

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання практичних та самостійних робіт
з навчальної дисципліни

«ПРОГРАМУВАННЯ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти усіх форм
навчання зі спеціальностей F3 – Комп'ютерні науки і
F6 – Інформаційні системи та технології,
галузь знань F – Інформаційні технології)*

**Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2026**

Методичні рекомендації до виконання практичних та самостійних робіт з навчальної дисципліни «Програмування» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти усіх форм навчання зі спеціальностей F3 – Комп’ютерні науки і F6 – Інформаційні системи та технології, галузь знань F – Інформаційні технології) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : О. Б. Костенко, В. В. Черкасова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – 53 с.

Укладачі: канд. фіз.-мат. наук, доц. О. Б. Костенко,
асист. В. В. Черкасова

Рецензент

М. Ю. Карпенко, кандидат технічних наук, доцент кафедри комп’ютерних наук та інформаційних технологій Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою комп’ютерних наук та інформаційних технологій, протокол № 17 від 2 травня 2025 р.

Методичні рекомендації складено відповідно до вимог кредитно-модульної системи організації навчального процесу та узгоджено з орієнтовною структурою змісту навчальної дисципліни, рекомендованою Європейською кредитно-трансферною системою (ECTS).

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ОСНОВИ МОВИ C++ ТА РОБОТА В СЕРЕДОВИЩІ VISUAL STUDIO	6
1.1 Загальні відомості про програму C++	6
1.2 Встановлення середовища розробки Visual Studio	7
1.3 Створення нового проєкту	8
2 ПРАКТИЧНІ ТА САМОСТІЙНІ РОБОТИ	10
Практична робота 1 Вступ у програмування мовою C++.....	10
Практична частина	10
Самостійна робота	11
Практична робота 2 Арифметичні операції в мові програмування C++.....	13
Практична частина	13
Самостійна робота	16
Практична робота 3 Лінійні обчислювальні процеси.	20
Практична частина	20
Самостійна робота	20
Практична робота 4 Оператори розгалуження в мові C++.....	25
Практична частина	25
Самостійна робота	26
Практична робота 5 Циклічні алгоритми в мові програмування C++.....	32
Практична частина	32
Самостійна робота	35
Практична робота 6 Вкладені цикли.....	38
Практична частина	38
Самостійна робота	39

Практична робота 7 Створення програм обробки одновимірних масивів.....	42
Практична частина	42
Самостійна робота	42
Практична робота 8 Створення програм обробки двовимірних масивів	45
Практична частина	45
Самостійна робота	46
Практична робота 9 Функції в мові програмування C++	48
Практична частина	48
Самостійна робота	48
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	51
ДОДАТОК А.....	52

ВСТУП

Розвиток сучасних технологій неможливий без активного використання комп'ютерної техніки та програмного забезпечення. Підготовка фахівців у галузях систем управління, автоматики, інформаційних і телекомунікаційних технологій вимагає ґрунтовних знань в області алгоритмізації, програмування та впевненого володіння засобами обчислювальної техніки.

Ці методичні рекомендації призначені для опанування основ програмування мовою C++ і можуть бути використані як на практичних і лабораторних заняттях, так і в процесі самостійного навчання. У методичних рекомендаціях систематизовано базові відомості з мови програмування C++ – починаючи від оголошення змінних і типів даних, закінчуючи створенням користувацьких функцій та опрацюванням введення-виведення.

Основна увага приділяється:

- роботі з вбудованими та користувацькими типами даних;
- використанню структур та масивів;
- умовним операторам і циклам;
- логічним виразам і математичним функціям;
- побудові власних функцій із передачею параметрів і поверненням результатів;
- основам обробки виняткових ситуацій та введенню в шаблони.

Методичні рекомендації містять добірку завдань для практичних занять, а також блок самостійних завдань із поясненнями та прикладами. Такий підхід дозволяє ефективно поєднувати теоретичне навчання з практичним закріпленням навичок.

Розглянуті приклади, алгоритми та індивідуальні завдання спрямовані на поступове оволодіння базовими навичками програмування, які стануть основою для подальшого вивчення об'єктно-орієнтованого підходу, роботи з файлами, потоками та складними структурами даних.

1 ОСНОВИ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ C++ ТА РОБОТА В СЕРЕДОВИЩІ VISUAL STUDIO

1.1 Загальні відомості про C++

Кожна програма, написана мовою C++, складається з одного або кількох файлів двох основних типів:

1. Заголовні файли (з розширенням .h або .hpp)

У цих файлах зазвичай містяться:

- оголошення констант і глобальних змінних;
- оголошення класів, структур, прототипів функцій;
- підключення стандартних або користувацьких бібліотек за допомогою

директиви `#include`.

2. Файли реалізації (з розширенням .cpp)

У цих файлах міститься безпосередньо реалізація функцій та логіки програми. Це основний тип файлу, який компілюється у виконуваний код.

Заголовні файли підключаються до файлів реалізації директивою препроцесора `#include`. Після цієї директиви:

- назви системних бібліотек вказуються у кутових дужках (`<iostream>`);
- назви користувацьких заголовних файлів – у подвійних лапках (`"myheader.h"`).

Обов'язковим елементом будь-якої програми мовою C++ є функція `main()`, яка є точкою входу – з неї починається виконання програми. У деяких середовищах можливий варіант `_tmain()`.

Основні синтаксичні правила:

- кожен оператор програми завершується крапкою з комою (;).
- блоки коду (тіла функцій, циклів, умовних операторів тощо)

обмежуються фігурними дужками `{ ... }`.

- коментарі:
 - однорядкові – починаються з `//`;
 - багаторядкові – огортаються символами `/*` на початку і `*/` в кінці.

Дотримання структури програми та синтаксичних правил є необхідною умовою для її компіляції та виконання.

1.2 Встановлення середовища розробки Visual Studio

Щоб почати працювати з мовою програмування C++, необхідно встановити інтегроване середовище розробки (IDE) Microsoft Visual Studio з підтримкою C++.

1. Завантаження:

- перейдіть на офіційний сайт: <https://visualstudio.microsoft.com/uk/>
- натисніть «Завантажити» відповідну версію:
 - *Visual Studio Community* – безкоштовна версія для студентів.

2. Запуск інсталятора:

- відкрийте завантажений файл (VisualStudioSetup.exe);
- дочекайтесь, поки програма завантажить компоненти.

