

Міністерство освіти і науки України
Національний університет «Львівська політехніка»
кафедра інформаційних систем та мереж

Григорович В.Г.

Алгоритмізація та програмування

Цикли

Навчальний посібник

2020

Григорович Віктор Геннадійович

Алгоритмізація та програмування. Цикли. Навчальний посібник.

Дисципліна «Алгоритмізація та програмування» вивчається на першому курсі, – з цієї дисципліни розпочинається цикл предметів, що стосуються програмування та розробки програмного забезпечення.

В посібнику містяться теоретичні відомості, приклади, методичні вказівки з їх розв’язування, варіанти лабораторних завдань та питання і завдання з контролю знань з теми «Цикли».

Розглядаються наступні роботи лабораторного практикуму:

Лабораторна робота № 4.1.

Цикли

Лабораторна робота № 4.2.

Табуляція функції, заданої формулою: функція однієї змінної

Лабораторна робота № 4.3.

Табуляція функції, заданої формулою: функція з параметрами

Лабораторна робота № 4.4.

Табуляція функції, заданої графіком

Лабораторна робота № 4.5.

«Попадання» у плоску фігуру

Лабораторна робота № 4.6.

Вкладені цикли

Лабораторна робота № 4.7.

Обчислення суми ряду Тейлора за допомогою ітераційних циклів та рекурентних співвідношень

В посібнику наведено рекомендований набір лабораторних робіт та приклади їх виконання.

Відповідальний за випуск – Григорович В.Г.

Стислий зміст

Вступ.....	17
Тема 4. Цикли	18
Стисло та головне про цикли	18
Цикли.....	18
Генерування випадкових чисел	23
Теоретичні відомості.....	24
План	24
Базові алгоритмічні структури.....	24
Цикли.....	25
Форматний вивід	36
Генерування випадкових чисел	42
Пояснення до прикладів та лабораторних завдань	43
Лабораторний практикум	51
Оформлення звіту про виконання лабораторних робіт	51
Лабораторна робота № 4.1. Цикли	53
Лабораторна робота № 4.2. Табуляція функції, заданої формулою: функція однієї змінної	62
Лабораторна робота № 4.3. Табуляція функції, заданої формулою: функція з параметрами.....	73
Лабораторна робота № 4.4. Табуляція функції, заданої графіком	87
Лабораторна робота № 4.5. «Попадання» у плоску фігуру.....	102
Лабораторна робота № 4.6. Вкладені цикли.....	118
Лабораторна робота № 4.7. Обчислення суми ряду Тейлора за допомогою ітераційних циклів та рекурентних співвідношень.....	126
Питання та завдання для контролю знань	133
Предметний покажчик	137
Література	138

Зміст

Вступ.....	17
Тема 4. Цикли	18
Стисло та головне про цикли	18
Цикли.....	18
Класифікація циклів.....	18
На основі логіки умови циклу.....	18
Цикл ПОКИ.....	18
Цикл ДО	18
На основі порядку перевірки умови та виконання тіла циклу.....	19
Цикл з ПЕРЕД-умовою	19
Цикл з ПІСЛЯ-умовою	19
На основі того, чи відома наперед кількість повторень циклу чи ні	19
4 види циклів	20
Команди циклів	20
Цикл <code>while</code>	20
Цикл <code>do...while</code>	21
Цикл <code>for</code>	21
Загальна схема обчислення суми та добутку.....	22
Команди управління виконанням циклу.....	22
Команда <code>break</code>	22
Команда <code>continue</code>	23
Генерування випадкових чисел	23
Генерування випадкових цілих чисел	23
Генерування випадкових дійсних чисел	23
Теоретичні відомості.....	24
План	24
Базові алгоритмічні структури.....	24
Слідування	24
Розгалуження	25
Повторення	25
Цикли.....	25
Загальна структура циклу.....	25
Вічний цикл	25
Обов'язкові елементи циклу	26

Класифікація циклів.....	26
На основі логіки умови циклу.....	26
Цикл ПОКИ.....	26
Цикл ДО	27
На основі порядку перевірки умови та виконання тіла циклу.....	27
Цикл з ПЕРЕД-умовою	27
Цикл з ПІСЛЯ-умовою	27
На основі того, чи відома наперед кількість повторень циклу чи ні	27
4 види циклів	28
Команди циклів	28
Цикл <code>while</code>	28
Цикл <code>do...while</code>	30
Порівняння циклів <code>while</code> та <code>do...while</code>	31
Цикл <code>for</code>	32
Загальна схема обчислення суми та добутку.....	33
Типові помилки при організації циклів	33
Вічний цикл: забули команду інкременту	33
Вічний (<code>while</code>) та порожній (<code>for</code>) цикл: крапка з комою після заголовку циклу	34
Команди управління виконанням циклу.....	34
Команда <code>break</code>	34
Команда <code>continue</code>	35
Форматний вивід	36
Форматний вивід (C++)	37
Непараметризовані маніпулятори	37
Параметризовані маніпулятори	38
Ввід / вивід (C).....	39
Вивід інформації.....	39
Введення інформації	42
Генерування випадкових чисел	42
Генерування випадкових цілих чисел	43
Генерування випадкових дійсних чисел	43
Пояснення до прикладів та лабораторних завдань	43
Вкладені цикли	43
Наближена сума нескінченного ряду	48
Сума ряду Тейлора	48

Лабораторний практикум	51
Оформлення звіту про виконання лабораторних робіт	51
Вимоги до оформлення звіту	51
Зразок оформлення звіту про виконання лабораторних робіт №№ 4.1–4.7	51
Лабораторна робота № 4.1. Цикли	53
Мета роботи	53
Питання, які необхідно вивчити та пояснити на захисті.....	53
Оформлення звіту.....	53
Приклади розв’язання лабораторних завдань	53
Варіант 0.....	53
Умова завдання.....	53
Блок-схема	54
UML-activity діаграма	55
Текст програми	55
Варіанти лабораторних завдань	56
Варіант 1.....	56
Варіант 2.....	56
Варіант 3.....	56
Варіант 4.....	57
Варіант 5.....	57
Варіант 6.....	57
Варіант 7.....	57
Варіант 8.....	57
Варіант 9.....	57
Варіант 10.....	57
Варіант 11.....	57
Варіант 12.....	58
Варіант 13.....	58
Варіант 14.....	58
Варіант 15.....	58
Варіант 16.....	58
Варіант 17.....	58
Варіант 18.....	58
Варіант 19.....	58
Варіант 20.....	58

Варіант 21.....	59
Варіант 22.....	59
Варіант 23.....	59
Варіант 24.....	59
Варіант 25.....	59
Варіант 26.....	59
Варіант 27.....	59
Варіант 28.....	59
Варіант 29.....	59
Варіант 30.....	60
Варіант 31.....	60
Варіант 32.....	60
Варіант 33.....	60
Варіант 34.....	60
Варіант 35.....	60
Варіант 36.....	60
Варіант 37.....	60
Варіант 38.....	61
Варіант 39.....	61
Варіант 40.....	61
Лабораторна робота № 4.2. Табуляція функції, заданої формулою: функція однієї змінної	62
Мета роботи	62
Питання, які необхідно вивчити та пояснити на захисті.....	62
Оформлення звіту.....	62
Приклади розв'язання лабораторних завдань	62
Варіант 0.....	62
Умова завдання.....	62
Текст програми	63
Варіанти лабораторних завдань	63
Варіант 1.....	64
Варіант 2.....	64
Варіант 3.....	64
Варіант 4.....	64
Варіант 5.....	64

Варіант 6.....	64
Варіант 7.....	65
Варіант 8.....	65
Варіант 9.....	65
Варіант 10.....	65
Варіант 11.....	65
Варіант 12.....	65
Варіант 13.....	66
Варіант 14.....	66
Варіант 15.....	66
Варіант 16.....	66
Варіант 17.....	66
Варіант 18.....	67
Варіант 19.....	67
Варіант 20.....	67
Варіант 21.....	67
Варіант 22.....	67
Варіант 23.....	68
Варіант 24.....	68
Варіант 25.....	68
Варіант 26.....	68
Варіант 27.....	68
Варіант 28.....	69
Варіант 29.....	69
Варіант 30.....	69
Варіант 31.....	69
Варіант 32.....	69
Варіант 33.....	70
Варіант 34.....	70
Варіант 35.....	70
Варіант 36.....	70
Варіант 37.....	70
Варіант 38.....	70
Варіант 39.....	71
Варіант 40.....	71

Варіант 41.....	71
Варіант 42.....	71
Варіант 43.....	71
Варіант 44.....	71
Варіант 45.....	72
Варіант 46.....	72
Варіант 47.....	72
Варіант 48.....	72
Варіант 49.....	72
Варіант 50.....	72
Лабораторна робота № 4.3. Табуляція функції, заданої формулою: функція з параметрами.....	73
Мета роботи	73
Питання, які необхідно вивчити та пояснити на захисті.....	73
Оформлення звіту.....	73
Варіанти лабораторних завдань	73
Варіант 1.....	74
Варіант 2.....	74
Варіант 3.....	74
Варіант 4.....	74
Варіант 5.....	75
Варіант 6.....	75
Варіант 7.....	75
Варіант 8.....	76
Варіант 9.....	76
Варіант 10.....	76
Варіант 11.....	76
Варіант 12.....	77
Варіант 13.....	77
Варіант 14.....	77
Варіант 15.....	78
Варіант 16.....	78
Варіант 17.....	78
Варіант 18.....	79
Варіант 19.....	79

Варіант 20.....	79
Варіант 21.....	80
Варіант 22.....	80
Варіант 23.....	80
Варіант 24.....	81
Варіант 25.....	81
Варіант 26.....	81
Варіант 27.....	82
Варіант 28.....	82
Варіант 29.....	82
Варіант 30.....	82
Варіант 31.....	83
Варіант 32.....	83
Варіант 33.....	83
Варіант 34.....	84
Варіант 35.....	84
Варіант 36.....	84
Варіант 37.....	85
Варіант 38.....	85
Варіант 39.....	85
Варіант 40.....	86
Лабораторна робота № 4.4. Табуляція функції, заданої графіком	87
Мета роботи	87
Питання, які необхідно вивчити та пояснити на захисті.....	87
Оформлення звіту.....	87
Варіанти лабораторних завдань	87
Варіант 1.....	88
Варіант 2.....	88
Варіант 3.....	88
Варіант 4.....	89
Варіант 5.....	89
Варіант 6.....	89
Варіант 7.....	90
Варіант 8.....	90
Варіант 9.....	90

Варіант 10.....	90
Варіант 11.....	91
Варіант 12.....	91
Варіант 13.....	91
Варіант 14.....	92
Варіант 15.....	92
Варіант 16.....	92
Варіант 17.....	93
Варіант 18.....	93
Варіант 19.....	93
Варіант 20.....	94
Варіант 21.....	94
Варіант 22.....	94
Варіант 23.....	95
Варіант 24.....	95
Варіант 25.....	96
Варіант 26.....	96
Варіант 27.....	96
Варіант 28.....	96
Варіант 29.....	97
Варіант 30.....	97
Варіант 31.....	97
Варіант 32.....	98
Варіант 33.....	98
Варіант 34.....	98
Варіант 35.....	99
Варіант 36.....	99
Варіант 37.....	99
Варіант 38.....	100
Варіант 39.....	100
Варіант 40.....	100
Лабораторна робота № 4.5. «Попадання» у плоску фігуру.....	102
Мета роботи	102
Питання, які необхідно вивчити та пояснити на захисті.....	102
Оформлення звіту.....	102

Приклади розв'язання лабораторних завдань	102
Варіант 0.....	102
Умова завдання.....	102
Текст програми	103
Варіанти лабораторних завдань	104
Варіант 1.....	104
Варіант 2.....	104
Варіант 3.....	105
Варіант 4.....	105
Варіант 5.....	105
Варіант 6.....	106
Варіант 7.....	106
Варіант 8.....	106
Варіант 9.....	107
Варіант 10.....	107
Варіант 11.....	107
Варіант 12.....	108
Варіант 13.....	108
Варіант 14.....	108
Варіант 15.....	109
Варіант 16.....	109
Варіант 17.....	109
Варіант 18.....	110
Варіант 19.....	110
Варіант 20.....	110
Варіант 21.....	111
Варіант 22.....	111
Варіант 23.....	111
Варіант 24.....	112
Варіант 25.....	112
Варіант 26.....	112
Варіант 27.....	113
Варіант 28.....	113
Варіант 29.....	113
Варіант 30.....	114

Варіант 31.....	114
Варіант 32.....	114
Варіант 33.....	115
Варіант 34.....	115
Варіант 35.....	115
Варіант 36.....	116
Варіант 37.....	116
Варіант 38.....	116
Варіант 39.....	117
Варіант 40.....	117
Лабораторна робота № 4.6. Вкладені цикли.....	118
Мета роботи	118
Питання, які необхідно вивчити та пояснити на захисті.....	118
Оформлення звіту.....	118
Приклади розв'язання лабораторних завдань	118
Варіант 0.....	118
Умова завдання.....	118
Текст програми	119
Варіанти лабораторних завдань	120
Варіант 1.....	120
Варіант 2.....	120
Варіант 3.....	120
Варіант 4.....	120
Варіант 5.....	121
Варіант 6.....	121
Варіант 7.....	121
Варіант 8.....	121
Варіант 9.....	121
Варіант 10.....	121
Варіант 11.....	121
Варіант 12.....	121
Варіант 13.....	122
Варіант 14.....	122
Варіант 15.....	122
Варіант 16.....	122

Варіант 17.....	122
Варіант 18.....	122
Варіант 19.....	122
Варіант 20.....	122
Варіант 21.....	122
Варіант 22.....	123
Варіант 23.....	123
Варіант 24.....	123
Варіант 25.....	123
Варіант 26.....	123
Варіант 27.....	123
Варіант 28.....	123
Варіант 29.....	124
Варіант 30.....	124
Варіант 31.....	124
Варіант 32.....	124
Варіант 33.....	124
Варіант 34.....	124
Варіант 35.....	124
Варіант 36.....	125
Варіант 37.....	125
Варіант 38.....	125
Варіант 39.....	125
Варіант 40.....	125
Лабораторна робота № 4.7. Обчислення суми ряду Тейлора за допомогою ітераційних циклів та рекурентних співвідношень.....	126
Мета роботи	126
Питання, які необхідно вивчити та пояснити на захисті.....	126
Оформлення звіту.....	126
Приклади розв'язання лабораторних завдань	126
Варіант 0.....	126
Умова завдання.....	126
Текст програми	127
Варіанти лабораторних завдань	128
Варіант 1.....	128

Варіант 2.....	128
Варіант 3.....	128
Варіант 4.....	128
Варіант 5.....	128
Варіант 6.....	128
Варіант 7.....	128
Варіант 8.....	129
Варіант 9.....	129
Варіант 10.....	129
Варіант 11.....	129
Варіант 12.....	129
Варіант 13.....	129
Варіант 14.....	129
Варіант 15.....	129
Варіант 16.....	129
Варіант 17.....	130
Варіант 18.....	130
Варіант 19.....	130
Варіант 20.....	130
Варіант 21.....	130
Варіант 22.....	130
Варіант 23.....	130
Варіант 24.....	130
Варіант 25.....	130
Варіант 26.....	131
Варіант 27.....	131
Варіант 28.....	131
Варіант 29.....	131
Варіант 30.....	131
Варіант 31.....	131
Варіант 32.....	131
Варіант 33.....	131
Варіант 34.....	131
Варіант 35.....	132
Варіант 36.....	132

Варіант 37.....	132
Варіант 38.....	132
Варіант 39.....	132
Варіант 40.....	132
Питання та завдання для контролю знань	133
Предметний покажчик	137
Література	138

Вступ

Дисципліна «Алгоритмізація та програмування» вивчається на першому курсі, – з цієї дисципліни розпочинається цикл предметів, що стосуються програмування та розробки програмного забезпечення.

В посібнику містяться теоретичні відомості, приклади, методичні вказівки з їх розв’язування, варіанти лабораторних завдань та питання і завдання з контролю знань з теми «Цикли».

Тема 4. Цикли

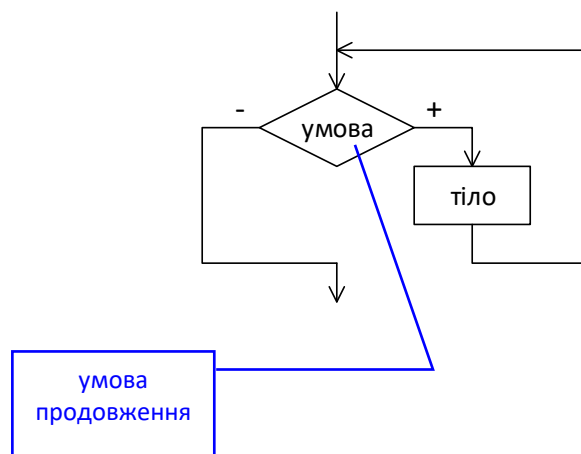
Стисло та головне про цикли

Цикли

Класифікація циклів

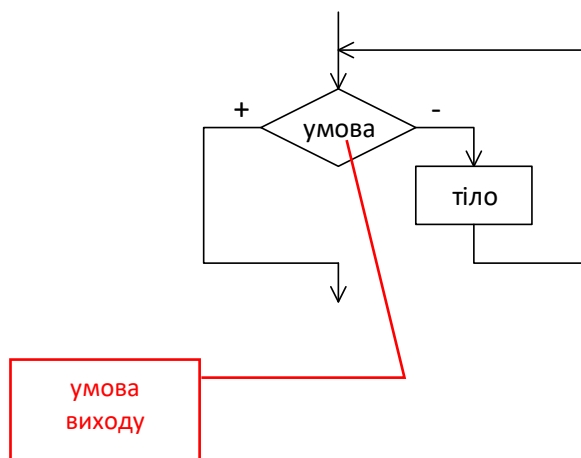
На основі логіки умови циклу

Цикл ПОКИ



– цикл виконується, **ПОКИ** справедлива умова

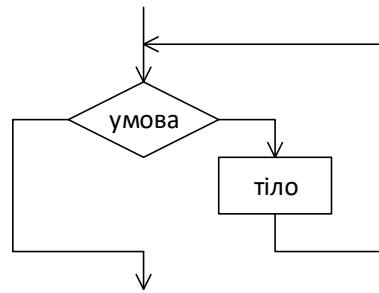
Цикл ДО



– цикл виконується **ДО** тих пір, коли умова стане справедливою

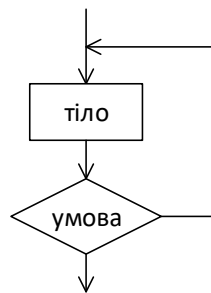
На основі порядку перевірки умови та виконання тіла циклу

Цикл з ПЕРЕД-умовою



– при першому проходженні циклу: спочатку перевіряється умова, потім – виконується тіло циклу.

Цикл з ПІСЛЯ-умовою



– При першому проходженні циклу: спочатку виконується тіло циклу, потім – перевіряється умова.

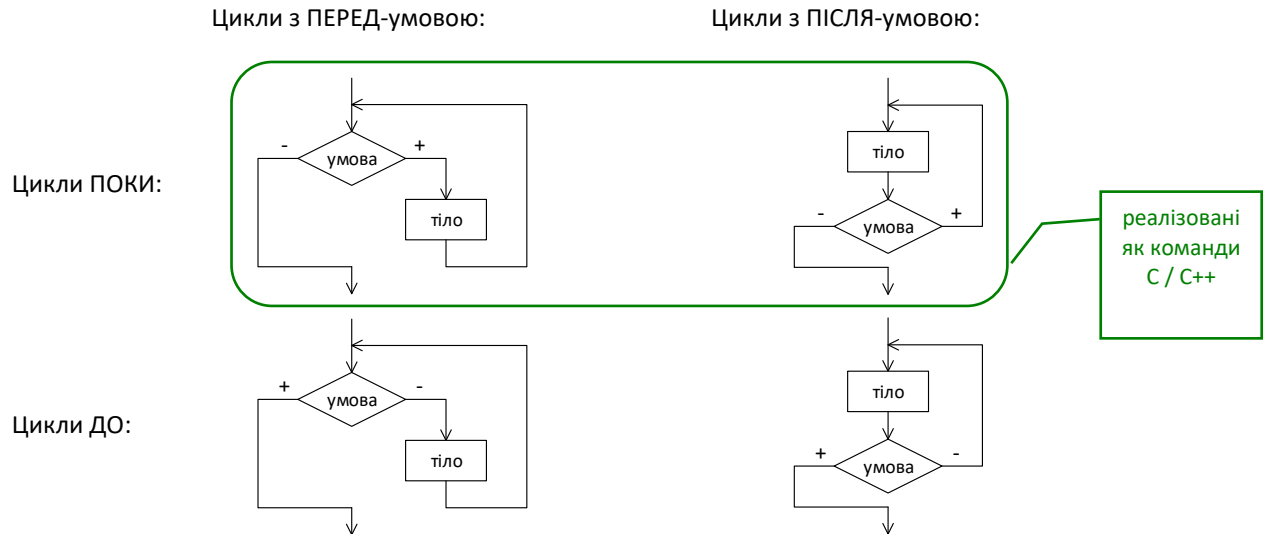
На основі того, чи відома наперед кількість повторень циклу чи ні

Ітерація = однократне проходження циклу

Якщо кількість повторень циклу наперед відома – цикл **арифметичний**.

Якщо кількість повторень циклу наперед не відома – цикл **ітераційний**.

4 види циклів



Команди циклів

Цикл `while`

— цикл ПОКИ з ПЕРЕД-умовою:

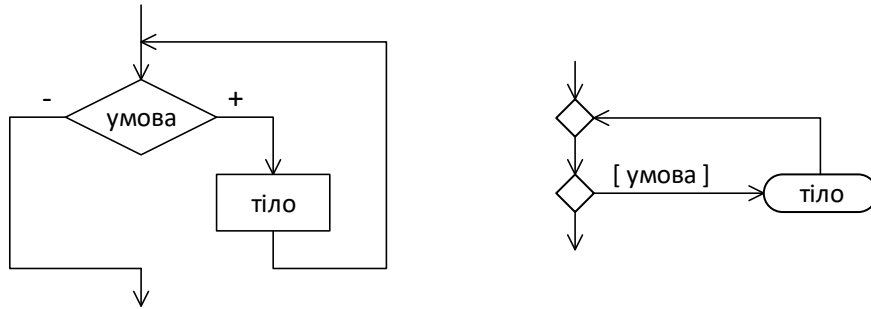
З однією командою:

```
while (/* умова */)
    /* команда */;
```

З блоком команд:

```
while (/* умова */)
{
    /*
    команда;
    ...
    команда;
    */
}
```

Якщо умова хибна – цикл не виконується ні разу:



Цикл **do...while**

– цикл ПОКИ з ПІСЛЯ-умовою.

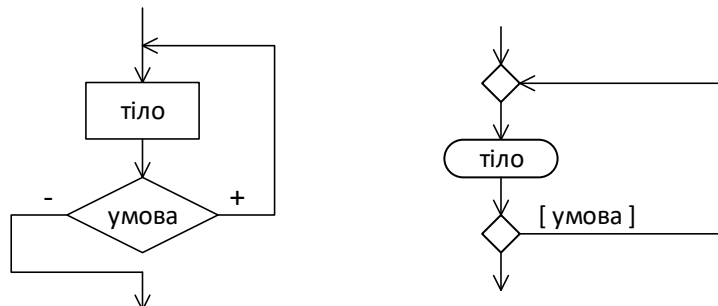
З однією командою:

```
do
    /* команда */;
while (/* умова */);
```

З блоком команд:

```
do
{
    /*
    команда;
    ...
    команда;
    */
} while (/* умова */);
```

Цикл виконується хоча би один раз, навіть якщо умова хибна:



Цикл **for**

– цикл ПОКИ з ПЕРЕД-умовою.

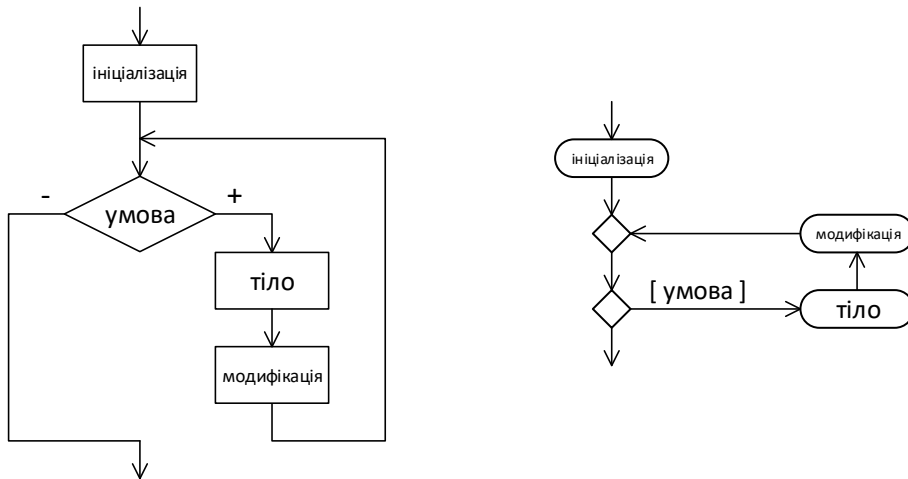
З однією командою:

```
for (/* ініціалізація */; /* умова */; /* модифікація */)
    /* команда */;
```

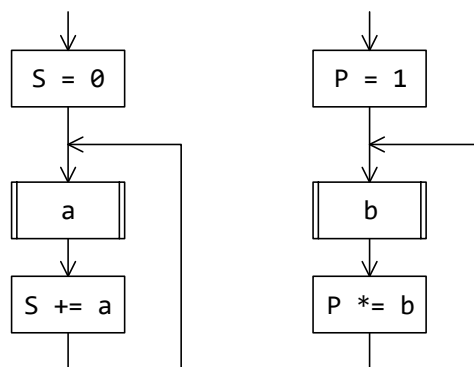
З блоком команд:

```
for (/* ініціалізація */; /* умова */; /* модифікація */)
{
    /*
    команда;
    ...
    команда;
    */
}
```

Якщо умова хибна – цикл не виконується ні разу:



Загальна схема обчислення суми та добутку



Команди управління виконанням циклу

Команда **break**

– припиняє виконання циклу:

Команда `continue`

– перехід до наступної ітерації циклу:

Генерування випадкових чисел

`rand()` – функція без параметрів, повертає псевдовипадкове ціле число з діапазону `0..RAND_MAX`

В ранніх версіях Visual Studio потрібно було підключати `<stdlib.h>`

`srand()` – встановлює початок нової серії псевдовипадкових чисел

`srand(1)` – повторно ініціалізує генератор

Приклад:

```
srand((unsigned) time(NULL));
```

- ініціалізація від системного таймера (кількість мілісекунд, що пройшли від моменту завантаження операційної системи) – щоразу нова послідовність;
- потрібно підключити `<time.h>`

Генерування випадкових цілих чисел

```
srand((unsigned) time(NULL));
```

Випадкове **ціле** число з діапазону **A...B**:

```
int n = A + rand() % (B - A + 1);
```

`rand() % X` → випадкове число від 0 до $X - 1$

`rand() % (B - A + 1)` → випадкове число від 0 до $B - A$

`A + rand() % (B - A + 1)` → випадкове число від A до B

Генерування випадкових дійсних чисел

```
srand((unsigned) time(NULL));
```

Випадкове **дійсне** число з діапазону **A...B**:

```
double x = A + rand() / RAND_MAX * (B - A);
```

`rand() / RAND_MAX` → випадкове число від 0 до 1

`rand() / RAND_MAX * (B - A)` → випадкове число від 0 до $B - A$

`A + rand() / RAND_MAX * (B - A)` → випадкове число від A до B

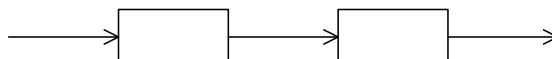
Теоретичні відомості

План

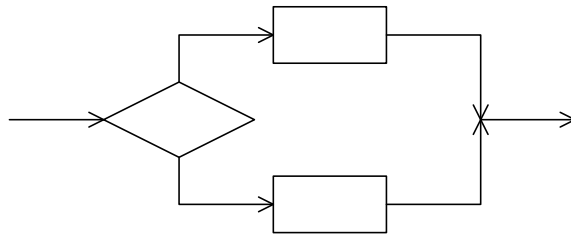
- Базові алгоритмічні структури
 - Слідування
 - Розгалуження
 - Повторення
- Загальна структура циклу
 - Тіло циклу
 - Умова циклу
 - Команда переходу
- Класифікація циклів
 - На основі логіки умови циклу:
 - Цикли ПОКИ
 - Цикли ДО
 - На основі порядку перевірки умови та виконання тіла циклу:
 - Цикли з ПЕРЕД-умовою
 - Цикли з ПІСЛЯ-умовою
 - На основі того, чи відома наперед кількість повторень циклу чи ні
 - Арифметичні цикли
 - Ітераційні цикли
- Команди циклів
 - `while`
 - `do...while`
 - `for`
- Команди управління виконанням циклу
 - `break`
 - `continue`
- Форматний вивід

Базові алгоритмічні структури

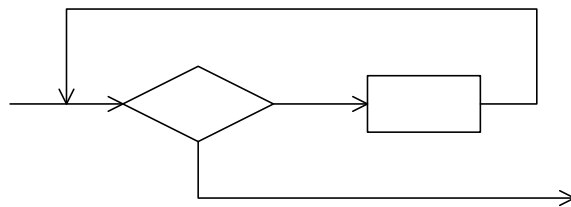
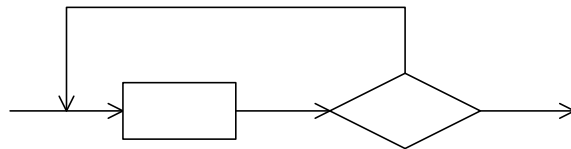
Слідування



Розгалуження



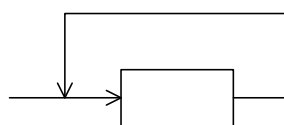
Повторення



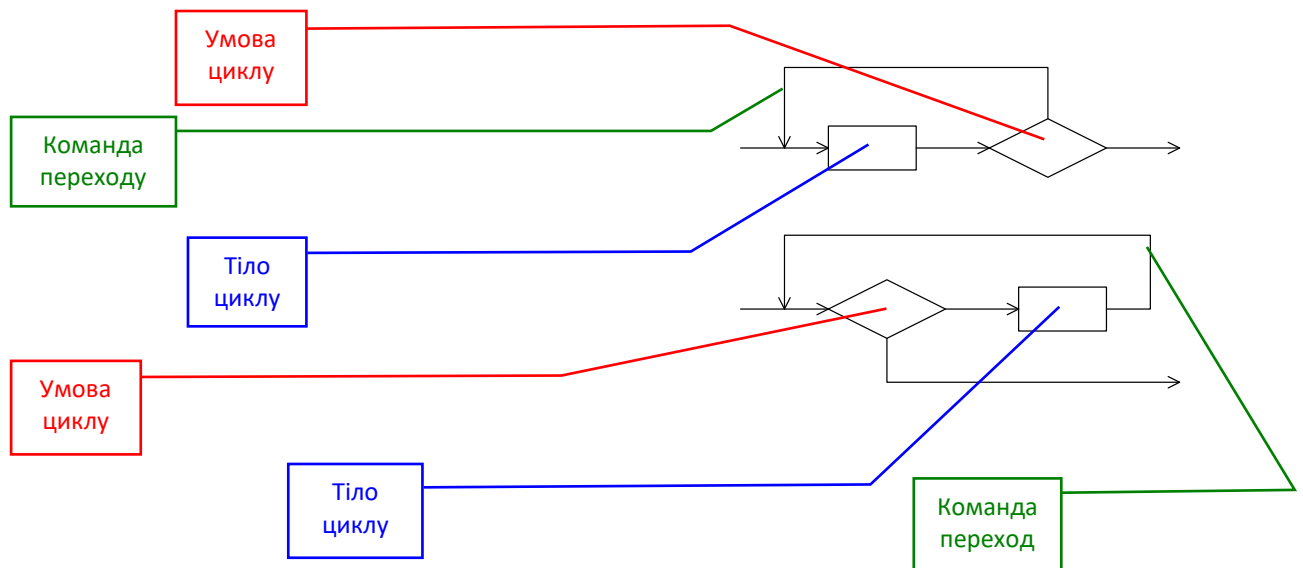
Цикли

Загальна структура циклу

Вічний цикл



Обов'язкові елементи циклу



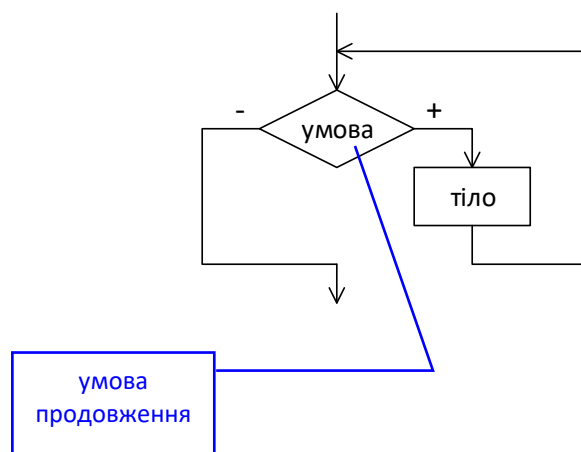
Обов'язкові елементи циклу:

- Тіло циклу
- Умова циклу
- Команда переходу

Класифікація циклів

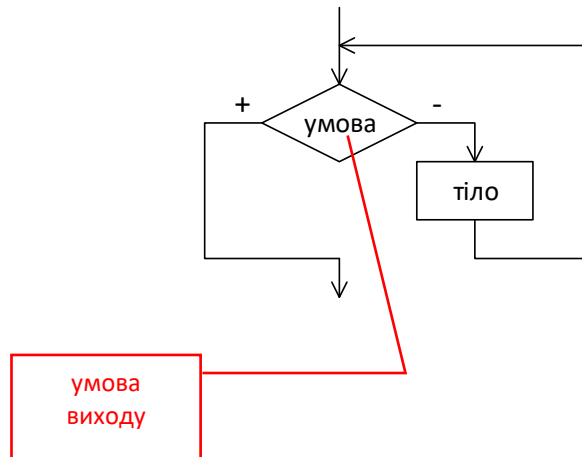
На основі логіки умови циклу

Цикл ПОКИ



– цикл виконується, **ПОКИ** справедлива умова

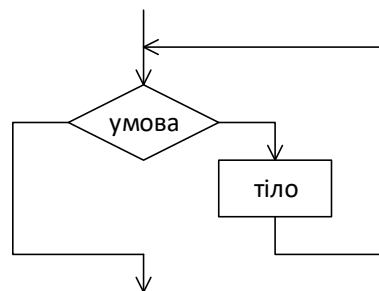
Цикл ДО



– цикл виконується **ДО** тих пір, коли умова стане справедливою

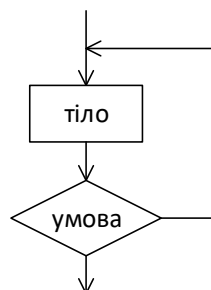
На основі порядку перевірки умови та виконання тіла циклу

Цикл з ПЕРЕД-умовою



– при першому проходженні циклу: **спочатку перевіряється умова**, потім – виконується тіло циклу.

