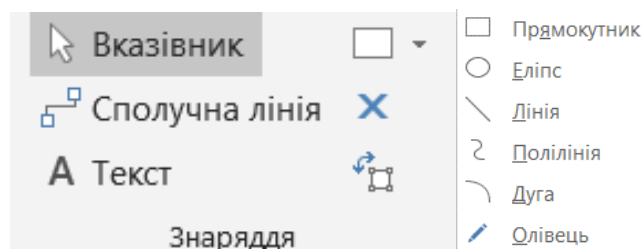


Рисунок 4.5 – Панель інструментів «Знаряддя»

Щоб зручно контролювати параметри фігур (довжина, ширина, кут повороту), потрібно відкрити вікно «Розмір і розташування» через контекстне меню. Після цього в лівому нижньому куті робочого поля з'явиться вікно, в якому будуть вказані розташування фігури, її розміри та кут повороту (рис. 4.6).

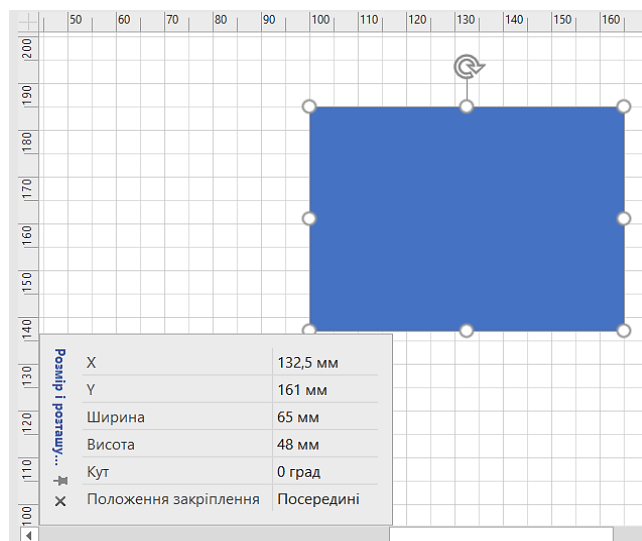


Рисунок 4.6 – Відображення інформації про прямокутник у вікні «Розмір і положення»

Групування та розгрупування декількох елементів.

При створенні великих схем або складних малюнків часто виникає необхідність одночасного створення копій кількох об'єктів або зміни масштабу (положення) кількох чи всіх елементів. Для цього в Visio є функція «Групування» (меню Фігури/Групування) або комбінації клавіш Shift+Ctrl+G або Ctrl+G.

Якщо потрібно розгрупувати елементи, можна скористатися командою Shift+Ctrl+U (де U означає ungroup).

Дублювання елементів.

При вставці об'єктів з буфера обміну за допомогою Ctrl+V копії автоматично зміщуються по діагоналі для зручності виділення. Команда швидкого доступу Ctrl+D дозволяє створювати необхідну кількість копій, натискаючи клавіші послідовно.

Інтеграція ілюстрацій створених в Visio з Microsoft Word.

Малюнки або схеми, створені в Visio, можна вставити в документ Word шляхом простого копіювання та вставки через буфер обміну (рис. 4.7).

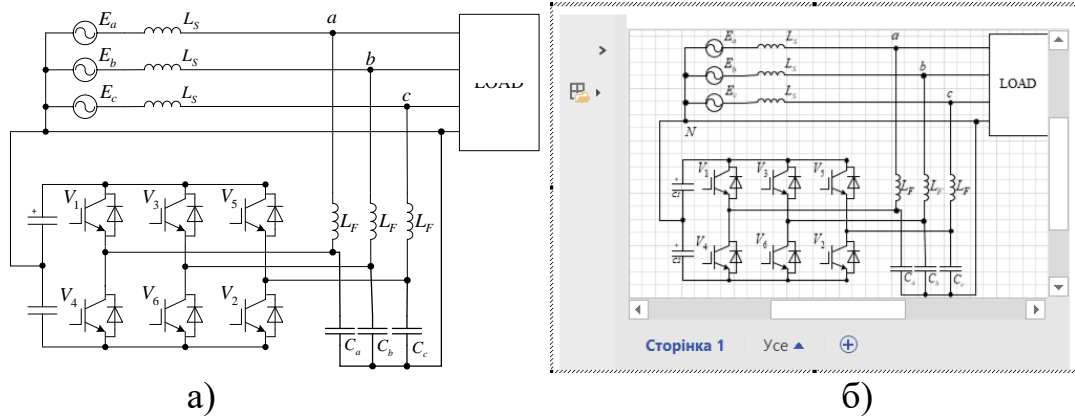
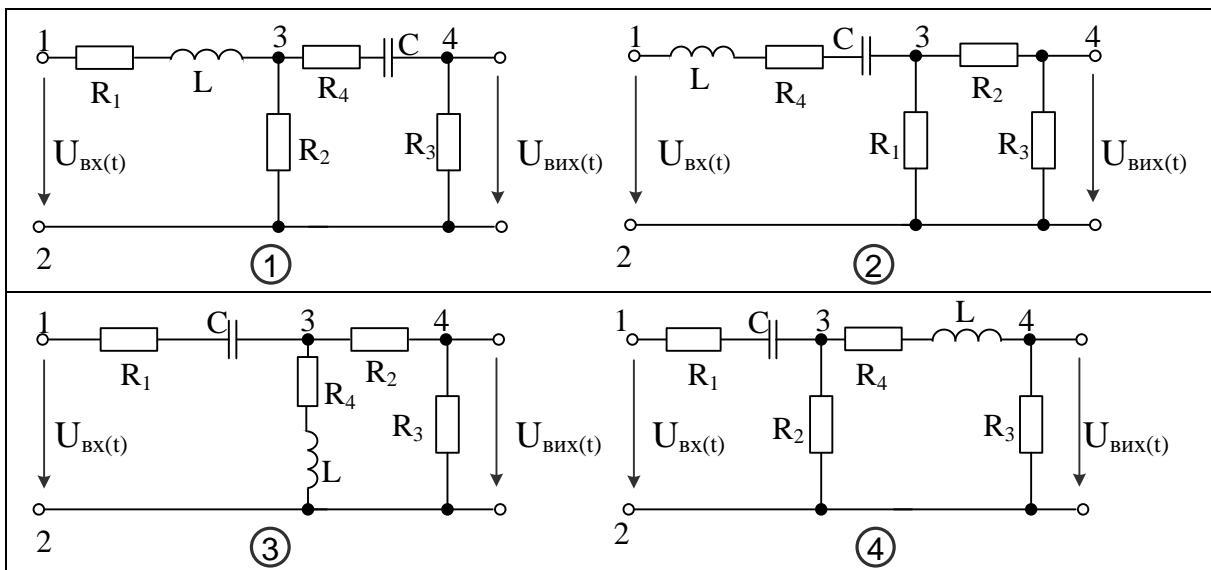


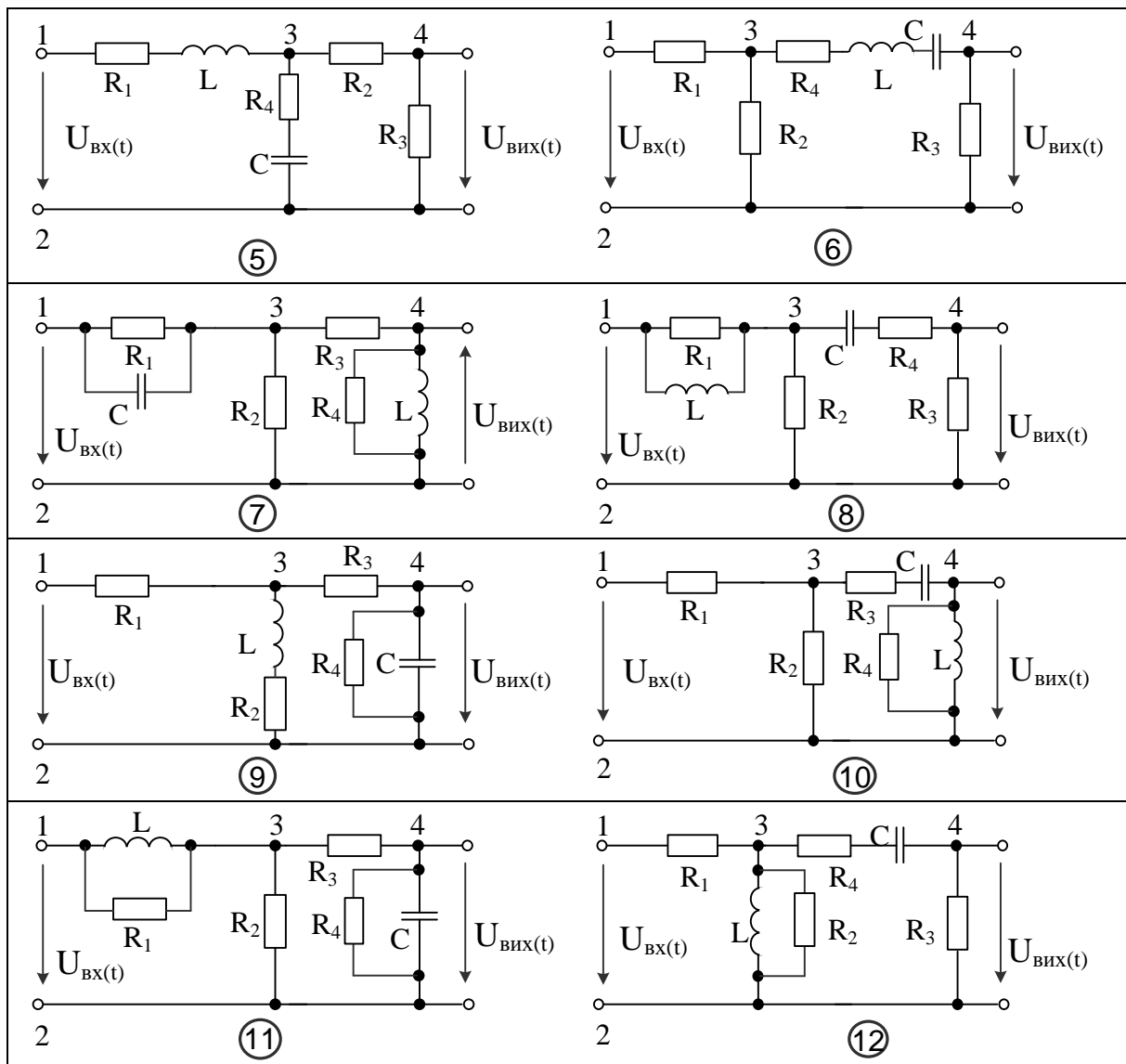
Рисунок 4.7 – Вихідний рисунок (а) і процес його редагування (б) в Visio безпосередньо з текстового редактора Word

Контрольні запитання

1. Як налаштувати параметри робочого столу: розмір, одиниці виміру, крок координатної сітки, прив'язку до сітки і до об'єктів на схемі в редакторі Visio?
2. Як контролювати параметри фігур і ліній в MS Visio?
3. Як можна задати кут повороту фігури, її розмір?
4. Які лінії і стрілки можна використовувати для оформлення функціональних схем?
5. Як змінюються параметри ліній і стрілок? Які інструменти можна для цього використовувати?

