

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

**І.І. ВІТКОВСЬКА, І.П. МУХА, А.С. ВЄЧЕРКОВСЬКА**

# **АЛГОРИТМИ ТА СТРУКТУРИ ДАНИХ. ЧАСТИНА 1. ОСНОВИ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ. Лабораторний практикум**

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського як  
навчальний посібник для здобувачів ступеня бакалавра  
спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення»  
за освітньою програмою «Інженерія програмного забезпечення інформаційних систем»*

Київ  
КПІ ім. Ігоря Сікорського  
2022

Алгоритми та структури даних. Частина 1. Основи алгоритмізації: Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: І.І.Вітковська, І.П. Муха, А.С. Вечерковська. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,0 МБ). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 78 с.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол №3 від 01.12.2022 р.) за поданням Вченої ради факультету інформатики та обчислювальної техніки (протокол №8 від 09.11.2022 р.)*

## АЛГОРИТМИ ТА СТРУКТУРИ ДАНИХ. ЧАСТИНА 1. ОСНОВИ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ Лабораторний практикум

Укладач *ВІТКОВСЬКА Ірина Іванівна, ст.викладач*  
*МУХА Ірина Павлівна, канд. техн. наук, доц*  
*ВЄЧЕРКОВСЬКА Анастасія Сергійовна, канд. техн. наук, ст.викладач*

Відповідальний  
редактор  
Рецензент

Ткач М. М., канд. техн. наук, доцент, доцент  
кафедри інформаційні системи та технології НТУУ  
«КПІ ім. Ігоря Сікорського»

Навчальне електронне видання містить завдання до виконання лабораторних робіт по кредитному модулю «Алгоритми та структури даних. Частина 1. Основи алгоритмізації».

Наведені варіанти індивідуальних завдань. До кожної роботи надаються вказівки щодо виконання завдань та оформлення звіту, а також наведені контрольні питання для підготовки до захисту лабораторних робіт. Призначене для студентів спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення».

Реєстр. № НП 22/23-266. Обсяг 1,85 авт. арк.  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056  
<https://kpi.ua>

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів  
і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

© І. І. Вітковська, І. П. Муха, А. С. Вечерковська

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Лабораторна робота 1 ЛІНІЙНІ АЛГОРИТМИ.....	5
Лабораторна робота 2 АЛГОРИТМИ РОЗГАЛУЖЕННЯ.....	11
Лабораторна робота 3 ІТЕРАЦІЙНІ ЦИКЛІЧНІ АЛГОРИТМИ.....	19
Лабораторна робота 4 АРИФМЕТИЧНІ ЦИКЛІЧНІ АЛГОРИТМИ.....	29
Лабораторна робота 5 СКЛАДНІ ЦИКЛІЧНІ АЛГОРИТМИ.....	36
Лабораторна робота 6 РЕКУРСИВНІ АЛГОРИТМИ.....	45
Лабораторна робота 7 ЛІНІЙНИЙ ПОШУК В ПОСЛІДОВНОСТЯХ.....	52
Лабораторна робота 8 АЛГОРИТМИ ПОШУКУ ТА СОРТУВАННЯ.....	58
Лабораторна робота 9 АЛГОРИТМИ ОБХОДУ МАСИВІВ.....	71
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	77
ДОДАТОК 1.....	78

## ВСТУП

Дисципліна «Алгоритми та структури даних. Частина1. Основи алгоритмізації» є базовою спеціальною нормативною дисципліною підготовки фахівців рівня бакалавр спеціальності 121 «Інженерія програмного забезпечення».

Мета лабораторних занять – практичне підтвердження теоретичних положень дисципліни «Алгоритми та структури даних. Частина1. Основи алгоритмізації», формування у студентів здатності створювати програмне забезпечення на базі алгоритмів з обробки структур даних, використовувати математичні та комбінаторні алгоритми для вирішення поставлених задач, застосовувати обчислювальні алгоритми при розробці програмного забезпечення автоматизованих систем.

Лабораторні заняття полягають у побудові студентами специфікацій програм, спрямованих на вирішення простих типових завдань програмування, та написанні програм процедурними мовами програмування, керуючись принципами структурного проектування та програмування.

Кожна лабораторна робота виконується особисто студентом згідно з індивідуальним завданням за варіантом під керівництвом викладача. Номер варіанта задається викладачем до кожної лабораторної роботи.

На захисті лабораторної роботи студент повинен показати результати роботи, оформити звіт і відповіді на додаткові запитання. Виконанню лабораторної роботи повинна передувати самостійна підготовка. В процесі якої за наведеними посиланнями в переліку літератури, необхідно вивчити відповідні алгоритми, конструкції мов програмування, виконати завдання, створити звіт та зберегти проект на хмарне сховище Github, Google Class або Google диск.

## Лабораторна робота 1

### ЛІНІЙНІ АЛГОРИТМИ

**Мета** – дослідити лінійні програмні специфікації для подання перетворювальних операторів та операторів суперпозиції, набути практичних навичок їх використання під час складання лінійних програмних специфікацій.

#### Основні теоретичні відомості

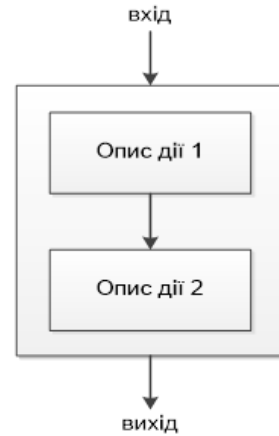
Лінійним прийнято називати обчислювальний процес, операції якого виконуються послідовно, в порядку їх запису. Кожна операція є самостійною й не залежить від будь-якої вимоги.

Лінійна структура – це найпростіший тип алгоритму, в процесі виконання якого відтворюється послідовне виконання блоків алгоритму. Лінійний обчислювальний процес характеризується тим, що кроки, на які він розбивається, виконуються послідовно в тому порядку, в якому вони подані.

Для лінійного обчислювального процесу характерним є наявність двох типів операторів: перетворювальних та суперпозицій (з'єднання перетворювальних дій). У блок-схемах для опису перетворювальних операторів використовується прямокутник, у середині якого розміщується текст з описом дії (рис.1, *a*).

Для опису операторів суперпозиції використовується послідовність прямокутників, з'єднаних лініями (послідовність перетворювальних операторів) (рис.1, *b*).

За допомогою лінійних алгоритмів вирішуються прості задачі, в яких число дій дорівнює числу блоків схеми алгоритму. Лінійні обчислювальні процеси застосовуються під час обчислення арифметичних виразів.



a) b)  
 Рис.1. Опис перетворювального оператора (a) та оператора суперпозиції (b) у блок-схемах

*Приклад застосування перетворювальних операторів та операторів суперпозиції під час складання програмних специфікацій*

Задача. Задано два значення A і B. Знайти їх суму Sum і добуток Mul.

*Розв'язання*

Умова задачі не передбачає перевірки будь-яких умов або повторення виконання операцій, тому обчислюваний процес для розв'язання задачі є лінійним. Програмну специфікацію напишемо у псевдокоді та графічній формі у вигляді блок-схеми.

*Крок 1.* Визначимо основні дії.

*Крок 2.* Деталізуємо дію суми.

*Крок 3.* Деталізуємо дію множення.

*Псевдокод*

*крок 1*

**початок**

обчислення суми Sum

обчислення добутку Mul

**кінець**

*крок 2*

**початок**

Sum := A + B

обчислення добутку Mul

**кінець**

*крок 3*

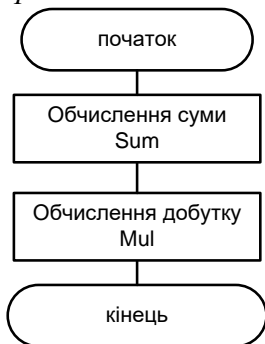
**початок**

Sum := A + B

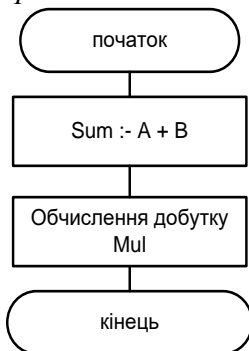
Mult := A \* B

**кінець**

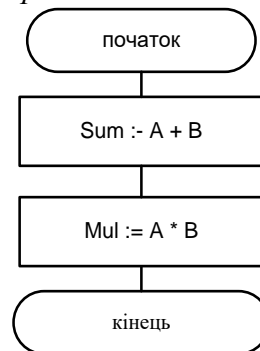
крок 1



крок 2



крок 3



### Індивідуальне завдання

1. Виконати завдання згідно варіанту (табл.1)
2. Декомпонувати задачу, описати постановку.
3. Програмну специфікацію навести у псевдокодї та графічній формі.

Таблиця 1

№	Опис завдання
1	Задано два значення А і В. Знайти $Y = \sqrt{ x  + 1} + x * \ln x$ , де $x = 2*a + 2* b $
2	Задано два значення А і В. Знайти $Y = 3*x + 5$ , де $x = \frac{a+b- a-b }{4}$
3	Задано значення А. Знайти $Y = \frac{5}{ 5*x-3 +8}$ , де $x = 9 * \ln a$
4	Задано два значення А і В. Знайти $Y = \frac{x-7}{\cos^2 x}$ , де $x =  7-a+b $
5	Задано катети прямокутного трикутника. Знайти його площу та гіпотенузу.
6	Задано значення А, Х і С. Знайти де $m = 2*x + \sqrt{x}$ , $b = a*c^2 - m$ $y = \frac{cx^2 + mb^3 + \ln x + 7}{b + m + \sqrt{c}}$
7	Задано два значення А і В. Знайти $Y = \sqrt{ x^2 - 3 * x  + 8}$ , де $x = 2* b  + a$
8	Задано значення С. Знайти $s = \sqrt{a + \cos(a + b) - b^2}$ , де $b = a + \sin c$ , $a = c + 2$
9	Задано сторони прямокутника. Знайти його периметр і довжину діагоналі.
10	Задано два значення А і В. Знайти $Y = \sqrt{ x - 3  +  x - 8 }$ , де $x = \sin(b + a)$

№	Опис завдання
11	Знайти $a = b + c$ $s = (a + b)\sqrt{a^2 + f^3} + b$ $b = c + f^3$ $c = 11$
12	Змішано $v_1$ літрів води температури $t_1$ з $v_2$ літрами води температури $t_2$ . Знайти об'єм і температуру суміші.
13	Задано довжини сторін прямокутного паралелепіпеда. Знайти його об'єм і площу бічної поверхні.
14	Дано гіпотенуза і катет прямокутного трикутника. Знайти другий катет і радіус вписаного кола.
15	Вік Тані - $X$ років, а вік Миті - $Y$ років. Знайти їх середній вік, а також визначити, на скільки відрізняється вік кожної дитини від середнього значення.
16	Відомо значення температури за шкалою Цельсія. Знайти відповідне значення температури за шкалою Фаренгейта, Кельвіна.
17	Знайти $a = y$ $z = \frac{1 - y}{1 + y} 2fy + a^2$ $f = 2y + \sin a$
18	Знайти $s = (a + b)\sqrt{a^2 + f^2} + b$ $f = 2a + b$ $b = 3.33$
19	Задано: відстань до дачі (км); кількість бензину, яку споживає автомобіль на 100 км пробігу; ціна одного літра бензину; обчислити вартість поїздки на автомобілі на дачу (туди і назад).
20	Здійснити перерахунок величини тимчасового інтервалу, заданого в хвилинах, в величину, виражену в годинах і хвилинах.
21	Задано два значення $A$ і $B$ . Знайти $Y = 3x^2 + 5x + 5$ , де $x = \frac{ a-b+5 }{4}$
22	Задано два значення $A$ і $B$ . Знайти $Y = \frac{a}{\cos(x+4)}$ , де $x=7+3b$
23	Задано два значення $A$ і $B$ . Знайти $Y = x^3 + 5x + b$ , де $X = \frac{2*a+3}{4}$
24	Трикутник задано довжинами сторін. Знайти довжини висот та медіан.
25	Трикутник задано координатами своїх вершин. Знайти периметр та площу трикутника.
26	Трикутник задано довжинами сторін. Знайти довжини бісектрис та радіуси вписаного та описаного кіл.
27	Задано тризначне число. У ньому закреслили першу зліва цифру і приписали її в кінці. Знайти отримане число.

№	Опис завдання
28	Задано тризначне число. У ньому закреслили останню справа цифру і приписали її на початку. Знайти отримане число.
29	Задано тризначне число. У ньому закреслили другу зліва цифру і приписали її в кінці. Знайти отримане число.
30	Задано тризначне число. У ньому закреслили другу справа цифру і приписали її на початку. Знайти отримане число.
31	Задано сторону квадрата. Знайти його діагональ, периметр та площу.
32	Задано довжину ребра куба. Знайти об'єм куба і площу його бічної поверхні.
33	Задано радіус кола. Знайти довжину кола і площу круга.
34	Задано значення А. Знайти $Y = \sqrt{x^4 + x^2 + 8}$ , де $x = 2 * b + a * b$ , $b = 6 * a^2$
35	Знайти $x = 3y + 2b$ $y = b^2 + 3$ $m = 2 - \frac{3x}{3 + b} - \frac{y}{0.9 - b}$ $b = 9$

### Вимоги до звіту

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш (додаток 1);
- назву та мету роботи;
- варіант;
- постановку задачі;
- побудову математичної моделі;
- псевдокод алгоритму;
- блок схема алгоритму;
- випробування алгоритму;
- висновки.

## **Критерії оцінювання**

Критерії оцінювання в процентах від максимального балу:

постановка задачі - 20%;

побудова математичної моделі – 20%

псевдокод алгоритму - 25%;

блок схема алгоритму – 25%

випробування алгоритму - 5%;

висновки - 5%.

## **Контрольні питання**

1. Що таке програмна специфікація?
2. На які питання потрібно дати відповіді, перш ніж почати складати програмну специфікацію?
3. Який обчислюваний процес називається лінійним?
4. Які блоки використовують у блок-схемах лінійного обчислюваного процесу?
5. Охарактеризувати принципи структурного програмування.

## Лабораторна робота 2

### АЛГОРИТМИ РОЗГАЛУЖЕННЯ

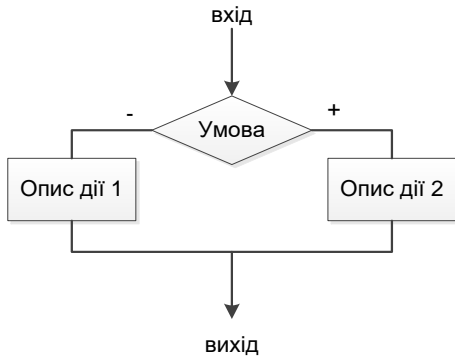
**Мета** – дослідити подання керувальної дії чергування у вигляді умовної та альтернативної форм та набути практичних навичок їх використання під час складання програмних специфікацій.

#### Основні теоретичні відомості

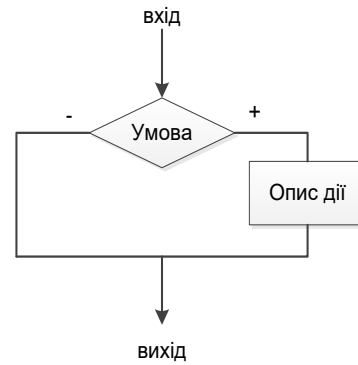
Обчислювальний процес називається розгалуженим, якщо для його реалізації передбачено кілька напрямів (гілок). Кожен окремий напрям процесу обробки даних є окремою гілкою обчислень. Обрання напрямку залежить від заздалегідь визначеної ознаки, що може стосуватися первинних даних, проміжних або кінцевих результатів. Ознака характеризує властивість даних і має два або декілька значень. Напрямок обирається за допомогою перевірки логічного виразу, результатом якого є дві відповіді: «так» або «ні». Відомі три форми оператора вибору:

- умовна,
- альтернативна,
- охоронна.

В блок-схемах для опису альтернативної форми оператора вибору використовується ромб, в якому розташовується умова, та два прямокутники, що описують дії. Оператор виконує тільки одну з дій: дію 2, якщо умова правильна, або дію 1, якщо умова неправильна (рис.2, *a*). Умовна форма оператора вибору виконує тільки одну дію в разі, якщо умова правильна (рис.2, *b*). Охоронна форма є узагальненням альтернативної форми вибору, це є множинний вибір. С точки зору структурного програмування вважається, що в використанні охоронної форми немає необхідності.



a)



b)

Рис.2. Опис оператора вибору альтернативної (a) та умовної (b) форм у блок-схемах

*Приклад застосування альтернативної форми оператора вибору під час складання програмних специфікацій*

Задача. Задано два нерівних значення A і B. Знайти максимальне значення.

