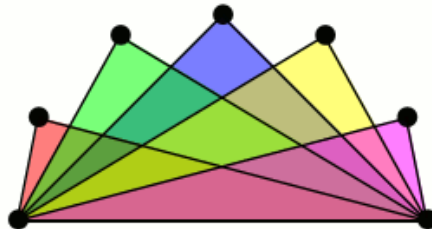


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ І ЗАВДАННЯ
до виконання курсової роботи з дисципліни
«ДИСКРЕТНІ СТРУКТУРИ І АЛГОРИТМИ»
на тему: «РОЗРОБКА АЛГОРИТМІЧНО-ПРОГРАМНИХ ДОДАТКІВ ДЛЯ
РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ НА ДИСКРЕТНИХ СТРУКТУРАХ»
для студентів освітнього ступеня «Бакалавр»
спеціальностей
121 Інженерія програмного забезпечення,
122 Комп'ютерні науки
всіх форм навчання

УДК 004.4(072)

М 54

Методичні вказівки і завдання до виконання курсової роботи з дисципліни «Дискретні структури і алгоритми» на тему «Розробка алгоритмічно-програмних додатків для розв'язання задач на дискретних структурах» для студентів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальностей 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки всіх форм навчання / уклад. І.А. Назарова, О.А. Тихонова. Дрогобич: ДВНЗ «ДонНТУ», 2025. 51с.

Укладачі:

Назарова І.А., к.т.н., доцент кафедри ПМІ

Тихонова О.А., стар. викл. кафедри ПМІ

Рецензент:

Шамаєв В.В., к.т.н., доцент кафедри ЕТіКІ

Відповідальний за випуск:

Дорогий Я.Ю., д.т.н., в. о. завідувача кафедри
прикладної математики та інформатики

Затверджено навчально-методичним відділом ДВНЗ ДонНТУ,
протокол № 4 від «25» лютого 2025р.

Розглянуто на засіданні кафедри ПМІ, протокол №2 від 21 лютого 2025р.

І.А. Назарова, 2025

О.А. Тихонова, 2025

ЗМІСТ

Вступ	5
1 Тема та завдання на курсову роботу	6
1.1 Завдання на розробку графових моделей за темою «Основні положення для неорієнтованих графів»	6
1.2 Завдання на розробку графових моделей за темою «Маршрути і зв'язність в неорієнтованих графах»	7
1.3 Завдання на розробку графових моделей за темою «Дерева та остови»	7
1.4 Завдання на розробку графових моделей за темою «Ейлереві та гамільтонові графи»	7
1.5 Завдання на розробку графових моделей за темою «Планарність і розфарбування»	8
1.6 Завдання на розробку графових моделей за темою «Орієнтовані графи»	8
1.7 Завдання на розробку алгоритмічно-програмного додатку для дискретних графових моделей	9
2 Зміст та вимоги до оформлення пояснювальної записки	11
2.1 Зміст пояснювальної записки до курсової роботи	11
2.2 Вимоги до оформлення пояснювальної записки	11
2.2.1 Загальні вимоги	11
2.2.2 Титульний аркуш та реферат	12
2.2.3 Зміст та вступ	13
2.2.4 Основна частина	13
2.2.5 Переліки	14
2.2.6 Формули	14
2.2.7 Ілюстрації та таблиці	15
2.2.8 Посилання на джерела	16
2.2.9 Висновки та перелік посилань	16
2.2.10 Додатки	16
3 Зразки виконання та оформлення курсової роботи	19
3.1 Зразок виконання завдання до розділу 1	19
3.3 Зразок виконання завдання до розділу 2	27
3.3 Зразок виконання завдання до розділу 5	30
Перелік посилань	36
Додаток А Індивідуальні варіанти до виконання курсової роботи	37

А.1 Алгоритм генерації варіантів вхідних даних для завдань 1-6	37
А.2 Індивідуальні варіанти до виконання завдання 7	39
Додаток Б Зразок оформлення титульного аркуша курсової роботи	41
Додаток В Зразок оформлення реферату	43
Додаток Г Зразок оформлення змісту до курсової роботи	44
Додаток Д Технічне завдання до курсової роботи	45
Додаток Е Приклади оформлення використаних джерел	50

ВСТУП

Методичні вказівки і завдання до виконання курсової роботи складено для курсу «Дискретні структури і алгоритми» (ДС і А) навчального плану бакалаврів та призначено для студентів, що навчаються за спеціальностями 121 Інженерія програмного забезпечення та 122 Комп'ютерні науки галузі знань 12 Інформаційні технології. За робочою програмою навчальної дисципліни темою курсової роботи є «Розробка алгоритмічно-програмних додатків для розв'язання задач на дискретних структурах». Метою виконання курсової роботи є формування у студентів основ алгоритмічного мислення за рахунок опанування різноманітними теоретично-аналітичними моделями на основі теорії графів та теорії алгоритмів.

Курсова робота на тему «Розробка алгоритмічно-програмних додатків для розв'язання задач на дискретних структурах» повинна продемонструвати:

- володіння узагальненою термінологією та основними поняттями та методами дискретного аналізу;
- володіння теоретичними знаннями та практичними навичками у розв'язанні задач, що описуються у термінах теорії графів;
- володіння навичками розробки та дослідження алгоритмів, оцінюванні їх ефективності та складності;
- практичні навички у розробці та тестуванні програмних додатків та застосуванні середовищ, пакетів та мов програмування для обробки дискретних моделей.

Курсова робота виконується на підставі навчальних планів підготовки студентів, що навчаються за освітнім рівнем «бакалавр» галузі знань 12 Інформаційні технології спеціальностей 121 Інженерія програмного забезпечення та 122 Комп'ютерні науки всіх форм навчання та «Технічного завдання» до курсової роботи за дисципліною «ДС і А».

В методичних вказівках окремими розділами наведено склад пояснювальної записки до курсової роботи та детальні вимоги до її оформлення. В додатках є приклади оформлення технічного завдання на курсову роботу, реферату тощо. Важливість та обсяг подання цієї інформації обумовлені тим, що за начальним планом спеціальностей 121 Інженерія програмного забезпечення та 122 Комп'ютерні науки курсова робота за дисципліною «Дискретні структури і алгоритми» є взагалі першою виконуваною студентами курсовою роботою.

1 ТЕМА ТА ЗАВДАННЯ НА КУРСОВУ РОБОТУ

Темою курсової роботи із дисципліни «Дискретні структури і алгоритми» освітнього ступеню «Бакалавр» спеціальностей 121 Інженерія програмного забезпечення та 122 Комп'ютерні науки денної та заочної форми навчання є: «Розробка алгоритмічно-програмних додатків для розв'язання задач на дискретних структурах».

Завдання на курсову роботу складається з 6 розділів, відповідно до головних тем курсу «Дискретні структури і алгоритми» та окремого розділу, що стосується розробки програмного додатку за однією з цих тем.

Генерація індивідуальних варіантів для перших 6 завдань виконується за алгоритмом Gen_Var, що наведений в додатку А.1, індивідуальний варіант для розробки програмного додатку обирається за варіантом з таблиці А.2 того ж додатку.

1.1 Завдання на розробку графових моделей за темою «Основні положення для неорієнтованих графів»

Використовуючи алгоритм генерації варіанту (додаток А.1), побудувати неорієнтований граф G : Gen_Var(7, {2,3}).

Виконати наступне:

- 1) описати граф G матрицями суміжності та інцидентності, перевірити виконання леми про рукоутискання, зобразити граф G і його доповнення $\bar{G}$ графічно;
- 2) побудувати графічні зображення для всіх позначених підграфів, ізоморфно вкладених в граф G , що мають п'ять вершин:
 - визначити серед них класи ізоморфних графів;
 - побудувавши бієкції їх вершин, для кожного класу ізоморфних графів;
 - навести рисунок абстрактного графа;
- 3) визначити всі максимальні і найбільші НМВ – незалежні множини вершин графа G та відповідне число незалежності $\alpha(G)$;
- 4) визначити всі максимальні і найбільші кліки графа G та відповідне клікове число графа $\phi(G)$;
- 5) визначити мінімальні і найменші ДМВ – графа G , визначити число домінування графа $\beta(G)$;

- 6) знайти повний дводольний підграф $K_{p,q}$, ізоморфно вкладений в G з максимальною кількістю вершин $p + q$ ($p \neq 1$);
- 7) знайти зірку $K_{1,q}$, ізоморфно вкладену в G з максимальним q .

1.2 Завдання на розробку графових моделей за темою «Маршрути і зв'язність в неорієнтованих графах»

Використовуючи алгоритм генерації варіанту (додаток А.1), побудувати неорієнтований граф G : $\text{Gen_Var}(13, \{6,7\})$.

Виконати наступні дослідження:

- 1) визначити, чи є граф G зв'язним, визначити його компоненти зв'язності;
- 2) для максимальної компоненти графа G :
 - навести приклади маршрутів різного типу щодо графа G : тобто маршрут, що не є ланцюгом, замкнутий маршрут, що не є циклом, ланцюг, що не є простим, цикл, що не є простим і, відповідно, прості ланцюг та цикл;
 - визначити числа вершинної та реберної зв'язності;
 - побудувати матрицю відстаней, визначити ексцентриситети вершин, радіус, діаметр, центр, периферію, діаметральний ланцюг;
 - визначити, чи є вона нероздільною, виділити блоки, знайти точки зчленування і мости.

1.3 Завдання на розробку графових моделей за темою «Дерева та остови»

Використовуючи алгоритм генерації варіанту (додаток А.1), побудувати побудувати два неорієнтовані графа $G1$: $\text{Gen_Var}(5, \{2,3\})$ та $G2$: $\text{Gen_Var}(13, \{6,7\})$.

Виконати наступні дослідження:

- 1) для графа $G1$ скласти матрицю Кірхгофа і порахувати кількість помічених кістяків;
- 2) для графа $G2$ побудувати дерева обходу вершин графа (використовувати алгоритми обходу в ширину та в глибину);
- 3) для графа $G2$ вирішити задачу побудови остовів найкоротших маршрутів, використовуючи алгоритми Прима та Краскала, у якості ваги ребер використовувати елементи допоміжної матриці Y , продемонструвати покрокове виконання алгоритмів.

1.4 Завдання на розробку графових моделей за темою «Ейлереві та гамільтонові графи»

Використовуючи алгоритм генерації варіанту (додаток А.1), побудувати два неорієнтовані графа $G1: \text{Gen_Var}(13, \{5,6\})$ та $G2: \text{Gen_Var}(7, \{3,4\})$.

Для графа $G1$ виконати наступні дослідження:

- 1) визначити, чи є граф $G1$ ейлеревим за критерієм ейлеревості;
- 2) якщо граф $G1$ не є ейлеревим, то додати мінімальну кількість ребер, які роблять його ейлеревим, перетворений граф позначено $\hat{G}1$ (перетворення обґрунтувати);
- 3) для вхідного $G1$ або отриманого ейлеревого графа $\hat{G}1$ побудувати ейлерів цикл за алгоритмом Флері та представити його через об'єднання простих циклів.

