

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ
Кафедра „Обчислювальна техніка та системи управління”

**ОСНОВИ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ
ПРОЦЕСІВ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт з дисципліни
"КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНІКА І ОРГАНІЗАЦІЯ
ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ"

Харків 2010

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Обчислювальна техніка та системи управління» 26 жовтня 2009 р, протокол № 3.

Призначені для студентів факультету АТЗ та відповідають робочій програмі дисципліни "Комп'ютерна техніка і організація обчислювальних робіт".

Укладачі:

доценти О.Б. Болотов, С.Є.Бантюков,
В.С. Меркулов, А.Ф. Карачаров,
асист. О.А. Кошева

Рецензент

проф. Г.І. Загарій

ОСНОВИ АЛГОРИТМІЗАЦІЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ
Методичні вказівки
до лабораторних робіт з дисципліни
"Комп'ютерна техніка і організація обчислювальних робіт"

Відповідальний за випуск Болотов О.Б.

Редактор Еткало О.О.

Підписано до друку 14.12.09 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,25. Обл.-вид.арк. 2,5.

Замовлення № Тираж 180. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК № 2874 від. 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, майд. Фейєрбаха, 7

ЗМІСТ

Робота 1. Алгоритми лінійних обчислювальних процесів ...	4
Робота 2. Алгоритми розгалужених обчислювальних процесів	11
Робота 3. Алгоритми простих арифметичних циклічних обчислювальних процесів.....	19
Робота 4. Алгоритми ітераційних циклічних обчислювальних процесів	27
Робота 5. Алгоритми вкладених циклічних обчислювальних процесів	34
Робота 6. Алгоритми визначення найбільшого та найменшого значення функції	40
Робота 7. Алгоритми обробки одновимірних масивів	45
Робота 8. Алгоритми обробки двовимірних масивів	54
Робота 9. Алгоритми сортування одновимірних масивів ...	60

РОБОТА 1

АЛГОРИТМИ ЛІНІЙНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

Мета роботи – вивчення способів опису алгоритмів, методики побудови схем алгоритмів лінійних обчислювальних процесів.

Завдання та порядок виконання

1 Вивчити навчальний матеріал і підготувати відповіді на контрольні запитання.

2 Скласти схеми алгоритмів обчислення функцій у відповідності до варіанта завдання.

Контрольні запитання

1 Назвати етапи підготовки задачі до розв'язання на ЕОМ.

2 Визначити поняття “алгоритм” і назвати його властивості.

3 Дати перелік засобів опису алгоритмів.

4 Пояснити правила використання символів для схем алгоритмів.

5 Визначити поняття “лінійний обчислювальний процес”.

6 Дати перелік типів вказівок, що складають лінійний обчислювальний процес.

Зміст звіту

1 Номер, назва і мета роботи.

2 Стислі відповіді на контрольні запитання.

3 Алгоритми обчислення функцій за варіантами завдань.

Навчальний матеріал

1 Підготовка задачі до розв'язання на ЕОМ містить такі етапи:

- постановка задачі на змістовому рівні;

- формалізація задачі і вибір числового методу її розв'язання;

- розроблення алгоритму (алгоритмізація);
- складання програми алгоритмічною мовою;
- реалізація програми на ЕОМ, яка включає введення, відлагодження і виконання програми.

При виконанні програми ЕОМ швидко і точно виконує приписи, складені людиною. На етапі алгоритмізації ці приписи подаються у вигляді алгоритму.

Алгоритм – це система точних і зрозумілих приписів про зміст і послідовність виконання кінцевого числа дій, необхідних для розв'язання задачі.

Властивості алгоритму:

- детермінованість (визначеність) – однозначність результату виконання обчислювального процесу при заданих вхідних даних;
- дискретність – полягає у тому, що алгоритм складається з окремих елементарних дій – кроків;
- масовість – можливість використання алгоритму для розв'язання безлічі задач визначеного типу;
- результативність – обов'язкове одержання результату при заданих вхідних даних.

За алгоритмом складається програма розв'язання задачі.

Програма – це опис алгоритму розв'язання задачі якою-небудь алгоритмічною мовою. ЕОМ, реалізуючи програму, перетворює вхідні дані в результат розв'язання задачі.

2 Способи опису алгоритмів:

- словесний – опис послідовності дій розмовною мовою;
- символічний – опис послідовності дій у вигляді математичних формул;
- графічний – зображення обчислювального процесу у вигляді схеми алгоритму.

При розробленні програм розв'язання задач мовами програмування найбільш ефективним є графічний спосіб опису алгоритмів.

Елементами схем алгоритму є геометричні фігури (символи) (таблиця 1), кожна з яких визначає певну дію, та

лінії потоку, що визначають послідовність виконання дій, тобто перехід від однієї дії до другої. Вид дії та дані (операнди), над якими виконуються дії, записуються всередині символів процесу традиційним способом (формули, відношення, записи розмовною мовою). Графічний символ з записаною у ньому дією називається блоком. Схеми алгоритмів є універсальним способом документування алгоритмів, бо їхній вигляд не залежить від того, якою мовою в подальшому вони будуть реалізовані. Ще одна перевага полягає у високій наочності схем. При побудові алгоритмів обирається різноманітна глибина деталізації окремих операцій. На схемах алгоритмів стрілками позначаються тільки лінії потоку, що мають злам і спрямовані знизу вгору та справа наліво.

Для зручності читання схем алгоритмів блокам процесу присвоюються порядкові номери. Номери упорядковуються згори вниз і зліва направо незалежно від напрямку потоку.

У програмній документації схеми алгоритмів зображуються у відповідності до єдиної системи програмної документації, до якої входять держстандарти зі схем алгоритмів та програм.

3 При складанні схем алгоритмів обчислювальних процесів виділяють такі типові структури алгоритмів:

- лінійний;
- розгалужений;
- циклічний.

Лінійний обчислювальний процес характеризується тим, що дії, з яких він складається, виконуються послідовно одна за одною в тому порядку, в якому вони подані, таким чином, на схемі алгоритму вони упорядковані в одну лінію. У практиці програмування лінійні алгоритми в чистому вигляді практично не зустрічаються.

Таблиця 1 – Назви, умовні позначення символів та функції, які позначаються ними

Назва	Графічне зображення	Функції
1 Процес		Виконання операції або групи операцій
2 Рішення		Перевірка умови (рішення)
3 Модифікатор		Початок циклу
4 Введення/виведення		Введення даних, виведення результатів
5 Підпрограма		Використання раніше створених і окремо описаних алгоритмів
6 Документ		Виведення до друку результатів на папір
7 З'єднувач (сторінковий)		Розрив лінії потоку
8 З'єднувач (міжсторінковий)		Розрив лінії потоку з переходом на іншу сторінку
9 Пуск/зупинка		Початок, кінець, зупинка, вхід, вихід у підпрограмах

4 Об'єктами опису в схемах алгоритмів є константи, змінні величини, вирази (арифметичні і логічні).

Константа – це величина, що має постійне значення, яке не залежить від операції, що виконується в алгоритмі. Наприклад, числа 7, -1,34, 0,00556 можуть бути константами.

Змінна – це величина, значення якої може змінюватися в процесі реалізації алгоритму. Змінна має своє власне ім'я – ідентифікатор. Значення змінної зберігається в пам'яті ЕОМ у комірці пам'яті, позначеній цим ім'ям. В обчислювальних операціях використовується значення змінної, що зберігається в пам'яті ЕОМ. Змінна величина перед початком обчислювальних операцій повинна бути визначена, тобто їй повинно бути задане конкретне значення операціями введення або присвоєння.

Результатом обчислення за алгоритмом теж є змінна, значення якої зберігається в пам'яті ЕОМ.

Приклад

Скласти схему алгоритму обчислення функції

$$Y = 3 + \frac{\ln(x^2 + 1)}{2x + A - 5}, \text{ якщо } X = \frac{A + B}{B^2}, A = 3,45, B - \text{будь-яке число}$$

більше 1.

При складанні схеми алгоритму (рисунок 1) скористаємося способом обчислення частинами. Для цього позначимо числівник виразу Y символом H , знаменник – Z . Блоки 2, 3 – визначають значення змінних A і B , блоки 4 – 7 – обчислення, блок 8 – виведення результатів. Усі блоки алгоритму розміщені послідовно. Значення величин X , H , Z , Y зберігаються в комірках пам'яті з відповідними іменами.

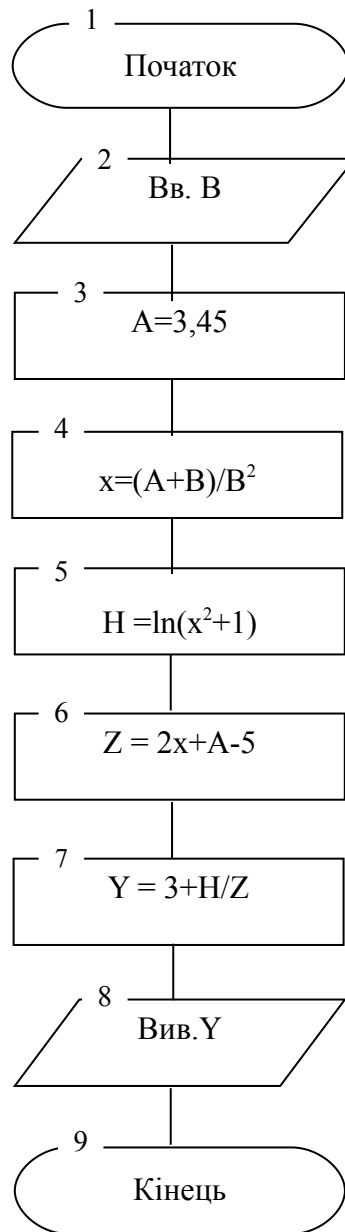


Рисунок 1

Варіанти індивідуальних завдань

Залежність вихідної величини автоматичного приладу від вхідних величин та параметрів системи визначається наведеними нижче функціями. Скласти схеми алгоритмів обчислення значень вихідних величин.

1-й рівень

1

$$y = (ax^2 + bx + c)/(cx + 3), \quad a = 0,24, \quad c = 1,47.$$

2

$$z = \frac{(a+b)(a+c)}{(a+d+c)}, \quad a = 0,24, \quad c = -4, \quad d = -3,56$$

3

$$s = \sqrt{|a + \sin(a+b) - (a+b)^2|}, \quad a = 0,23.$$

4

$$z = (1-y)/(1+y) + \sqrt{(1+y)(1+y^2)} + 2fy, \quad y = 11$$

5

$$s = (a+b)\sqrt{(a^2 + f^2)} + \sqrt{(a+b^3) + 2(a+b)}, \quad a = 0,22, \quad b = 11$$

2-й рівень

1

$$z = \frac{1-y}{1+y} + \sqrt{(1+y^5)(1+y)} + 2fy, \quad y = 11, \quad f = 2y + \sin y$$

2

$$z = \frac{(a+b)(a+c)}{(a+d+c)}, \quad a = -9, \quad d = (a+b)\cos(|a|), \quad c = -11$$

3

$$s = (a+b)\sqrt{(a^2 + f^2)} + \sqrt{(a+b^3)+2(a+b)}, \quad f = 2a + b,$$

.

$$4 \quad m = 2 - \frac{3x}{3+b} - \frac{y}{0,9-b}, \quad b = 9, \quad x = 3y + 2b$$

.

$$5 \quad s = 1 + x^2 + ax^3 + bx^4 - \sqrt{ab}, \quad x = a(a + |b|).$$

3-й рівень

1

$$s = 2r^{-|a|}, \quad r = a + 2b + \sqrt{ab}, \quad b = 7, \quad a = \sin(d) - z.$$

2

$$s = 1 + ax^2 + bx^3 + cx^4 - \sqrt{ab}, \quad x = a(a + |b|), \quad a = b^2 + c^{0,2}$$

.

3

$$z = 2(a+b)(a+c)(a+b+d)^2, \quad a = -6, \quad c = -4, \quad d = (a$$

.

4

$$y = \frac{x(x-1)(x-2)}{(x-a)(x-b)(x-c)} + 2\cos(abx), \quad x = a + b - c, \quad c$$

.

5

$$s = ab + x^3 + bx^4 - \sqrt{ab}, \quad x = a(a + |b|), \quad a = 3b + b^3$$

.

РОБОТА 2

АЛГОРИТМИ РОЗГАЛУЖЕНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

Мета роботи – вивчення методики проектування алгоритмів розгалужених обчислювальних процесів.

Завдання та порядок виконання

- 1 Вивчити теоретичний матеріал.
- 2 Підготувати відповіді на контрольні запитання.
- 3 Скласти схеми алгоритмів згідно з варіантами завдання.

Контрольні запитання

- 1 Визначити поняття “розгалужений обчислювальний процес”.
- 2 Як відображається перевірка умови у схемі алгоритму?
- 3 Визначити поняття “логічне відношення”.
- 4 Перелічити операції відношення.
- 5 Визначити поняття “логічний вираз”.
- 6 Які логічні операції використовуються у логічних виразах?

Зміст звіту

- 1 Номер, назва і мета роботи.
- 2 Відповіді на контрольні запитання.
- 3 Схеми алгоритмів індивідуальних завдань.

Навчальний матеріал

Розгалуженим називають алгоритм, у якому є декілька варіантів обчислень, а вибір варіанта залежить від виконання або невиконання певних умов. Кожний варіант відображається в алгоритмі окремою обчислювальною гілкою, вибір гілки здійснюється управляючою частиною алгоритму. Управляюча частина – це блоки “рішення”, які виконують перевірку умови, у результаті якої приймається рішення про вибір того, чи іншого варіанта. Блоки “рішення” з’єднані так, щоб для означеного набору вхідних даних або проміжних результатів гарантувалося виконання дій за єдиною гілкою алгоритму. Умовою може бути логічне відношення або логічний вираз.

Логічне відношення – це сукупність констант, змінних або арифметичних виразів, об’єднаних операціями відношення:

$> =$, $>$, $=$, $<>$, $<$, $< =$.

Наприклад: $a > 0$; $y \leq 5$; $x \geq b$; $\ln(d+x) \neq a+1$.

Логічний вираз – це сукупність логічних відношень, об'єднаних знаками логічних операцій:

- логічне множення – операція “І” позначається знаком \wedge ;

- логічне додавання – операція “АБО” позначається знаком \vee ;

- логічне заперечення – операція “НІ” позначається знаком \neg .

Наприклад: $a > 1 \wedge b < 0$, $x \leq 0 \vee d > 5$.

Загальний вигляд схеми розгалуженого процесу наведений на рисунку 1. У залежності від результату перевірки умови виконується дія 1 або дія 2. Кожна з дій може являти собою складову структуру з будь-яких дій.

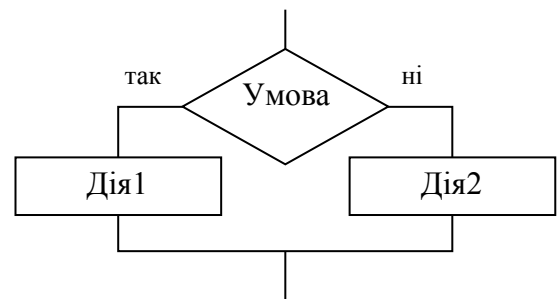


Рисунок 1

Окремим простим випадком розгалуження є структура "обхід", у якій одна гілка не містить ніяких дій (рисунки 2). У даному алгоритмі дія виконується, якщо умова не виконується, і дія не виконується у протилежному випадку.

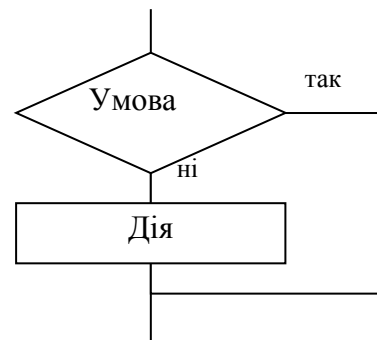


Рисунок 2

Приклад 1
Скласти схему алгоритму обчислення значення функції:

$$y = \begin{cases} 2X + 3, & \text{якщо } X < 0 \\ 4X - 7, & \text{якщо } X \geq 0 \end{cases}$$

Схема алгоритму наведена на рисунку 3.