*Розв'язання*

Максимальне значення знайдемо, порівнявши A і B. За умовою задачі невідомо, яке значення буде відповідати умові, тому потрібно застосовувати розгалужений алгоритм, альтернативну форму вибору. Програмні специфікації напишемо у псевдокодї та графічній формї у вигляді блок-схеми.

*Крок 1.* Визначимо основні дії.

*Крок 2.* Деталізуємо дію знаходження максимального значення з використанням альтернативної форми вибору.

*Псевдокод*

*крок 1*

**початок**

пошук максимального значення

**кінець**

*крок 2*

**початок**

**якщо** A > B

**то**

max := A

**інакше**

max := B

**все якщо**

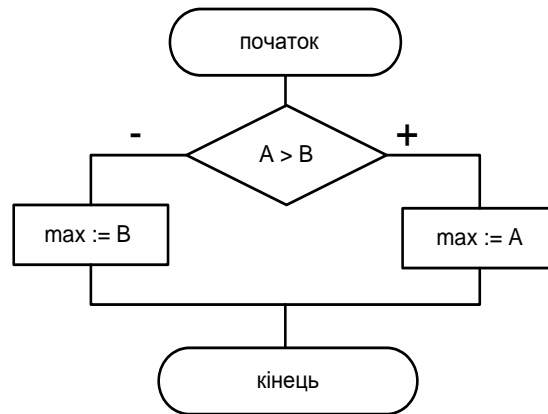
**кінець**

Блок схема

крок 1



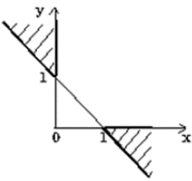
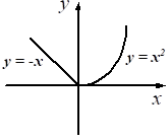
крок 2

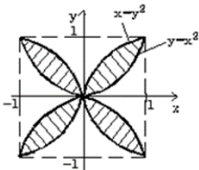
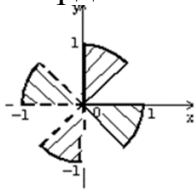
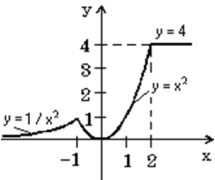
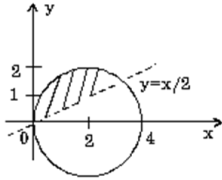


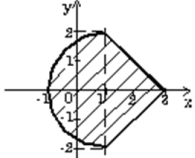
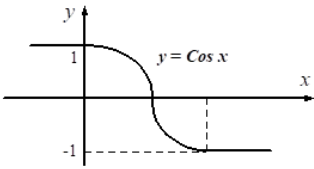
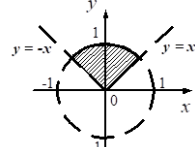
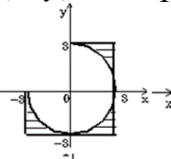
**Індивідуальне завдання**

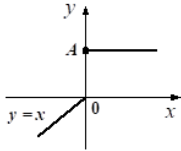
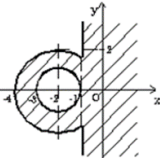
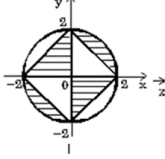
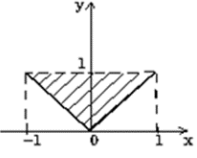
1. Виконати завдання згідно варіанту (табл.2)
2. Декомпонувати задачу, описати постановку.
3. Програмну специфікацію навести у псевдокодi та графічній формі.

Таблиця 2

№	Опис завдання
1	Задані дійсні числа $x, y$ . Визначити, чи належить точка з координатами $(x, y)$ заштрихованій частині площини: 
2	Задані дійсні додатні числа $a, b, c, x, y$ . З'ясувати, чи пройде цеглина з ребрами $a, b, c$ в прямокутний отвір із сторонами $x$ та $y$ . Просувати цеглину у отвір дозволяється тільки так, щоб кожне із її ребер було паралельне або перпендикулярне кожній із сторін отвору.
3	Обчислити $y = f(x)$ , де функція $f(x)$ задана графіком: 

№	Опис завдання
4	Заданий трикутник із сторонами $a, b, c$ . Визначити типи кутів (прямий, тупий, гострий), що лежать навпроти цих сторін.
5	Задані дійсні числа $x, y$ . Визначити, чи належить точка з координатами $(x, y)$ заштрихованій частині площини 
6	Визначити, чи дорівнює одному із заданих чисел $r$ або $s$ залишок, отриманий при діленні невід'ємного цілого числа $a$ на додатне ціле число $b$ .
7	Задані дійсні числа $x, y$ . Визначити, чи належить точка з координатами $(x, y)$ заштрихованій частині площини: 
8	Задані дійсні числа $a, b, c$ . З'ясувати, чи існує серед них хоча б одна пара, що дає у сумі парне число.
9	Обчислити $y = f(x)$ , де функція $f(x)$ задана графіком 
10	По заданим координатам вершин трикутника на площині визначити тип трикутника (рівносторонній, рівнобедрений, різносторонній).
11	Задані дійсні числа $x, y$ . Визначити, чи належить точка з координатами $(x, y)$ заштрихованій частині площини 
12	Визначити, якому квадранту належить точка з координатами $x, y$ .
13	Задані дійсні числа $x, y$ . Визначити, чи належить точка з координатами $(x, y)$ заштрихованій частині площини:

№	Опис завдання
	
14	Задані дійсні числа $x, y, z$ . З'ясувати, чи існує трикутник з такими довжинами сторін.
15	Обчислити $y = f(x)$ , де функція $f(x)$ задана графіком : 
16	Задані дійсні додатні числа $a, b, c, d$ . З'ясувати, чи можна прямокутник із сторонами $a, b$ розмістити всередині прямокутника із сторонами $c, d$ так, щоб кожна із сторін одного прямокутника була паралельна або перпендикулярна кожній стороні другого прямокутника.
17	Задані дійсні числа $x, y$ . Визначити, чи належить точка з координатами $(x, y)$ заштрихованій частині площини: 
18	З'ясувати, чи є вектор $\vec{a}$ , заданий координатами $a_1, a_2, a_3$ , і вектор $\vec{b}$ , заданий координатами $b_1, b_2, b_3$ , колінеарними.
19	Задані дійсні числа $x, y$ . Визначити, чи належить точка з координатами $(x, y)$ заштрихованій частині площини: 
20	Для заданого $a$ знайти корінь рівняння $f(x) = 0$ , де $f(x) = \begin{cases} 2ax +  a - 1 , & \text{якщо } a > 0 \\ \frac{e^x}{\sqrt{1 + a^2}} - 1, & \text{інакше} \end{cases}$
21	Визначити, чи належить задана точка $(x, y)$ плоскій фігури, яка є кільцем з центром на початку координат, з внутрішнім радіусом $r_1$ і зовнішнім радіусом $r_2$
22	Обчислити $y = f(x)$ , де функція $f(x)$ задана графіком

№	Опис завдання
	
23	Дано три точки на площині. Визначити, яка з них ближче до початку координат.
24	Задані дійсні числа $x, y$ . Визначити, чи належить точка з координатами $(x, y)$ заштрихованій частині площини 
25	З'ясувати, скільки розв'язків (один, безліч, не має) має система рівнянь, задана коефіцієнтами $a_1, b_1, a_2, b_2$ і правими частинами $c_1, c_2$ : $\begin{cases} a_1x + b_1y = c_1 \\ a_2x + b_2y = c_2 \end{cases}$
26	Задані дійсні числа $x, y$ . Визначити, чи належить точка з координатами $(x, y)$ заштрихованій частині площини: 
27	Числа $a$ і $b$ виражають довжини катетів одного прямокутного трикутника, а $c$ і $d$ – іншого. З'ясувати, чи є ці трикутники подібними.
28	Дослідити область визначення і обчислити значення функції $y(x) = \frac{\text{Ln } d}{ b^2 - a^2  \text{Sin } c}$
29	Задані дійсні числа $x, y$ . Визначити, чи належить точка з координатами $(x, y)$ заштрихованій частині площини 
30	Задані дійсні числа $a, b, c$ . З'ясувати, чи існує серед них хоча б одна пара рівних між собою чисел.
31	Робота світлофора для пішоходів запрограмована таким чином: на початку кожної години протягом трьох хвилин горить зелений сигнал, потім протягом двох хвилин червоний, протягом трьох хвилин - знову зелений і т. д. Дано дійсне число $t$ , що означає час в хвилинах, що

№	Опис завдання
	минув з початку чергового години. Визначити, сигнал якого кольору горить для пішоходів в цей момент.
32	Задано три різних цілих числа. Знайти суму двох найбільших чисел.
33	Задано дійсні позитивні числа $a$ , $b$ , $c$ . Якщо існує трикутник зі сторонами $a$ , $b$ , $c$ , то визначити його вид (прямокутний, гострокутний або тупокутний) і особливості (рівносторонній, рівнобедрений, різносторонній).
34	Робота світлофора для водіїв запрограмована таким чином: на початку кожної години протягом трьох хвилин горить зелений сигнал, потім протягом однієї хвилини - жовтий, протягом двох хвилин - червоний, протягом трьох хвилин - знову зелений. Дано дійсне число $t$ , що означає час в хвилинах, що минув з початку чергової години. Визначити, сигнал якого кольору горить для водіїв в цей момент.
35	Визначити $Z$ $Z = \begin{cases} b + at^x, & \text{якщо } x = 125, \\ c - b + x, & \text{якщо } x = 200, \\ e^x + a, & \text{якщо } 0 < x < 125, \\ 10, & \text{в інших випадках.} \end{cases}$

### Вимоги до звіту

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш;
- назву та мету роботи;
- варіант;
- постановку задачі;
- побудову математичної моделі;
- псевдокод алгоритму;
- блок схема алгоритму;
- випробування алгоритму;
- висновки.

### Критерії оцінювання

Критерії оцінювання в процентах від максимального балу:

постановка задачі - 20%;  
побудова математичної моделі – 20%  
псевдокод алгоритму - 25%;  
блок схема алгоритму – 25%  
випробування алгоритму - 5%;  
висновки - 5%.

### **Контрольні запитання**

1. Який обчислюваний процес називається розгалуженим?
2. Що таке логічна умова?
3. Як операції в логічних виразах Вам відомі? Що є результатом кожної з них?
6. Які форми оператору вибору Вам відомі?
7. Які блоки використовують у блок-схемах розгалуженого обчислюваного процесу?
4. На які питання потрібно дати відповіді, перш ніж скласти блок-схему алгоритму розгалуженого обчислюваного процесу?
5. Які особливості побудови блок-схеми алгоритму розгалуженого обчислювального процесу?

## Лабораторна робота 3

### ІТЕРАЦІЙНІ ЦИКЛІЧНІ АЛГОРИТМИ

**Мета** – дослідити подання операторів повторення дій та набути практичних навичок їх використання під час складання циклічних програмних специфікацій.

#### Основні теоретичні відомості

Цикл – це фрагмент обчислювального процесу, що повторюється багаторазово. Обчислювальні процеси, в яких виконуються одні й ті самі дії з різними даними, називаються циклічними. Послідовність операторів, що повторюється, складає тіло циклу. Лічильник циклу – це змінна, значення якої змінюється після кожної ітерації циклу, та яка визначає закінчення циклу. Для організації циклу потрібно передбачити такі значення:

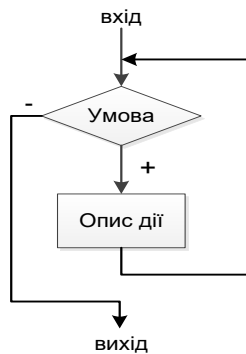
- початкове значення змінної, яке буде змінюватися під час наступної ітерації циклу;
- кінцеве значення цієї змінної;
- крок зміни перед кожною новою ітерацією циклу.

Необхідно контролювати поточне значення лічильника циклу для перевірки умови виходу з циклу. Такою умовою може бути:

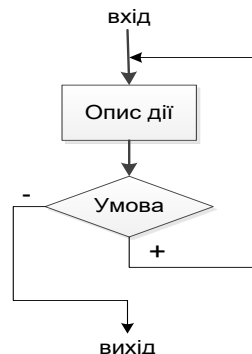
- перевищення лічильником циклу кінцевого значення;
- виконання заданої кількості повторень;
- досягнення заданої точності розрахунків.

Розрізняють арифметичні та ітераційні цикли.

В блок-схемах для опису ітераційних циклів використовується основна та похідна схеми (рис.3). Ромб містить умову, а прямокутник – повторювану дію. За основною (а) схемою спочатку перевіряється умова, а потім у разі позитивного результату перевірки виконується тіло циклу. За похідною (b) схемою дія або дії, що складають тіло циклу, передують перевірці умови. З цього виходить, що за похідною схемою тіло циклу виконується хоча б один раз.



a)



b)

Рисунок 3. Основна (a) та похідна (b) схема ітераційного циклу.

*Приклад1 застосування оператора повторення під час складання програмних специфікацій*

Задача. Знайти число з номером N ряду Фібоначчі.

*Розв'язання*

Оскільки кількість повторень невідома, будемо використовувати ітераційний цикл. Програмну специфікацію напишемо у псевдокоді та графічній формі у вигляді блок-схеми.

*Крок 1.* Визначимо основні дії.

*Крок 2.* Деталізуємо дію обчислення двох перших чисел ряду Фібоначчі.

*Крок 3.* Деталізуємо дію знаходження числа з номером N ряду Фібоначчі

*Псевдокод*

*крок 1*

**початок**

Обчислення двох перших чисел ряду

Фібоначчі

Знаходження числа з номером N

ряду Фібоначчі

**кінець**

*крок 2*

**початок**

Fib1 := 1

Fib2 := 1

Знаходження числа з номером N ряду

Фібоначчі

**кінець**

*крок 3*

**початок**

Fib1 := 1

Fib2 := 1

i := 2

**якщо**  $i \geq N$

**то**

FibN := Fib2

**інакше**

**повторити**

FibN := Fib1+Fib2

Fib1 := Fib2

Fib2 := FibN

i := i + 1

**поки**  $i \neq N$

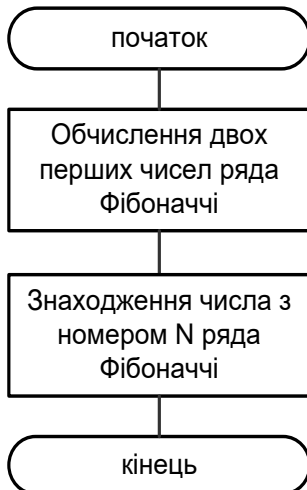
**все повторити**

**все якщо**

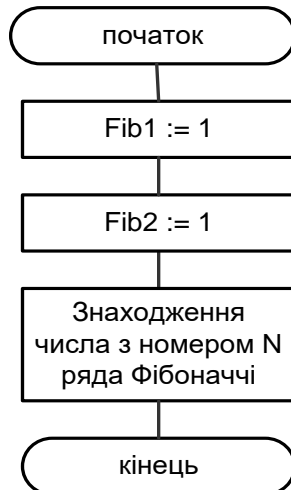
**кінець**

## Блок-схема

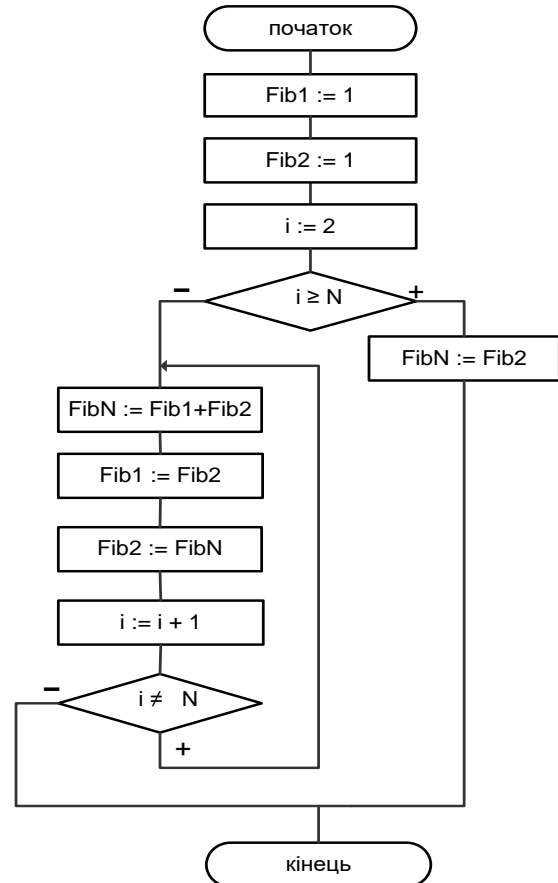
крок 1



крок 2



крок 3



*Приклад2 застосування оператора повторення під час складання програмних специфікацій*

Задача. Знайти  $S = \sqrt{x}$  із заданою точністю  $\epsilon=0.001$  за формулою Герона.