Варіанти заступних схем елемента діагностування для розв'язування типових задач.





ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

СТВОРЕННЯ ТА РОЗРАХУНОК КОНФІГУРАЦІЇ МЕРЕЖІ В ПРОГРАМІ SICAD

Мета: розробити проект електропостачання ВНТУ. Розрахувати втрати напруги та струми, що протікають в кабельних лініях.

Хід роботи:

1. Ознайомитися з теоретичними відомостями
2. Створити новий проект в програмі SiCAD.
3. Розмістити живильні трансформатори 10/0,4 кВ біля споживачів.
4. Задати характеристики та потужності споживачів.
5. Прокласти кабельні лінії 10 кВ до живильних трансформаторів 10/0,4 кВ.

6. Прокласти кабельні лінії 0,4 кВ між споживачами.
7. Встановити захисне заземлення в мережі 0,4 кВ.
8. Приєднати кабельні лінії 0,4 та 10 кВ до трансформаторів.
9. Виконати розрахунки dU, In, Ikз для кожної з гілок мережі 0,4 кВ.
10. Зробити висновки по роботі

Таблиця 5.1 – Параметри живильної мережі ВНТУ

№	Кабель 0,4 кВ	Кабель 10 кВ	Трансф. 10/0,4 кВ	Трансф. 110/10 кВ
1. 13.	АВБбШв 4×35	АПвЄгаПу 3×150	2КТП- 1000/10/0,4 У1	ТМН-110/10 2500
2. 14.	АВБбШв 4×50	АПвЄгаПу 3×185	2КТП- 400/10/0,4 У1	ТМН-110/10 4000
3. 15.	АВБбШв 4×70	АПвЄгаПу 3×240	2КТП- 630/10/0,4 У1	ТМН-110/10 6300
4. 16.	АВБбШв 4×95	АПвЄгаПу 3×300	КТП- 1000/10/0,4 У1	ТМН-110/10 10000
5. 17.	АВВГ 4×35	АПвЄгаПу 3×300	КТП- 1600/10/0,4 У1	ТМН-110/10 2500
6. 18.	АВВГ 4×50	АПвЄгаПу 3×240	КТП- 2500/10/0,4 У1	ТМН-110/10 4000
7. 19.	АВВГ 4×70	АПвЄгаПу 3×185	КТП-400/10/0,4 У1	ТМН-110/10 6300
8. 20.	АВВГ 4×95	АПвЄгаПу 3×150	КТП-630/10/0,4 У1	ТМН-110/10 10000
9. 21.	ВВГ 4×35	АПвЄгаПу 3×150	2КТП- 400/10/0,4 У1	ТМН-110/10 2500
10. 22.	ВВГ 4×50	АПвЄгаПу 3×185	2КТП- 630/10/0,4 У1	ТМН-110/10 4000
11. 23.	ВВГ 4×70	АПвЄгаПу 3×240	КТП-400/10/0,4 У1	ТМН-110/10 6300
12. 24.	ВВГ 4×95	АПвЄгаПу 3×300	КТП-630/10/0,4 У1	ТМН-110/10 10000

Таблиця 5.2 – Параметри побутових споживачів ВНТУ

№	Гурт. 1	Гурт. 2	Гурт. 3	Гурт. 4	Гурт. 5	Гурт. 6	Гурт. 7	Гурт. 8	Їдальня
Тип.	Жит- ло	Жит- ло	Жит- ло	Жит- ло	Жит- ло	Жит- ло	Жит- ло	Жит- ло	Під- приємство
Тип.	1.1	1.1	1.1	1.3	1.1	1.1	1.1	1.1	Їдальня
1. 13.	500 кВт	800 кВт	500 кВт	900 кВт	500 кВт	250 кВт	120 кВт	100 кВт	130 кВт

Продовження табл. 5.2

2. 14.	450 кВт	900 кВт	450 кВт	800 кВт	450 кВт	240 кВт	150 кВт	120 кВт	150 кВт
3. 15.	350 кВт	1000 кВт	400 кВт	700 кВт	400 кВт	230 кВт	170 кВт	140 кВт	170 кВт
4. 16.	250 кВт	700 кВт	350 кВт	600 кВт	350 кВт	200 кВт	190 кВт	160 кВт	190 кВт
5. 17.	150 кВт	600 кВт	300 кВт	500 кВт	300 кВт	280 кВт	200 кВт	180 кВт	210 кВт
6. 18.	550 кВт	500 кВт	250 кВт	400 кВт	250 кВт	300 кВт	220 кВт	200 кВт	230 кВт
7. 19.	400 кВт	400 кВт	200 кВт	300 кВт	200 кВт	350 кВт	210 кВт	220 кВт	100 кВт
8. 20.	300 кВт	450 кВт	550 кВт	850 кВт	550 кВт	210 кВт	160 кВт	240 кВт	125 кВт
9. 21.	200 кВт	650 кВт	600 кВт	950 кВт	325 кВт	180 кВт	180 кВт	260 кВт	205 кВт
10. 22.	100 кВт	750 кВт	330 кВт	750 кВт	420 кВт	170 кВт	300 кВт	280 кВт	250 кВт
11. 23.	425 кВт	850 кВт	280 кВт	650 кВт	370 кВт	290 кВт	250 кВт	300 кВт	240 кВт
12. 24.	525 кВт	950 кВт	480 кВт	550 кВт	460 кВт	325 кВт	270 кВт	320 кВт	185 кВт

Таблиця 5.3 – Параметри навчальних корпусів ВНТУ

№	Корп. 1	Корп. 2	Корп. 3	Корп. 4	Корп. 5	Корп. 6	Корп. 7	Корп. 8	ГУК.
Тип	ПТУ	ПТУ	ПТУ	ПТУ	ПТУ	ПТУ	ПТУ	ПТУ	ПТУ
1. 13.	125 кВт	250 кВт	185 кВт	150 кВт	90 кВт	65 кВт	95 кВт	35 кВт	25 кВт
2. 14.	115 кВт	225 кВт	175 кВт	90 кВт	95 кВт	70 кВт	100 кВт	40 кВт	30 кВт
3. 15.	105 кВт	240 кВт	165 кВт	100 кВт	100 кВт	75 кВт	110 кВт	45 кВт	35 кВт
4. 16.	95 кВт	230 кВт	155 кВт	110 кВт	105 кВт	55 кВт	120 кВт	50 кВт	40 кВт
5. 17.	90 кВт	220 кВт	145 кВт	120 кВт	110 кВт	50 кВт	90 кВт	25 кВт	50 кВт
6. 18.	85 кВт	210 кВт	135 кВт	130 кВт	85 кВт	45 кВт	85 кВт	20 кВт	75 кВт
7. 19.	75 кВт	200 кВт	125 кВт	140 кВт	80 кВт	80 кВт	80 кВт	30 кВт	60 кВт

Продовження табл. 5.3

8. 20.	70 кВт	190 кВт	115 кВт	160 кВт	75 кВт	85 кВт	75 кВт	55 кВт	70 кВт
9. 21.	130 кВт	180 кВт	105 кВт	170 кВт	70 кВт	90 кВт	70 кВт	60 кВт	55 кВт
10. 22.	135 кВт	170 кВт	100 кВт	180 кВт	65 кВт	95 кВт	105 кВт	75 кВт	45 кВт
11. 23.	140 кВт	160 кВт	95 кВт	190 кВт	60 кВт	100 кВт	130 кВт	70 кВт	80 кВт
12. 24.	145 кВт	150 кВт	85 кВт	200 кВт	120 кВт	110 кВт	140 кВт	80 кВт	85 кВт

Теоретичні відомості

Принцип проектування ліній електропередач у SiCAD.

Принцип роботи з сервісом SiCAD для проектування електричних розподільних мереж передбачає такі етапи: Визначення місця для проектування мережі за допомогою онлайн-карти; Прокладання трас ліній електропередач; Розміщення опор електричних ліній на карті з використанням типових рішень із бібліотек.

Проект електричної мережі зберігається у форматі geojson, що забезпечує його сумісність із геоінформаційними системами (ГІС) енергетичних компаній.

Основні можливості експорту даних:

1. Специфікації (зведені, закупні, поопорні, кабельний журнал тощо) обладнання ліній електропередач у форматі *.xls.
2. Результати електричних розрахунків для мереж напругою 0,4 кВ також доступні для експорту у форматі *.xls (MS Excel).

Сервіс SiCAD працює онлайн, доступний із корпоративного сайту **sicad.org** та підтримує багатомовний інтерфейс. Інтерфейс для проектування електромереж представлений на рис. 5.1 [8].

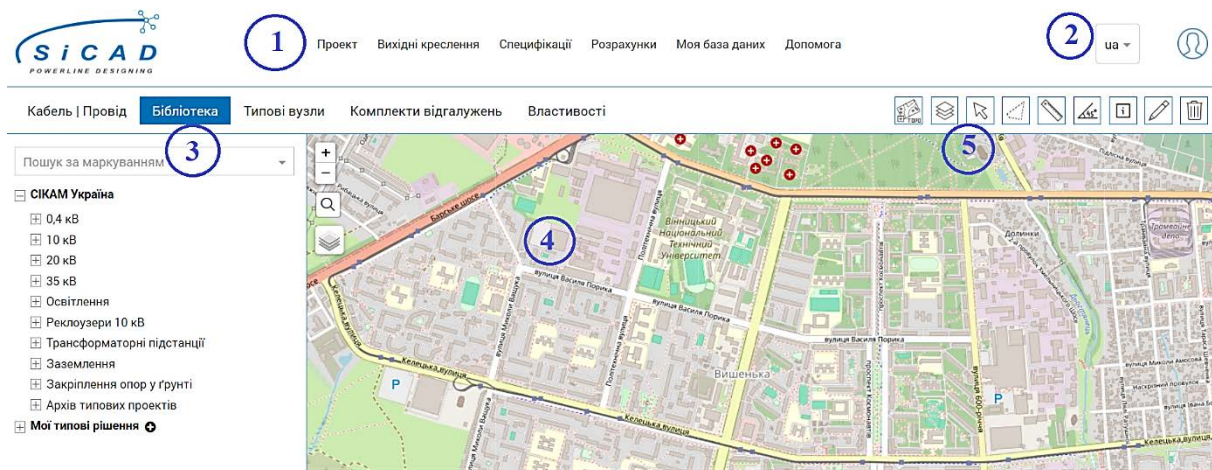


Рисунок 5.1 – Інтерфейс SiCAD

Інтерфейс онлайн-сервісу SiCAD для проєктування ліній електропередач вирізняється простотою у використанні та містить набір спеціалізованих інструментів, орієнтованих виключно на проєктування електричних мереж. Основні елементи інтерфейсу:

1. Головне меню.
2. Секція реєстрації та авторизації користувача.
3. Вкладки з бібліотеками типових рішень.
4. Область для роботи з картою.
5. Панель інструментів.