У вхідних даних указані

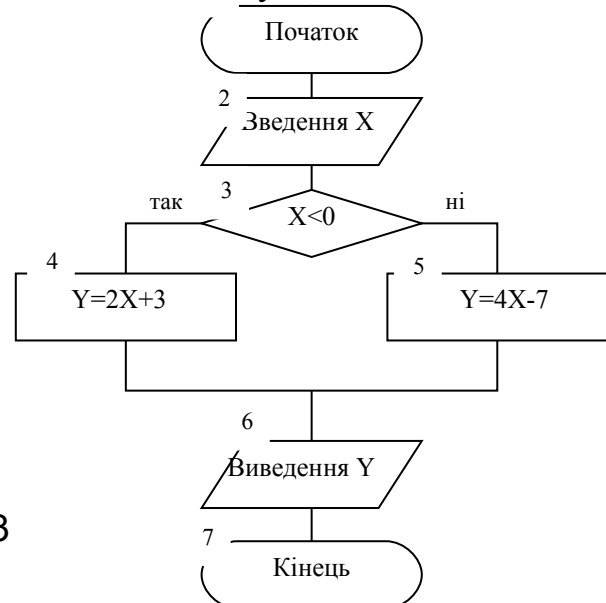


Рисунок 3

дві умови ($X < 0$ та $X \geq 0$), але в алгоритмі достатньо записати одну з них ($X < 0$) тому, що ці умови є взаємовиключними. Цей блок має два виходи: "так" і "ні", тобто вихід на блок 4, якщо умова $X < 0$ виконується, та вихід на блок 5, якщо вона не виконується (це означає, що $X \geq 0$).

Приклад 2

Скласти схему алгоритму обчислення функції Z:

$$Z = \begin{cases} 2X + 3Y, & \text{якщо } 0 < X < 2 \text{ та } Y > 3; \\ X/3 + Y, & \text{якщо } X < 0 \text{ або } X > 6; \\ Y - X - 1, & \text{якщо } X = 5; \\ XY & \text{у інших випадках.} \end{cases}$$

Схема алгоритму наведена на рисунку 4.

Управляюча частина схеми, яка забезпечує вибір одного з чотирьох шляхів обчислення функції Y, подана трьома блоками "рішення" (блоки 3 – 5).

Логічний вираз можна аналізувати в межах як одного блока "рішення", так і декількох. Логічний вираз, що містить декілька відношень, аналізується за допомогою логічних операцій.

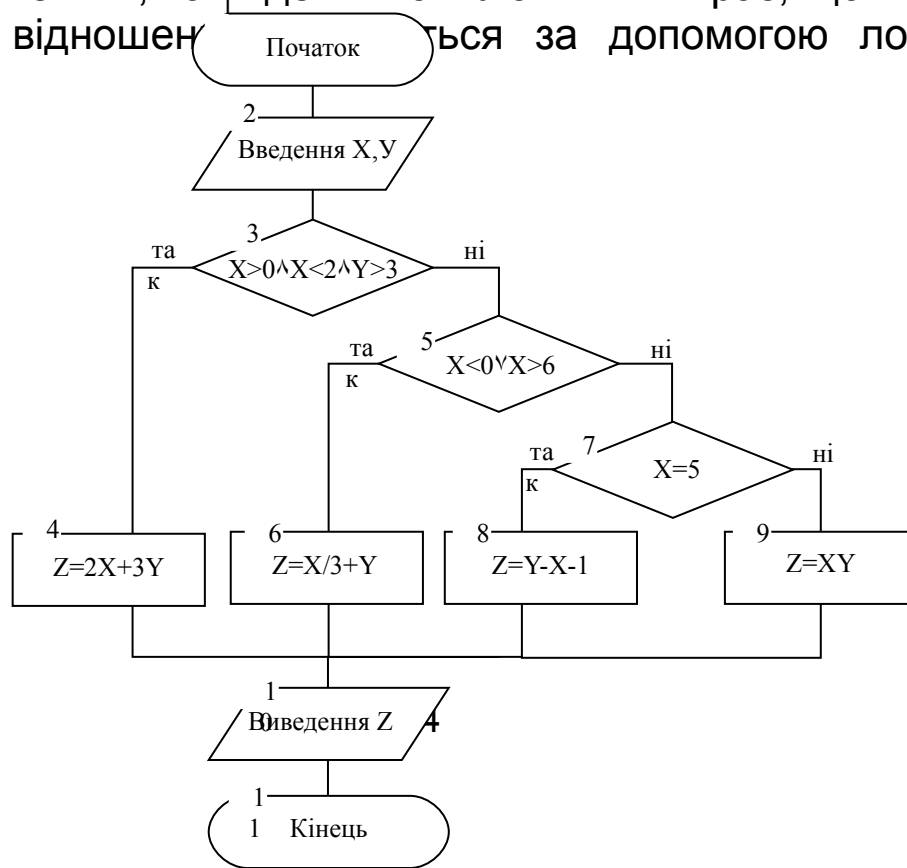


Рисунок 4

Наприклад, $A < X < B$ можна записати як $A < X \wedge X < B$.

На рисунку 5 наведена схема алгоритму обчислення функції Z , у якому логічні вирази поділені на складаючі їх відношення. Блоки 3 – 5 реалізують логічне множення, блоки 6, 7 - логічне додавання.

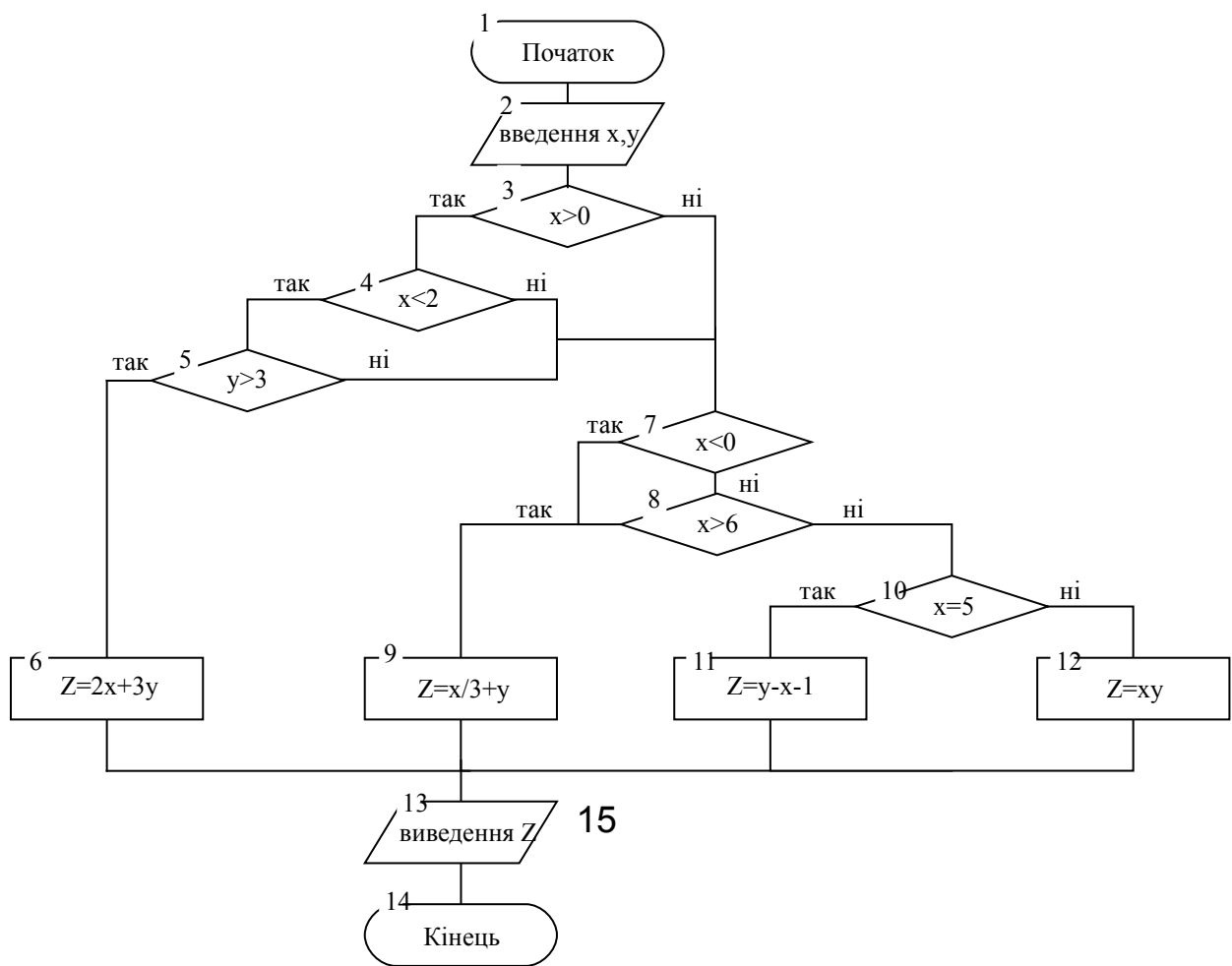


Рисунок 5

Варіанти індивідуальних завдань

Функція, яка визначає вихідну величину електронного приладу, має декілька варіантів реалізації. Вибір варіанта залежить від значень технічних характеристик та вхідних величин. Скласти схему алгоритму вибірки варіанта функції та обчислення її значень.

1-й рівень

$$1 \quad z = \begin{cases} \sin(x+y), & \text{якщо } x > 1 \text{ або } y > 1; \\ |x+y|, & \text{якщо } x < -1 \text{ і } x > y; \\ e^{x-y}, & \text{якщо } 0 \leq x \leq 1, \\ \cos(x+1) & \text{в інших випадках.} \end{cases}$$

$$2 \quad y = \begin{cases} |x^3|, & \text{якщо } x < ab \text{ і } x < -2; \\ \sin(x^a + b), & \text{якщо } x > ab \text{ або } x > 2; \\ a+b+1, & \text{якщо } 0 < x < 1 \text{ і } x = ab; \\ x - (a+b)^2 & \text{в інших випадках.} \end{cases}$$

$$3 \quad f = \begin{cases} c+x, & \text{якщо } 1 \leq x \leq 3; \\ c-x, & \text{якщо } 3 < x \leq 10 \text{ і } c > 0; \\ |c|^x, & \text{якщо } x > 10; \\ x & \text{в інших випадках.} \end{cases}$$

$$4 \quad w = \begin{cases} e^v, & \text{якщо } v > x \text{ або } v > y; \\ (x+y), & \text{якщо } v = 10 \text{ і } y > x > 15; \\ v^{x+y}, & \text{якщо } v = x; \\ 1 & \text{в інших випадках.} \end{cases}$$

$$5 \quad t = \begin{cases} s+2z, & \text{якщо } s+z = 2 \text{ або } s+z = 1; \\ s-z^2, & \text{якщо } s+z > 5 \text{ і } z > 0; \\ |s+z|, & \text{якщо } 3 < s+z \leq 5; \\ a+s & \text{в інших випадках.} \end{cases}$$

2-й рівень

$$1 \quad y = \begin{cases} a+b+c, & \text{якщо } a+b > c; \\ (a+b)-c, & \text{якщо } a+b < c \text{ і } c > 5; \\ |\sin(b)|, & \text{якщо } a+b = c; \\ a^{bc} & \text{в інших випадках.} \end{cases} \quad z =$$

- $$\left[\begin{array}{l} 1, \text{ якщо } y < 0; \\ 2, \text{ якщо } 0 \leq y < 5; \\ 3, \text{ якщо } 5 \leq y < 10; \\ 4, \text{ якщо } y \geq 10. \end{array} \right.$$

$$2 \quad t = \begin{cases} z + x - \sin(y), & \text{якщо } z + x > \sin(y); \\ x - z \sin(y), & \text{якщо } z + x = \sin(y); \\ \ln|xyz|, & \text{якщо } z + x < \sin(y). \end{cases} s =$$

$t - 1$, якщо $0 < zt < 5$;

z , якщо $zt > 10$ або $zt < -3$;

t , якщо $zt = 0$;

0 , в інших випадках.

$$3 \quad m = \begin{cases} \sin^2(x) + \cos(x), & \text{якщо } x > 0; \\ \frac{x+y}{a^2+2} + \sin\left(\frac{x+y}{a^2+2}\right), & \text{якщо } x < 0 \text{ і } a > 0; \\ x + |a - y| & \text{в інших випадках.} \end{cases} n =$$

$$\begin{cases} m + c, & \text{якщо } m > 10 \text{ або } m = 4; \\ m - c, & \text{якщо } m < 3; \\ m, & \text{якщо } 5 < m < 8; \\ mc & \text{в інших випадках.} \end{cases}$$

$$4 \quad x = \begin{cases} t + q, & \text{якщо } t > 10 \text{ і } t = q; \\ t + 1, & \text{якщо } t \leq -10; \\ t, & \text{якщо } t = 5; \\ 1 + tq & \text{в інших випадках.} \end{cases} y =$$

$$\begin{cases} \sin(x+t), & \text{якщо } x < t; \\ \ln|x+t|, & \text{якщо } x = t; \\ e^{xt}, & \text{якщо } x > t. \end{cases}$$

$$5 k = \begin{cases} x + y^2 + 2, & \text{якщо } x = y + 2; \\ x + y + 2, & \text{якщо } x > y + 2 \text{ і } y = 3; \\ \sin(x) + \sin(2), & \text{якщо } 0 < x < y + 2; \\ x + \ln|y + 2y| & \text{в інших випадках.} \end{cases} \quad z =$$

$$\begin{cases} 2k, & \text{якщо } k < 2; \\ 3k, & \text{якщо } 2 \leq k \leq 6; \\ 4k, & \text{якщо } 6 < k < 10; \\ 5k, & \text{якщо } k \geq 10. \end{cases}$$

3-й рівень

$$1 a = \begin{cases} x \sin(y), & \text{якщо } x > y; \\ y \sin(x), & \text{якщо } x \leq y. \end{cases} \quad l =$$

$$\begin{cases} \ln(a^2 + 1), & \text{якщо } 15 \leq a < 20; \\ 2a + 7, & \text{якщо } 10 \leq a < 15; \\ 1 - ab, & \text{якщо } 8 < a < 10; \\ \frac{4a}{7(a+b)^2 + 5}, & \text{якщо } 0 \leq a < 8 \text{ і } a > b; \\ a + b & \text{в інших випадках.} \end{cases}$$

$$p = \begin{cases} t + a, & \text{якщо } t > 0 \text{ або } a > 0; \\ t - a, & \text{якщо } t < 0 \text{ і } t < 0; \\ |a| & \text{в інших випадках,} \end{cases} \quad b = \ln|a + xy|, \quad t = 3l - 1.$$

$$2 \quad a = b \cos(b)$$

$$z =$$

$$\left[\begin{array}{l} 25y+a, \quad \text{якщо } y > a \text{ і } a > 10; \\ y+3a, \quad \text{якщо } a < y < 20; \\ \cos(ya), \quad \text{якщо } y = a; \\ 1 \quad \text{в інших випадках.} \end{array} \right.$$

$$V = \left[\begin{array}{l} z^5 + z + 1, \quad \text{якщо } 1 < z^5 < 3; \\ \cos(z^5 + z + 1), \quad \text{якщо } 3 \leq z^5 < 7; \\ \ln(z^5 + z + 1), \quad \text{якщо } 7 \leq z^5 < 10; \\ \frac{1}{z^4 + z^2 + 1}, \quad \text{якщо } z^5 \geq 10 \text{ або } z^5 \leq 1. \end{array} \right. \quad W = \left[\begin{array}{l} v+1, \quad \text{якщо } v+1 \leq 0; \\ \frac{1}{v^2 + 1}, \quad \text{якщо } v+1 > 0. \end{array} \right.$$

$$3 \quad X = \left[\begin{array}{l} t^3 + 5, \quad \text{якщо } t < -2; \\ t - 1, \quad \text{якщо } -2 \leq t < 0; \\ \sin(t), \quad \text{якщо } 0 \leq t < 5; \\ \ln(t), \quad \text{якщо } t \geq 5. \end{array} \right. \quad Z = \left[\begin{array}{l} e^x, \quad \text{якщо } x < 0; \\ x^3, \quad \text{якщо } x \geq 0. \end{array} \right.$$

$$y = \left[\begin{array}{l} a+z, \quad \text{якщо } a+z > 0 \text{ і } z < 0; \\ az, \quad \text{якщо } z > 5 \text{ або } a+z < -3; \\ a-x \text{ в інших випадках.} \end{array} \right. \quad f = \left[\begin{array}{l} \frac{1}{(ay)^2 + 1}, \quad \text{якщо } y = -4; \\ 2xy, \quad \text{якщо } xy > 0 \text{ і } x > 0; \\ \frac{y}{x^4 + 1} \quad \text{в інших випадках.} \end{array} \right.$$

$$4 \quad b = t^3 + t - 1 \quad c = \left[\begin{array}{l} 1, \quad \text{якщо } b < 0; \\ 2, \quad \text{якщо } b \geq 0. \end{array} \right. \quad d = \left[\begin{array}{l} 1, \quad \text{якщо } a \leq 1; \\ 3, \quad \text{якщо } 1 < a \leq 3; \\ 5, \quad \text{якщо } a > 3. \end{array} \right.$$

$$a = \left[\begin{array}{l} b^3, \quad \text{якщо } b > 0 \text{ і } c > 0 \text{ або } b > 10; \\ b+c, \quad \text{якщо } b < 0 \text{ і } c = 0; \\ \frac{1}{(bc)^2 + 5}, \quad \text{якщо } b = 0 \text{ або } -5 < c < -1; \\ \frac{1}{(b+1)^2 + 3} \quad \text{в інших випадках.} \end{array} \right. \quad f = \left[\begin{array}{l} abd, \quad \text{якщо } ab < d+1; \\ \frac{ab}{d^4 + 1}, \quad \text{якщо } ab = d+1; \\ \frac{ad}{b^2 + 2}, \quad \text{якщо } ab > d+1. \end{array} \right.$$

$$5 \quad X = \left[\begin{array}{l} t+1, \quad \text{якщо } t < 1; \\ t, \quad \text{якщо } t = 1; \\ t-1, \quad \text{якщо } t > 1. \end{array} \right. \quad Y = \left[\begin{array}{l} a^3 + x, \quad \text{якщо } a < x < 10 \text{ і } a < 10; \\ a + \sin(x), \quad \text{якщо } 10 < x \leq 15 \text{ і } x = a; \\ \ln|xa|, \quad \text{якщо } x = 20 \text{ або } 25 < a \leq 30; \\ e^{x-a} \quad \text{в інших випадках.} \end{array} \right.$$

$$p = \left[\begin{array}{l} 1+z, \quad \text{якщо } z = 0 \text{ і } y = 0; \\ z+y, \quad \text{якщо } zy < 0; \\ 25 \quad \text{в інших випадках.} \end{array} \right.$$

$$z = a^2 + y^3 - 5.$$

РОБОТА 3

АЛГОРИТМИ ПРОСТИХ АРИФМЕТИЧНИХ ЦИКЛІЧНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

Мета роботи – вивчення та засвоєння методики побудови алгоритмів арифметичних циклічних обчислювальних процесів.