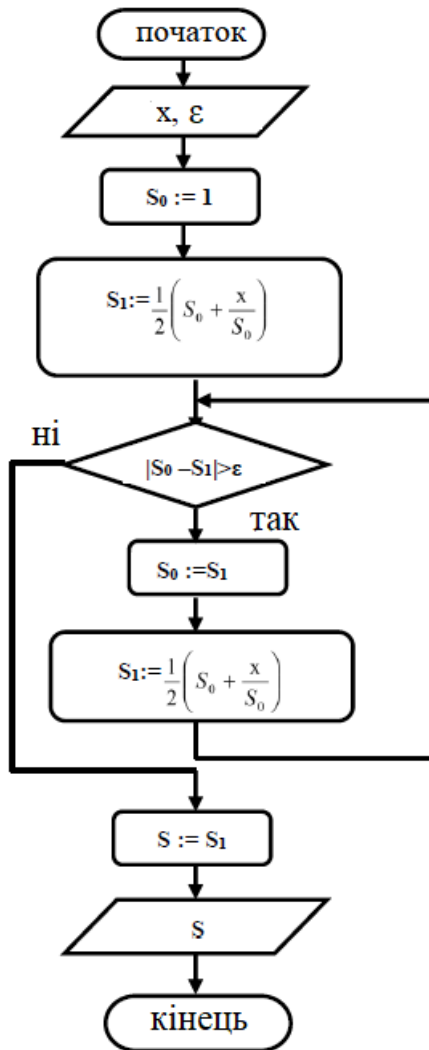
*Розв'язання*

Якщо потрібно обчислити наближене значення квадратного кореня із заданою точністю  $\epsilon$  (передбачається, що точне значення обчислити неможливо), потрібно використовувати наступний алгоритм:

1. Як нульове наближення  $S_0$  взяти будь-яке число.
2. Обчислити за формулою наближене значення  $S_1$ .
3. Перевірити істинність рівності  $|S_1 - S_0| > \epsilon$ . Якщо вона є істинною, перейти до кроку 4, інакше до кроку 5.
4.  $S_0 := S_1$ , перейти до кроку 2.
5.  $S := S_1$ , тобто, шуканому значенню кореня присвоїти значення  $S_1$ ;

6. Записати значення S.

Програмну специфікацію напишемо в графічній формі у вигляді блок-схеми.



Приклад  $\sqrt{2}$  с точністю 0.001

1.  $S_0=1$

2.  $S_1 = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{2}{1} \right) = \frac{3}{2} = 1.5$

3.  $|S_1 - S_0| = \left| \frac{3}{2} - 1 \right| = \frac{1}{2} = 0.5 > 0.001$  істина, переходимо до п.4

4.  $S_0 = \frac{3}{2} = 1.5$  переходимо до п.2

5.  $S_1 = \frac{1}{2} \left( \frac{3}{2} + \frac{4}{3} \right) = \frac{17}{12} = 1.4166$

6.  $|S_1 - S_0| = \left| \frac{3}{2} - \frac{17}{12} \right| = \frac{1}{12} = 0.083 > 0.001$ , істина, переходимо до п.4

7. ....

12.  $|S_1 - S_0| = \left| \frac{666434}{470832} - \frac{577}{408} \right| = \frac{576}{408} = 0.0012 > 0.001$ , хибне твердження,

переходимо до п.5

$$13. S \approx S_1 = 1.4154$$

Таким чином отримані чотири члена ітераційної послідовності наближених значень  $\sqrt{2}$ : 1; 1.5; 1.4166; 1.4142; 1.4154.... Останній задовольняє умові.

### Індивідуальне завдання

1. Виконати завдання згідно варіанту (табл.3)
2. Декомпонувати задачу, описати постановку.
3. Програмну специфікацію навести у псевдокодї та графічній формі.

Таблиця 3

№	Опис завдання
1	Обчислити з точністю $\epsilon$ наближене значення функції $\ln(1+X)/X$ за формулою $S = 1 - \frac{X}{2} + \frac{X^2}{3} - \frac{X^3}{4} + \dots + (-1)^{N+1} \frac{X^{N-1}}{N} + \dots$
2	Обчислити з точністю $\epsilon$ наближене значення функції $e^X$ за формулою $S = 1 + X + \frac{X^2}{2!} + \frac{X^3}{3!} + \frac{X^4}{4!} + \frac{X^5}{5!} + \dots$
3	Обчислити з точністю $\epsilon$ наближене значення функції $\sin X$ за формулою $S = X - \frac{X^3}{3!} + \frac{X^5}{5!} - \frac{X^7}{7!} + \frac{X^9}{9!} + \dots$
4	Обчислити з точністю $\epsilon$ наближене значення функції $(1 + X)^M$ за формулою $S = 1 + M \cdot X + \frac{M(M-1)X^2}{2!} + \frac{M(M-1)(M-2)X^3}{3!} + \frac{M(M-1)(M-2)(M-3)X^4}{4!} + \dots$
5	Обчислити з точністю $\epsilon$ наближене значення функції $\sqrt{1+X}$ за формулою $S = 1 + \frac{X}{2} - \frac{X^2}{2 \cdot 4} + \frac{3X^3}{2 \cdot 4 \cdot 6} - \frac{3 \cdot 5X^4}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} + \dots$
6	Обчислити з точністю $\epsilon$ наближене значення функції $\arcsin X$ за формулою $S = X + \frac{X^3}{2 \cdot 3} - \frac{3X^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{3 \cdot 5X^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} - \frac{3 \cdot 5 \cdot 7X^9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 9} + \dots$
7	Обчислити з точністю $\epsilon$ наближене значення функції $\operatorname{arctg} X$ за формулою $S = X - \frac{X^3}{3} + \frac{X^5}{5} - \frac{X^7}{7} + \frac{X^9}{9} + \dots,$

№	Опис завдання
8	Обчислити з точністю $\varepsilon$ наближене значення функції $\frac{e^X - e^{-X}}{2}$ за формулою $S = X + \frac{X^3}{3!} + \frac{X^5}{5!} + \frac{X^7}{7!} + \frac{X^9}{9!} + \dots$
9	Обчислити з точністю $\varepsilon$ наближене значення функції $\frac{e^X + e^{-X}}{2}$ за формулою $S = 1 + \frac{X^2}{2!} + \frac{X^4}{4!} + \frac{X^6}{6!} + \frac{X^8}{8!} + \dots$
10	Обчислити з точністю $\varepsilon$ наближене значення функції $\ln(1 - X)$ за формулою $S = -X - \frac{X^2}{2} - \frac{X^3}{3} - \frac{X^4}{4} - \frac{X^5}{5} + \dots$
11	Обчислити з точністю $\varepsilon$ наближене значення функції $\ln \frac{1+X}{1-X}$ за формулою $S = 2 \cdot (X + \frac{X^3}{3} + \frac{X^5}{5} + \frac{X^7}{7} + \frac{X^9}{9} + \dots)$
12	Обчислити з точністю $\varepsilon$ наближене значення функції $(1 + X)^{-3}$ за формулою $S = 1 - \frac{2 \cdot 3}{2} X + \frac{3 \cdot 4 \cdot X^2}{2} - \frac{4 \cdot 5 \cdot X^3}{2} + \frac{5 \cdot 6 \cdot X^4}{2} - \frac{6 \cdot 7 \cdot X^5}{2} + \dots$
13	Обчислити з точністю $\varepsilon$ наближене значення функції $\ln(X + \sqrt{1 + X^2})$ за формулою $S = X - \frac{1}{2} \cdot \frac{X^3}{3} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{X^5}{5} - \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{X^7}{7} + \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \cdot \frac{X^9}{9} - \dots$
14	Обчислити з точністю $\varepsilon$ наближене значення функції $e^{-X^2}$ за формулою $S = 1 - \frac{X^2}{1!} + \frac{X^4}{2!} - \frac{X^6}{3!} + \frac{X^8}{4!} - \dots + (-1)^N \frac{X^{2N}}{N!} + \dots$
15	Обчислити з точністю $\varepsilon$ наближене значення функції $(1 + X)^{-2}$ за формулою $S = 1 - 2X + 3X^2 - 4X^3 + 5X^4 - \dots$
16	Обчислити з точністю $\varepsilon$ наближене значення функції $\frac{1}{\sqrt{1+X}}$ за формулою $S = 1 - \frac{1}{2} X + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} X^2 - \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} X^3 + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8} X^4 - \dots$
17	Обчислити з точністю $\varepsilon$ наближене значення функції $\pi$ за формулою $S = 4 \cdot (1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \dots + (-1)^{N-1} \frac{1}{2N-1} + \dots)$

№	Опис завдання
18	Обчислити з точністю $\varepsilon$ наближене значення функції $\frac{1}{\sqrt{1-x^2}}$ за формулою $S = 1 + \frac{1}{2}X^2 + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4}X^4 + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6}X^6 + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8}X^8 - \dots$
19	Обчислити з точністю $\varepsilon$ суму нескінченного ряду за формулою $S = \sum_{N=0}^{\infty} (-1)^{N-1} \frac{X^{2N+1}}{2N+1}$
20	Обчислити з точністю $\varepsilon$ суму нескінченного ряду за формулою $S = \sum_{N=0}^{\infty} (-1)^N \frac{X^{2N-1}}{4N^2 - 1}$
21	Обчислити з точністю $\varepsilon$ суму нескінченного ряду за формулою $S = \sum_{N=0}^{\infty} (-1)^{N+1} \frac{X^{2N} \ln(1+2N)}{4N^2}$
22	Обчислити з точністю $\varepsilon$ суму нескінченного ряду за формулою $S = \sum_{N=1}^{\infty} (-1)^{N+1} \frac{X^{-2N}}{2^N(2N-1)}$
23	Обчислити з точністю $\varepsilon$ суму нескінченного ряду за формулою $S = \sum_{N=1}^{\infty} (-1)^{N+1} \frac{(2^{2N} - 1)X^{-2N}}{2^{2N}2N}$
24	Обчислити з точністю $\varepsilon$ суму нескінченного ряду за формулою $S = \sum_{N=1}^{\infty} (-1)^N \frac{(2N-1)X^{-N}}{(N+5)2N}$
25	Обчислити з точністю $\varepsilon$ суму нескінченного ряду за формулою $S = \sum_{N=1}^{\infty} \frac{X^{3N}(3N+1)}{N!}$
26	Обчислити з точністю $\varepsilon$ суму нескінченного ряду за формулою

№	Опис завдання
	$S = \frac{1 \cdot 2}{1} X + \frac{3 \cdot 4 \cdot X^3}{3} + \frac{5 \cdot 6 \cdot X^5}{3 \cdot 7} + \frac{7 \cdot 8 \cdot X^7}{3 \cdot 7 \cdot 11} + \frac{9 \cdot 10 \cdot X^9}{3 \cdot 7 \cdot 11 \cdot 15} + \dots$ $+ \frac{(2N - 1)(2N)X^{2N-1}}{1 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 11 \cdot 15 \cdot \dots \cdot (4N - 5)(4N - 1)} + \dots$
27	<p>Обчислити з точністю <math>\varepsilon</math> суму нескінченного ряду за формулою</p> $S = \frac{1}{3 \lg X} + \frac{1 + 2}{(3 \lg X)^2} + \frac{1 + 2 + 3}{(3 \lg X)^3} + \dots + \frac{1 + 2 + \dots + N}{(3 \lg X)^N} + \dots$
28	<p>Обчислити з точністю <math>\varepsilon</math> суму нескінченного ряду за формулою</p> $S = X + \frac{X^3}{Y^3 + X} + \frac{X^5}{Y^6 + X^2} + \dots + \frac{X^{2N+1}}{Y^{3N+X^N}} + \dots,$
29	<p>Обчислити з точністю <math>\varepsilon</math> суму ряду за формулою</p> $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{2}{(2n+1)(2n+3)}$
30	<p>Обчислити з точністю <math>\varepsilon</math> суму ряду за формулою</p> $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{3n-1}{n(n+1)(n+2)(n+3)(n+4)}$
31	<p>Обчислити з точністю <math>\varepsilon</math> суму ряду за формулою</p> $\sum_{n=1}^{\infty} (\sqrt{n+2} - 2\sqrt{n+1} + \sqrt{n})$
32	<p>Обчислити з точністю <math>\varepsilon = 10^{-6}</math> суму ряду за формулою</p> $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(2n!)^2}{4n!}$ <p>Скільки членів ряду потрібно?</p>
33	<p>Обчислити з точністю <math>\varepsilon = 10^{-8}</math> суму ряду за формулою</p> $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n-1} \left( \frac{1-x}{1+x} \right)^n$ <p>Скільки членів ряду потрібно?</p>
34	<p>Обчислити з точністю <math>\varepsilon = 10^{-5}</math> суму ряду за формулою</p>

№	Опис завдання
	$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n}{n+1} \left(\frac{x}{2x+1}\right)^n$ <p>Скільки членів ряду потрібно?</p>
35	<p>Обчислити з точністю <math>\xi=10^{-7}</math> суму ряду за формулою</p> $\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 * 3 * \dots * (2n - 1)}{2 * 4 * \dots * 2n} \left(\frac{2x}{1 + x^2}\right)^n$ <p>Скільки членів ряду потрібно?</p>

### Вимоги до звіту

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш;
- назву та мету роботи;
- варіант;
- постановку задачі;
- побудову математичної моделі;
- псевдокод алгоритму;
- блок схема алгоритму;
- випробування алгоритму;
- висновки.

### Критерії оцінювання

Критерії оцінювання в процентах від максимального балу:

- постановка задачі - 20%;
- побудова математичної моделі – 30%;
- псевдокод алгоритму – 15%;
- блок схема алгоритму – 15%;
- випробування алгоритму – 15%;
- висновки – 5%.

## Контрольні запитання

1. Дати визначення циклу.
2. Що таке лічильник циклу?
3. Що потрібно визначити для організації циклу?
4. Що може бути умовою виходу з циклу?
5. Який цикл називається ітераційним?
6. У яких випадках доцільно використовувати ітераційні цикли і чому?

## Лабораторна робота 4

### АРИФМЕТИЧНІ ЦИКЛІЧНІ АЛГОРИТМИ

**Мета** – дослідити особливості роботи арифметичних циклів та набути практичних навичок їх використання під час складання програмних специфікацій.

#### Основні теоретичні відомості

Арифметичні цикли (цикли з параметром) використовують, якщо кількість повторень циклу є званою заздалегідь або може бути визначена на підставі закону зміни лічильника циклу.

У блок-схемах для опису арифметичного циклу використовується п'ятикутник, в якому розташовується структура керування повторенням. Блок схема арифметичного циклу зображена на рисунку 4.

Основним способом організації такого циклу є використання спеціальної змінної – *лічильника* циклу, який буде змінюватися під час ітерацій циклу. Для лічильника циклу явно або опосередковано задається його початкове та кінцеве значення, а також крок зміни перед кожним новим повторенням. На використання лічильника циклу накладаються певні обмеження:

- він може бути тільки *порядкового* типу (множина його значень являє собою впорядковану послідовність, кожен елемент якої має свій порядковий номер);
- забороняється явна зміна його значення у тілі циклу (наприклад, оператором присвоювання).

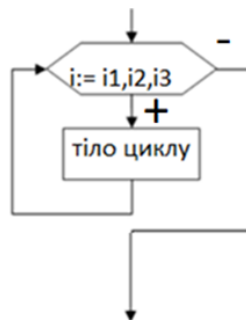


Рис. 4 Арифметичний цикл, де:

- вираз  $i1$  - ініціалізація параметра, початкове значення циклу;

- вираз  $i2$  - умова повторення, або кінцеве значення циклу;
- вираз  $i3$  - крок зміни параметра циклу.

Механізм реалізації:

1. Обчислюється вираз  $i1$  (зазвичай,  $i1 = 0$ ).
2. Обчислюється вираз  $i2 = i1 + i3$ .
3. Якщо значення виразу  $i2$  відмінне від нуля (тобто, true), виконується тіло циклу, обчислюється вираз  $i3$  і здійснюється перехід до пункту 2; якщо ж вираз  $i2$  дорівнює нулю (тобто, false), то здійснюється вихід із циклу.