Для графа $G2$ виконати наступні дослідження:

- 1) визначити, чи є граф $G2$ гамільтоновим;
- 2) якщо граф $G2$ не є гамільтоновим, то додати мінімальну кількість ребер, які роблять його гамільтоновим $G2$ (перетворення обґрунтувати);
- 3) для вхідного $G2$ або отриманого гамільтонова графа $\hat{G}2$ побудувати гамільтонів цикл, використовуючи дерево повного перебору та Робертса-Флореса.

1.5 Завдання на розробку графових моделей за темою «Планарність і розфарбування»

Використовуючи алгоритм генерації варіанту (додаток А.1), побудувати неорієнтований граф $G: \text{Gen_Var}(13, \{6,7\})$.

Виконати наступні дослідження:

- 1) визначити, чи є вхідний граф G планарним або непланарним, використовуючи критерій Понтрягіна-Куратовського або Вагнера;
- 2) побудувати плоску укладку графа G , використовуючи алгоритм γ , продемонструвати покрокове виконання алгоритму;
- 3) обчислити і проаналізувати для графа G верхні і нижні оцінки хроматичного числа;
- 4) послідовно розфарбувати G , використовуючи алгоритм послідовного розфарбування та модифікації алгоритму з НП- і ОН-упорядкуванням вершин, використовувати максимально 4-крокові валентності, якщо це потрібно;
- 5) знайти хроматичне число і хроматичний індекс графа G (відповідь обґрунтувати).

1.6 Завдання на розробку графових моделей за темою «Орієнтовані графи»

Використовуючи алгоритм генерації варіанта (додаток А.1), побудувати неорієнтований граф $G: \text{Gen_Var}(9, \{3,4\})$.

Орієнтацію дуг встановити таким чином:

– якщо елемент u_{ij} допоміжної матриці Y буде мати у якості дільника 8, то у оргграфі буде дві дуги a_{ij} та a_{ji} .

– якщо елемент u_{ij} допоміжної матриці Y був тільки парним, то у оргграфі буде дуга a_{ij} , в протилежному випадку a_{ji} (при цьому елемент u_{ji} не розглядається).

Для графа G виконати наступні дослідження:

1) побудувати матрицю суміжності і матрицю інцидентності заданого оргграфа, перевірити виконання леми про рукостискання для оргграфа;

2) побудувати, якщо це можливо, ормаршрут (що не є орланцюгом), виділити в ньому орланцюг (не шлях), шлях, замкнутий ормаршрут (що не є орциклом), цикл (не контур) і контур, напівмаршрут (що не є напівланцюгом), напівланцюг (що не є напівшляхом), напівшлях, обґрунтувати відсутність будь-якого з маршрутів;

3) побудувати матриці досяжності, контрдосяжності, взаємної досяжності, виділити сильні компоненти;

4) побудувати конденсацію оргграфа G ;

5) визначити всі бази і антибази оргграфа G ;

6) навести приклад оргграфа, в якому $m + 1$ база потужністю:

$$(n + m) \bmod 3 + 1,$$

де n — перша цифра порядкового номера студента в списку групи, m — відповідно, друга цифра в номері.

Для завдання 6 навести сам оргграф та його конденсацію, бази.

1.7 Завдання на розробку алгоритмічно-програмного додатку для дискретних графових моделей :

Для виконання завдання 1.7 на курсову роботу необхідно обрати індивідуальний варіант за таблицею А.2 відповідного додатку методичних вказівок.

Для обраного завдання за варіантом:

- зробити формальну/математичну постановку завдання, вказати обмеження на вхідні дані, якщо вони існують;
- розробити та обґрунтувати вибір методу вирішення завдання;
- розробити та обґрунтувати форми подання (зовнішнього та внутрішнього) вхідних даних і результатів завдання, тобто специфікації даних;
- реалізуючи рішення, використовувати принципи структурного та модульного програмування.

У звіті до курсової роботи розділ 1.7 повинен містити:

- 1) постановку завдання за індивідуальним варіантом;
- 2) аналіз завдання;
- 3) опис структур даних, що використовуються для представлення вхідних даних та результатів задачі;
- 4) укрупнений алгоритм розв'язання задачі;
- 5) опис структури програми;
- 6) текст програми мовою C, Python,... ;
- 7) повну систему або набір тестів (у формі, що відповідає предметній галузі завдання);
- 8) результати роботи програми.

Аналіз завдання включає:

- визначення вихідних даних та результатів вирішення задачі;
- встановлення основних співвідношень (у вигляді математичних формул, залежностей тощо) між вхідними та вихідними даними завдання;

- виділення основних підзавдань, які треба вирішити, щоб досягти результату;

- вибір та опис методу її вирішення, метод вирішення має бути описаний математично та на мові предметної галузі завдання.

Структури даних — у цьому пункті визначаються та описуються форми подання (зовнішнього та внутрішнього) вхідних даних та результатів завдання.

Алгоритм розв'язання задачі: ступінь деталізації при описі алгоритму визначається так, щоб було зрозуміло, які дії треба виконувати, реалізуючи обраний метод розв'язання, і в чому полягають основні проблеми цього завдання. Алгоритм може бути описаний мовою блок-схем або псевдомовою.

Структура програми: у цьому пункті описуються складові програми (тобто функції, що реалізують окремі дії алгоритму) та взаємозв'язок між ними. Опис функції: призначення функції, прототип функції, призначення та опис параметрів функції (опис параметра включає ім'я та призначення параметра, тип параметра). Взаємозв'язок функцій можна представити у вигляді схеми, що відображає зв'язок між функціями управління.

Набір тестів має бути повним, що обов'язково включає загальні, окремі та особливі випадки вирішення. Рекомендовано наочне подання тесту (наприклад, графічне).

2 ЗМІСТ ТА ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

2.1 Зміст пояснювальної записки до курсової роботи

Пояснювальна записка (ПЗ) до курсової роботи складається з наступних частин:

- титульний аркуш (див. додаток Б);
- реферат (див. додаток В);
- зміст (див. додаток Г);
- вступ;
- основна частина,
- висновки;
- перелік посилань;
- додатки.

Рекомендований склад основної частини: кожний розділ ПЗ відповідає окремому завданню на курсову роботу і містить (для 1-6) результати генерації вхідних даних і покрокове виконання всіх пунктів цього завдання.

До обов'язкових додатків належать: технічне завдання (додаток Д) та керівництво користувача, лістинг програми, екранні форми до пункту 1.7 завдання.

2.2 Вимоги до оформлення пояснювальної записки

Пояснювальна записка до курсової роботи «Розробка алгоритмічно-програмних додатків для розв'язання задач на дискретних структурах» за курсом «ДС і А» повинна бути оформлена згідно «ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення». ПЗ оформлюється з використанням виключно державної мови та загальноприйнятої термінології від третьої особи.

Загальний обсяг пояснювальної записки курсової роботи складає не менш ніж 30 сторінок. Перелік використаної літератури повинен містити виключно англо- та україномовні джерела та інтернет-посилання, що були опубліковані в останні 10 років. Загальна кількість складає 10-15 джерел.

2.2.1 Загальні вимоги

Загальними вимогами текстової частини курсової роботи є:

- чіткість і логічна послідовність викладу матеріалу;

- переконливість аргументації;
- стислість і точність формулювань;
- конкретність викладу результатів виконання виконаної роботи;
- обґрунтованість рекомендацій і пропозицій;
- єдність термінів в межах роботи і їх відповідність встановленим стандартам, а за відсутності останніх — загальноприйнятим в науково-технічній літературі.

При викладі не допускається переписування положень, а так само визначень підручників, учбових статей, посібників і інших джерел. При необхідності використання в текстовому документі матеріалів літературних джерел, необхідно на них посилення за текстом.

Структурні частини текстового документу починають з нового аркуша, їх не нумерують. Заголовки структурних одиниць записуються по центру і великими літерами, підрозділи з червоного рядка і лише перша велика.

Сторінки нумеруються арабськими цифрами. Нумерація сторінок наскрізна по всьому текстовому документу і проставляється в правому верхньому куту сторінки. Титульний аркуш не нумерується, але входить до числа сторінок.

При написанні пояснювальної записки використовується шрифт Times New Roman, розмір 14. Забороняється використовувати зображення Курсив, Підкреслення і Напівжирний. Параметри сторінок: верхнє та нижнє поле — 20см, ліве — 30см, праве — 18см.

2.2.2 Титульний аркуш та реферат

Титульний аркуш текстового документа містить основні відомості про документ, і є першим листом пояснювальної записки. Переноси слів на титульному аркуші не допускаються. Також не дозволяється поміщати на ньому малюнки, віньєтки, фотографії, ставити крапки наприкінці фраз (див. додаток Б).

Реферат повинен містити дані про обсяг курсової роботи, кількість ілюстрацій, таблиць, використаних джерел, на які дано посилення в текстовому документі (включаючи додатки), текст реферату і перелік ключових слів (див. додаток В). Текст реферату повинен відображати:

- об'єкт дослідження або розробки;
- мету роботи;
- методи дослідження;
- отримані результати і їх новизну.

Текст реферату розташовують на одній сторінці. Обсяг не повинен перевищувати 500 слів. Ключові слова повинні характеризувати основний зміст роботи. Перелік їх повинен містити від 5 до 15 ключових слів в називному відмінку, надрукованих в рядок через коми. Перед переліком напис “Ключові слова” не робиться.

2.2.3 Зміст та вступ

Зміст включає найменування всіх розділів, підрозділів і пунктів (якщо вони мають найменування) з вказівкою номерів сторінок, на яких розміщуються початок матеріалу розділів (підрозділів, пунктів). Зразок змісту до курсового проекту приведено у додатку В.

У вступі оцінка сучасного вирішуваного в проекті науково-технічного завдання, дані для розробки проекту, обґрунтування необхідності, актуальності його виконання і шляхи реалізації. Мова у вступі повинна йти лише про конкретно поставлене і вирішуване завдання, а не про глобальні питання.

2.2.4 Основна частина

Основна частина текстового документа за своєю структурою повинна відповідати вимогам методичних вказівок для виконання конкретної курсової роботи. Текст основної частини роботи розділяється на розділи, підрозділи і пункти. Розділи повинні мати порядкову нумерацію арабськими цифрами в межах всієї основної частини, підрозділи в межах розділів, пункти – в межах підрозділу. Приклад оформлення фрагменту сторінки основного тексту курсової роботи наведено на рисунку 2.1.