Завдання та порядок виконання

- 1 Підготувати відповіді на контрольні запитання.
- 2 Скласти схеми алгоритмів згідно з варіантами завдань.

Контрольні запитання

- 1 Визначити поняття “цикл”, “циклічний обчислювальний процес”.
- 2 Визначити поняття “параметр циклу”.
- 3 Що необхідно виконати, щоб організувати арифметичний цикл?
- 4 Визначити поняття “рекурентний вираз”.
- 5 Навести приклади рекурентних алгоритмів.

Зміст звіту

- 1 Номер, назва і мета роботи.
- 2 Відповіді на контрольні запитання.
- 3 Схеми алгоритмів за варіантами завдань.

Навчальний матеріал

У практиці інженерних розрахунків доводиться розв'язувати задачі, у яких багаторазово виконуються однакові обчислення при різних значеннях вхідних даних. Такі обчислення називають циклами.

Циклічним називається алгоритм, який містить цикли. Послідовність операцій, що виконуються у циклі, називається тілом циклу. Використання циклів дозволяє

значно зменшити схему алгоритму та розмір відповідної програми.

Арифметичними (регулярними) називають цикли, число повторень яких може бути визначено заздалегідь і, при необхідності, розраховане до початку його виконання. У таких циклах присутня змінна, яка називається параметром циклу. Параметр циклу має бути визначеним межами та кроком його змінювання, які задаються константами, змінними або виразами. Арифметичні цикли з одним параметром називаються простими. Умова закінчення арифметичного циклу може перевірятися у різних місцях алгоритму:

1) цикл з пост-умовою (рисунок 1). Перевірка умови закінчення циклу здійснюється у кінці циклу після виконання певних дій (тіла циклу). У зв'язку з цим тіло циклу завжди виконується хоча б один раз;

2) цикл з перед-умовою (рисунок 2). Умова перевіряється на початку циклу до виконання тіла циклу, тому тіло циклу може взагалі не виконуватися.

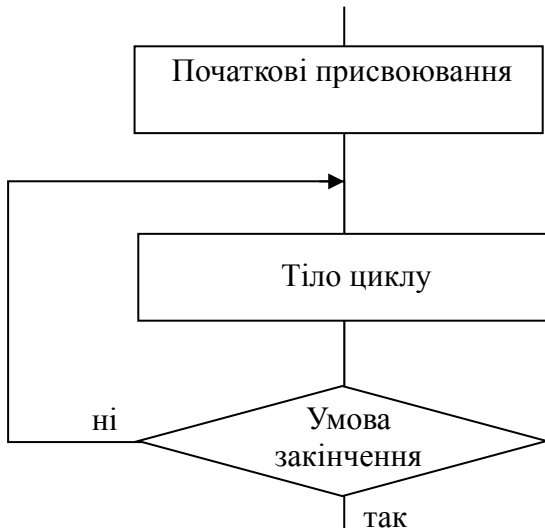


Рисунок 1

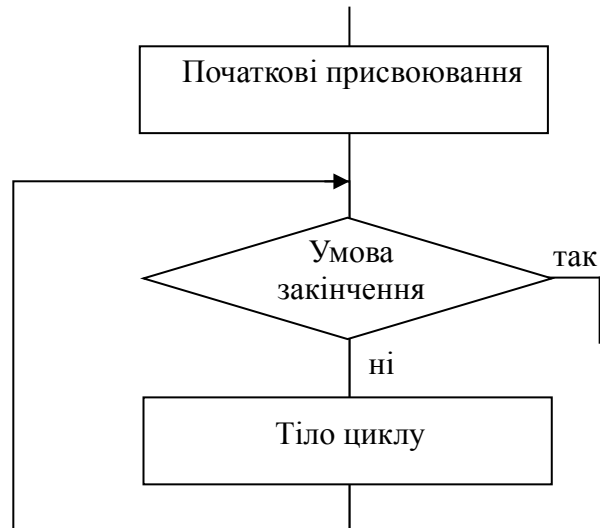


Рисунок 2

Кількість повторень циклу обчислюється за формулою

$$N = \left\lfloor \frac{X_k - X_n}{H} \right\rfloor + 1,$$

де X_n – початкове значення параметра циклу;

X_k – кінцеве значення параметра циклу;

H – крок зміни параметра;

$] – операція виділення цілої частини числа.$

Наприклад, якщо $X_n=1$, $X_k=4$ і $H=0,5$, то $N = \left] \frac{4-1}{0,5} \right[+ 1 = 7$.

Для організації простого арифметичного циклу необхідно виконати такі дії:

- задати початкове значення параметра циклу;
- перевірити, чи входить значення параметра циклу до інтервалу змінення (умова закінчення циклу). Якщо значення параметра не перевищує кінцевого значення, то виконується тіло циклу, в іншому випадку здійснюється вихід з циклу;

- змінити параметр циклу на величину кроку;
- повернутися до етапу перевірки умови закінчення циклу.

Арифметичні цикли в алгоритмах будуються за допомогою блока “модифікатор” (частіш усього), а також блока “рішення”.

Приклад 1

Скласти схему алгоритму обчислення ряду значень функції $Y=\sin(XA)-B$.

Параметр циклу X змінюється в інтервалі від X_n до X_k з кроком H_x , де $X_n=C$, $X_k=D$, $H_x=H$, $A=9,63$, $B=5,1$; H , C , D – довільні числа ($C<D$).

Схема алгоритму задачі являє собою простий арифметичний циклічний обчислювальний процес з неявно заданим числом повторень.

У схемі алгоритму, що наведена на рисунку 3, цикл організований з використанням блока 5 “модифікатор”, у якому визначені початкове та кінцеве значення параметра циклу X , а також крок його зміни. Обчислення значення функції виконується у блоці 6.

На рисунку 4 наведена схема цього алгоритму з блоком “рішення”. Її блоки 5, 6, та 9 відповідають блоку 5 схеми рисунка 3.

Призначення символів:

блоки 2–4 – формування вхідних даних;

- блок 5 – задання початкового значення параметра X;
- блок 6 – перевірка умови закінчення циклу;
- блок 7 – обчислення функції;
- блок 8 – друкування обчисленого значення функції та поточного значення параметра циклу;
- блок 9 – обчислення наступного значення параметра циклу.

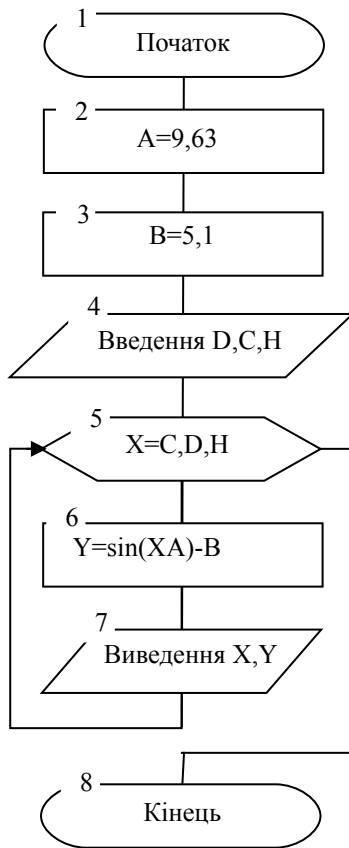


Рисунок 3

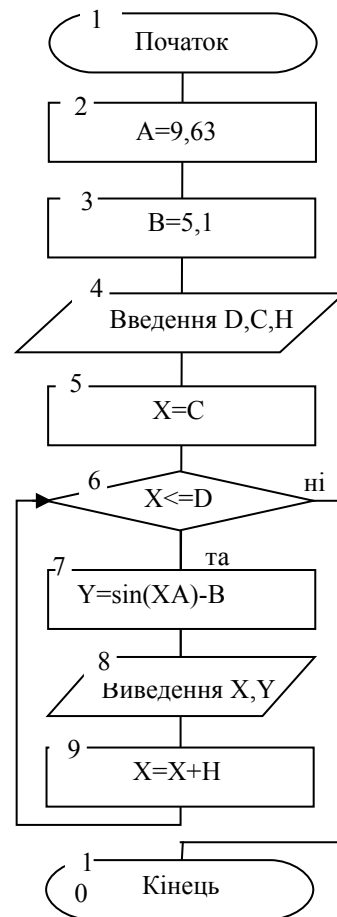


Рисунок 4

У циклічних обчислювальних процесах часто реалізуються обчислення з використанням рекурентних виразів. Рекурентний вираз – це вираз, який описує будь-який член послідовності чисел.

Наприклад, рекурентний вираз $X=X+1$ означає: до вмісту X додати 1 та результат записати у X, тобто цей рекурентний вираз пов'язує між собою послідовно обчислені значення X. При цьому кожне наступне значення X обчислюється, виходячи з його попереднього значення.

Рекурентні вирази використовуються, наприклад, для обчислення суми або добутку кінцевого числа даних. Для того, щоб обчислити суму деякого числа даних, необхідно виконати дії:

- сформулювати вхідні дані;
- визначити початкове значення суми;
- організувати цикл накопичування суми шляхом додавання нових значень до суми усіх попередніх;
- вивести результат.

Приклад 2

Скласти схему алгоритму обчислення суми 15 значень функції $Z=\sin(AX+B)$. Алгоритм наведений на рисунку 5.

Початкове значення $X=2$; крок зміни $H=1,5$; A, B - довільні числа.

Призначення символів:

блоки 2–3 – формування вхідних даних;

блок 4 – присвоєння сумі початкового значення 0;

блоки 5–8 – організація циклу з параметром N (кількість обчислень функції Z); розрахунок значень функції Z ; збільшення X на розмір кроку;

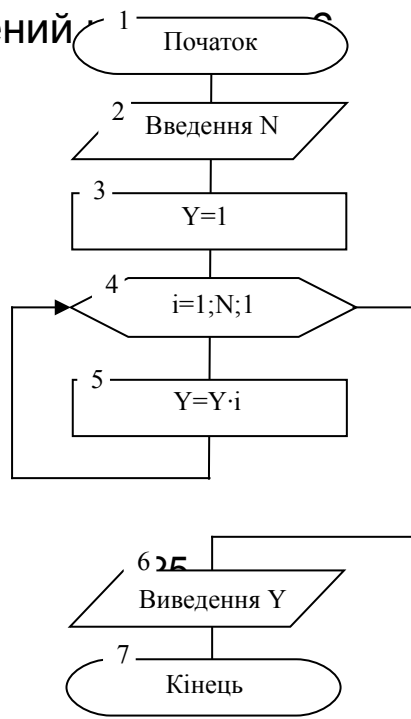
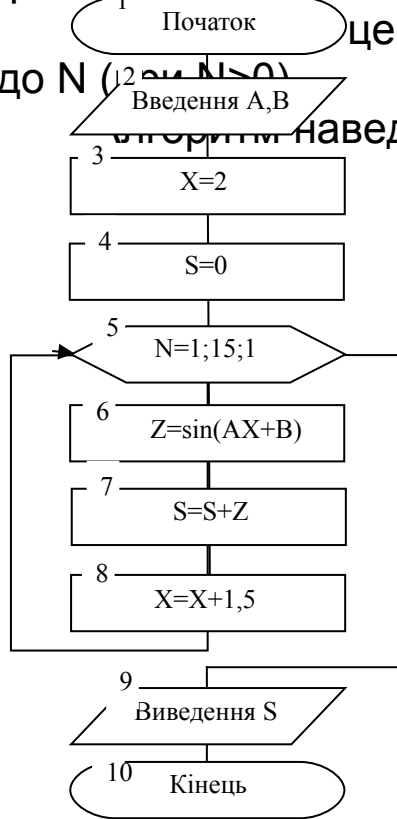
блок 9 – друкування значення суми.

Приклад 3

Скласти схему алгоритму обчислення значення факторіалу $Y=N!$

це добуток чисел натурального ряду від 1 до N (рис. 6).

Алгоритм наведений на рисунку 7.



Присвоєння Y початкового значення

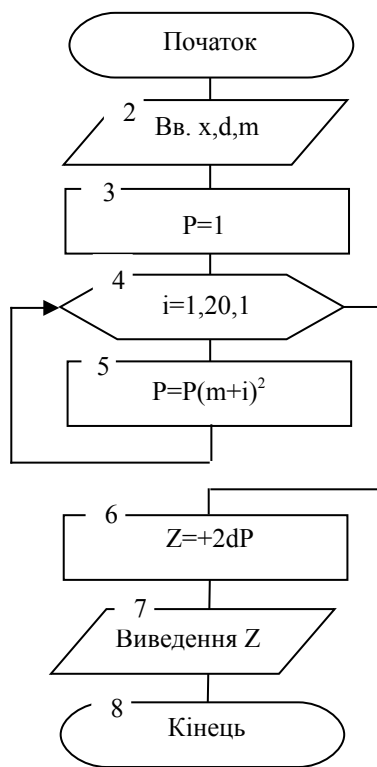
Організація циклу для обчислення факторіала Y
Обчислення факторіала Y

Рисунок 5

Рисунок 6

Приклад 4

Скласти схему алгоритму обчислення виразу $Z = \sqrt{x+1} + 2d \prod_{i=1}^{20} (m+i)^2$. Цей вираз містить добуток $\prod_{i=1}^{20} (m+i)^2$, який позначимо через P. Добуток P обчислюється за допомогою циклу. Алгоритм наведений на рисунку 7.



Введення змінних x, d, m

Початкове значення добутку

Організація циклу для обчислення добутку

Обчислення добутку P

Обчислення змінної Z

Виведення змінної Z

Рисунок 7

Варіанти індивідуальних завдань

1-й рівень

Скласти схему алгоритму обчислення ряду значень функції залежності вихідної величини системи від вхідної при різних значеннях вхідної величини (аргументу) у заданому інтервалі.