Цикл з ПІСЛЯ-умовою



– При першому проходженні циклу: спочатку виконується тіло циклу, **потім – перевіряється умова**.

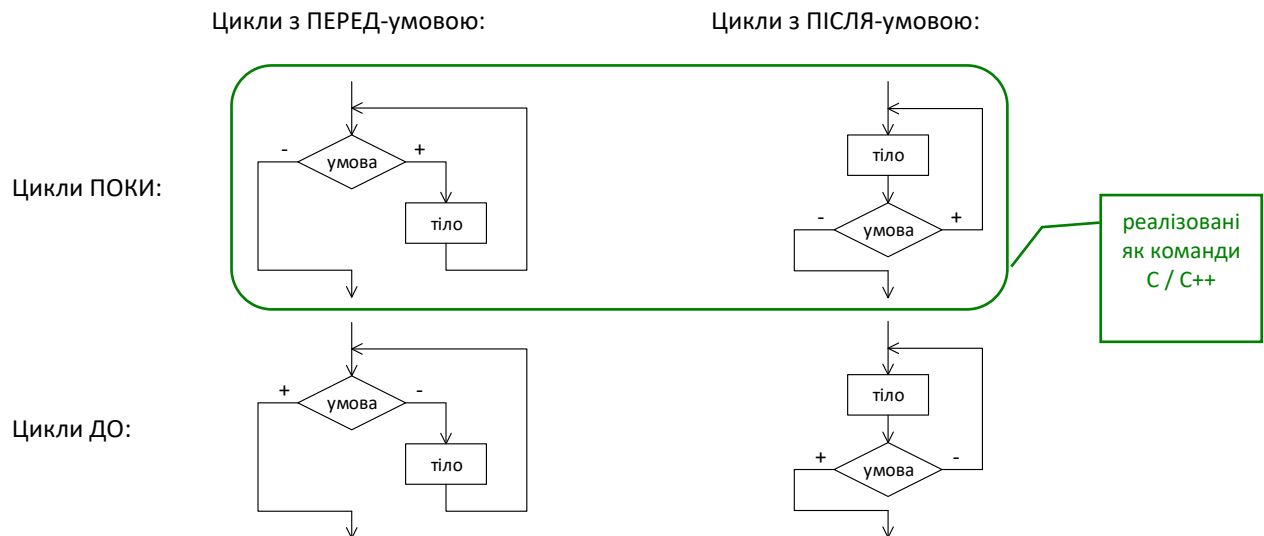
На основі того, чи відома наперед кількість повторень циклу чи ні

Ітерація = однократне проходження циклу

Якщо кількість повторень циклу наперед відома – цикл **арифметичний**.

Якщо кількість повторень циклу наперед не відома – цикл **ітераційний**.

4 види циклів



Команди циклів

Цикл **while**

– цикл ПОКИ з ПЕРЕД-умовою:

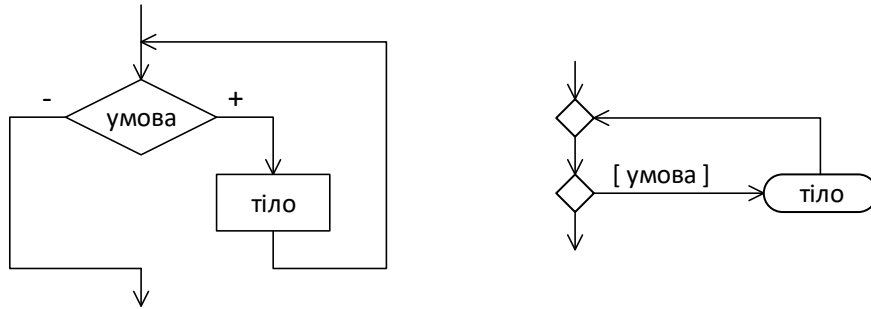
З однією командою:

```
while (/* умова */)
    /* команда */;
```

З блоком команд:

```
while (/* умова */)
{
    /*
    команда;
    ...
    команда;
    */
}
```

Якщо умова хибна – цикл не виконується ні разу:

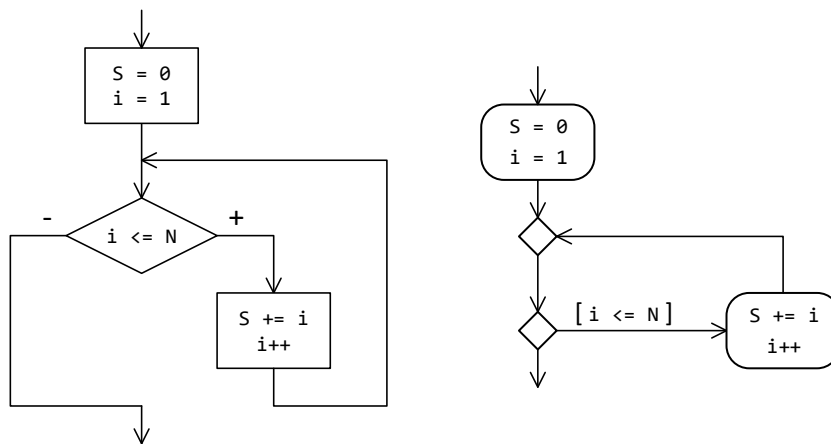


Приклад циклу **while**: Обчислити суму перших N натуральних чисел.

```
int N;
cout << "N = ? "; cin >> N;

int S = 0;
int i = 1;
while (i <= N)
{
    S += i;
    i++;
}

cout << "S = " << S << endl;
```



Нехай користувач ввів 3:

N = 3;

S	i	i <= N
0	1	+
1	2	+
3	3	+
6	4	-

Після завершення циклу отримаємо:

```
S = 6 = (1 + 2 + 3)
i = 4
```

Цикл **do...while**

— цикл ПОКИ з ПІСЛЯ-умовою.

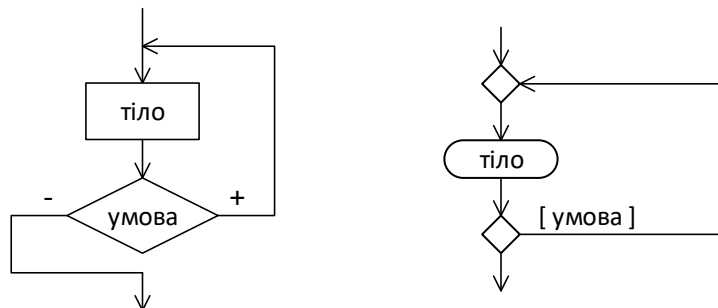
З однією командою:

```
do
    /* команда */;
while (/* умова */);
```

З блоком команд:

```
do
{
    /*
    команда;
    ...
    команда;
    */
} while (/* умова */);
```

Цикл виконується хоча би один раз, навіть якщо умова хибна:

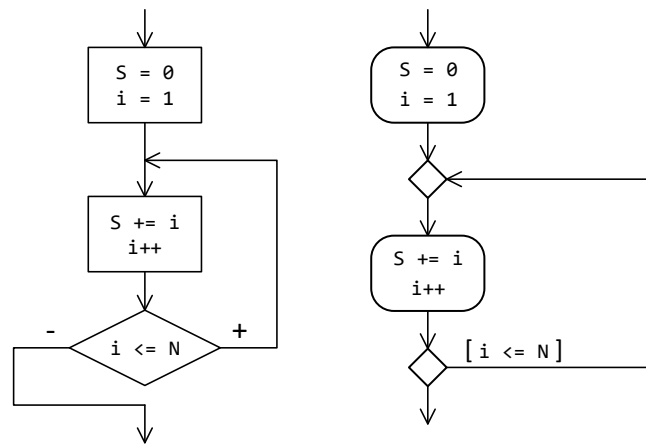


Приклад циклу **do...while**: Обчислити суму перших N натуральних чисел.

```
int N;
cout << "N = ? "; cin >> N;

int S = 0;
int i = 1;
do
{
    S += i;
    i++;
} while (i <= N);

cout << "S = " << S << endl;
```



Нехай користувач ввів 3:

$N = 3;$

S	i	$i \leq N$
0	1	
1	2	+
3	3	+
6	4	-

Після завершення циклу отримаємо:

$S = 6 = (1 + 2 + 3)$
 $i = 4$

Порівняння циклів **while** та **do...while**



Цикл **for**

– цикл ПОКИ з ПЕРЕД-умовою.

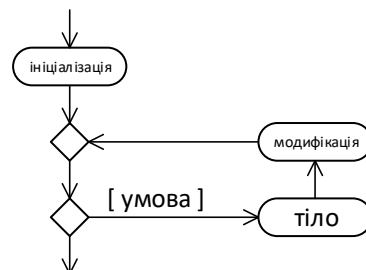
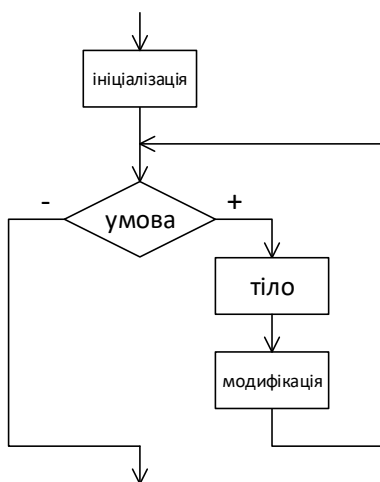
З однією командою:

```
for (/* ініціалізація */; /* умова */; /* модифікація */)  
    /* команда */;
```

З блоком команд:

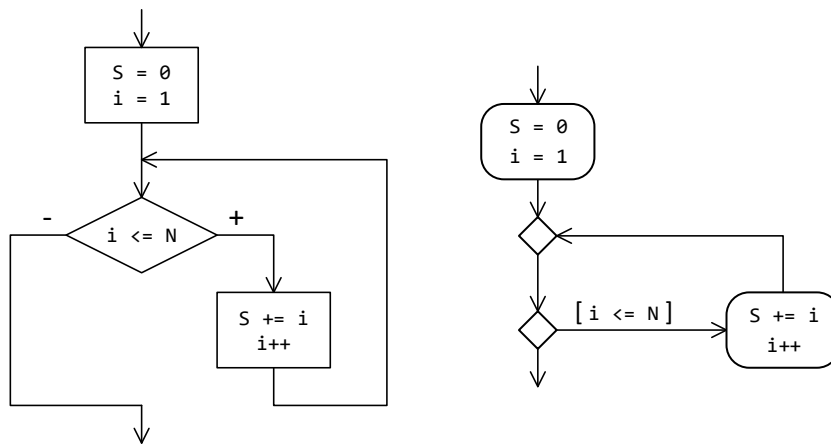
```
for (/* ініціалізація */; /* умова */; /* модифікація */)  
{  
    /*  
    команда;  
    ...  
    команда;  
    */  
}
```

Якщо умова хибна – цикл не виконується ні разу:



Приклад циклу **for**: Обчислити суму перших N натуральних чисел.

```
int N;  
cout << "N = ? "; cin >> N;  
  
int S = 0;  
for (int i = 1; i <= N; i++)  
{  
    S += i;  
}  
  
cout << "S = " << S << endl;
```

Нехай користувач ввів 3:

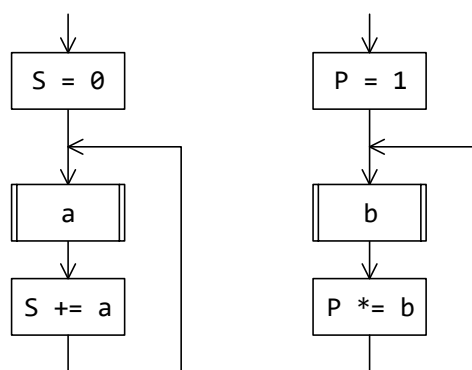
$N = 3;$

S	i	i <= N
0	1	+
1	2	+
3	3	+
6	4	-

Після завершення циклу отримаємо:

$S = 6 = (1 + 2 + 3)$
 $i = 4$

Загальна схема обчислення суми та добутку



Типові помилки при організації циклів

Вічний цикл: забули команду інкременту

```
int S = 0;
int i = 1;
while (i <= N)
{
    S += i;
}
```

```
int S = 0;
int i = 1;
do
{
    S += i;
} while (i <= N);
```

Вічний (while**) та порожній (**for**) цикл: крапка з комою після заголовку циклу**

```
int S = 0;
int i = 1;
while (i <= N);
{
    S += i;
    i++;
}
```

```
int S = 0;
for (int i = 1; i <= N; i++);
{
    S += i;
}
```

Команди управління виконанням циклу

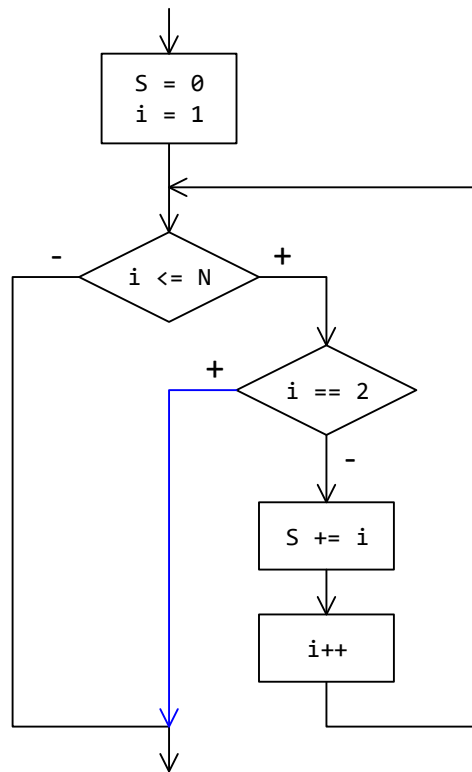
Команда **break**

— припиняє виконання циклу:

```
int N;
cout << "N = ? "; cin >> N;

int S = 0;
for (int i = 1; i <= N; i++)
{
    if (i == 2) break; // нове
    S += i;
}

cout << "S = " << S << endl;
```



Нехай користувач ввів 3:

$N = 3$;

S	i	$i \leq N$	$i == 2$
0	1	+	-
1	2	+	+

Після завершення виконання отримаємо:

$S = 1$
 $i = 2$

Команда `continue`

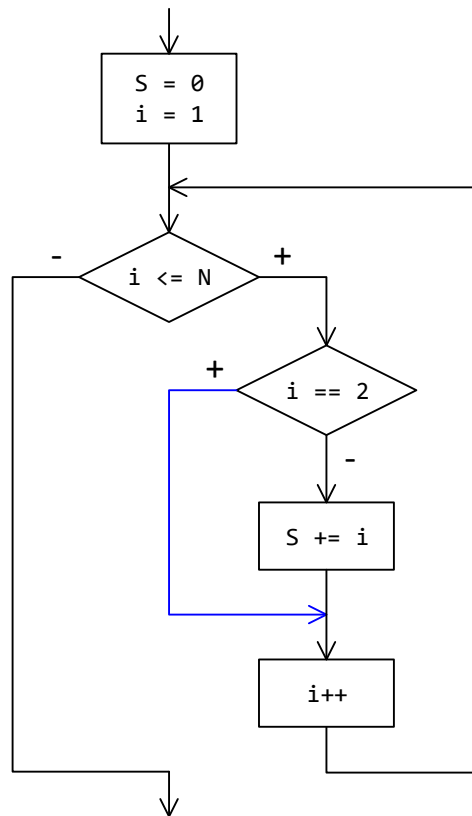
– перехід до наступної ітерації циклу:

```

int N;
cout << "N = ? "; cin >> N;

int S = 0;
for (int i = 1; i <= N; i++)
{
    if (i == 2) continue; // НОВЕ
    S += i;
}

cout << "S = " << S << endl;
  
```



Нехай користувач ввів 3:

$N = 3$;

S	i	$i \leq N$	$i == 2$
0	1	+	-
1	2	+	+
	3	+	-
4	4	-	

Після завершення виконання отримаємо:

$S = 4$
 $i = 4$

Форматний вивід

– дозволяє керувати способом подання інформації при виведенні.

- Ввід / вивід (C++) – використовує високорівневі функції опрацювання потоків.
- Ввід / вивід (C) – використовує низькорівневі функції.

Починаємо із засобів C++ – це простіший спосіб.

Форматний вивід (C++)

Потік = послідовність символів, які надсилаються від одного пристрою до іншого.

Потік вводу = послідовність символів, які надсилаються від пристрою консольного введення (`console input = cin`) у пам'ять.

Потік виводу = послідовність символів, які надсилаються з пам'яті у пристрій консольного виведення (`console output = cout`).

Для роботи з потоками слід підключити модулі:

```
#include <iostream> // непараметризовані маніпулятори потоку
#include <iomanip>    // параметризовані маніпулятори потоку
```

Маніпулятори потоку = команди, які керують потоком. Використовуються в командах потокового введення / виведення.

Непараметризовані маніпулятори = команди, які не потребують параметрів (додаткової інформації):

```
cout << "Hello!" << endl; // endl - маніпулятор потоку
                          // перехід до нового рядка
```

Параметризовані маніпулятори = команди, які потребують певних параметрів (додаткової інформації).

Непараметризовані маніпулятори

- `dec` - при вводі/виводі використовується десяткова система числення (за умовчанням)
- `oct` - при вводі/виводі використовується вісімкова система числення
- `hex` - при вводі/виводі використовується шістнадцяткова система числення

Зміни системи числення діють від моменту розміщення у потоці вводу / виводу відповідного маніпулятора до наступної явної зміни.

Приклад:

```
cout << 13 << hex << " " << 13 << oct << " " << 13 << endl;
```

Вивід:

```
13 D 15
```

- `ws` - відкидання пробілів при введенні
- `endl` - очищує буфер та поміщає в потік виводу символ нового рядка
- `ends` - поміщає в потік виводу нульовий символ

`flush` - очищує буфер виводу

`fixed` - встановлює режим виведення дійсних чисел у формі з фіксованою крапкою

`scientific` - встановлює режим виведення дійсних чисел у формі з плаваючою крапкою

`left` - встановлює вирівнювання по лівому краю зони виводу

`right` - встановлює вирівнювання по правому краю зони виводу

Параметризовані маніпулятори

– потрібно підключити модуль `<iomanip>`.

`setbase(N)` - визначає основу системи числення.

`N` = 8, 16, 10 або 0 \equiv 10

`setfill(C)` - встановлює символ-заповнювач з вказаним кодом

`C` – символ або код символу

`setw(N)` - встановлює ширину зони виводу

`N` – кількість позицій в зоні виводу

`setprecision(N)` - встановлює `N` – максимальну кількість цифр в дробовій частині числа при виводі у фіксованій формі (режим `fixed`)

`setiosflags(N)` - встановлює вказані режими.

`N` – ціле число, біти якого визначають режими («прапори»).

`resetiosflags(N)` - скасовує вказані режими.

`N` – ціле число, біти якого визначають режими («прапори»).

Прапори:

`ios::fixed` - встановлює режим виведення дійсних чисел у формі з фіксованою крапкою

`ios::scientific` - встановлює режим виведення дійсних чисел у формі з плаваючою крапкою

`ios::left` - встановлює вирівнювання по лівому краю зони виводу

`ios::right` - встановлює вирівнювання по правому краю зони виводу

Приклад виведення таблиці значень x та y на інтервалі $x \in [x_p, x_k]$:

```
cout << fixed;
cout << "-----" << endl;
cout << "|" << setw(5) << "x" << "    |"
    << setw(7) << "y" << "    |" << endl;
cout << "-----" << endl;

x = xp;
while (x <= xk)
{
```

```

y = ...; // тут має бути конкретний вираз для обчислення y

cout << "|" << setw(7) << setprecision(2) << x
      << "   |" << setw(10) << setprecision(3) << y
      << "   |" << endl;
x += dx;
}
cout << "-----" << endl;

```

Ввід / вивід (C)

У мові C немає операторів введення-виведення.

Введення і виведення інформації здійснюється через функції стандартної бібліотеки.

Прототипи розглянутих функцій знаходяться у файлі `stdio.h`. Ця бібліотека містить функції

`printf()` - для виведення інформації

`scanf()` - для введення інформації.

Вивід інформації

Функція `printf()` призначена для форматного виведення. Вона переводить дані в символічне представлення і виводить отримані зображення символів на екран. При цьому у програміста є можливість формувати дані, тобто впливати на їх вигляд на екрані.

Загальна форма запису функції `printf()`:

```
printf ( "РядокФорматів", об'єкт1, об'єкт2, ..., об'єктN );
```

РядокФорматів складається з наступних елементів:

- керівних символів;
- тексту, представленого для безпосереднього виведення;
- форматів, призначених для виведення значень змінних різних типів.

Об'єкти можуть бути відсутні.

Керівні символи не виводяться на екран, а керують розташуванням символів, що виводяться. Відмінною рисою керівного символу є наявність зворотного слеша `'\'` перед ним.

Основні керівні символи:

`'\n'` - новий рядок;

`'\t'` - горизонтальна табуляція;

`'\v'` - вертикальна табуляція;

`'\b'` - повернення на символ;

`'\r'` - повернення на початок рядка;

`'\a'` - звуковий сигнал.

Формати потрібні для того, щоб вказувати вид, в якому інформація буде виведена на екран. Відмінною рисою формату є наявність символу відсоток '%' перед ним:

- `%d` — ціле число типу `int` зі знаком в десятковій системі числення;
- `%u` — ціле число типу `unsigned int`;
- `%x` — ціле число типу `int` зі знаком в шістнадцятковій системі числення;
- `%o` — ціле число типу `int` зі знаком в вісімковій системі числення;
- `%hd` — ціле число типу `short` зі знаком в десятковій системі числення;
- `%hu` — ціле число типу `unsigned short`;
- `%hx` — ціле число типу `short` зі знаком в шістнадцятковій системі числення;
- `%ld` — ціле число типу `long int` зі знаком в десятковій системі числення;
- `%lu` — ціле число типу `unsigned long int`;
- `%lx` — ціле число типу `long int` зі знаком в шістнадцятковій системі числення;
- `%f` — дійсний формат (числа з плаваючою точкою типу `float`);
- `%lf` — дійсний формат подвійної точності (числа з плаваючою точкою типу `double`);
- `%e` — дійсний формат в експоненційній формі (числа з плаваючою точкою типу `float` в експоненційній формі);
- `%c` — символьний формат;
- `%s` — формат літерного рядка.

Рядок форматів містить формати для виведення значень. Кожен формат виведення починається з символу `%`. Після рядка форматів через кому вказуються імена змінних, які необхідно вивести.

Кількість символів `%` в рядку формату має збігатися з кількістю змінних для виведення. Тип кожного формату повинен збігатися з типом змінної, яка буде виводитися на це місце. Заміщення форматів виведення значеннями змінних відбувається в порядку їх слідування.

Приклади:

```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int a = 5;
    float x = 2.78;

    printf("a=%d\n", a);
    printf("x=%f\n", x);

    getchar();
    return 0;
}
```


або (однакові результати):

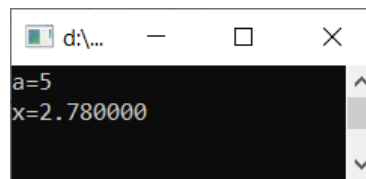
```
#include <stdio.h>

int main()
{
    int a = 5;
    float x = 2.78;

    printf("a=%d\nx=%f\n", a, x);

    getchar();
    return 0;
}
```

В результаті отримаємо:



Табличний вивід

При вказівці формату можна явно вказати загальну кількість позицій і кількість позицій, відведених для дробової частини:

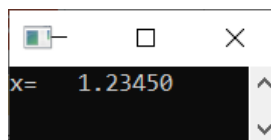
```
#include <stdio.h>

int main()
{
    float x = 1.2345;

    printf("x=%10.5f\n", x);

    getchar();
    return 0;
}
```

В результаті отримаємо:



У наведеному прикладі 10 – загальна кількість позицій, що відводиться під значення змінної; 5 – кількість позицій після розділювача цілої та дробової частини (після десяткового крапки). У зазначеному прикладі кількість позицій у виведеному числі менше 10, тому вільні позиції зліва від числа заповнюються пробілами (вирівнювання по правій границі). Такий спосіб форматування часто використовується для побудови таблиць.

Введення інформації

Функція форматного введення даних з клавіатури `scanf()` зчитує дані, що вводяться з клавіатури, перетворює їх у внутрішній формат і передає в місце виклику функції. При цьому програміст задає правила інтерпретації вхідних даних за допомогою специфікацій рядка формату.

Загальна форма запису функції `scanf()`:

```
scanf ( "РядокФорматів", Адреса1, Адреса2, ... );
```

РядокФорматів аналогічний функції `printf()`.

Для формування адреси змінної використовується символ амперсанд '&':

```
адреса = & об'єкт
```

Рядок форматів і список аргументів для функції обов'язкові.

Приклад:

```
#include <stdio.h>

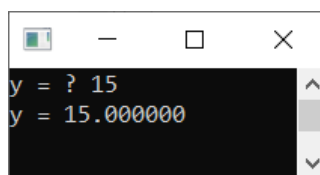
int main()
{
    float y;

    printf("y = ? ");    // виводимо повідомлення
    scanf_s("%f", &y);    // вводимо значення змінної y

    printf("y = %f", y); // виводимо значення змінної y

    getchar(); getchar();
    return 0;
}
```

Результат:



Генерування випадкових чисел

`rand()` — функція без параметрів, повертає псевдовипадкове ціле число з діапазону `0..RAND_MAX`

В ранніх версіях Visual Studio потрібно було підключати `<stdlib.h>`

`srand()` — встановлює початок нової серії псевдовипадкових чисел

`srand(1)` — повторно ініціалізує генератор

Приклад:

```
srand((unsigned) time(NULL));
```

- ініціалізація від системного таймера (кількість мілісекунд, що пройшли від моменту завантаження операційної системи) – щоразу нова послідовність;
- потрібно підключити `<time.h>`

Генерування випадкових цілих чисел

```
srand((unsigned) time(NULL));
```

Випадкове **ціле** число з діапазону **A...B**:

```
int n = A + rand() % (B - A + 1);
```

`rand() % X` → випадкове число від 0 до $X - 1$

`rand() % (B - A + 1)` → випадкове число від 0 до $B - A$

`A + rand() % (B - A + 1)` → випадкове число від A до B

Генерування випадкових дійсних чисел

```
srand((unsigned) time(NULL));
```

Випадкове **дійсне** число з діапазону **A...B**:

```
double x = A + rand() / RAND_MAX * (B - A);
```

`rand() / RAND_MAX` → випадкове число від 0 до 1

`rand() / RAND_MAX * (B - A)` → випадкове число від 0 до $B - A$

`A + rand() / RAND_MAX * (B - A)` → випадкове число від A до B

Пояснення до прикладів та лабораторних завдань

Вкладені цикли

Написати програму, яка обчислює значення вказаного виразу за допомогою вкладених циклів. В одній програмі слід вивести результати обчислень за 4-ма способами:

1. `while(...)` { ... `while(...)` { ... } ... }
2. `do{... do{...} while(...)} while(...)`
3. `for(...; ...; n++)` { ... `for(...; ...; k++)` { ... } ... }
4. `for(...; ...; n--)` { ... `for(...; ...; k--)` { ... } ... }

Всі 4 результати мають збігатися.