Завдяки такій структурі інтерфейсу сервіс SiCAD забезпечує ефективно та швидко проєктування електричних мереж напругою від 0,4 до 35 кВ.

Бібліотека «Кабель / Провід» SiCAD для проєктування ліній електропередач.



Для створення траси лінії електропередач на плані мережі потрібно обрати відповідний тип проводу у вкладці «Кабель/Провід». Далі, натискаючи ліву кнопку миші на карті, послідовно будується траса. Завершити або продовжити побудову можна за допомогою правої кнопки миші. Після кількох натискань правою кнопкою можливе продовження траси з іншого кінця.

Прокладання трас можливе в будь-якій області карти або з використанням прив'язки до типових вузлів, розміщених на плані. Траси створюються у вибраному шарі, який можна активувати в панелі «Шари» (докладніше про панель описано в розділі «Панель інструментів SiCAD»). У місцях, де дві траси мають спільний вузол або проходять через одну опору, вони автоматично вважаються електрично з'єднаними. Прокладати кілька трас по одній опорі в одному шарі неможливо. Для уникнення помилок проєктування сервіс забороняє створення замкнених контурів.

Інструмент «Видалення» дозволяє видаляти окремі вузли або ребра трас. Щоб видалити всю трасу, потрібно натиснути на неї правою кнопкою миші.

У вкладці «Властивості» для активної траси відображаються такі дані (рис. 5.2): Назва траси; Тип лінії, відповідно до якого провід або кабель вноситься до специфікації «Обладнання магістралі» або «Обладнання абонентських відгалужень»; Колір і тип лінії; Товщина лінії; Тип проводу (доступні варіанти для мереж низької напруги 0,4 кВ і середньої напруги 10–35 кВ); Геометрична довжина траси; Коефіцієнт подовження, що враховує провисання проводу; Додатковий запас проводу для кінців лінії; Загальна довжина проводу, яка включається до специфікації.

Загальна інформація ▾

Назва ЛЕП	L54 
Тип	Магістральна лінія ▾
Колір траси	
Тип лінії	▬ ▾
Товщина лінії	1.5 ▾ рх
Тип проводу	АПвЕоаПу 3х185 × ▾
Геометрична довжина	272 м
Коефіцієнт подовження	4,5 %
Добавка проводу на кінцях	0 м
Довжина проводу	284 м

Параметри для електричного розрахунку ▾

Електричне з'єднання	Невказане ▾
----------------------	-------------

Рисунок 5.2 – Параметри лінії електропередач

При створенні трас ліній електропередач, додаванні споживачів та джерела живлення формується конфігурація електричної мережі, яка використовується для проведення розрахунків втрат напруги та навантаження на трансформатор.

Електротехнічні розрахунки розподільчих мереж.

Розрахунок електромережі необхідний для перевірки перерізу проводу ЛЕП на пропускну здатність і визначення допустимих відхилень напруги згідно з розрахунковою потужністю споживачів. Основні результати включають:

- Втрати та відхилення напруги.
 - Навантаження на трансформатор.
 - Струми в різних прольотах ЛЕП.
 - Струми коротких замикань у точках найбільш віддалених споживачів.
- Усі отримані результати можна експортувати у таблиці Excel.

Алгоритм проєктування та розрахунків:

1. Створення плану мережі 0,4 кВ.

- Накресліть план мережі, використовуючи кабелі та проводи низької напруги з бібліотеки «Кабель/Провід».
- Додайте опори, вузли для абонентських відгалужень та вводи до споживачів за допомогою вкладки «Бібліотека».
- Для пришвидшення процесу скористайтеся вкладкою «Абонентські відгалуження».

2. Додавання споживачів електроенергії.

- За допомогою інструмента «Курсор» виберіть типовий вузол та позначте його як споживача у вкладці «Властивості».

- Укажіть тип споживача: житловий, промисловий чи освітлювальний об'єкт (рис. 5.3).

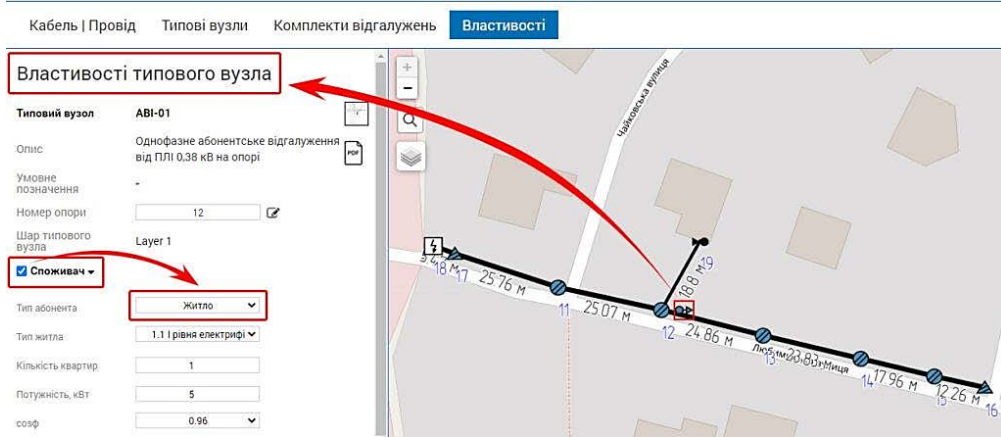


Рисунок 5.3 – Вибір типу абонементу

3. Підключення трас до трансформатора.

- У бібліотеці оберіть потрібну трансформаторну підстанцію (розділ «СІКАМ Україна»).
- Укажіть трансформатор, який буде джерелом живлення, через типові вузли плану електромережі, у властивостях яких є розділ «Доступні трансформатори».
- Додайте трансформатор, задавши необхідні дані та конфігурацію з'єднань (рис. 5.4).

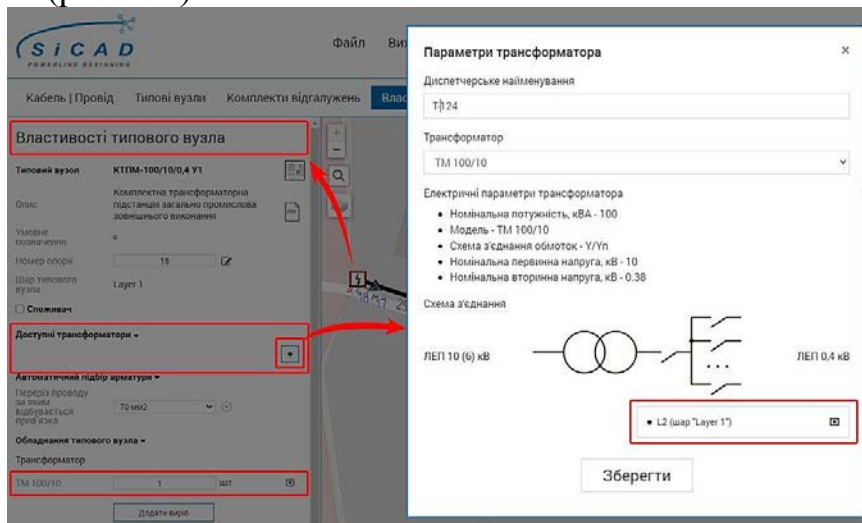


Рисунок 5.4 – Приєднання повітряних / кабельних ліній електропередач до трансформатора

4. Розрахунок параметрів мережі.

- У головному меню оберіть команду «Розрахунки / Розрахувати dU, Ін, Ікз».
- Виберіть електричну мережу, клацнувши лівою кнопкою миші на її елементі (рис. 5.5).

Ці кроки дозволяють швидко спроектувати та виконати розрахунок розподільчих мереж з урахуванням усіх необхідних параметрів.

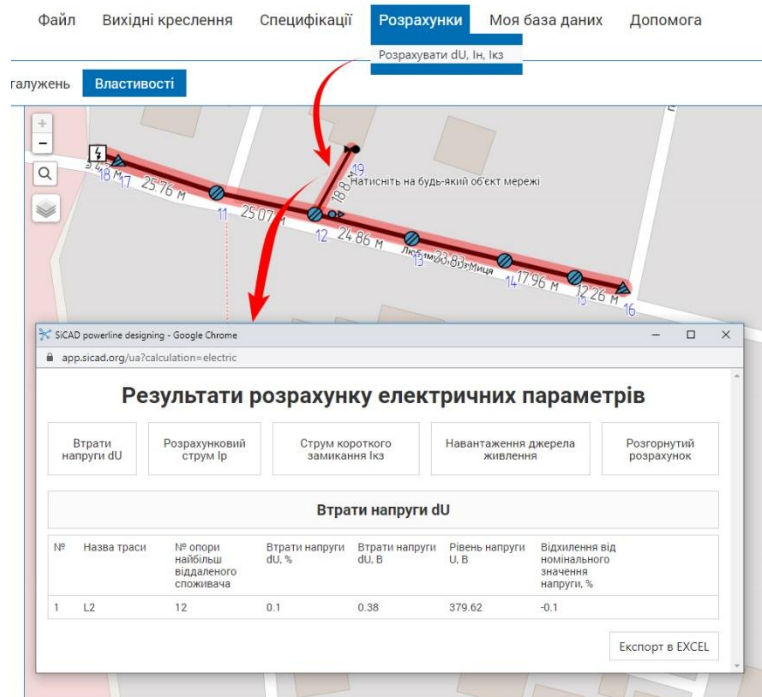


Рисунок 5.5 – Розрахунок частини електричної мережі

До електромережі напругою 0,4 кВ заборонено підключати траси, що використовують проводи для ліній з напругою 10, 20 або 35 кВ. Сервіс SiCAD автоматично перевіряє такі помилки та блокує створення мереж із кількома джерелами живлення, замкненими контурами або трасами з проводами для повітряних ліній (ПЛ) та повітряних ліній із захисним кабелем (ПЛЗ) напругою 10–35 кВ.

Результати розрахунків відображаються у спеціальному модальному вікні, що дає змогу одночасно аналізувати отримані дані та переглядати проект.

Контрольні запитання

1. Які основні етапи створення конфігурації мережі в програмі SiCAD?
2. Опишіть процес налаштування параметрів мережевого обладнання в SiCAD.
3. Які типи мережевого обладнання можна додати в конфігурацію мережі в SiCAD?
4. Як визначити оптимальні налаштування для маршрутизаторів і комутаторів в SiCAD?
5. Які методи використовуються для розрахунку пропускної здатності мережі в SiCAD?

6. Як в SICAD відбувається моделювання трафіку мережі для оцінки її продуктивності?

7. Які інструменти надає SICAD для моніторингу стану мережі після її налаштування?

8. Як проводиться аналіз помилок і усунення несправностей в мережі за допомогою SICAD?