1

$$z = \cos^2(x) + \sqrt{n+5}, \quad x = 24e^t, \quad t \in [3;9], \quad h_t = 1,5$$

2

$$m = 2,49x^3 - \frac{b}{x^2 + s^2}, \quad s = 3,63\sin(a+x), \quad x \in [-1; a/2]$$

3

$$t = 2m - \sin^2(x) + \frac{3}{2x}; \quad m = 36x^2; \quad x \in [0,2; 1,6]; \quad h_x =$$

4

$$p = 3b^2 - \frac{\ln|a-c|}{a+2b}; \quad b = 0,75a^2 + c; \quad a \in [-3; 3]; \quad h_a = 0,5;$$

5

$$z = \cos(ay^2 + 1); \quad y = b + d^2 - e^{-x}; \quad x \in [-3; b]; \quad b = 2;$$

2-й рівень

Обчислити вирази, які містять суми, добутки та факторіали.

$$1 \quad n = 3; \quad e = \sum_{i=1}^n i^2; \quad f = (e - n)!$$

$$2 \quad n = 5; \quad a = (10 - n)!; \quad t = \sum_{k=1}^{20} \sin(a+k).$$

3

$$k = n!; \quad n = 2; \quad z = \sum_{i=1}^k (a+b)^i; \quad p = \prod_{i=1}^k (a+b)^i; \quad a = 2;$$

$$4 \quad c = \frac{m!}{n!(m-n)!}; \quad m = \sum_{i=1}^5 i; \quad n = \prod_{j=1}^3 j.$$

5

$$r = \cos\left(\sum_{i=1}^n \ln(i) + \prod_{j=1}^m \sin(j^3)\right); \quad f = 3; \quad n = f!; \quad m = (n - 2)$$

3-й рівень

1

$$y = b^2 \sin(\cos(x + m - n)); \quad x \in [100; 200]; \quad h_x = b^3 + b^2$$

$$m = \prod_{k=p}^r (a - b)^k; \quad a = 4; \quad b = 2; \quad t1 = 3; \quad t2 = 5; \quad p =$$

2

$$z = ax + by + c; \quad y = x^3 + x^2 + 1; \quad x = 2; \quad a = (x + 5)!;$$

$$b = \sum_{i=1}^n i^3 + \frac{1}{y!}; \quad c = \prod_{j=3}^5 (a+b)^j.$$

3

$$t = x! + y! + n; \quad x = \sum_{i=1}^4 i; \quad y = \prod_{i=1}^3 i; \quad n = \sum_{k=1}^5 (k-1).$$

$$4 \quad z = a \cos(a + b); \quad a \in [a1; a2]; \quad h_a = 50;$$

$$a1 = 5!; \quad a2 = (n + 5)!; \quad b = \frac{a2 - a1}{\sum_{i=1}^n i}; \quad n = 1.$$

5

$$f = \frac{\sum_{i=1}^n (a+b)^i + \prod_{j=j1}^{j2} (ab)^j}{(n+4)!} - \sum_{k=1}^3 (a+b)^k \prod_{j=4}^6 b^j; \quad n = 4;$$

$$a = 0.3; \quad b = 1.7; \quad j1 = 3; \quad j2 = 6$$

РОБОТА 4 АЛГОРИТМИ ІТЕРАЦІЙНИХ ЦИКЛІЧНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

Мета роботи – вивчення поняття “ітераційний цикл”, принципів його побудови і набуття практичних навичок розроблення схем циклічних ітераційних алгоритмів.

Завдання і порядок виконання

- 1 Вивчити теоретичний матеріал.
- 2 Підготувати відповіді на контрольні питання.

3 Скласти схеми алгоритмів розв'язання задач за заданими варіантами.

Контрольні запитання

- 1 Дати визначення ітераційного циклу.
- 2 Вказати порядок побудови ітераційного алгоритму.
- 3 Як організовується вихід з циклу в ітераційному алгоритмі?
- 4 Пояснити необхідність використання в ітераційних циклах рекурсивних співвідношень.
- 5 Як варто розуміти умову "обчислити із заданою точністю" ?
- 6 Вказати, для яких задач застосовуються ітераційні цикли.

Зміст звіту

- 1 Номер, назва і мета роботи.
- 2 Відповіді на контрольні запитання.
- 3 Схеми алгоритмів за варіантами завдань.

Навчальний матеріал

Поряд з арифметичними циклами в інженерній практиці використовуються ітераційні циклічні обчислювальні процеси.

Ітераційний цикл – це циклічний обчислювальний процес, у якому число повторень тіла циклу заздалегідь невідоме і залежить від умови досягнення шуканого результату. В ітераційних алгоритмах необхідно забезпечити обов'язкове виконання умови виходу з циклу, тобто збіжність ітераційного процесу.

Приклад 1

Скласти схему алгоритму обчислення суми елементів нескінченного числового ряду, що сходиться:

$$y = \frac{1}{1+a} + \frac{2}{1+a^2} + \frac{3}{1+a^3} + \frac{4}{1+a^4} + \dots$$

для значення $a > 1$.

Оскільки числовий ряд нескінченний, то для практичних розрахунків обмежуються деяким числом елементів, виходячи з вимоги заданої точності E обчислення суми Y .

Числовий ряд, що сходиться, – це ряд величин (елементів ряду), значення кожної з яких менше значення попередньої величини цього ряду. До суми додаються тільки ті елементи, які більше або дорівнюють E , тому обчислення суми елементів припиняють на першому елементі, який за своїм значенням менше, ніж задана точність E . Усі наступні елементи, які також менше E , до суми не додаються. Якщо, наприклад, значення елементів змінюються так, як показано на рисунку 1, то в суму будуть включені тільки 4 перших елементи. П'ятий елемент і наступні за ним у суму не включаються.

На рисунку 2 показано алгоритм обчислення суми Y . Накопичення суми елементів (блок 7) виконується за допомогою рекурсивної залежності

$$Y = Y + Z,$$

де Z – значення чергового обчисленого доданка суми.

Для обчислення Z за допомогою циклу необхідно визначити загальну формулу, за якою буде обчислюватись Z . Для цього слід використати допоміжну змінну i , яка змінюється з кроком 1. Вона вказує номер елемента ряду і за її значенням можна визначити поточний доданок. У даному випадку ця формула має вигляд: $Z = i / (1 + a^i)$.

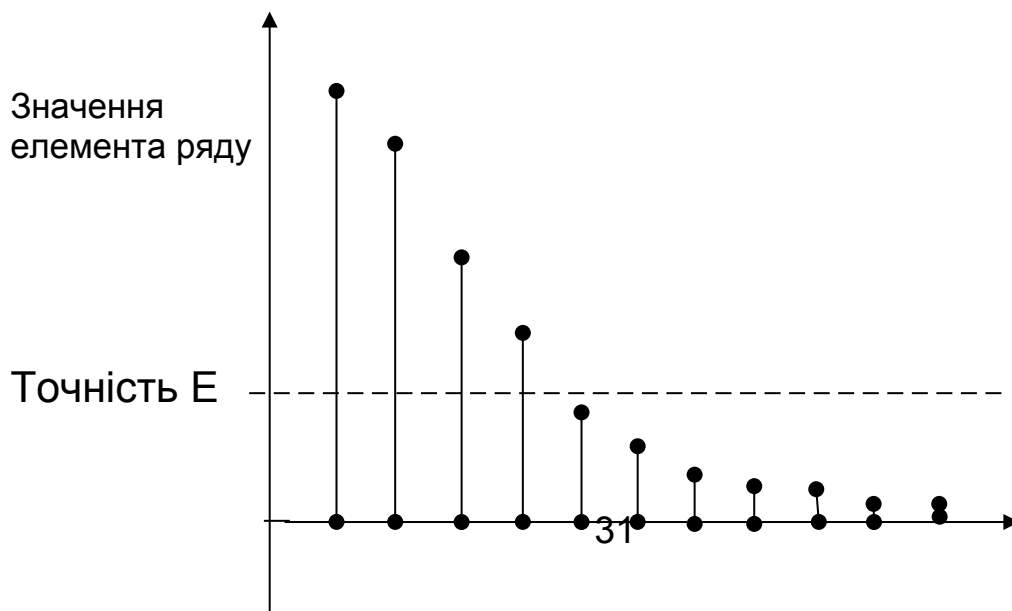


Рисунок 1

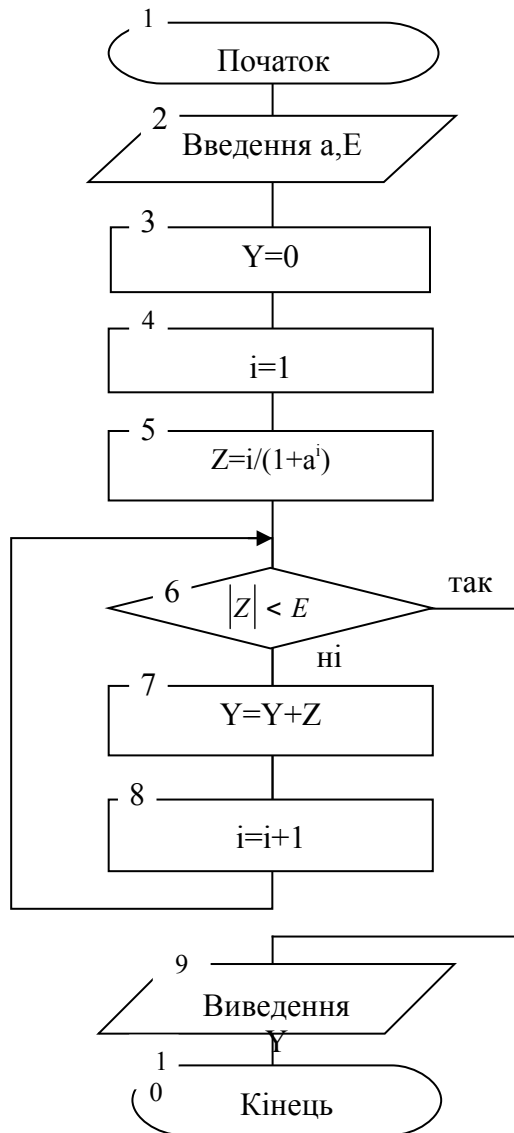


Рисунок 2

Блок 6 – перевірка: чи слід даний доданок додати в суму? Це треба робити, якщо доданок більше, ніж E. У рядах можуть існувати негативні елементи, тому перевірка значення елемента виконується за модулем. Блоки 3, 4 задають початкові значення суми Y та змінної i.

Таким чином, ітераційні алгоритми для обчислення сум нескінченних рядів будуються в такому порядку:

- вводяться необхідні вхідні дані;
- задається початкове значення суми і допоміжної змінної;

- обчислюється значення поточного елемента;
- виконується порівняння елемента суми із заданою точністю E ;
- якщо елемент не менший величини E , то він додається до накопиченої суми, змінюється значення допоміжної змінної, після чого обчислюється черговий елемент і цикл повторюється;
- якщо елемент менший E , то накопичення суми елементів ряду припиняється і виводиться отриманий результат.

При побудові ітераційного обчислювального процесу неприпустиме використання блока “модифікатор”, тому що в ітераційному процесі невідоме кінцеве значення змінної циклу.

Вихід з ітераційного циклу може бути виконаний на будь-якому кроці при досягненні заданої умови точності. Якщо в наведеному прикладі величина a буде вводиться різною, то різним буде значення чергового доданка. Отже, число повторень при одній і тій же точності визначити заздалегідь неможливо.

Приклад 2

Скласти схему алгоритму обчислення з точністю $E = 10^{-5}$ суми елементів ряду

$$Y = B + \frac{A}{2X+1} - \frac{A^2}{6X+2} + \frac{A^3}{24X+3} - \frac{A^4}{120X+4} + \dots$$

виведення на друк усіх елементів, що входять у суму, і визначення їх кількості.

Для побудови алгоритму необхідно визначити загальну формулу, за якою буде обчислюватись будь-який елемент ряду. Якщо проаналізувати елементи даного ряду, то можна знайти закономірність, згідно з якою формула суми елементів ряду буде мати вигляд:

$$Y = B + \sum_{i=2}^{\infty} \frac{(-1)^i A^{i-1}}{i! \cdot X + (i-1)}$$

В умові поставлена задача визначити кількість елементів ряду. Допоміжна змінна i на 1 більша, ніж порядковий номер поточного елемента, таким чином, якщо для останнього включеного до суми елемента вивести значення $i-1$, то це буде кількість елементів ряду.

На рисунку 3 показана схема алгоритму.

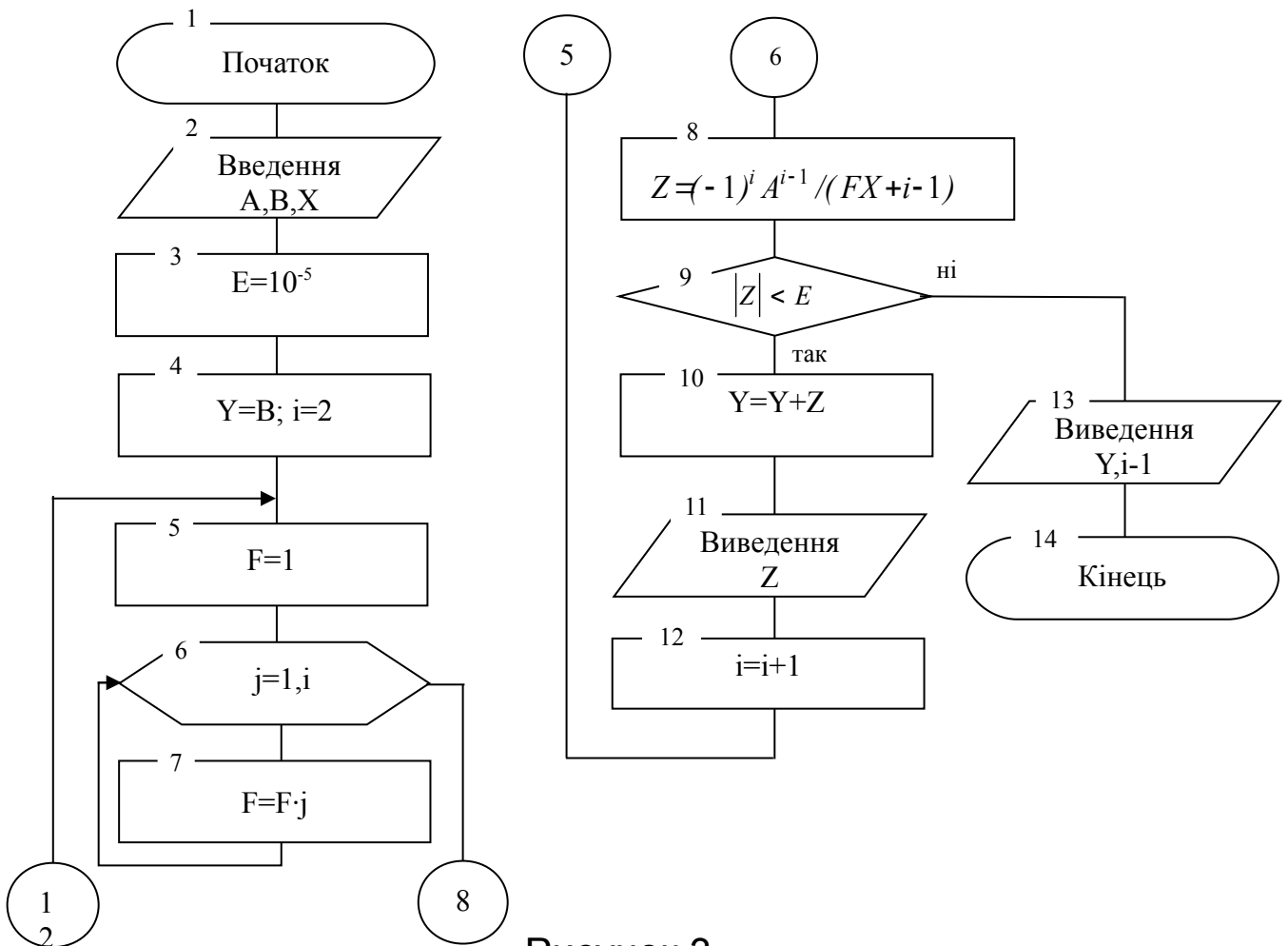


Рисунок 3

У даному алгоритмі проглядається типова послідовність дій.

Блоки 2-4 – виконують введення вхідних даних i задають початкові значення суми Y і допоміжної змінної i . Тут Y присвоюється значення першого елемента суми, який не входить в загальну формулу елементів ряду, а величині i присвоюється початкове значення 2.

Блоки 5 - 8 необхідні для обчислення чергових елементів ряду. З них блоки 5-7 реалізують обчислення факторіала $F=i!$ і далі, у блоці 8 значення факторіала використовується у вигляді змінної F .

Блок 11 необхідний для виведення значення чергового елемента. Завдяки тому, що цей блок знаходиться усередині циклу, виведення буде багаторазовим за числом повторень циклу, тобто за числом елементів ряду.

Блок 13 виводить Y – суму елементів ряду та $i-1$ - номер останнього елемента.

В інших постановках задач з використанням ітераційних циклів обчислення чергового елемента і його наступна обробка може бути більш складною, однак основна послідовність дій буде тією ж.

Варіанти індивідуальних завдань

Залежність однієї фізичної величини від іншої у технічній системі відображається сумою елементів нескінченного убиваючого ряду. Визначити суму елементів ряду із заданою точністю.