Істотним є те, що перевірка умови завжди виконується на початку циклу. Це означає, що тіло циклу може жодного разу не виконатися, якщо умова виконання відразу буде помилковою.

*Приклад застосування оператора повторення під час складання програмних специфікацій*

Задача. Обчислити  $y$ , якщо  $x \in [1; 5]$  з кроком 0.1

$$y = x \left( \frac{\sum_{i=1}^{10} i^2}{k!} + \prod_{j=1}^k j^3 \right).$$

*Розв'язання*

Оскільки кількість повторень відома, будемо використовувати арифметичний цикл. Програмну специфікацію напишемо у графічній формі у вигляді блок-схеми.

*Крок 1.* Визначимо основні дії.

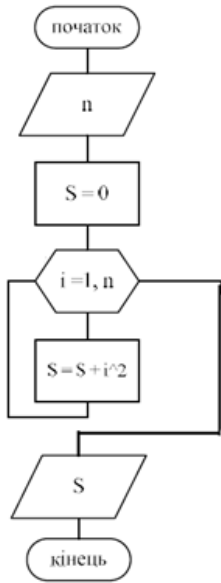
*Крок 2.* Деталізуємо дію підрахунку суми  $\sum_{i=1}^{10} i^2$ .

*Крок 3.* Деталізуємо дію знаходження факторіалу числа  $k!$ .

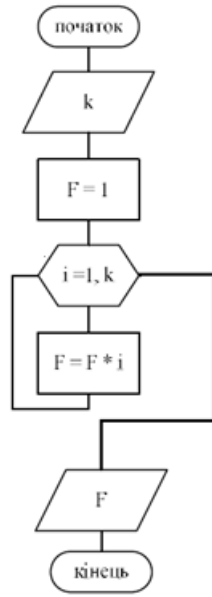
*Крок 4.* Деталізуємо дію підрахунку добутку  $\prod_{j=1}^k j^3$ .

*Крок 5.* Деталізуємо дію підрахунку добутку  $y = M * x$

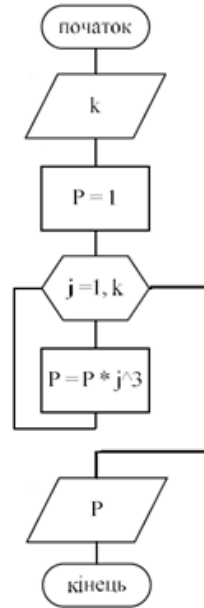
Крок 2



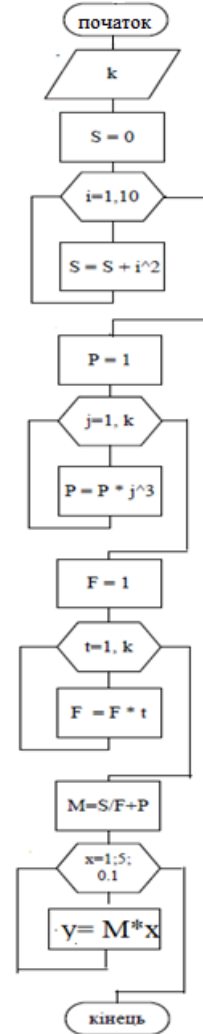
Крок 3



Крок 4



Крок 5



### Індивідуальне завдання

1. Виконати завдання згідно варіанту (табл.4)
2. Декомпонувати задачу, описати постановку.
3. Програмну специфікацію навести у псевдокодї та графічній формї.

Таблиця 4

№	Опис завдання
1	Відомі оцінки двох учнів із чотирьох предметів. Визначити суму оцінок кожного учня.

№	Опис завдання
2	Відомі результати двох спортсменів-п'ятиборців у кожному із п'яти видів спорту в балах. Визначити суму балів, одержаних кожним спортсменом.
3	Відомий вік (у роках у вигляді дійсних чисел) кожного учня двох класів. Визначити середній вік учнів кожного класу. У кожному класі навчаються 20 осіб.
4	Відома кількість опадів, що випали за кожен день січня та березня. Визначити середньоденну кількість опадів за кожний місяць.
5	Відоме зріст кожного учня двох класів. Визначити середній зріст учнів кожного класу. Чисельність обох класів однакова.
6	Відомі оцінки з фізики кожного учня двох класів. Визначити середню оцінку у кожному класі. Кількість учнів у кожному класі однакова.
7	В області є 10 районів. Задані площі, що засіваються пшеницею (у гектарах), та середня врожайність (у центнерах з гектара) у кожному районі. Визначити кількість пшениці, зібрану в області, та середню врожайність по області.
8	Перевірити твердження. « $y$ – просте число, $y=x^2+x+17$ якщо $0 \leq x \leq 15$ »
9	В області 12 районів. Відомі кількість мешканців кожного району (у тисячах осіб) та густина населення в ньому (тис. чол./км <sup>2</sup> ). Визначити загальну площу території області.
10	Дана послідовність із $n$ цілих чисел. Знайти різницю мінімального та максимального елементів у цій послідовності.
11	Дана послідовність із $n$ цілих чисел. Знайти кількість елементів цієї послідовності, кратних числу $k$ .
12	Знайти суму кубів усіх двоцифрових чисел кратних 5.
13	Дана послідовність із $n$ цілих чисел. Знайти кількість елементів цієї послідовності, кратних першому елементу.
14	Дана послідовність із $n$ цілих чисел. Визначити, яких чисел у цій послідовності більше: позитивних чи негативних.

№	Опис завдання
15	Знайти суму всіх чисел кратних трьох від 10 до N.
16	Дана послідовність із $n$ цілих чисел. Знайти суму парних елементів цієї послідовності.
17	Знайти середньоарифметичне елементів між мінімальним та максимальним елементами послідовності розмірністю N дійсних чисел. Послідовність вводиться з клавіатури.
18	Дана послідовність із $n$ цілих чисел. Визначити, яких чисел у цій послідовності більше: парних чи непарних.
19	В області 12 районів. Відомі кількість мешканців (у тисячах осіб) та площа (в км <sup>2</sup> ) кожного району. Визначити середню густину населення по області загалом.
20	Перевести натуральне число з десяткової системи числення в двійкову.
21	Знайти найменший номер елемента послідовності N, для якого виконується умова $ a_n - a_{n-1}  < \epsilon$ $Y = \arctg a_{n-1} + 1 \quad a_1 = 0$
22	Перевірити твердження. « $y$ – просте число, $y = x^2 + x + 41$ якщо $0 \leq x \leq 40$ »
23	Знайти добуток елементів між мінімальним та максимальним елементами послідовності розмірністю N дійсних чисел. Послідовність вводиться з клавіатури.
24	Знайти найменший номер елемента послідовності N, для якого виконується умова $ a_n - a_{n-1}  < \epsilon$ $a_n = 2 + \frac{1}{a_{n-1}}, a_1 = 2$
25	Перевести натуральне число з десяткової системи числення в шіснадцяткову.
26	Знайти найбільшу та найменшу цифри в запису даного натурального числа $n$ .

№	Опис завдання
27	Знайти середньоарифметичне елементів між мінімальним та максимальним елементами послідовності розмірністю N цілих чисел. Послідовність вводиться з клавіатури.
28	Знайти найменший номер елемента послідовності N, для якого виконується умова $ a_n - a_{n-1}  < \epsilon$ $a_n = \frac{2+a_{n-1}^2}{2a_{n-1}}, a_1=2$
29	Перевести натуральне число з десяткової системи числення в вісімкову.
30	Задана послідовність $f_n = -f_{n-1} - 2f_{n-2}$ , де $f_1=1, f_2= -1$ . Визначити, чи є $2^{n+1} - 7f_{n-1}^2$ повним квадратом.
31	Перевести число з двійкової системи числення (двобайтове представлення) в десяткову.
32	Знайти суму елементів між мінімальним та максимальним елементами послідовності розмірністю N цілих чисел. Послідовність вводиться з клавіатури.
33	Дана послідовність із n цілих чисел. Знайти кількість елементів цієї послідовності, кратних останньому елементу.
34	Перевести число з двійкової системи числення (однобайтове представлення) в десяткову.
35	Перевести число з двійкової системи числення (двобайтове представлення) в шіснадцяткову.

### Вимоги до звіту

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш;
- назву та мету роботи;
- варіант;
- постановку задачі;
- побудову математичної моделі;
- псевдокод алгоритму;

- блок схема алгоритму;
- випробування алгоритму;
- висновки.

### **Критерії оцінювання**

Критерії оцінювання в процентах від максимального балу:

постановка задачі - 20%;

побудова математичної моделі – 20%

псевдокод алгоритму - 25%;

блок схема алгоритму – 25%

випробування алгоритму - 5%;

висновки - 5%.

### **Контрольні запитання**

1. Який обчислюваний процес називається циклічним?
2. Який цикл називається арифметичним?
3. Що таке лічильник арифметичного циклу?
4. Що потрібно визначити для організації циклу?
5. Що може бути умовою виходу з арифметичного циклу?

## Лабораторна робота 5

### СКЛАДНІ ЦИКЛІЧНІ АЛГОРИТМИ

**Мета** – дослідити особливості роботи складних циклів та набути практичних навичок їх використання під час складання програмних специфікацій.

#### Основні теоретичні відомості

Структурою з вкладеним циклом називають таку структуру, в якій всередині одного циклу знаходиться один або кілька інших циклів. Така структура утворює складний алгоритм, що складається зі з'єднаних між собою базових структур. З'єднуватися ці структури можуть двома способами:

- послідовним;
- вкладеним.

Цикл, розташований всередині іншого циклу, називають внутрішнім. Цикл, у якому перебувають інші цикли, називають зовнішнім.

На рисунку 5 а, б, с наведено варіанти вкладеності різних циклічних структур: вкладений цикл з постумовою, зовнішній, цикл с передумовою (а), вкладений та зовнішній цикли з передумовою (б) та вкладені цикли з параметром (с).

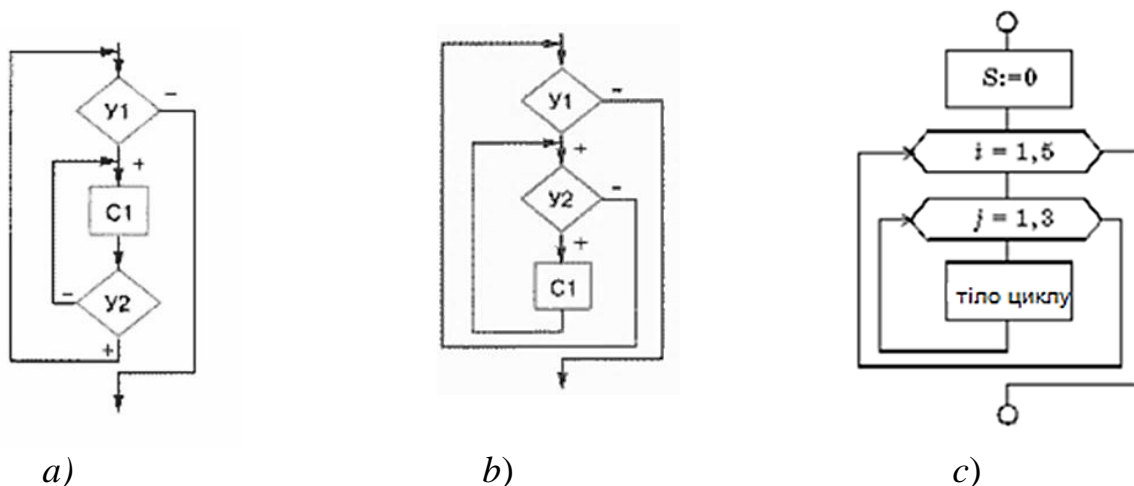


Рис.5 а) Вкладений цикл з постумовою, зовнішній, цикл с передумовою б) цикли з передумовою с) цикли з параметром.

Інші комбінації вкладених структур наведено на рисунку 6: вкладений умовний оператор ( *a* ) є частиною альтернативного оператора вибору, оператор циклу з передумовою вкладений в альтернативний оператор вибору ( *b* ).

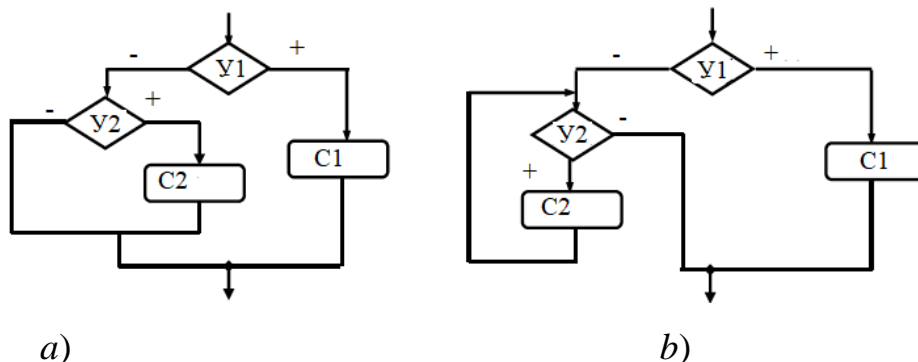


Рис.6 *a*) вкладений умовний оператор, *b*) вкладений оператор циклу.

На рис.7 наведено приклади вкладених структур вибору та циклу. Альтернативний оператор вибору ( *a* ) є вкладеним в циклі з передумовою, та навпаки, в цикл *b*) вкладений альтернативний оператор вибору, гілкою якого є цикл з постумовою.

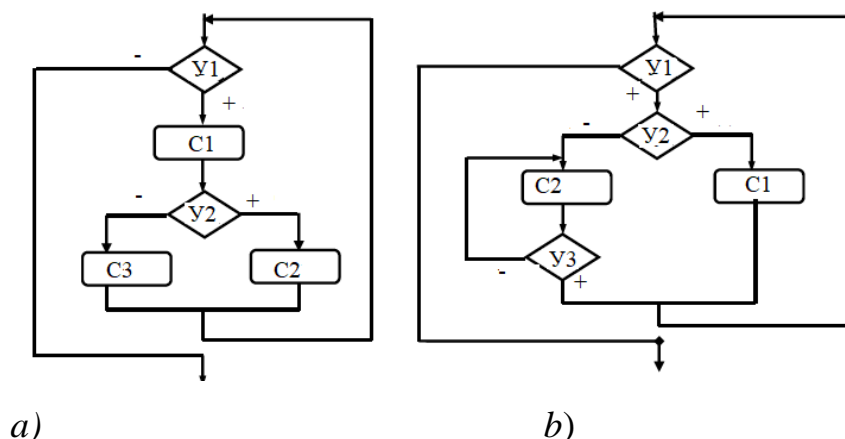


Рис.7 *a*) вкладений альтернативний оператор вибору, *b*) цикл вкладений в альтернативний оператор вибору.

*Приклад застосування вкладених операторів повторення під час складання програмних специфікацій*

Задача. Обрахувати значення  $y$  за формулою:

$$y = \sum_{x=0}^m \left( \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x^2} + 1} + \prod_{i=1}^n \frac{x}{i!} \right)$$

## *Розв'язання*

Задача ускладнена тим, що до циклу відносно змінної  $x$  вкладено цикл підрахунку суми та цикл підрахунку добутку, до якого зі свого боку вкладено цикл підрахунку факторіалу значення лічильника циклу. Отже, маємо подвійне вкладення. Програмну специфікацію напишемо у графічній формі у вигляді блок-схеми.

*Крок 1.* Визначимо основні дії.

*Крок 2.* Деталізуємо дію підрахунку суми в зовнішньому циклі по  $x \sum_{x=0}^m ()$ .

*Крок 3.* Деталізуємо дію знаходження суми у внутрішньому циклі  $\sum_{i=1}^n \frac{1}{x^2} + 1$

*Крок 4.* Деталізуємо дію знаходження факторіалу числа  $i!$  у внутрішньому циклі

*Крок 5.* Деталізуємо дію підрахунку добутку  $\prod_{i=1}^n \frac{x}{i!}$  у внутрішньому циклі

Загальна блок-схема алгоритму циклічного обчислювального процесу із подвійним вкладенням циклу наведено на рисунку 8.