3. Вибір компонентів:

- у вікні вибору робочих навантажень (Workloads) встановіть прапорець біля «**Desktop development with C++**» (*Розробка класичних програм на C++*);
- за бажанням можна змінити мовний пакет: вкладка **Language packs** → **бажана мова (опціонально)**

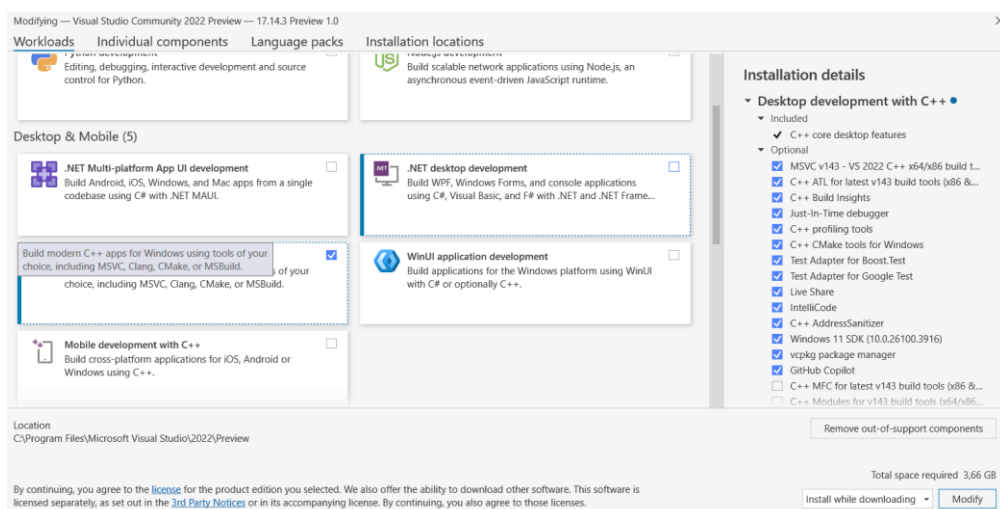


Рисунок 1 – Вікно вибору Workloads

4. Встановлення:

- натисніть **«Install»** (Встановити) та дочекайтесь завершення процесу.

5. Перезавантаження:

- після встановлення рекомендується перезавантажити комп'ютер.

6. Перший запуск:

- відкрийте Visual Studio;
- увійдіть у свій обліковий запис Microsoft (використати акаунт університету);
- готово! Можна створювати свій перший проєкт.

1.3 Створення нового проєкту

1. У головному вікні натисніть **«Create a new project»** (*Створити новий проєкт*).

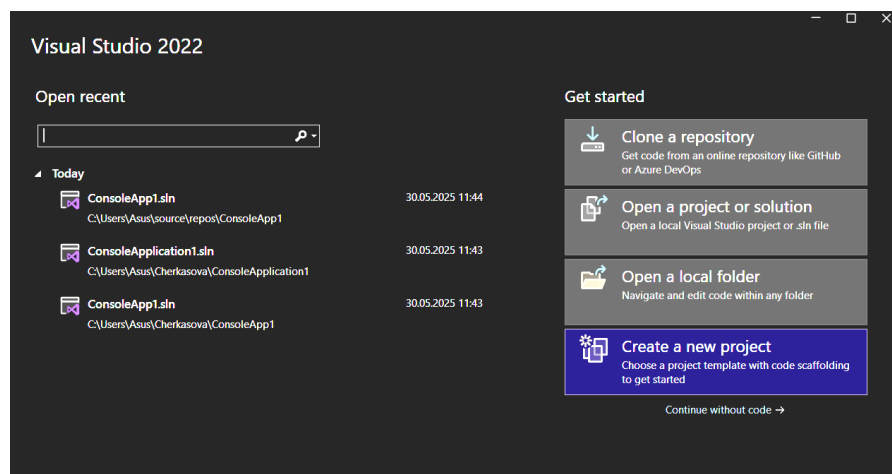


Рисунок 2 – Вікно вибору Workloads

2. У полі пошуку введіть «Console App» та виберіть **«Console App (C++)»**.
3. Натисніть **«Next»** (Далі).

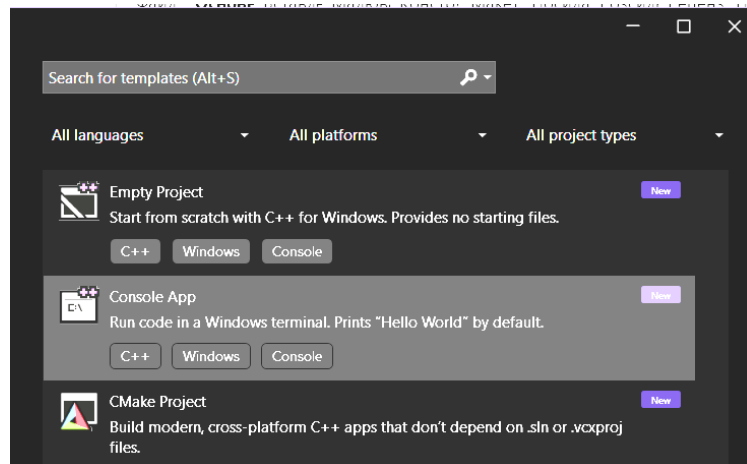


Рисунок 3 – Вибір шаблону Console App

4. Введіть назву проєкту, місце збереження та натисніть «**Create**» (Створити).

5. У вікні параметрів підтвердіть створення проєкту – з’явиться базовий файл main.cpp.

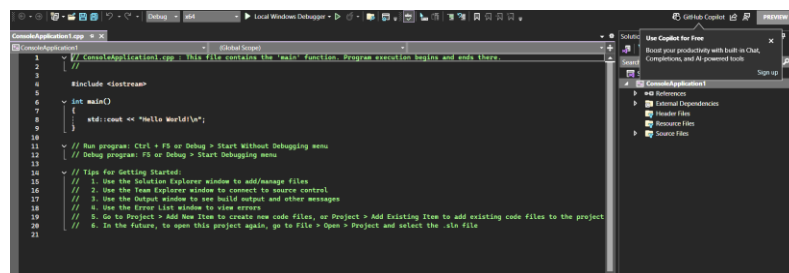


Рисунок 4 – Вікно з файлом main.cpp

6. Введіть або змініть код програми. Для прикладу:

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    cout << "Вітаю у світі програмування!";
    return 0;
}
```

Рисунок 5 – Приклад першої програми

7. У меню «**Build**» виберіть пункт «**Build Solution**».

8. Після цього натисніть «**Local Windows Debugger**» (або клавішу F5), щоб запустити програму.

2 ПРАКТИЧНІ ТА САМОСТІЙНІ РОБОТИ

Практична робота 1

Вступ у програмування мовою C++

Мета роботи: засвоїти основи створення консольних застосунків мовою C++ із використанням середовища програмної розробки MS Visual Studio під управлінням операційної системи Windows.

Необхідне обладнання та програмне забезпечення: персональний комп'ютер з встановленою операційною системою Windows, інстальоване середовище розробки MS Visual Studio (версія 2017/2019/2022 або новіша).

Практична частина

(Завдання виконуються під керівництвом викладача)

Завдання:

1. Створіть новий консольний проєкт у MS Visual Studio.
2. Напишіть програму, яка:
 - виводить текстове привітання на екран (наприклад: «Привіт! Це моя перша програма.»);
 - вводить два цілих числа з клавіатури та виводить їхню суму;
 - обчислює значення функції:

$$Y = a * x + b,$$

де a , b , x – вводяться користувачем.

3. Запустіть програму. Перевірте результат для різних вхідних значень.

Самостійна робота

(Розрахована для самостійного опрацювання з прикладами коду.)

Хід виконання

Завдання 1:

1. Модифікуйте програму так, щоб вона виводила Ваше прізвище, групу і спеціальність.
2. Додайте ще один рядок виводу – улюблене хобі.

Приклад 1. Виведення тексту

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    cout << "Вітаю у світі програмування!";
    return 0;
}
```

Рисунок 6 – Виведення тексту

Завдання 2:

1. Модифікуйте програму так, щоб вона виводила також добуток, різницю та частку чисел.

Використайте тип **float** для дробових чисел.