1 РОЗРОБКА ГРАФОВИХ МОДЕЛЕЙ ЗА ТЕМОЮ «ПІДГРАФИ І ІЗОМОРФІЗМ В НЕОРІЄНТОВАНИХ ГРАФАХ»

1.1 Генерація вхідних даних

Для генерації вхідних даних в першому розділі використовується звернення до алгоритму генерації варіанту: $\text{Gen_Var}(p, X)$, $p = 7$, $X = \{2,3\}$. Результат виконання алгоритму – матриця суміжності графа G .

Рисунок 2.1 – Приклад оформлення фрагменту сторінки основного тексту курсової роботи

За номерами розділів, підрозділів і пунктів ставлять крапку, окрім останнього номера рубрикації, наприклад: 2.1, 2.1.4 і так далі. Пункти при необхідності можуть бути розбиті на підпункти нумерацією в межах кожного пункту: 2.1.4.1, 2.1.4.2 і так далі.

2.2.5 Переліки

Переліки, за потреби, можуть бути наведені всередині пунктів або підпунктів.

Кожна позиція переліку становить тільки одне речення.

Перед переліком ставлять двокрапку. Перед кожною позицією переліку слід ставити малу літеру української абетки з дужкою, або, не нумеруючи – дефіс (перший рівень деталізації). Для подальшої деталізації переліку слід використовувати арабські цифри з дужкою (другий рівень деталізації). Переліки першого рівня деталізації друкують малими літерами з абзацного відступу, другого рівня – з відступом відносно місця розташування переліків першого рівня (рис. 2.2).

- Критерії планарності графів:
- критерій Понтрягіна-Куратовського, базується на операції підрозбиття ребер;
 - критерій Вагнера, використовує поняття стягування ребер.

Рисунок 2.2 – Приклад оформлення переліку

2.2.6 Формули

При використанні формул необхідно користуватися вбудованим у Microsoft Word редактором формул – Microsoft Equation.

У формулах в якості символів слід приймати позначення, встановлені відповідними державними стандартами або загальноприйняті в технічній літературі. Символи, які використані для позначення одного і того ж поняття мають бути однаковими по всьому тексту.

Формули нумеруються арабськими цифрами в межах розділу. Номер формули складається з номера розділу і порядкового номера формули в розділі, розділених крапкою, і вказується на рівні формули в круглих дужках в крайньому правому положенні на рядку.

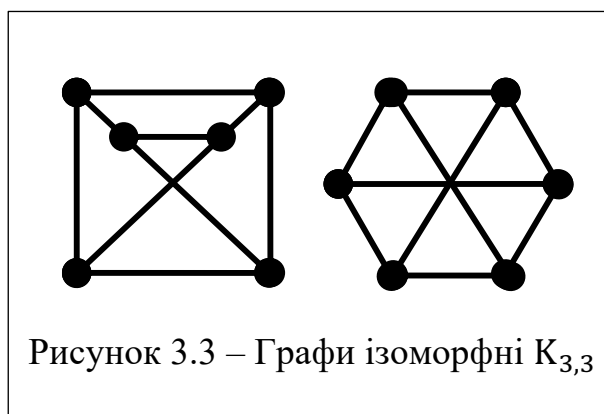
Наприклад, третя формула другого розділу:

$$\chi(G) \geq \frac{p^2}{p^2 - 2q}. \quad (2.3)$$

Посилання на формули вказують порядковим номером формули в дужках, наприклад “у формулі (2.3)”. Символи і числові коефіцієнти, що входять у формули, розшифровуються в тій же послідовності, в якій вони приведені у формулі. Розшифрування безпосередньо під формулою.

2.2.7 Ілюстрації та таблиці

Ілюстрації (рисунок, схеми, графіки, скрін-шоти екранів) необхідно подавати безпосередньо після тексту, де вони згадані вперше, або на наступній сторінці так, щоб їх можна було читати без повороту переплетеної записки або з поворотом за стрілкою годинника. Ілюстрації позначають словом “Рисунок” і нумерують послідовно у межах розділу, за винятком ілюстрацій у додатках. Номер ілюстрації має складатися з номера розділу і порядкового номера ілюстрації в розділі, що розділяються крапкою. Наприклад, “Рисунок 2.1 – Блок-схема алгоритму”. Номер ілюстрації, її назва і пояснювальні підписи розміщуються послідовно під ілюстрацією. Розташовуються ілюстрації по центру сторінки тексту, назва – по центру рисунку. Ілюстрація відокремлюється від основного тексту роботи порожнім рядком – до ілюстрації та після назви ілюстрації. Приклад оформлення ілюстрації наведено нижче.



Якщо ілюстрація не вміщується на одній сторінці, можна переносити її на інші сторінки, назва ілюстрації наводиться тільки на першій сторінці, пояснювальні дані – на кожній сторінці, і під ними позначають: “Рисунок __, аркуш __”.

Таблиці (навіть якщо вона одна в документі) нумерують арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах всього розділу, за винятком таблиць, що приводяться в додатках. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, розділених крапкою, наприклад, таблиця 5.6 – шоста таблиця п'ятого розділу. Таблиця може мати назву, яка пишеться рядковими буквами і розміщується над таблицею. Назва має бути короткою і відображати зміст таблиці. Таблицю розміщують після першої згадки про неї в тексті або на наступній сторінці. На всі таблиці мають бути

посилання в тексті. При посиланнях слід писати "... у таблиці 1.3 ..." або "... (див. табл. 2.1) ...". Таблицю великою кількістю рядків допускається переносити на іншу сторінку. Слово "Таблиця" вказують один раз над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть: "Продовження таблиці ___" вказівкою номера таблиці.

2.2.8 Посилання на джерела

Посилання повинні мати безпосередній зв'язок конкретним місцем тексту. Їх необхідно робити в наступних випадках:

- при цитуванні;
- при запозиченні формул, таблиць, ілюстрацій і т.п.;
- при аналізі в тексті опублікованих праць;
- при необхідності відіслати читача до видання, де питання викладене більш повно, чим в тексті документа.

Посилання в тексті на джерела інформації вказують порядковим номером, що проставляється в квадратних дужках: [24].

Нумерація посилань по всьому текстовому документу наскрізна в порядку використання літератури.

2.2.9 Висновки та перелік посилань

У висновках наводяться результати виконаної роботи, пропозиції по їх використанню, включаючи оцінку техніко-економічної ефективності і іншої їх цінності. У висновках відмічається, чим завершена робота: отримання наукових даних про нові об'єкти, процеси, явища, закономірності; здобуття якісних і кількісних характеристик об'єктів і явищ або інші позитивні результати.

У перелік посилань включаються літературні і інші джерела інформації, на які зроблені посилання в текстовому документі (окрім тих джерел, посилання на які дані лише в додатках). Перелік посилань записується в тому ж порядку, в якому вони вперше згадуються в текстовому документі, тобто порядкові номери бібліографічних описів джерел є номерами посилань на них в тексті.

2.2.10 Додатки

В додатки включаються ті матеріали, наданням яких створюєт повне уявлення про виконану роботу, але ці матеріали нераціонально включати в основну частину текстового документа, оскільки це порушить впорядкованість і логіку викладу, або ці матеріали дуже об'ємні і необхідні при детальному вивченні виконаної роботи.

Кожний додаток повинен починатися з нового аркуша розміщенням по середині слова “Додаток” і позначення додатка або на середині сторінки. Позначення додатків складається з послідовних букв українського алфавіту (за винятком І, Э, З, І Ї, Й, О, Ч, Ї), наприклад: “Додаток А”, ”Додаток Б”. Один додаток в текстовому документі також повинен мати позначення.

Текст кожного додатку при необхідності може бути розділений на розділи, підрозділи, пункти і підпункти. Вони нумеруються в межах кожного додатку, починаючи с позначення додатка і (через крапку) цифрового позначення номера розділу, підрозділу і так далі Наприклад: В.3.1 — підрозділ 3.1 додатка В.

При посиланні на додатки в тексті пишуть слово “додаток” повністю малими буквами і вказують позначення додатка, наприклад: “... див. додаток Б...” або “... у додатку Б...”. Рисунки, таблиці і формули, розміщені в додатку, нумерують арабськими цифрами в межах кожного додатку, наприклад: “Рисунок В.1” — перший рисунок додатка В; “Таблиця Д.2” — друга таблиця додатка Д; формула (А.1) — перша формула додатка А.

3 ЗРАЗКИ ВИКОНАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

3.1 Зразок виконання завдання до розділу 1

Кожен з перших шести розділів курсової роботи починається з генерації вхідних даних. Для першого розділу, наприклад, з використанням алгоритму генерації варіанту (додаток А.1), будується неорієнтований граф $G: \text{Gen_Var}(7, \{2,3\})$. Покрокова генерація наведена на рисунку 3.1 та в таблицях 3.1 -3.3.

$S = \text{ПАНКОВЄВГЕНОЛЕКСАНДРОВИЧ}$

$S = \text{ПАНКОВЄГЕЛСДРИЧ}$

Рисунок 3.1 – Рядок $S = \text{"ПІБ"}$

Таблиця 3.1 – Рядки S та $n(S_i)$

S	П	А	Н	К	О	В	Є	Г	Е	Л	С	Д	Р	И	Ч
$n(S_i)$	20	1	18	15	19	3	8	4	7	16	22	6	21	11	28

Таблиця 3.2 – Допоміжна матриця Y

	20	1	18	15	19	3	8
20	0	19	2	5	1	17	12
1	19	0	17	14	18	2	7
18	2	17	0	3	1	15	10
15	5	14	3	0	4	12	7
19	1	18	1	4	0	16	11
3	17	2	15	12	16	0	5
8	12	7	10	7	11	5	0

Таблиця 3.3 – Матриця суміжності A графа G: Gen_Var(7, {2,3})

	1	2	3	4	5	6	7	deg v _i
1	0	0	1	0	0	0	1	2
2	0	0	0	1	1	1	0	3
3	1	0	0	1	0	1	1	4
4	0	1	1	0	1	1	0	4
5	0	1	0	1	0	1	0	3
6	0	1	1	1	1	0	0	4
7	1	0	1	0	0	0	0	2
deg v _i	2	3	4	4	3	4	2	22

За пунктом 4 генерації варіанту необхідно перевірити відсутність ізолюваних (рядок або стовпець 0 в матриці A) та домінуючих вершин (рядок або стовпець 1, окрім елемента головної діагоналі матриці A).

Таблиця 3.4 – Матриця інцидентності B графа G

Вершини \ Ребра	1,3	1,7	2,4	2,5	2,6	3,4	3,6	3,7	4,5	4,6	5,6
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
3	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
4	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
5	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1
6	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1
7	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0

Перевірка леми про рукостискання: $\sum_{i=1}^p \deg v_i = 2q = 2|E|$. Кількість ребер графа G: $|E_G| = 11$. Валентності вершин графа G: $\deg(1) = 2, \deg(2) = 3, \deg(3) = 4, \deg(4) = 4, \deg(5) = 3, \deg(6) = 4, \deg(7) = 2$. Сума валентностей всіх вершин вхідного графа G: $2 + 3 + 4 + 4 + 3 + 4 + 2 = 22$. Лема про рукостискання підтверджується:

$$\sum_{i=1}^p \deg v_i = 22 = 11 \times 2 = 2q = 2|E|.$$

На рисунку 3.2 наведено графічне зображення вхідного графа G , на рисунку 3.3 – доповнення $\bar{G}$ вхідного графа до повного.