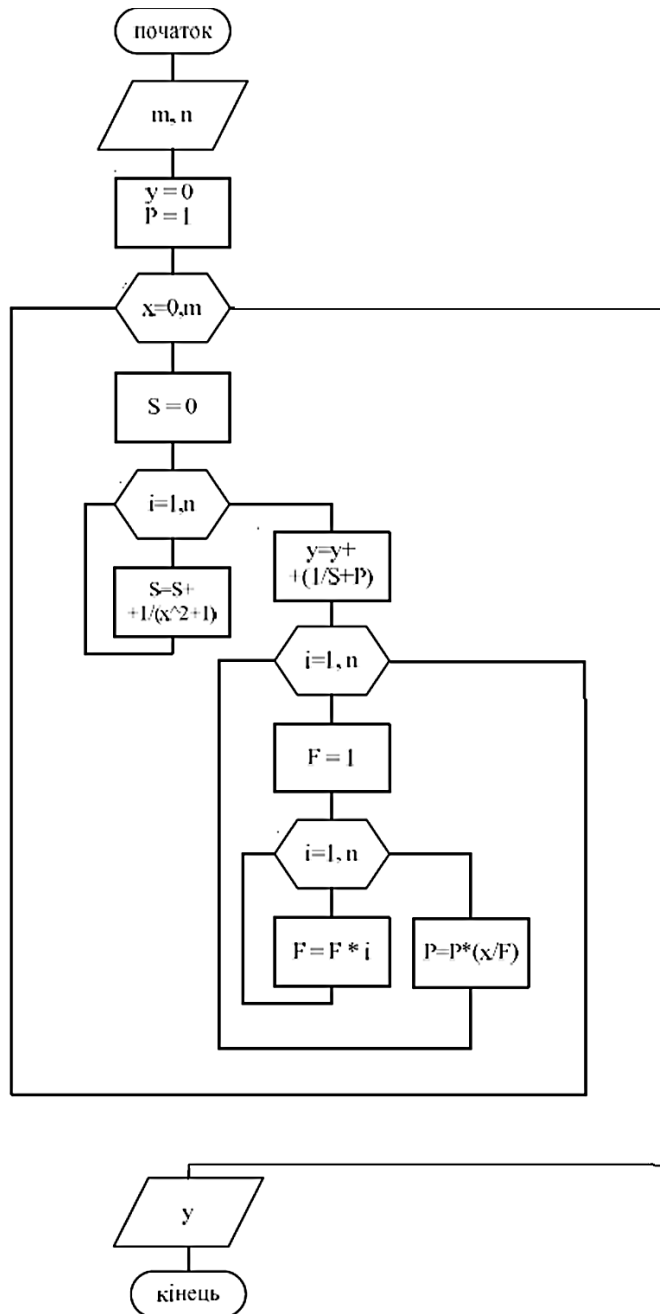


Рис.8 Блок-схема алгоритму циклічного обчислювального процесу із подвійним вкладенням

### Індивідуальне завдання

1. Виконати завдання згідно варіанту (табл.5)
2. Декомпонувати задачу, описати постановку.
3. Програмну специфікацію навести у псевдокодї та графічній формї.

№	Опис завдання
1	$y = \begin{cases} x^2 + 4x^x + 2, & x \geq 0 \\ \prod_{i=1}^4 (x + x^{i-1}), & x < 0 \end{cases}$ $x \in [-5,4] \quad h = 0,25$
2	$y = \begin{cases} x \sum_{i=1}^4 \frac{x^2+8}{i}, & x < 4 \\ 3x^2 - 5, & x \geq 4 \end{cases},$ $x \in [1,6] \quad h = 0,2$
3	$y = \begin{cases} \sum_{i=2}^4 (i+x)(i-x^2), & x < 0 \\ x^2 + \frac{x}{2}, & x \geq 0 \end{cases}$ $x \in [-4,4] \quad h = 0,5$
4	$y = \begin{cases} \prod_{i=0}^3 x^2 + i, & x \leq 3 \\ (x+2)(x^2-3), & x > 3 \end{cases}$ $x \in [-2,8] \quad h = 0,5$
5	$y = \begin{cases} \sum_{i=1}^6 \frac{x+i}{x-i}, & x < 1 \\ x^2 + 5x + 4, & x \geq 1 \end{cases},$ $x \in [-2,5] \quad h = 0,2$
6	$y = \begin{cases} \prod_{i=4}^7 \frac{i+x}{i-x}, & x < 3 \\ (x+2)(x-2), & x \geq 3 \end{cases}$ $x \in [-1,6] \quad h = 0,3$
7	$y = \begin{cases} x^2 \sum_{i=2}^6 (i^2 - x), & x < 2 \\ x + 2(x^2 - x), & x \geq 2 \end{cases}$ $x \in [-3,8] \quad h = 0,5$
8	$y = \begin{cases} x^2 + \sum_{i=0}^4 \frac{x+2i}{x-i}, & x > 4 \\ 3x^2 + 5x - 1, & x \leq 4 \end{cases},$ $x \in [0,8] \quad h = 0,4$
9	$y = \begin{cases} \prod_{i=5}^7 \frac{i+x}{i-x}, & x \leq 4 \\ x^{x-5} + 10, & x > 4 \end{cases},$ $x \in [1,7] \quad h = 0,25$

№	Опис задания
10	$y = \begin{cases} x^2 \sum_{i=3}^7 \frac{2i}{x+i}, & x > 3 \\ \frac{5+x}{x} + 8, & x \leq 3 \end{cases},$ $x \in [0,1,7] \quad h = 0,2$
11	$y = \begin{cases} (x+5) \sum_{i=3}^5 \frac{(i+x)^2}{3i}, & x < 2 \\ x^{5-x} + x, & x \geq 2 \end{cases},$ $x \in [-3,6] \quad h = 0,5$
12	$y = \begin{cases} 4x^2 + 2, & x < 0 \\ x + \prod_{i=1}^5 \frac{x^2}{i+1}, & x \geq 0 \end{cases},$ $x \in [-5,4] \quad h = 0,3$
13	$y = \begin{cases} x \sum_{i=1}^4 \frac{2x-i}{i}, & x \leq 2 \\ x^2 + \prod_{i=2}^4 (x+i), & x > 2 \end{cases},$ $x \in [0,7] \quad h = 0,4$
14	$y = \begin{cases} \sum_{i=1}^7 (x^2 + 3i), & x \leq 3 \\ x^{x-3} + \frac{2x}{3}, & x > 3 \end{cases},$ $x \in [0,8] \quad h = 0,2$
15	$y = \begin{cases} \prod_{i=1}^4 \frac{i+x}{i}, & x > 5 \\ 2x^2 + 3, & x \leq 5 \end{cases},$ $x \in [0,10] \quad h = 0,5$
16	$y = \begin{cases} x^2 - 5x^x + 2, & x \geq 0 \\ \prod_{i=1}^6 (x + x^{i-1}), & x < 0 \end{cases},$ $x \in [-3,6] \quad h = 0,25$
17	$y = \begin{cases} x \sum_{i=0}^5 \frac{x^2+6}{i}, & x < 4 \\ 2x^2 - 5, & x \geq 4 \end{cases},$ $x \in [1,6] \quad h = 0,2$
18	$y = \begin{cases} \sum_{i=2}^8 (i+x)(i-x^2), & x < 0 \\ x^2 + \frac{x}{2}, & x \geq 0 \end{cases},$ $x \in [-5,5] \quad h = 0,5$
19	$y = \begin{cases} \prod_{i=0}^5 x^2 + i, & x \leq 3 \\ (x+2)(x^2-3), & x > 3 \end{cases},$ $x \in [-2,8] \quad h = 0,5$

№	Опис задания
20	$y = \begin{cases} \sum_{i=1}^8 \frac{x+i}{x-i}, & x < 1 \\ x^2 + 5x + 4, & x \geq 1 \end{cases},$ $x \in [-3,6] \quad h = 0,2$
21	$y = \begin{cases} \prod_{i=3}^9 \frac{i+x}{i-x}, & x < 3 \\ (x+2)(x-2), & x \geq 3 \end{cases},$ $x \in [-1,6] \quad h = 0,3$
22	$y = \begin{cases} x^2 \sum_{i=2}^8 (i^2 - x), & x < 2 \\ x + 2(x^2 - x), & x \geq 2 \end{cases},$ $x \in [-3,8] \quad h = 0,5$
23	$y = \begin{cases} x^2 + \sum_{i=0}^4 \frac{x+2i}{x-i}, & x > 5 \\ 3x^2 + 5x - 1, & x \leq 5 \end{cases},$ $x \in [0,10] \quad h = 0,4$
24	$y = \begin{cases} \prod_{i=5}^7 \frac{i+x}{i-x}, & x \leq 3 \\ x^{x-5} + 10, & x > 3 \end{cases},$ $x \in [1,7] \quad h = 0,25$
25	$y = \begin{cases} \prod_{i=0}^6 x^2 + i, & x \leq 4 \\ (x+2)(x^2 - 3), & x > 4 \end{cases},$ $x \in [-1,7] \quad h = 0,5$
26	$y = \begin{cases} x^2 + 3x^x + 2, & x \geq 1 \\ \prod_{i=1}^4 (x + x^{i-1}), & x < 1 \end{cases},$ $x \in [-6,5] \quad h = 0,2$
27	$y = \begin{cases} \sum_{i=2}^8 (i+x)(i-x^2), & x < 0 \\ x^2 + \frac{x}{2}, & x \geq 0 \end{cases},$ $x \in [-4,4] \quad h = 0,5$
28	$y = \begin{cases} \prod_{i=0}^6 x^2 + i, & x \leq 3 \\ (x+2)(x^2 - 3), & x > 3 \end{cases},$ $x \in [-3,6] \quad h = 0,25$

№	Опис завдання
29	$y = \begin{cases} x^2 \sum_{i=3}^7 (i^2 - x), & x < 2 \\ x + 2(x^2 - x), & x \geq 2 \end{cases}$ $x \in [-2,7] \quad h = 0,5$
30	$y = \begin{cases} \prod_{i=0}^5 \frac{i+x}{i}, & x > 10 \\ 2x^2 + 3, & x \leq 10 \end{cases}$ $x \in [0,20] \quad h = 0,5$
31	$y = \begin{cases} x \sum_{i=1}^6 \frac{x^2+6}{i}, & x < 3 \\ 2x^2 - 5, & x \geq 3 \end{cases}$ $x \in [1,6] \quad h = 0,2$
32	$y = \begin{cases} \prod_{i=0}^6 x^2 + i, & x \leq 3 \\ (x+2)(x^2-3), & x > 3 \end{cases}$ $x \in [-3,9] \quad h = 0,5$
33	$y = \begin{cases} x^2 + \sum_{i=0}^4 \frac{x+2i}{x-i}, & x > 6 \\ 3x^2 + 5x - 1, & x \leq 6 \end{cases}$ $x \in [0,12] \quad h = 0,4$
34	$y = \begin{cases} x \sum_{i=1}^7 \frac{x^2+8}{i}, & x < 4 \\ 3x^2 - 3, & x \geq 4 \end{cases}$ $x \in [0,8] \quad h = 0,2$
35	$y = \begin{cases} (x+5) \sum_{i=1}^6 \frac{(i+x)^2}{3i}, & x < 3 \\ x^{5-x} + x, & x \geq 3 \end{cases}$ $x \in [-3,6] \quad h = 0,5$

### Вимоги до звіту

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш;
- назву та мету роботи;
- варіант;
- постановку задачі;
- побудову математичної моделі;

- псевдокод алгоритму;
- блок схема алгоритму;
- випробування алгоритму;
- висновки.

### **Критерії оцінювання**

Критерії оцінювання в процентах від максимального балу:

постановка задачі - 20%;

побудова математичної моделі – 20%

псевдокод алгоритму - 25%;

блок схема алгоритму – 25%

випробування алгоритму - 5%;

висновки - 5%.

### **Контрольні запитання**

1. Назвіть способи поєднання базових структур в складному алгоритмі.
2. Що таке вкладений цикл?
3. Який цикл називають внутрішнім циклом?
4. Який цикл називають зовнішнім циклом?
5. У яких випадках доцільно використовувати вкладені цикли і чому?

## Лабораторна робота 6

### РЕКУРСИВНІ АЛГОРИТМИ

**Мета** - дослідити особливості роботи рекурсивних алгоритмів та набути практичних навичок їх використання під час складання програмних специфікацій підпрограм.

#### Основні теоретичні відомості

Рекурсивним називається процес, що звертається до самого себе. В мовах програмування існує механізм рекурсії підпрограм, коли логіка обробки значень у підпрограмі базується на результатах багаторазового виклику підпрограми в її тілі.

Структурно рекурсивна функція на верхньому рівні завжди є командою розгалуження, що має дві або більше альтернативні гілки, з яких одна є рекурсивною і хоча б одна - термінальною.

Рекурсивна гілка виконується, коли умова припинення рекурсії помилкова, і містить хоча б один рекурсивний виклик.

Термінальна гілка виконується, коли умова припинення рекурсії є істиною. Вона повертає деяке значення, не виконуючи рекурсивного виклику.

Зазвичай рекурсивні алгоритми реалізуються на базі допоміжних алгоритмів.

*Приклад застосування допоміжних алгоритмів під час складання програмних специфікацій*

Задача Дані дві послідовності натуральних чисел. Підрахувати кількість пар  $(x_i, y_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , у яких числа кратні один одному, тобто, або  $x_i$  ділиться націло на  $y_i$ , або навпаки. Обчислити суму часток від ділення у знайдених парах. Підрахувати кількість некратних пар та обчислити суму залишків від ділення в цих парах.

*Розв'язання*

Частина дій в задачі повторюється багато разів. Складемо блок-схему ділення двох натуральних чисел  $m$  і  $n$ . Знайдемо частку і залишок від ділення більшого числа на менше. Алгоритм використовуватимемо як допоміжний. Програмну специфікацію напишемо у графічній формі у вигляді блок-схеми.

Крок 1. Визначимо основні дії.

Крок 2. Деталізуємо дію ділення двох натуральних чисел, як допоміжний алгоритм DIV

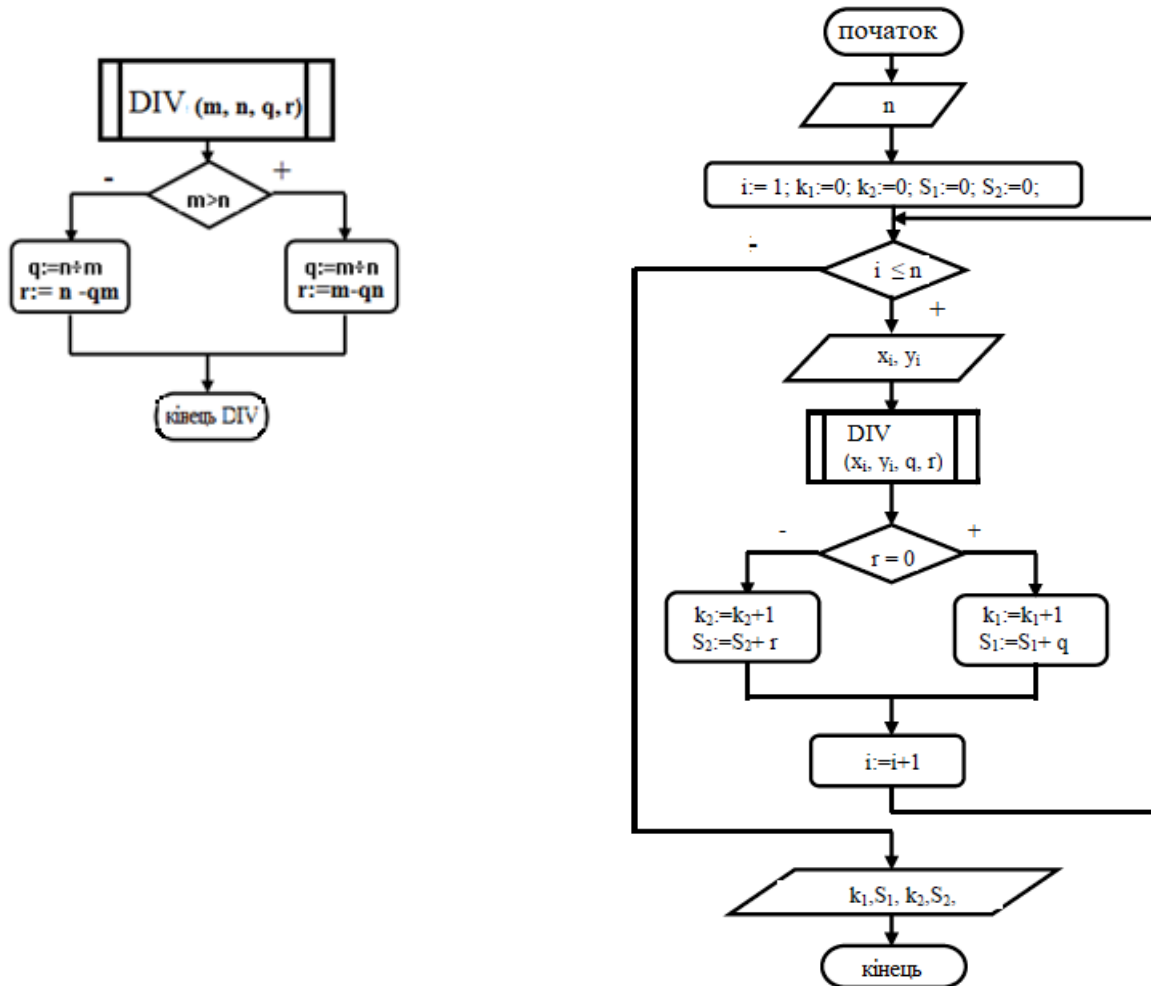
Крок 3. Деталізуємо дію знаходження кількості кратних пар

Крок 4. Деталізуємо дію знаходження кількості некратних пар

Крок 5. Деталізуємо дію знаходження суми залишків в некратних парах

Крок 6. Деталізуємо дію знаходження суми часток від ділення в кратних парах

Загальна блок-схема допоміжного та основного алгоритму наведена на рисунку 9 (a,b).



a)

b)

Рис.9 Загальна блок-схема допоміжного a) та основного алгоритму b)

Приклад застосування рекурсивних алгоритмів під час складання програмних специфікацій

Задача Обчислити факторіал заданого числа.