В якості прикладу розглянемо

$$\prod_{n=1}^{10} \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sin^2 i}}{1 + \sum_{i=1}^n \sin^2 i}$$

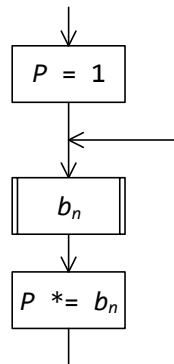
Будемо створювати алгоритм по-кроково.

Крок 1.

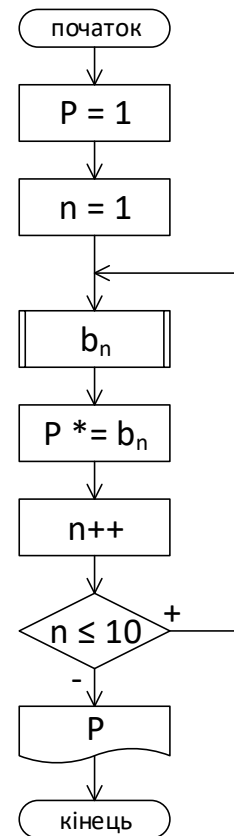
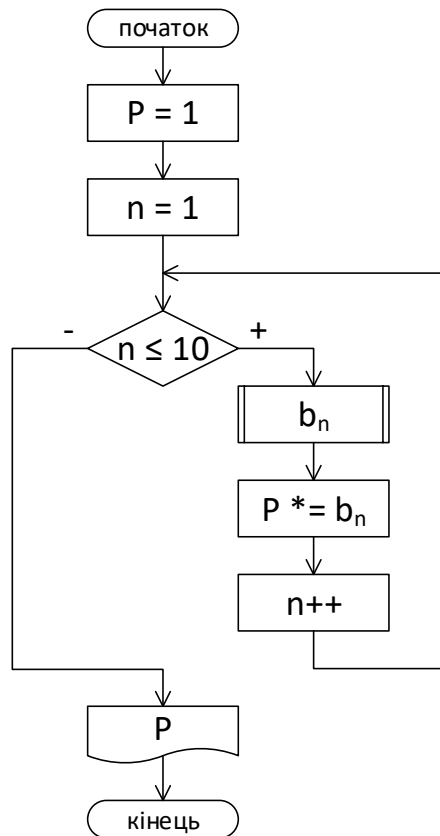
На зовнішньому рівні в нас – добуток:

$$P = \prod_{n=1}^{10} b_n$$

Загальна схема обчислення добутку:



Алгоритм обчислення добутку: (показано реалізації за допомогою циклу з перед-умовою та за допомогою циклу з після-умовою)



Крок 2.

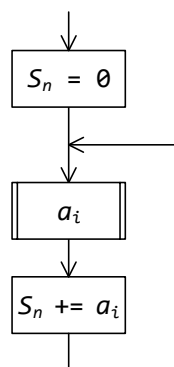
Кожний співмножник – це вираз:

$$b_n = \frac{\sqrt{S_n}}{1 + S_n}$$

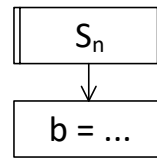
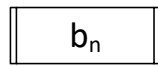
де S_n – це сума:

$$S_n = \sum_{i=1}^n \sin^2 i$$

Загальна схема обчислення суми:



Отже, маємо, що b_n – це:



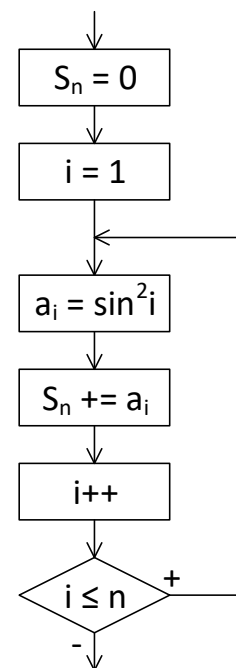
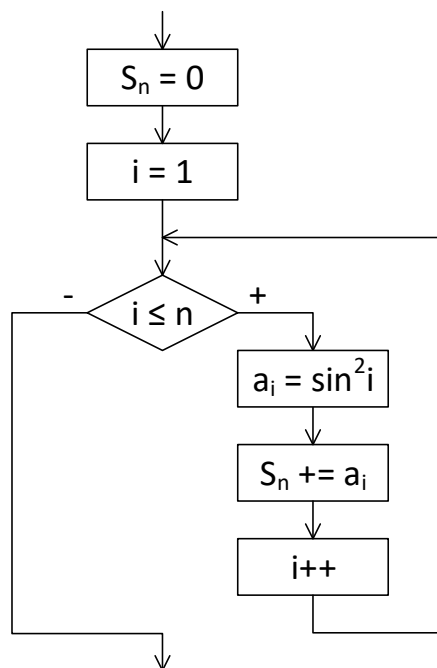
Залишилося написати алгоритм обчислення суми.

Крок 3.

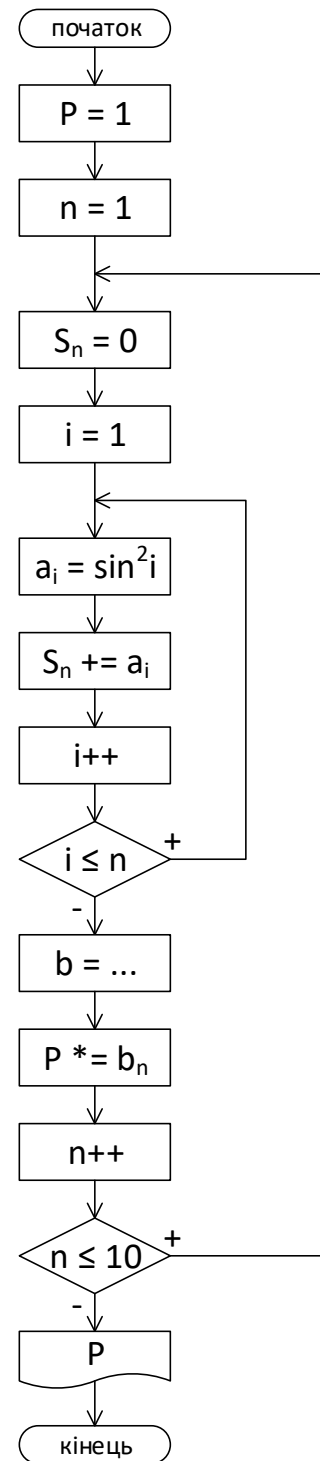
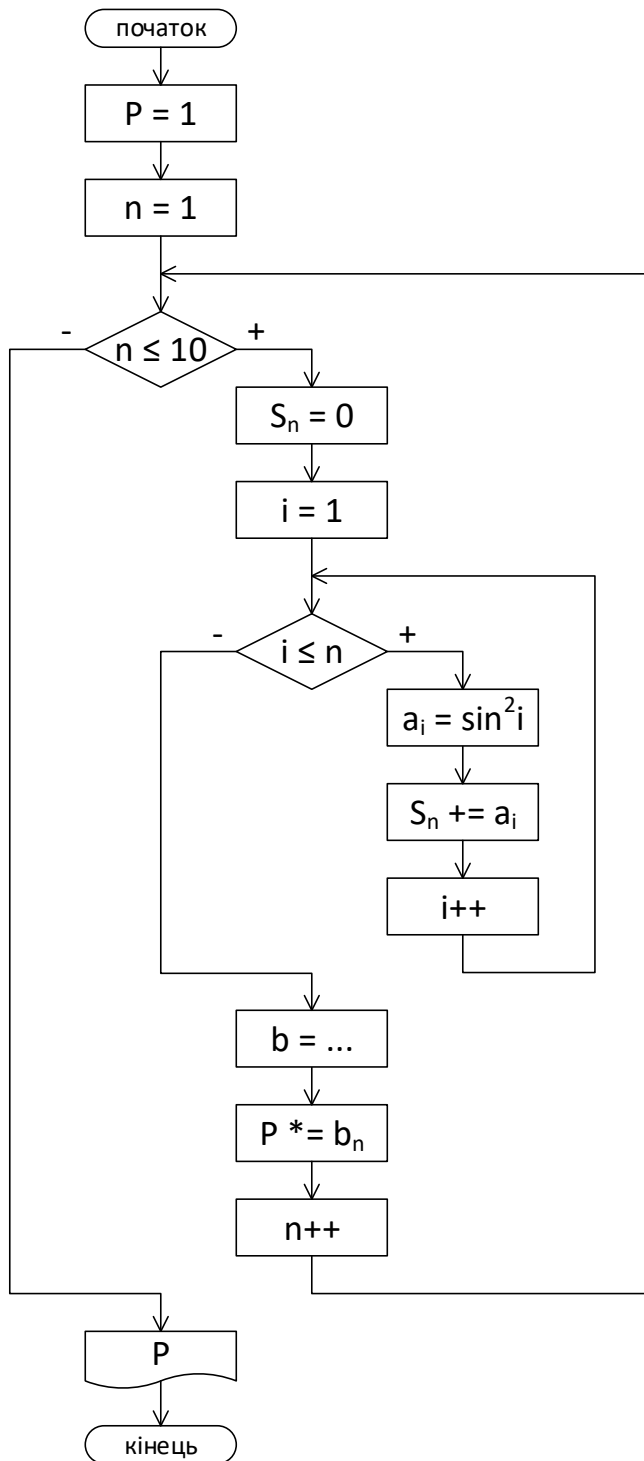
На внутрішньому рівні у нас – сума:

$$S_n = \sum_{i=1}^n \sin^2 i$$

Алгоритм обчислення суми: (показано реалізації за допомогою циклу з перед-умовою та за допомогою циклу з після-умовою)



Остаточно маємо: (показано реалізації за допомогою циклу з перед-умовою та за допомогою циклу з після-умовою, UML activity діаграми намалювати самостійно)



Програмні реалізації:

```

double P, S;
int n, i;

P = 1;
n = 1;
while (n<=10)
{
    S = 0;
    i = 1;
    while (i<=n)
  
```

```

    {
        S += sin(1.*i)*sin(1.*i);
        i++;
    }
    P *= sqrt(S)/(1+S);
    n++;
}
cout << P << endl;

P = 1;
n = 1;
do {
    S = 0;
    i = 1;
    do {
        S += sin(1.*i)*sin(1.*i);
        i++;
    } while (i<=n);
    P *= sqrt(S)/(1+S);
    n++;
} while (n<=10);
cout << P << endl;

```

Наближена сума нескінченного ряду

Сума ряду Тейлора

Обчислити і вивести на екран у вигляді таблиці значення функції, заданої за допомогою ряду Тейлора, на інтервалі від $x_{\text{поч}}$ до $x_{\text{кін}}$ з кроком dx та точністю eps . Параметри $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx , eps вводяться з клавіатури. Таблиця повинна містити заголовок та шапку. Кожний рядок таблиці повинен містити значення аргументу, значення функції, значення суми ряду та кількість порахованих доданків. При обчисленні значення доданків використовувати рекурентні співвідношення.

Розглянемо на прикладі:

$$e^x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \dots, \quad |x| < \infty$$

Перший доданок:

$$a_0 = \frac{x^0}{0!} = \frac{1}{1} = 1$$

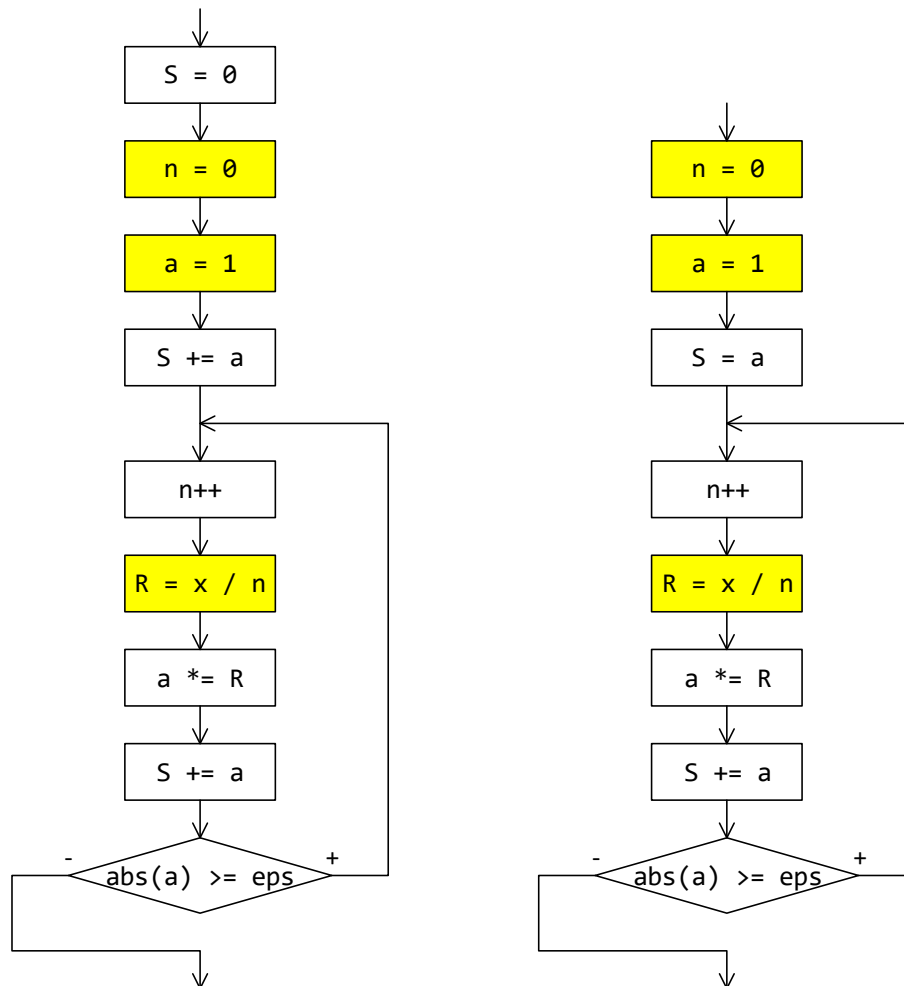
Рекурентне співвідношення::

$$a_n = R \cdot a_{n-1}$$

Коефіцієнт рекурентності

$$R = \frac{a_n}{a_{n-1}} = \frac{x^n/n!}{x^{n-1}/(n-1)!} =$$

$$= \frac{x^n (n-1)!}{n! x^{n-1}} = \frac{x^n}{x^{n-1}} \frac{(n-1)!}{n!} = \frac{x}{n}$$



Програмна реалізація:

```

x = xp;
while (x <= xk)
{
    n = 0; // вираз залежить від умови завдання варіанту
    a = 1; // вираз залежить від умови завдання варіанту
    S = a;
    do {
        n++;
        R = x/n; // вираз залежить від умови завдання варіанту
        a *= R;
        S += a;
    } while (abs(a) >= eps);

    cout << "|" << setw(7) << setprecision(2) << x << " |"
         << setw(10) << setprecision(5) << exp(x) << " |"

```

```

    << setw(10) << setprecision(5) << S    << " | "
    << setw(5) << n    << " | "
    << endl;
    x += dx;
}

```

Лабораторний практикум

Оформлення звіту про виконання лабораторних робіт

Вимоги до оформлення звіту

Звіт про виконання лабораторних робіт №№ 4.1–4.7 повинен містити наступні елементи:

- 1) заголовок;
- 2) умову завдання;
- 3) блок-схему алгоритму;
- 4) UML-діаграму дії;

Блок-схему та UML activity діаграму можна намалювати «від руки». Якщо звіт подається у паперовому вигляді, то рисунки додаються до роздрукованого звіту. Якщо звіт подається в електронному вигляді (doc/docx файл), то рисунок слід сфотографувати та вставити цифрове фото як зображення у документ.

- 5) текст програми;

Текст програми має бути правильно відформатований: відступами і порожніми рядками слід відображати логічну структуру програми; програма повинна містити необхідні коментарі – про призначення підпрограм, змінних та параметрів – якщо їх імена не значущі, та про призначення окремих змістовних фрагментів програми. Текст програми слід подавати моноширинним шрифтом (Courier New розміром 10 пт. або Consolas розміром 9,5 пт.) з одинарним міжрядковим інтервалом.

- 6) посилання на git-репозиторій з проектом;
- 7) висновки.

Зразок оформлення звіту про виконання лабораторних робіт

№№ 4.1–4.7

ЗВІТ

про виконання лабораторної роботи № < номер >

« назва теми лабораторної роботи »

з дисципліни

«Алгоритмізація та програмування»

студента(ки) групи КН-17

< Прізвище Ім'я По_батькові >

Умова завдання:

...

Блок-схема алгоритму:

...

UML-діаграма дії:

...

Текст програми:

...

Посилання на git-репозиторій з проектом:

...

Висновки:

...

Лабораторна робота № 4.1. Цикли

Мета роботи

Навчитися використовувати цикли.

Питання, які необхідно вивчити та пояснити на захисті

Якщо деякі питання вже описані в одному із попередньо захищених звітів, то їх повторно описувати необов'язково.

- 1) Операції відношення.
- 2) Логічні операції над булевими величинами.
- 3) Бітові (по-розрядні) логічні операції над цілими величинами.
- 4) Команди C/C++: `while(...); do...while(...); for(...;...;...);`
- 5) Команди `break; continue;`
- 6) Блок-схеми алгоритмів. Позначення циклів на блок-схемах.
- 7) UML-діаграми дії. Позначення циклів на UML-діаграмах дії.
- 8) Блок. Операторні дужки.
- 9) Стандартні функції, які отримують чи повертають булеві значення.

Оформлення звіту

Вимоги та зразок оформлення звіту наведені у вступі до лабораторного практикуму.

Приклади розв'язання лабораторних завдань

Варіант 0

Умова завдання

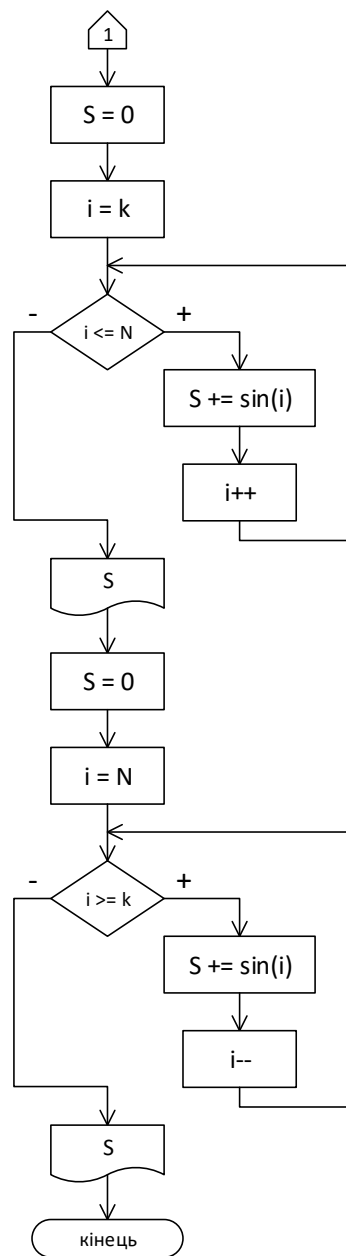
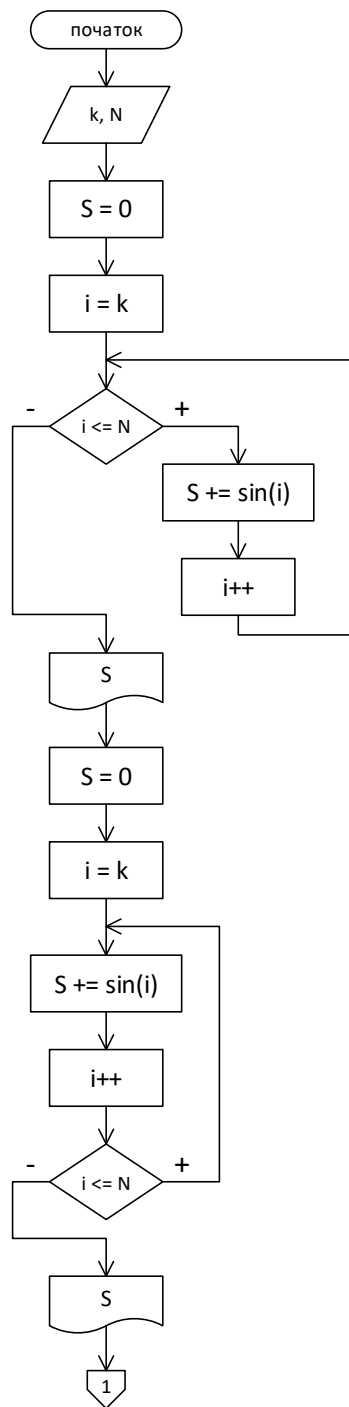
Написати програму, яка обчислює значення вказаного виразу за допомогою циклів. В одній програмі слід вивести результати обчислень за 4-ма способами:

- 1) `while(...)` { ... }
- 2) `do{ ... } while(...);`
- 3) `for(...; ...; n++)` { ... }
- 4) `for(...; ...; n--)` { ... }

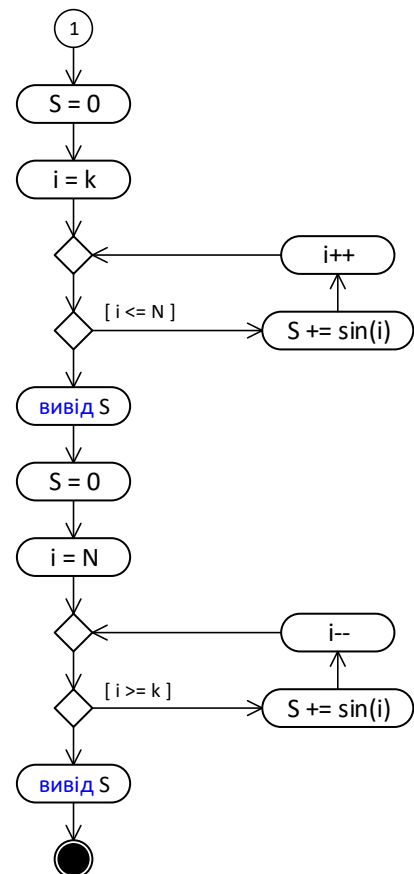
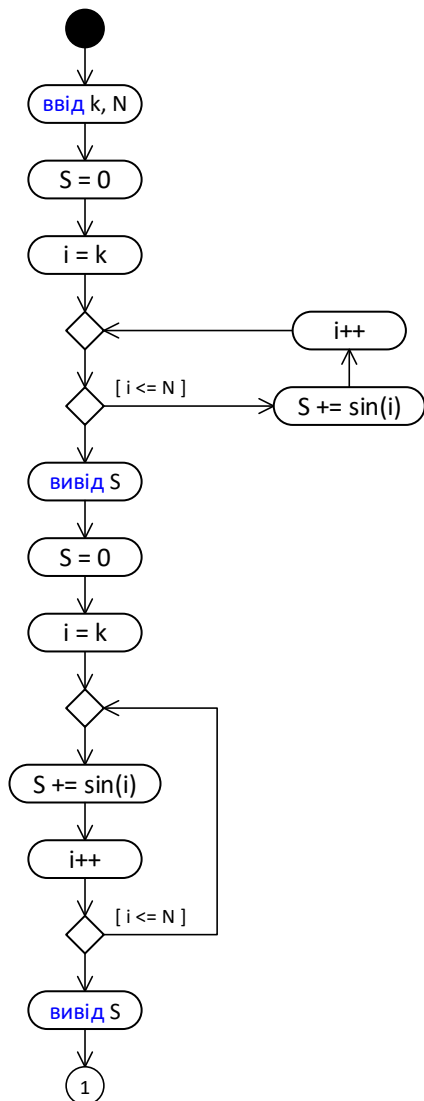
Всі 4 результати мають збігатися.

$$\sum_{i=k}^N \sin i$$

Блок-схема



UML-activity діаграма



Текст програми

```

#include <iostream>
#include <cmath>

using namespace std;

int main()
{
    int k, N, i;
    double S;

    cout << "k = "; cin >> k;
    cout << "N = "; cin >> N;

    S = 0;
    i = k;
    while (i <= N)
    {
        S += sin(1.*i);
        i++;
    }
    cout << S << endl;
}
  
```

```

S = 0;
i = k;
do {
    S += sin(1.*i);
    i++;
} while (i <= N);
cout << S << endl;

S = 0;
for (i=k; i <= N; i++)
{
    S += sin(1.*i);
}
cout << S << endl;

S = 0;
for (i=N; i >= k; i--)
{
    S += sin(1.*i);
}
cout << S << endl;

return 0;
}

```

Варіанти лабораторних завдань

Написати програму, яка обчислює значення вказаного виразу за допомогою циклів. В одній програмі слід вивести результати обчислень за 4-ма способами:

- 1) while(...) { ... }
- 2) do{ ... } while(...);
- 3) for(...; ...; n++) { ... }
- 4) for(...; ...; n--) { ... }

Всі 4 результати мають збігатися.

Варіант 1.

$$\sum_{i=k}^N \frac{i^2}{k^2 + N^2}$$

Варіант 2.

$$\sum_{k=N}^{19} \sqrt{\sin^2 k + \cos^2 \frac{N}{k}}$$

Варіант 3.

$$\sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{i} + \sqrt{1 + \sin^2 i} \right)$$

Варіант 4.

$$\sum_{i=1}^N \frac{1 + \frac{i}{N}}{i^2}$$

Варіант 5.

$$\prod_{i=1}^{15} \frac{\sin^2 i + \cos^2 \frac{1}{i}}{i^2}$$

Варіант 6.

$$\prod_{k=N}^{19} \left(\frac{k-N}{k+N} + 1 \right)$$

Варіант 7.

$$\sum_{k=1}^N \frac{1}{(2k+1)^2}$$

Варіант 8.

$$\prod_{i=K}^N \left(\frac{K}{i} + \frac{i}{N} \right)$$

Варіант 9.

$$\sum_{i=1}^{15} \frac{\sin 10i + \cos \frac{10}{i}}{\sqrt{i}}$$

Варіант 10.

$$\prod_{i=N}^{16} \frac{iN}{i^2 + N^2}$$

Варіант 11.

$$\sum_{k=1}^N \frac{1 + \sqrt{1+k^2}}{k^2}$$

Варіант 12.

$$\sum_{i=N}^{22} \frac{\sqrt{i^2 + N^2}}{i}$$

Варіант 13.

$$\prod_{k=N}^{25} \sqrt{1 + \frac{N}{k}}$$

Варіант 14.

$$\prod_{i=N}^{10} \frac{i + \frac{1}{i^2}}{\sqrt{1 + e^{\frac{1}{i}}}}$$

Варіант 15.

$$\prod_{k=1}^N \frac{k^2}{N^2} \cos \frac{N^2}{k^2}$$

Варіант 16.

$$\sum_{j=2}^N \frac{j(N-j)}{j^2 + (N-j)^2}$$

Варіант 17.

$$\sum_{i=1}^N \frac{\sin i}{1 + \cos i}$$

Варіант 18.

$$\sum_{i=k}^{15} \frac{\cos i}{1 + \sin^2 i}$$

Варіант 19.

$$\sum_{i=k}^N \frac{\sin i \cdot \cos i}{1 + \sin^2 i}$$

Варіант 20.

$$\sum_{i=k}^N \frac{\sin \cos i}{1 + \cos^2 i}$$

Варіант 21.

$$\sum_{i=1}^N \frac{\cos \sin i}{1 + \sin^2 i}$$

Варіант 22.

$$\sum_{i=N}^{20} \frac{\cos i + \sin i}{1 + \cos i \cdot \sin i}$$

Варіант 23.

$$\sum_{i=3}^N \frac{\cos \frac{i}{2} + \sin 2i}{1 + \sin \cos i}$$

Варіант 24.

$$\sum_{i=1}^N \frac{\sqrt{1 + \cos^2 \sin i}}{1 + \sin^2 \cos i}$$

Варіант 25.

$$\prod_{k=N}^{19} \left(\frac{k-N}{k+N} + 1 \right)$$

Варіант 26.

$$\prod_{j=1}^{15} \sqrt{\frac{j^2}{1 + e^{-j}}}$$

Варіант 27.

$$\sum_{i=k}^N \frac{i^2}{k^2 + N^2}$$

Варіант 28.

$$\sum_{k=N}^{19} \sqrt{\sin^2 k + \cos^2 \frac{N}{k}}$$

Варіант 29.

$$\sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{i} + \sqrt{1 + \sin^2 i} \right)$$

Варіант 30.

$$\sum_{i=1}^N \frac{1 + \frac{i}{N}}{i^2}$$

Варіант 31.

$$\prod_{i=1}^{15} \frac{\sin^2 i + \cos^2 \frac{1}{i}}{i^2}$$

Варіант 32.

$$\prod_{k=N}^{19} \left(\frac{k-N}{k+N} + 1 \right)$$

Варіант 33.

$$\sum_{k=1}^N \frac{1}{(2k+1)^2}$$

Варіант 34.

$$\prod_{i=K}^N \left(\frac{K}{i} + \frac{i}{N} \right)$$

Варіант 35.

$$\sum_{i=1}^{15} \frac{\sin 10i + \cos \frac{10}{i}}{\sqrt{i}}$$

Варіант 36.

$$\prod_{i=N}^{16} \frac{iN}{i^2 + N^2}$$

Варіант 37.

$$\sum_{k=1}^N \frac{1 + \sqrt{1+k^2}}{k^2}$$

Варіант 38.

$$\sum_{i=N}^{22} \frac{\sqrt{i^2 + N^2}}{i}$$

Варіант 39.

$$\prod_{k=N}^{25} \sqrt{1 + \frac{N}{k}}$$

Варіант 40.

$$\prod_{i=N}^{10} \frac{i + \frac{1}{i^2}}{\sqrt{1 + e^{\frac{1}{i}}}}$$

Лабораторна робота № 4.2. Табуляція функції, заданої формулою: функція однієї змінної

Мета роботи

Навчитися створювати циклічні програми. Навчитися використовувати формати виводу.

Питання, які необхідно вивчити та пояснити на захисті

Якщо деякі питання вже описані в одному із попередньо захищених звітів, то їх повторно описувати необов'язково.