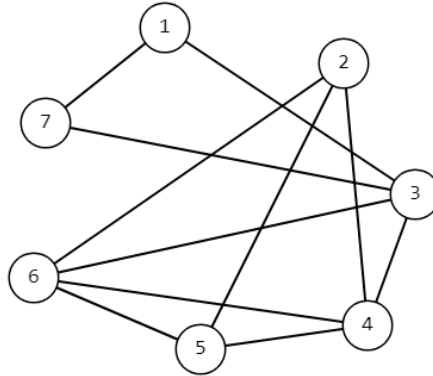


Рисунок 3.2 – Графічне зображення вхідного графа G

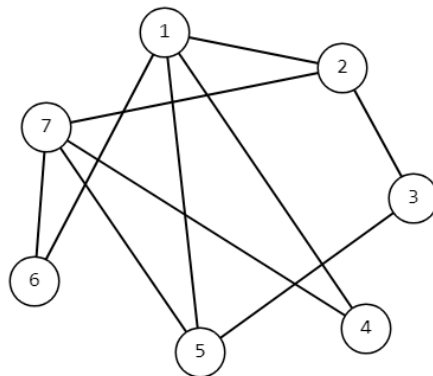


Рисунок 3.3 – Графічне зображення доповнення $\bar{G}$ вхідного графа до повного

Наступне завдання потребує генерації всіх позначених 5-підграфів, що ізоморфно вкладені у вхідний граф G і визначення серед них ізоморфних графів. Для цього генеруються усі можливі сполучення довжиною 5 з 7 вершин графа, число таких сполучень дорівнює $C_7^5 = 21$: $\{12345, 12346, 12347, 12356, 12357, 12367, 12456, 12457, 12467, 12567, 13456, 13457, 13467, 13567, 14567, 23456, 23457, 23467, 23567, 24567, 34567\}$.

На цих підмножинах вершин будуються породжені підграфи графа G : $A_1, A_2, \dots, A_{21}$ (рисунок 3.4).

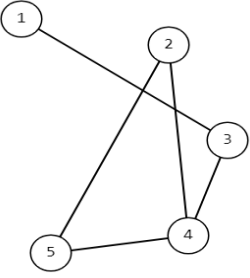
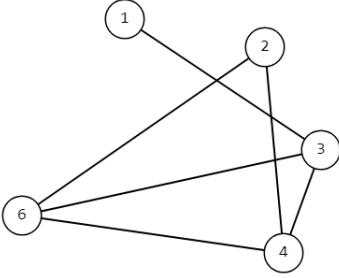
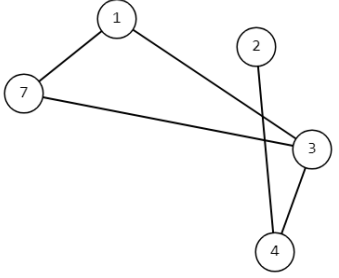
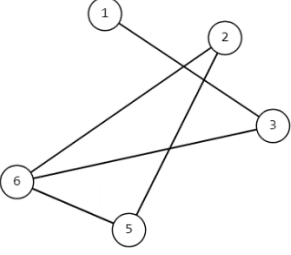
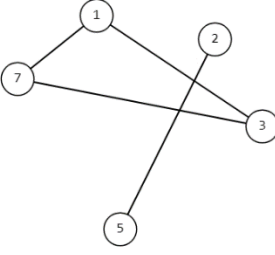
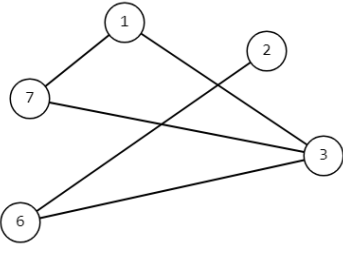
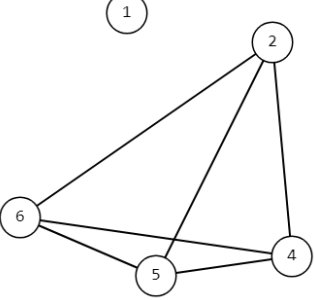
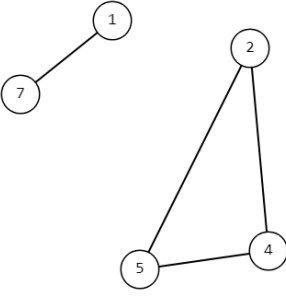
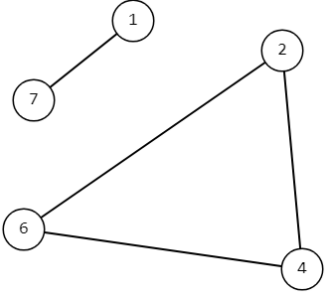
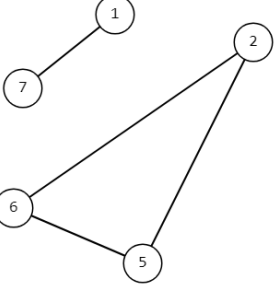
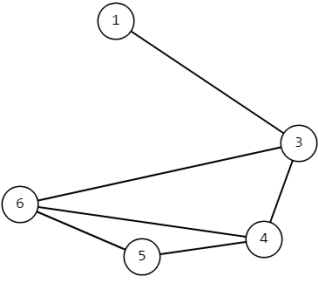
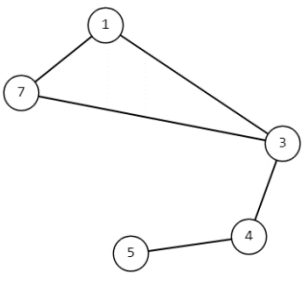
$A_1 = \{1,2,3,4,5\}$	$A_2 = \{1,2,3,4,6\}$	$A_3 = \{1,2,3,4,7\}$
		
$A_4 = \{1,2,3,5,6\}$	$A_5 = \{1,2,3,5,7\}$	$A_6 = \{1,2,3,6,7\}$
		
$A_7 = \{1,2,4,5,6\}$	$A_8 = \{1,2,4,5,7\}$	$A_9 = \{1,2,4,6,7\}$
		
$A_{10} = \{1,2,5,6,7\}$	$A_{11} = \{1,3,4,5,6\}$	$A_{12} = \{1,3,4,5,7\}$
		

Рисунок 3.4 – Графічне зображення породжених підграфів вхідного графа на 5 вершинах

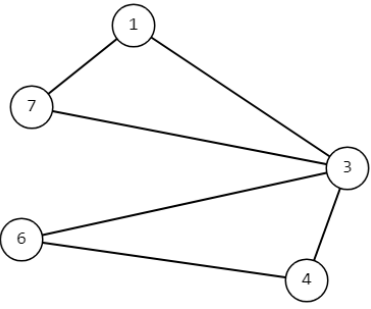
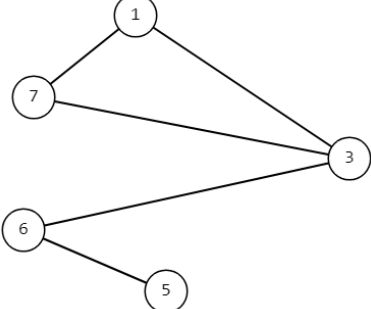
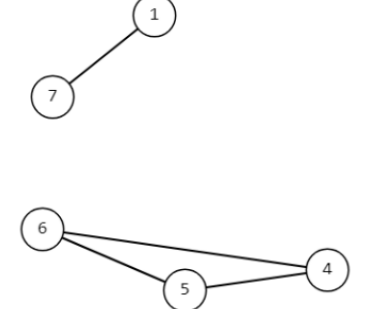
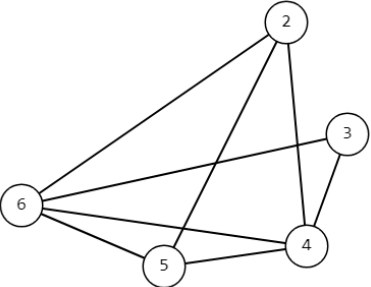
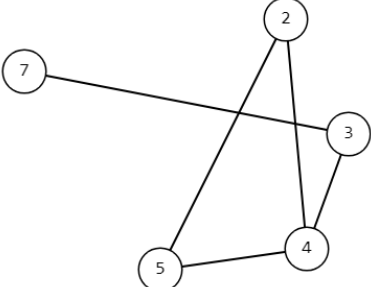
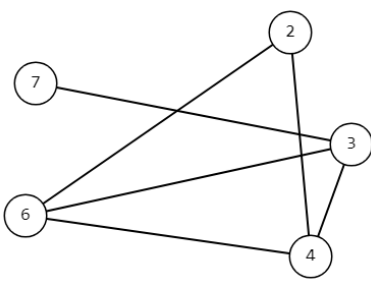
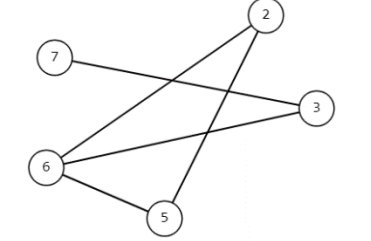
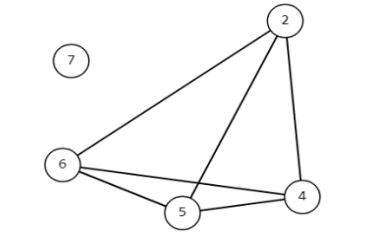
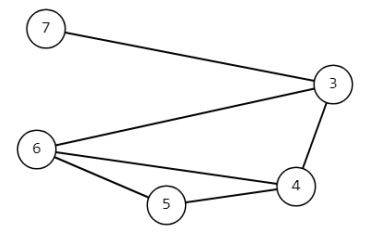
$A_{13} = \{1,3,4,6,7\}$	$A_{14} = \{1,3,5,6,7\}$	$A_{15} = \{1,4,5,6,7\}$
		
$A_{16} = \{2,3,4,5,6\}$	$A_{17} = \{2,3,4,5,7\}$	$A_{18} = \{2,3,4,6,7\}$
		
$A_{19} = \{2,3,5,6,7\}$	$A_{20} = \{2,4,5,6,7\}$	$A_{21} = \{3,4,5,6,7\}$
		

Рисунок 3.4, аркуш 2

Множина графів $\{A_1, A_2, \dots, A_{21}\}$ розбивається на 4 класи ізоморфізму:

1) $A_1 \sim A_3 \sim A_4 \sim A_6 \sim A_{12} \sim A_{14} \sim A_{17} \sim A_{19}$; 2) $A_2 \sim A_{11} \sim A_{18} \sim A_{21}$;

3) $A_5 \sim A_8 \sim A_9 \sim A_{10} \sim A_{15}$; 4) $A_7 \sim A_{20}$.