*Розв'язання*

Складемо блок – схему обчислення факторіалу числа. Алгоритм використовуватимемо як допоміжний. Програмну специфікацію напишемо у графічній формі у вигляді блок-схеми.

*Крок 1.* Визначимо основні дії.

*Крок 2.* Деталізуємо дію знаходження факторіалу числа, як допоміжний алгоритм DIV

*Крок 3.* Деталізуємо дію виклику допоміжного алгоритму з основного

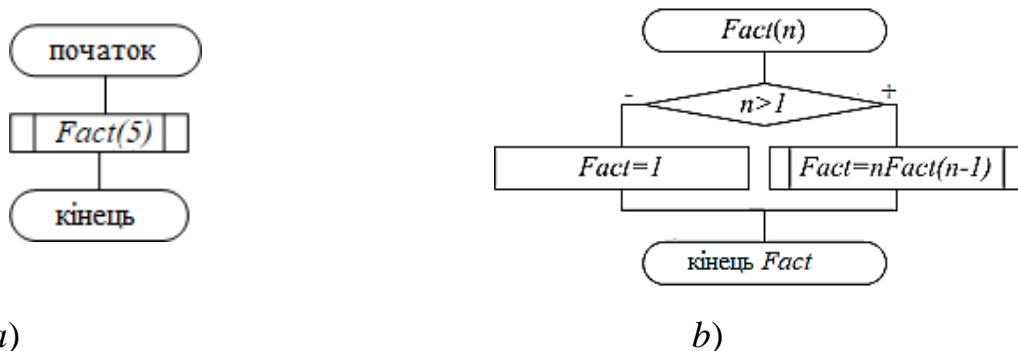


Рис.10 Основний (a) та допоміжний (b) алгоритми знаходження факторіалу числа.

### Індивідуальне завдання

1. Виконати завдання згідно варіанту (табл.6)
2. Декомпонувати задачу, описати постановку.
3. Програмну специфікацію навести у псевдокоді та графічній формі.
4. Програмну реалізацію алгоритму на обраній та узгодженій з викладачем мові програмування.

№	Опис завдання
1	Перетворення додатного цілого десяткового значення в значення у двійковій системі числення
2	Знайти з точністю $\epsilon$ корінь рівняння $f(x)=\sqrt[n]{x}$ на відрізку $[a, b]$ методом ділення відрізка навпіл.
3	Обчислити добуток двох цілих додатних чисел $f(a,b)=ab$ за таким алгоритмом: $f(a,b)=a+ f(a,b-1)$ , якщо $b$ – непарне, $f(a,b)=2f(a,b/2)$ , якщо $b$ – парне, $f(a,b)=0$ , якщо $b=0$ .
4	Обчислити спільний дільник для двох цілих десяткових чисел
5	Обчислити суму двох цілих невід'ємних чисел шляхом багаторазового додавання числа 1, наприклад: $6 + 10 = (6 + 1) + 9 = (7 + 1) + 8 = \dots$
6	Утворити із заданого натурального числа нове число шляхом запису його цифр у зворотному порядку. Наприклад, для числа 1234 необхідно отримати відповідь 4321.
7	Перетворення додатного цілого десяткового значення в значення у вісімковій системі числення
8	Обчислити суму елементів геометричної прогресії, що убиває: початкове значення – 50, кінцеве значення – 1, крок – 2
9	Обчислити значення математичної залежності $\sqrt{1 + \sqrt{2 + \dots + \sqrt{n}}}$
10	Сформуувати послідовність з 10 чисел Фібоначчі: перші два значення дорівнюють 0 та 1, а кожне наступне значення – це сума двох попередніх
11	Визначити кількість цифр в заданому числі.
12	Обчислити суму елементів арифметичної прогресії, що убиває: початкове значення – $3\pi$ , кінцеве – $-4\pi$ , крок – $\pi/2$
13	Перетворення значення у двійковій системі числення в десяткове значення.
14	Задано цілі числа $m, n: 0 \leq m \leq n$ . Обчислити біноміальний коефіцієнт $C_n^m$ за такою формулою: $C_n^0=C_n^n = 1; \quad C_n^m=C_{n-1}^m+C_{n-1}^{m-1}$

№	Опис завдання
15	Задано перший член і різницю арифметичної прогресії. Визначити $n$ -й член прогресії та суму $n$ перших членів прогресії.
16	Дано натуральне число $n$ . Отримати всі прості дільники цього числа.
17	Задано трикутник розміром $m \times n$ , де $m, n$ – цілі числа і $m > 0, n > 0$ . Обчислити площу трикутника на основі залежності: $S(n, m) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } n = m = 1; \\ S(n-1, m) + m, & \text{якщо } n > 1; \\ S(n, m-1) + 1, & \text{якщо } m > 1. \end{cases}$
18	Знайти натуральне число від 1 до $n$ з максимальною сумою дільників.
19	Задано натуральне $n$ . Обчислити $\sum_{k=1}^n \frac{a_k - b_k}{k!}$ $a_1 = 1, a_k = 0.5(\sqrt{b_{k-1}} + 5\sqrt{a_{k-1}}),$ $b_1 = 1, b_k = 2a_{k-1}^2 + b_{k-1}.$
20	Обчислити значення квадрата цілого додатного числа $n$ , якщо відома залежність $n^2 = (n-1)^2 + 2 \cdot (n-1) + 1$
21	Написати рекурсивну функцію для розрахунку ступеня $n$ дійсного числа $a$ ( $n$ — натуральне число).
22	Обчислити кількість комбінацій з $n$ різних елементів по $m$ . Кількість комбінацій визначається формулою $C_n^m = \begin{cases} 1, & \text{якщо } m = 0, n > 0 \text{ або } m = n \geq 0; \\ 0, & \text{якщо } m > n \geq 0; \\ C_{n-1}^{m-1} + C_{n-1}^m & \text{в інших випадках.} \end{cases}$
23	Обчислити добуток цифр та кількість цифр натурального числа $A$ .
24	Задано перший член і знаменник геометричної прогресії. Визначити $n$ -й член прогресії та суму $n$ перших членів прогресії.
25	Отримати всі піфагорові трійки натуральних чисел, кожне з яких не перевищує $n$ , тобто всі такі трійки натуральних чисел $a, b, c$ , що $a^2 + b^2 = c^2$ ( $a \leq n, b \leq n, c \leq n$ ).
26	Задано натуральне $n$ . Обчислити $\sum_{k=m}^n \frac{(-1)^k}{k!} \left( \frac{a_k + 2}{3} \right)^k,$ $a_0 = 1, a_k = \sqrt{4a_{k-1} + 2}$
27	Перетворення значення у двійковій системі числення в шістнадцятиричне значення.

№	Опис завдання
28	Обчислити значення функції Аккермана для двох невід'ємних цілих чисел $n$ та $m$ , де: $A(n, m) = \begin{cases} m + 1, & \text{якщо } n = 0; \\ A(n - 1, 1), & \text{якщо } n \neq 0, m = 0; \\ A(n - 1, A(n, m - 1)), & \text{якщо } n > 0, m > 0. \end{cases}$
29	Перетворення натурального числа з десяткової системи числення у двійкову.
30	Обчислити значення математичної залежності $\sqrt{n + \sqrt{n - 1 + \dots + \sqrt{1}}}$
31	Дано перший член і різницю арифметичної прогресії, знайти $n$ -й член прогресії.
32	Дано перший член і різницю арифметичної прогресії, знайти суму $n$ перших членів прогресії.
33	Перетворення натурального числа з десяткової системи числення у шістнадцятиричне значення.
34	Перетворення числа $A$ із шістнадцятиричної системи числення в десяткову.
35	Визначити, чи є задане натуральне число простим. Простим називають натуральне число, яке більше за «1» та не має інших дільників, окрім одиниці та самого себе.

### Вимоги до звіту

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш;
- назву та мету роботи;
- варіант;
- постановку задачі;
- побудову математичної моделі;
- псевдокод алгоритму;
- блок схема алгоритму;
- код програми;
- тестування програми;
- висновки.

## **Критерії оцінювання**

Критерії оцінювання в процентах від максимального балу:

- постановка задачі - 15%;
- побудова математичної моделі – 15%
- псевдокод алгоритму - 20%;
- блок схема алгоритму – 20%
- код програми – 20 %;
- тестування програми – 5%;
- висновки - 5%.

## **Контрольні запитання**

1. Дати визначення «функція» та «процедура». В чому їх істотна відмінність?
2. Що таке рекурсія? В чому відмінність простої та складної рекурсії?
3. Опишіть структуру рекурсивної функції.
4. Які форми рекурсивних підпрограм існують?
5. Якій механізм збереження рекурсивних підпрограм в пам'яті комп'ютера?
6. Опишіть переваги та недоліки рекурсивних алгоритмів.

## Лабораторна робота 7

### ЛІНІЙНИЙ ПОШУК В ПОСЛІДОВНОСТЯХ

**Мета** – дослідити методи послідовного пошуку у впорядкованих і неупорядкованих послідовностях та набути практичних навичок їх використання під час складання програмних специфікацій.

#### Основні теоретичні відомості

Пошук є однією з найчастіше використовуваних операцій у програмуванні. Взагалі, різноманітних видів пошуку дуже багато і вони розрізняються між собою способом організації даних. Але у кожному алгоритмі пошуку є свої переваги і недоліки.

*Лінійний пошук* - найпростіший вид пошуку деякого елемента серед інших, що здійснюється за допомогою перевірки кожного елемента до тих пір, поки вони не будуть збігатися. Загальна ідея цього виду пошуку така: усі елементи розглядаються послідовно, один за одним. Перевагами такого пошуку є простота його реалізації, він не потребує додаткового об'єму пам'яті або додаткової роботи з функціями. Це дозволяє працювати вже під час отримання даних.

Застосовується лінійний пошук у будь-яких операціях обробки послідовності значень. Послідовність значень розглядається як іменована сукупність значень одного типу, кожне з яких розташовується на певному місці і має власний порядковий номер (індекс).

Для обробки значень елементів послідовностей використовується оператор повторення. Дії в тілі оператора повторення виконуються  $n$  разів (де  $n$  – кількість елементів у послідовності). За допомогою змінної  $i$  можна звернутися до кожного з елементів послідовності за його порядковим номером, наприклад  $A[i]$ .

*Бінарний пошук*, це такий вид пошуку, у якому пошук елемента з множини відбувається за допомогою ділення деякої кількості раз цієї множини навпіл. Бінарний пошук застосовується для відсортованих множин.

Перевагами такого пошуку є швидкість пошуку, якщо порівнювати з послідовним пошуком. Але є й такий недолік, що двійковий пошук може використовуватись лише на упорядкованій множині.

*Інтерполяційний пошук* здійснюється у впорядкованому масиві за величиною ключів кожного елемента. У цьому алгоритмі пошуку величини повинні бути рівномірно розподілені у деякому їх інтервалі від  $x$  до  $y$ . З цього виходить, що якщо є відома величина  $C$  ключа пошуку, то положення потрібного нам запису можливо передбачити, а не шукати у всьому файлі. Цей пошук використовується частіше, ніж бінарний.

*Приклад розв'язання задачі на лінійний пошук у послідовності*

Задача. Задано послідовність значень  $A[n]$ . Знайти мінімальне значення у послідовності

*Розв'язання*

Програмні специфікації напишемо у псевдокодi та графічній формi у вигляді блок-схеми.

*Крок 1.* Визначимо основні дії.

*Крок 2.* Деталізуємо дію ініціалізації початкових значень для пошуку (визначення мінімального значення як першого елемента послідовності ( $Min := A[1]$ )).

*Крок 3.* Деталізуємо дію перебору та перегляду елементів послідовності з використанням оператора повторення. Повторення виконується  $n$  разів, тобто поки  $i$  не буде дорівнювати  $n+1$ .

*Псевдокод*

<i>крок 1</i>	<i>крок 2</i>	<i>крок 3</i>
<b><i>початок</i></b>	<b><i>початок</i></b>	<b><i>початок</i></b>
<u><i>Ініціалізація початкових значень для пошуку</i></u>	$Min := A[1]$	$Min := A[1]$
	$i := 2$	$i := 2$
<u><i>Перебір та перегляд елементів послідовності</i></u>	<u><i>Перебір та перегляд елементів послідовності</i></u>	<b><i>повторити</i></b>
		<b><i>якщо <math>A[i] &lt; Min</math></i></b>
<b><i>кінець</i></b>	<b><i>кінець</i></b>	<b><i>то</i></b>

$Min := A[i]$

**все якщо**

$i := i + 1$

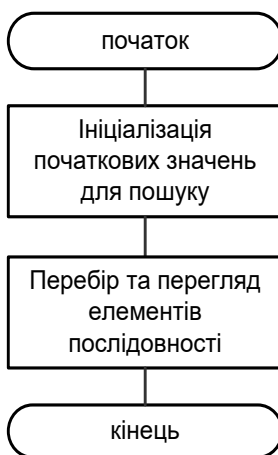
**поки  $i \leq N$**

**все повторити**

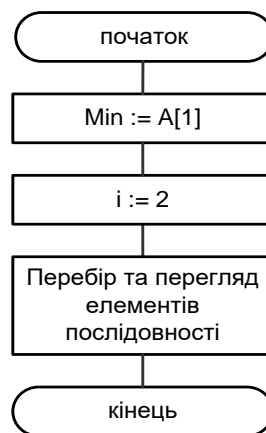
**кінець**

### Блок-схема

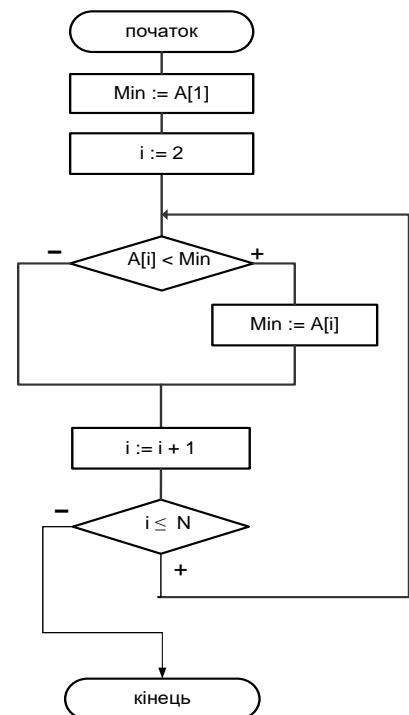
#### крок 1



#### крок 2



#### крок 3



### Індивідуальне завдання

Розробити алгоритм та написати програму, яка складається з наступних дій:

1. Опису трьох змінних індексованого типу з 10 символних значень.
2. Ініціювання двох змінних виразами згідно з варіантом (табл. 7).
3. Ініціювання третьої змінної рівними значеннями двох попередніх змінних.
4. Обробки третьої змінної згідно з варіантом.