9. Поясніть процес створення резервних копій конфігурацій мережі в SICAD.

10. Які переваги використання SICAD для управління великими корпоративними мережами?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

ОСНОВИ РОБОТИ В ПРОГРАМІ MATHCAD

Мета: оволодіти навичками роботи в системі комп'ютерної математики MathCAD.

Хід роботи:

Завдання 1.

1. Скласти матрицю:

$$A = \begin{bmatrix} N+1 & 0,1 \cdot N & 0,3 \\ N-4 & N & 6+N \\ 18 & 3 \cdot N & 2,1+N \end{bmatrix}, \quad (6.1)$$

де N – порядковий номер студента в групі.

2. Виконати дії: $B=0,3 \cdot A$; $C=N \cdot A - 4 \cdot B$; $D=A \cdot B$

3. Знайти обернену матрицю $F=A^{-1}$, використовуючи програму MathCAD.

4. Знайти транспоновану матрицю $E=A^T$ та визначник матриці $G=\det A$ використовуючи програму MathCAD.

5. Використовуючи панель можливості MathCAD вирізати вказаний елемент.

Таблиця 6.1 – Індивідуальні завдання

Варіант	1, 7, 13, 19, 25	2, 8, 14, 20, 26	3, 9, 15, 21, 27	4, 10, 16, 22, 28	5, 11, 17, 23, 29	6, 12, 18, 24, 30
Елемент матриці	Стовпець 1	Стовпець 2	Стовпець 3	Стрічку 1	Стрічку 2	Стрічку 3

6. Створити одиничну квадратну матрицю порядку N .

7. Використовуючи вбудовані функції вирізати вказаний елемент.

Таблиця 6.2 – Індивідуальні завдання

Варіант	1, 7, 13, 19, 25	2, 8, 14, 20, 26	3, 9, 15, 21, 27	4, 10, 16, 22, 28	5, 11, 17, 23, 29	6, 12, 18, 24, 30
Вирізати з матриці С	Стовпець 1	Стовпець 2	Стовпець 3	Стрічку 1	Стрічку 2	Стрічку 3
Вирізати з матриці В	Стовпець 3	Стовпець 2	Стовпець 1	Стрічку 3	Стрічку 2	Стрічку 1
Розмістити	Поруч	Один над іншим	Поруч	Один над іншим	Поруч	Один над іншим

8. Визначити максимальне та мінімальне значення матриці D.

9. Записати комплексне число виду $\underline{Z} = R + j \cdot X$; $\underline{Z} = Z \cdot e^{j\phi}$

10. Зробити висновки по роботі.

Завдання 2.

1. Використовуючи функцію **root**, розв'язати рівняння.

$$3 \cdot N \cdot x^2 - N \cdot x + N \cdot 5 = 0.$$

де N – порядковий номер студента в групі

Початкове наближення визначити графічним шляхом.

2. Використовуючи функцію **polyroots**, знайти всі корені рівняння

$$\frac{7}{N} \cdot x^4 - (10 + N) \cdot x^3 + \frac{16}{N} \cdot x^2 - N \cdot x - (3 + N) = 0.$$

3. Розв'язати систему нелінійних рівнянь. Варіант завдання вибирається з табл. 6.1. Необхідні для розв'язання системи рівнянь початкові наближення коренів варто визначити графічно. Розв'язання системи виконується з використанням обчислювального блоку **Given**.

Таблиця 6.3 – Індивідуальні завдання

Варіант	Рівняння 1	Рівняння 2
1. 7	$\sin(x + 1) - y = 1,2$	$2 \cdot x + \cos y = 2$
2. 8	$\cos(x + 0,5) - y = 2$	$\sin y - 2 \cdot x = 1$
3. 9	$\cos(x + 0,5) + y = 0,8$	$\sin y - 2 \cdot x = 1,6$
4. 10	$2 \cdot y - \cos(x + 1) = 0$	$x + \sin y = -0,4$
5. 11	$\cos(x - 1) + y = 0,5$	$x - \cos y = 3$
6. 12	$\sin x + 2 \cdot y = 2$	$\cos(y - 1) + x = 0,7$

4. Розв'язати систему лінійних рівнянь методом зворотної матриці й за допомогою функції **lsolve**:

$$\begin{cases} 15,7 \cdot N \cdot x_1 + (6,6 + N) \cdot x_2 + 4,6 / N \cdot x_3 + (11,5 + N) \cdot x_4 = -2,4 / N \\ 8,8 / N \cdot x_1 + (6,7 - N) \cdot x_2 + 5,5 \cdot N \cdot x_3 + (4,5 - N) \cdot x_4 = 5,6 / N \\ (6,3 - N) \cdot x_1 + 5,7 \cdot N \cdot x_2 + (23,4 - N) \cdot x_3 + 9,1 \cdot N \cdot x_4 = 7,7 / N \\ (14,3 + N) \cdot x_1 + 8,7 / N \cdot x_2 + (43,5 + N) \cdot x_3 + 5,8 / N \cdot x_4 = 23,4 / N \end{cases}$$

5. Знайдені в пунктах 3-4 розв'язки перевірити методом підстановки.

6. Розв'язати однорідне диференціальне рівняння (ОДР), використовуючи функцію **odesolve**.

Таблиця 6.4 – Індивідуальні завдання

Вар.	Рівняння	a	b	y_0
1. 7.	$y' = 0,133(x^2 + \sin 2x) + 0,872y$	0,2	1,6	0,25
2. 8.	$y' = (1 - y^2) \cos x - 0,6y$	0,4	2,4	0,5
3. 9.	$y' = 1 + (1 - x) \sin y - (2 + x)y$	0,6	3,6	0,2
4. 10.	$y' = \cos(x + y) + 0,5(x - y)$	0,8	4,8	0,35
5. 11.	$y' = 1 + 0,4y \sin x - 1,5x^2$	1	5	0,5
6. 12.	$y' = 2x + y^2$	0,5	6,5	0,15

8. Зробити висновки по роботі.

Теоретичні відомості

Запис та операції над комплексними числами. Введення комплексних змінних можна виконати за допомогою оголошенням змінної i як $\sqrt{-1}$. Для введення $\sqrt{-1}$ використайте панель **Calculator** (рис. 6.1).

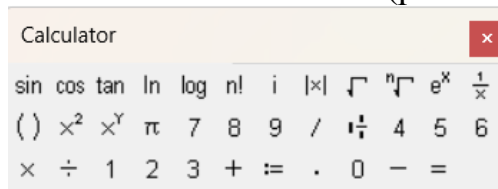


Рисунок 6.1 – Панель «Calculator»

Приклад. Фрагмент з робочого листа:

$$i = \sqrt{-1}; z1 := 2 + 3 \cdot i; z2 := 3 - i; z1 + z2 = 5 + 2 \cdot i; z1 \cdot z2 = 9 + 7 \cdot i. \quad (6.2)$$

При цьому для введення уявної одиниці використовуємо знак множення перед символом i .

Способи задавання масивів.



За умовчанням нумерація індексів в масивах починається з нуля. Аби привести до звичної нам нумерації від одиниці необхідно через команди меню **Tools-Worksheet Options** відкрити додаткове вікно внести бажані зміни в пункті **Array Origin (ORIGIN)** або задати значення вручну **ORIGIN:=1** на робочому листі.

Матриці й вектори можна задавати різними способами. Нехай змінна **A** – це матриця розміром 3x3 (тобто 3 рядки й 3 стовпці), а змінна **b** – вектор-стовпець розміром 3x1 (тобто 3 рядки й 1 стовпець).

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 0 & 7 & -1 \\ -1 & 2 & 5 \end{pmatrix}, b := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix}. \quad (6.3)$$

Зокрема, поелементним присвоюванням значення кожному елементу. Так для матриці **A** це буде мати такий вигляд $A_{1,1}:=1, A_{1,2}:=2, A_{3,1}:= -1, A_{3,3}:=5$ і т. д.

Двовимірний масив має два індекси, перший з них нумерує рядки, другий – стовпці. Індеси розділяються комами. Якщо окремим елементам масиву явно не присвоєне значення, то за замовчуванням вони дорівнюють нулю.

Для вводу значень матриці **A** та вектора **b** використовуємо палітру векторів і матриць . У вікні, панелі, що з'явилося набираємо «A :=» та натискаємо панель  вибираємо кількість рядків та стовпців матриці (3; 3), для вектора відповідно – (1; 3), рис.6.2. Комбінація клавіш для швидкого виклику функції «**Ctrl+M**».

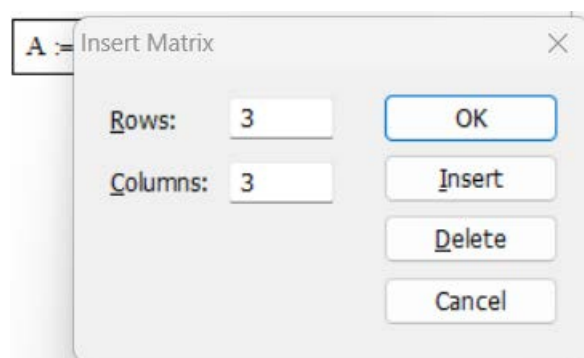


Рисунок 6.2 – Панель «Insert Matrix»

Очевидно, що цикл має два параметри: i – номер рядка; j - номер стовпця матриці. Отримані форми зображені на рисунку 6.3.

$$A := \begin{pmatrix} \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \\ \blacksquare & \blacksquare & \blacksquare \end{pmatrix} \quad b := \begin{pmatrix} \blacksquare \\ \blacksquare \\ \blacksquare \end{pmatrix}$$

Рисунок 6.3 – Форми для введення значень матриць

Операції над масивами. Із матрицями можна виконати всі прийняті в математиці матричні операції: обчислити обернену матрицю, піднести матрицю до степені, транспонувати, перемножити матриці, додавати, віднімати тощо.

Для заданих вище матриць.

$$A^{-1} = \begin{pmatrix} 0.949 & -0.256 & -0.051 \\ 0.026 & 0.128 & 0.026 \\ 0.179 & -0.103 & 0.179 \end{pmatrix}; A^T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 7 & 2 \\ 0 & -1 & 5 \end{pmatrix}; \quad (6.4)$$

$$B^T = (1 \quad 2 \quad 3); A + A^{-1} = \begin{pmatrix} 1.949 & 1.744 & -0.051 \\ 0.026 & 7.128 & -0.974 \\ -0.821 & 1.897 & 5.179 \end{pmatrix}.$$

Можна зробити вибірку елементів: $B_1 := 1, A_{1,2} := 2$.