1-й рівень

Обчислити суми елементів рядів, що сходяться, із заданою точністю $E = 10^{-5}$:

- 1 $Y = 1 + \frac{X}{2} + \frac{X^2}{4} + \frac{X^3}{8} + \frac{X^4}{16} + \frac{X^5}{32} + \dots$
- 2 $Y = 0,5 + 0,25X^2 - 0,125X^3 + 0,0625X^4 - 0,03125X^5 + \dots$
- 3 $Y = A + XA^{1/2} + 0,5XA^{1/3} + 0,25XA^{1/4} + 0,125XA^{1/5} + \dots$
- 4 $Y = A + B - \frac{A}{X^2} + \frac{B}{X^3} - \frac{A}{X^4} + \frac{B}{X^5} - \frac{A}{X^6} + \frac{B}{X^7} - \dots$
- 5 $Y = \frac{A}{3X} + \frac{A^2}{9X} + \frac{A^3}{27X} + \frac{A^4}{81X} + \frac{A^5}{243X} + \dots$

2-й рівень

Обчислити суми елементів рядів, що сходяться, із заданою точністю $E = 10^{-5}$ і обчислити кількість елементів ряду:

- 1 $Y = R + \frac{3R - 2K}{6A^2} - \frac{4R - 4K}{12A^4} + \frac{5R - 6K}{24A^6} - \frac{6R - 8K}{48A^8} + \dots$
- 2 $Y = \frac{X}{M} - \frac{M^2}{2X} + \frac{2M^3}{X^3} - \frac{6M^4}{X^4} + \frac{9M^5}{X^5} - \frac{12M^6}{X^6} + \dots$

$$3 \quad Y = 2,63K + \frac{1}{K^4} + \frac{A}{2K^6 + A} + \frac{2A}{4K^8 + A^2} + \frac{3A}{8K^{10} + A^3} + \dots$$

$$4 \quad Y = 0,35A + \frac{A}{8S} + \frac{A+B}{16S} + \frac{A+2B}{32S} + \frac{A+3B}{64S} + \frac{A+4B}{128S} + \dots$$

$$5 \quad Y = \frac{1}{\sin^2(X)} + \frac{1}{A - \sin^3(X)} + \frac{1}{A^2 - \sin^4(X)} + \frac{1}{A^3 - \sin^5(X)} + \dots$$

3-й рівень

Обчислити суми елементів рядів, що сходяться, із заданою точністю $E = 10^{-5}$, кількість елементів ряду, а також кількість елементів, які більше E і менше $10E$:

$$1 \quad Y = A^2 + \frac{8B}{2A+K} - \frac{16B^2}{6A+K} + \frac{32B^3}{24A+K} - \frac{64B^4}{120A+K} + \dots$$

$$2 \quad Y = 0,1 + \frac{A}{6M^3} - \frac{2A}{24M^4} + \frac{3A}{120M^5} - \frac{4A}{720M^6} + \dots$$

$$3 \quad Y = R^3 + \frac{BX}{X + \sin^2(X)} + \frac{ABX}{2X - \sin^3(X)} + \frac{A^2BX}{6X + \sin^4(X)} + \dots$$

$$4 \quad Y = \frac{A+X}{BX^2} + \frac{2X}{2X+B} - \frac{4X^3}{4X^2+2B} + \frac{8X^5}{12X^3+3B} - \frac{16X^7}{48X^4+4B} + \dots$$

$$5 \quad Y = X^4 - \frac{8A}{3X^2 - A} + \frac{9A}{7X^2 - 2A} - \frac{10A}{25X^2 - 3A} + \frac{11A}{121X^2 - 4A} - \dots$$

РОБОТА 5 АЛГОРИТМИ ВКЛАДЕНИХ ЦИКЛІЧНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

Мета роботи – вивчення складних циклічних обчислювальних процесів, принципів їх побудови і набування практичних навичок розроблення алгоритмів вкладених циклічних обчислювальних процесів.

Завдання та порядок виконання

- 1 Вивчити теоретичний матеріал.
- 2 Підготувати відповіді на контрольні запитання.

3 Скласти схеми алгоритмів розв'язання задач за заданими варіантами.

Контрольні запитання

1 Визначити поняття “вкладений циклічний обчислювальний процес”.

2 Указати принципи побудови вкладених циклів.

3 Як визначається число повторень обчислювальних операторів у вкладених циклічних процесах ?

5 Чи обмежується глибина вкладеності циклічних процесів ?

6 Для яких задач застосовуються вкладені циклічні процеси?

3.7 Чи використовуються у вкладених циклічних процесах рекурсивні співвідношення ?

Зміст звіту

1 Номер, назва і мета роботи.

2 Відповіді на контрольні запитання.

3 Схеми алгоритмів за варіантами завдань.

Навчальний матеріал

Поряд із простими циклічними процесами при побудові алгоритмів складних перетворень використовуються вкладені циклічні обчислювальні процеси. Вкладені цикли застосовуються у випадку розрахунків функцій, що залежать від декількох аргументів.

Вкладеним називається цикл, що містить у собі один чи декілька інших циклів. Цикл, що охоплює інші цикли, називається зовнішнім, а цикли, які він охоплює, – внутрішніми. При цьому кожний цикл окремо організується так само, як і простий цикл. Внутрішній цикл також може містити у собі інший цикл. Кількість зовнішніх циклів, які охоплюють внутрішній цикл, називається глибиною вкладення.

Приклад 1

Скласти схему алгоритму обчислення значень функції двох змінних $y = a \sin(x + a)$, якщо $x \in [0; 1,7]$, $h_x = 0,1$ і $a \in [0; 2]$, $h_a = 0,2$.

Параметри циклів x та a змінюються послідовно, тобто для одного значення параметра зовнішнього циклу x параметр внутрішнього циклу a набуває послідовно усіх своїх значень. Обчислення виконуються за допомогою вкладених циклів. Алгоритм показано на рисунку 1.

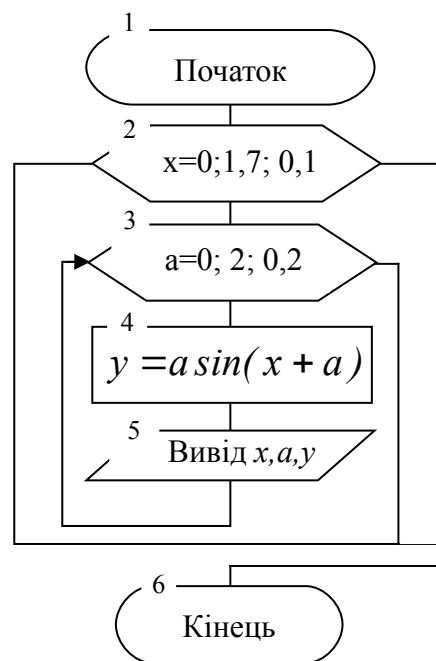


Рисунок 1

Загальна кількість обчислень (виконання блоків 4 і 5) визначається добутком числа повторень зовнішнього і внутрішнього циклів. У прикладі 1 буде обчислено: $((1,7-0)/0,1+1) \cdot ((2-0)/0,2+1) = 18 \cdot 11 = 198$ значень функції y .

Приклад 2

Скласти схему алгоритму обчислення виразу $P = \prod_{i=1}^{10} \left[a + \sum_{j=1}^{15} (i^2 + 2j) \right]$. У цьому виразі кожний співмножник добутку P містить суму, яку позначимо через S . Добуток P і сума S обчислюються за допомогою арифметичних циклів (див. роботу 3), але ці цикли будуть вкладеними, тобто цикл

обчислення Р буде зовнішнім, а всередині його буде знаходитись внутрішній цикл обчислення S.

Алгоритм обчислення Р показано на рисунку 2.



Рисунок 2

Приклад 3

Скласти схему алгоритму обчислення функції

$$Y = \sum_{x=0}^{10} \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{i}{x^2 + 1}} + \prod_{i=1}^n \frac{x}{i!} \right).$$

Кожний доданок суми Y містить суму $p = \sum_{i=1}^n \frac{i}{x^2 + 1}$ та добуток $q = \prod_{i=1}^n \frac{x}{i!}$, який у свою чергу містить у собі факторіал $f=i!$. Суми, добуток та факторіал аналогічно прикладу 2

обчислюються за допомогою вкладених циклів, при цьому зовнішній цикл обчислення Y буде містити у собі два внутрішніх цикли обчислення p і q . У свою чергу цикл обчислення добутку q є також зовнішнім і містить у собі внутрішній цикл обчислення факторіала f .

Алгоритм наведено на рисунку 3.

Кожна з величин Y , p , f та q визначається шляхом послідовного накопичення у відповідних циклах. Тут вирази у блоках 7, 12 – 14 – це рекурсивні співвідношення для накопичення сум і добутків. При цьому дотримується вкладеність: величини p і q входять у кожний доданок суми Y і тому цикл накопичення Y (блоки 3-14) охоплює цикли накопичення p і q (блоки 5 - 7). Для обчислення q треба обчислити значення факторіала f , тому що кожний співмножник у собі факторіал $f=i!$. Це виконано в циклі (блоки 10-13), який вкладений у цикл обчислення q .

Варіанти розв'язання завдань

Функції обчислення величин, які досліджуються при моделюванні, містить кінцеві суми, добутки та факторіали. Частина схеми алгоритму обчислення значення функції.

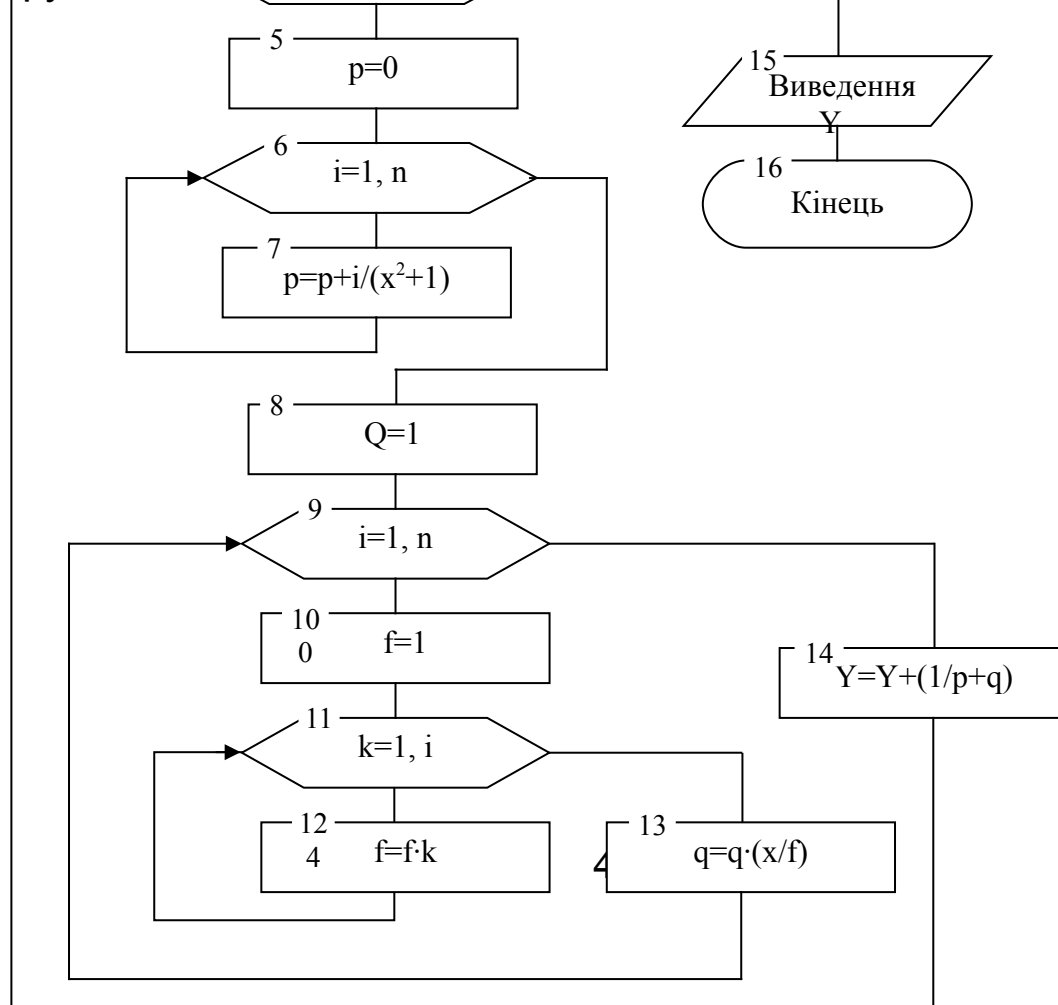


Рисунок 3

1-й рівень

$$1 \quad y = \sum_{x=2}^{15} [a^2 + 2b / (3x+1) + b^3 \prod_{i=1}^{17} 2i / x^2].$$

$$2 \quad y = 3a^2 + b \sum_{x=1}^{20} [x^2 + 2 + (x+2)!].$$

$$3 \quad y = 0.5x - \sin \left[\sum_{z=1}^{5x} \left(\frac{a+b}{2z-x} + \prod_{z=1}^k \frac{1}{z} \right) \right].$$

$$4 \quad y = \sum_{x=1}^k \left[\sin \left(\frac{k}{x+k} \right) + (x+1)! \right] - e^{-f}.$$

$$5 \quad y = 0.35 f^2 \prod_{x=1}^k \left[\frac{k}{x^2} + \sum_{i=1}^k (2x - e^i) \right].$$

2-й рівень

$$1 \quad y = \sum_{x=1}^k \left(\frac{1}{x} + \frac{\sum_{n=1}^m \frac{1}{n^2 x}}{x!} \right). \quad 4$$

$$y = \frac{\prod_{x=0}^{10} \frac{a^2}{x+b}}{\sum_{x=0}^{10} \left(a^2 + \sum_{i=1}^n \frac{x+a}{(i+n)^2} \right)}.$$

$$2 \quad y = \sum_{x=1}^k \frac{1}{i+a} + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \frac{1}{ij}. \quad 5$$

$$y = \prod_{x=0}^{10} \sum_{z=1}^7 \frac{a^2 - \sin(x)}{x^2 + z^2} + 0,5 - \sum_{x=0}^{10} \frac{2b}{x+1}.$$

$$3 \quad y = \sum_{i=1}^k \frac{a^2 - b}{i!} + \prod_{x=1}^{15} \frac{1}{x+a}.$$

3-й рівень

$$1 \quad y = \prod_{x=1}^k \left(\frac{1+a! \sum_{z=1}^n \frac{a^2}{ix^3 + z}}{\prod_{z=1}^n \sum_{i=1}^x \frac{a^2 - \sin(x)}{2i^2 + a - z}} \right).$$

$$2 \quad y = \sum_{x=1}^k \left(b^3 + \prod_{z=1}^k \frac{1}{z+b} \right) + \frac{b!}{\sum_{x=1}^{2k} \sum_{z=1}^n \frac{1}{x^2 + z^2}}.$$

$$3 \quad y = \frac{1}{\prod_{x=1}^{10} \prod_{i=1}^{40} \prod_{j=1}^f \frac{x}{i^2 + j^2}} + \frac{\sum_{i=1}^{40} (p^2 + \sin(\frac{i}{r}))}{\sum_{j=1}^f \frac{a}{j \cos(j/r)}}.$$

4

$$y = \sin\left(x + \sum_{i=1}^k \frac{\prod_{f=1}^i x}{f+i} \right) + \prod_{i=1}^k \left(\frac{1}{i! + \sum_{f=1}^i \frac{xi}{fk}} \right).$$

$$5 \quad y = 0.7 \sum_{x=1}^{10} \left(\frac{bx + \sin(x^2)}{\prod_{i=1}^k \prod_{j=1}^k \frac{1}{ij}} \right) + \frac{\sum_{i=1}^k \frac{x}{ir}}{f!}.$$

РОБОТА 6 АЛГОРИТМИ ВИЗНАЧЕННЯ НАЙБІЛЬШОГО ТА НАЙМЕНШОГО ЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІЇ

Мета роботи – вивчення та освоєння методики алгоритмізації задач пошуку найбільшого (MAX) та найменшого (MIN) значення функції.

Завдання та порядок виконання

1 Вивчити навчальний матеріал і підготувати відповіді на контрольні запитання.

2 Побудувати схеми алгоритмів задач відповідно до варіанта завдання.

Контрольні запитання

1 Визначити поняття найбільшого (MAX) та найменшого (MIN) значення функції.

2 Який тип алгоритму використовується при знаходженні MAX та MIN значення функції?

Зміст звіту

- 1 Номер, назва і мета роботи.
- 2 Відповіді на контрольні запитання.
- 3 Схеми алгоритмів за варіантами завдань.

Навчальний матеріал

Для функції $Y=f(x)$, визначеної на заданому інтервалі, необхідно обчислити найбільше (MAX) чи найменше (MIN) значення. Аргумент функції змінюється від початкового до кінцевого значення із заданим кроком. Для визначення MIN або MAX значення функції необхідно за допомогою циклу обчислити всі значення функції на заданому інтервалі та, порівнюючи їх одне з одним, знайти найбільше чи найменше з них. При цьому параметром циклу є аргумент функції.