- 1) Операції відношення.
- 2) Логічні операції над булевими величинами.
- 3) По-розрядні логічні операції над цілими величинами.
- 4) Команди C/C++: `while(...)`...; `do...while(...)`; `for(...;...;...)`...;
- 5) Команди `break`; `continue`;
- 6) Блок-схеми алгоритмів. Позначення циклів на блок-схемах.
- 7) UML-діаграми дії. Позначення циклів на UML-діаграмах дії.
- 8) Блок. Операторні дужки.
- 9) Стандартні функції, які отримують чи повертають булеві значення.
- 10) Формати виводу та їх використання.

Оформлення звіту

Вимоги та зразок оформлення звіту наведені у вступі до лабораторного практикуму.

Приклади розв'язання лабораторних завдань

Варіант 0

Умова завдання

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення y – функції від аргументу x на інтервалі від $X_{\text{поч}}$ до $X_{\text{кін}}$ з кроком dX .

Значення $X_{\text{поч}}$, $X_{\text{кін}}$, dX ввести з клавіатури.

$$y = x^2 + \begin{cases} \sin x, & x < 0 \\ e^x, & 0 \leq x \leq 1 \\ \cos x, & x > 1 \end{cases}$$

Текст програми

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <cmath>

using namespace std;

int main()
{
    double x, xp, xk, dx, A, B, y;

    cout << "xp = "; cin >> xp;
    cout << "xk = "; cin >> xk;
    cout << "dx = "; cin >> dx;

    cout << fixed;
    cout << "-----" << endl;
    cout << "|" << setw(5) << "x" << "    |"
        << setw(7) << "y" << "    |" << endl;
    cout << "-----" << endl;

    x = xp;
    while (x <= xk)
    {
        A = x*x;
        if (x<0)
            B = sin(x);
        else
            if (x>1)
                B = cos(x);
            else
                B = exp(x);
        y = A + B;
        cout << "|" << setw(7) << setprecision(2) << x
            << "    |" << setw(10) << setprecision(3) << y
            << "    |" << endl;
        x += dx;
    }
    cout << "-----" << endl;