Щоб вибрати один стовпець двовимірного масиву треба ввести його порядковий номер, як верхній індекс командою кнопкою палітри векторів і матриць. Для вибору першого стовпця матриці A :

$$A^{\langle 1 \rangle} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}. \quad (6.5)$$

Якщо його транспонувати, то

$$A^{\langle 1 \rangle T} = (1 \quad 0 \quad -1). \quad (6.6)$$

Тоді

$$\left(A^{\langle 1 \rangle T} \right)_{1,1} = 1; \left(A^{\langle 1 \rangle T} \right)_{1,2} = 0. \quad (6.7)$$

Для об'єднання двох матриць в одну використовуються дві спеціальні матричні функції. Функція **augment()** формує нову матрицю, розташовуючи початкові матриці поруч.

$$\text{augment}(A, B) = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 & 1 \\ 0 & 7 & -1 & 2 \\ -1 & 2 & 5 & 3 \end{pmatrix}. \quad (6.8)$$

Функція **stack()** розташовує початкові матриці одна над іншою.

Можна взяти фрагмент матриці для обчислень або присвоєння його якомусь іншому масиву. Для цього існує функція **submatrix()**. У неї 5 аргументів: перший - із якого масиву береться фрагмент, інші - з якого по який рядок і з якого по який стовпець [9].

Наприклад,

$$\text{submatrix}(A, 1, 3, 1, 2) = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 7 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}. \quad (6.9)$$

Символьні обчислення. Функціонал символічного процесора дозволяє виконувати ключові операції математичного аналізу, зокрема розв'язувати рівняння та їх системи, виконувати алгебраїчні й матричні перетворення, здійснювати інтегральні операції та аналізувати границі функціональних послідовностей. Символьні перетворення доступні в трьох режимах:

1. Використанням команд меню, згрупованих у пункті Symbolics головного меню.
2. Через оператори символічного виводу або кнопки панелі інструментів Symbolic.
3. Використанням оператора $\blacksquare \rightarrow$ з тієї ж панелі.

Оператор **float** (floating point) дозволяє отримати наближене значення виразу з потрібною точністю у форматі чисел із плаваючою комою. Якщо символічна операція не може бути виконана, програма виводить аналітичний вираз або повідомлення **No symbolic result was found**.

Для спрощення виразів застосовується оператор **simplify**, що використовує арифметичні, алгебраїчні та тригонометричні перетворення. Оператор **factor** виконує розклад виразів на множники, а **coeffs** дозволяє визначити коефіцієнти виразу, трактуючи його як поліном відносно заданої змінної.

Чисельне та символічне розв'язання рівнянь.

MathCAD надає інструменти для чисельного та символічного розв'язання рівнянь [10].

Чисельні методи використовують спеціальні функції, такі як **root** (пошук кореня), **polyroots** (знаходження коренів полінома), **find** (розв'язання систем рівнянь), **lsolve** (лінійний розв'язок у матричному вигляді), **minerr** (пошук наближеного рішення з мінімізацією похибки), **maximize** та **minimize** (визначення екстремумів функцій). Ітераційний підхід, що лежить в основі цих алгоритмів, вимагає задання початкових умов для всіх коренів.

Способи використання функції **root**.

Функція **root** використовує ітераційні методи, зокрема метод січних, для знаходження кореня, найближчого до заданого початкового значення. Особливості: Вираз **f(x)** можна задавати безпосередньо в параметрах функції, наприклад, **root(sin(x), x)** (рис. 6.4); Інтервал [a, b] повинен містити лише один корінь; Межі a і b зазвичай повинні мати різні знаки.

Приклад 1: Пошук кореня рівняння $\sin x = 0$.

$$\begin{aligned}x &:= 0.5 \\f(x) &:= \sin(x) \\F &:= \text{root}(f(x), x) \\F &= 3'10-13\end{aligned}$$

Рисунок 6.4 – Вікно програми MathCAD

Корені полінома.

Для визначення всіх коренів полінома одночасно користуються функцією **polyroots(A_k)** (рис. 6.5).

$$\begin{aligned}f(x) &= a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + \dots + a_k \cdot x^k \\A_k &= (a_0 a_1 a_2 \dots a_k)\end{aligned} \quad (6.10)$$

де A_k – вектор, що складається з коефіцієнтів полінома.

Дана операція введення початкових умов (наближення) не потребує.

Приклад 2:

Знайти корені для: $f(x) = 8 + 3 \cdot x + 2 \cdot x^2 + x^3$.

$$V := \begin{pmatrix} 8 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix} \text{polyroots} \begin{pmatrix} -1,422 \\ 0,461 + 1,612i \\ 0,461 - 1,612i \end{pmatrix}$$

Рисунок 6.5 – Вікно програми MathCAD

Якщо поліном заданий не в розгорнутому вигляді, то для визначення коефіцієнтів потрібно виконати символічне перетворення за допомогою панелі **Symbolic** та команди «**expand**» («Розкласти») (рис. 6.6).

Приклад 3:

$$\begin{aligned}f(x) &:= (x^2 - 2 \cdot x + 7) \cdot (x - 4) \\(x^2 - 2 \cdot x + 7) \cdot (x - 4) \text{ expand} &\rightarrow x^2 - 6 \cdot x^2 + 15 \cdot x - 28\end{aligned}$$

Рисунок 6.6 – Вікно програми MathCAD

Системи рівнянь.

У MathCAD для розв'язання систем рівнянь використовується обчислювальний блок, який починається зі службового слова **Given** («Дано») і включає функцію **Find**. Цей підхід дозволяє чисельно або символічно розв'язувати від одного до двохсот рівнянь (рис. 6.7).

Приклад 4:

$$\begin{aligned} &x := 1 \quad y := 1 \\ &\textit{Given} \\ &x^2 + y^2 = 16 \quad x + y = 2 \\ &f := \textit{Find}(x, y) \\ &f = \begin{pmatrix} -1.646 \\ 3.646 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Рисунок 6.7 – Вікно програми MathCAD

Наближений розв'язок рівнянь.

У випадках, коли точний розв'язок рівняння відсутній, система MathCAD дозволяє отримати наближене рішення з мінімальним відхиленням, використовуючи функцію «**Minerr**». Ця функція працює на основі обчислювального алгоритму, аналогічного до функції «**Find**». Для знаходження наближеного розв'язку систем рівнянь застосовується обчислювальний блок «**Given-Minerr**».

Розв'язання системи нелінійних рівнянь передбачає створення спеціального обчислювального блоку, що починається зі службового слова **Given** і має чітко визначену структуру. Початкові умови для розрахунків задаються у вигляді початкових значень шуканих змінних через оператор присвоювання.

початкові наближення

Given

рівняння

обмеження

оператори з функціями **Find** або **Minerr**

Самі рівняння записуються з використанням спеціального знака рівності, який відображає відповідність між лівою та правою частинами рівнянь.

Використання **lsolve**.

Приклад 5:

1. Припустимо, що є наступний набір рівнянь (визначених за допомогою оператора «рівно») (рис. 6.8):

$$0,3 \cdot w + 0,2 \cdot x + 6,6 \cdot y - 1,1 \cdot z = 1$$

$$4,5 \cdot w - 1,8 \cdot x - 0,3 \cdot y + 6,5 \cdot z = 0,1$$

$$-7,3 \cdot w + 9,7 \cdot x + 10,9 \cdot y - 4,1 \cdot z = 0,01$$

$$8,1 \cdot w - 2,7 \cdot x + 8,7 \cdot y + 8,9 \cdot z = 1 \cdot 10^{-3}$$

Рисунок 6.8 – Вікно програми MathCAD

2. Задайте несингулярну матрицю, що відповідає даній системі рівнянь (рис. 6.9):

$$M := \begin{bmatrix} 0,3 & 0,2 & 6,6 & -1,1 \\ 4,5 & -1,8 & -0,3 & 6,5 \\ -7,3 & 9,7 & 10,9 & -4,1 \\ 8,1 & -2,7 & 8,7 & 8,9 \end{bmatrix}$$

Рисунок 6.9 – Вікно програми MathCAD

3. Встановіть вектор із констант, що відповідає даній системі рівнянь (рис. 6.10).

$$v := \begin{bmatrix} 1 \\ 0,1 \\ 0,01 \\ 1 \cdot 10^{-3} \end{bmatrix}$$

Рисунок 6.10 – Вікно програми MathCAD

4. Використовуйте функцію **lsolve** для пошуку рішення (рис. 6.11).

$$F := \text{lsolve}(M, v)$$

$$F = \begin{bmatrix} -3,937 \\ -2,975 \\ 0,746 \\ 1,952 \end{bmatrix}$$

Рисунок 6.11 – Вікно програми MathCAD

Розв'язання звичайних диференціальних рівнянь істотно спростилося, тому що з'явилася нова функція **Odesolve(x, b, [step])**, що використовується

в обчислювальному блоці Given і дозволяє записувати рівняння й початкові умови у звичному вигляді (рис. 6.12).

Параметрами функції **Odesolve** є:

- x – змінна інтегрування, дійсного типу;
- b – кінцеве значення інтервалу інтегрування, дійсного типу;
- $step$ – необов'язковий параметр, що визначає число кроків.

Приклад розв'язку ЗДР:

Given

$$\frac{d}{dx} y(x) = \sin(x) + \frac{1}{y(x)}$$

$$y(0) = 1$$

$$y := \text{Odesolve}(x, 24, 100)$$

Рисунок 6.12 – Вікно програми MathCAD

При записі рівняння можна застосовувати символи диференціювання d/dx або позначення похідної штрихом. Для завдання штриха використовується комбінація клавіш **Ctrl+F7**.

При записі рівняння й умов варто використовувати жирний знак рівності й у правій частині обов'язково вказувати аргумент функції (x). Запис лише $y(x)$ призводить до виникнення помилки.

Контрольні запитання

1. Які основні переваги використання MathCAD для математичних розрахунків?
2. Як вводити математичні вирази у середовищі MathCAD?
3. Які типи змінних підтримуються в MathCAD, і як вони задаються?
4. Як у MathCAD створюються системи рівнянь і виконується їх розв'язання?
5. Що таке області визначення змінних, і як їх використовувати у MathCAD?
6. Як побудувати графік функції в MathCAD?
7. Які основні інструменти MathCAD використовуються для роботи з матрицями?
8. Як у MathCAD реалізується форматування тексту та документів для звіту?
9. Які методи чисельного розв'язання рівнянь доступні у MathCAD?
10. Як експортувати результати розрахунків із MathCAD до інших програм або форматів?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

НАПИСАННЯ АЛГОРИТМІВ В MATHCAD

Мета: набути навиків написання алгоритмів в MathCAD

Хід роботи:

1. Складіть лінійний алгоритм обчислення виразів для заданих змінних, який є послідовним виконанням операцій, та накресліть його блок-схему в MS Visio.
2. Складіть розгалужений алгоритм за допомогою функції if та накресліть його блок-схему в MS Visio.
3. Складіть циклічний алгоритм за допомогою функції for та накресліть його блок-схему в MS Visio.
4. Складіть ітераційний циклічний алгоритм обчислення суми спадного ряду та накресліть його блок-схему в MS Visio.
5. Перекладіть алгоритм із мови блок-схем на вхідну мову MathCAD.
6. Знайти результат роботи даних алгоритмів.
7. Зробити висновки по роботі.