Приклад 2. Робота з числами

```
#include <iostream>
using namespace std;

int main() {
    int a, b;
    cout << "Введіть два числа: ";
    cin >> a >> b;
    cout << "Їх сума: " << a + b;
    return 0;
}
```

Рисунок 7 – Робота з числами

Звіт про практичну роботу

Звіт повинен містити:

- 1) титульний аркуш (дод. А) – назва курсу, номер та назва роботи, ПІБ та групу студента, рік;
- 2) завдання та мету;
- 3) короткий опис дій, які було зроблено (якщо потрібно з рисунками);
- 4) текст програми та знімки екрана з результатами;
- 5) висновки та результати.

Контрольні запитання

1. Що таке консольна програма?
2. Яка структура найпростішої програми мовою C++?
3. Які оператори використовуються для виводу та вводу?
4. Для чого використовується функція `main()`?
5. Як компілюється і запускається програма в MS Visual Studio?

Практична робота 2

Арифметичні операції в мові програмування C++

Мета роботи: опанувати використання арифметичних операторів у мові C++, навчитись працювати з цілими та дійсними числами, виконувати базові математичні обчислення, аналізувати результат.

Необхідне обладнання та програмне забезпечення: персональний комп'ютер з установленою операційною системою Windows, інстальоване середовище розробки **MS Visual Studio** (версія 2017/2019/2022 або новіша).

Практична частина

(Завдання виконуються під керівництвом викладача)

Завдання:

1. Написати програму введення та виведення таких змінних: a – дійсне подвійної точності, b – ціле довге, констант $c = 0.48$ та $d = 92$.

2. Оберіть завдання згідно з варіантом з таблиці:

- вкажіть правильно записані мовою C++ типи змінних з таблиці;
- запишіть константи у природній та експоненціальній формах;
- напишіть програму введення та виведення даних.

Таблиця 1 – Варіанти завдань

Номер вар.	Завдання 1	Завдання 2	Завдання 3
1	2	3	4
1	SK 105! R+61 8K51 -BS02	35,62 0,32 8,831 36,358	$a = 0,61$ $b = 3,645$ $c = 18$ $d = 0,051$
2	5R1 *B1 2ARC ARC&	21,001 0,5 211,05 100	$a = 12345$ $b = -21,2$ $c = 345$ $d = 0,00003$
3	4C 'ABC' XYZ% 1234	-195 341,5 -0,002 -1,00001	$a = 0,1$ $b = 2,22$ $c = -34567$ $d = 25,52$

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
4	A.B# X00B00! P1112A1 -AB12	123456 -123645 0,00009 -1111	a = -0,00001 b = 0,5610 c = 123 d = -1313.1
5	S25,1R 10AB R12345R# R00000%	123,123 2,3333 -0,1 4231,5	a = 0,110 b = -100 c = 14.5 d = -3.14
6	444 A-R# 44B (XYZ)	21,021 -1765 5 0,0002	a = 3,14159 b = -0,00001 c = 49 d = 0
7	B.A% (PP)X! XXXXXX& -PK	444,444 -100000 -777.1 12345	a = 0,05 b = 0,9110 c = 0,1234567810 d = 159
8	%C12-1& -R& R0.2X% B000!!	-21,4 345 0,00028 -100000	a = 1,0101 b = 345 c = 0,0001] d = 12,98
9	SSSSPS% S111111& -X4 'ABC' \$	1000000 99.99 -1 678	a = -98765 b = 548 c = 341 d = 10000.1
10	+BS00.12% +PR1# X011111!% AAAAAA!	-2123 549,26 744 0,744	a = 0,0110 b = 23 c = -0,23 d = 92837
11	STON.4& DOW!% -X12 4R21B\$	-0.1 12,43 314159 412	a = 8,5910 b = -0,510 c = 14 d = 543
12	XΦ5& 2PX%! -249A DOOR%	0 546 751,001 -4,4	a = 3,510 b = 800 c = 947,74 d = -34
13	FFFFFF@! RIII11# R19S&! +N10	213 1000000 -1000000 56,05	a = 0,0001 b = -0,0026 c = 1000000 d = 425,7
14	+ORT Ж14AS 0A1\$ Z!	34,345 -100000 -0,0055 753,1	a = 200 b = 4000.5 c = -4000 d = 0.75463219

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4
15	'NNK' CHNAR& Φ1! FUT.B%	444,44 -1122 -99999 4,9	a = 152,14 b = 12 c = -100000 d = -239,01
16	'TOP' MODEz& 1R2 Ы4/R	53,05 -341,9 -22222 100.001	a = 349 b = -5817 c = 7,510 d = -0,0004
17	POST# (X) 1RUN &ANT!	44444 -13 0,0121 25,14	a = -0,007 0 b = 0,410 c = 0 d = 749,121339
18	XR11110& SMLE!% 7N X.Y!	100000 000,1 10,145 8	a = 441,12 b = -0,001 c = 2222,3333 d = 1000
19	SPRNT% ABIA1# 12RX -PN	-148,5 13,6 11194 -1000	a = 12,12 b = 0,7810 c = 0,0001 d = 10
20	SNIT! R VERA# AD.5& +BS2	58 -1417 0,369 372,4	a = 0 b = 41,149 c = 0,110 d = -345,9
21	DOWN01& W DEΦ% -145S (T2ON)	100000 -0,0006 747,32 -5,35	a = -122,710 b = 10000 c = 90,001 d = -347,3
22	R1234! SE2.5% 2B'R 2B	-10 749,51 68,3 0	a=-593 b=0,07 c=0,610 d=-100000
23	KRU+1 MORE.# FUT! PΦ&	10101 -1 459,459 9,0009	a = 74895 b = -4 c = -1,210 d = -0,123
24	&1 EEE% MNЖ! -BN2&	-90000,0919 0,5 34600 100100	a = 3445,00123 b = -13 c = 10 d = 54376
25	AR*1 И123AB! SCOPRAN% TOR00	131,905 989 -11 -0134	a = -10 b = 34,92 c = 0,002 d = 4444,4

Самостійна робота

(Розрахована для самостійного опрацювання з прикладами коду)

Теоретичні відомості

Введення інформації: оператор cin

Оператор cin (console input) дозволяє вводити дані з клавіатури. Він працює з оператором витягування >>:

```
int a;  
cin >> a;
```

Для зчитування кількох змінних поспіль:

```
int x, y;  
cin >> x >> y;
```

Змінні та типи даних

У C++ кожна змінна повинна мати **тип**, що визначає, які значення вона може зберігати:

- int – ціле число (наприклад, 5, -10);
- float або double – число з плаваючою крапкою (наприклад, 3.14);
- char – символ;
- string – текстовий рядок (необхідно підключити бібліотеку #include

<string>.

Арифметичні операції

C++ підтримує стандартні арифметичні дії:

Таблиця 2 – Стандартні арифметичні дії

Оператор	Опис	Приклад
+	додавання	a + b
-	віднімання	a - b
*	множення	a * b
/	ділення	a / b
%	остача від ділення	a % b (тільки int)

Хід виконання

Завдання:

1. Обчисліть значення функції Y за формулою відповідно до свого варіанта. Введіть вихідні дані з екрана дисплея.
2. Виведіть на екран дисплея дані (a, b, c, x) та отримане значення Y .
3. Надішліть файли *.cpp, *.doc на перевірку.