    return 0;
}
```

Варіанти лабораторних завдань

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення y – функції від аргументу x на інтервалі від $X_{\text{поч}}$ до $X_{\text{кін}}$ з кроком dX .

Значення $X_{\text{поч}}$, $X_{\text{кін}}$, dX ввести з клавіатури.

Варіант 1.

$$y = 1 + 9x + \begin{cases} \ln|\sin x| + x^7, & x \leq 0 \\ \operatorname{ctg} \frac{|x+1|}{2}, & 0 < x \leq 3 \\ 3x - x^5, & x > 3 \end{cases}$$

Варіант 2.

$$y = \frac{1}{x} + 4 - \begin{cases} 0,65x + 8, & x < 1 \\ \operatorname{arctg} \frac{x+6,1}{2} + e^x, & 1 \leq x < 5 \\ \sqrt{1+\sqrt{x}}, & x \geq 5 \end{cases}$$

Варіант 3.

$$y = \frac{2}{x} + |x| + \begin{cases} 1 + 4x^2, & x < 0 \\ (e^x + |x|)^2, & 0 \leq x \leq 2 \\ 5 \sin(x^2 + 1), & x > 2 \end{cases}$$

Варіант 4.

$$y = 1 + x + \begin{cases} e^{\ln(2+2x)+2x}, & x \leq 4 \\ \operatorname{ctg} \frac{1+x}{9} + 8x, & 4 < x \leq 7 \\ 1 - 7x + x^2 - 2x^3, & x > 7 \end{cases}$$

Варіант 5.

$$y = \frac{1}{|x+2|} + 1 - \begin{cases} 7x^2 + x - 8, & x < 1 \\ \operatorname{ctg} \frac{x+4}{\sqrt{11}} + 3, & 1 \leq x \leq 4 \\ \sqrt{1+|\cos^3 x|}, & x > 4 \end{cases}$$

Варіант 6.

$$y = 5e^{3x} - \begin{cases} 3 + \sin|x|, & x \leq -1 \\ 2e^{\frac{x}{4}-1}, & -1 < x \leq 3 \\ 7 - \sqrt{2}x^3, & x > 3 \end{cases}$$

Варіант 7.

$$y = x^2 \sin \frac{x}{2} + \begin{cases} \operatorname{arctg} e^x, & x \leq -5 \\ 1 + \frac{x^3}{4}, & -5 < x \leq 0 \\ \ln|x| - \frac{x}{5}, & x > 0 \end{cases}$$

Варіант 8.

$$y = 2 + 6x + \begin{cases} \ln \cos x + x^5, & x \leq 0 \\ \operatorname{ctg} \frac{1 + \ln x}{3}, & 0 < x \leq 3 \\ 12x - x^8, & x > 3 \end{cases}$$

Варіант 9.

$$y = 2|x|^3 - \begin{cases} 5 \cos 18x, & x \leq -0,1 \\ \operatorname{arctg} \frac{x+2}{5}, & -0,1 < x < 1,2 \\ \operatorname{ctg} x + 18, & x \geq 1,2 \end{cases}$$

Варіант 10.

$$y = 4,95x^2 + \begin{cases} 4 + x^{-2}, & x < -3,5 \\ \operatorname{tg} \frac{3,5+x}{5}, & -3,5 \leq x < 1 \\ \sin 3x - \cos x, & x \geq 1 \end{cases}$$

Варіант 11.

$$y = 2|5-x| - \begin{cases} e^{|2+x|}, & x \leq -1 \\ \sin^2 \frac{1}{|2+x|}, & -1 < x < 1 \\ \frac{\cos^2 x}{1+|\sin x|}, & x \geq 1 \end{cases}$$

Варіант 12.

$$y = \frac{2+x}{x^2} + 1 + \begin{cases} x^3 - 2x^4, & x < 0 \\ (|x| + e^x)^3, & 0 \leq x \leq 2 \\ 4 \cos(x^2 - 2), & x > 2 \end{cases}$$

Варіант 13.

$$y = 2|x-5| - \begin{cases} \frac{\sin^2 x}{1+|\cos x|}, & x < -1 \\ \cos^2 \frac{1}{|x+2|}, & -1 \leq x \leq 1 \\ \ln|x+2|, & x > 1 \end{cases}$$

Варіант 14.

$$y = |4x-1| + \begin{cases} x^7 - 2x, & x < 0 \\ \operatorname{arctg} \frac{e^x + 1}{8}, & 0 \leq x < 3 \\ x^4 + e^{x^2+3}, & x \geq 3 \end{cases}$$

Варіант 15.

$$y = x^3 + 2 + \begin{cases} 5x^8 + x^6 - x^2 + 3, & x < 4 \\ \operatorname{arctg} \left| \frac{x+3}{2} \right| + 7x, & 4 \leq x < 7 \\ \lg(2x + e^{5x+5}), & x \geq 7 \end{cases}$$

Варіант 16.

$$y = 5e^{3x} - \begin{cases} \sqrt{2}x^3 - 7, & x < -1 \\ 2\lg\left(1 - \frac{x}{4}\right), & -1 \leq x < 3 \\ \cos|x| + 3, & x \geq 1 \end{cases}$$

Варіант 17.

$$y = x^2 + 1 + \begin{cases} 4x^7 - x^5 + x^3 - 2, & x < 4 \\ \operatorname{arctg} \frac{|x|+1}{2} + 8,3x, & 4 \leq x < 7 \\ \ln|2x + e^{4x+1}|, & x \geq 1 \end{cases}$$

Варіант 18.

$$y = 13,5 - 2x - \begin{cases} e^{0,4+x} , & x \leq -1 \\ 1 - \sin^2 x , & -1 < x < 1 \\ \frac{\cos x}{1 + \sin^2 x} , & x \geq 1 \end{cases}$$

Варіант 19.

$$y = 2x - 13,5 - \begin{cases} \frac{\sin x}{1 + \cos^2 x} , & x < -1 \\ \cos^2 \sin^2 x - 1 , & -1 \leq x \leq 1 \\ \lg(x + 0,4) , & x > 1 \end{cases}$$

Варіант 20.

$$y = \lg x + 1 - \begin{cases} e^{\frac{x}{[1-x]}} , & x \leq -5 \\ 3,2 + \lg(1,8x^2) , & -5 < x \leq 3 \\ |x|\sqrt{x} , & x > 3 \end{cases}$$

Варіант 21.

$$y = 2 + \frac{1}{|1+x|} - \begin{cases} \sqrt{|\cos x| + 13} , & x < 1 \\ 3 + \operatorname{ctg} \frac{4+x}{\sqrt{2}} , & 1 \leq x \leq 5 \\ 8 + 0,7x , & x > 5 \end{cases}$$

Варіант 22.

$$y = |x^3| + \begin{cases} |2+x| + \sin^2 x , & x < -1 \\ \operatorname{arctg}(x^3 + 1) + 1 , & -1 \leq x \leq 1 \\ e^{\cos x} + \lg\left(\frac{1}{x} + 1\right) , & x > 1 \end{cases}$$

Варіант 23.

$$y = x^2 \sin \frac{4x}{3} + \begin{cases} \operatorname{ctg} x, & x < -5 \\ 4 - \frac{x^2}{2}, & -5 \leq x < 0 \\ \lg x^2 - \frac{4x}{3}, & x > 0 \end{cases}$$

Варіант 24.

$$y = x + \begin{cases} \lg |\cos 5x| + e^{\frac{1}{x} + x}, & x \leq -1 \\ \sqrt{(2-x)^3} - \operatorname{tg} x, & -1 < x < -0,4 \\ \sin 5x - \sqrt{|1-x|}, & x \geq 0,4 \end{cases}$$

Варіант 25.

$$y = 8,1 + x^3 + \begin{cases} 1 - x^{-5}, & x < -3,5 \\ \operatorname{ctg} |x+1|, & -3,5 \leq x < 1 \\ \operatorname{arctg} 2x - \lg \frac{x}{2}, & x \geq 1 \end{cases}$$

Варіант 26.

$$y = 4,95x^2 + \begin{cases} \cos 3x - \sin x, & x \leq -3,5 \\ \operatorname{arctg} \frac{x+3,5}{5}, & -3,5 < x \leq 1 \\ x^{-2} + 4, & x > 1 \end{cases}$$

Варіант 27.

$$y = |9x^3 + 2| + \begin{cases} 3x^5 - x^3 + 2x - 1, & x < 4 \\ \operatorname{arctg} \frac{x-2}{3} +, & 4 \leq x < 7 \\ \lg(2x^{-1} + e^{3x+1}), & x \geq 7 \end{cases}$$

Варіант 28.

$$y = \frac{x^2}{2,1 + \sin|x|} + \begin{cases} \operatorname{ctg} e^x & , \quad x \leq -5 \\ 2 - \frac{x^3}{|x|+1} & , \quad -5 < x < 0 \\ \ln \sqrt{|x| - \frac{x^2}{2}} & , \quad x \geq 0 \end{cases}$$

Варіант 29.

$$y = \frac{1}{x} + 4 - \begin{cases} 8 + 0,65x & , \quad x \leq 1 \\ \ln x + \operatorname{ctg} \frac{6,1+x}{2} & , \quad 1 < x \leq 5 \\ \sqrt{x + \sqrt{2}} & , \quad x > 5 \end{cases}$$

Варіант 30.

$$y = x^2 \cos \frac{x}{2} + \begin{cases} \frac{x}{5} - e^{|x|} & , \quad x < -5 \\ \frac{x^3}{4} + 1 & , \quad -5 \leq x \leq 0 \\ \operatorname{ctg} \ln x & , \quad x > 0 \end{cases}$$

Варіант 31.

$$y = 2 |13 - x| - \begin{cases} e^{|x-5|} & , \quad x \leq -1 \\ \sin^2 x^3 - 1 & , \quad -1 < x < 1 \\ \frac{\cos |x|}{1 + \sin^2 x} & , \quad x \geq 1 \end{cases}$$

Варіант 32.

$$y = \frac{1}{x^3} + 1 - \begin{cases} 0,3x + 7 & , \quad x < 1 \\ \operatorname{arctg} \frac{x+2}{8,1} + e^x & , \quad 1 \leq x \leq 5,5 \\ \sqrt{1 + \sqrt{1 + \sqrt{x}}} & , \quad x > 5,5 \end{cases}$$

Варіант 33.

$$y = x + 1 + \begin{cases} 2x^4 + x^6 - x^8 & , \quad x < 4 \\ \operatorname{arctg} \frac{x+2}{3} + 8x & , \quad 4 \leq x < 7 \\ \lg (x^2 + e^{x^2+2}) & , \quad x \geq 7 \end{cases}$$

Варіант 34.

$$y = 2x^2 - \begin{cases} 5 \sin 3x & , \quad x \leq -0,1 \\ \operatorname{arctg} \frac{x+1}{4} & , \quad -0,1 < x < 1,2 \\ \operatorname{tg} x + 2 & , \quad x \geq 1,2 \end{cases}$$

Варіант 35.

$$y = 4x - 7 + \begin{cases} x^2 - 5x & , \quad x < 0 \\ \operatorname{arctg} \frac{x+4}{8} & , \quad 0 \leq x < 3 \\ x^3 + e^{2x+3} & , \quad x \geq 3 \end{cases}$$

Варіант 36.

$$y = \frac{1}{x^2} + 4 - \begin{cases} 0,3x^2 + 8x + 1 & , \quad x < 1 \\ \operatorname{arctg} \frac{x+6}{2} + e^x & , \quad 1 \leq x < 5 \\ \sqrt{1 + \sqrt{x}} & , \quad x \geq 5 \end{cases}$$

Варіант 37.

$$y = 8,1x^3 + \begin{cases} \operatorname{tg} 2x - \operatorname{tg} \frac{x}{2} & , \quad x \leq -3,5 \\ \operatorname{arctg} |x+1| & , \quad -3,5 < x \leq 1 \\ x^{-5} - 1 & , \quad x > 1 \end{cases}$$

Варіант 38.

$$y = \sin x + \begin{cases} \sqrt{|1-x|} - \cos 8x & , \quad x < -1 \\ \operatorname{arctg} x - \sqrt{(4-x)^5} & , \quad -1 \leq x \leq 0,4 \\ e^{\frac{\sin x}{2}} + \ln(\sin x + 2) & , \quad x > 0,4 \end{cases}$$

Варіант 39.

$$y = 2|x^7| - \begin{cases} \operatorname{arctg} \ln(x+1) & , \quad x < -0,1 \\ \operatorname{ctg} \frac{1+x}{8} & , \quad -0,1 \leq x \leq 1,2 \\ 8 \cos 9x & , \quad x > 1,2 \end{cases}$$

Варіант 40.

$$y = 8,7x^3 + \begin{cases} 2 + x^{-4} & , \quad x < -3,5 \\ \operatorname{tg} \left| \frac{1+x}{2} \right| & , \quad -3,5 \leq x < 1 \\ \sin \frac{x^2}{2} - \cos 4x & , \quad x \geq 1 \end{cases}$$

Варіант 41.

$$y = |2 + 9x^3| + \begin{cases} e^{2x^{-1} + \ln(3x+1)} & , \quad x < 4 \\ \operatorname{ctg} \frac{2-x}{3} + 2x & , \quad 4 \leq x < 7 \\ 1 - 2x - x^3 + 3x^5 & , \quad x > 7 \end{cases}$$

Варіант 42.

$$y = 2|x-13| - \begin{cases} \frac{\sin|x|}{1+\cos^2 x} & , \quad x < -1 \\ \cos^2 x^3 - 1 & , \quad -1 \leq x \leq 1 \\ \ln|x-5| & , \quad x > 1 \end{cases}$$

Варіант 43.

$$y = x + \frac{2}{x^2+1} + \begin{cases} 4 \sin(2-x) & , \quad x \leq 0 \\ (x + \ln x)^2 & , \quad 0 < x < 2 \\ 2x^2 - x & , \quad x \geq 2 \end{cases}$$

Варіант 44.

$$y = 1 + \frac{1}{x^3} - \begin{cases} 7 + 0,3x & , \quad x \leq 1 \\ \ln x + \operatorname{tg} \frac{2+x}{8,1} & , \quad 1 < x < 5,5 \\ \sqrt{1 + \sqrt{x + \sqrt{2}}} & , \quad x \geq 5,5 \end{cases}$$

Варіант 45.

$$y = \frac{x+2}{x^2} + 1 + \begin{cases} 4\sin(2-x^2) & , x \leq 0 \\ (|x| + \ln x)^3 & , 0 < x < 2 \\ 2x^4 - x^3 & , x \geq 2 \end{cases}$$

Варіант 46.

$$y = \frac{x}{1,1 + \cos x} + \begin{cases} \frac{x}{7} + e^{x^2} & , x < -5 \\ \frac{x^3}{8} + 3 & , -5 \leq x < 0 \\ \arctg|x| & , x \geq 0 \end{cases}$$

Варіант 47.

$$y = 4 \ln 2x - \begin{cases} 6 + \sin x & , x \leq -1 \\ 2e^{x-4} & , -1 < x \leq 3 \\ 3 - \sqrt{2}x^2 & , x > 3 \end{cases}$$

Варіант 48.

$$y = \ln 1 + \begin{cases} |\cos 5x| + 1 & , x < 0 \\ x^{\sin x} - \arctg \frac{x}{8} & , 0 \leq x \leq 4 \\ \sqrt{3,5 + x^2} + \lg(x^2 + 1) & , x > 4 \end{cases}$$

Варіант 49.

$$y = \ln 2 + \begin{cases} \cos^3 x + 7 & , x < 0 \\ \sqrt{x+3} + \arctg x & , 0 \leq x < 4 \\ \sqrt[3]{2+x^2} + \lg(x+2x^2) & , x \geq 4 \end{cases}$$

Варіант 50.

$$y = 2 \sin |x^3| + \begin{cases} \frac{1}{x} + \ln x^2 & , x < 3 \\ \frac{7}{x} + \sqrt[3]{x} & , 3 \leq x < 4 \\ e^{1+\ln|x|} & , x \geq 4 \end{cases}$$

Лабораторна робота № 4.3. Табуляція функції, заданої формулою: функція з параметрами

Мета роботи

Навчитися створювати циклічні програми. Навчитися використовувати формати виводу.

Питання, які необхідно вивчити та пояснити на захисті

Якщо деякі питання вже описані в одному із попередньо захищених звітів, то їх повторно описувати необов'язково.

- 1) Операції відношення.
- 2) Логічні операції над булевими величинами.
- 3) По-розрядні логічні операції над цілими величинами.
- 4) Команди C/C++: `while(...); do...while(...); for(...;...;...);`;
- 5) Команди `break; continue;`
- 6) Блок-схеми алгоритмів. Позначення циклів на блок-схемах.
- 7) UML-діаграми дії. Позначення циклів на UML-діаграмах дії.
- 8) Блок. Операторні дужки.
- 9) Стандартні функції, які отримують чи повертають булеві значення.
- 10) Формати виводу та їх використання.

Оформлення звіту

Вимоги та зразок оформлення звіту наведені у вступі до лабораторного практикуму.

Варіанти лабораторних завдань

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_{\text{поч}}$ до $X_{\text{кін}}$ з кроком dX .

a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_{\text{поч}}, X_{\text{кін}}, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 1.

$$F = \begin{cases} ax^2 + b & \text{при } x < 0 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x-a}{x-c} & \text{при } x > 0 \quad i \quad b = 0 \\ \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

Варіант 2.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_{\text{поч}}$ до $X_{\text{кін}}$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} \frac{1}{ax} - b & \text{при } x + 5 < 0 \quad i \quad c = 0 \\ \frac{x-a}{x} & \text{при } x + 5 > 0 \quad i \quad c \neq 0 \\ \frac{10x}{c-4} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_{\text{поч}}, X_{\text{кін}}, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 3.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_{\text{поч}}$ до $X_{\text{кін}}$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 + bx + c & \text{при } a < 0 \quad i \quad c \neq 0 \\ \frac{-a}{x-c} & \text{при } a > 0 \quad i \quad c = 0 \\ a(x+c) & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_{\text{поч}}, X_{\text{кін}}, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 4.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_{\text{поч}}$ до $X_{\text{кін}}$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} -ax - c & \text{при } c < 0 \quad i \quad x \neq 0 \\ \frac{x-a}{-c} & \text{при } c > 0 \quad i \quad x = 0 \\ \frac{bx}{c-a} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 5.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} a - \frac{x}{10 + b} & \text{при } x < 0 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x - a}{x - c} & \text{при } x > 0 \quad i \quad b = 0 \\ 3x + \frac{2}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 6.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 + b^2x & \text{при } c < 0 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x + a}{x + c} & \text{при } c > 0 \quad i \quad b = 0 \\ \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 7.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} -ax^2 - b & \text{при } x < 5 \quad i \quad c \neq 0 \\ \frac{x - a}{x} & \text{при } x > 5 \quad i \quad c = 0 \\ \frac{-x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 8.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} -ax^2 & \text{при } c < 0 \quad i \quad a \neq 0 \\ \frac{a-x}{cx} & \text{при } c > 0 \quad i \quad a = 0 \\ \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 9.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 + b^2x & \text{при } a < 0 \quad i \quad x \neq 0 \\ x - \frac{a}{x-c} & \text{при } a > 0 \quad i \quad x = 0 \\ 1 + \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 10.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 - bx + c & \text{при } x < 3 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x-a}{x-c} & \text{при } x > 3 \quad i \quad b = 0 \\ \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 11.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 + \frac{b}{c} & \text{при } x < 1 \quad i \quad c \neq 0 \\ \frac{x-a}{(x-c)^2} & \text{при } x > 1.5 \quad i \quad c = 0 \\ \frac{x^2}{c^2} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 12.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 + b^2 + c & \text{при } x < 0.6 \quad i \quad b + c \neq 0 \\ \frac{x-a}{x-c} & \text{при } x > 0.6 \quad i \quad b + c = 0 \\ \frac{x}{c} + \frac{x}{a} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 13.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 + b & \text{при } x - 1 < 0 \quad i \quad b - x \neq 0 \\ \frac{x-a}{x} & \text{при } x - 1 > 0 \quad i \quad b + x = 0 \\ \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 14.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} -ax^2 - b & \text{при } x + c < 0 \quad i \quad a \neq 0 \\ \frac{x-a}{x-c} & \text{при } x + c > 0 \quad i \quad a = 0 \\ \frac{x}{c} + \frac{c}{x} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 15.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} -ax^2 + b & \text{при } x < 0 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x}{x-c} + 5.5 & \text{при } x > 0 \quad i \quad b = 0 \\ \frac{x}{-c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 16.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} a(x+c)^2 - b & \text{при } x = 0 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x-a}{-c} & \text{при } x = 0 \quad i \quad b = 0 \\ a + \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 17.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 - cx + b & \text{при } x + 10 < 0 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x - a}{x - c} & \text{при } x + 10 > 0 \quad i \quad b = 0 \\ \frac{-x}{a - c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 18.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 - bx^2 & \text{при } x < 0 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x - a}{x - c} & \text{при } x > 0 \quad i \quad b = 0 \\ \frac{x + 5}{c(x - 10)} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 19.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} a(x + 7)^2 - b & \text{при } x < 5 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x - cd}{ax} & \text{при } x > 5 \quad i \quad b = 0 \\ \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 20.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} -\frac{2x-c}{cx-a} & \text{при } x < 0 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x-a}{x-c} & \text{при } x > 0 \quad i \quad b = 0 \\ -\frac{x}{c} + \frac{-c}{2x} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 21.