Теоретичні відомості

Щоб працювати з електронно-обчислювальною машиною (ЕОМ), необхідно навчитися створювати програми, зрозумілі для її виконання, та інтерпретувати відповідні повідомлення від машини. Перед розв'язанням задачі на ЕОМ необхідно пройти кілька підготовчих етапів [11].

Для аналізу певного явища потрібна наявність математичної теорії, що дозволяє представити це явище у формі формул чи рівнянь, тобто створити його математичну модель.

Алгоритм визначається як упорядкована послідовність дій над початковими даними та проміжними результатами, яка приводить до отримання кінцевого результату.

Розроблення алгоритму є ключовим і відповідальним етапом у вирішенні будь-якої задачі, оскільки саме алгоритм визначає порядок дій, що виконуються ЕОМ.

Алгоритм може бути описаний різними способами: текстово, графічною схемою чи програмним кодом. Схема, що складається з графічних блоків, з'єднаних спрямованими лініями, читається зверху вниз. У випадку вертикальних ліній напрямком часто не позначається.

Найбільш часто зустрічаються блоки, що приведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Таблиця графічних символів.

№	Назва	Графічні символи	Пояснення
1.	Процес		Обчислювальні дії
2.	Рішення		Перевірка умови
3.	Модифікація		Початок циклу
4.	Введення – виведення		Введення – виведення даних
5.	Пуск – зупинка		Початок, кінець, зупинка

Алгоритми лінійної структури – це такі алгоритми, у яких дії виконуються послідовно одна за одною (рис. 7.1).

Приклад 1

Обчислити:

$$y = \arctg(ax); \quad x = \sin(\sqrt{a^3 \cdot b}) + d; \quad a = \ln(1,5d \cdot b^2); \quad d = 5,6; \quad b = 4$$

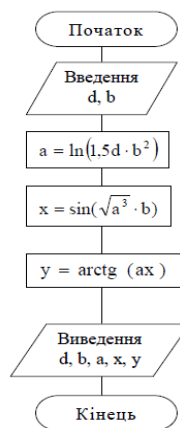


Рисунок 7.1 – Приклад блок-схеми лінійного алгоритму

Алгоритми розгалуженої структури - це такі алгоритми, у яких послідовність дій залежить від виконання умови. Основними елементами таких алгоритмів є оператори умовного переходу, такі як «**if-else**», «**switch-case**» та їх аналоги. При виконанні алгоритму перевіряється умова, і залежно від результату (істина або хибна) вибирається відповідний шлях виконання (рис. 7.2).

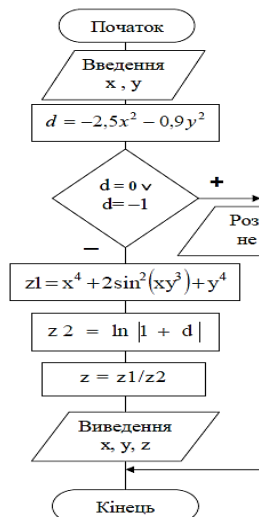
Приклад 2

Задано два дійсних числа x та y ($x \neq y$). Обчислити (дослідити на наявність розв'язку):

$$a) z = \frac{x^4 + 2 \sin^2(xy^3) + y^4}{\ln|1 + (-2,5x^2 - 0,9y^2)|}$$

Позначимо $d = -2,5x^2 - 0,9y^2$.
Розв'язок існує у випадку, коли $d \neq 0 \wedge d \neq -1$, інакше в знаменнику будемо мати $\ln 1$ або $\ln 0$.

Схема до варіанту а)



$$б) z = \frac{\arctg x + \sqrt{x^2 + y^2}}{\sqrt{4 - x^2 - y^2}}$$

Позначимо $d = 4 - x^2 - y^2$.
Розв'язок існує у випадку, коли $d > 0$.

Схема до варіанту б)

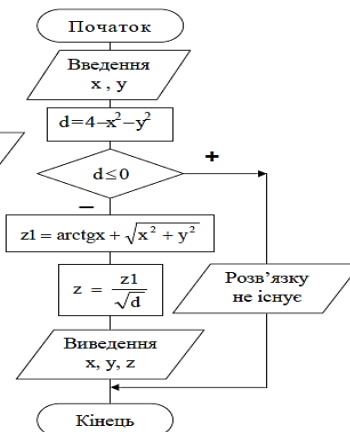


Рисунок 7.2 – Приклад блок-схеми розгалуженого алгоритму

Для візуалізації панелі програмування необхідно натиснути кнопку з панелі математичних інструментів або подати команду **View\Toolbars\Programming** [12, 13]. На даній панелі є десять команд. Клацніть по одній з цих команд для відображення відповідної програмної конструкції. При частому використанні команд програмування зручніше запам'ятати комбінації гарячих клавіш і команди генерувати за допомогою клавіатури.

Наведемо значення «гарячих клавіш», що використовують при програмуванні на MathCAD (табл. 7.2).

Таблиця 7.2 – Гарячі клавіші вікна програмування MathCAD

Команда	Гаряча клавіша	Команда	Гаряча клавіша
Add Line]	←	{
if	}	otherwise	CTR+Shift+]
for	Ctrl+Shift+'	while	Ctrl+]
break	Ctrl+Shift+[continue	Ctrl+[
return	Ctrl+Shift+\	On error	Ctrl+'

Розглянемо всі команди із панелі програмування MathCAD.

1. **Add Line** – додати рядок до поточної позиції програми.
2. ← – оператор присвоювання значення локальної змінної.

MathCAD має два оператора присвоєння: для глобальних змінних позначається двома символами «:=» і для локальних змінних «←». Глобальні змінні доступні у будь-якому місці програми після оголошення цієї змінної, а локальні – лише у поточному блоці.

3. Оператор **if** призначений для організації розгалужених обчислювальних процесів. Щоб ввести оператор **if** в програму, необхідно мишкою клацнути по кнопці **if** з панелі програмування або використовувати гарячу клавішу – **}**. При цьому в програму вставляється заготівля для оператора **if**: \square if \square .

Для формування складних умов можна використовувати панель інструментів **Boolean**, де містяться знаки логічного дорівнює, нерівності та логічних операцій. Зокрема, «**V**» означає логічне «або», а «**Λ**» - логічне «і». (рис. 7.3). При формулюванні складних логічних умов для розміщення пріоритетів можна використовувати дужки.

Приклад. Побудувати графік наступної функції:

$$f(x) = \begin{cases} 28 - 6x, & x \in (-\infty; 3) \\ x^2 + 1, & x \in [3; -1] \\ 2, & x \in (1; \infty) \end{cases} .$$

$$f(x) := \begin{cases} 28 - 6 \cdot x & \text{if } x > 3 \\ x^2 + 1 & \text{if } x < 3 \wedge x \geq -1 \\ 2 & \text{if } x < -1 \end{cases}$$

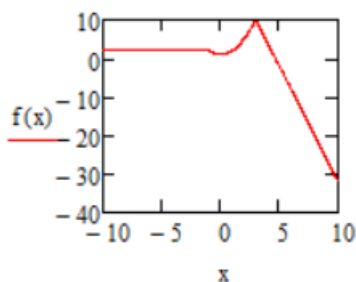


Рисунок 7.3 – Вікно програми MathCAD

4. Оператор **for** використовується для створення циклічних обчислювальних процесів.

Щоб вставити оператор **for** у програму, необхідно мишкою клацнути на кнопці **for** з панелі програмування або використовувати «гарячу» клавішу «**Ctrl+Shift+'**». При цьому в програму вставляється заготівля для оператора **for**.

Якщо тіло циклу оператора **for** складається з кількох рядків, необхідно встановити курсор на позицію для введення тіла циклу та відповідну кількість разів натиснути на **Add Line**.

Як і у звичайних програмах, цикли та умовні оператори можуть бути вкладеними. MathCAD, втім, сам стежить за вкладеністю циклів і зробити помилку у вкладеності просто не дозволить.

Приклад. Написати функцію FA , що створює матрицю A , що складається з рядків M і N стовпців наступного виду (рис. 7.4):

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 & 8 & 16 & \dots \\ 0 & 1 & 2 & 4 & 8 & \dots \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 4 & \dots \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \end{pmatrix}$$

Рисунок 7.4 – Вікно програми MathCAD

Запишемо підпрограму, що виводить цю матрицю за допомогою двох вкладених циклів (рис. 7.5):

```

ORIGIN := 0
FA(M,N) := | for i ∈ 0..M - 1
            |   for j ∈ 0..N - 1
            |     Ai,j ← 1 if i = j
            |     Ai,j ← 0 if i > j
            |     Ai,j ← 2 · Ai,j-1 if i < j
            | A
    
```

$$FA(5,5) = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 & 8 & 16 \\ 0 & 1 & 2 & 4 & 8 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Рисунок 7.5 – Вікно програми MathCAD

Кожен елемент, розташований вище головної діагоналі, обчислюється як подвоєний твір елемента, що стоїть на цьому ж рядку в попередньому стовпці: $A_{ij} = 2 \cdot A_{i,j-1}$. Для перевірки функції подали команду: $FA(5,5) =$.

5. Оператор циклу **while** використовується тоді, коли цикл повинен виконуватися не задану кількість разів, а доти, доки не буде виконано визначену у циклі умову. Щоб вставити оператор **while** у програму, необхідно мишкою клацнути на кнопці **while** з панелі програмування або використати гарячу клавішу – «**Ctrl+]**».

Якщо програма зависла, то щоб перервати її виконання, необхідно натиснути клавішу «**Esc**» та в вікні, що з'явилося, натиснути на кнопку **OK**.

6. Оператор **break** забезпечує екстрений вихід із циклу. Програма при цьому продовжує виконувати наступну циклу рядок. Цей оператор часто застосовується, щоб уникнути «зациклювання» програми.

7. Оператор **return** перериває виконання програми.