Приклад:

```
/* Обчислення площі та периметра трикутника за заданими
координатами його вершин*/

#include <iostream.h>
#include <math.h>
#include <conio.h>
using namespace std;
int main() {
    // Оголошення змінних
    int x1,y1,x2,y2,x3,y3; /*координати вершин*/
    double a,b,c,          /*сторони трикутника*/
    p,s;                   /*периметр та площа*/
    // Введення значень
    cout << "Введіть координати вершини x1,y1 через пробіл, потім
ENTER :\n";
    cin >> x1 >> y1;
    cout << "Введіть координати вершини x2,y2 через пробіл, потім
ENTER :\n";
    cin >> x2 >> y2;
    cout << "Введіть координати вершини x3,y3 через пробіл, потім
ENTER :\n";
    cin >> x3 >> y3;
    // Розрахунки
    a=sqrt(pow( x2-x1, 2 )+pow(y2-y1,2));
    b=sqrt(pow( x3-x2, 2 )+pow(y3-y2,2));
    c=sqrt(pow( x3-x1, 2 )+pow(y3-y1,2));
    p=(a+b+c)/2;
    s=sqrt(p*(p-a)*(p-b)*(p-c));
    // Виведення результатів
    cout << "\nплоща трикутника";
    cout << "\n" << s;
    cout << "\nпериметр трикутника";
    cout << "\n" << p*2;
    getch();
    return 0;
}
```

Таблиця 3 – Варіанти завдань

Ч. ч.	варіант	Ч. ч.	варіант
1	2	3	4
1	$Y = a \cdot x + b;$	2	$Y = \cos(a) \cdot x \cdot b;$
3	$Y = \sin(a) \cdot x + b/c;$	4	$Y = \operatorname{tg}(a) \cdot x + b;$
5	$Y = a/x - b;$	6	$Y = (a + b) / x;$
7	$Y = \cos(a) - x/b;$	8	$Y = c - b / x $
9	$Y = \cos(a) + b;$	10	$Y = \sin(a) + b;$
11	$Y = \sin(a) + b/c;$	12	$Y = c - b / a;$
13	$Y = \sin(a + b);$	14	$Y = a \cdot x + b;$
15	$Y = \cos(a + x) + b;$	16	$Y = \sin(a) / x + b/c;$
17	$Y = \operatorname{tg}(a) \cdot x + b;$	18	$Y = a / (x + c);$
19	$Y = (a + b) / x;$	20	$Y = e^a + b / c;$
21	$Y = a - b / x;$	22	$Y = \sin(a + x / b);$
23	$Y = c - b / x ;$	24	$Y = e^a + b;$
25	$Y = \sin(a + b / x);$	26	$Y = e^a + b / c;$
27	$Y = \sin c - b / a;$	28	$Y = \cos(a + b);$
29	$Y = \operatorname{tg}(a) + b/c;$	30	$Y = a \cdot x - b;$

Звіт про практичну роботу

Звіт повинен містити:

- 1) титульний аркуш (дод. А) – назва курсу, номер та назва роботи, ПІБ та групу студента, рік;
- 2) завдання та мету;
- 3) короткий опис дій, які було зроблено (якщо потрібно, з рисунками);
- 4) текст програми та знімки екрана з результатами;
- 5) висновки та результати.

Контрольні запитання

1. Які типи даних використовуються для зберігання:
 - цілих чисел?
 - чисел із плаваючою комою?
2. Що означає пріоритет арифметичних операторів?
 - який пріоритет у * порівняно з +?
3. Які помилки можуть виникнути при змішуванні типів int та float у виразах?
4. Чому важливо дотримуватись правильного порядку обчислень у складному виразі?

Практична робота 3

Лінійні обчислювальні процеси

Мета роботи: навчитися реалізовувати лінійні обчислювальні процеси, що включають складні математичні вирази, з використанням функцій стандартної бібліотеки `cmath` у середовищі C++. Розвинути навички роботи з дійсними змінними, математичними операціями та функціями введення / виведення.

Необхідне обладнання та програмне забезпечення: персональний комп'ютер з установленою операційною системою Windows, інстальоване середовище розробки **MS Visual Studio** (версія 2017/2019/2022 або новіша).

Практична частина

(Завдання виконуються під керівництвом викладача)

Завдання:

1. Обчислити значення виразів

$$1. y = \sqrt{a^2 + b^2} + \frac{\sin(a+b)}{2}$$

$$2. y = \frac{\sin(a^2+b)}{\sqrt{|a-b|+1}}$$

$$3. y = \tan\left(\frac{a+b}{2}\right) + \log_{10}(a * b).$$

Самостійна робота

(Розрахована для самостійного опрацювання з прикладами коду.)

Теоретичні відомості

Для обчислення складних формул використовують математичні функції з бібліотеки `<cmath>`, яку потрібно підключити: `#include < cmath >`

Основні математичні функції:

- $\text{pow}(x, y)$ – x у степені y ;
- $\text{sqrt}(x)$ – квадратний корінь з x ;
- $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\tan(x)$ – тригонометричні функції (аргументи в радіанах);
- $\log(x)$ – натуральний логарифм;
- $\text{abs}(x)$ – модуль;
- $\text{exp}(x)$ – експонента (e^x).

Для точних обчислень використовують змінні типу `float` або `double`.

Дужки в формулах використовуються для визначення порядку виконання дій.

Хід виконання

Приклад:

1. Обчислити значення виразу

$$y = \sqrt{a^2 - b^2} + \frac{\cos(a + b)}{0.5}$$

Код реалізації:

```
#include <iostream>
#include <cmath>
using namespace std;

int main() {
    float a, b, y;

    cout << "Введіть a: ";
    cin >> a;

    cout << "Введіть b: ";
    cin >> b;

    y = sqrt(pow(a, 2) - pow(b, 2)) + cos(a + b) / 0.5;

    cout << "Результат: y = " << y << endl;

    return 0;}
```

Завдання:

1. Оберіть варіант згідно з номером у списку групи.
2. Реалізуйте програму для обчислення виразів.
3. Перевірте правильність роботи програми для заданих вхідних значень.

Таблиця 4 – Варіанти завдань

1. $f = z^3 + z + 1; k = z - 35$ $z = a^2 \cos(x + 1) + 2 \sin(y^2 + 5)$ $x = 0,25 + t + \cos^3(0,25 + t)$ t – будь - яке $a = 14S + 1$ $S = 9,6$ y – будь - яке	2. $p = n + f^2 + f$ $y = p^2 + c + m^2 f$ $f = 3c^3 + 5 + \cos^3(3c^3 + 5) + \sin(3c^3 + 5)$ $n = m^7 + \sqrt{m + 1}$ $m = db + \frac{\sqrt{b^2 + 7}}{15}$ d, b, c – будь - які, $a=16$
3. $x = 0,05 + \sin(a^2 yz) - 6 - z^5$ $y = \sin(a^2 bz) + a^2 bz + \frac{a^2 bz}{7}$ $b=0,02$; a – будь - яке $z = 100 - \frac{189}{ b - a }$ $z = 3p + 8p^2 + p^6$ $p = 0,6$	4. $S = Vt; k = at + 5$ $a = \sqrt[3]{S + 25} + \sin(S + 25) + S^5 - 1 + S $ $V = \frac{u^2 + w^2}{5}$ t – будь - яке; $u = t^7 + 3; w = 3,41$
5. $S = at^2 + 1$ $p = 6,2; z = b \sin x + \ln b \sin x $ $x = y^3 + py^2 + Sy$ t, a – будь - яке $f = \sqrt{\sin S + xa} + p - 1 + \sin S $ $y = a^5 - a + 7; b = \sin(S)$	6. $n = a^3 + \sqrt{a^3 - 1}$ $C = 0,5f^3 + f + 1; Q = S^3 + n - 5$ $b = 25 - a; f$ – будь - яке; $a = -3,1$ $r = n + a + \sin(n + a) - \sqrt{n + a}$ $S = C + rb + r^2a$