Перед початком циклу обчислюється перше значення функції Y_1 , яке приймається за MIN чи MAX, тобто $Y_{\min}=Y_1$ чи $Y_{\max}=Y_1$. Далі для обчислення наступного значення функції параметр циклу змінюється на величину кроку та, якщо нове значення параметра припустиме (тобто знаходиться у заданому інтервалі), обчислюється друге значення функції – Y_2 , яке при знаходженні MIN порівнюється з Y_{\min} , а при знаходженні MAX – з Y_{\max} .

Якщо $Y_2 < Y_{\min}$, то Y_{\min} набуває значення Y_2 ($Y_{\min}=Y_2$), а якщо $Y_2 \geq Y_{\min}$, то значення Y_{\min} залишається колишнім, після чого здійснюється перехід на початок циклу для обчислення наступного значення параметра і процес повторюється.

При знаходженні MAX, Y_2 порівнюється з Y_{\max} . Якщо $Y_2 > Y_{\max}$, то Y_{\max} набуває значення Y_2 ($Y_{\max}=Y_2$), інакше Y_{\max} зберігає своє значення і після зміни параметра циклу процес повторюється.

Все це можна описати математичною залежністю:

$$MAX : Y_{max} = \begin{cases} Y_i & , \text{ якщо } Y_i > Y_{max} \\ Y_{max} & , \text{ якщо } Y_i \leq Y_{max} \end{cases} ;$$

$$MIN : Y_{min} = \begin{cases} Y_i & , \text{ якщо } Y_i < Y_{min} \\ Y_{min} & , \text{ якщо } Y_i \geq Y_{min} \end{cases}$$

де Y_i – чергове значення функції.

Вихід з циклу здійснюється після досягнення параметром верхньої межі інтервалу. При розв'язанні таких задач визначається не строго математичний екстремум функції, а MIN або MAX серед обчислених значень цієї функції тому, що комп'ютер може обчислювати дискретні значення функції при відповідних дискретних значеннях параметра, а дійсний MIN або MAX може бути між ними (рисунок 1). Підвищити точність визначення MIN або MAX можна за рахунок зменшення кроку зміни параметра циклу.

Приклад

Скласти схему алгоритму пошуку MIN значення функції $Y = a | e^{(b-x)}$ при зміні параметра x від 0 до 4 з кроком $h=0,5$.

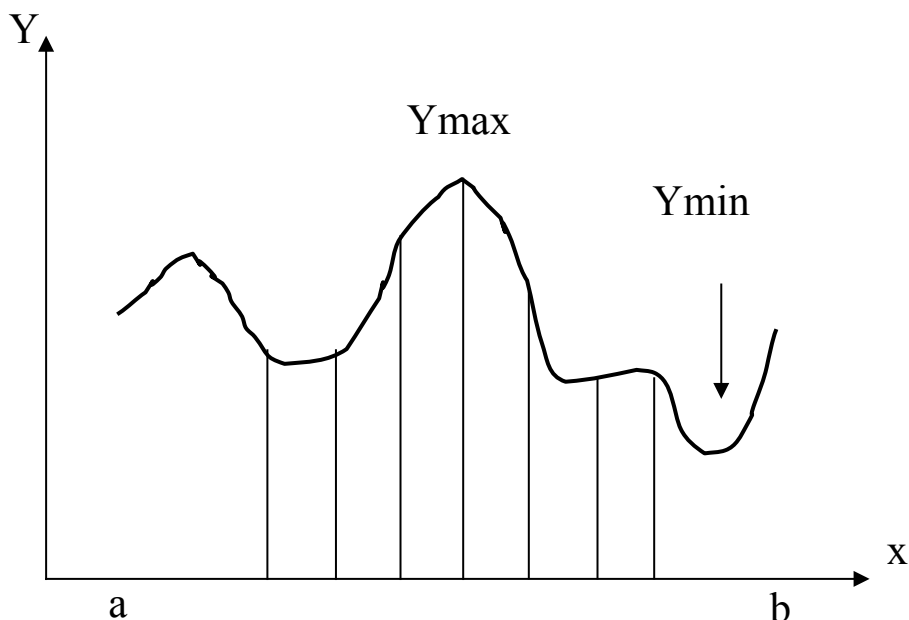


Рисунок 1

Алгоритм пошуку MIN значення цієї функції наведений на рисунку 2.



Рисунок 2

Варіанти індивідуальних завдань

Найкраще значення параметра системи автоматизованого управління відповідає максимальному чи мінімальному значенню деякої функції на заданому інтервалі. Скласти схеми алгоритмів розв'язання задач.

1-й рівень

1 Знайти MIN значення функції:

$$Y = A \cdot E^{-B \cdot X} \cdot \sin(W \cdot X + F), \quad x \in [0, T], \quad Hx = H.$$

2 Визначити MAX та MIN значення функції:

$$Y = A \cdot E^{-B} + C \cdot E^{-D}, \quad B \in [W, F], \quad Hb = H.$$

Якщо $A > 0$, визначити MAX, якщо $A < 0$ – MIN.

3 Визначити MAX значення функції:

$$Y = \cos(C \cdot Z) \cdot (X + Y), \quad C \in [0, \pi], \quad Hc = \pi/6.$$

4 Визначити різницю між MAX та MIN значеннями функції:

$$Y = \frac{A \cdot X^{-C}}{B + K}, \quad C \in [-3, 5], \quad Hc = 0,5.$$

5 Визначити, чи позитивне MAX значення функції:

$$Y = X \cdot \sin(-B \cdot X), \quad X \in [\pi/12, \pi], \quad Hx = \pi/12.$$

2-й рівень

1 Визначити значення аргументу, при якому досягається MAX значення функції:

$$Y = \frac{A \cdot X^A + B \cdot X}{C}, \quad X \in [M, K], \quad Hx = H.$$

2 Визначити значення аргументу, при якому досягається MIN значення функції:

$$Y = \frac{A \cdot E^B}{B + A}, \quad A \in [F, Q], \quad Ha = H.$$

3 Визначити MIN значення функції:

$$Y = A \cdot X^{-C \cdot X}, \quad X = \frac{A+C}{R}, \quad A \in [K, L], \quad Ha = 1, \\ C \in [M, K], \quad Hc = 1.$$

4 Визначити MAX значення функції:

$$Y = \sqrt{|B|} \cdot X^{-D \cdot C}, \quad C = 2 \cdot \sqrt{|B|}, \quad B \in [M, K], \quad Hb = H, \\ D \in [-2, 3], \quad Hd = 0,5.$$

5 Визначити різницю між аргументами, при яких функція досягає MIN і MAX:

$$Y = \frac{A \cdot X + C \cdot X^D}{2 + \sin(B \cdot X)}, \quad X \in [M, K], \quad Hx = H.$$

3-й рівень

1 Визначити, чи є 4-те значення функції найбільшим:

$$Y = B \cdot E^{-\sin(F)}, \quad F \in [0; 0,1], \quad Hf = 0,01.$$

2 Визначити найбільше від'ємне значення функції:

$$Y = \frac{\cos(A \cdot X)}{K}, \quad X \in [R, Q], \quad Hx = H.$$

3 Визначити, яким за рахунком є МАХ значення функції:

$$Y = \frac{\sqrt{|F \cdot K|}}{X^A}, \quad B \in [R, F], \quad Hb = H.$$

4 Визначити найменше додатне значення функції

$$Y = \ln(1 + E^{C+Z}), \quad C \in [2, 10], \quad Hc = 1$$

5 Визначити, яким за рахунком є найбільше від'ємне значення функції:

$$Y = (X + C) \cdot \sin(B \cdot X), \quad X \in [-\pi/3, \pi/2], \quad H = \pi/12$$

РОБОТА 7

АЛГОРИТМИ ОБРОБКИ ОДНОВИМІРНИХ МАСИВІВ

Мета роботи – вивчення методики проектування алгоритмів розв'язання задач обробки одновимірних масивів даних.

Завдання та порядок виконання

1 Вивчити навчальний матеріал і підготувати відповіді на контрольні запитання.

2 Розробити схеми алгоритмів відповідно до варіанта завдання.

Контрольні запитання

- 1 Визначити поняття "масив даних".
- 2 Визначити поняття "розмір, розмірність масиву".
- 3 Перелічити типи обчислювальних процедур обробки масивів.
- 4 Сутність алгоритму послідовного перебору.

5 Описати алгоритми введення і виведення елементів масиву.

6 Які процедури повинні бути в алгоритмі формування нових масивів ?

Зміст звіту

- 1 Номер, назва і мета роботи.
- 2 Відповіді на контрольні запитання.
- 3 Схеми алгоритмів.

Навчальний матеріал

Масив – упорядкована послідовність однорідних елементів, що мають ім'я. Елементами масиву можуть бути будь-які числові або символічні дані. Однорідність елементів масиву полягає у тому, що всі вони мають одну чи декілька спільних ознак. Такими ознаками можуть бути смислове значення даних, форма запису даних, мова подання та ін. Упорядкованість елементів масиву означає, що елементи в масиві розташовані у визначеному порядку і кожний елемент знаходиться на своєму місці.

Масиви мають дві основних характеристики: розмір і розмірність.

Розмір масиву – це кількість його елементів.

Розмірність – це кількість вимірювань або напрямів, за якими упорядковані елементи масиву. У залежності від розмірності масиви бувають одновимірні, двовимірні та багатовимірні. Одновимірний масив має розмірність 1, тобто його елементи упорядковані в одному напрямі. Цей масив являє собою список даних, який має вигляд рядка або стовпця. Наприклад, інформація про середній бал за екзаменаційну сесію у групі з десяти студентів може мати такий вигляд:

4,3; 4,1; 5,0; 3,2; 3,8; 4,5; 4,8; 3,6; 2,6; 4,2.

Це одновимірний числовий масив. А список прізвищ студентів у журналі або екзаменаційній відомості – це одновимірний символічний масив.

Місце елемента в одновимірному масиві позначається його порядковим номером, який відображається індексом у дужках поруч з ім'ям масиву. Індексом може бути константа,

змінна або вираз, які мають тільки цілочислові значення. Наприклад: $A(8)$, $Z(i)$, $S(j+2)$, $S(k-3)$ – елементи одновимірних масивів. Очевидно, що значення індексу не може перевищувати розмір масиву.

При обробці масивів можуть виконуватись такі операції, як:

- введення та виведення масивів;
- пошук і вибірка елементів масиву, значення яких задовольняють визначені умови (ключові ознаки);
- виконання арифметичних операцій з елементами;
- формування масивів;
- визначення максимального чи мінімального елемента;
- сортування масиву.

В алгоритмах обробки масивів однакові операції виконуються для усіх елементів масиву, тобто вони багаторазово повторюються, тому при виконанні таких обчислень використовуються цикли. Елементи масиву розташовані в пам'яті ЕОМ у тому ж порядку, у якому вони розташовані у масиві, тому для звернення до елемента масиву необхідно вказати його індекс. Якщо будь-яка операція виконується послідовно з усіма елементами масиву, то очевидно, що для цього треба здійснити перебір усіх елементів масиву. Наприклад, для пошуку і вибірки елементів масиву за заданою ключовою ознакою необхідно послідовним переглядом усіх елементів масиву перевірити відповідність заданого значення ключової ознаки й ознаки елементів. Цей перебір виконується за допомогою циклу, у якому при переході від одного елемента до другого буде змінюватись значення індексу, отже, параметром (змінною) циклу буде індекс елемента масиву.

Введення та виведення елементів масиву здійснюється також за допомогою циклу. Наприклад, алгоритми введення та виведення масиву з 20 елементів $K(i)$ показані на рисунках 1, 2.

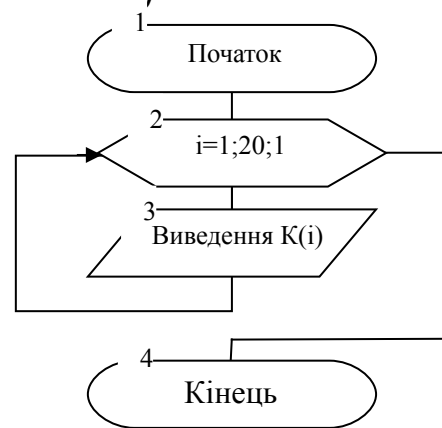
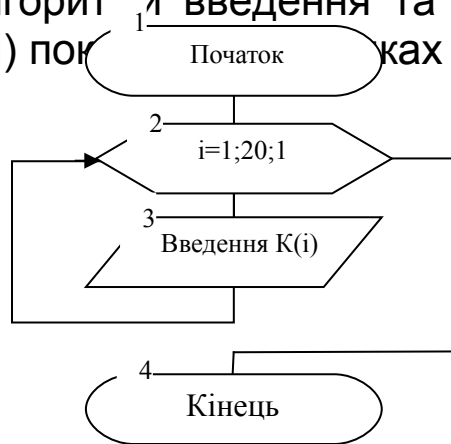


Рисунок 1

Рисунок 2

Приклад 1

Заданий масив M , який містить 30 елементів. Визначити суму позитивних елементів масиву.

Для розв'язання цієї задачі необхідно перевірити задану ключову ознаку – умову позитивності ($M(i) > 0$) для усіх елементів масиву, вибрати з масиву позитивні елементи та підрахувати їх суму. Алгоритм показано на рисунку 3.



Рисунок 3

Приклад 2

Для масиву W , який містить 40 елементів, підрахувати кількість елементів з ключовою ознакою $1 < W(i) < 5$, які мають непарні індекси.

Алгоритм показано на рисунку 4.

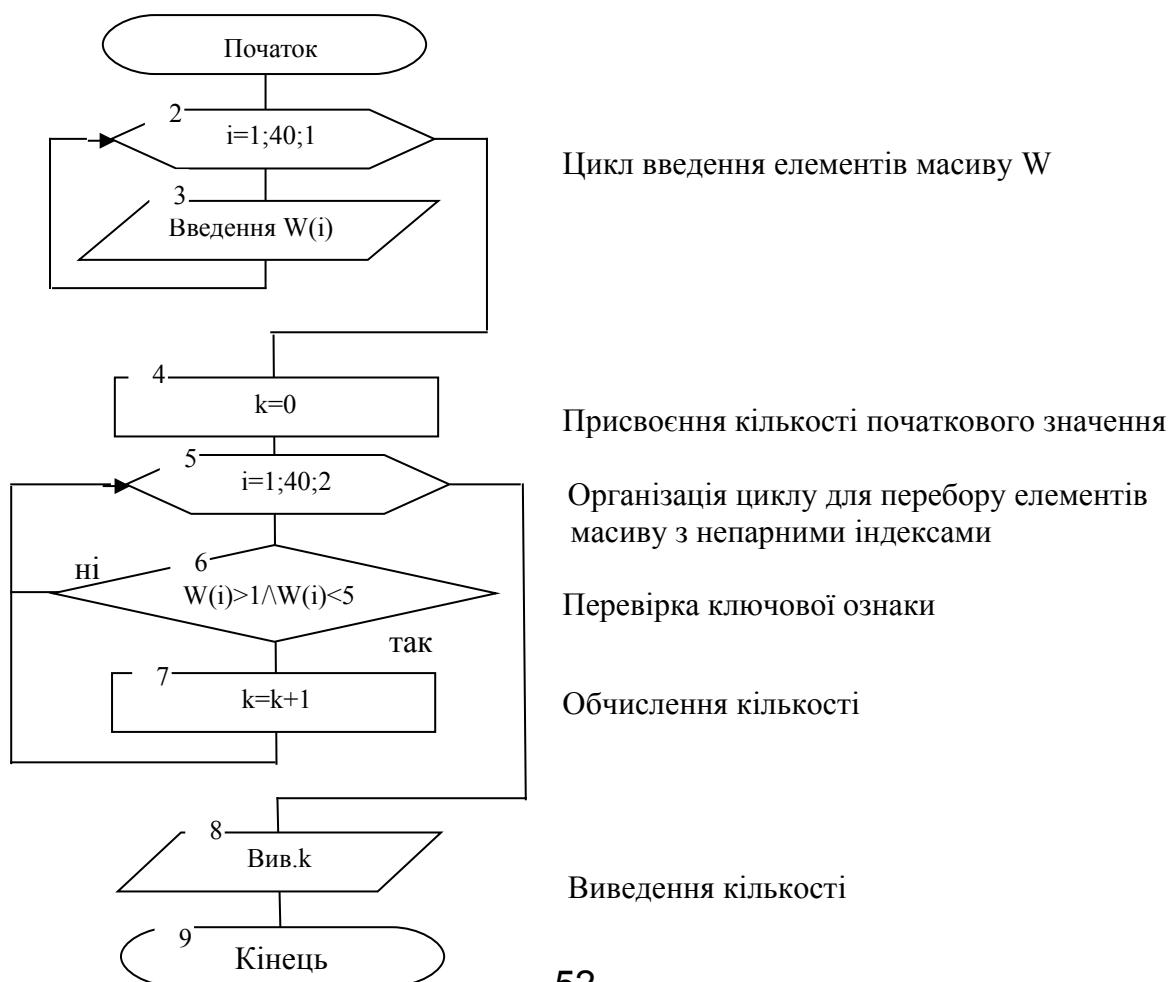


Рисунок 4

Приклад 3

Масив X складається з N елементів $X(i)$. Розробити схему алгоритму формування масиву V , що складається з негативних елементів масиву X , які мають парні індекси. Масив V вивести на екран.