Варіанти до 1 завдання

Варіант 1, 7

$$r = \frac{s}{p}; s = \sqrt{p \cdot (p-a) \cdot (p-b) \cdot (p-c)}; a = 9,57 \cdot \lg^2(x+z) + \frac{x^3 + y}{\sin^2 x + y^2};$$

$$b = \operatorname{tg}^2(x+z) + \sqrt{1,6x}; c = e^x + \frac{x+y}{\sin^2 x + \cos^2 y + 6,5};$$

$$p = \frac{a+b+c}{2}; y = \sqrt{17}; x = 1,35; z = 0,89.$$

Варіант 2, 8

$$y = \left(\left(\frac{x}{a} \right)^2 + \frac{1}{a} \right) \cdot (\sin^2 x^2 + b \cdot e^t); \text{ де } x = t - \left(\frac{g}{e^s} \right)^{3,5} + \operatorname{tg}(b \cdot t^2);$$

$$t = \lg 35,6; g = 1,83 \cdot 10^2; s = 4,35; b = 3,51; a = \sqrt{2,5}$$

Варіант 3, 9

$$S = a \cdot h, \text{ де } a = \frac{\cos^2(b+c) + 4,8e^{b-c} + \operatorname{tg}^2 b}{1,35(b^2 + c^2) + 0,6b};$$

$$h = \sqrt{\sin^2 b^3 + c^2 + 4,75 \operatorname{tg}^2 b}; b = 2,83; c = 3,37.$$

Варіант 4, 10

$$t = \frac{\sqrt{|w+z-a|} + \operatorname{arctg} \frac{x}{2}}{1,35 \cdot \sin x}, \text{ де } w = \frac{36,04 \cdot 10^{-2} + \ln(x + 0,5e^{x^2})}{3,35 \cdot \operatorname{tg}(a^2)};$$

$$x = 1,324; z = 8,907 \cdot \operatorname{tg}(a+b)^3; a = \lg 17,87; b = 13.$$

Варіант 5, 11

$$a = \frac{\sqrt{|x-1|} - \sqrt[3]{y}}{1,5 \cdot \cos x + \ln|x-y|} + x \cdot \operatorname{arctg} z + e^{x-y},$$

$$\text{де } x = \frac{2 \cdot \cos(b)}{1,2 \cdot \sin^2 y}; \quad b = (1 + \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{3} \right)); \quad y = 4,75; \quad z = 18,35 \cdot 10^{-1}$$

Варіант 6, 12

$$v = \frac{0,5 \cdot 10^{-2} \cdot t^2 + \ln|t|}{\operatorname{arctg}|x-a| + \sqrt{|x-a|}}, \text{ де}$$

$$t = \frac{\sqrt{|x + \sqrt[3]{|x + \sin x|}|}}{0,5 \cdot 10^{1,5} \operatorname{lg}(x^2 + a^2)}; \quad x = \frac{\operatorname{tga} + \sqrt{17}}{\cos b - 1,35a};$$

$$b = \frac{\sin \frac{\pi}{3}}{0,5 \cdot a}; \quad a = 1,3 \cdot 10^2; \quad \alpha = 0,35; \quad \pi = 4 \cdot \operatorname{arctg} 1.$$

Варіанти до 2 завдання**Варіант 1, 7**

$$z(x) = \begin{cases} \operatorname{tg}(d+x) + \sqrt{c^2 + a^2}, & x > d; & a = e^{-1}; \\ \frac{\sin^2 d + 0,5x}{\cos^2 c + ax}, & x = d; & c = \sqrt{7}; \\ \operatorname{lg}(|\cos ax| + |d|) \cdot c, & x < d; & d = \cos \pi; \end{cases}$$

$$x_1 = -1; \quad x_2 = 2,45; \quad x_3 = -3,61.$$

Варіант 2, 8

$$y(x) = \begin{cases} \operatorname{arctg}(x-b) + d^3 a, & x > a; & a = \sqrt{e}; \\ \sqrt{x^2 + a^2} + \cos bd, & x = a; & b = \sin 2; \\ \operatorname{arctg}(d^2 x + b) + \sqrt{x^2 + d^2}, & x < a; & d = \ln \sqrt{6}; \end{cases}$$

$$x_1 = 1,649; \quad x_2 = 2,01; \quad x_3 = 0,22.$$

Варіант 3, 9

$$z(x) = \begin{cases} \lg(|ax + bx| + c), & x > b; & c = \ln 12; \\ \cos^2(x + b) - e^{-\sqrt{ca}}, & x = b; & b = \sin \frac{\pi}{6}; \\ \arccos \frac{(x + a)}{c^2 + b^2}, & x < b; & a = \frac{1}{\sqrt{3}}; \end{cases}$$

$$x_1 = 0,5; x_2 = 2,07; x_3 = 0,13.$$

Варіант 4, 10

$$y(x) = \begin{cases} e^x \cdot \cos^2 dx + 1,5b, & x > b; & d = \sqrt[3]{e}; \\ \operatorname{tg}(dx + c) \cdot b, & x = b; & c = 2 \operatorname{arctg} \pi; \\ e^x + 1,5c + \operatorname{tg}(b + \sqrt{d}), & x < b; & c = \lg 7; \end{cases}$$

$$x_1 = 2,525; x_2 = 3,69; x_3 = 1,14.$$

Варіант 5, 11

$$f(x) = \begin{cases} \ln^2(1,5x) + \ln|b - ac|, & x > c; & b = \cos\left(\frac{2\pi}{3}\right); \\ \sqrt{x^2 + c^2} - \operatorname{ctg}(ba), & x = c; & a = \lg 5; \\ \arcsin \frac{bc^2}{\sqrt{a^2 + x^2}}, & x < c; & c = e^{-\sqrt{2}}; \end{cases}$$

$$x_1 = 0,243; x_2 = 6,57; x_3 = 0,19.$$

Варіант 6, 12

$$z(x) = \begin{cases} e^{\frac{1}{ac}} + \ln|x - d^2|, & x > d; & a = \frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{4}\right)}{\sqrt{e}}; \\ \sin^2(cx) + \sqrt[3]{a^2 + d^2}, & x = d; & d = -2 \cdot \lg 5; \\ \frac{\sin^2 a}{\operatorname{arctg}(0,8x)} \cdot (1 + \cos(cd)), & x < d; & c = \sqrt{3}; \end{cases}$$

$$x_1 = -1,398; x_2 = 1,34; x_3 = -4,26.$$

Варіанти до 3 завдання

Вар 1, 7	$y = \frac{\operatorname{arctg}(bx)}{1 + \sin^2 x}$	$b=0,75$	$x = \{1,3; 1,4; 1,5; \dots; 2,5\}$
Вар 2, 8	$y = \sqrt{\frac{a + bx}{\ln^2 x}}$	$a=19,6; b=7,8$	$x = \{14,6; 14,7; 14,8; \dots; 16\}$
Вар 3, 9	$y = \frac{a + \ln^2 x}{b + \sqrt{x}}$	$a=1,38; b=-1,26$	$x = \{6; 7; 8; \dots; 15\}$

Вар 4, 10	$y = \frac{\sin x + \cos x}{\sqrt{x + bx}}$	b=1,68	$x = \{1, 2; 1, 4; 1, 6; \dots; 2, 4\}$
Вар 5, 11	$y = \frac{\ln x-b }{a + \sqrt{x^3}}$	b=0,36; a=5,5	$x = \{1; 1,5; 2; \dots; 8\}$
Вар 6, 12	$y = \frac{e^{ax} + b}{1 + \cos^2 x}$	b=0,9; a=1,85	$x = \{1; 1,1; 1,2; \dots; 2\}$

Варіанти до 4 завдання

№	c	d	t ₁	t _n	Δt	Вигляд загального члена ряду s _i (t)
1, 7	0,3	0,5	0,2	0,8	0,1	$s_i(t) = \frac{\ln^{10}(i+1)}{i^5 + 2} \cdot (c + d^2) \cdot t$
2, 8	0,7	0,3	0,5	0,9	0,05	$s_i(t) = (-1)^i \cdot \frac{\sin^2 i}{i^3} \cdot (\sqrt{c+d} \cdot \ln t)$
3, 9	0,25	0,8	0,3	0,6	0,03	$s_i(t) = \frac{\sin(\pi \cdot i + 2)}{i^4 + 10} \cdot \sqrt[3]{\sin^2 c + d^2 \cdot t^3}$
4, 10	0,4	0,35	0,1	0,6	0,05	$s_i(t) = (-1)^i \cdot \frac{\sqrt{i}}{i^3 + 100} \cdot \ln(c^2 + d^2) \cdot t^2$
5, 11	1,5	3,4	0,15	0,65	0,05	$s_i(t) = \frac{1}{\ln^2(i+1)} \cdot \frac{\pi}{i^2 + 1} \cdot (c^3 + \sin^2 d) \cdot t$
6, 12	0,7	0,3	0,25	0,75	0,05	$s_i(t) = \frac{(-1)^{2i+1}}{\sqrt{i}} \cdot \sin t \cdot \frac{e^{-(c+d)}}{3,7} \cdot t$

Контрольні запитання

1. Дайте визначення розгалуженого алгоритму, і наведіть простий приклад.
2. Для чого призначена функція користувача?
3. Що таке формальні параметри і яку функцію вони виконують?
4. Як здійснюється виклик однорядкової функції користувача?
5. У чому полягає відмінність фактичних параметрів від формальних?
6. Який вираз називається логічним?
7. Що таке жирний знак рівності й чим він відрізняється від звичайного тонкого?
8. Який пріоритет установлений для операцій у логічних виразах?
9. Опишіть дію умовної функції if.
10. Що таке програма-функція і яким оператором вона створюється?
11. Як і для чого використовується умовний оператор if?
12. За яких умов виконується оператор otherwise?
13. Де розміщується результат виконання програми-функції і яким він може бути?
14. Для чого вказується індекс при виклику програми-функції?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

СТВОРЕННЯ ВЕБСТОРИНОК ЗАСОБАМИ HTML ТА CSS

Мета: набуття навичок створення вебсторінок засобами HTML та CSS.

Хід роботи:

1. Створення структури HTML-документа

- Створіть новий файл з розширенням .html.
- Додайте основну структуру HTML-документа: `<!DOCTYPE html>`, `<html>`, `<head>`, `<body>`.

2. Додавання метаінформації до документа

- В тегу `<head>` додайте теги `<meta charset="UTF-8">`, `<title>` з назвою вебсторінки, та `<link rel="stylesheet" href="styles.css">` для підключення CSS-файлу.

3. Створення заголовка та параграфів

- В тегу `<body>` додайте заголовок першого рівня `<h1>` з назвою вебсторінки.
- Додайте декілька параграфів `<p>` з текстом на ваш вибір.

4. Створення списків

- Створіть нумерований список `` з трьома елементами ``.
- Створіть нумерований список `` з трьома елементами ``.

5. Додавання гіперпосилань

- Додайте гіперпосилання за допомогою тегу `текст посилання`.

6. Створення таблиці

- Створіть таблицю за допомогою тегів `<table>`, `<tr>`, `<th>`, `<td>` з двома рядками і двома стовпцями.

7. Стилзація тексту за допомогою CSS

- Створіть файл з розширенням .css.
- Встановіть шрифт для всього документа за допомогою властивості `font-family`.
- Задайте колір тексту для заголовків та параграфів за допомогою властивості `color`.

8. Стилзація елементів розмітки

- Додайте відступи (`padding`) та межі (`border`) до зображення.
- Задайте фон для заголовка за допомогою властивості `background-color`.

9. Використання класів та ідентифікаторів

- Додайте клас до параграфів та стиль для них в CSS.
- Додайте ідентифікатор до заголовка та стиль для нього в CSS.

10. Зробити висновки по роботі

Теоретичні відомості

Короткий огляд та переваги редактора коду Visual Studio Code.

Visual Studio Code – це безкоштовне та дуже популярне середовище кодування від Microsoft [14].

При запуску редактора вперше відкривається стартова сторінка, на якій описані всі можливості редактора. Всі посилання інтерактивні та відкривають необхідну частину інтерфейсу або сторінку в браузері (рис. 8.1).