Графи A_{13} і A_{16} не мають ізоморфних серед множини графів $A_1, A_2, \dots, A_{21}$, тому є єдиними представниками у своєму класі ізоморфізму. Для інших графів класи ізоморфізму отримано за рахунок побудови бієкції між множинами їх вершин $\delta: A_i \leftrightarrow A_j$, що зберігає відношення суміжності.

Для кожного класу ізоморфних графів на рисунку 3.5 наведено бієкцію δ та рисунок абстрактного графа, що відповідає класу.

Бієкція між множинами вершин, що зберігає відношення суміжності, $\delta: A_i \leftrightarrow A_j$	Абстрактний граф																																																
1 клас ізоморфізма																																																	
<table><tr><td>A_1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td></tr><tr><td>A_3</td><td>2</td><td>1</td><td>4</td><td>7</td><td>3</td></tr><tr><td>A_4</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>5</td><td>6</td></tr><tr><td>A_6</td><td>2</td><td>1</td><td>6</td><td>7</td><td>3</td></tr><tr><td>A_{12}</td><td>5</td><td>1</td><td>4</td><td>7</td><td>3</td></tr><tr><td>A_{14}</td><td>5</td><td>1</td><td>6</td><td>7</td><td>3</td></tr><tr><td>A_{17}</td><td>7</td><td>2</td><td>3</td><td>5</td><td>4</td></tr><tr><td>A_{19}</td><td>7</td><td>2</td><td>3</td><td>5</td><td>6</td></tr></table>	A_1	1	2	3	5	4	A_3	2	1	4	7	3	A_4	1	2	3	5	6	A_6	2	1	6	7	3	A_{12}	5	1	4	7	3	A_{14}	5	1	6	7	3	A_{17}	7	2	3	5	4	A_{19}	7	2	3	5	6	
A_1	1	2	3	5	4																																												
A_3	2	1	4	7	3																																												
A_4	1	2	3	5	6																																												
A_6	2	1	6	7	3																																												
A_{12}	5	1	4	7	3																																												
A_{14}	5	1	6	7	3																																												
A_{17}	7	2	3	5	4																																												
A_{19}	7	2	3	5	6																																												
2 клас ізоморфізма																																																	
<table><tr><td>A_2</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>6</td></tr><tr><td>A_{11}</td><td>1</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>6</td></tr><tr><td>A_{18}</td><td>7</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>6</td></tr><tr><td>A_{21}</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>4</td><td>6</td></tr></table>	A_2	1	2	3	4	6	A_{11}	1	5	3	4	6	A_{18}	7	2	3	4	6	A_{21}	7	5	3	4	6																									
A_2	1	2	3	4	6																																												
A_{11}	1	5	3	4	6																																												
A_{18}	7	2	3	4	6																																												
A_{21}	7	5	3	4	6																																												
3 клас ізоморфізма																																																	
<table><tr><td>A_5</td><td>2</td><td>1</td><td>3</td><td>7</td><td>5</td></tr><tr><td>A_8</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>5</td><td>7</td></tr><tr><td>A_9</td><td>1</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td><td>7</td></tr><tr><td>A_{10}</td><td>1</td><td>2</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr><tr><td>A_{15}</td><td>1</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr></table>	A_5	2	1	3	7	5	A_8	1	2	4	5	7	A_9	1	2	4	6	7	A_{10}	1	2	5	6	7	A_{15}	1	4	5	6	7																			
A_5	2	1	3	7	5																																												
A_8	1	2	4	5	7																																												
A_9	1	2	4	6	7																																												
A_{10}	1	2	5	6	7																																												
A_{15}	1	4	5	6	7																																												

Рисунок 3.5 – Класи ізоморфізма

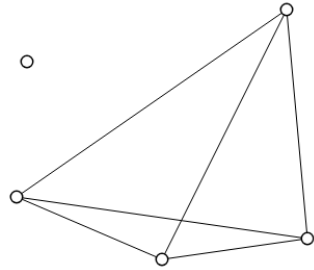
4 клас ізоморфізма																		
<table><tr><td>A_7</td><td>2</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>1</td></tr><tr><td>A_{20}</td><td>2</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr></table>				A_7	2	4	5	6	1	A_{20}	2	4	5	6	7			
A_7	2	4	5	6	1													
A_{20}	2	4	5	6	7													

Рисунок 3.5, аркуш 2

Незалежні множини вершин (НМВ) графа G . Максимальні і найбільші незалежні множини вершин графа G наведено в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Максимальні/найбільші НМВ графа G

S1	1	2
S2	1	4
S3	1	5
S4	1	6
S5	2	3
S6	2	7
S7	3	5
S8	4	7
S9	5	7
S10	6	7

Всі максимальні НМВ мають однакову потужність, тому є одночасно максимальними та найбільшими НМВ. Таким чином, число незалежності вхідного графа: $\alpha(G) = 2$.

Мінімальні домінуючі множини вершин (ДМВ) графа G наведено в таблиці 3.6. Серед них $S1 - S6, S8, S10 - S12$ є одночасно незалежними множинами графа G . Всі мінімальні і найменші домінуючі множини вершин графа однакового розміру, таким чином, число домінування для графа G дорівнює: $\beta(G) = 2$.

Таблиця 3.6 – Мінімальні ДМВ вхідного графа

S1	1	2
S2	1	4
S3	1	5
S4	1	6
S5	2	3
S6	2	7
S7	3	4
S8	3	5
S9	3	6
S10	4	7
S11	5	7
S12	6	7

Максимальні кліки S1 – S3 графа G наведено в таблиці 3.7, серед них лише S1 є найбільшою, бо має максимальну потужність. Отже, щільність або клікове число графа дорівнює: $\varphi(G) = 4$.

Таблиця 3.7 – Максимальні кліки вхідного графа

S1	2	4	5	6
S2	7	1	3	
S3	3	4	6	

Оскільки число незалежності графа G дорівнює 2, то максимальний повний дводольний підграф, що міг би бути ізоморфно-вкладеним в граф G, це граф $K_{2,2}$. Але граф G не містить повного дводольного підграфа, ізоморфного графові $K_{2,2}$, оскільки в доповненні до графа нема 2 ребер, що не мають спільних ребер.

Зірку $K_{1,q}$, ізоморфно вкладену в граф G, з найбільшим $q = 2$ (також за рахунок того, що число незалежності графа дорівнює 2) зображено на рисунку 3.6.

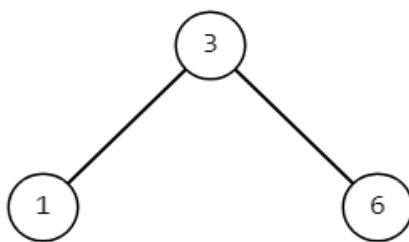


Рисунок 3.6 – Графічне зображення зірки $K_{1,2}$,
ізоморфно-вкладеної в граф G

3.2 Зразок виконання завдання до розділу 2

За алгоритмом генерації варіанту (додаток А.1), побудовано неорієнтований граф G_1 : $\text{Gen_Var}(13, \{6,7\})$ (рис. 3.1, табл. 3.8 -3.10).

Таблиця 3.8 – Рядки S та $n(S_i)$

S	П	А	Н	К	О	В	Є	Г	Е	Л	С	Д	Р	И	Ч
$n(S_i)$	20	1	18	15	19	3	8	4	7	16	22	6	21	11	28

Таблиця 3.9 – Допоміжна матриця Y графа G_1

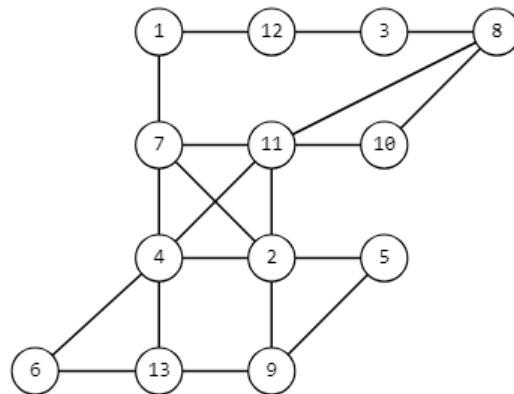
	20	1	18	15	19	3	8	4	7	16	22	6	21
20	0	19	2	5	1	17	12	16	13	4	2	14	1
1	19	0	17	14	18	2	7	3	6	15	21	5	20
18	2	17	0	3	1	15	10	14	11	2	4	12	3
15	5	14	3	0	4	12	7	11	8	1	7	9	6
19	1	18	1	4	0	16	11	15	12	3	3	13	2
3	17	2	15	12	16	0	5	1	4	13	19	3	18
8	12	7	10	7	11	5	0	4	1	8	14	2	13
4	16	3	14	11	15	1	4	0	3	12	18	2	17
7	13	6	11	8	12	4	1	3	0	9	15	1	14
16	4	15	2	1	3	13	8	12	9	0	6	10	5
22	2	21	4	7	3	19	14	18	15	6	0	16	1
6	14	5	12	9	13	3	2	2	1	10	16	0	15
21	1	20	3	6	2	18	13	17	14	5	1	15	0

Матриця суміжності графа G_1 виведена в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Матриця суміжності A графа G_1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
2	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1
5	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
9	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
11	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0
12	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0

На рисунку 3.7 наведено графічне зображення графа G_1 .

Рисунок 3.7 – Графічне зображення графа G_1

Граф G_1 являється зв'язним, складається із однієї компоненти зв'язності. Для графа G_1 побудовано приклади різних типів маршрутів (див. табл. 3.11). Граф G не містить мостів та точок зчленування, тому є неподільним, містить один блок – сам граф G_1 .

Для графа G_1 визначено вершинну і реберну зв'язність: $\chi(G_1) = \lambda(G_1) = 2$: видалення вершин 10 та 12 (ребер $\{10,13\}$ та $\{12,13\}$) робить граф незв'язним.

Таблиця 3.11 – Маршрути графа G_1

Маршрут (не ланцюг)	$M_1 = (1, 12, 3, 8, \underline{11, 2}, 4, 7, \underline{11, 2}, 4, 6)$
Замкнутий маршрут (не ланцюг)	$M_2 = (1, 12, 3, 8, \underline{11, 2}, 4, 7, \underline{11, 2}, 4, 6, 13, 4, 7, 1)$
Ланцюг	$M_3 = (1, 7, 11, 2, 7, 4)$
Простий ланцюг	$M_4 = (7, 1, 12, 3, 8, 10, 11, 2, 5, 9, 13, 6, 4)$
Цикл	$M_5 = (7, 2, 5, 9, 2, 4, 7)$
Простий цикл	$M_6 = (7, 1, 12, 3, 8, 11, 7)$

Метричні характеристики неорієнтованого графа G_1 . Для графа G_1 на базі хвильового алгоритму побудовано матрицю відстаней. Визначено ексцентриситети вершин, радіус, центр, периферію, діаметральний ланцюг. Радіус $R(G_1) = 3$, центр графа $G_1 = \{1, 2, 4, 7, 8, 10, 11\}$.