№	Вираз для обчислення елемента		Знайти
	1-го масиву	2-го масиву	
1	$117 + i$	$127 - 2 * i$	Суму двох мінімальних елементів
2	$5 * i + 30$	$60 - 5 * i$	Добуток елементів, коди яких менше 40
3	$55 - 2 * i$	$40 + 3 * i$	Знайти значення, яке є мінімальним та, більшим за задане P
4	$2 * i + 23$	$49 - 2 * i$	Різницю між кодами максимального та мінімального елементів
5	$120 - i$	$110 + i$	Кількість елементів, коди яких менше 115
6	$73 - i$	$64 + 2 * i$	Кількість елементів між максимальним та мінімальним елементами
7	$95 - 3 * i$	$74 + 3 * i$	Середнє арифметичне елементів, коди яких менше 82
8	$45 + 2 * i$	$61 - 2 * i$	Середнє арифметичне елементів, коди яких більше 55
9	$i * i + 76$	$85 - i$	Кількість елементів, коди яких діляться на 5
10	$100 + i$	$110 - i * i$	Добуток кодів елементів
11	$2 * i + 40$	$52 - 2 * i$	Елемент, який має максимальний код
12	$95 + i$	$105 - i$	Суму елементів, коди яких більше 101
13	$62 + 3 * i$	$74 - i$	Суму кодів мінімального та максимального елементів
14	$i + 58$	$63 - i$	Елемент, який має мінімальний код
15	$43 - i$	$37 + i$	Добуток елементів, коди яких більше 40
16	$115 + i$	$125 - 2 * i$	Суму двох максимальних елементів
17	$5 * i + 25$	$55 - 5 * i$	Добуток елементів, коди яких менше 82
18	$60 - 2 * i$	$40 + 3 * i$	Перше входження елемента з кодом 52
19	$2 * i + 22$	$48 - 2 * i$	Суму кодів між максимальним та мінімальним елементами

№	Вираз для обчислення елемента		Знайти
	1-го масиву	2-го масиву	
20	$130 - i$	$120 + i$	Кількість елементів, коди яких менше 127
21	$74 - i$	$64 + 2 * i$	Суму двох мінімальних елементів
22	$92 - 3 * i$	$71 + 3 * i$	Середнє арифметичне елементів, коди яких менше 82
23	$35 + 3 * i$	$56 - 2 * i$	Середнє арифметичне елементів, коди яких більше 38
24	$i * i + 76$	$80 - i$	Суму парних кодів елементів
25	$100 + i$	$110 - i * i$	Добуток кодів елементів, більших за 100
26	$2 * i + 42$	$54 - 2 * i$	Елементи, які менші за максимальний код
27	$95 + i$	$105 - i$	Суму елементів, коди яких більше 101
28	$66 + 3 * i$	$78 - i$	Суму кодів мінімального та максимального елементів
29	$i + 58$	$63 - i$	Елементи, які менші за середньоарифметичне
30	$43 - i$	$37 + i$	Добуток елементів, коди яких більше 40
31	$120 - i$	$110 + i$	Замінити максимальний елемент середньоарифметичним
32	$74 - i$	$65 + 2 * i$	Кількість елементів, коди яких менше 67
33	$93 - 3 * i$	$72 + 3 * i$	Суму непарних кодів елементів
34	$44 + 2 * i$	$55 - 2 * i$	Кількість елементів, коди яких діляться на 3
35	$i * i + 74$	$78 - i$	Суму двох мінімальних елементів

### Вимоги до звіту

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш;
- назву та мету роботи;
- варіант;
- постановку задачі;

- побудову математичної моделі;
- псевдокод алгоритму;
- блок схема алгоритму;
- код програми;
- тестування програми;
- висновки.

### **Критерії оцінювання**

Критерії оцінювання в процентах від максимального балу:

- постановка задачі - 15%;
- побудова математичної моделі – 15%
- псевдокод алгоритму - 20%;
- блок схема алгоритму – 20%
- код програми – 20 %;
- тестування програми – 5%;
- висновки - 5%.

### **Контрольні запитання**

1. У чому полягає ідея лінійного пошуку? Сформулюйте умову припинення перегляду елементів.
2. У якому випадку може використовуватися бінарний пошук? У чому його основна ідея?
3. Сформулюйте алгоритм бінарного пошуку.
4. Що таке інтерполяційний пошук? Сформулюйте алгоритм перегляду елементів.
5. Опишіть переваги та недоліки різних алгоритмів пошуку.

## Лабораторна робота 8

### АЛГОРИТМИ ПОШУКУ ТА СОРТУВАННЯ

**Мета** – дослідити алгоритми пошуку та сортування, набути практичних навичок використання цих алгоритмів під час складання програмних специфікацій.

#### Основні теоретичні відомості

Матриця розглядається як іменована сукупність декількох послідовностей значень, де кожен елемент має два порядкові номери (індекси): перший – номер послідовності, другий – номер елемента в обраній послідовності.

Для обробки значень елементів матриці використовуються два оператори повторення: один вкладений в другий. За допомогою змінної  $i$  можна звернутися до послідовності, а змінної  $j$  – до елемента послідовності, наприклад  $A[i,j]$  (рис.11).

	1	2	3	...	j	...	m
1							
2							
...							
i							
...							
n							

Рис.11. Матриця, де  $i$  – номер послідовності (рядок),  $j$  – номер елемента (стовбець). Елемент  $A[i,j]$  знаходиться на перетині рядка та стовбця.

Задачі на перетворення матриць або послідовностей передбачають використання операторів повторення та їх з'єднання. Будь-якій операції перетворення передує виконання лінійного пошуку.

Сортування послідовностей – це процес упорядкування елементів послідовностей за певним критерієм. Будь-яке сортування передбачає використання вкладених дій повторення.

Розглянемо найпростіші алгоритми бульбашки та вибірки на прикладі сортування послідовності  $A[n]$  за зростанням:

*Алгоритм бульбашки*

**початок**

$k := 1$

**поки**  $k \leq N$  // кількість проходжень по послідовності

**повторити** // залежить від розмірності послідовності

$i := N$  // перебір елементів послідовності з кінця

**поки**  $i > k$  // до вже впорядкованих елементів

**повторити**

**якщо**  $A[i] < A[i-1]$  то // порівняння сусідніх елементів

$temp := A[i]$  // якщо правий елемент має більше

$A[i] := A[i-1]$  // значення, то обмін їх місцями через

$A[i-1] := temp$  // змінну *temp*

**все якщо**

$i := i - 1$

**все повторити**

$k := k + 1$

**все повторити**

**кінець**

*Алгоритм вибірки*

**початок**

$k := 1$  // кількість проходжень по послідовності

**поки**  $k < N$

**повторити**

$indMin := k$  // запам'ятати індекс найменшого значення

$i := k + 1$

```

    поки  $i \leq N$  // перебір елементів послідовності з
    повторити // наступного  $i$  до кінця
    якщо  $A[i] < A[indMin]$  // порівняння поточного елемента  $A[i]$  з
то // найменшим  $A[indMin]$ 
     $indMin := i$  // якщо поточний елемент менший, то
все якщо // запам'ятати його індекс
     $i := i + 1$ 
все повторити
     $temp := A[k]$  // після знаходження мінімального
     $A[k] := A[indMin]$  // значення в невпорядкованій частині
     $A[indMin] := temp$  // обміняти його місцями з елементом  $A[k]$ 
     $k := k + 1$ 
все повторити
кінець

```

*Задача.* Задано множину послідовностей значень  $A[m,n]$ . Замінити в кожному стовпці множини  $A[m,n]$  додатні значення на суму елементів цього стовпця.

*Крок 1.* Визначимо основні дії.

*Крок 2.* Деталізуємо дію перебору стовпців множини послідовностей.

*Крок 3.* Деталізуємо дію обчислення суми елементів стовпців.

*Крок 4.* Деталізуємо дію заміщення додатних значень у стовпці на знайдену суму.

## Псевдокод

крок 1

початок

Перебір стовпців

множини

послідовностей

Обчислення суми  
елементів стовпців

Заміщення

додатних чисел в  
стовпці на

знайдену суму

кінець

крок 2

початок

$j := 1$

поки  $j \leq N$

повторити

Обчислення

суми елементів  
стовпців

Заміщення

додатних  
значень в

стовпці на

знайдену суму

$j := j + 1$

все повторити

кінець

крок 3

початок

$j := 1$

поки  $j \leq N$

повторити

$i := 1$

$S := 0$

поки  $i \leq M$

повторити

$S := S + A[i, j]$

$i := i + 1$

все повторити

Заміщення додатних

значень в стовпці на

знайдену суму

$j := j + 1$

все повторити

кінець

крок 4

початок

$j := 1$

поки  $j \leq N$

повторити

$i := 1$

$S := 0$

поки  $i \leq M$

повторити

$S := S + A[i, j]$

$i := i + 1$

все повторити

$i := 1$

поки  $i \leq M$

повторити

якщо  $A[i, j] > 0$  то

$A[i, j] := S$

все якщо

$i := i + 1$

все повторити

$j := j + 1$

все повторити

кінець

Блок - схема

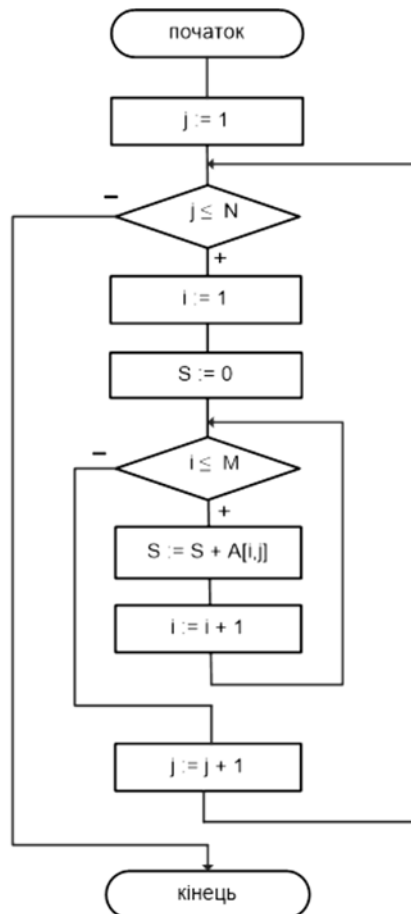
крок 1



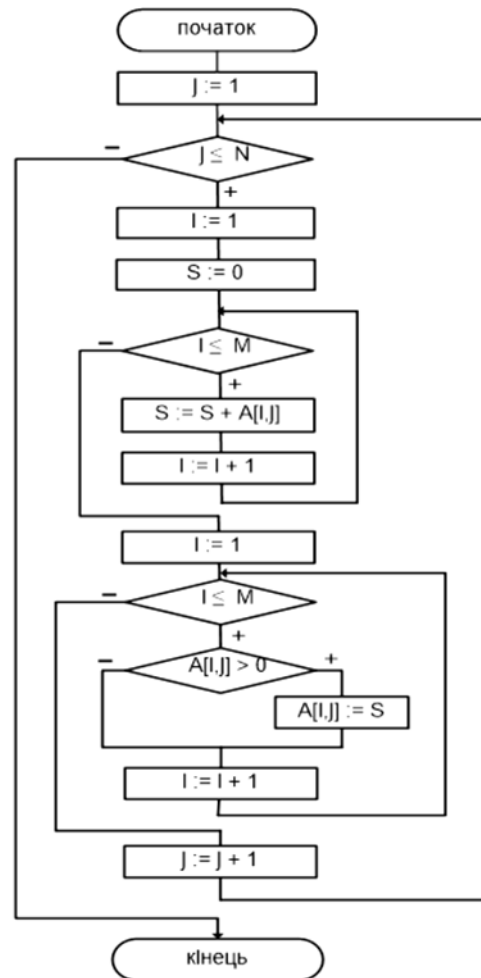
крок 2



крок 3



крок 4



Задача Задано послідовність  $A[n]$ . Сформувати нову послідовність  $V[m]$  з додатних значень послідовності  $A[n]$  та відсортувати її за зростанням алгоритмом бульбашки.

*Розв'язання*

Програмні специфікації напишемо у псевдокоді та графічній формі у вигляді блок-схеми.

*Крок 1.* Визначимо основні дії.

*Крок 2.* Деталізуємо дію формування послідовності  $V[m]$ , де  $m$  – кількість додатних значень послідовності  $A[n]$ .

*Крок 3.* Деталізуємо дію сортування послідовності  $V[m]$ .

## Псевдокод

*крок 1*

**початок**  
Формування  
послідовності  
V[m]  
Сортування  
послідовності  
V[m]  
**кінець**

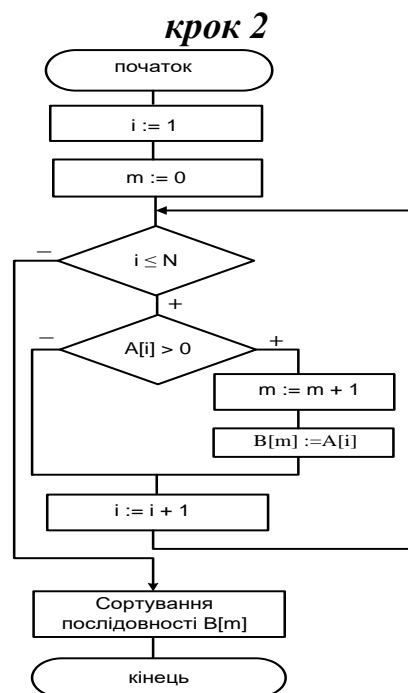
*крок 2*

**початок**  
 $i := 1$   
 $m := 0$   
**поки**  $i \leq N$   
    **повторити**  
        **якщо**  $A[i] > 0$  **то**  
             $m := m + 1$   
             $V[m] := A[i]$   
        **все якщо**  
             $i := i + 1$   
    **все повторити**  
Сортування  
послідовності V[m]  
**кінець**

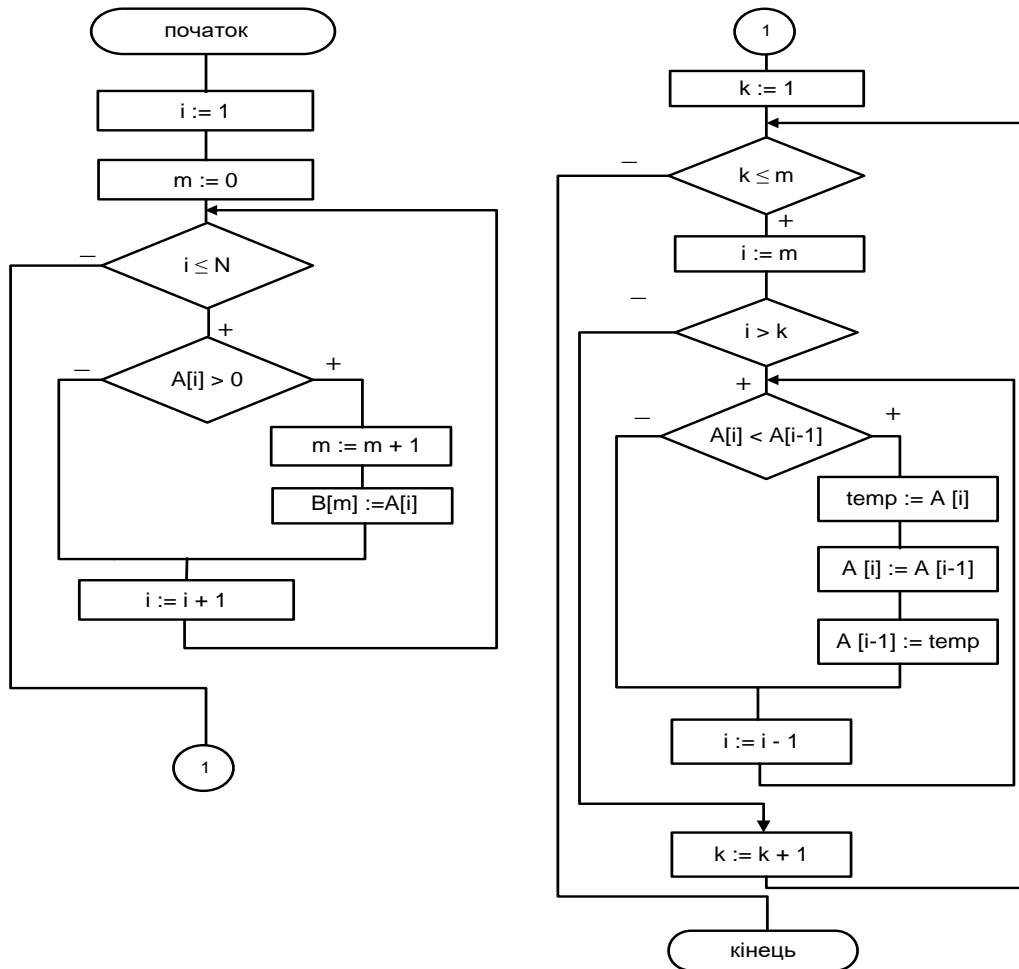
*крок 3*

**початок**  
 $i := 1$   
 $m := 0$   
**поки**  $i \leq N$   
    **повторити**  
        **якщо**  $A[i] > 0$  **то**  
             $m := m + 1$   
             $V[m] := A[i]$   
        **все якщо**  
             $i := i + 1$   
    **все повторити**  
 $k := 1$   
    **поки**  $k \leq m$   
        **повторити**  
             $i := m$   
            **поки**  $i < k$   
                **повторити**  
                    **якщо**  $A[i] < A[i-1]$  **то**  
                         $temp := A[i]$   
                         $A[i] := A[i-1]$   
                         $A[i-1] := temp$   
                **все якщо**  
                     $i := i - 1$   
        **все повторити**  
             $k := k + 1$   
    **все повторити**  
**кінець**

## Блок схема



### крок 3



### Індивідуальне завдання

Розробити алгоритм та написати програму, яка складається з наступних дій:

1. Опису змінної індексованого типу (двовимірний масив) згідно з варіантом (табл. 8).
2. Ініціювання змінної, що описана в п.1 даного завдання.
3. Створення нової змінної індексованого типу (одновимірний масив) та її ініціювання значеннями, що обчислюються згідно з варіантом (табл. 8).