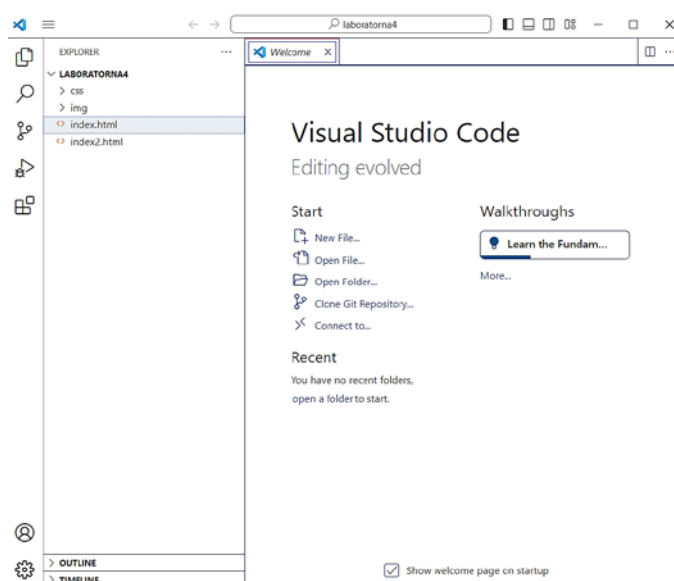


Рисунок 8.1 – Стартова сторінка

Даний редактор доволі легко підлаштовується під користувача. Можна встановити різноманітні поєднання клавіш та кольорні схеми.

Одразу можна помітити більшість переваг даного редактора коду при розгляданні інтерфейсу на прикладі одного з проєктів (рис. 8.2).

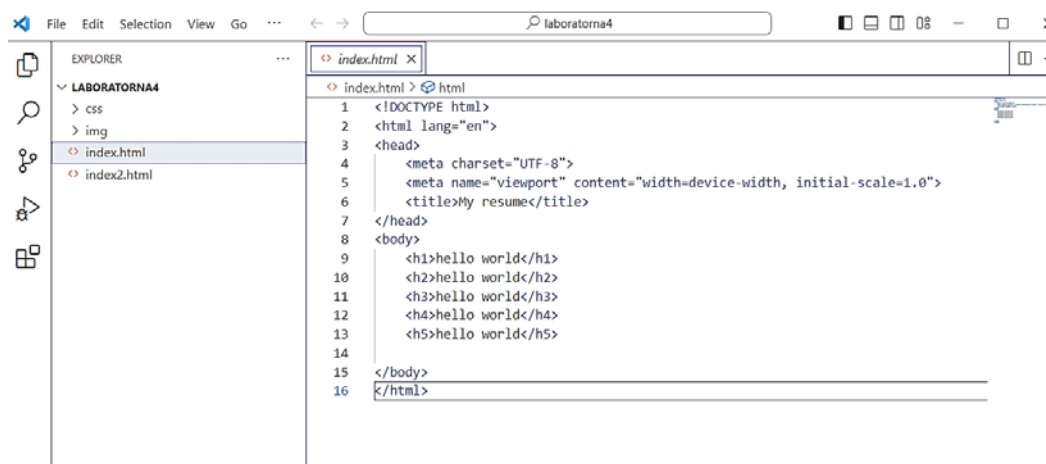


Рисунок 8.2 – Інтерфейс Visual Studio Code при виконанні проєкту

Основну частину екрану займає вікно з текстовим вмістом файлу. У лівій частині екрану знаходяться вкладки активного меню, в якому знаходяться головні функції редактора. Вкладка провідника відкривається за замовчуванням при запуску програми. У неї виводяться список відкритих файлів і каталог відкритої папки.

Переваги редактору коду Visual Studio Code:

- Безліч налаштувань (як всієї програми, так і інтерфейсу);
- Розширювана бібліотека доповнень та готових рішень;
- Мультифункціональність (редактор підтримує майже всі мови програмування, які використовуються для створення додатків);
- Простота та гнучкість.

Опис мови гіпертекстової розмітки HTML.

HTML – це стандартизована мова розмітки документів для перегляду вебсторінок в браузері. Веббраузери отримують HTML документ від сервера по протоколах HTTP / HTTPS або відкривають з локального диска, далі інтерпретують код в інтерфейс, який буде відображатися на екрані монітора [15].

Елементи HTML є будівельними блоками HTML сторінок. За допомогою HTML різноманітні конструкції, зображення й інші об'єкти, такі як рядок пошуку можуть бути вбудовані в сторінку. HTML надає засоби для створення заголовків, абзаців, списків, посилань, цитат та інших елементів. Елементи HTML виділяються тегами, записаними з використанням кутових дужок.

Теги – це елементи мови HTML. Текст, що міститься між початковим і кінцевим тегом, відображається і розміщується відповідно до властивостей, зазначеними в початковому тезі. Зазвичай використовуються парні теги – початковий та кінцевий. Також можливе застосування одиночного тега.

HTML застосовується для розмітки вебсторінок. Вона необхідна для браузерів, які перетворюють гіпертекст та демонструють на екрані сторінку в зручному для користувача форматі.

З назви випливає, що HTML не можна назвати мовою програмування. Це мова розмітки, яка використовується для організації даних в Інтернеті.

Опис мови стилю сторінок CSS.

CSS – це специфічна мова стилю сторінок, що використовується для опису їхнього зовнішнього вигляду. Самі ж сторінки написані мовою розмітки даних. CSS є основною технологією всесвітньої павутини, поряд із HTML і JavaScript [16].

CSS використовується авторами та відвідувачами вебсторінок, аби визначити кольори, шрифти й інші аспекти вигляду сторінки. Одна з головних переваг – це можливість розділити зміст сторінки від вигляду документа.

Так само, як і HTML, CSS насправді не є мовою програмування.

Є два способи використати CSS для вебсторінки: створити окремий .css-файл та підключити його в файл HTML за допомогою специфічних тегів та атрибутів, або за допомогою HTML-тега **<style>**, який повинен знаходитися в тезі **<head>**, вказати всі необхідні стилі.

Кодування слилю вебсторінки включає використання команд:

- **font-family**: Задає шрифт для всього документа.
- **color**: Встановлює колір тексту.
- **margin**: Встановлює зовнішні відступи (зовнішній відступ з усіх боків дорівнює 0).
- **padding**: Встановлює внутрішні відступи (внутрішній відступ з усіх боків дорівнює 0).
- **background-color**: Встановлює колір фону документа.
- **text-align**: Вирівнює текст по центру.
- **list-style-type**: Встановлює тип маркерів для списку. Значення none видаляє маркери.
- **display**: Встановлює спосіб відображення елементів списку в лінію.
- **margin-right**: Встановлює зовнішній відступ праворуч між елементами списку.
- **text-decoration**: Видаляє підкреслення тексту у гіперпосиланнях.
- **font-weight**: Встановлює товщину шрифту (жирність) для гіперпосилань.
- **padding-left**: Встановлює внутрішній відступ зліва для списку.
- **margin-bottom**: Встановлює зовнішній відступ знизу між елементами списку.
- **position**: Встановлює позиціонування елемента як фіксоване.
- **width**: Встановлює ширину підвалу на 100% ширини вікна.

Контрольні запитання

1. Яка мета використання метатегу `<meta charset="UTF-8">` у HTML-документі? Поясніть, для чого використовується цей метатег і яку роль він відіграє у відображенні вебсторінки.

2. Які основні елементи структури HTML-документа? Перелічіть та опишіть основні елементи, які складають структуру HTML-документа.

3. Як правильно додати зображення на вебсторінку за допомогою HTML? Опишіть, як використовувати тег ``, які атрибути він повинен мати, і які їх функції.

4. Чим відрізняються нумеровані та ненумеровані списки в HTML? Наведіть приклади використання тегів для створення нумерованих та ненумерованих списків.

5. Як підключити CSS-стилі до HTML-документа? Опишіть різні способи підключення CSS до HTML-документа та їх переваги і недоліки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 32 с.
2. Інформаційні системи та технології : підруч. / кол. авт. ; за заг. ред. д.т.н., проф. В. Б. Вишні. Дніпро : Дніпроп. держ. унт внутр. справ, 2021. 280 с.
3. Berisso, K. An introduction to the Circuit Simulator Applet. 2018. URL: https://www.bait-consulting.com/publications/circuit_simulator_manual.pdf (дата звернення 30.01.25).
4. Кондратенко Н. Р. Комп'ютерний практикум з математичної логіки : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2010. 117 с.
5. Іноземцев Г. Б., Козирський В. В. Оптимізаційні задачі в енергетиці сільського господарства: навч. посіб. / за ред. Г. Б. Іноземцева. Київ. Видавничий центр НУБіП України, 2014. 172 с.
6. Кутін В. М., Ілюхін М. О., Кутіна М. В. Діагностика електрообладнання : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2014. 161 с.
7. Посібник початківець для Visio. URL: <https://surl.li/pdnobo> (дата звернення 30.01.25)
8. Проектування електричних мереж 0,4 – 35 кВ у онлайн програмі SiCAD з типовими рішеннями SICAME. URL: <https://app.sicad.org/ua> (дата звернення 30.01.25)
9. Бурбело, М. Й. Математичні задачі електроенергетики. Математичне моделювання електропостачальних систем : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2016. 185 с.
10. Сяєв А. В. Вступ до системи MathCAD : навч. посіб. Дніпропетровськ : Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2004. 108 с.
11. Лазарєв Ю. Ф. Моделювання на ЕОМ : навч. посіб. Київ : Корнійчук, 2007. 290 с.
12. Науково-технічні обчислення засобами MathCAD та MS Excel. навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2014. 252 с.
13. Кундрат А. М. Кундрат М. М. Науково-технічні обчислення засобами MathCAD та MS Excel : навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2014. 252 с.
14. HTML у Visual Studio Code. URL: <https://code.visualstudio.com/docs/languages/html> дата звернення 30.01.25).
15. Підручник HTML. URL: <http://surl.li/tfgpql> (дата звернення 30.01.25).
16. Підручник CSS. URL: https://htmlbook.at.ua/news/tutorial_css/1-0-2 (дата звернення 30.01.25).

Електронне навчальне видання

**Кутіна Марина Василівна
Лебедь Денис Юрійович**

**Методичні вказівки
до виконання лабораторних робіт
з дисципліни «Обчислювальна техніка та системи
автоматизованого проєктування в енергетиці»
зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»**

Рукопис оформив *Д. Лебедь*

Редактор *Г. Суровенко*

Оригінал-макет виготовлено в РВВ ВНТУ

Підписано до друку 31.01.2025

Гарнітура Times New Roman.

Зам. № P2025-027.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,

Редакційно-видавничий відділ..

ВНТУ, ГНК, к. 114.

Хмельницьке шосе, 95,

м. Вінниця, 21021.

press.vntu.edu.ua;

Email: rvv.vntu@gmail.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.