$$F = \begin{cases} ax^2 + b & \text{при } x < 0 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x-a}{x-c} & \text{при } x > 0 \quad i \quad b = 0 \\ \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

Варіант 22.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} \frac{1}{ax} - b & \text{при } x + 5 < 0 \quad i \quad c = 0 \\ \frac{x-a}{x} & \text{при } x + 5 > 0 \quad i \quad c \neq 0 \\ \frac{10x}{c-4} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 23.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 + bx + c & \text{при } a < 0 \quad i \quad c \neq 0 \\ \frac{-a}{x-c} & \text{при } a > 0 \quad i \quad c = 0 \\ a(x+c) & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 24.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} -ax - c & \text{при } c < 0 \quad i \quad x \neq 0 \\ \frac{x-a}{-c} & \text{при } c > 0 \quad i \quad x = 0 \\ \frac{bx}{c-a} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 25.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} a - \frac{x}{10+b} & \text{при } x < 0 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x-a}{x-c} & \text{при } x > 0 \quad i \quad b = 0 \\ 3x + \frac{2}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 26.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 + b^2x & \text{при } c < 0 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x+a}{x+c} & \text{при } c > 0 \quad i \quad b = 0 \\ \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 27.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} -ax^2 - b & \text{при } x < 5 \quad i \quad c \neq 0 \\ \frac{x-a}{x} & \text{при } x > 5 \quad i \quad c = 0 \\ \frac{-x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 28.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} -ax^2 & \text{при } c < 0 \quad i \quad a \neq 0 \\ \frac{a-x}{cx} & \text{при } c > 0 \quad i \quad a = 0 \\ \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 29.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 + b^2x & \text{при } a < 0 \quad i \quad x \neq 0 \\ x - \frac{a}{x-c} & \text{при } a > 0 \quad i \quad x = 0 \\ 1 + \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 30.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 - bx + c & \text{при } x < 3 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x-a}{x-c} & \text{при } x > 3 \quad i \quad b = 0 \\ \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 31.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 + \frac{b}{c} & \text{при } x < 1 \quad i \quad c \neq 0 \\ \frac{x-a}{(x-c)^2} & \text{при } x > 1.5 \quad i \quad c = 0 \\ \frac{x^2}{c^2} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 32.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 + b^2 + c & \text{при } x < 0.6 \quad i \quad b + c \neq 0 \\ \frac{x-a}{x-c} & \text{при } x > 0.6 \quad i \quad b + c = 0 \\ \frac{x}{c} + \frac{x}{a} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 33.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 + b & \text{при } x - 1 < 0 \quad i \quad b - x \neq 0 \\ \frac{x - a}{x} & \text{при } x - 1 > 0 \quad i \quad b + x = 0 \\ \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 34.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} -ax^2 - b & \text{при } x + c < 0 \quad i \quad a \neq 0 \\ \frac{x - a}{x - c} & \text{при } x + c > 0 \quad i \quad a = 0 \\ \frac{x}{c} + \frac{c}{x} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 35.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} -ax^2 + b & \text{при } x < 0 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x}{x - c} + 5.5 & \text{при } x > 0 \quad i \quad b = 0 \\ \frac{x}{-c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 36.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} a(x+c)^2 - b & \text{при } x=0 \text{ і } b \neq 0 \\ \frac{x-a}{-c} & \text{при } x=0 \text{ і } b=0 \\ a + \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 37.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 - cx + b & \text{при } x+10 < 0 \text{ і } b \neq 0 \\ \frac{x-a}{x-c} & \text{при } x+10 > 0 \text{ і } b=0 \\ \frac{-x}{a-c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 38.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} ax^2 - bx^2 & \text{при } x < 0 \text{ і } b \neq 0 \\ \frac{x-a}{x-c} & \text{при } x > 0 \text{ і } b=0 \\ \frac{x+5}{c(x-10)} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 39.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} a(x+7)^2 - b & \text{при } x < 5 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x - cd}{ax} & \text{при } x > 5 \quad i \quad b = 0 \\ \frac{x}{c} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Варіант 40.

Обчислити і вивести на екран в вигляді таблиці значення функції F на інтервалі від $X_поч$ до $X_кін$ з кроком dX .

$$F = \begin{cases} -\frac{2x - c}{cx - a} & \text{при } x < 0 \quad i \quad b \neq 0 \\ \frac{x - a}{x - c} & \text{при } x > 0 \quad i \quad b = 0 \\ -\frac{x}{c} + \frac{-c}{2x} & \text{в інших випадках} \end{cases}$$

де a, b, c – дійсні числа.

Значення $a, b, c, X_поч, X_кін, dX$ ввести з клавіатури.

Лабораторна робота № 4.4. Табуляція функції, заданої графіком

Мета роботи

Навчитися створювати циклічні програми. Навчитися використовувати формати виводу.

Питання, які необхідно вивчити та пояснити на захисті

Якщо деякі питання вже описані в одному із попередньо захищених звітів, то їх повторно описувати необов'язково.

- 1) Операції відношення.
- 2) Логічні операції над булевими величинами.
- 3) По-розрядні логічні операції над цілими величинами.
- 4) Команди C/C++: `while(...)`...; `do...while(...)`; `for(...;...;...)`...;
- 5) Команди `break`; `continue`;
- 6) Блок-схеми алгоритмів. Позначення циклів на блок-схемах.
- 7) UML-діаграми дії. Позначення циклів на UML-діаграмах дії.
- 8) Блок. Операторні дужки.
- 9) Стандартні функції, які отримують чи повертають булеві значення.
- 10) Формати виводу та їх використання.
- 11) Рівняння відрізка прямої, яка проходить через задані точки.
- 12) Рівняння дуги кола заданого радіусу, яка проходить через задані точки.
- 13) Рівняння дуги параболи, яка проходить через задані точки.

Оформлення звіту

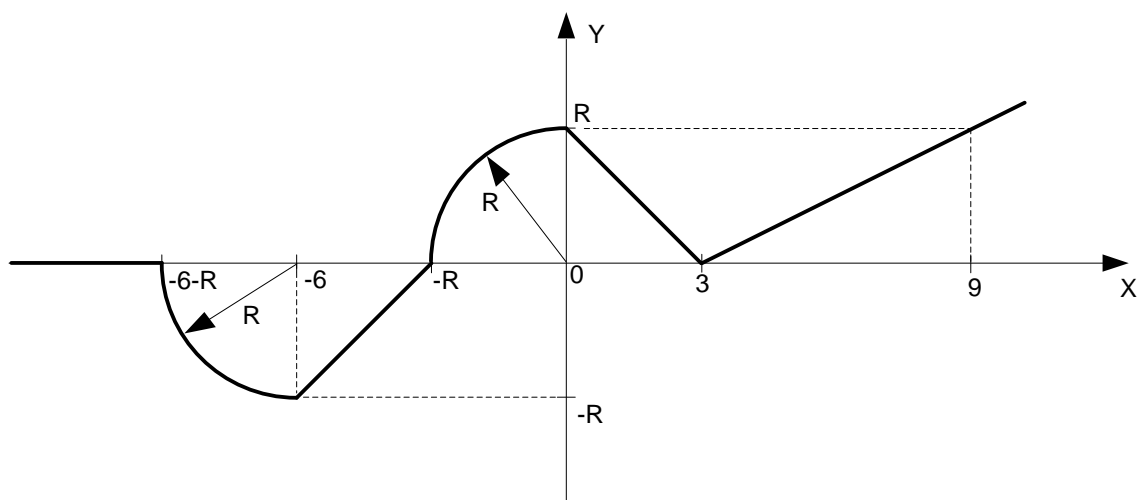
Вимоги та зразок оформлення звіту наведені у вступі до лабораторного практикуму.

Варіанти лабораторних завдань

Обчислити і вивести на екран у вигляді таблиці значення функції, заданої графічно, на проміжку від $x_{\text{поч}}$ до $x_{\text{кінц}}$ з кроком dx . Інтервал і крок задати таким чином, щоби перевірити всі гілки розгалуження. Таблиця повинна містити заголовок і шапку. Вказані параметри повинні вводитися з клавіатури.

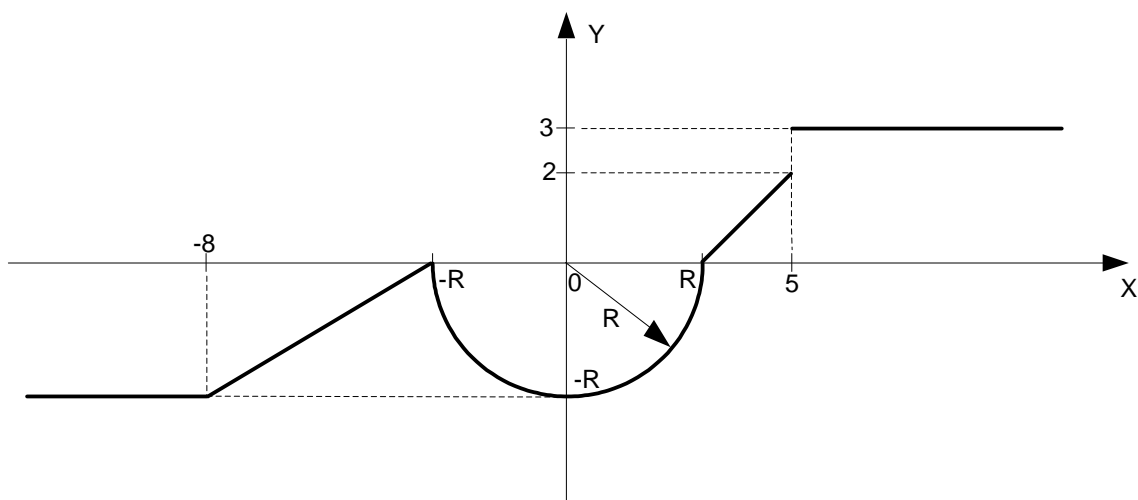
Варіант 1.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



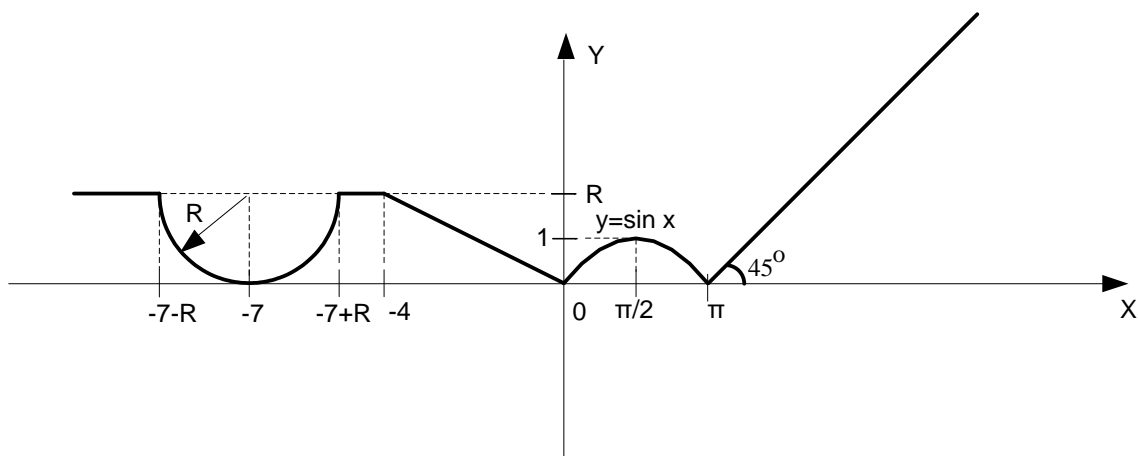
Варіант 2.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



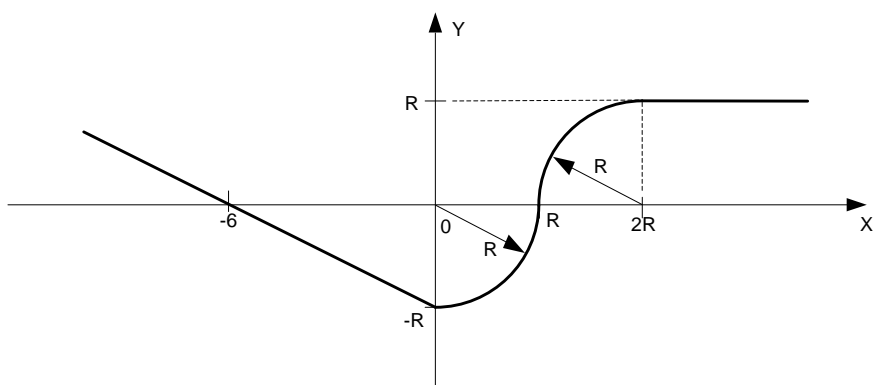
Варіант 3.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



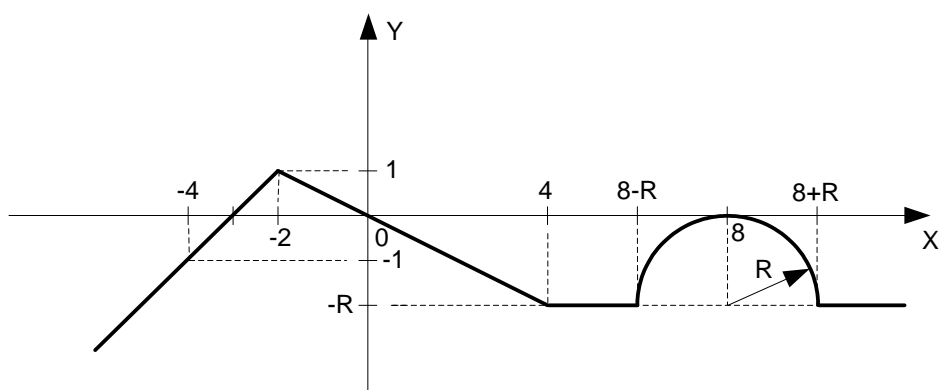
Варіант 4.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



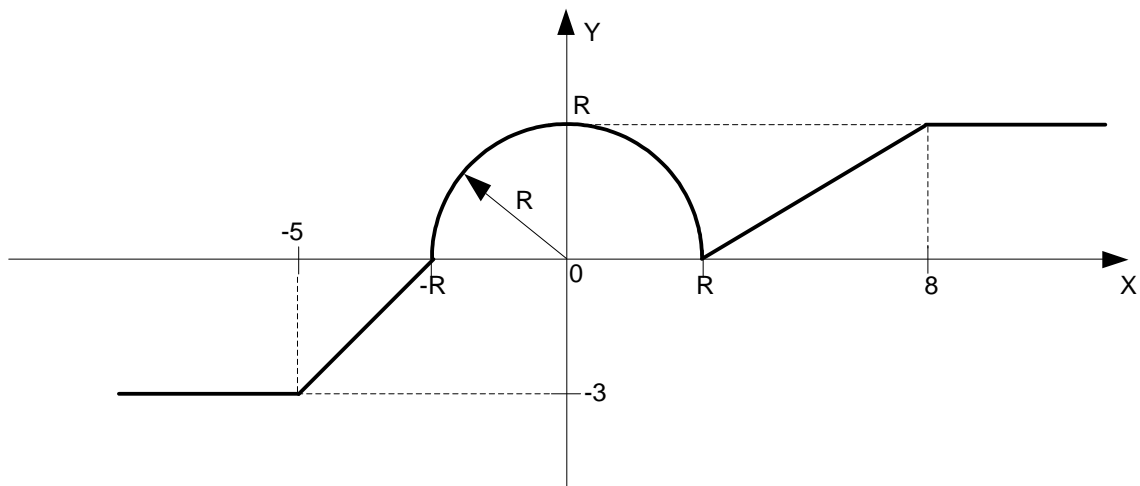
Варіант 5.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



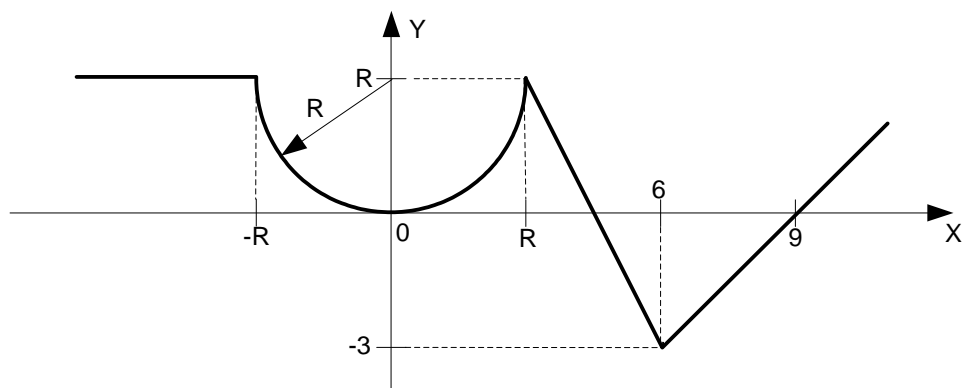
Варіант 6.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



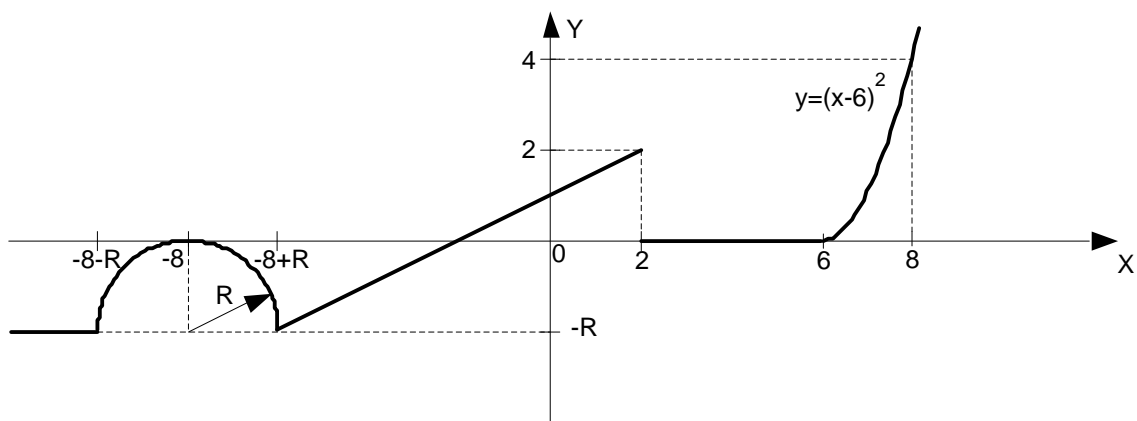
Варіант 7.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



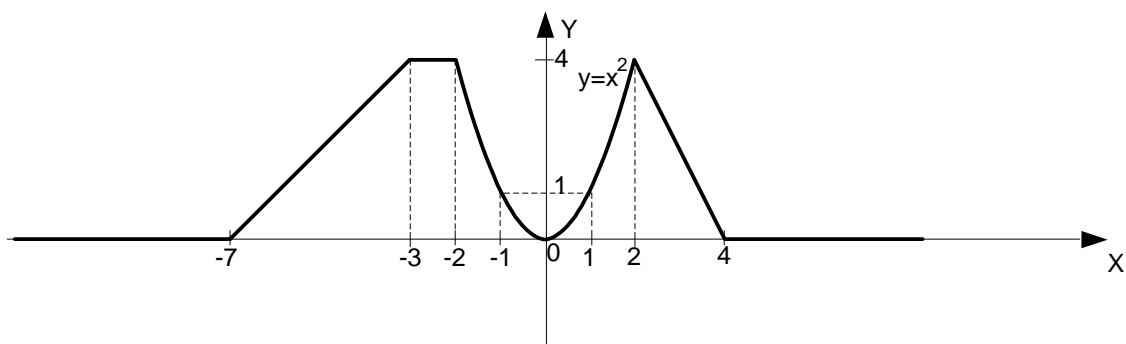
Варіант 8.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



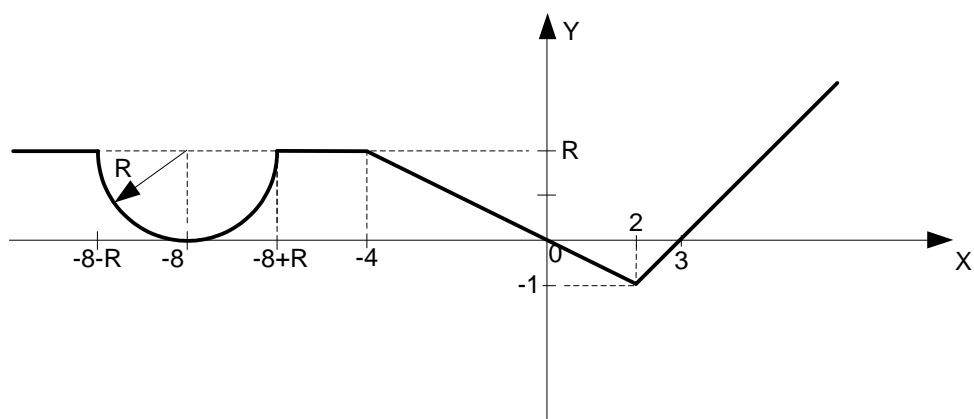
Варіант 9.

Параметри $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



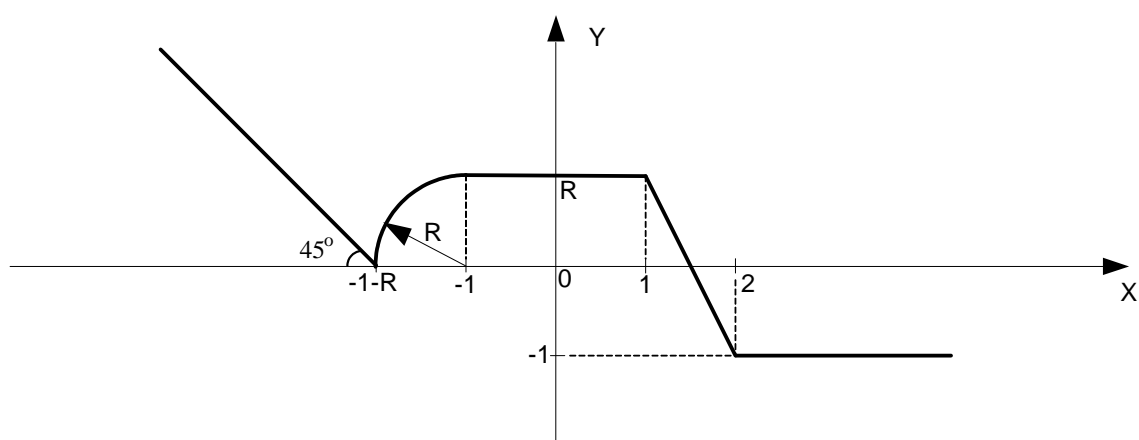
Варіант 10.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



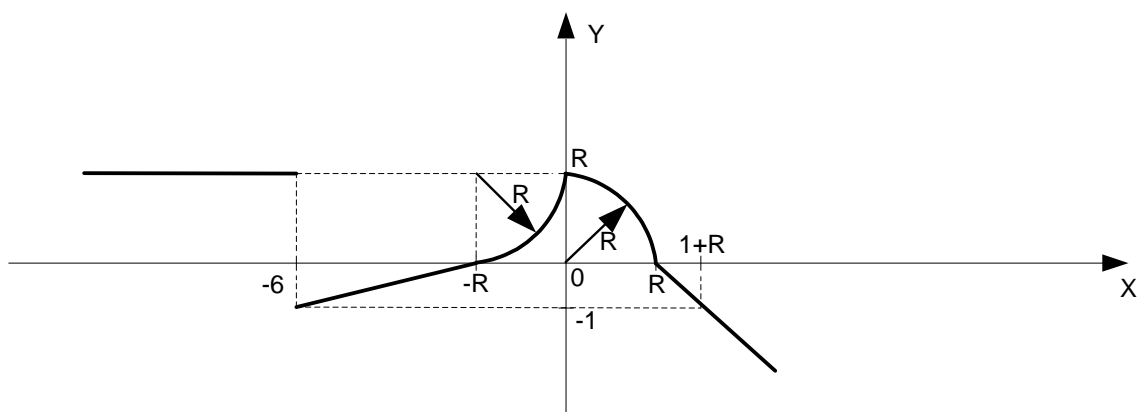
Варіант 11.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



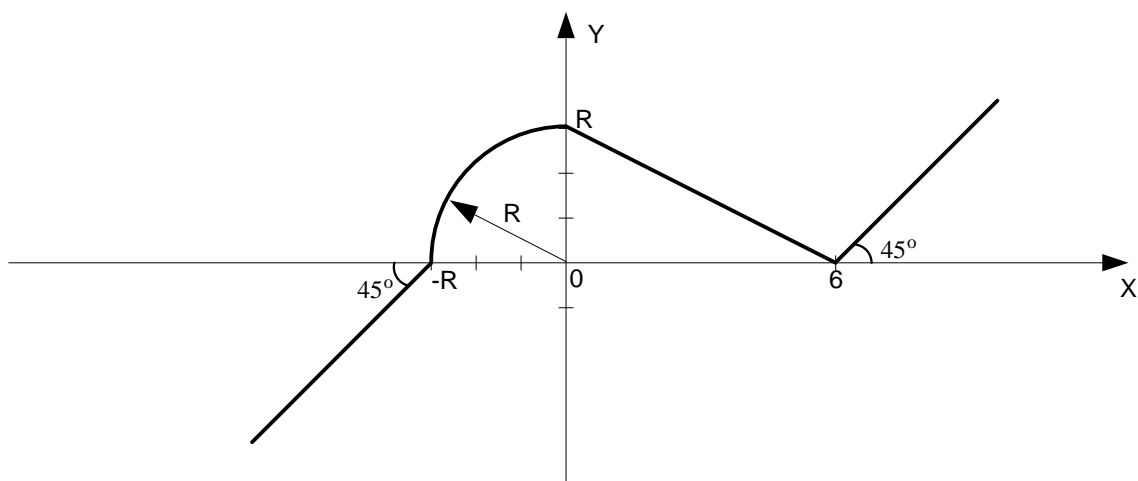
Варіант 12.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



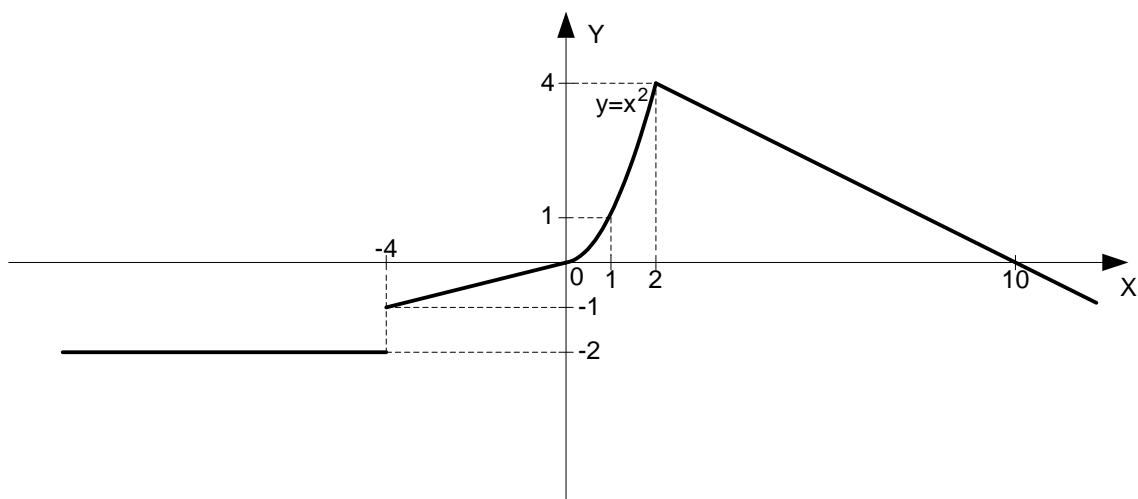
Варіант 13.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



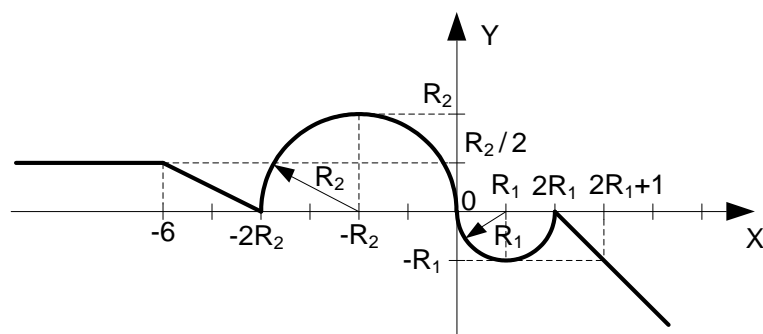
Варіант 14.

Параметри $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



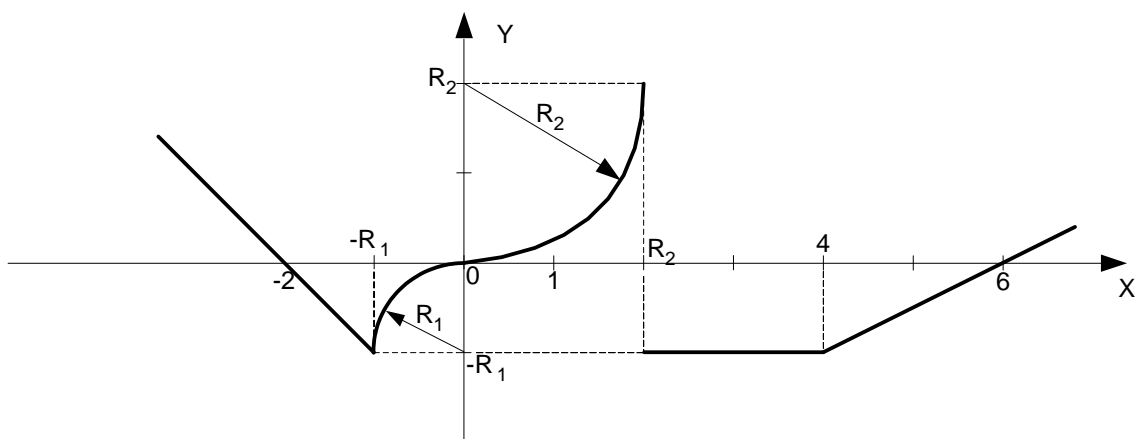
Варіант 15.

Параметри R_1 , R_2 , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



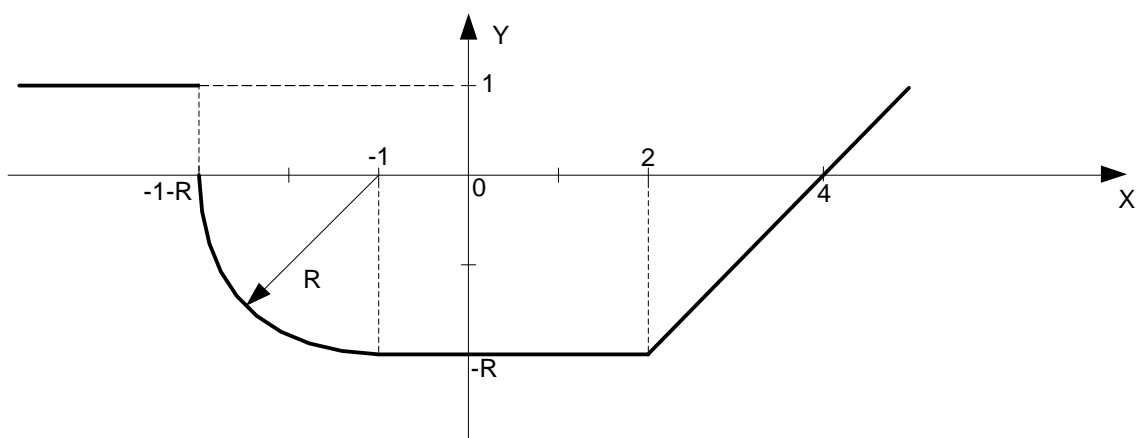
Варіант 16.

Параметри R_1 , R_2 , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



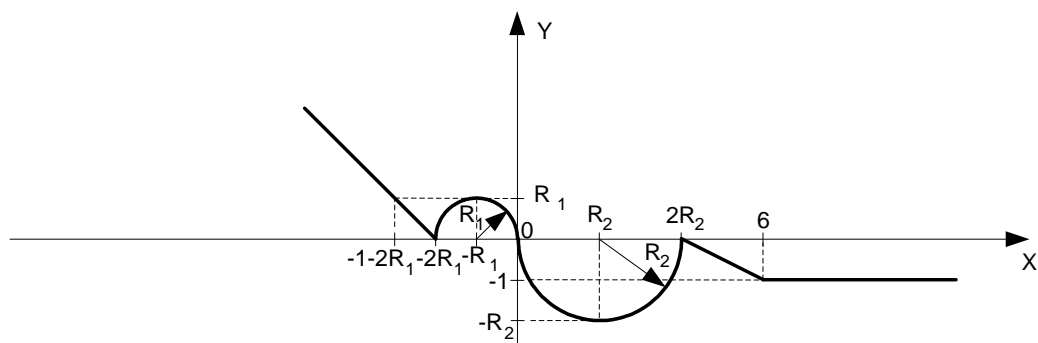
Варіант 17.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



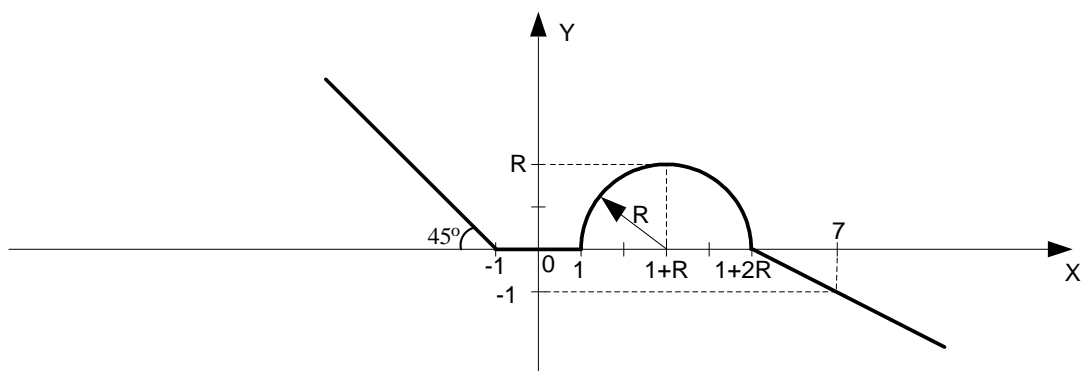
Варіант 18.

Параметри R_1 , R_2 , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



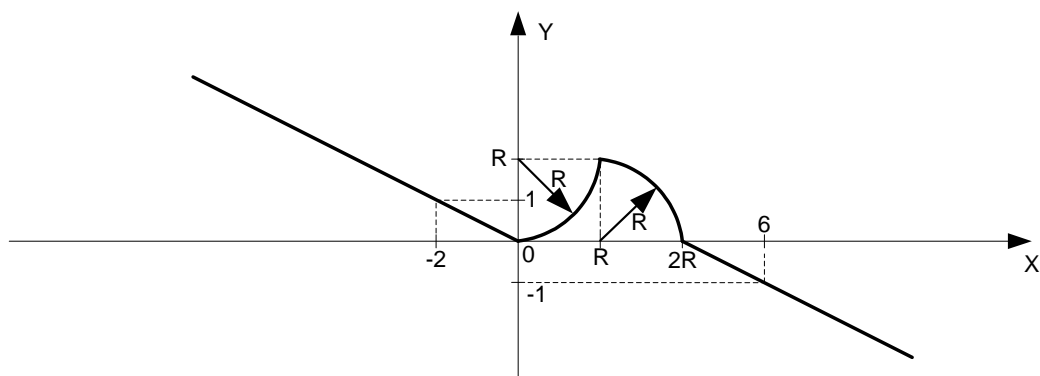
Варіант 19.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



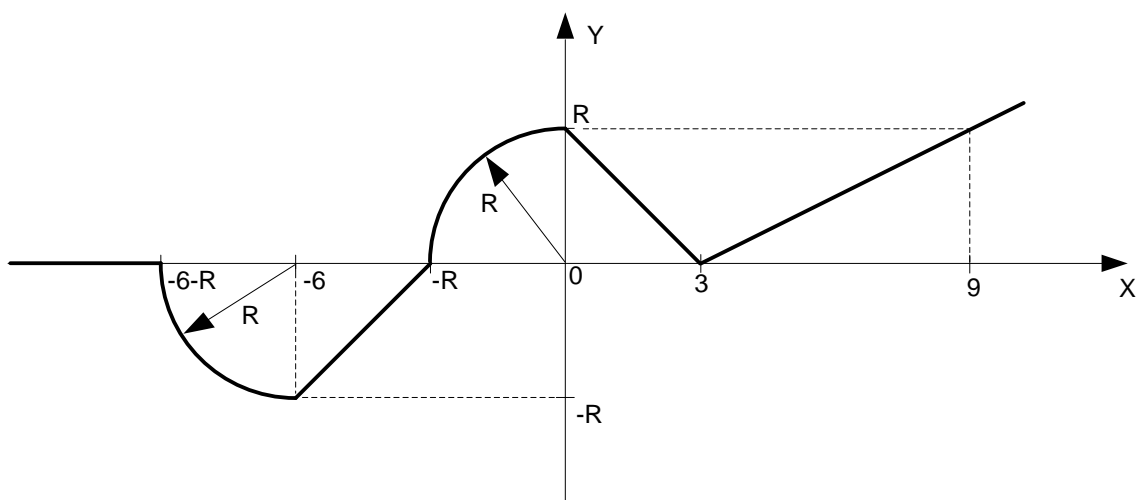
Варіант 20.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



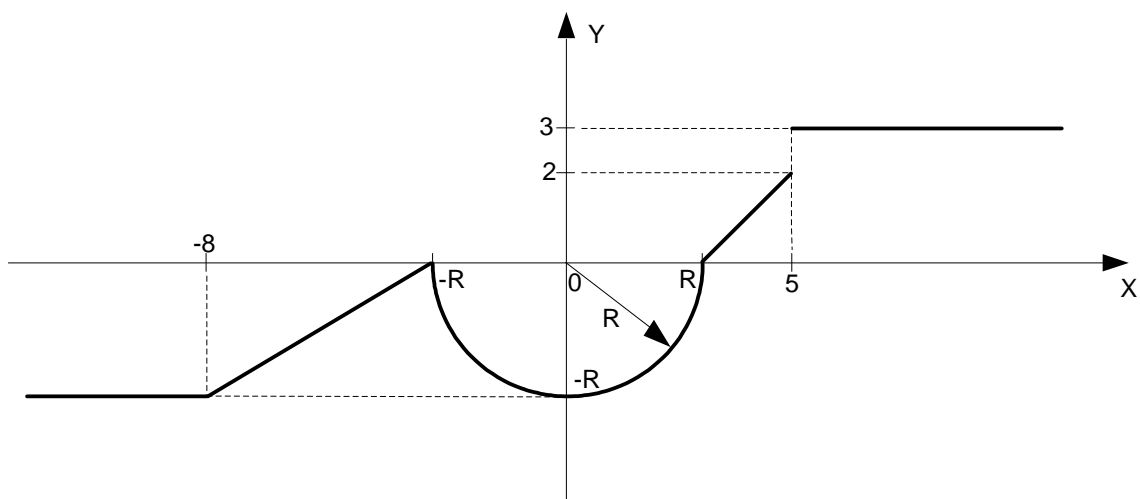
Варіант 21.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



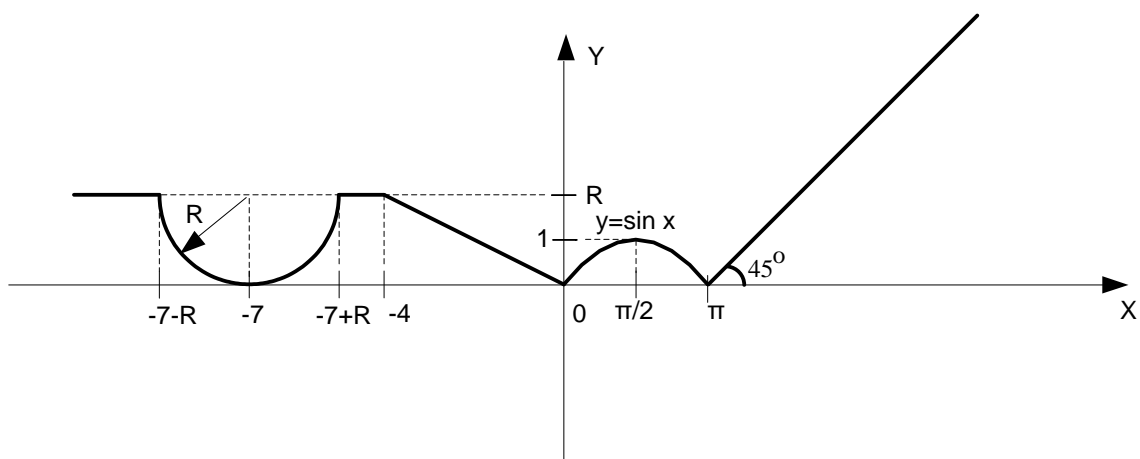
Варіант 22.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



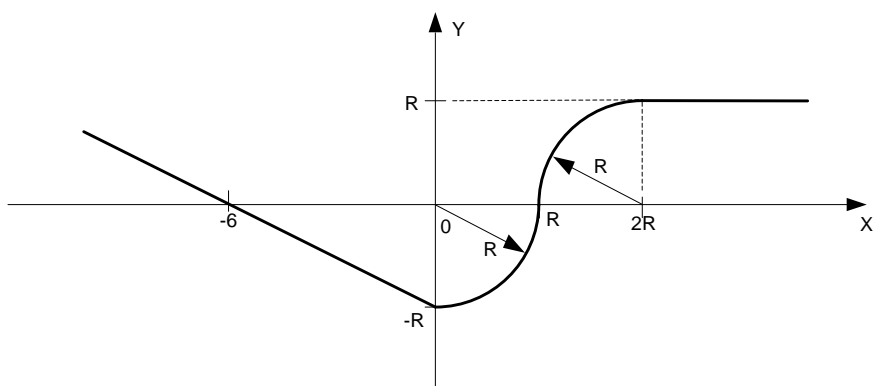
Варіант 23.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



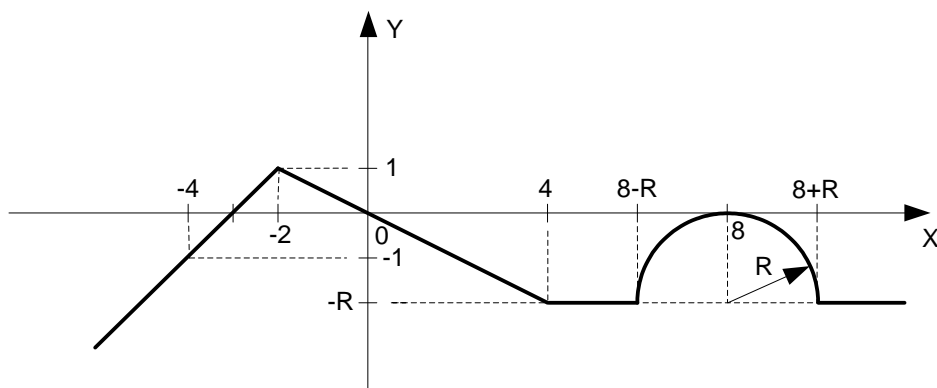
Варіант 24.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



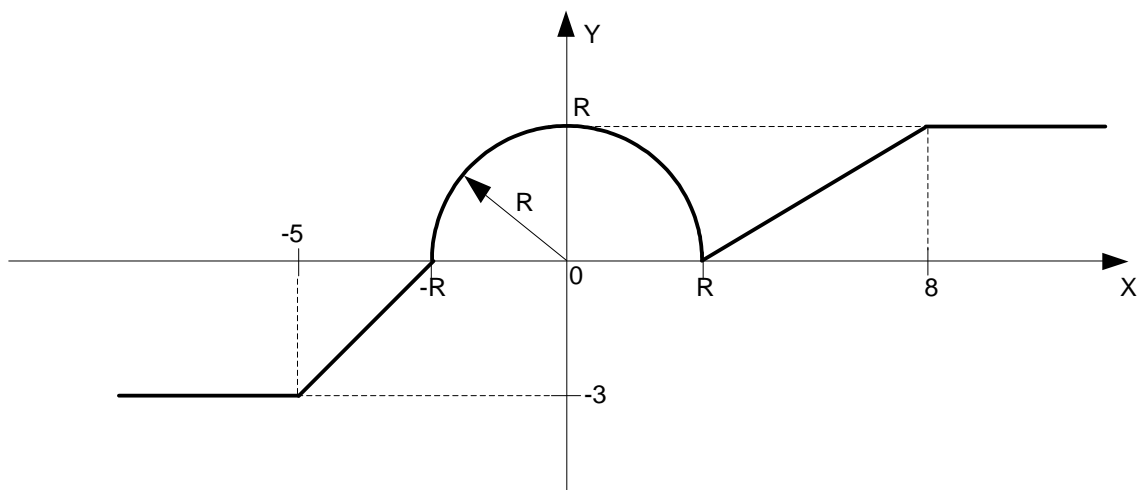
Варіант 25.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



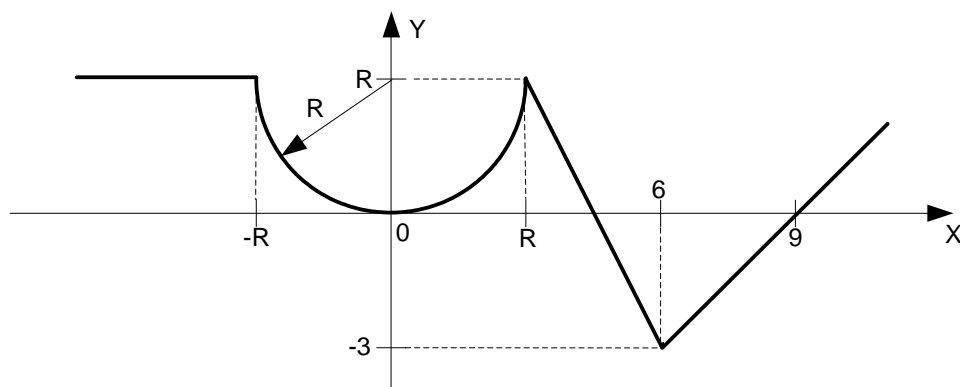
Варіант 26.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



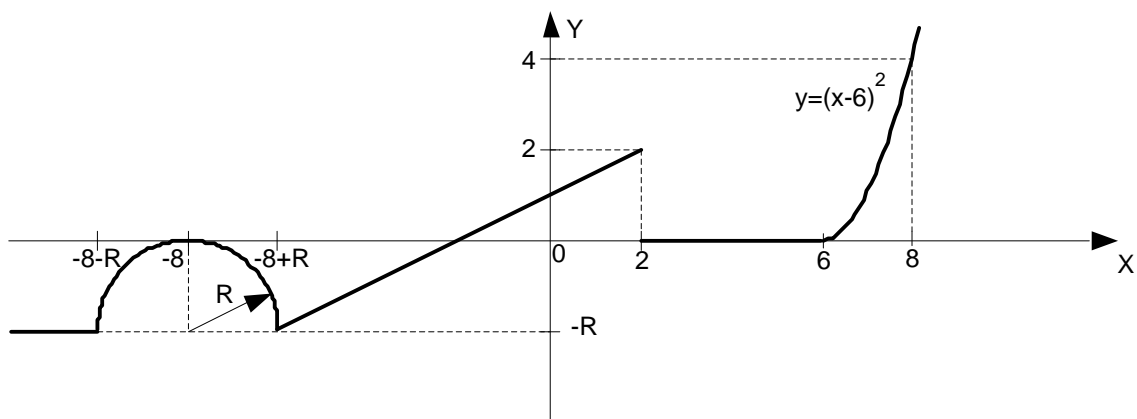
Варіант 27.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



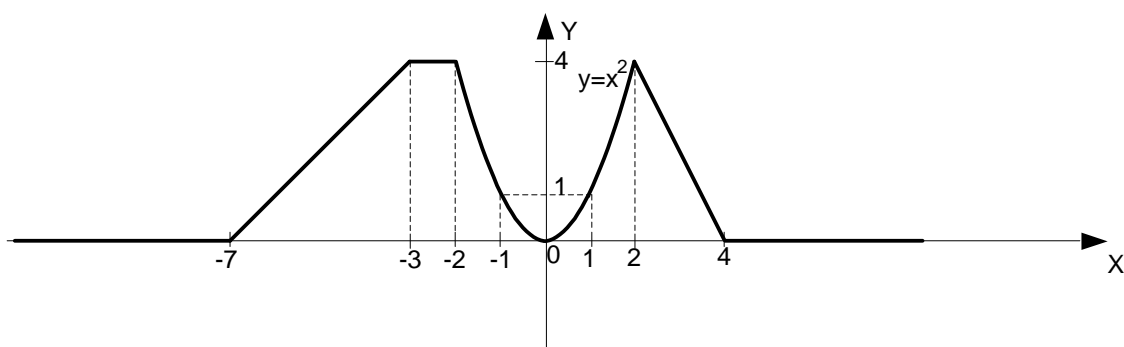
Варіант 28.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



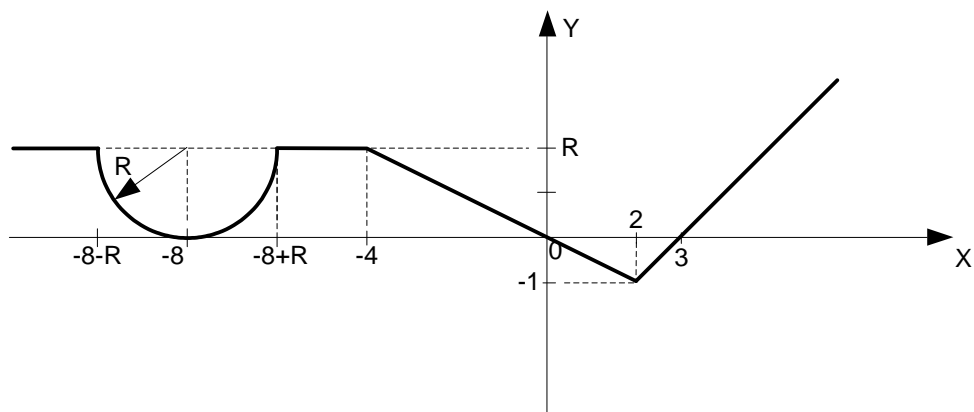
Варіант 29.

Параметри $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



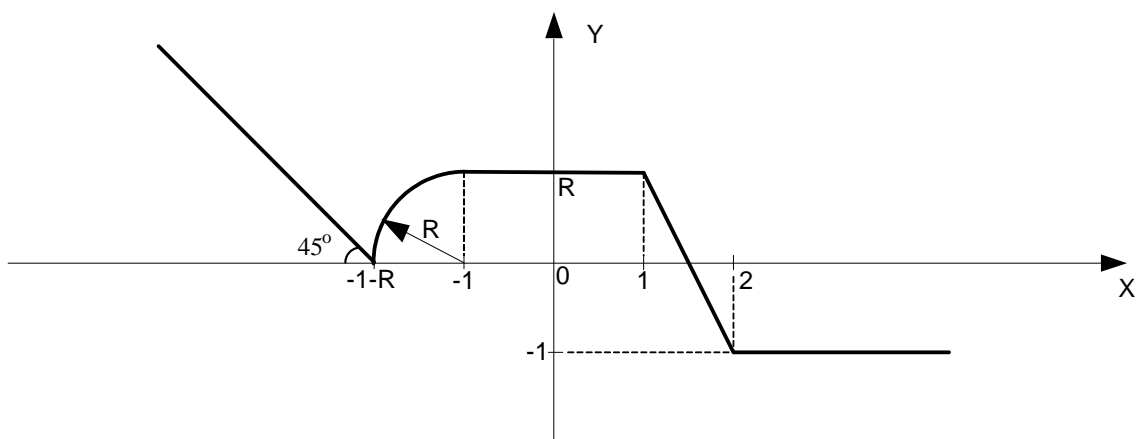
Варіант 30.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



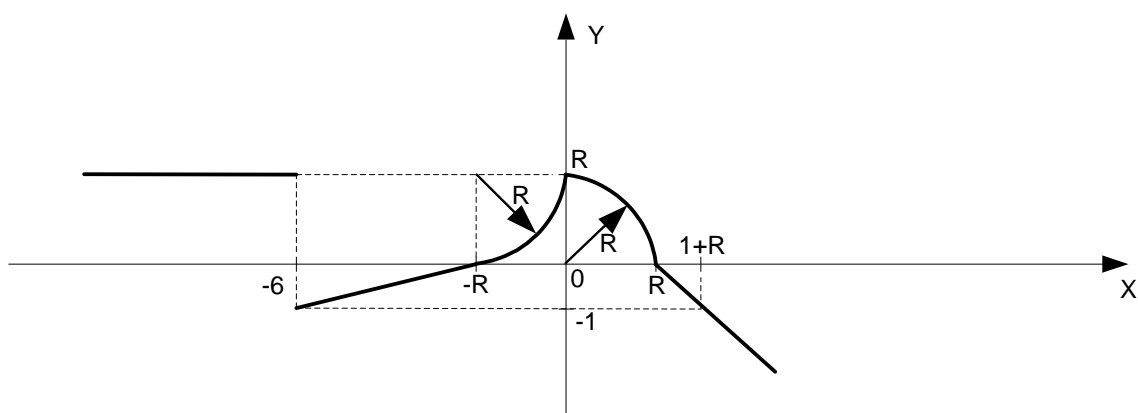
Варіант 31.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



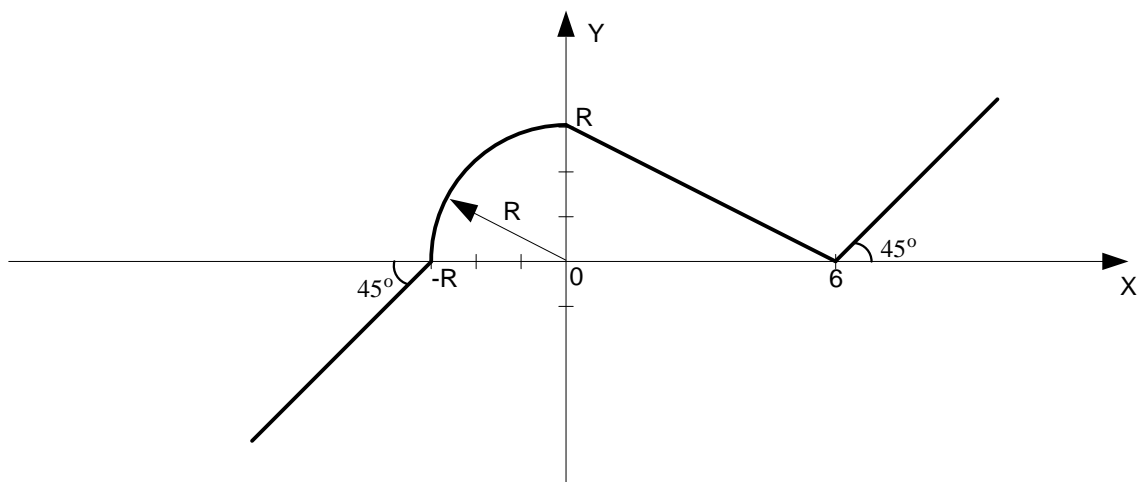
Варіант 32.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



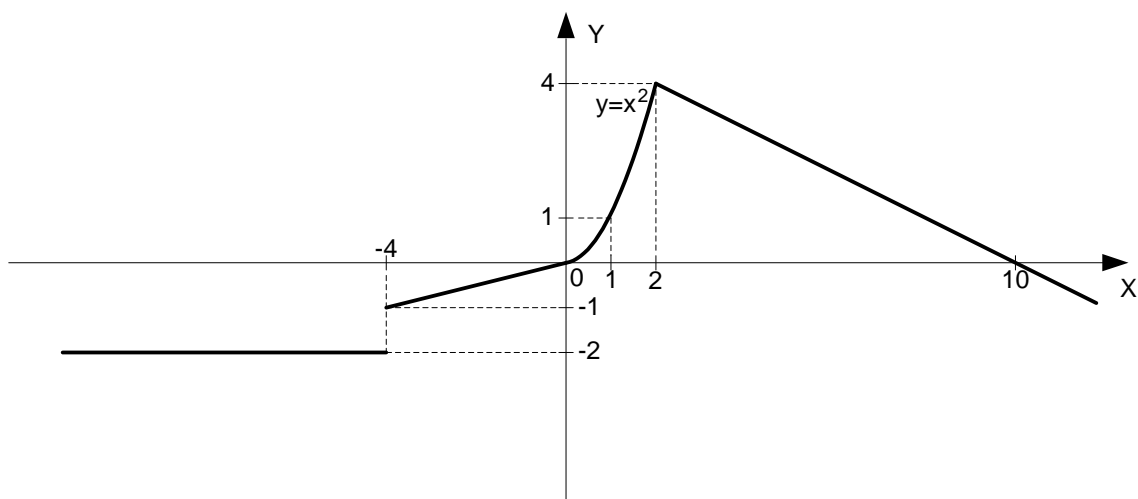
Варіант 33.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



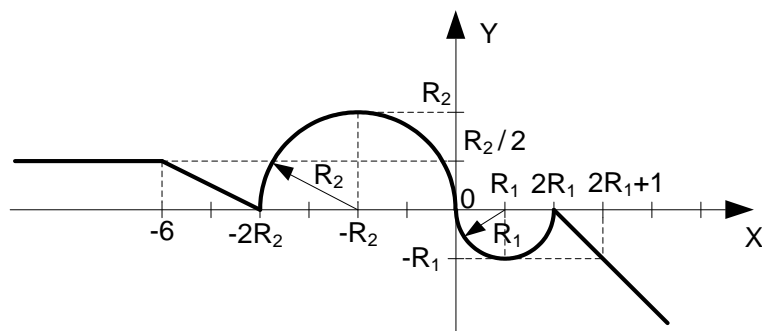
Варіант 34.

Параметри $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



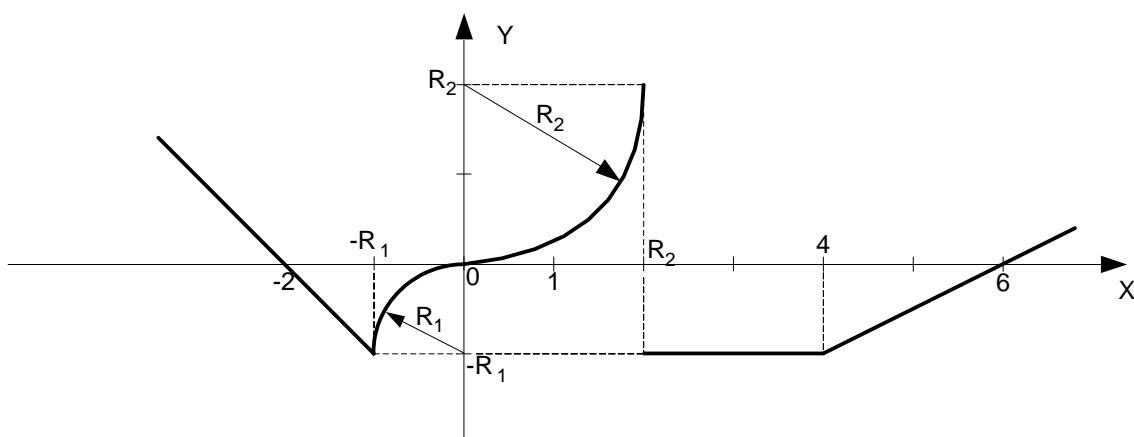
Варіант 35.

Параметри R_1 , R_2 , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



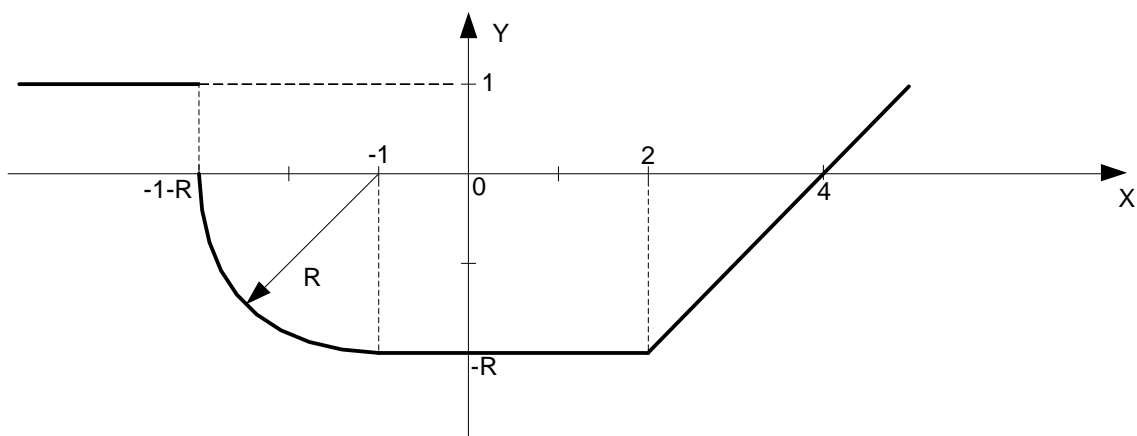
Варіант 36.

Параметри R_1 , R_2 , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



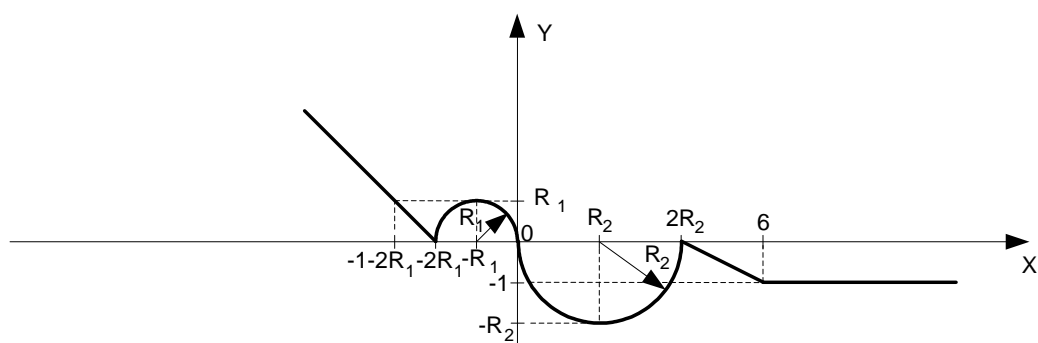
Варіант 37.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



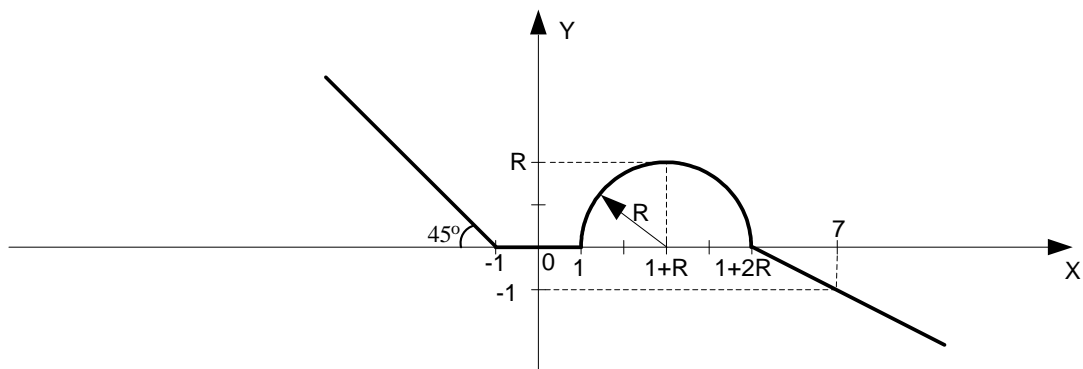
Варіант 38.

Параметри R_1 , R_2 , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



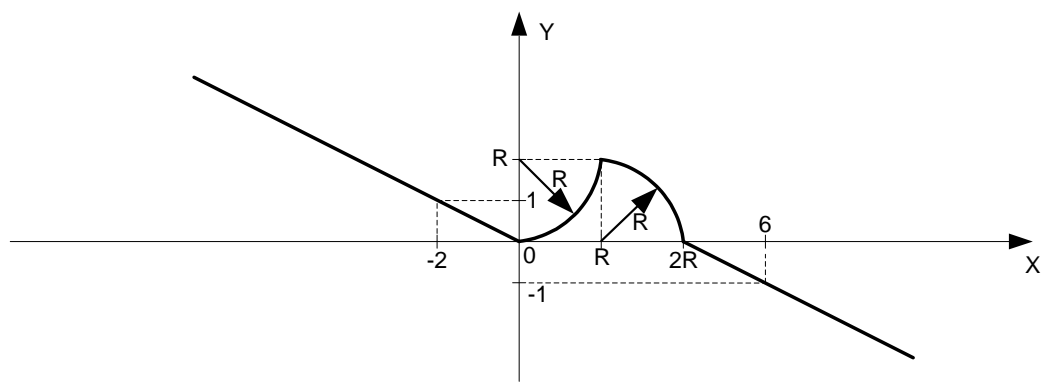
Варіант 39.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



Варіант 40.

Параметри R , $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx вводяться з клавіатури.



Лабораторна робота № 4.5. «Попадання» у плоску фігуру

Мета роботи

Навчитися створювати циклічні програми. Навчитися використовувати формати виводу.

Питання, які необхідно вивчити та пояснити на захисті

Якщо деякі питання вже описані в одному із попередньо захищених звітів, то їх повторно описувати необов'язково.

- 1) Операції відношення.
- 2) Логічні операції над булевими величинами.
- 3) По-розрядні логічні операції над цілими величинами.
- 4) Команди C/C++: `while(...)`...; `do...while(...)`; `for(...;...;...)`...;
- 5) Команди `break`; `continue`;
- 6) Блок-схеми алгоритмів. Позначення циклів на блок-схемах.
- 7) UML-діаграми дії. Позначення циклів на UML-діаграмах дії.
- 8) Блок. Операторні дужки.
- 9) Стандартні функції, які отримують чи повертають булеві значення.
- 10) Формати виводу та їх використання.
- 11) Рівняння відрізка прямої, яка проходить через задані точки.
- 12) Рівняння дуги кола заданого радіусу, яка проходить через задані точки.
- 13) Рівняння дуги параболи, яка проходить через задані точки.
- 14) Нерівності, які описують ліву, праву, верхню, нижню, внутрішню, зовнішню частини координатної площини, поділеної прямою лінією, колом, параболою.
- 15) Об'єднання та перетини плоских фігур та їх подання за допомогою логічних операцій.

Оформлення звіту

Вимоги та зразок оформлення звіту наведені у вступі до лабораторного практикуму.

Приклади розв'язання лабораторних завдань

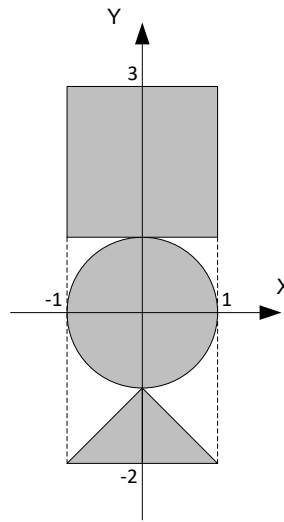
Варіант 0

Умова завдання

Написати програму, яка визначає чи попадають точки з заданими двома способами координатами в область, замальовану на малюнку сірим кольором. Параметр R (параметри R_1, R_2) вводиться з клавіатури.

1 спосіб: Для перших десяти вистрілів, координати (x, y) яких вводяться з клавіатури, виводити текстові повідомлення про попадання в мішень.

2 спосіб: Для наступних десяти вистрілів, координати (x, y) яких визначаються випадково із вказаного інтервалу $x, y \in [A; B]$, виводити значення координат (x, y) та текстові повідомлення про попадання в мішень.



Текст програми

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <time.h>

using namespace std;

int main()
{
    double x, y;

    srand((unsigned) time(NULL));

    for (int i=0; i<10; i++)
    {
        cout << "x = "; cin >> x;
        cout << "y = "; cin >> y;

        if ( (y>=1 && y<=3 && x>=-1 && x<=1) ||
            (x*x+y*y<=1) ||
            (y>=-2 && y<=x-1 && y<=-x-1) )
            cout << "yes" << endl;
        else
            cout << "no" << endl;
    }

    cout << endl << fixed;
```

```

for (int i=0; i<10; i++)
{
    x = 6.*rand()/RAND_MAX - 3;
    y = 6.*rand()/RAND_MAX - 3;

    if ( (y>=1 && y<=3 && x>=-1 && x<=1) ||
        (x*x+y*y<=1) ||
        (y>=-2 && y<=x-1 && y<=-x-1) )
        cout << setw(8) << setprecision(4) << x << " "
              << setw(8) << setprecision(4) << y << " " << "yes" << endl;
    else
        cout << setw(8) << setprecision(4) << x << " "
              << setw(8) << setprecision(4) << y << " " << "no" << endl;
}

return 0;
}