№	Розмірність	Тип даних	Обчислення значень елементів одновимірного масиву
1	5 x 5	Цілий	Із значень елементів головної діагоналі двовимірного масиву. Відсортувати обміном за зростанням.
2	6 x 5	Дійсний	Із середнього арифметичного значення елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати обміном за спаданням.
3	6 x 4	Дійсний	Із суми значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати методом вставки за зростанням.
4	4 x 4	Цілий	Із мінімальних значень елементів стовпців двовимірного масиву. Відсортувати методом вставки за спаданням.
5	5 x 7	Цілий	Із суми значень елементів стовпців двовимірного масиву. Відсортувати методом бульбашки за зростанням.
6	7 x 5	Дійсний	Із максимальних значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати методом бульбашки за спаданням.
7	8 x 5	Дійсний	Із добутку значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати обміном за зростанням.
8	4 x 6	Цілий	Із максимальних значень елементів стовпців двовимірного масиву. Відсортувати обміном за спаданням.
9	6 x 6	Цілий	Із додатних значень елементів головної діагоналі двовимірного масиву. Відсортувати методом Шела за зростанням.

<b>№</b>	<b>Розмірність</b>	<b>Тип даних</b>	<b>Обчислення значень елементів одновимірного масиву</b>
10	4 x 8	Дійсний	Із мінімальних значень елементів стовпців двовимірного масиву. Відсортувати методом Шела за спаданням.
11	7 x 5	Дійсний	Із суми від'ємних значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати методом вставки за зростанням.
12	6 x 4	Цілий	Із максимальних значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати методом вставки за спаданням.
13	6 x 6	Цілий	Із додатних значень елементів головної діагоналі двовимірного масиву. Відсортувати методом бульбашки за зростанням.
14	4 x 6	Дійсний	Із добутку від'ємних значень елементів стовпців двовимірного масиву. Відсортувати методом бульбашки за спаданням.
15	8 x 5	Дійсний	Із суми додатних значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати обміном за зростанням.
16	5 x 7	Цілий	Із середнього арифметичного від'ємних значень елементів стовпців двовимірного масиву. Відсортувати обміном за спаданням.
17	6 x 5	Цілий	Із суми додатних значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати методом вставки за зростанням.
18	5 x 5	Дійсний	Із від'ємних значень елементів побічної діагоналі двовимірного масиву. Відсортувати методом вставки за спаданням.

<b>№</b>	<b>Розмірність</b>	<b>Тип даних</b>	<b>Обчислення значень елементів одновимірного масиву</b>
19	4 x 8	Дійсний	Із добутку значень елементів стовпців двовимірного масиву. Відсортувати методом Шела за зростанням.
20	5 x 4	Цілий	Із середнього арифметичного від'ємних значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати методом Шела за спаданням.
21	8 x 5	Цілий	Із добутку додатних значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати обміном за зростанням.
22	5 x 7	Дійсний	Із середнього арифметичного додатних значень елементів стовпців двовимірного масиву. Відсортувати обміном за спаданням.
23	8 x 4	Дійсний	Із добутку від'ємних значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати методом вставки за зростанням.
24	7 x 7	Цілий	Із значень елементів побічної діагоналі двовимірного масиву. Відсортувати методом вставки за спаданням.
25	5 x 8	Цілий	Із добутку додатних значень елементів стовпців двовимірного масиву. Відсортувати методом бульбашки за зростанням.
26	6 x 5	Дійсний	Із середнього арифметичного від'ємних значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати методом бульбашки за спаданням.

<b>№</b>	<b>Розмірність</b>	<b>Тип даних</b>	<b>Обчислення значень елементів одновимірного масиву</b>
27	8 x 4	Дійсний	Із добутку від'ємних значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати обміном за зростанням.
28	5 x 5	Цілий	Із додатних значень елементів головної діагоналі двовимірного масиву. Відсортувати обміном за спаданням.
29	5 x 8	Цілий	Із мінімальних значень елементів стовпців двовимірного масиву. Відсортувати методом Шела за зростанням.
30	7 x 6	Дійсний	Із добутку від'ємних значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати методом Шела за спаданням.
31	8 x 4	Дійсний	Із добутку значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати методом Шела за зростанням.
32	5 x 8	Цілий	Із середнього арифметичного від'ємних значень елементів стовпців двовимірного масиву. Відсортувати методом Шела за спаданням.
33	8 x 7	Цілий	Із добутку додатних значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати обміном за зростанням.
34	5 x 7	Дійсний	Із середнього арифметичного додатних значень елементів стовпців двовимірного масиву. Відсортувати обміном за спаданням.
35	8 x 4	Дійсний	Із добутку від'ємних значень елементів рядків двовимірного масиву. Відсортувати методом вставки за зростанням.

## **Вимоги до звіту**

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш;
- назву та мету роботи;
- варіант;
- постановку задачі;
- побудову математичної моделі;
- псевдокод алгоритму;
- блок схема алгоритму;
- код програми;
- тестування програми;
- висновки.

## **Критерії оцінювання**

Критерії оцінювання в процентах від максимального балу:

- постановка задачі - 15%;
- побудова математичної моделі – 15%
- псевдокод алгоритму - 20%;
- блок схема алгоритму – 20%
- код програми – 20 %;
- тестування програми – 5%;
- висновки - 5%.

## **Контрольні запитання**

1. Що таке сортування?
2. За якими ознаками можна класифікувати алгоритми сортування?
3. В чому полягає принцип сортування вибіркою?
4. В чому полягає принцип сортування бульбашкою?
5. Опишіть переваги та недоліки цих алгоритмів.

## Лабораторна робота 9

### АЛГОРИТМИ ОБХОДУ МАСИВІВ

**Мета** – дослідити алгоритми обходу масивів, набути практичних навичок використання цих алгоритмів під час складання програмних специфікацій.

#### Індивідуальне завдання

Опрацювати теоретичний лекційний матеріал, розробити алгоритм та написати програму, яка складається з наступних дій:

1. Опису змінної індексованого типу (двовимірний масив) згідно з варіантом (табл. 9).
2. Ініціювання змінної, що описана в п.1 даного завдання.
3. Обчислення змінної, що описана в п.1, згідно з варіантом (табл. 9).

Таблиця 9

№	Опис завдання
1	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . В кожному рядку матриці визначити присутність заданого дійсного числа $X$ і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом побічної діагоналі
2	Задано матрицю дійсних чисел $A[n,n]$ . Знайти суму елементів, розташованих вище головній діагоналі матриці.
3	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . При обході матриці по рядках знайти в ній перший додатний елемент $X$ і його місцезнаходження. Порівняти $X$ із середньоарифметичним значенням елементів під побічною діагоналлю.
4	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . В кожному стовпчику матриці визначити присутність заданого дійсного числа $X$ і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом побічної діагоналі.
5	Задано матрицю дійсних чисел $A[n,n]$ , ініціалізувати матрицю обходом по рядках. Знайти суму елементів, розташованих нижче головній діагоналі матриці.

№	Опис завдання
6	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . При обході матриці по стовпчиках знайти в ній перший мінімальний елемент і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом побічної діагоналі.
7	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . В кожному рядку матриці знайти останній від'ємний елемент і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом головної діагоналі.
8	Задано матрицю дійсних чисел $A[n,n]$ , ініціалізувати матрицю обходом по рядках. На головній діагоналі матриці знайти перший від'ємний і останній додатний елементи, та поміняти їх місцями з елементами побічної діагоналі.
9	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . При обході матриці по рядках знайти в ній останній нульовий елемент $X$ і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом першого стовбця.
10	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ , ініціалізувати матрицю обходом по стовбцях. У кожному стовпчику матриці знайти останній максимальний елемент і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом першого стовбця.
11	Задано матрицю дійсних чисел $A[n,n]$ , ініціалізувати матрицю обходом по рядках. На побічній діагоналі матриці знайти перший максимальний елемент і останній мінімальний елементи, та поміняти їх місцями з елементами головної діагоналі.
12	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . При обході матриці по стовпчиках знайти в ній останній мінімальний елемент і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом першого рядка.
13	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . В кожному рядку матриці знайти останній максимальний елемент і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом останнього стовбця.
14	Задано матрицю дійсних чисел $A[n,n]$ , ініціалізувати матрицю обходом по стовбцях. На головній діагоналі матриці знайти перший мінімальний і

№	Опис завдання
	останній максимальний елементи, та поміняти їх з елементами головній діагоналі.
15	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . При обході матриці по рядках визначити в ній присутність заданого дійсного числа $X$ і його місцезнаходження. Знайти кількість елементів, більших за $X$ , під головною діагоналлю.
16	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . В кожному стовпчику матриці знайти перший від'ємний елемент $X$ і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом останнього рядка.
17	Задано матрицю дійсних чисел $A[n,n]$ , ініціалізувати матрицю обходом по рядках. На побічній діагоналі матриці знайти перший додатний і останній від'ємний елементи, та поміняти їх місцями з елементами головній діагоналі.
18	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . При обході матриці по стовпчиках визначити в ній присутність заданого дійсного числа $X$ і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом середнього рядка.
19	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . У кожному рядку матриці знайти перший нульовий елемент $X$ і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом останнього стовбця.
20	Задано матрицю дійсних чисел $A[n,n]$ , ініціалізувати матрицю обходом по рядках. На головній діагоналі матриці знайти перший максимальний і останній мінімальний елементи, а також поміняти їх місцями з елементами побічної діагоналі.
21	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . При обході матриці по рядках знайти в ній останній максимальний елемент $X$ і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом першого стовбця.

№	Опис завдання
22	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . У кожному стовпчику матриці знайти останній додатний елемент $X$ і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом середнього рядка.
23	Задано матрицю дійсних чисел $A[n,n]$ , ініціалізувати матрицю обходом по стовбцям. Знайти середньоарифметичне значення $P$ елементів побічної діагоналі матриці. Елементи, розташовані вище головної діагоналі і є меншими за $P$ , обнулити.
24	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . При обході матриці по стовпчиках знайти в ній перший від'ємний елемент $X$ і його місцезнаходження. Підрахувати кількість елементів під побічною діагоналлю, менших за $X$ .
25	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . У кожному рядку матриці знайти останній мінімальний елемент $X$ і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом середнього стовбця.
26	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . При обході матриці по стовпчиках знайти в ній останній додатний елемент $X$ і його місцезнаходження. Підрахувати кількість елементів над побічною діагоналлю, більших за $X$ .
27	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . При обході матриці по рядках знайти в ній перший максимальний елемент $X$ і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом останнього стовбця.
28	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . У кожному стовпчику матриці знайти перший мінімальний елемент $X$ і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом першого рядка.
29	Задано матрицю дійсних чисел $A[n,n]$ , ініціалізувати матрицю обходом по стовбцях. На побічній діагоналі матриці визначити присутність заданого дійсного числа $X$ і його місцезнаходження. Порівняти значення $X$ із середньоарифметичним значенням елементів під побічною діагоналлю.
30	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . При обході матриці по рядках знайти в ній останній мінімальний елемент $X$ і його місцезнаходження. Порівняти

№	Опис завдання
	значення $X$ з середньоарифметичним значенням елементів під головною діагоналлю.
31	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . При обході матриці по стовпчиках знайти в ній перший мінімальний елемент $X$ і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом над головною діагоналлю, більших за середньоарифметичне значення.
32	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . При обході матриці по стовбцям знайти в ній перший додатний елемент $X$ і його місцезнаходження. Порівняти $X$ з середньоарифметичним значенням елементів над побічною діагоналлю.
33	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . У кожному рядку матриці знайти останній мінімальний елемент $X$ і його місцезнаходження. Обміняти знайдене значення $X$ з елементом останнього стовбця.
34	Задано матрицю дійсних чисел $A[m,n]$ . При обході матриці по рядках знайти в ній останній мінімальний елемент $X$ і його місцезнаходження. Порівняти значення $X$ із середньоарифметичним значенням елементів під побічною діагоналлю.
35	Задано матрицю дійсних чисел $A[n,n]$ , ініціалізувати матрицю обходом по стовбцях. У побічній діагоналі матриці визначити присутність заданого дійсного числа $X$ і його місцезнаходження. Порівняти значення $X$ із середньоарифметичним значенням елементів під головною діагоналлю.

### Вимоги до звіту

Звіт повинен містити:

- титульний аркуш;
- назву та мету роботи;
- варіант;
- постановку задачі;
- побудову математичної моделі;

- псевдокод алгоритму;
- блок схема алгоритму;
- код програми;
- тестування програми;
- висновки.

### **Критерії оцінювання**

Критерії оцінювання в процентах від максимального балу:

- постановка задачі - 15%;
- побудова математичної моделі – 15%
- псевдокод алгоритму - 20%;
- блок схема алгоритму – 20%
- код програми – 20 %;
- тестування програми – 5%;
- висновки - 5%.

### **Контрольні запитання**

1. Класифікація масивів.
2. Що означає термін «обхід двовимірного масиву»?
3. Скільки циклів та індексних змінних потрібно для виконання обходу двовимірного масиву?
4. Опишіть спосіб простого обходу масиву по рядках.
5. Опишіть спосіб простого обходу масиву по стовпчиках.

## ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К.* Алгоритмы: построение и анализ — М.: Издательский дом «Вильямс», 2013. — 1328 с.
2. *Вирт Н.* Алгоритмы и структуры данных: Пер. с англ. — М.: Мир, 2014. - 360 с.
3. *Хайнеман Д., Поллис Г., Селков С.* Алгоритмы. Справочник с примерами на C, Java, Python, 2-е изд.:Пер. с англ. — СПб.: ООО «Альфа-книга», 2017. — 432 с.
4. *Стивенс Р.* Алгоритмы. Теория и практическое применение — М.: Издательство «Э», 2016. — 544 с.
5. *Рафгарден Т.* Совершенный алгоритм. Основы. — СПб.: Питер, 2019. — 256 с.
6. *Вітковська І.* Курс лекцій з дисципліни «Алгоритми та структури даних 1. Основи алгоритмізації». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=4786#section-1>
7. *Саттер Г.* Новые сложные задачи на C++. — М.: Издательский дом ""Вильямс", 2005. — 272 с.
8. *Окулов С. М.* Программирование в алгоритмах. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2002. — 341 с.
9. *Порублев И.Н., Ставровский А.Б.* Алгоритмы и программы. Решение олимпиадных задач. – М.: ООО „И.Д. Вильямс”, 2007. – 480 с.
10. *Мэйерс С.* Эффективное использование C++. 55 верных способов улучшить структуру и код ваших программ. – М.: ДМК Пресс, 2006. - 300 с
11. Головна сторінка MSDN [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://msdn.microsoft.com>

ТИТУЛЬНИЙ АРКУШ ЗВІТУ

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»  
Факультет інформатики та обчислювальної техніки  
Кафедра інформатики та програмної інженерії

Звіт

з лабораторної роботи № 1 з дисципліни  
«АЛГОРИТМИ ТА СТРУКТУРИ ДАНИХ-1.  
ОСНОВИ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ»

«ЛІНІЙНІ АЛГОРИТМИ»

Варіант \_\_\_\_\_

Виконав студент \_\_\_\_\_  
(шифр, прізвище, ім'я, по батькові)

Перевірив викладач \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Київ 20\_\_