Продовження таблиці 4

7. $m = 3,2a + 6,45b - c$ $k = m^3 + a - b$ a – будь - яке $t = a^2 + mb - k$ $c = -6,66$ $b = a^3 + a - 1 + \ln a^3 + a - 1 $ $s = m + kt$	8. a, b, c – будь які; d=0,35 $n = m^3 + \sqrt{am} + \sin(am)$ $m = b - 0,65d$ $z = 3(c^2 + 1) + c^2 + 1 $ $y = x + c - mz$ $x = n + z$
9. $b = 10s + s^2 + 1$ $x = 0,7 + t - \cos(0,7 + t)$ $s = -3,4; m = y + z$ t – будь - яке $Q = z + z^5 + 3; z = b - 4$ $y = b^3 \cos(x - 1) - 4 \sin(b + 5)$	10. $d = f^2 + a + b$ $f = 30a + 22b + c^5$ $t = a^2 + f^3 + d$ c=105 $b = a^7 + \ln(a + 1) + \sin(a^7 + \ln(a + 1))$ $Q = f + dt; a - \text{будь - яке}$
11. x – буд- яке; a – будь-яке $n = am^2 + 47a^2m^5$ $m = xa - \cos^3(xa)$ t=-3,33 $p = (n + m) + z^3 + \sin(m + n - z)$ $z = t^3 + x^2 + a; s = p^3 + 5$	12. A=0,654; d, t, c – будь-які $z = d^3 + 6$ $y = z - d + \sqrt{d^2 + 1} + d^2 + 1$ x = z-A $u = tc - \cos y + l$ $l = \sin Atc$
13. $i = 0,8j + 25k$ $p = 2 \sin(s + 1) + \sqrt{s + 1} + \ln(s + 1)$ S = abc; a, b – будь-які $j=3,45; k = 12j - j^7 + 5$ c=6,31-j $f = 100 + \frac{14}{i + j + k}$	14. $p = z^3 + az^2 + bz + c$ a – будь-яке $b = 0,12Q - 1; f=154$ $z = a - t^5 + \sin a - t^5 $ $c = 0,34f - f^3 + f^5$ $Q = \sin(f + 1) + t$ $t = a + \sqrt{ a + s }$
15. $a = \frac{b^3 + x^{z+k}}{0.63y^2 + 1}$ $x = 2z^5 + y; f = \sin(c)$ $y = z + \sqrt[3]{f}$ c – будь-яке k=3; b=4; z=14	16. $c = \sqrt{t + 1}$ $y = \frac{0,2z^x + 0,5x}{\ln^2 c - b^k }; x=0,83$ $z = 2c^3 + b; b = 0,7c^2 + f$ f,t,k– будь-які

Закінчення таблиці 4

17. $S = a \cos^2 x + \sqrt{\cos^2 x}$ $a = \ln t-1 + e^{t-1}$ $x = c - \sqrt[5]{t-1}$ $c=0,45t$ – будь-яке	18. $z = \frac{4(x^y + y^k)}{\sqrt{\ln^2 c + b^4}}$ $y = 6,2 \quad b = \frac{3c^3}{y} \quad c = \left \frac{2d^3}{0,2y} \right $ d, k – будь-які $x=5$
19. $y = \frac{2m^2 + \sqrt[3]{bx^2} + \sin^2 x}{\ln(2x-a) + e^{2x}} + 1,67c$ $z = 5b^2 + \ln y + \cos x - \sqrt{c^x}$ $s = \sqrt{y+2z} + \operatorname{tg} x$ $a, b, c, \quad m$ – будь-які $x=5$	20. $z = \frac{mb^2 + \sqrt[3]{c} - \ln a + e^{2x}}{m-3 + \ln \sqrt{x} + \sqrt{x}}$ $s = \frac{\ln(a+z - \sin x)}{\sqrt[5]{a + \ln(x+c)}},$ a, b, c, m – будь-які $x=5$

Звіт про практичну роботу

Звіт повинен містити:

- 1) титульний аркуш (дод. А);
- 2) завдання та мету;
- 3) короткий опис дій, які було зроблено;
- 4) текст програми та знімки екрана з результатами;
- 5) висновки та результати.

Контрольні запитання

1. Яке призначення бібліотеки `<cmath>` у C++?
2. У чому різниця між функціями `pow(x, y)` та `sqrt(x)`?
3. Який тип даних краще використовувати для дійсних чисел?
4. Як C++ обчислює значення тригонометричних функцій? У яких одиницях аргументи?
5. Як можна забезпечити точність обчислень у складних виразах?
6. Що відбудеться, якщо змінній `int` присвоїти значення результату дробового виразу?
7. Яка роль дужок при складенні виразів?

Практична робота 4

Оператори розгалуження в мові C++

Мета роботи: ознайомитися з принципами реалізації розгалужених обчислювальних процесів у мові програмування C++. Навчитися використовувати оператори *if*, *if...else*, *else if*, *switch* та умовні вирази для створення програм з розгалуженням процесу обчислень на кілька напрямків.

Необхідне обладнання та програмне забезпечення: персональний комп'ютер з установленою операційною системою Windows, інстальоване середовище розробки **MS Visual Studio** (версія 2017/2019/2022 або новіша).

Практична частина

(Завдання виконуються під керівництвом викладача)

Завдання: навести схему алгоритму та створити програму:

1. Електричне коло містить резистори R_1 , R_2 , R_3 . Якщо величина $R_1 + R_2 < R_3$, то обчислити опір при послідовному з'єднанні всіх резисторів, у протилежному випадку – при паралельному.

2. Скласти програму обчислення функції $y = f(x)$. Функція y задана графічно (рис. 8).

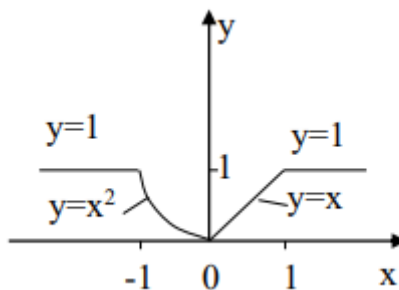


Рисунок 8 – Функція $y = f(x)$.

Самостійна робота

(Розрахована для самостійного опрацювання із прикладами коду.)

Теоретичні відомості

У процесі розв’язання задач часто виникає потреба виконувати певні дії залежно від умов, що задаються користувачем або виникають у ході виконання програми. Для реалізації таких умовних переходів у мові C++ використовуються оператори розгалуження.