```

Варіанти лабораторних завдань

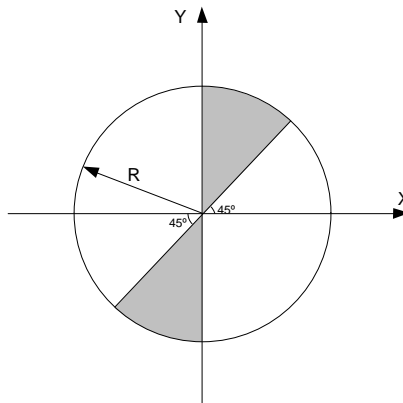
Написати програму, яка визначає чи попадають точки з заданими двома способами координатами в область, замальовану на малюнку сірим кольором. Параметр R (параметри R_1, R_2) вводиться з клавіатури.

1 спосіб: Для перших десяти вистрілів, координати (x, y) яких вводяться з клавіатури, виводити текстові повідомлення про попадання в мішень.

2 спосіб: Для наступних десяти вистрілів, координати (x, y) яких визначаються випадково із вказаного інтервалу $x, y \in [A; B]$, виводити значення координат (x, y) та текстові повідомлення про попадання в мішень.

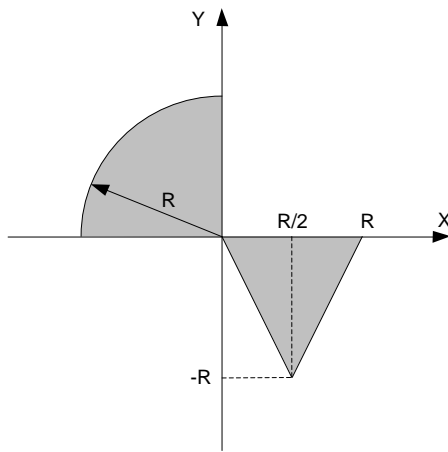
Варіант 1.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



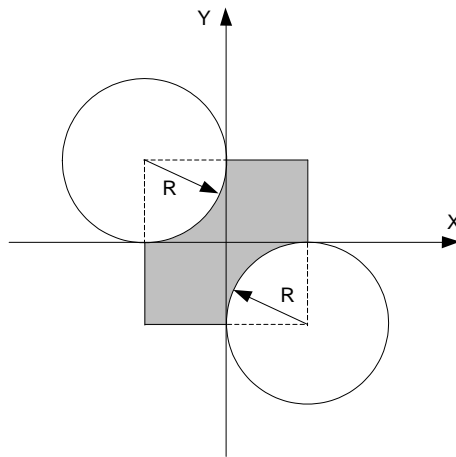
Варіант 2.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



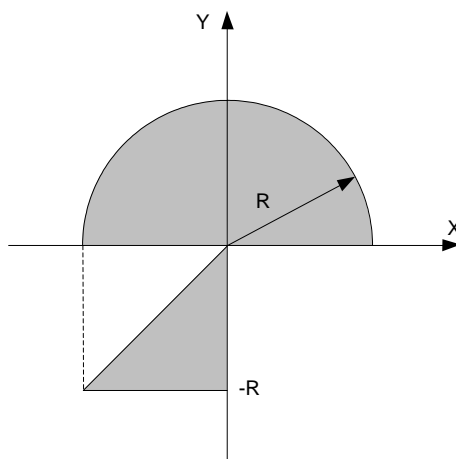
Варіант 3.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-2R; 2R]$.



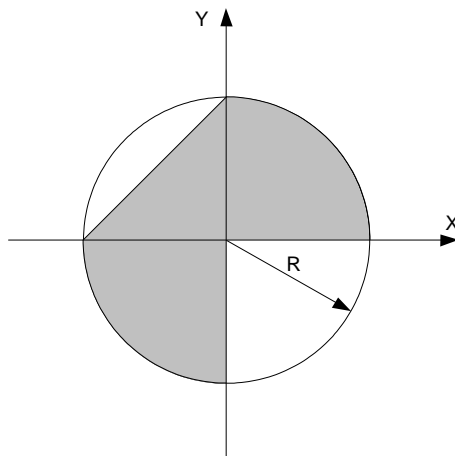
Варіант 4.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



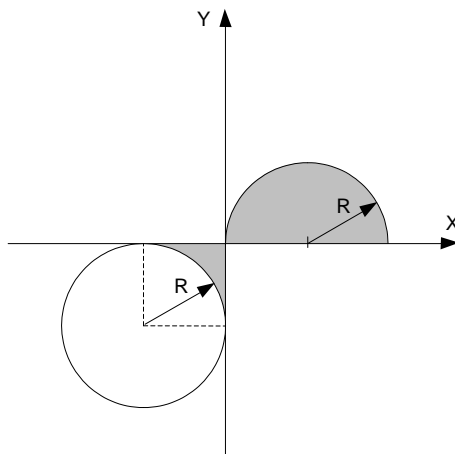
Варіант 5.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



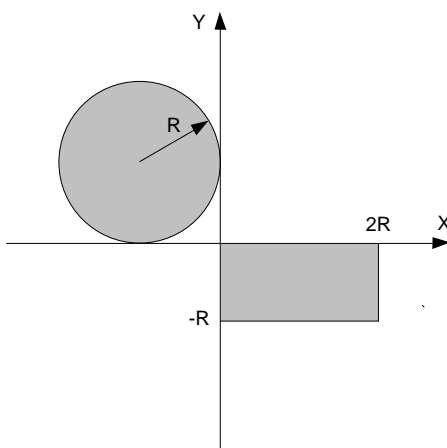
Варіант 6.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-2R; 2R]$.



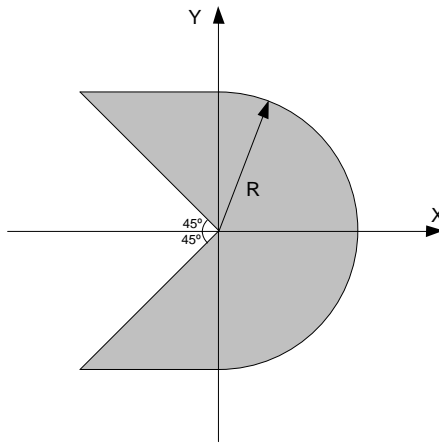
Варіант 7.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-2R; 2R]$.



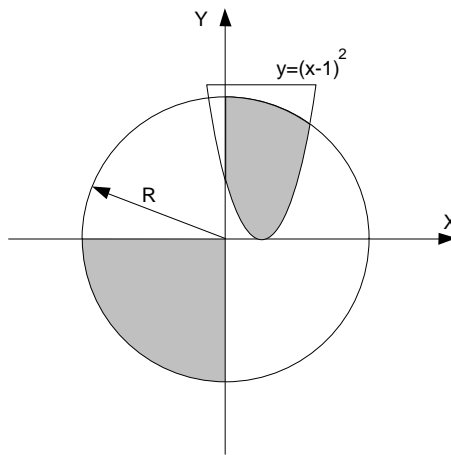
Варіант 8.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



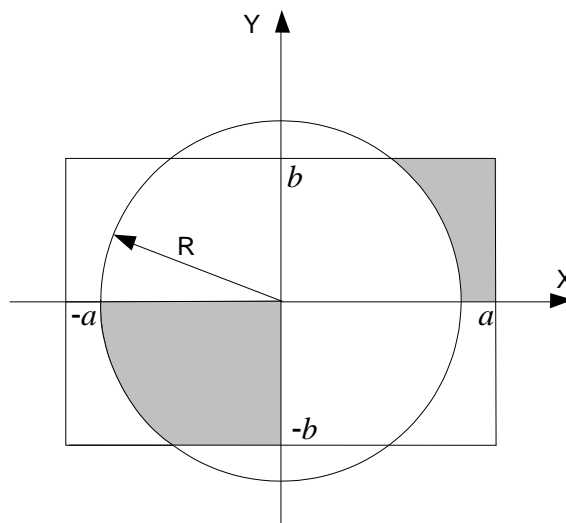
Варіант 9.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



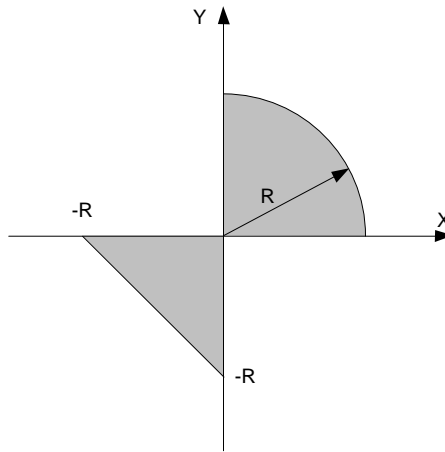
Варіант 10.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-\max(a, b, R); \max(a, b, R)]$.



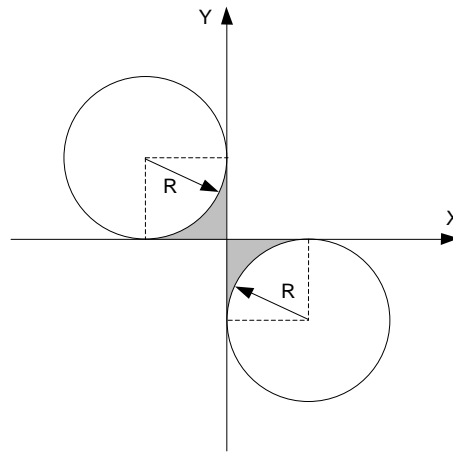
Варіант 11.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



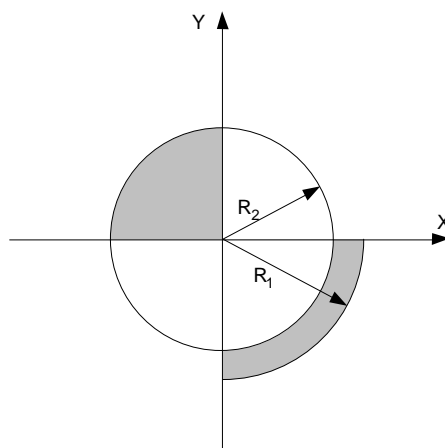
Варіант 12.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



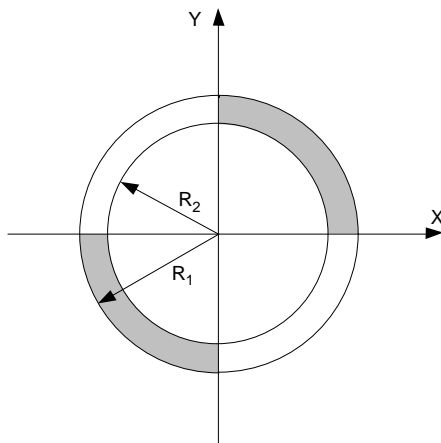
Варіант 13.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R_1; R_1]$.



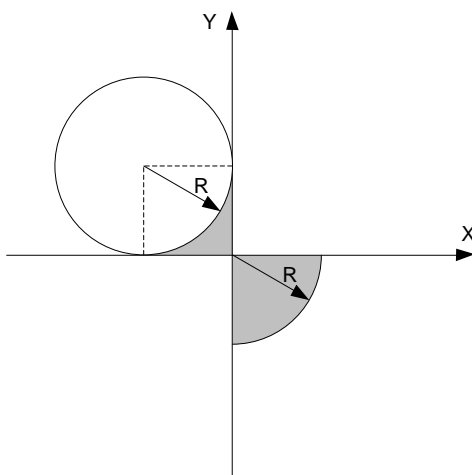
Варіант 14.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R_1; R_1]$.



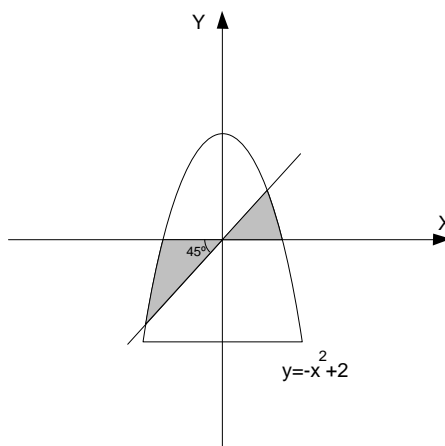
Варіант 15.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



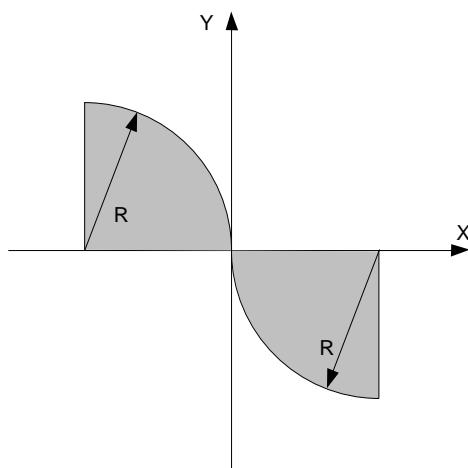
Варіант 16.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-2; 2]$,



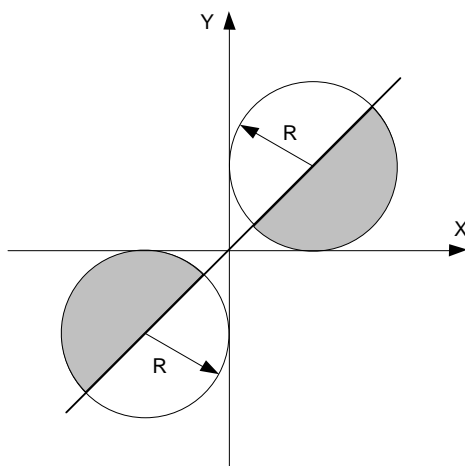
Варіант 17.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



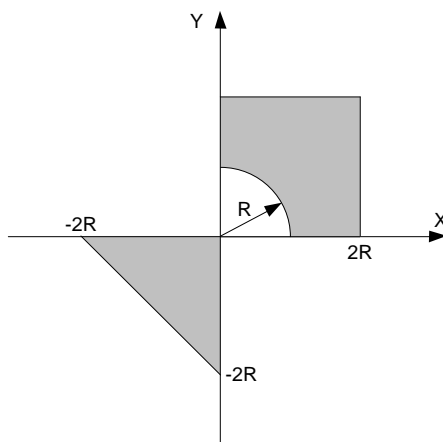
Варіант 18.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-2R; 2R]$.



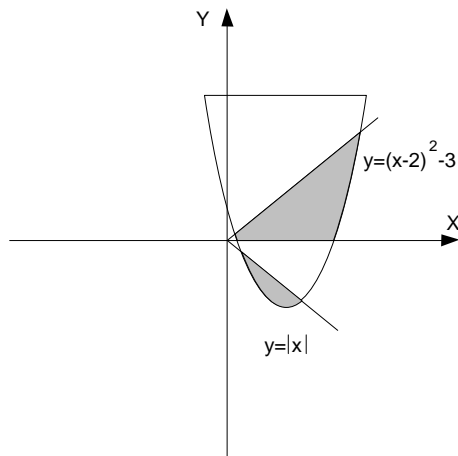
Варіант 19.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-2R; 2R]$.



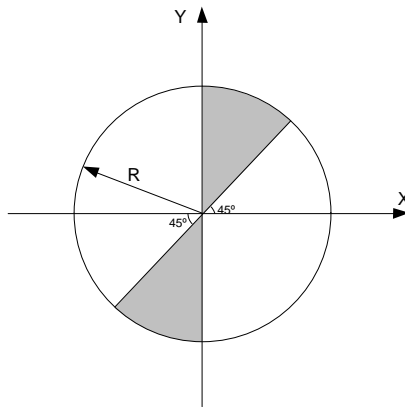
Варіант 20.

2 спосіб: інтервал $x \in [-1; 5], y \in [-3; 5]$.



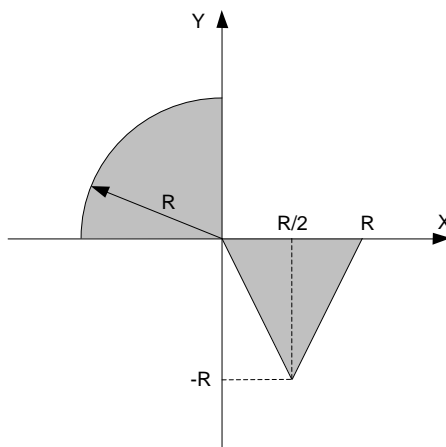
Варіант 21.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



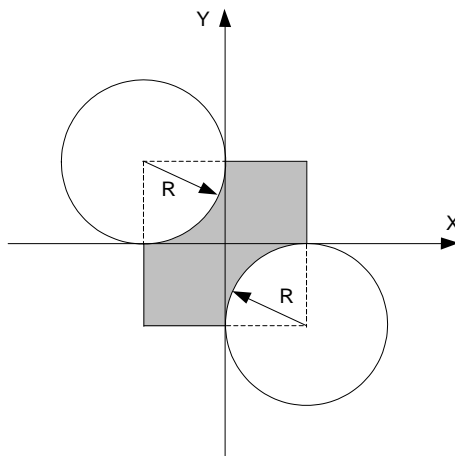
Варіант 22.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



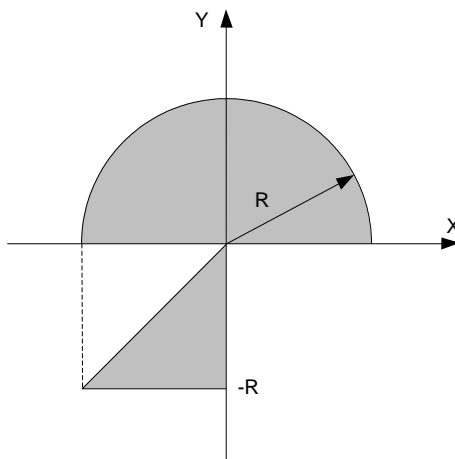
Варіант 23.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-2R; 2R]$.



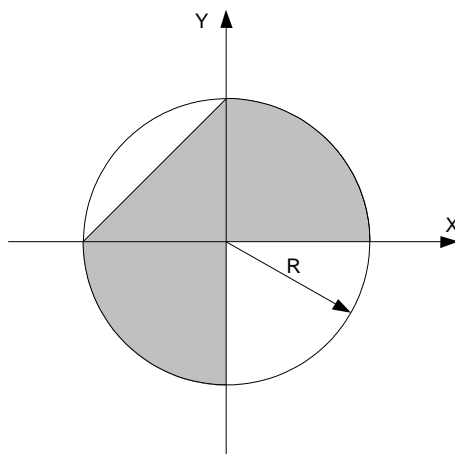
Варіант 24.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



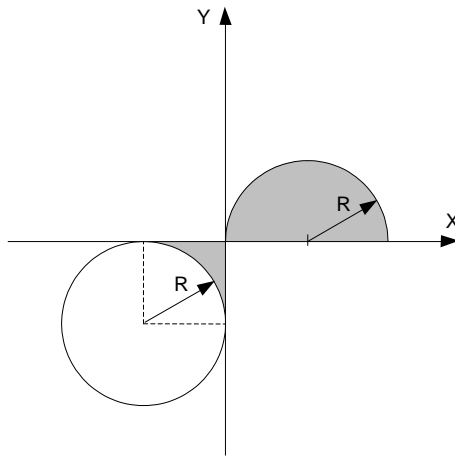
Варіант 25.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



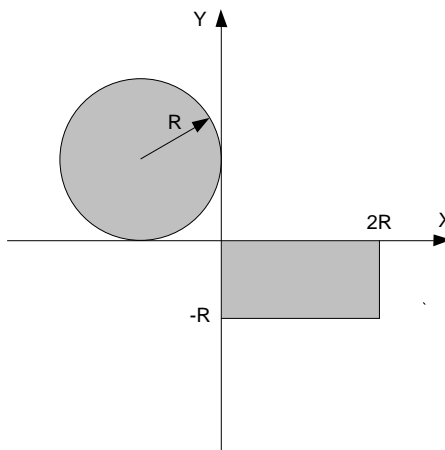
Варіант 26.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-2R; 2R]$.



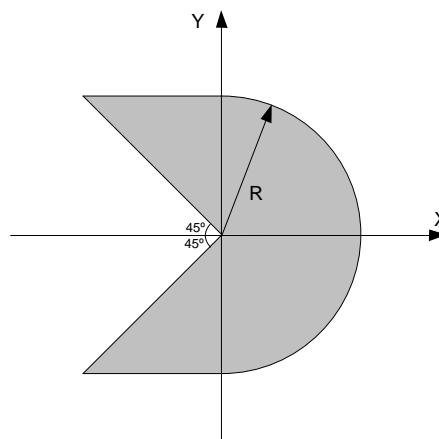
Варіант 27.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-2R; 2R]$.



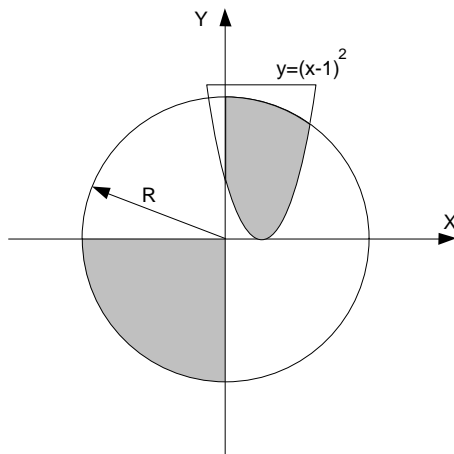
Варіант 28.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



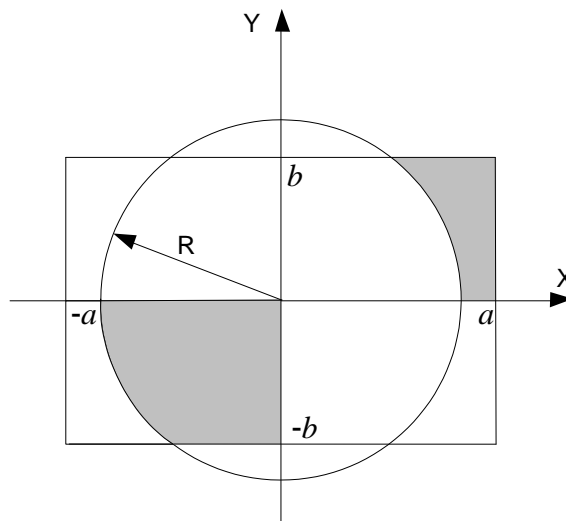
Варіант 29.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



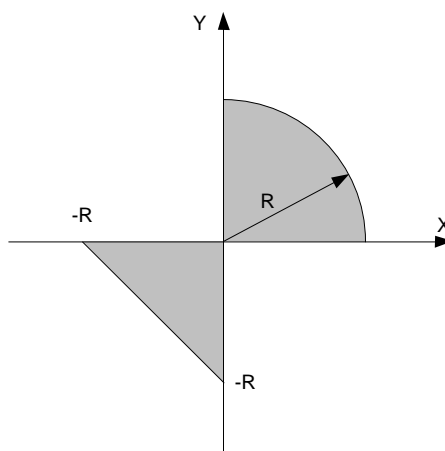
Варіант 30.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-\max(a, b, R); \max(a, b, R)]$.



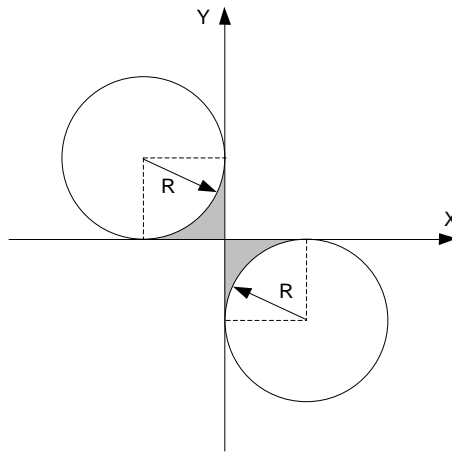
Варіант 31.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



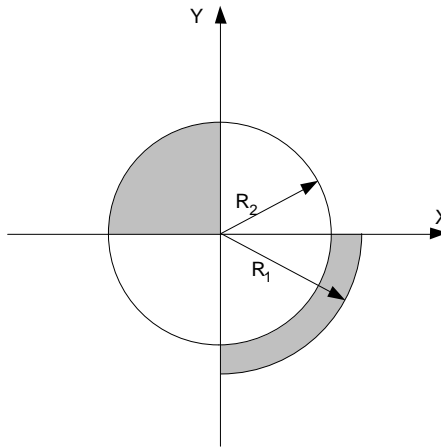
Варіант 32.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



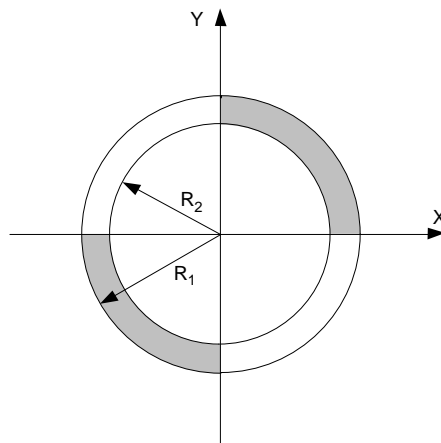
Варіант 33.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R_1; R_1]$.



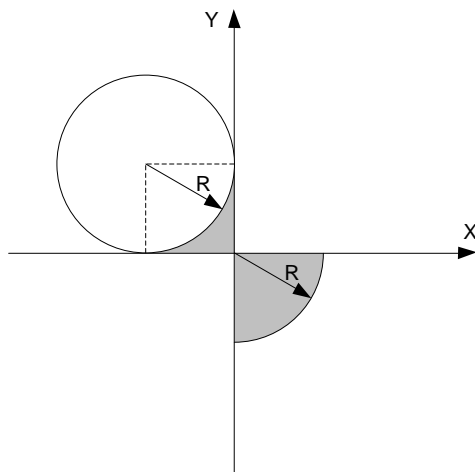
Варіант 34.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R_1; R_1]$.



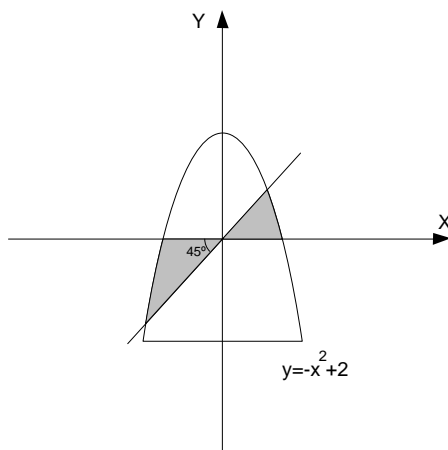
Варіант 35.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



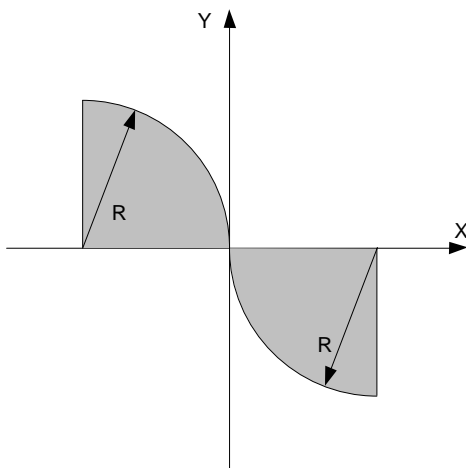
Варіант 36.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-2; 2]$,



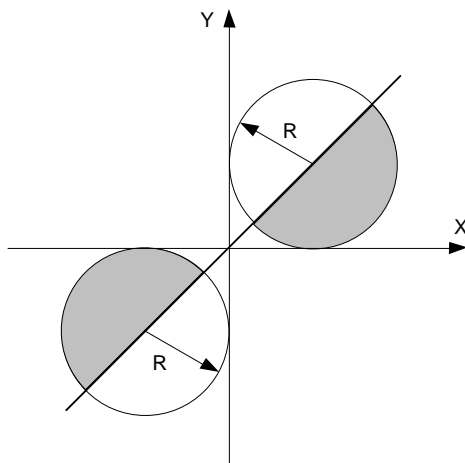
Варіант 37.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-R; R]$.



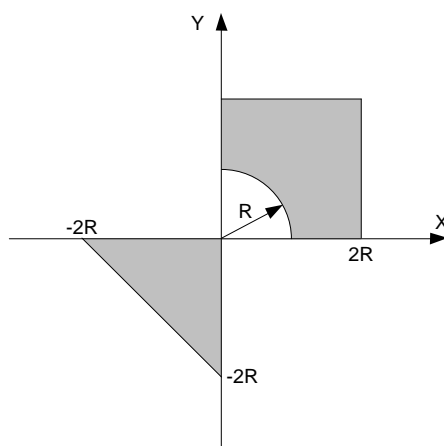
Варіант 38.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-2R; 2R]$.



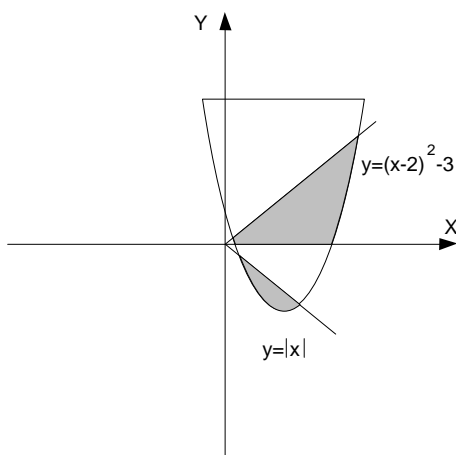
Варіант 39.

2 спосіб: інтервал $x, y \in [-2R; 2R]$.



Варіант 40.

2 спосіб: інтервал $x \in [-1; 5]$, $y \in [-3; 5]$.



Лабораторна робота № 4.6. Вкладені цикли

Мета роботи

Навчитися використовувати вкладені цикли.

Питання, які необхідно вивчити та пояснити на захисті

Якщо деякі питання вже описані в одному із попередньо захищених звітів, то їх повторно описувати необов'язково.

- 1) Операції відношення.
- 2) Логічні операції над булевими величинами.
- 3) По-розрядні логічні операції над цілими величинами.
- 4) Команди C/C++: `while(...); do...while(...); for(...;...;...);`
- 5) Команди `break; continue;`
- 6) Блок-схеми алгоритмів. Позначення циклів на блок-схемах.
- 7) UML-діаграми дії. Позначення циклів на UML-діаграмах дії.
- 8) Блок. Операторні дужки.
- 9) Стандартні функції, які отримують чи повертають булеві значення.

Оформлення звіту

Вимоги та зразок оформлення звіту наведені у вступі до лабораторного практикуму.