Таблиця 3.12 – Матриця відстаней графа G_1

$i \setminus j$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	$e(j)$
1	0	2	2	2	3	3	1	3	3	3	2	1	3	3
2	2	0	3	1	1	2	1	2	1	2	1	3	2	3
3	2	3	0	3	4	4	3	1	4	2	2	1	4	4
4	2	1	3	0	2	1	1	2	2	2	1	3	1	3
5	3	1	4	2	0	3	2	3	1	3	2	4	2	4
6	3	2	4	1	3	0	2	3	2	3	2	4	1	4
7	1	1	3	1	2	2	0	2	2	2	1	2	2	3
8	3	2	1	2	3	3	2	0	3	1	1	2	3	3
9	3	1	4	2	1	2	2	3	0	3	2	4	1	4
10	3	2	2	2	3	3	2	1	3	0	1	3	3	3
11	2	1	2	1	2	2	1	1	2	1	0	3	2	3
12	1	3	1	3	4	4	2	2	4	3	3	0	4	4
13	3	2	4	1	2	1	2	3	1	3	2	4	0	4

Діаметр $D(G_1) = 4$, периферія графа $G_1 = \{3, 5, 6, 9, 12, 13\}$ та діаметральний ланцюг – $M = (3, 8, 11, 4, 13)$.

3.3 Зразок виконання завдання до розділу 5

На базі алгоритма генерації варіанта, побудовано орієнтований граф $G: \text{Gen_Var}(9, \{3,4\})$, матриця суміжності орграфа зображена на рис. 3.8.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$\deg^-v_i$
1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2
2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	1	1	0	0	1	4
5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
6	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2
7	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
8	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
9	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
$\deg^+v_i$	0	1	2	1	3	2	1	3	4	17

Рисунок 3.8 – Матриця суміжності орієнтованого графа G

Графічне зображення орграфа наведено на рисунку 3.9. Зауваження: ребро 4 – 9 означає наявність двох дуг: $(4,9)$ та $(9,4)$.

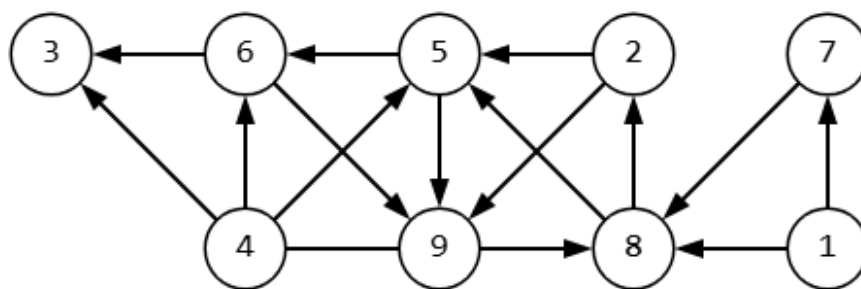


Рисунок 3.9 – Графічне зображення орграфа G

Аналог леми про рукостискання для орграфів:

$$\sum_{v \in V} \deg^+ v = \sum_{v \in V} \deg^- v = |E|,$$

$$17 = 17 = 17.$$

На рисунку 3.10 наведено матрицю інцидентності орграфа G.

	1, 7	1, 8	2, 5	2, 9	4, 3	4, 5	4, 6	4, 9	5, 6	5, 9	6, 3	6, 9	7, 8	8, 2	8, 5	9, 4	9, 8
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	0	0	0
3	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	-1	0
5	0	0	-1	0	0	-1	0	0	1	1	0	0	0	0	-1	0	0
6	0	0	0	0	0	0	-1	0	-1	0	1	1	0	0	0	0	0
7	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
8	0	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	1	1	0	-1
9	0	0	0	-1	0	0	0	-1	0	-1	0	-1	0	0	0	1	1

Рисунок 3.10 – Матриця інцидентності орграфа G

На рисунках 3.11-3.12 наведено відповідно основу орграфа та зворотний оргграф для G.

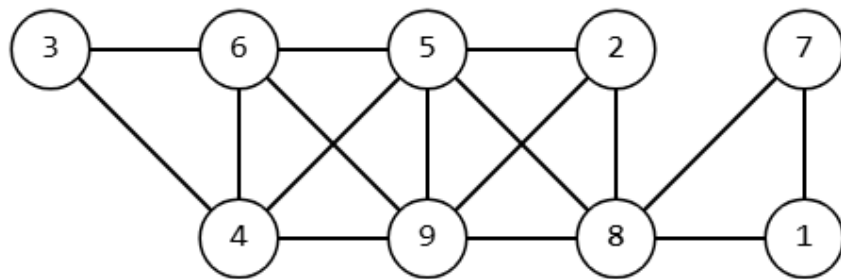


Рисунок 3.11 – Основа орграфа G

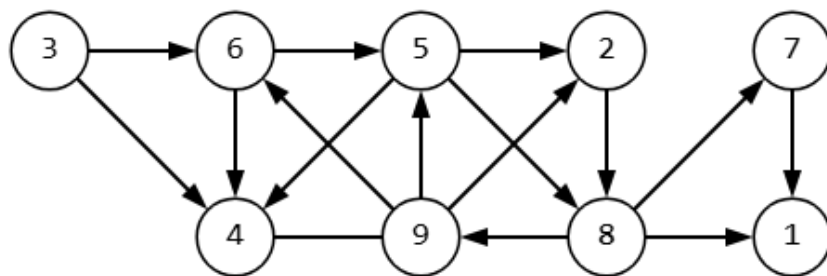


Рисунок 3.12 – Зворотний оргграф орграфа G

Для заданого орграфа наведено приклади різних типів ормаршрутів.

Орієнтований маршрут або ормаршрут, що не є орланцюгом, тому що є відкритим маршрутом і двічі проходить через дугу (8,2): {1,7,8,2,9,8,2,5,6}.

Орланцюг, що не є шляхом: {1,7,8,2,9,8,5}, не містить повторюваних дуг, є відкритим і містить повторювану вершину: 8. Шлях – відкритий ормаршрут, що не містить повторюваних вершин, а, отже, і дуг: {1,7,8,2,9}.

Замкнутий ормаршрут, що не є орциклом, тому що містить повторювану дугу (9,4) і є закритим: {5,9,4,6,9,4,5}. Цикл, що не є контуром: {8,5,9,4,5,6,9,8}, бо містить внутрішні повторювані вершини та є замкнутим. Контур: {4,6,9,4}, не містить внутрішніх повторюваних вершин, але замкнутий.

Приклади напівмаршрутів: напівмаршрут, що не є напівланцюгом: {6,3,4,5,6,3}, бо містить повторювану дугу (6,3) та дугу, що проходиться у напрямку зворотному до її орієнтації: (4,3) і є відкритим. Напівланцюг, що не є напівшляхом: {6,3,4,5,6,9} та напівшлях: {5,6,3,4}.

Для отримання конденсації G^* орграфа G побудовано матрицю досяжності, контрдосяжності, взаємної досяжності (рис. 3.13-3.15).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	0	1	1	1	1	1	1
5	1	1	0	1	1	1	1	1	1
6	1	1	0	1	1	1	1	1	1
7	1	0	0	0	0	0	1	0	0
8	1	1	0	1	1	1	1	1	1
9	1	1	0	1	1	1	1	1	1

Рисунок 3.13 – Матриця досяжності орграфа G

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	1	1	1	1	1	0	1	1
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
4	0	1	1	1	1	1	0	1	1
5	0	1	1	1	1	1	0	1	1
6	0	1	1	1	1	1	0	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1
8	0	1	1	1	1	1	0	1	1
9	0	1	1	1	1	1	0	1	1

Рисунок 3.14 – Матриця контрдосяжності орграфа G

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	1	0	1	1	1	0	1	1
3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
4	0	1	0	1	1	1	0	1	1
5	0	1	0	1	1	1	0	1	1
6	0	1	0	1	1	1	0	1	1
7	0	0	0	0	0	0	1	0	0
8	0	1	0	1	1	1	0	1	1
9	0	1	0	1	1	1	0	1	1

Рисунок 3.15 – Матриця взаємної досяжності орграфа G

Сильні компоненти орграфа G визначаються однаковими рядками матриці взаємної досяжності:

$$S1 = \{2,4,5,6,8,9\}, \quad S2 = \{1\}, \quad S3 = \{3\}, \quad S4 = \{7\}.$$

Конденсація орграфа G в якості вершин буде мати сильні компоненти вхідного графу, тобто S1, S2, S3, S4. На рисунку 3.16 наведено оргграф G*, який є конденсацією орграфа G.

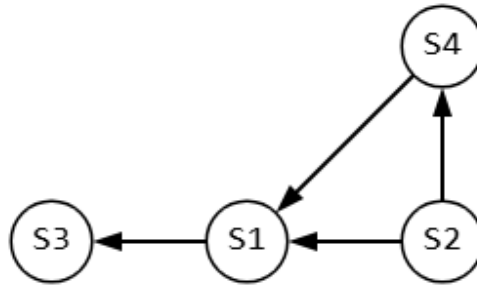


Рисунок 3.16 – Конденсація орграфа G

Базова компонента орграфа G: $S2 = \{1\}$, тоді база орграфа: $B1 = \{1\}$.

Антибазова компонента: $S3 = \{3\}$. Антибаза: $\bar{B}1 = \{3\}$. Ядро орграфа, одночасно незалежна та домінуюча множина вершин графа – $\{1,4,2\}$.

Привести приклад орграфа, в якому $m + 1$ база потужністю $(n + m) \bmod 3 + 1$, де n – перша цифра порядкового номера студента в списку групи, m – відповідно, друга цифра в номері.

Нехай $m = 0, n = 1$, тоді $(n + m) \bmod 3 + 1 = (1 + 0) \bmod 3 + 1 = 2$. Таким чином, треба навести приклад орграфа, у якого буде одна база потужністю 2 (див. рис. 3.17).