Таблиця 4 – Оператори розгалуження

Оператор	Код	Приклад
if	<pre>if (умова) { // блок інструкцій, якщо умова істинна }</pre>	<pre>if ((a > 0) && (b > 0)) { cout << "Обидва числа додатні"; }</pre>
else if	<pre>if (умова) { // якщо істинна } else { // якщо хибна }</pre>	<pre>if (a > b) { cout << "a більше за b"; } else { cout << "a не більше за b"; }</pre>
else if	<pre>if (умова1) { // варіант 1 } else if (умова2) { // варіант 2 } else { // інші випадки }</pre>	<pre>if (x > 0) cout << "Додатне"; else if (x == 0) cout << "Нуль"; else cout << "Від’ємне";</pre>
switch	<pre>switch (змінна) { case значення1: // дії break; case значення2: // дії break; default: // якщо не збіглось }</pre>	<pre>int day = 2; switch (day) { case 1: cout << "Понеділок"; break; case 2: cout << "Вівторок"; break; case 3: cout << "Середа"; break; default: cout << "Невідомий день"; }</pre>

Логічні оператори для перевірки умов:

==	рівність
!=	нерівність
<, >, <=, >=	порівняння
&&	логічне "і"
	логічне "або"
!	логічне "не"

Хід виконання

Завдання: навести схему алгоритму та програму:

1. За заданим номером місяця вивести на друк його назву.

2. Обрати завдання за варіантом (номер у списку групи студентів) – рис. 9–12.

1	$z = \begin{cases} \sin(x + y), & \text{якщо } x > 1 \text{ або } y > 1; \\ x + y , & \text{якщо } x < -1 \text{ і } x > y; \\ e^{x-y}, & \text{якщо } 0 \leq x \leq 1, \\ \cos(x+1) , & \text{в інших випадках.} \end{cases}$	x, y - довільні значення
2	$y = \begin{cases} x^3 , & \text{якщо } x < ab \text{ і } x < -2; \\ \sin(x^a + b), & \text{якщо } x > ab \text{ або } x > 2; \\ a + b + 1, & \text{якщо } 0 < x < 1 \text{ і } x = ab; \\ x - (a+b)^2 , & \text{в інших випадках} \end{cases}$	x, a, b - довільні значення
3	$f = \begin{cases} c + x, & \text{якщо } 1 \leq x \leq 3; \\ c - x, & \text{якщо } 3 < x \leq 10 \text{ і } c > 0; \\ c ^x, & \text{якщо } x > 10; \\ x, & \text{в інших випадках} \end{cases}$	c, x - довільні значення
4	$w = \begin{cases} e^v, & \text{якщо } v > x \text{ або } v > y; \\ (x + y), & \text{якщо } v = 10 \text{ і } y > x > 15; \\ v^{x+y}, & \text{якщо } v = x; \\ 1, & \text{в інших випадках.} \end{cases}$	v, x, y - довільні значення

Рисунок 9 – Варіанти 1 – 4.

$$5 \quad t = \begin{cases} s+2z, & \text{якщо } s+z=2,8 \text{ або } s+z=1; \\ s-z^2, & \text{якщо } s+z>5 \text{ і } z>0; \\ |s+z|, & \text{якщо } 3<s+z\leq 5; \\ a+s, & \text{в інших випадках.} \end{cases} \quad a,s,z - \text{довільні значення}$$

$$6 \quad y = \begin{cases} a+b+c, & \text{якщо } a+b>c; \\ (a+b)-c, & \text{якщо } a+b<c \text{ і } c>5; \\ |\sin(b)|, & \text{якщо } a+b=c; \\ a^{bc}, & \text{в інших випадках} \end{cases} \quad a,b,c - \text{довільні значення}$$

$$7 \quad z = \begin{cases} 1, & \text{якщо } y<0; \\ 2, & \text{якщо } 0\leq y<5; \\ 3, & \text{якщо } 5\leq y<10; \\ 4, & \text{якщо } y\geq 10. \end{cases} \quad y - \text{довільне значення}$$

$$8 \quad s = \begin{cases} t-1, & \text{якщо } 0<zt<5; \\ z, & \text{якщо } zt>10 \text{ або } zt<-3; \\ t, & \text{якщо } zt=0; \\ 0, & \text{в інших випадках.} \end{cases} \quad z,t - \text{довільні значення}$$

$$9 \quad m = \begin{cases} \sin^2(x) + \cos(x), & \text{якщо } x>0; \\ x+y + \sin\left(\frac{x+y}{a^2+2}\right), & \text{якщо } x\leq 0 \text{ і } a>0; \\ |x+|a-y||, & \text{в інших випадках.} \end{cases} \quad x,y,a - \text{довільні значення}$$

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

$$11 \quad x = \begin{cases} t+q, & \text{якщо } t>10 \text{ і } t=q; \\ t+1, & \text{якщо } t\leq -10; \\ t, & \text{якщо } t=5; \\ 1+tq & \text{в інших випадках.} \end{cases} \quad t,q - \text{довільні значення}$$

$$12 \quad k = \begin{cases} x+y^2+2, & \text{якщо } x=y+2; \\ x+y+2, & \text{якщо } x>y+2 \text{ і } y=3; \\ \sin(x)+\sin(2), & \text{якщо } 0<x<y+2; \\ |x+\ln|y+2y|| & \text{в інших випадках.} \end{cases} \quad x,y - \text{довільні значення}$$

Рисунок 10 – Варіанти 5 – 12.

$$13 \quad z = \begin{cases} 2k, & \text{якщо } k < 2; \\ 3k, & \text{якщо } 2 \leq k \leq 6; \\ 4k, & \text{якщо } 6 < k < 10; \\ 5k, & \text{якщо } k \geq 10. \end{cases} \quad k - \text{довільне значення}$$

$$14 \quad p = \begin{cases} t + a, & \text{якщо } t > 0 \text{ або } a > 0; \\ t - a, & \text{якщо } t < 0 \text{ і } t < 0; \\ |a| & \text{в інших випадках.} \end{cases} \quad a, t - \text{довільні значення}$$

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

$$16 \quad z = \begin{cases} 25y + a, & \text{якщо } y > a \text{ і } a > 10; \\ y + 3a, & \text{якщо } a < y < 20; \\ \cos(ay), & \text{якщо } y = a; \\ 1 & \text{в інших випадках.} \end{cases} \quad a, y - \text{довільні значення}$$

$$17 \quad v = \begin{cases} z^5 + z + 1, & \text{якщо } 1 < z^5 < 3; \\ \cos(z^5 + z + 1), & \text{якщо } 3 \leq z^5 < 7; \\ \ln(z^5 + z + 1), & \text{якщо } 7 \leq z^5 < 10; \\ \frac{1}{z^4 + z^2 + 1}, & \text{якщо } z^5 \geq 10 \text{ або } z^5 \leq 1. \end{cases} \quad z - \text{довільне значення}$$

$$18 \quad x = \begin{cases} t^3 + 5, & \text{якщо } t < -2; \\ t - 1, & \text{якщо } -2 \leq t < 0; \\ \sin(t), & \text{якщо } 0 \leq t < 5; \\ \ln(t), & \text{якщо } t \geq 5. \end{cases} \quad t - \text{довільне значення}$$

$$19 \quad y = \begin{cases} a + z, & \text{якщо } a + z > 0 \text{ і } z < 0; \\ az, & \text{якщо } z > 5 \text{ або } a + z < -3; \\ a - x, & \text{в інших випадках.} \end{cases} \quad a, z, x - \text{довільні значення}$$

$$20 \quad f = \begin{cases} \frac{1}{(ay)^2 + 1}, & \text{якщо } y = -4; \\ 2xy, & \text{якщо } xy > 0 \text{ і } x > 0; \\ y & \text{в інших випадках.} \\ \frac{1}{x^4 + 1} \end{cases} \quad a, y, x - \text{довільні значення}$$