Приклади розв'язання лабораторних завдань

Варіант 0

Умова завдання

$$\prod_{n=1}^{10} \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sin^2 i}}{1 + \sum_{i=1}^n \sin^2 i}$$

Написати програму, яка обчислює значення вказаного виразу за допомогою вкладених циклів. В одній програмі слід вивести результати обчислень за 4-ма способами:

- 1) `while(...)` { ... `while(...)` { ... } ... };
- 2) `do{... do{...} while(...) ...} while(...);`
- 3) `for(...; ...; n++)` { ... `for(...; ...; k++)` { ... } ... };

4) for(...; ...; n--) {... for(...; ...; k--) {...} ...}.

Всі 4 результати мають збігатися.

Текст програми

```
#include <iostream>
#include <cmath>

using namespace std;

int main()
{
    double P, S;
    int n, i;

    P = 1;
    n = 1;
    while (n<=10)
    {
        S = 0;
        i = 1;
        while (i<=n)
        {
            S += sin(1.*i)*sin(1.*i);
            i++;
        }
        P *= sqrt(S)/(1+S);
        n++;
    }
    cout << P << endl;

    P = 1;
    n = 1;
    do {
        S = 0;
        i = 1;
        do {
            S += sin(1.*i)*sin(1.*i);
            i++;
        } while (i<=n);
        P *= sqrt(S)/(1+S);
        n++;
    } while (n<=10);
    cout << P << endl;

    P = 1;
    for (n=1; n<=10; n++)
    {
        S = 0;
        for (i=1; i<=n; i++)
        {
            S += sin(1.*i)*sin(1.*i);
        }
        P *= sqrt(S)/(1+S);
    }
    cout << P << endl;

    P = 1;
    for (n=10; n>=1; n--)
    {
```

```

        S = 0;
        for (i=n; i>=1; i--)
        {
            S += sin(1.*i)*sin(1.*i);
        }
        P *= sqrt(S)/(1+S);
    }
    cout << P << endl;

    return 0;
}

```

Варіанти лабораторних завдань

Написати програму, яка обчислює значення вказаного виразу за допомогою вкладених циклів. В одній програмі слід вивести результати обчислень за 4-ма способами:

- 1) while(...) {... while(...) {...} ...};
- 2) do{... do{...} while(...) ...} while(...);
- 3) for(...; ...; n++) {... for(...; ...; k++) {...} ...};
- 4) for(...; ...; n--) {... for(...; ...; k--) {...} ...}.

Всі 4 результати мають збігатися.

Варіант 1.

$$\sum_{n=1}^{10} \frac{\sin \prod_{k=1}^n \frac{1}{k^2}}{n + \sqrt{\prod_{k=1}^n \frac{1}{k^2}}}$$

Варіант 2.

$$\prod_{i=1}^{15} \frac{\sin^2 i + \cos^2 \sum_{k=1}^i \frac{1}{k}}{i^2}$$

Варіант 3.

$$\sum_{i=1}^{15} \frac{\sin 10i + \cos 10i}{\prod_{k=1}^i \sqrt{k}}$$

Варіант 4.

$$\prod_{j=1}^{15} \sqrt{\sum_{i=j}^{j^2} i^2}$$

Варіант 5.

$$\prod_{i=1}^{10} \frac{i + \sum_{k=1}^i \frac{1}{k}}{\sqrt{\sum_{k=1}^i \frac{1}{k}}}$$

Варіант 6.

$$\prod_{k=1}^{15} \left(1 + \sum_{i=1}^k \cos(i+k) \right)^2$$

Варіант 7.

$$\prod_{k=1}^{20} \frac{\sum_{i=1}^k i^2}{1 + \sum_{i=1}^k i^2}$$

Варіант 8.

$$\sum_{k=1}^{10} \frac{\sum_{n=1}^k \sin kn}{k}$$

Варіант 9.

$$\sum_{j=2}^{20} \frac{j}{j^2 + \prod_{i=j^2}^{400} i}$$

Варіант 10.

$$\sum_{n=1}^{10} \sqrt{1 + \cos^2 n + \prod_{k=1}^n \sin(k+n)}$$

Варіант 11.

$$\sum_{n=1}^{25} \left(\cos n + \prod_{k=1}^n \sqrt{\cos^2(k+n)} \right)$$

Варіант 12.

$$\prod_{n=1}^{20} \frac{n^2 + \left(\sum_{k=n}^{20} k \right)^2}{n+1}$$

Варіант 13.

$$\sum_{k=1}^{20} \frac{1 + \sqrt{\sum_{i=k}^{40-k} i^2}}{k^2}$$

Варіант 14.

$$\sum_{i=1}^{10} \frac{1 + \prod_{k=1}^i \frac{k}{i}}{i^2}$$

Варіант 15.

$$\sum_{n=1}^{18} \sum_{k=n}^{20} \frac{\sqrt{\left|1 - \frac{k}{n}\right|}}{2n^2 + k^2}$$

Варіант 16.

$$\prod_{i=1}^{20} \prod_{j=1}^{40-i} \frac{\sqrt{|tg i|}}{i + j^2}$$

Варіант 17.

$$\sum_{k=1}^{20} \sqrt{\sin^2 k + \left| \sum_{i=1}^k \cos(i + k) \right|}$$

Варіант 18.

$$\prod_{i=1}^{15} \prod_{k=i}^{30-i} \frac{\sin ik^2 + \cos ki^2}{k^2 + i^2}$$

Варіант 19.

$$\prod_{k=1}^{25} \left(1 + \sum_{n=k}^{k^2} \frac{1}{n} \right)$$

Варіант 20.

$$\sum_{i=5}^{25} \frac{\sqrt{i^2 + \prod_{k=1}^{i^2} k}}{i}$$

Варіант 21.

$$\prod_{i=1}^{15} \sum_{k=1}^{20-i} \frac{ik}{i^2 + k^2}$$

Варіант 22.

$$\prod_{k=1}^{20} \prod_{n=1}^{25-k} \left(\frac{k-n}{k+n} + 1 \right)$$

Варіант 23.

$$\sum_{i=1}^{15} \frac{\sin 10i + \cos 10i}{\prod_{k=1}^i \sqrt{k}}$$

Варіант 24.

$$\sum_{n=1}^{10} \frac{\prod_{i=1}^n i^2 + \prod_{i=n}^{10} i^2}{n}$$

Варіант 25.

$$\sum_{i=1}^{15} \frac{\prod_{k=1}^i (k^2 + 1)}{1 + \left(\prod_{k=1}^i (k^2 + 1) \right)^2}$$

Варіант 26.

$$\sum_{i=1}^{20} \frac{i + \prod_{j=1}^i j}{i^2 + \left(\prod_{j=1}^i j \right)^2}$$

Варіант 27.

$$\prod_{n=1}^{20} \frac{1 + \sin \sum_{k=n}^{20} k^2}{1 + \cos \sum_{k=n}^{20} k^2}$$

Варіант 28.

$$\prod_{i=2}^{10} \frac{1 + \sum_{k=1}^{20-i} \frac{i}{k}}{1 + \left(\sum_{k=1}^{20-i} \frac{i}{k} \right)^2}$$

Варіант 29.

$$\prod_{k=1}^{15} \frac{\sqrt{1 + \left(\sum_{i=1}^k (i+1) \right)^2}}{1 + \sum_{i=1}^k (i+1)}$$

Варіант 30.

$$\sum_{i=1}^{15} \frac{\cos i + \sum_{k=1}^i \sin k}{1 + \sum_{k=1}^i \sin k}$$

Варіант 31.

$$\sum_{i=1}^{10} \frac{\cos i \cdot \sum_{j=1}^i \sin j}{\sin i + \sum_{j=1}^i \sin j}$$

Варіант 32.

$$\sum_{i=1}^{12} \frac{\left(1 + \sum_{k=i}^{12} \sin k \right)^2}{\cos i + \left(\sum_{k=i}^{12} \sin k \right)^2}$$

Варіант 33.

$$\sum_{n=1}^{10} \frac{1 + \cos \sum_{k=1}^n \sin k}{\left(1 + \sum_{k=1}^n \sin k \right)^2}$$

Варіант 34.

$$\sum_{n=1}^{10} \frac{\sin n + \sum_{k=1}^n \cos k}{1 + \cos n}$$

Варіант 35.

$$\sum_{n=1}^{10} \left(\cos n + \prod_{k=1}^n (1 + \sin^2 k) \right)$$

Варіант 36.

$$\sum_{n=1}^{10} \frac{\sin \prod_{k=1}^n \frac{1}{k^2}}{n + \sqrt{\prod_{k=1}^n \frac{1}{k^2}}}$$

Варіант 37.

$$\prod_{i=1}^{15} \frac{\sin^2 i + \cos^2 \sum_{k=1}^i \frac{1}{k}}{i^2}$$

Варіант 38.

$$\sum_{i=1}^{15} \frac{\sin 10i + \cos 10i}{\prod_{k=1}^i \sqrt{k}}$$

Варіант 39.

$$\prod_{j=1}^{15} \sqrt{\sum_{i=j}^{j^2} i^2}$$

Варіант 40.

$$\prod_{i=1}^{10} \frac{i + \sum_{k=1}^i \frac{1}{k}}{\sqrt{\sum_{k=1}^i \frac{1}{k}}}$$

Лабораторна робота № 4.7. Обчислення суми ряду Тейлора за допомогою ітераційних циклів та рекурентних співвідношень

Мета роботи

Навчитися створювати циклічні програми. Навчитися використовувати формати виводу. Навчитися використовувати ітераційні цикли та рекурентні співвідношення для обчислення суми ряду Тейлора.

Питання, які необхідно вивчити та пояснити на захисті

Якщо деякі питання вже описані в одному із попередньо захищених звітів, то їх повторно описувати необов'язково.

- 1) Операції відношення.
- 2) Логічні операції над булевими величинами.
- 3) По-розрядні логічні операції над цілими величинами.
- 4) Команди C/C++: `while(...)`; `do...while(...)`; `for(...;...;...)`...
- 5) Команди `break`; `continue`;
- 6) Блок-схеми алгоритмів. Позначення циклів на блок-схемах.
- 7) UML-діаграми дії. Позначення циклів на UML-діаграмах дії.
- 8) Блок. Операторні дужки.
- 9) Стандартні функції, які отримують чи повертають булеві значення.
- 10) Формати виводу та їх використання.
- 11) Рекурентні співвідношення та переваги їх використання.
- 12) Розрахунок першого доданку та коефіцієнта рекурентності для свого варіанту завдання.

Оформлення звіту

Вимоги та зразок оформлення звіту наведені у вступі до лабораторного практикуму.

Приклади розв'язання лабораторних завдань

Варіант 0

Умова завдання

Обчислити і вивести на екран у вигляді таблиці значення функції, заданої за допомогою ряду Тейлора, на інтервалі від $x_{\text{поч}}$ до $x_{\text{кін}}$ з кроком dx та точністю ε . Параметри $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx , ε вводяться з клавіатури. Таблиця повинна містити заголовок та шапку. Кожний рядок таблиці повинен містити значення аргументу, значення функції, значення суми ряду та кількість порахованих доданків. При обчисленні значення доданків використовувати рекурентні співвідношення.

$$e^x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} + \dots, \quad |x| < \infty$$

Текст програми

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <cmath>

using namespace std;

int main()
{
    double xp, xk, x, dx, eps, a=0, R=0, S=0;
    int n=0;

    cout << "xp = "; cin >> xp;
    cout << "xk = "; cin >> xk;
    cout << "dx = "; cin >> dx;
    cout << "eps = "; cin >> eps;

    cout << fixed;

    cout << "-----" << endl;
    cout << "|" << setw(5) << "x" << " |"
        << setw(10) << "exp(x)" << " |"
        << setw(7) << "S" << " |"
        << setw(5) << "n" << " |"
        << endl;

    cout << "-----" << endl;
    x = xp;
    while (x <= xk)
    {
        n = 0; // вираз залежить від умови завдання варіанту
        a = 1; // вираз залежить від умови завдання варіанту
        S = a;
        do{
            n++;
            R = x/n; // вираз залежить від умови завдання варіанту
            a *= R;
            S += a;
        }while (abs(a)>=eps);

        cout << "|" << setw(7) << setprecision(2) << x << " |"
            << setw(10) << setprecision(5) << exp(x) << " |"
            << setw(10) << setprecision(5) << S << " |"
            << setw(5) << n << " |"
            << endl;

        x += dx;
    }
}
```

```

        cout << "-----" << endl;

    return 0;
}

```

Варіанти лабораторних завдань

Обчислити і вивести на екран у вигляді таблиці значення функції, заданої за допомогою ряду Тейлора, на інтервалі від $x_{\text{поч}}$ до $x_{\text{кін}}$ з кроком dx та точністю ε . Параметри $x_{\text{поч}}$, $x_{\text{кін}}$, dx , ε вводяться з клавіатури. Таблиця повинна містити заголовок та шапку. Кожний рядок таблиці повинен містити значення аргументу, значення функції, значення суми ряду та кількість порахованих доданків. При обчисленні значення доданків використовувати рекурентні співвідношення.

Варіант 1.

$$\ln \frac{x+1}{x-1} = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)x^{2n+1}} = 2 \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} + \frac{1}{5x^5} + \dots \right), \quad |x| > 1.$$

Варіант 2.

$$e^{-x} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^n}{n!} = 1 - x + \frac{x^2}{2!} - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} - \dots, \quad |x| < \infty.$$

Варіант 3.

$$e^{x^2} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n}}{n!} = 1 + x^2 + \frac{x^4}{2!} + \frac{x^6}{3!} + \frac{x^8}{4!} + \dots, \quad |x| < \infty$$

Варіант 4.

$$\ln(x+1) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{n+1}}{n+1} = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} - \dots, \quad -1 < x \leq 1.$$

Варіант 5.

$$\ln \frac{1+x}{1-x} = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)} = 2 \left(x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \dots \right), \quad |x| < 1.$$

Варіант 6.

$$\ln(1-x) = - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n} = - \left(x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \dots \right), \quad -1 \leq x < 1.$$

Варіант 7.

$$\operatorname{arccotg} x = \frac{\pi}{2} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} x^{2n+1}}{2n+1} = \frac{\pi}{2} - x + \frac{x^3}{3} - \frac{x^5}{5} - \dots, \quad |x| \leq 1.$$

Варіант 8.

$$\operatorname{arctg} x = \frac{\pi}{2} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{(2n+1)x^{2n+1}} = \frac{\pi}{2} - \frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} - \frac{1}{5x^5} + \dots, \quad x > 1.$$

Варіант 9.

$$\operatorname{arctg} x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n+1}}{(2n+1)} = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots, \quad |x| \leq 1;$$

Варіант 10.

$$\operatorname{Arth} x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n+1}}{2n+1} = x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} + \dots, \quad |x| < 1.$$

Варіант 11.

$$\operatorname{Arcth} x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)x^{2n+1}} = \frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} + \frac{1}{5x^5} + \dots, \quad |x| > 1;$$

Варіант 12.

$$\operatorname{arctg} x = -\frac{\pi}{2} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{(2n+1)x^{2n+1}} = -\frac{\pi}{2} - \frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} - \frac{1}{5x^5} + \dots, \quad x < -1.$$

Варіант 13.

$$e^{-x^2} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{n!} = 1 - x^2 + \frac{x^4}{2!} - \frac{x^6}{3!} + \frac{x^8}{4!} - \dots, \quad |x| < \infty.$$

Варіант 14.

$$\cos x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n)!} = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots, \quad |x| < \infty.$$

Варіант 15.

$$\frac{\sin x}{x} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n+1)!} = 1 - \frac{x^2}{3!} + \frac{x^4}{5!} - \frac{x^6}{7!} - \dots, \quad |x| < \infty.$$

Варіант 16.

$$\ln x = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x-1)^{2n+1}}{(2n+1)(x+1)^{2n+1}} = 2 \left(\frac{x-1}{x+1} + \frac{(x-1)^3}{3(x+1)^3} + \frac{(x-1)^5}{5(x+1)^5} + \dots \right), \quad x > 0.$$

Варіант 17.

$$\ln x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x-1)^{n+1}}{(n+1) \cdot x^{n+1}} = \frac{x-1}{x} + \frac{(x-1)^2}{2x^2} + \frac{(x-1)^3}{3x^3} + \dots, \quad x > \frac{1}{2};$$

Варіант 18.

$$\ln x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (x-1)^{n+1}}{(n+1)} = (x-1) - \frac{(x-1)^2}{2} + \frac{(x-1)^3}{3} + \dots, \quad 0 < x \leq 2.$$

Варіант 19.

$$\arcsin x = x + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2n-1) \cdot x^{2n+1}}{2 \cdot 4 \cdot \dots \cdot 2n \cdot (2n+1)} = x + \frac{x^3}{2 \cdot 3} + \frac{1 \cdot 3 \cdot x^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot x^9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 9} \dots, \quad |x| < 1.$$

Варіант 20.

$$\arccos x = \frac{\pi}{2} - \left(x + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2n-1) \cdot x^{2n+1}}{2 \cdot 4 \cdot \dots \cdot 2n \cdot (2n+1)} \right) = \frac{\pi}{2} - \left(x + \frac{x^3}{2 \cdot 3} + \frac{1 \cdot 3 \cdot x^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot x^9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 9} \dots \right), \quad |x| < 1.$$

Варіант 21.

$$\ln \frac{x+1}{x-1} = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)x^{2n+1}} = 2 \left(\frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} + \frac{1}{5x^5} + \dots \right), \quad |x| > 1.$$

Варіант 22.

$$e^{-x} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^n}{n!} = 1 - x + \frac{x^2}{2!} - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^4}{4!} - \dots, \quad |x| < \infty.$$

Варіант 23.

$$e^{x^2} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n}}{n!} = 1 + x^2 + \frac{x^4}{2!} + \frac{x^6}{3!} + \frac{x^8}{4!} + \dots, \quad |x| < \infty$$

Варіант 24.

$$\ln(x+1) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{n+1}}{n+1} = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} - \dots, \quad -1 < x \leq 1.$$

Варіант 25.

$$\ln \frac{1+x}{1-x} = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n+1}}{(2n+1)} = 2 \left(x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \dots \right), \quad |x| < 1.$$

Варіант 26.

$$\ln(1-x) = -\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n} = -\left(x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} + \dots\right), \quad -1 < x < 1.$$

Варіант 27.

$$\operatorname{arctg} x = \frac{\pi}{2} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1} x^{2n+1}}{2n+1} = \frac{\pi}{2} - x + \frac{x^3}{3} - \frac{x^5}{5} + \dots, \quad |x| < 1.$$

Варіант 28.

$$\operatorname{arctg} x = \frac{\pi}{2} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{(2n+1)x^{2n+1}} = \frac{\pi}{2} - \frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} - \frac{1}{5x^5} + \dots, \quad x > 1.$$

Варіант 29.

$$\operatorname{arctg} x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n+1}}{(2n+1)} = x - \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} - \frac{x^7}{7} + \dots, \quad |x| \leq 1;$$

Варіант 30.

$$\operatorname{Arth} x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n+1}}{2n+1} = x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \frac{x^7}{7} + \dots, \quad |x| < 1.$$

Варіант 31.

$$\operatorname{Arcth} x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)x^{2n+1}} = \frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} + \frac{1}{5x^5} + \dots, \quad |x| > 1;$$

Варіант 32.

$$\operatorname{arctg} x = -\frac{\pi}{2} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{(2n+1)x^{2n+1}} = -\frac{\pi}{2} - \frac{1}{x} + \frac{1}{3x^3} - \frac{1}{5x^5} + \dots, \quad x < -1.$$

Варіант 33.

$$e^{-x^2} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{n!} = 1 - x^2 + \frac{x^4}{2!} - \frac{x^6}{3!} + \frac{x^8}{4!} - \dots, \quad |x| < \infty.$$

Варіант 34.

$$\cos x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n)!} = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \dots, \quad |x| < \infty.$$

Варіант 35.

$$\frac{\sin x}{x} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n}}{(2n+1)!} = 1 - \frac{x^2}{3!} + \frac{x^4}{5!} - \frac{x^6}{7!} - \dots, \quad |x| < \infty.$$

Варіант 36.

$$\ln x = 2 \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x-1)^{2n+1}}{(2n+1)(x+1)^{2n+1}} = 2 \left(\frac{x-1}{x+1} + \frac{(x-1)^3}{3(x+1)^3} + \frac{(x-1)^5}{5(x+1)^5} + \dots \right), \quad x > 0.$$

Варіант 37.

$$\ln x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(x-1)^{n+1}}{(n+1) \cdot x^{n+1}} = \frac{x-1}{x} + \frac{(x-1)^2}{2x^2} + \frac{(x-1)^3}{3x^3} + \dots, \quad x > \frac{1}{2};$$

Варіант 38.

$$\ln x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (x-1)^{n+1}}{(n+1)} = (x-1) - \frac{(x-1)^2}{2} + \frac{(x-1)^3}{3} + \dots, \quad 0 < x \leq 2.$$

Варіант 39.

$$\arcsin x = x + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2n-1) \cdot x^{2n+1}}{2 \cdot 4 \cdot \dots \cdot 2n \cdot (2n+1)} = x + \frac{x^3}{2 \cdot 3} + \frac{1 \cdot 3 \cdot x^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot x^9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 9} \dots, \quad |x| < 1.$$

Варіант 40.

$$\arccos x = \frac{\pi}{2} - \left(x + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (2n-1) \cdot x^{2n+1}}{2 \cdot 4 \cdot \dots \cdot 2n \cdot (2n+1)} \right) = \frac{\pi}{2} - \left(x + \frac{x^3}{2 \cdot 3} + \frac{1 \cdot 3 \cdot x^5}{2 \cdot 4 \cdot 5} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot x^7}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 7} + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot x^9}{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdot 8 \cdot 9} \dots \right), \quad |x| < 1.$$

Питання та завдання для контролю знань

1. Яким буде результат виконання фрагменту програми ? (всі необхідні оголошення зроблено)

```
int i=1, n=10;

while ( i < n )
    n -= 1;

i -= 1;

cout << i << endl;
cout << n << endl;
```

2. Нарисувати блок-схему та UML-діаграму дії до фрагменту програми із завдання № 1.

3. Яким буде результат виконання фрагменту програми ? (всі необхідні оголошення зроблено)

```
int i=1, n=10;

while ( i++ < n )
    n -= i;

i -= 1;

cout << i << endl;
cout << n << endl;
```

4. Нарисувати блок-схему та UML-діаграму дії до фрагменту програми із завдання № 3.

5. Яким буде результат виконання фрагменту програми ? (всі необхідні оголошення зроблено)

```
int i=1, n=10;

while ( i < --n )
    n -= 1;

i -= 1;

cout << i << endl;
cout << n << endl;
```

6. Нарисувати блок-схему та UML-діаграму дії до фрагменту програми із завдання № 5.

7. Яким буде результат виконання фрагменту програми ? (всі необхідні оголошення зроблено)

```
int i=1, n=10;

while ( i++ < --n )
    n -= i;

i -= 1;

cout << i << endl;
cout << n << endl;
```

8. Нарисувати блок-схему та UML-діаграму дії до фрагменту програми із завдання № 7.

9. Яким буде результат виконання фрагменту програми ? (всі необхідні оголошення зроблено)

```

int i=1, n=10;

do
    n -= i;
while (i < n);

i += n;

cout << i << endl;
cout << n << endl;

```

10. Нарисувати блок-схему та UML-діаграму дії до фрагменту програми із завдання № 9

11. Яким буде результат виконання фрагменту програми ? (всі необхідні оголошення зроблено)

```

int i=1, n=10;

do
    n -= i;
while (++i < n);

i += n;

cout << i << endl;
cout << n << endl;

```

12. Нарисувати блок-схему та UML-діаграму дії до фрагменту програми із завдання № 11

13. Яким буде результат виконання фрагменту програми ? (всі необхідні оголошення зроблено)

```

int i=1, n=10;

do
    n -= i;
while (i < n--);

i += n;

cout << i << endl;
cout << n << endl;

```

14. Нарисувати блок-схему та UML-діаграму дії до фрагменту програми із завдання № 13

15. Яким буде результат виконання фрагменту програми ? (всі необхідні оголошення зроблено)

```

int i=1, n=10;

do
    n -= i;
while (++i < n--);

i += n;

cout << i << endl;
cout << n << endl;

```

16. Нарисувати блок-схему та UML-діаграму дії до фрагменту програми із завдання № 15

17. Поставте у відповідність елементи лівого та правого списків (пронумеруйте відповідні
--

елементи правого списку).			
1	Команда безумовного переходу		<code>goto мітка;</code>
2	Команда перевірки умови в скороченій формі		<code>if (умова) команда;</code>
3	Команда перевірки умови в повній формі		<code>if (умова) команда; else команда;</code>
4	Команда циклу з перед-умовою		<code>do команда; while (умова);</code>
5	Команда циклу з після-умовою		<code>while (умова) команда;</code>

18. Поставте у відповідність елементи лівого та правого списків (пронумеруйте відповідні елементи правого списку).			
1	Команда циклу з передумовою		Умова перевіряється перед виконанням тіла циклу
2	Команда циклу з після-умовою (Pascal/Delphi)		Умова перевіряється після виконання тіла циклу
			Якщо умова істинна – виконується тіло циклу
3	Команда циклу з після-умовою (C/C++)		Якщо умова хибна – виконується тіло циклу
			Якщо умова істинна – виконується вихід із циклу
			Якщо умова хибна – виконується вихід із циклу
			Використовується, коли відома кількість повторень
			Використовується, коли не відома кількість повторень
			Умова циклу повинна змінюватися в тілі циклу
			Якщо умова хибна – цикл не виконується ні разу
			Якби не була умова, цикл виконується хоча б один раз
			<code>do команда; while (умова);</code>
			<code>repeat команда; ... команда until умова;</code>
			<code>while (умова) команда;</code>

19. Напишіть цикл `while`, у якому змінна `i` змінюється від 1 до 9 з кроком 2.
20. Напишіть цикл `do...while`, у якому змінна `i` змінюється від 0 до 9 з кроком 3.
21. Яким буде результат виконання фрагменту програми ? (всі необхідні оголошення зроблено)

```
int k=1, n=10;

for (int i=1; i<=n; i++)
    k += 1;

n -= k;

cout << k << endl;
cout << n << endl;
```

22. Нарисувати блок-схему та UML-діаграму дії до фрагменту програми із завдання № 21.

23. Поставте у відповідність елементи лівого та правого списків (пронумеруйте відповідні елементи правого списку).			
1	Команда безумовного переходу		<code>for (ініціалізація; умова; модифікація) команда;</code>
2	Команда перевірки умови в скороченій формі		<code>goto мітка;</code>
3	Команда перевірки умови в повній формі		<code>if (умова) команда;</code>
4	Команда циклу з перед-умовою		<code>if (умова) команда; else команда;</code>
5	Команда циклу з після-умовою		<code>do команда; while (умова);</code>
6	Команда циклу з параметром		<code>while (умова) команда;</code>

24. Поставте у відповідність елементи лівого та правого списків (пронумеруйте відповідні елементи правого списку).			
1	Команда циклу з параметром		Умова перевіряється перед виконанням тіла циклу
2	Команда циклу з передумовою		Умова перевіряється після виконання тіла циклу
3	Команда циклу з після-умовою (Pascal/Delphi)		Якщо умова істинна – виконується тіло циклу
			Якщо умова хибна – виконується тіло циклу
4	Команда циклу з після-умовою (C/C++)		Якщо умова істинна – виконується вихід із циклу
			Якщо умова хибна – виконується вихід із циклу
			Використовується, коли відома кількість повторень
			Використовується, коли не відома кількість повторень
			Умова циклу повинна змінюватися в тілі циклу
			Якщо умова хибна – цикл не виконується ні разу
			Якби не була умова, цикл виконується хоча би один раз
			for (ініціалізація; умова; модифікація) команда;
			do команда; while (умова);
			repeat команда; ... команда until умова;
			while (умова) команда;

24. Переписати фрагмент програми із завдання 21, використовуючи цикл **while**.
26. Переписати фрагмент програми із завдання 21, використовуючи цикл **do...while**.

Предметний покажчик

В	І
break, 22, 34	Ітераційний цикл, 19, 28
С	Ітерація, 19, 27
continue, 23, 35	К
Д	Коефіцієнт рекурентності, 48
do...while, 21, 30	Н
F	Наближена сума нескінченного ряду, 48
for, 21, 32	О
W	Обов'язкові елементи циклу, 26
while, 20, 28	Р
A	Рекурентне співвідношення, 48
Арифметичний цикл, 19, 28	С
Б	Сума ряду Тейлора, 48
Базові алгоритмічні структури, 24	Коефіцієнт рекурентності, 48
Повторення, 25	Рекурентне співвідношення, 48
Розгалуження, 25	Ф
Слідування, 24	Форматний вивід, 36
В	Потоки, 37
Ввід / вивід	Непараметризовані маніпулятори, 37
С, 39	Параметризовані маніпулятори, 38
Ввід, 42	C++, 37
Вивід, 39	Непараметризовані маніпулятори, 37
Випадкові числа, 23, 42	Параметризовані маніпулятори, 38
Дійсні, 23, 43	Ц
Цілі, 23, 43	Цикл do...while, 21, 30
Вкладені цикли, 43	Цикл for, 21, 32
Г	Цикл while, 20, 28
Генерування випадкових чисел, 23, 42	Цикл арифметичний, 19, 28
Випадкові дійсні числа, 23, 43	Цикл ДО, 18, 27
Випадкові цілі числа, 23, 43	Цикл з ПЕРЕД-умовою, 19, 27
З	Цикл з ПІСЛЯ-умовою, 19, 27
Загальна схема обчислення суми та добутку, 22, 33	Цикл ітераційний, 19, 28
	Цикл ПОКИ, 18, 26

Література

Основна

1. Ковалюк Т.В. Основи програмування. – К. ВНУ, 2005. – 384 с.
2. Вирт Н. Алгоритмы + структуры данных = программы. – М.: Мир, 1985.
3. Павловская Т.А. С/С++. Программирование на языке высокого уровня. СПб.: Питер, 2007. – 461 с.
4. Павловская Т.А., Щупак Ю.А. С/С++. Структурное программирование: Практикум. СПб.: Питер, 2005. – 239 с.

Додаткова

5. Кнут, Дональд, Эрвин Искусство программирования. 3-е издание. Том1. М.: Вильямс, 2001.
6. Кнут, Дональд, Эрвин Искусство программирования. 3-е издание. Том2. М.: Вильямс, 2001.
7. Кнут, Дональд, Эрвин Искусство программирования. 3-е издание. Том3. М.: Вильямс, 2001.
8. Брудно А.Л., Каплан Л.И. Московские олимпиады по программированию. – М.: Наука, 1990.
9. Вирт Н. Систематическое программирование. Введение. – М., Мир, 1977.
10. Ахо А.В., Хопкрофт Дж., Ульман Дж. Д. Структуры данных и алгоритмы. Пер. с англ.: М.: «Вильямс», 2001.– 384 с.: ил.
11. Себест Р. Основные концепции языков программирования. 5-е издание. М.: Вильямс, 2001.