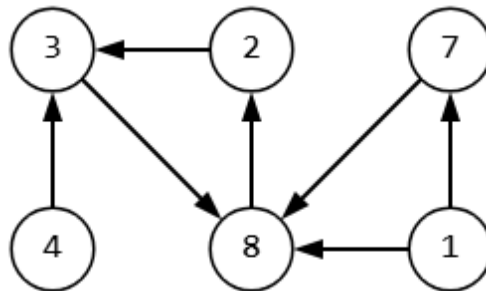


Рисунок 3.17 – Приклад орграфа H

Сильні компоненти орграфа H:

$$S1 = \{8,3,2\}, \quad S2 = \{1\}, \quad S3 = \{7\}, \quad S4 = \{4\}.$$

Конденсація орграфа H наведена на рисунку 3.18.

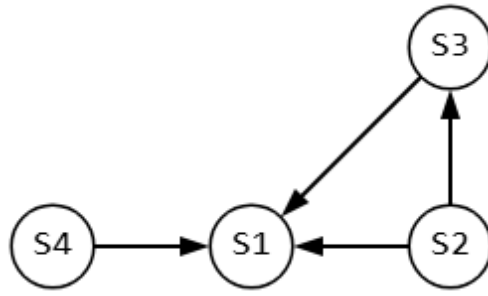


Рисунок 3.18 – Конденсація орграфа

Базові компоненти: $S2 = \{1\}$, $S4 = \{4\}$ і, відповідно, база орграфа: $B1 = \{1,4\}$. Антибазова компонента: $S1 = \{8,3,2\}$ і, відповідно, антибази орграфа: $\bar{B}1 = \{8\}$, $\bar{B}2 = \{3\}$, $\bar{B}3 = \{2\}$.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Вступ до алгоритмів: пер. з англ. третього вид. / Томас Г. Кормен [та ін.] ; [наук. ред. А. Бандура ; мов. ред. О. Телемко ; пер. з англ.: О. Редчук та ін.]. Київ: К.І.С, 2019. 1286 с.
2. Карнаух Т.О., Ставровський А.Б. Теорія графів у задачах. Київ. 90с. URL: <http://www.cyb.univ.kiev.ua/library/books/karnaugh-23.pdf>.
3. Назарова І.А. Дискретний аналіз: навчально-методичний посібник / І.А. Назарова. Донецьк: ДВНЗ “ДонНТУ”, 2012. 277с. URL: <http://ea.donntu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/27328>. (дата звернення: 10.03.2025).
4. Схемоконспект лекцій з навчальної дисципліни «Дискретна математика» для студентів всіх форм навчання галузі знань 12 Інформаційні технології / уклад. І.А. Назарова. Луцьк: ДонНТУ, 2023. 385с. URL: <http://lc.donntu.edu.ua/elcat/download3/22542>, URL: <https://ea.donntu.edu.ua/jspui/handle/123456789/35398>. (дата звернення: 10.03.2025).
5. Редактор графів. URL: https://csacademy.com/app/graph_editor/. (дата звернення: 10.03.2025).
6. Graphviz. Graph Visualization Software. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Graphviz>. (дата звернення: 10.03.2025).

Додаток А
Індивідуальні варіанти до виконання
курсової роботи

А.1 Алгоритм генерації варіантів вхідних даних для завдань 1-6

Алгоритм генерації варіанту $\text{Gen_Var}(p, X)$ використовує прізвище, ім'я та по батькові студента, та має два вхідних параметри: p – кількість вершин в графі G , що генерується; X – параметр генерації (множина цілих). Параметри задаються для кожного розділу окремо у зверненні до алгоритму. Результат генерації – матриця суміжності вхідного графа $A_G[1:p, 1:p]$.

Алгоритм генерації $\text{Gen_Var}(p, X)$.

1. Записати в рядок: $S = \langle \text{прізвище} \rangle \langle \text{ім'я} \rangle \langle \text{по батькові} \rangle$ студента, викреслити з S усі повторні входження букв, замінити в S букви на числа $n(c)$, де $n(c)$ – функція, що обчислює номер букви c у абетці (табл. А.1).

2. Побудувати допоміжну матрицю:

$$Y = ||y_{ij}||, i, j = 1, 2, \dots, p,$$

$$y_{ij} = |n(S_i) - n(S_j)|.$$

3. Побудувати матрицю суміжності графа G :

$$A = ||a_{ij}||, i, j = 1, \dots, p,$$

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \exists x \in X | y_{ij} \bmod x = 0 \\ 0, & i = j \\ 0, & \nexists x \in X | y_{ij} \bmod x = 0 \end{cases}.$$

4. Для кожної ізольованої (домінуючої) вершини додати (видалити) одне ребро. Додане (видалене) ребро повинно пов'язувати поточну вершину з наступною (за номером). Для останньої вершини наступною буде перша.

Таблиця А.1 – Функція $n(c)$

А - 1	Г - 5	Ж - 9	Ї - 13	М - 17	Р - 21	Ф - 25	Ш - 29
Б - 2	Д - 6	З - 10	Й - 14	Н - 18	С - 22	Х - 26	Щ - 30
В - 3	Е - 7	И - 11	К - 15	О - 19	Т - 23	Ц - 27	Ь - 31
Г - 4	Є - 8	І - 12	Л - 16	П - 20	У - 24	Ч - 28	Ю - 32
							Я - 33

Приклад використання алгоритму: $\text{Gen_Var}(7, \{2, 3\})$.

$p = 7, X = \{2, 3\}$.

Рядок ПП: $S = \text{С І Д О Р Ъ В І В А Н П Е Т Р Ъ В И Ч}$.

Після викреслювання повторних входжень букв:

$S = \text{С І Д О Р В А Н П Е Т И Ч}$.

Після використання таблиці А.1

S	С	І	Д	О	Р	В	А	Н	П	Е	Т	И
$n(S_i)$	22	12	6	19	21	3	1	18	20	7	23	11

Рисунок А.1

Результат побудови допоміжної матриці Y наведено на рис. А.2.

	22	12	6	19	21	3	1
22	0	10	16	3	1	19	21
12	10	0	6	7	9	9	11
6	16	6	0	13	15	3	5
19	3	7	13	0	2	16	18
21	1	9	15	2	0	18	20
3	19	9	3	16	18	0	2
1	21	11	5	18	20	2	0

Рисунок А.2 – Матриця Y

Матрицю суміжності графа A_G наведено на рис. А.3.

	1	2	3	4	5	6	7
1	0	1	1	1	0	0	1
2	1	0	1	0	1	1	0
3	1	1	0	1	1	1	0
4	1	0	1	0	1	1	1
5	0	1	1	1	0	1	1
6	0	1	1	1	1	0	1
7	1	0	0	1	1	1	0

Рисунок А.3 – Матриця суміжності графа A_G

Зауваження: обов'язково за матрицею суміжності графа A_G перевірити наявність та видаляти ізольовані та домінуючі вершини (виконання пункту 4 алгоритму генерації варіанта). Ізольованій вершині в матриці неорієнтованого графа відповідає рядок або стовпець 0, а домінуючій вершині – рядок або стовпець 1 окрім головної діагоналі.

А.2 Індивідуальні варіанти до виконання завдання 7

Таблиця А.2 – Індивідуальні варіанти до виконання завдання 7
курсової роботи

№ варіанту	Тема завдання
1	Генерація перестановок без повторень елементів
2	Генерація сполучень без повторень елементів
3	Генерація розміщень без повторень елементів
4	Генерація перестановок з повторенням елементів з заданою специфікацією
5	Генерація сполучень з повторенням елементів
6	Генерація розміщень з повторенням елементів
7	Визначити, чи є заданий неорієнтований граф регулярним або повним
8	Визначити, чи є заданий неорієнтований граф дводольним, повним дводольним, зіркою
9	Перевірка ізоморфізму двох неорієнтованих графів
10	Пошук усіх максимальних незалежних множин неорієнтованого графа
11	Згенерувати усі породжені $(p - 2)$ -підграфи неорієнтованого графа на p , $p > 3$ вершинах
12	Пошук усіх максимальних клік неорієнтованого графа
13	Пошук усіх мінімальних домінуючих множин неорієнтованого графа з найменшою потужністю
14	Пошук найкоротших маршрутів у зваженому графі за алгоритмом Дейкстри
15	Пошук найкоротших маршрутів у зваженому графі за алгоритмом Форда
16	Пошук найкоротших маршрутів у зваженому графі за алгоритмом Флойда
17	Визначити чи є заданий неорієнтований граф зв'язним та виділити його компоненти зв'язності
18	Побудувати матрицю відстаней для зваженого неорієнтованого графа

Продовження таблиці А.2

№ варіанту	Тема завдання
19	Для зваженого неорієнтованого зв'язного графа знайти діаметр, периферію та периферичні вершини
20	Для зваженого неорієнтованого зв'язного графа знайти радіус, центр та центральні вершини
21	Для неорієнтованого графа знайти остов найменшої ваги за алгоритмом Краскала
22	Для неорієнтованого графа знайти остов найменшої ваги за алгоритмом Прима
23	Для неорієнтованого графа знайти вершинне число зв'язності
24	Для неорієнтованого графа знайти реберне число зв'язності
25	З'ясувати, чи є неорієнтований граф ейлеревим та побудувати ейлереві цикли
26	З'ясувати, чи є неорієнтований граф гамільтоновим та побудувати всі гамільтонові цикли
27	Для неорієнтованого графа розв'язати задачу «китайського поштаря»
28	Для неорієнтованого графа розв'язати задачу «комівояжера»
29	Для неорієнтованого та орієнтованого графа перевірити лему про рукостискання
30	Для орієнтованого графа розв'язати задачу про пошук сильних компонент
31	Для орієнтованого графа визначити тип його зв'язності
32	Для орієнтованого графа побудувати його конденсацію
33	Для орієнтованого графа побудувати усі його бази
34	Для орієнтованого графа побудувати усі його антибази
35	Побудувати плоску укладку неорієнтованого графа
36	Для неорієнтованого графа знайти його хроматичне число
37	Для неорієнтованого графа знайти його хроматичний індекс

ДОДАТОК Б
ЗРАЗОК ТИТУЛЬНОГО АРКУША КУРСОВОЇ РОБОТИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до курсової роботи
з дисципліни «Дискретні структури і алгоритми»
на тему «Розробка алгоритмічно-програмних додатків для розв'язання задач
на дискретних структурах»

Виконав:
студент групи ІПЗ-24

Іван ПЕТРЕНКО
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)
_____ 2025 р.

Керівники:
доцент кафедри ПМІ
Ірина НАЗАРОВА
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)
_____ 2025 р.

Оцінка за національною шкалою _____
Кількість балів _____

Дрогобич – 2025

Додаток В
Зразок оформлення реферату

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до курсової роботи містить: __ сторінок, __
рисуноків, __ таблиць, __ додатків, __ джерел.

Об'єкт дослідження – дискретні графові моделі та алгоритми.

Мета дослідження – сформувати навички у розробці та дослідженні теоретичних дискретних моделей, що базуються на методах теорії графів, отримати практичний досвід у розробці, тестуванні алгоритмічно-програмних додатків для розв'язання складних задач дискретної природи та опанування методами оцінки їх складності.