Рисунок 11 – Варіанти 13 – 20.

$$\begin{array}{ll}
21 & a = \begin{cases} b^3, & \text{якщо } b > 0 \text{ і } c > 0 \text{ або } b > 10; \\ b + c, & \text{якщо } b < 0 \text{ і } c = 0; \\ \frac{1}{(bc)^2 + 5}, & \text{якщо } b = 0 \text{ або } -5 < c < -1; \\ \frac{1}{(b+1)^2 + 3}, & \text{в інших випадках} \end{cases} \quad , c - \text{довільні значення} \\
22 & y = \begin{cases} a^3 + x, & \text{якщо } a < x < 10 \text{ і } a < 10; \\ a + \sin(x), & \text{якщо } 10 < x \leq 15 \text{ і } x = a; \\ \ln|ax|, & \text{якщо } x = 20 \text{ або } 25 < a \leq 30; \\ e^{x-a}, & \text{в інших випадках.} \end{cases} \quad a, x - \text{довільні значення} \\
23 & p = \begin{cases} 1 + z, & \text{якщо } z = 0 \text{ і } y = 0; \\ z + y, & \text{якщо } zy < 0; \\ 25, & \text{в інших випадках} \end{cases} \quad ; z, y - \text{довільні значення} \\
24 & y = \begin{cases} a + d + c, & \text{якщо } a + d > c; \\ (a + d) - c, & \text{якщо } a + d < c \text{ і } c > 5; \\ \sin(d), & \text{якщо } a + d = c; \\ a^{dc}, & \text{в інших випадках} \end{cases} \quad a, d, c - \text{довільні значення} \\
25 & z = \begin{cases} y, & \text{якщо } y < 0; \\ 2y, & \text{якщо } 0 \leq y < 5; \\ 3y, & \text{якщо } 5 \leq y < 10; \\ 4y, & \text{якщо } y \geq 10. \end{cases} \quad y - \text{довільне значення}
\end{array}$$

Рисунок 12 – Варіанти 21 – 25.

Звіт про практичну роботу

Звіт повинен містити:

- 1) титульний аркуш (дод. А) – назва курсу, номер та назва роботи, ПІБ та групу студента, рік;
- 2) завдання та мету;
- 3) короткий опис дій, які було зроблено (якщо потрібно з рисунками) ;
- 4) текст програми та знімки екрана з результатами;
- 5) висновки та результати.

Контрольні запитання

1. Які оператори умовного переходу реалізовано в C++?
2. У чому різниця між if та if...else?
3. Для чого використовується оператор else if?
4. Які типи значень можуть бути перевірені в операторі switch?
5. Що буде, якщо у switch пропустити оператор break?
6. Чи можна вкладати оператори if один в один? Наведіть приклад.

Практична робота 5

Циклічні алгоритми в мові програмування C++

Мета роботи: ознайомитися з принципами реалізації циклічних обчислювальних процесів у мові програмування C++. Навчитися використовувати оператори `for`, `while`, `do...while`, `break`, `continue` для створення програм, що відтворюють циклічні процеси.

Необхідне обладнання та програмне забезпечення: персональний комп'ютер з установленою операційною системою Windows, інстальоване середовище розробки **MS Visual Studio** (версія 2017/2019/2022 або новіша).

Практична частина

(Завдання виконуються під керівництвом викладача)

Завдання: протабулювати функцію і визначити суму обчислених значень (варіант згідно з призначенням викладача).

Таблиця 5 – Варіанти завдань

Варіант	Функція	Вихідні дані				
		a	b	x _n	x _k	h
1	$Y = \frac{\arctg bx}{1 + \sin^2 x}$	–		1.35	6.5	0.8
2	$Y = 5 \sqrt{\frac{a + bx}{\ln^2 x}}$	19.6	7.8	14.6	34.8	6
3	$Y = \frac{a \ln^2 x}{b + \sqrt{x}}$	1.38	-1.26	60	100	10
4	$Y = \frac{\sin^2 x}{\sqrt{x} + bx}$	–	1.68	1.2	2.4	0.2

Продовження таблиці 5

5	$Y = \frac{\ln^2(x-b)}{a\sqrt{x}}$	0.36	5.5	10	50	6
6	$Y = \frac{e^{ax} + b}{1 + \cos^2 x}$	0.9	1.85	0	1.2	0.15
7	$Y = \frac{a + \sqrt[3]{x}}{\sin^2 bx}$	1.24	0.67	10.2	12.4	0.45
8	$Y = \frac{a\sqrt{x} - bx}{\ln^3 x}$	2.8	0.45	40	60	4.5
9	$Y = \frac{\sqrt{ax} - b}{tg^3 x}$	20.2	7.65	3.5	4	0.1
10	$Y = e^{-x^2} \frac{a + bx}{\ln^2 x}$	4.6	2.5	0.75	1.8	0.3
11	$Y = \frac{tg^2 ax - b}{e^{ax}}$	0.55	0.78	4.2	5.8	0.25
12	$Y = \frac{arctgbx}{1 + \sqrt[5]{ax}}$	7.38	0.3	9	12	0.35
13	$Y = \frac{\sin^3 ax}{ax + b}$	0.28	1.35	1.2	7.5	0.5
14	$Y = \frac{e^{-bx}}{b + \cos^3 ax}$	0.9	0.66	2.3	8.9	1.3
15	$Y = \frac{\ln^2 \sqrt{x}}{a\sqrt{x}}$	0.85	–	17.2	24.6	2
16	$Y = \frac{arctg(a^3 + x^3)}{\sqrt{a^3 + x^3}}$	1.16	–	0.25	1.28	0.33
17	$Y = \frac{1 + \sqrt{bx}}{0.5 + \sin^2 ax}$	0.4	10.8	0.84	1.25	0.15
18	$Y = \frac{a - e^{bx}}{\ln^2 x}$	1.28	0.03	12.6	34.9	7.6

Закінчення таблиці 5

19	$Y = \frac{(a + bx)^{2.5}}{1.8 + \cos^3 ax}$	0.25	0.68	11.6	15.8	0.6
20	$Y = \frac{b + \sin^2 ax}{e^{-x/2}}$	1.6	1.24	0.2	1.4	0.35
21	$Y = \frac{\sin^2 x - a}{bx}$	1.8	0.34	6.44	9.1	0.25
22	$Y = \frac{atg^2 x}{b + 0.7x}$	0.44	2.28	6.5	7.3	0.12
23	$Y = \frac{\ln(a^2 - x)}{b \sin^2 x}$	3.2	0.45	0.6	1.5	0.2
24	$Y = \frac{a - \sqrt{bx}}{1 + \cos^2 x}$	17.6	10.45	1.9	3.8	0.3
25	$Y = \frac{\ln^2(a + x)}{(a + x)^2}$	8.24	–	14.9	24.8	1.5

Самостійна робота

(Розрахована для самостійного опрацювання із прикладами коду)

Теоретичні відомості

Циклічні алгоритми – це одна з базових конструкцій у програмуванні, яка дозволяє автоматизувати повторення однотипних дій. Їх застосовують у завданнях, де обробляються набори чисел, виводяться таблиці, виконується обчислення сум, добутків або різноманітні перевірки.