Ключовою ознакою для вибору елементів $X(i)$ є умова негативності – $X(i) < 0$, а також те, що індекси цих елементів повинні мати значення парних чисел – 2, 4, 6, Тому у циклі для перебору $X(i)$ параметр циклу змінюється від 2 до N з кроком 2. При формуванні масиву V для кожного елемента $V(j)$ визначається його індекс i значення.

Алгоритм показано на рисунку 5.

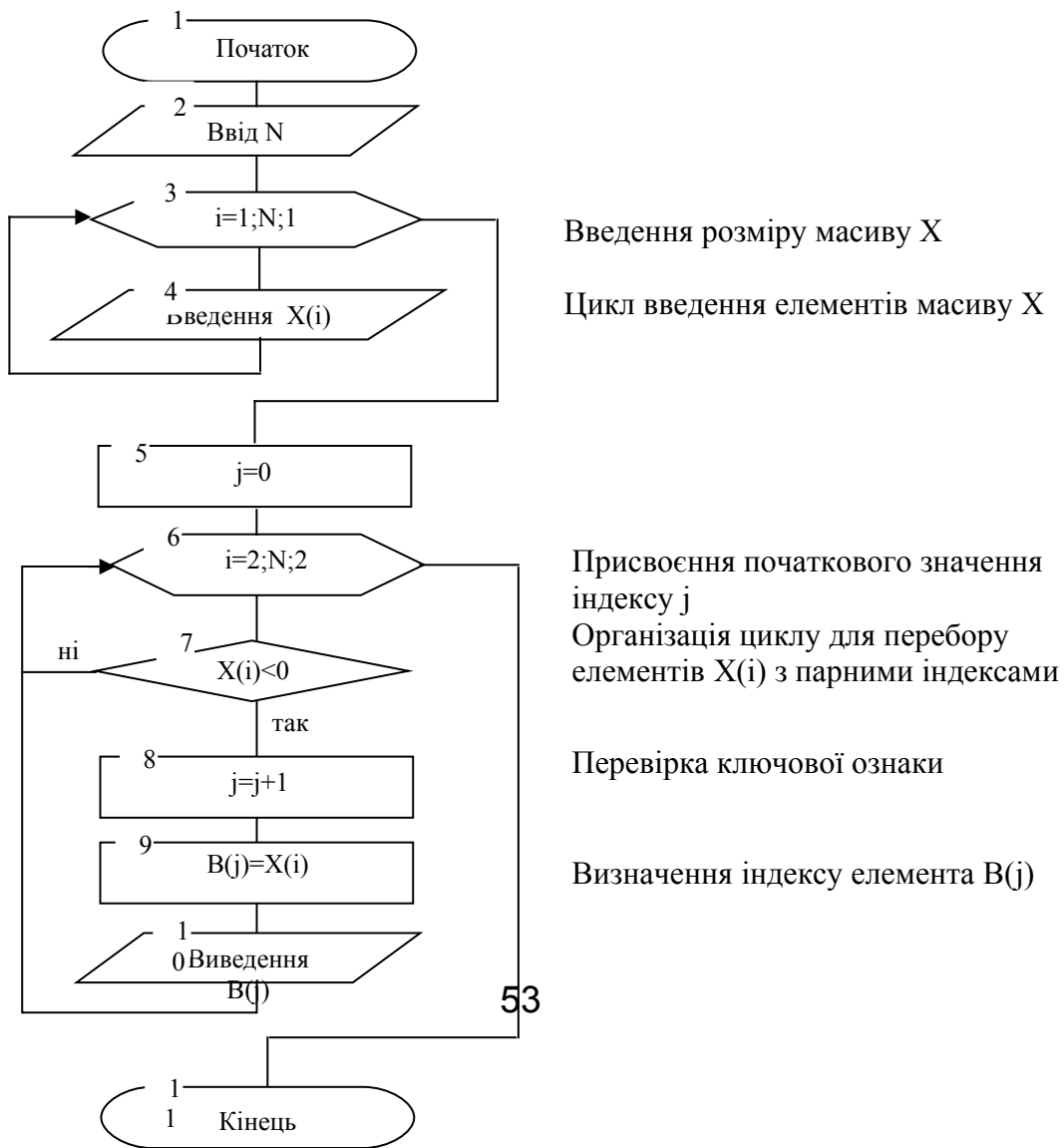


Рисунок 5

Приклад 4

Задано масив A з 25 елементів. Сформувати та вивести на екран масив R, елементи якого обчислюються за формулою

$$R(i) = \begin{cases} \sum_{i=1}^5 A(i) + 2A(i), & \text{якщо } 2 < A(i) < 6; \\ \prod_{i=10}^{15} A(i) - [A(i)]^2, & \text{якщо } A(i) \geq 6; \\ A(i) & \text{в інших випадках.} \end{cases}$$

Масив R має такий же розмір, як і масив A, – 25 елементів, тому індексом елементів масиву R може також бути змінна i. У виразі для обчислення елементів R(i) необхідно визначити суму $S = \sum_{i=1}^5 A(i)$ та добуток $P = \prod_{i=10}^{15} A(i)$. Ці

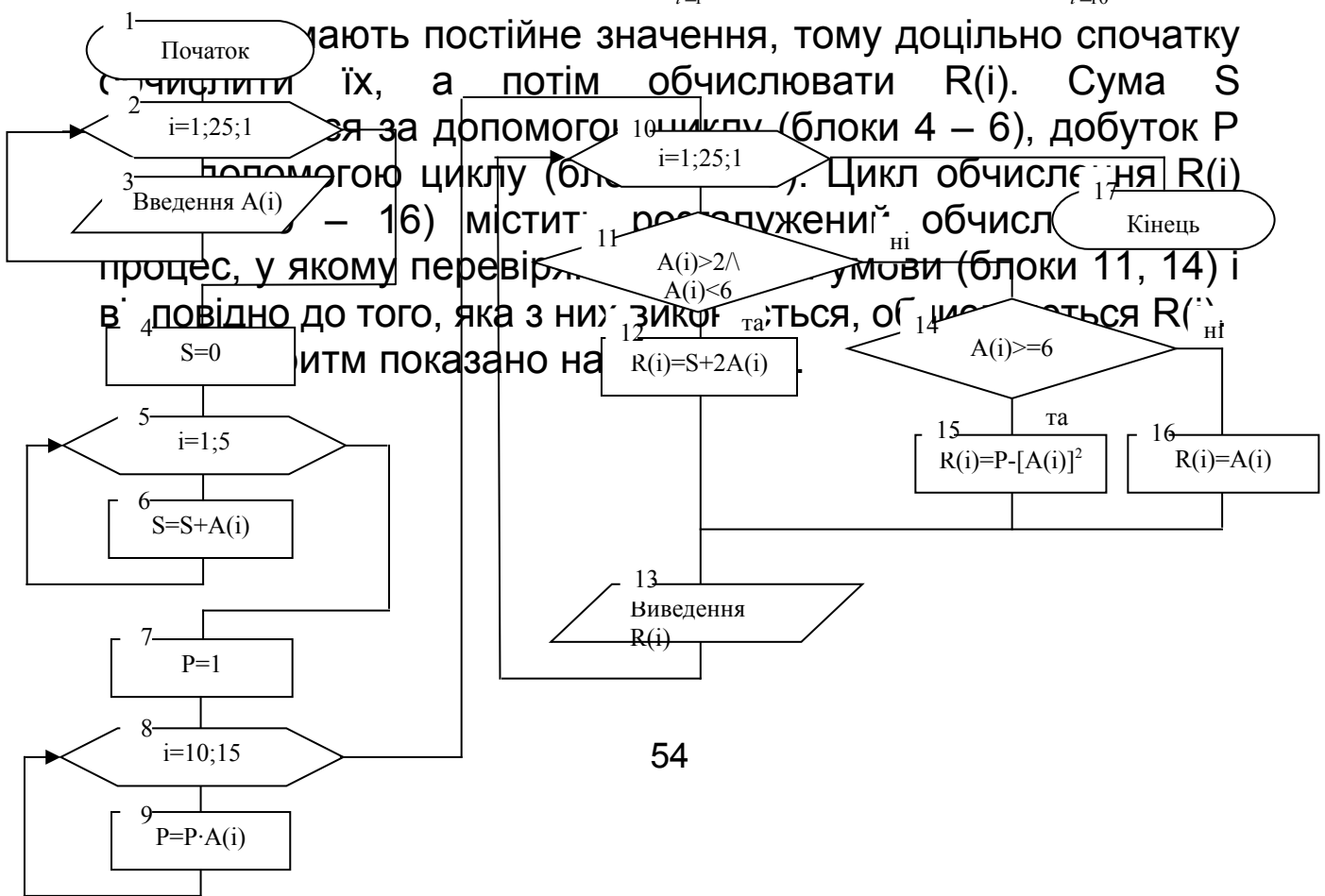


Рисунок 6

Варіанти індивідуальних завдань

Результати вимірювань величин, що досліджуються при моделюванні системи, подані у вигляді одновимірних масивів. Скласти схему алгоритму обробки результатів вимірювань відповідно до умов задачі.

1-й рівень

Масив M містить K елементів $M(i)$, $i = 1, \dots, K$.

1 Визначити кількість негативних елементів і обчислити їхнє середнє арифметичне значення.

2 Обчислити суму елементів $M(i) > 5$ з непарними порядковими номерами.

3 Обчислити добуток елементів $0 < M(i) < 4$ з парними порядковими номерами.

4 Обчислити середнє арифметичне елементів $M(i) > 1$ і $M(i) < 15$.

5 Обчислити загальну кількість негативних елементів і $M(i) > 20$.

2-й рівень

Заданий масив $D(i)$, $i=0, \dots, 24$.

1 З елементів $D(i) \neq 1$ сформувати масив H , вивести його на екран і визначити в ньому середнє арифметичне елементів $1 < H(i) \leq 5$.

2 З елементів $D(i) > c$, що мають непарні індекси, сформувати масив R, вивести його на екран і визначити розмір масиву R і суму його елементів.

3 З масиву вибрати негативні елементи з парними індексами і сформувати з них масив A. Масив A вивести на екран і визначити його розмір.

4 З елементів $D(i) > 0$ сформувати масив L, вивести його на екран і визначити на скільки добуток елементів $2 < |L(i)| < 5$ менше за їх суму.

5 З елементів $D(i) \geq 8$, що мають парні індекси, сформувати масив C, вивести його на екран і підрахувати в ньому кількість елементів, рівних 8.

3-й рівень

Масив A містить 30 елементів $A(i)$, $i = 1, 30$. Скласти схему алгоритму формування масиву T з елементами $T(i)$.

$$1 \quad T(i) = A(i) + \frac{C}{D}, \quad \text{де } C = \sum_{i=1}^{30} A(i), \quad D = \prod_{i=1}^{10} A(i).$$

Визначити середнє арифметичне позитивних елементів масиву.

$$2 \quad T(i) = \begin{cases} \sum_{i=1}^{30} A(i) + A(i) / 2, & \text{якщо } A(i) \leq 0; \\ \sum_{i=1}^{15} A(i) - 2A(i), & \text{якщо } A(i) > 0; \\ 0 & \text{в інших випадках.} \end{cases}$$

Визначити кількість нульових елементів у масиві A.

$$3 \quad T(i) = \begin{cases} A(i) + \sum_{i=1}^{15} A(i), & \text{якщо } 0 \leq A(i) \leq 5; \\ 2A(i) + \sum_{i=1}^{15} A(i), & \text{якщо } 5 \leq A(i) \leq 10; \\ 0 & \text{в інших випадках.} \end{cases}$$

Визначити суму негативних елементів з парними індексами.

$$4 \quad T(i) = \begin{cases} A(i) + \sum_{i=12}^{30} A(i), & \text{якщо } 0 \leq A(i) \leq 10; \\ 2 + \sum_{i=15}^{25} A(i), & \text{якщо } 10 \leq A(i) \leq 15; \\ 0 & \text{в інших випадках.} \end{cases}$$

Визначити добуток всіх елементів $A(i) > 50$.

5

$$T(i) = \begin{cases} \Lambda(i) - \sum_{i=1}^{25} \Lambda(i), & \text{якщо } -5 \leq \Lambda(i) \leq 5 \text{ і } \Lambda(i) \\ \Lambda(i) + \sum_{i=1}^{15} \Lambda(i), & \text{якщо } 10 \leq \Lambda(i) \leq 15 \text{ або } \Lambda(i) \\ 0 & \text{в інших випадках.} \end{cases}$$

Визначити середнє арифметичне елементів з парними індексами.

РОБОТА 8

АЛГОРИТМИ ОБРОБКИ ДВОВИМІРНИХ МАСИВІВ

Мета роботи – вивчення методики побудови схем алгоритмів обчислення кількості, суми і добутку кінцевого числа елементів двовимірних масивів.

Завдання та порядок виконання

1 Вивчити навчальний матеріал і підготувати відповіді на контрольні запитання.

2 Скласти схеми алгоритмів відповідно до варіанта завдання.

Контрольні запитання

1 Який масив називається двовимірним?

2 Визначити розмір і розмірність масиву A з елементами $A(i,j)$, якщо $i=1,15$; $j=1,20$.

3 Який вигляд має двовимірний масив? Навести приклад.

4 Який тип обчислювального процесу використовується при обробці двовимірних масивів?

5 У чому полягає призначення змінних циклу в алгоритмах обробки двовимірних масивів?

Зміст звіту

1 Номер, назва і мета роботи.

2 Короткі відповіді на контрольні запитання.

3 Схеми алгоритмів згідно з варіантом завдання.

Навчальний матеріал

Масив, елементи якого упорядковані у двох напрямках – по рядках і по стовпцях, називають двовимірним. Цей масив має розмірність 2 (тому він і називається двовимірним) і має вигляд прямокутної таблиці, або матриці.

Наприклад:

5, 6, 12, 1, 8, -7,
-4, 5, 0, -10, 6, 2,
11, 8, -5, 3, 15, -9,
6, 12, 0, -8, 5, 10

двовимірний числовий масив, який містить 4 рядки та 6 стовпців.

Кожний елемент масиву знаходиться у визначених рядку та стовпці i , відповідно до цього, має два індекси: номер рядка та номер стовпця, які позначаються через i та j . Наприклад, $V(i,j)$ – елемент двовимірного масиву V . Якщо $i=1,\dots,10$; $j=1,\dots,15$, то розмір масиву V дорівнює $10 \cdot 15 = 150$.

У задачах обробки двовимірних масивів частіш за все виконуються операції вибірки з масиву елементів за визначеною ключовою ознакою та деякі обчислення з цими елементами, наприклад, обчислення їх кількості, суми, добутку або середнього арифметичного. Алгоритми обробки двовимірних масивів будуються на основі вкладених циклічних обчислювальних процесів, які містять два цикли: зовнішній – задає номер рядка та внутрішній – задає номер стовпця. Відповідно до цього змінною зовнішнього циклу є перший індекс елемента масиву, а змінною внутрішнього циклу – другий індекс. В окремих випадках зовнішній цикл може задавати номер стовпця, а внутрішній – номер рядка.

Якщо кількість рядків дорівнює кількості стовпців, то такий масив – це квадратна матриця, яка має головну та побічну діагоналі. Головна діагональ з'єднує лівий верхній та правий нижній кути матриці, а побічна – правий верхній та лівий нижній кути. Для елементів квадратної матриці виконуються такі умови:

- на головній діагоналі $i=j$ – номер рядка дорівнює номеру стовпця;
- на побічній діагоналі $i+j=n+1$ (n – кількість рядків або стовпців);
- ліворуч головної діагоналі $i>j$;
- праворуч головної діагоналі $i<j$;
- ліворуч побічної діагоналі $i+j<n+1$;
- праворуч побічної діагоналі $i+j>n+1$.

Розв'язання задачі обробки масиву складається з трьох етапів:

- введення даних у масив;
- обробка даних відповідно до умови конкретної задачі;
- виведення результатів.