Результат – розв'язання задач теорії графів теоретичними та алгоритмічно-програмними засобами за темами «Підграфи і ізоморфізм», «Маршрути і зв'язність в неорграфах», «Дерева та остови», «Ейлереві та гамільтонові графи», «Планарність і розфарбування» та «Орграфи».

ДИСКРЕТНІ ГРАФОВІ МОДЕЛІ, НЕОРІЄНТОВАНИЙ ТА
ОРИЄНТОВАНИЙ ГРАФ, АЛГОРИТМ, ПРОГРАМНИЙ ДОДАТОК,
СКЛАДНІСТЬ АЛГОРИТМУ

Додаток Г
Зразок оформлення змісту до курсової роботи

ЗМІСТ	
Вступ	5
1 Розробка графових моделей за темою «Підграфи і ізоморфізм в неорієнтованих графах»	6
1.1 Генерація вхідних даних	7
1.2 Опис вхідного неорграфа та його підграфів	9
1.3 Розв’язання задач на ізоморфізм графів	10
....	
2 Розв’язання графових завдань за темою «Маршрути і зв’язність в неорграфах»	15
...	
Висновки	30
Перелік посилань	32
Додаток А Технічне завдання	34
Додаток Б Лістинг програми	36

ДОДАТОК Д
ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МАТЕМАТИКИ ТА ІНФОРМАТИКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. каф. ПМІ

«__» _____ 202__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ
з дисципліни «ДИСКРЕТНІ СТРУКТУРИ І АЛГОРИТМИ»
на тему: «Розробка алгоритмічно-програмних додатків для розв'язання
задач на дискретних структурах»

Керівники:

доц. каф. ПМІ, к.т.н., доц.

Ірина НАЗАРОВА

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

202__ р.

Виконав:

студент (ка) гр.

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

202__р.

Дрогобич – 202__р.

ВСТУП

Курсова робота «Розробка алгоритмічно-програмних додатків для розв'язання задач на дискретних структурах» орієнтована на закріплення теоретичного матеріалу та придбання практичних навичок в розробці та дослідженні алгоритмів та програмних додатків при розв'язуванні задач, що використовують дискретний графо-орієнтований підхід.

Мета курсової роботи – навчитися застосовувати отримані теоретичні знання для вирішення практичних та дослідницьких завдань, що використовують дискретні графові моделі.

Завдання курсової роботи:

- систематизувати, закріпити та розширити теоретичні та практичні знання з дисциплін «Дискретна математика» та «Дискретні структури і алгоритми»;
- розвинути навички самостійної дослідної роботи;
- сформувати вміння логічно та грамотно викладати матеріали дослідження.

1 ПІДСТАВИ ДЛЯ РОЗРОБКИ

Курсова робота виконується на підставі навчального плану підготовки студентів за освітньо-кваліфікаційним рівнем «бакалавр» для студентів, що отримують освіту в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальностями 121 Інженерія програмного забезпечення, 122 Комп'ютерні науки та «Технічного завдання до курсової роботи» за дисципліною «Дискретні структури і алгоритми» на тему: «Розробка алгоритмічно-програмних додатків для розв'язання задач на дискретних структурах».

2 ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ

Під час виконання курсової роботи студент повинен використовуючи алгоритмічний підхід, розв'язати задачі дискретної математики, що відносяться до базових розділів теорії графів, таких як підграфи і ізоморфізм, маршрути та зв'язність в неор- та орграфіях, дерева, остови, планарність, розфарбування, ейлереві та гамільтонові обходи. Також результатом розробки повинні стати алгоритм і програмний додаток для розв'язку конкретного індивідуального завдання графової природи. Реалізація програмного додатку може бути виконана в середовищі Windows-додатків та з використанням довільної мови програмування (Python, C++,).

3 ВИМОГИ ДО ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ВИРОБУ

3.1 Вимоги до надійності

Програмний додаток для забезпечення надійності функціонування повинен:

- 1) перевіряти наявність всіх файлів даних;

2) забезпечити мінімізацію кількості інформації, що вводиться користувачем;

3) контролювати коректність введення даних користувачем;

4) обробляти виняткові ситуації, викликані некоректністю введення даних користувачем з метою запобігання переривання виконання програми.

3.2 Вимоги до складу й параметрів технічних засобів

Для функціонування програмного виробу необхідний персональний комп'ютер зі стандартним набором периферійних пристроїв (монітор, клавіатура, миша).

3.3 Вимоги до інформаційної й програмної сумісності

Курсова робота може бути виконана на будь-якій мові високого рівня і працювати в середовищі MS Windows версії XP і вище.

4 СТАДІЇ Й ЕТАПИ РОЗРОБКИ

1	Постановка та математичний опис індивідуального, обраного за варіантом завдання, складання ТЗ та його затвердження.	1-2
2	Визначення програмних засобів, пакетів та середовищ для виконання курсової роботи.	1-2
3	Розв'язання графових задач за темою «Основні положення для неорієнтованих графів» (1).	3-4
4	Розв'язання графових задач за темами «Маршрути і зв'язність» (2), «Дерева і остови» (3).	5-6
5	Розв'язання графових задач за темами «Ейлереві та гамільтонові графи» (4), «Планарність і розфарбування» (5).	7-8
6	Розв'язання графових задач за темою «Орграфи» (6).	9-10
7	Розробка та тестування програмного додатку розв'язання індивідуального завдання 7 на конкретній мові програмування в обраному середовищі.	11-14
8	Оформлення пояснювальної записки курсової роботи, презентації для демонстрації та захисту результатів.	14-15
9	Захист курсової роботи. Демонстрація можливостей розробленого програмного додатку на повній системі тестів.	16

5 ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

При викладі не допускається переписування загальних положень, а так само визначень із підручників, навчальних статей, посібників і інших джерел. При необхідності використання в текстовому документі матеріалів з літературних джерел, необхідно робити на них посилання по тексту.

Структурні частини текстового документа починають із нового аркуша, їх не нумерують. Заголовки структурних одиниць записуються по

центру й прописними буквами; підрозділи з нового рядка й тільки перша буква прописна.

Сторінки нумеруються арабськими цифрами. Нумерація сторінок наскрізна по всьому текстовому документу й проставляється в правому верхньому куті сторінки.

Титульний аркуш, список виконавців, завдання не нумеруються, але входять у загальне число сторінок.

При написанні пояснювальної записки використовується шрифт Times New Roman, розмір 14, накреслення Звичайний. Забороняється використовувати накреслення Курсив, Підкреслення й Напівжирний.

Обов'язкові складові:

- титульний аркуш;
- реферат;
- завдання на курсову роботу;
- зміст;
- вступ;
- основна частина;
- висновки;
- перелік посилань;
- додатки.

6 ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ Й ПРИЙОМУ

На виконання курсової роботи потрібно 16 тижнів. Пояснювальна записка, що описує усі етапи виконання та результати курсової роботи надається на перевірку керівникам не менш чим за 3 робочі дні до дати захисту.

Захист курсової роботи відбувається в присутності кафедральної комісії в складі 2-3 викладачів і включає:

а) доповідь з презентацією (4-6 хвилин), що відбиває всі етапи проектування та результати виконання курсової роботи;

б) для пункту 7 демонстрацію програми на системі тестів;

в) відповідей на запитання членів комісії щодо виконаної роботи.

За підсумками виконання та захисту курсової роботи виставляється оцінка.

Шкала оцінювання виконання курсової роботи:

Виконання пунктів 1 та 6	Виконання пунктів 2-5	ПД пункт 7	Оформлення ПЗ	Захист курсвої роботи	Максимальна сума балів
30	20	20	10	20	100

Додаток Е

Приклади оформлення використаних джерел

Бібліографічний опис оформлюється згідно з ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. Чинний від 2016-07-01. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2016. 16 с.

Таблиця Е.1 – Приклади оформлення бібліографічного опису у переліку посилань

№	Характеристика джерела	Приклад оформлення
1	Книга одного автора	Іванова В. Д. Технологія виробництва продуктів бджільництва: курс лекцій. Миколаїв: МДАУ, 2009. 245 с.
2	Книга двох авторів	Марисова І. В., Кедров Б. Ю. Систематика хордових тварин. Ніжин: НДПУ ім. М. Гоголя, 2003. 132 с.
3	Книга 3 авторів	Wilson D., Lister P., Andrews A. Modern surgery. Manchester: MAN, 2011. 240 p.
4	Книга 3 авторів	Referencing styles / G. R. Edwards et al. Los Angeles: International Publishing, 2010. 280 p.
5	Книга без зазначення автору	Економічна енциклопедія / за ред. В. В. Шевченка. Київ : Альманах, 2016. 304 с.
6	Стаття в періодичному виданні журналі	Зайцева О. М. Варіантність у родовій категоризації іменників. <i>Вісник Київського національного лінгвістичного університету. Серія «Філологія»</i> . 2018. Т. 21, № 1. С. 121-130. Кольцова Я. І., Нікітін С. В. Одержання пористих склокристалічних матеріалів з використанням паливного шлаку. <i>Питання хімії та хімічної технології</i> . 2020. № 1. С. 33-38. DOI: 10.32434/0321-4095-2020-128-1-33-38 (дата звернення: 11.06.2020).

Продовження таблиці Е.1

№	Характеристика джерела	Приклад оформлення
6	Стаття в періодичному виданні журналі	Капируля М. Ядерний тероризм в сучасній міжнародній системі. <i>Актуальні проблеми міжнародних відносин</i>. 2008. Вип. 73, ч. 2. С. 66-68. Chua N. Y., Lundbye J. Endovascular catheter as a rewarming method for accidental hypothermia. <i>Therapeutic hypothermia and temperature management</i>. 2012. Vol. 2, no. 2. P. 89-91. URL: https://doi.org/10.1089/ther.2012.0001 (date of access: 06.05.2020).
7	Електронні ресурси	Україна очима дітей: фотовиставка. URL: http://www.kmu.gov.ua/control/uk/photogallery/gallery?galleryId=15725757& (дата звернення: 15.11.2017). Хміль А. А. Функції державної служби за законодавством України // <i>Юридичний науковий електронний журнал</i>. 2017. No 5. С. 115-118. URL: http://lsej.org.ua/5_2017/32.pdf. Куцкір Я. С., Махно Б. А., Борислав С. Г. Трансформація науково- педагогічної системи України протягом 90-х років XX століття: період переходу до ринку. <i>Наука та інновації</i>. 2016. Т. 12, No 6. С. 6-14. DOI: https://doi.org/10.15407/scin12.06.006. Хміль І. О. Шляхи подолання правового нігілізму в Україні. <i>Вісник Запорізького національного університету. Юридичні науки</i>. Запоріжжя, 2016. No 3. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Fakhovivydannya/vznu/juridichni/VestUr2015v3/5.pdf. (дата звернення: 15.11.2017).