Приклад 1

Задано двовимірний числовий масив M , який містить 10 рядків та 15 стовпців. Визначити кількість позитивних елементів.

Алгоритм показано на рисунку 1.

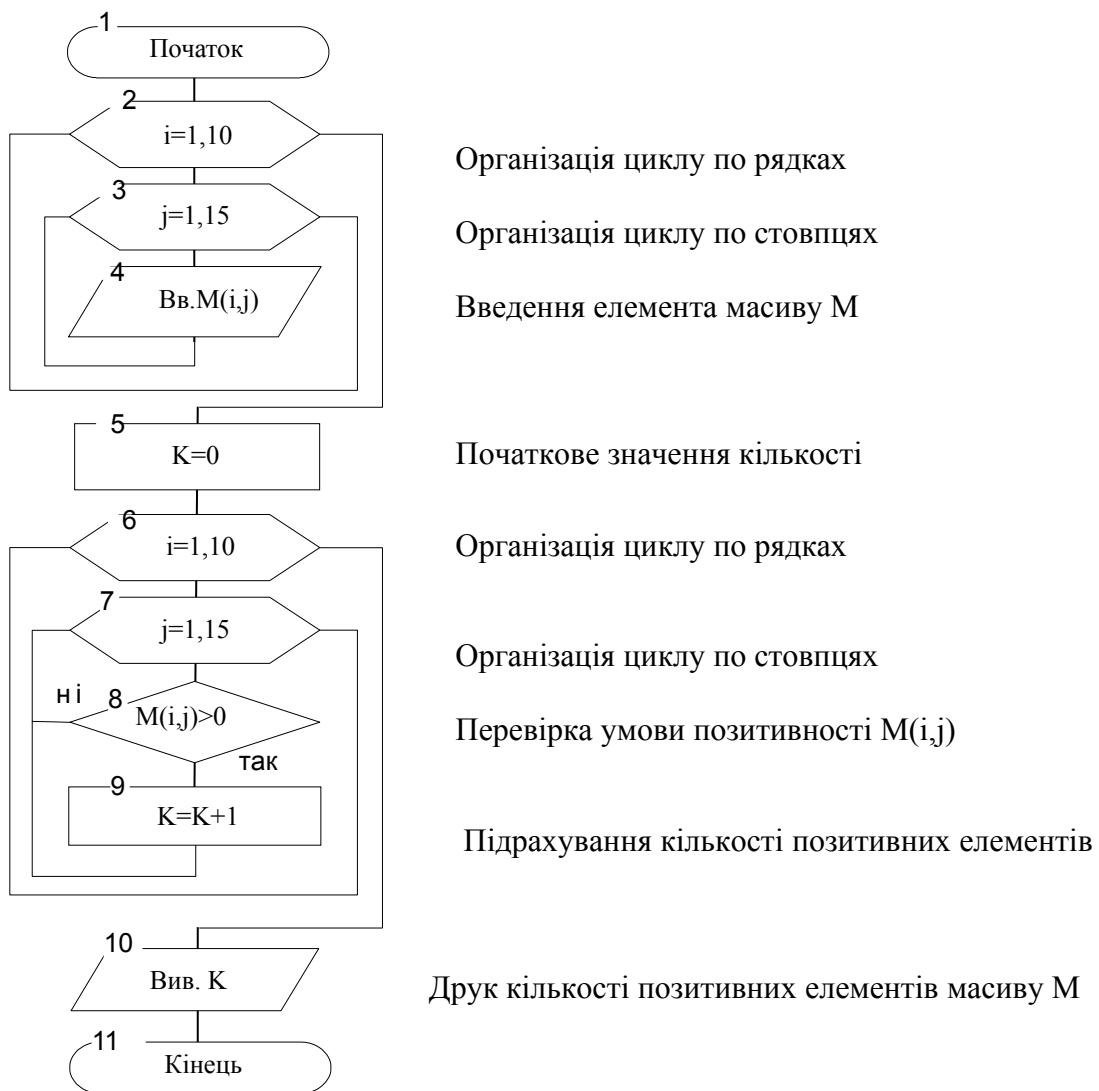


Рисунок 1

Приклад 2

Задано двовимірний числовий масив D , який містить n рядків та m стовпців. Визначити суму елементів $D(i,j) \geq 5$ у непарних стовпцях масиву.

Алгоритм показано на рисунку 2.



Рисунок 2

Приклад 3

Задано двовимірний числовий масив Y , який містить n рядків та m стовпців. Визначити добуток елементів $2 < Y(i,j) < 8$ у кожному непарному рядку.

Алгоритм показано на рисунку 3.

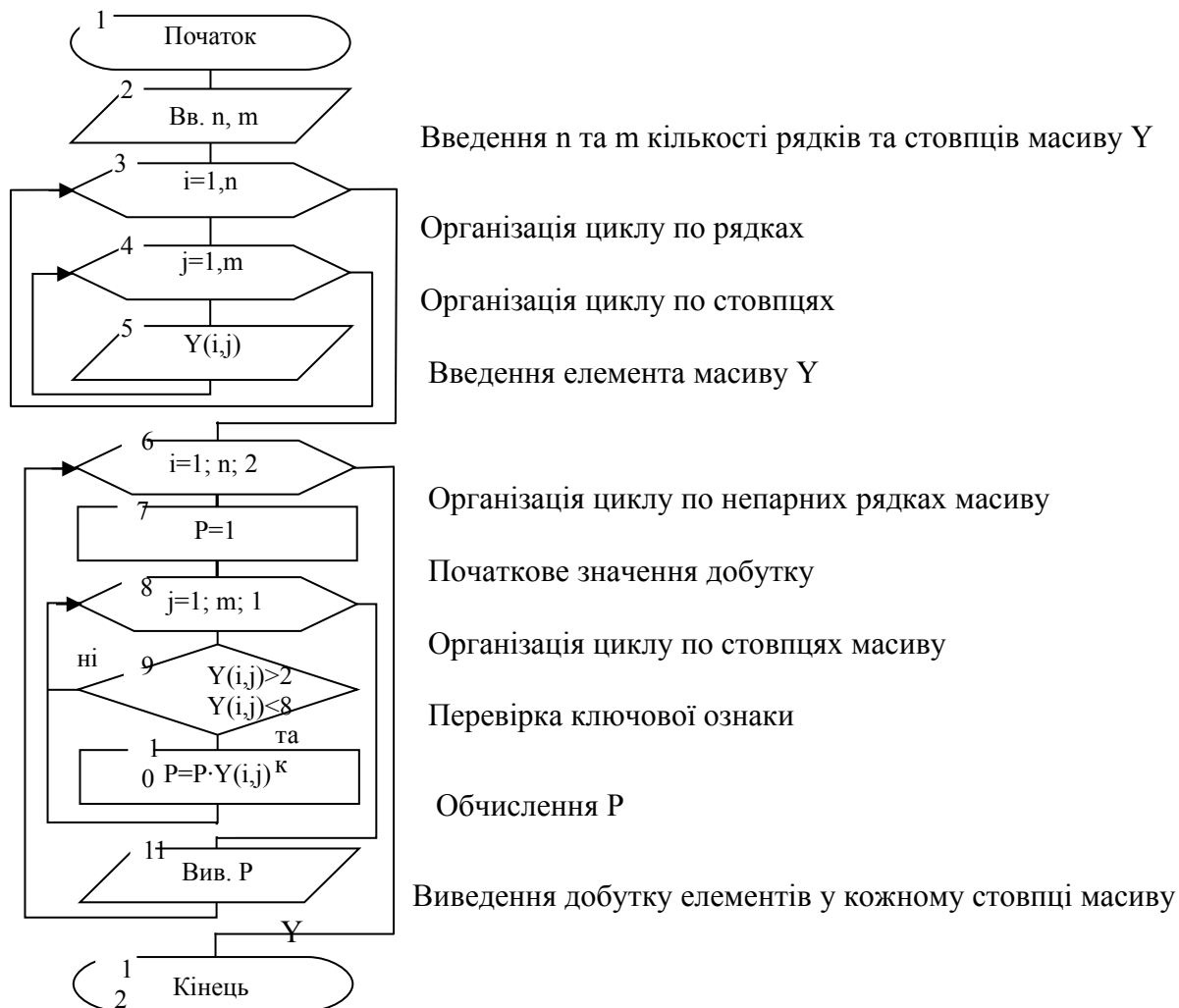


Рисунок 3

Варіанти індивідуальних завдань

Результати моделювання упорядковані у вигляді двовимірного масиву. Скласти схему алгоритму обробки результатів відповідно до умов задачі.

1-й рівень

Дано масив A з елементами $A(i, j)$, $i=1, 5$; $j=1, 10$.
Визначити:

- 1) середнє арифметичне позитивних елементів;
- 2) добуток негативних елементів;
- 3) кількість елементів, що >1 і <15 , тобто $1 < A(i,j) < 15$;
- 4) різницю між добутком усіх елементів і сумою негативних елементів;
- 5) середнє арифметичне негативних елементів масиву.

2-й рівень

Дано масив A з елементами $A(i,j)$, $i=1,10$; $j=1,15$.
Визначити:

- 1) суму елементів $5 \leq A(i,j) \leq 12$ у парних рядках масиву;
- 2) добуток позитивних елементів у непарних стовпцях масиву;
- 3) різницю між кількістю негативних і позитивних елементів у непарних рядках масиву;
- 4) середнє арифметичне елементів $A(i,j) > 1$ у парних стовпцях;
- 5) відношення між добутком і сумою елементів $1 < A(i,j) < 9$ у парних рядках масиву.

3-й рівень

Дано масив B з елементами $B(i,j)$, $i=1,N$, $j=1,M$.
Визначити:

- 1) у скільки разів кількість негативних елементів перевищує кількість позитивних елементів у кожному парному рядку масиву;
- 2) суму позитивних елементів у кожному непарному стовпці масиву;
- 3) середнє арифметичне негативних елементів у кожному парному рядку масиву;
- 4) різницю між середніми арифметичними позитивних і негативних елементів у кожному парному стовпці масиву;
- 5) різницю між сумою $B(i,j) > 10$ і сумою $B(i,j) < 10$ у кожному непарному стовпці масиву.

РОБОТА 9

АЛГОРИТМИ СОРТУВАННЯ ОДНОВИМІРНИХ МАСИВІВ

Мета роботи – вивчення методики побудови алгоритмів сортування одновимірних масивів.

Завдання та порядок виконання

1 Вивчити навчальний матеріал і підготувати відповіді на контрольні запитання.

2 Скласти схему алгоритму сортування масиву відповідно до варіанта завдання.

Контрольні запитання

1 Визначити поняття "сортування". Види сортування.

2 Як виконується сортування по зростанню?

3 Як виконується сортування по убутанню?

4 Сутність алгоритму сортування.

Зміст звіту

1 Номер, назва і мета роботи.

2 Короткі відповіді на контрольні запитання.

3 Схеми алгоритмів сортування масиву.

Навчальний матеріал

Сортуванням називається упорядкування елементів у масиві за визначеною ознакою. При сортуванні змінюється взаємне розташування елементів у масиві. Сортування буває двох видів (за двома ознакам): по зростанню та по убутанню.

Сортування по зростанню розташовує елементи у масиві в порядку зростання їх значень. У масиві, відсортованому по зростанню, значення кожного наступного

елемента більше або дорівнює значенню попереднього елемента, тобто, наприклад, в масиві X $X(i+1) \geq X(i)$.

Сортування по убутанню розташовує елементи у масиві в порядку убутання їх значень. У масиві, відсортованому по убутанню, кожний наступний елемент менше або дорівнює попередньому елементу, тобто $X(i+1) \leq X(i)$.

Алгоритм сортування, який розглядається нижче, засновано на порівнянні двох елементів, які знаходяться поруч один з одним.

При сортуванні по зростанню:

- якщо $X(i) > X(i+1)$, то $X(i)$ і $X(i+1)$ міняються місцями;
- якщо $X(i) \leq X(i+1)$, то $X(i)$ і $X(i+1)$ залишаються на своїх місцях.

При сортуванні по убутанню все відбувається навпаки:

- якщо $X(i) < X(i+1)$, то $X(i)$ і $X(i+1)$ міняються місцями;
- якщо $X(i) \geq X(i+1)$, то $X(i)$ і $X(i+1)$ залишаються на своїх місцях.

На рисунку 1 наведено алгоритм сортування одновимірного масиву по зростанню. Порівняння елементів $X(i)$ і $X(i+1)$ виконує блок 7. Для того, щоб поміняти місцями $X(i)$ і $X(i+1)$, використовується допоміжна змінна R , за допомогою якої елементу $X(i)$ присвоюється значення $X(i+1)$, а елементу $X(i+1)$ – значення $X(i)$ (блоки 8 – 10).

В алгоритмі використовуються два вкладених цикли (блоки 5, 6), за допомогою яких порівняння $X(i)$ і $X(i+1)$ виконується $(N-1) \cdot (N-1)$ раз. Завдяки цьому у процесі сортування по зростанню елементи з більшими значеннями переміщуються до кінця масиву, а з меншими – до початку. При сортуванні по убутанню елементи переміщуються навпаки.

Алгоритм сортування по убутанню аналогічний, тільки при порівнянні $X(i)$ і $X(i+1)$ замість умови $X(i) > X(i+1)$ перевіряється умова $X(i) < X(i+1)$.

Варіанти індивідуальних завдань

Результати дослідження моделі технічної системи мають вигляд одновимірного масиву X , який містить 60

елементів. При цьому елементи масиву X розбиті на три групи:

X(1) - X(20) - елементи групи 1;

X(21) - X(40) - елементи групи 2;

X(41) - X(60) - елементи групи 3.

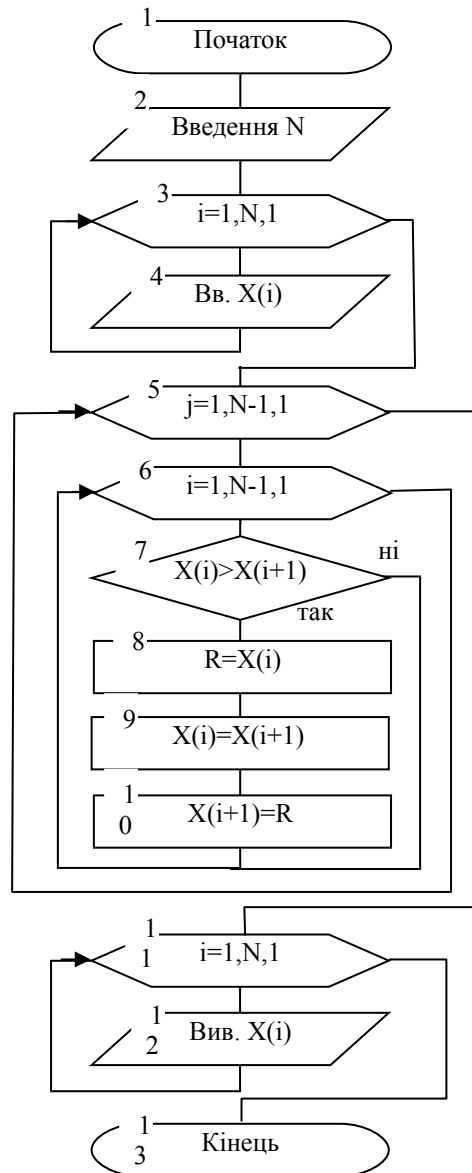


Рисунок 1

1-й рівень

Скласти схему алгоритму сортування тих груп елементів масиву X. Елементи розташувати в порядку відповідно до варіанта завдання:

1) 1 група - убунання , 2,3 – зростання;

- 2) 1,3 - убуння , 2 - зростання;
- 3) 1,2 - убуння , 3 - зростання;
- 4) 1 - зростання, - 2,3 – убуння;
- 5) 1,2 - зростання , 3 -убуння.

2-й рівень

Скласти схему алгоритму сортування трьох груп елементів масиву X. Елементи розташувати в порядку відповідно до варіанта завдання. Послідовний перегляд почати з передостанніх елементів груп: N1=19, N2=39, N3=59.

- 1) 1 група - убуння, 2,3 – зростання;
- 2) 1,3 - убуння, 2 - зростання;
- 3) 1,2 - убуння, 3 - зростання;
- 4) 1 - убуння, 2,3 – зростання;
- 5) 1,2 - убуння, 3 - зростання.

3-й рівень

Скласти схему алгоритму сортування масиву X відповідно до завдання 1-го рівня і формування масиву B. Елементи масиву B визначаються як:

- 1) сума відповідних пар елементів груп 2,3;
- 2) сума відповідних пар елементів груп 1,3;
- 3) сума відповідних пар елементів груп 1,2;
- 4) добуток відповідних пар елементів груп 2,3;
- 5) добуток відповідних пар елементів груп 1,2.