Мова C++ підтримує три основні типи циклів:

- `for` – використовується, коли відома **точна кількість повторень**;
- `while` – застосовується, коли повторення залежать від **попередньої перевірки умови**;
- `do...while` – виконує тіло циклу **хоча б один раз**, навіть якщо умова не виконується з самого початку.

Важливим етапом у роботі з циклами є **контроль змінної циклу**, яка часто називається **лічильником**. Неправильне обрахування цієї змінної може призвести до нескінченного циклу.

У циклі можуть бути додаткові оператори:

- `break` – припиняє виконання циклу достроково;
- `continue` – переходить до наступної ітерації, пропускаючи решту коду в тілі циклу.

Таблиця 6 – Основні типи циклів

Тип	Код	Приклад
1	2	3
Цикл з лічильником <code>for</code> :	<pre>for (ініціалізація; умова; зміна) { // тіло циклу }</pre>	<pre>for (int i = 1; i <= 5; i++) { cout << i << " "; }</pre>

Продовження таблиці 6

1	2	3
Цикл 3 передумовою while:	<pre>while (умова) { // тіло циклу }</pre>	<pre>int i = 1; while (i <= 5) { cout << i << " "; i++; }</pre>
Цикл 3 післяумовою do...while:	<pre>do { // тіло циклу } while (умова);</pre>	<pre>int i = 1; do { cout << i << " "; i++; } while (i <= 5);</pre>

Хід виконання

Завдання: навести схему алгоритму та програму

Складіть (згідно з варіантом: рис. 13-14) алгоритм та програму мовою C++ та побудуйте блок-схему для знаходження усіх значень y , якщо значення x змінюється від -10 до 10 з кроком ітерації 1.

1.	$y = \begin{cases} x^2, & \text{якщо } 3 < x < 5 \\ x + \sin x, & \text{якщо } x \leq 0 \\ \ln x, & \text{в решті випадків} \end{cases}$
2.	$y = \begin{cases} x^3 + 1, & \text{якщо } x = 3 \text{ або } x = 5 \\ \sqrt{ x + \operatorname{tg} x }, & \text{якщо } x > 5 \\ x + \cos x, & \text{в решті випадків} \end{cases}$
3.	$y = \begin{cases} \sqrt{ x + \ln x }, & \text{якщо } x < 0 \\ x^3 + \sqrt{x}, & \text{якщо } 3 < x \leq 10 \\ x + 1, & \text{в решті випадків} \end{cases}$
4.	$y = \begin{cases} \sqrt{\cos x + \ln x}, & \text{якщо } x = 3 \text{ або } x = 7 \\ x + \operatorname{tg} x, & \text{якщо } x > 0 \\ x + 1, & \text{в решті випадків} \end{cases}$
5.	$y = \begin{cases} \lg x + \operatorname{tg} x, & \text{якщо } 3 < x < 7 \\ x + \sqrt[3]{x}, & \text{якщо } x > 7 \\ \sqrt{ x + 1 }, & \text{в решті випадків} \end{cases}$

Рисунок 13 – Варіанти 1–5.

6.	$y = \begin{cases} \sqrt[3]{x + \sqrt{x + \sin x}}, & \text{якщо } x > 7 \\ x + \ln x, & \text{якщо } 2 < x < 7 \\ x , & \text{в решті випадків} \end{cases}$
7.	$y = \begin{cases} 3x + \sqrt[3]{x}, & \text{якщо } 0 < x \leq 5 \\ x + \lg x, & \text{якщо } x = 7 \\ \sqrt[5]{ x + 1 }, & \text{в решті випадків} \end{cases}$
8.	$y = \begin{cases} x^5 + \sqrt[3]{x} + \sqrt{x}, & \text{якщо } 2 \leq x \leq 7 \\ x + \operatorname{tg} x, & \text{якщо } x = 9 \\ \sqrt{ x }, & \text{в решті випадків} \end{cases}$
9.	$y = \begin{cases} \sqrt[5]{x + \lg x + \sqrt{x}}, & \text{якщо } x = 2 \text{ або } x = 7 \\ x + \sqrt[3]{x + \ln x}, & \text{якщо } x > 7 \\ \sqrt{ x + 1 }, & \text{в решті випадків} \end{cases}$
10.	$y = \begin{cases} \sqrt[5]{ x + \operatorname{tg} x + e^x }, & \text{якщо } x = -2 \text{ або } x = 2 \\ x + \ln x, & \text{якщо } x > 2 \\ \sqrt{ x + \sin x }, & \text{в решті випадків} \end{cases}$

Рисунок 14 – Варіанти 6–10.

Звіт про практичну роботу

Звіт повинен містити:

- 1) титульний аркуш (дод. А) – назва курсу, номер та назва роботи, ПІБ та групу студента, рік;
- 2) завдання та мету;
- 3) короткий опис дій, які було зроблено (якщо потрібно з рисунками);
- 4) текст програми та знімки екрана з результатами;
- 5) висновки та результати.

Контрольні запитання

1. Що таке цикл? Які типи циклів реалізовані в мові C++?
2. Чим відрізняється цикл for від циклу while?
3. У яких випадках доцільно використовувати цикл do...while?
4. Які можливості дають оператори break та continue?
5. Що таке нескінченний цикл і як його уникнути?
6. Як обрати тип циклу для конкретної задачі?

Практична робота 6

Вкладені цикли

Мета роботи: опанувати техніку реалізації вкладених циклів у мові програмування C++. Навчитися обчислювати складні вирази, та обробляти багаторівневі обчислювальні процеси.

Необхідне обладнання та програмне забезпечення: персональний комп'ютер з установленою операційною системою Windows, інстальоване середовище розробки **MS Visual Studio** (версія 2017/2019/2022 або новіша).

Практична частина

(Завдання виконуються під керівництвом викладача)

Завдання: дано натуральне число N та дійсне число x . Обчислити:

Таблиця 7 – Варіанти завдань (визначає викладач).

Варіант	Завдання
1	$S = \sum_{k=1}^N \left(k^3 * \sum_{i=1}^k (k - i^2) \right)$
2	$P = \prod_{i=1}^N \frac{1}{\sum_{k=0}^i (f + k)}$
3	$S = \sum_{k=1}^N (-1)^{k-1} * \prod_{m=1}^{2k} \cos \frac{m+1}{2k}$
4	$S = \sum_{k=1}^N \prod_{m=1}^{2k} \sin \frac{m\pi}{2k+1}$
5	$S = \sum_{k=1}^N k * (k+1) * \dots * (k+k)$

Самостійна робота

(Розрахована для самостійного опрацювання із прикладами коду)

Теоретичні відомості

Вкладений цикл – це цикл, який розміщується всередині іншого циклу. Така конструкція часто використовується для обробки двовимірних структур, наприклад, таблиць або матриць.

Приклад 1. Таблиця множення:

```
for (int i = 1; i <= 10; i++) {  
    for (int j = 1; j <= 10; j++) {  
        cout << i * j << "\t";  
    }  
    cout << endl;  
}
```

Приклад 2. Виведення прямокутника зі зірочок:

```
int rows = 5, cols = 10;  
for (int i = 0; i < rows; i++) {  
    for (int j = 0; j < cols; j++) {  
        cout << "*";  
    }  
    cout << endl;  
}
```

Приклад 3. Заповнення двовимірного масиву:

```
int arr[3][3];  
for (int i = 0; i < 3; i++) {  
    for (int j = 0; j < 3; j++) {  
        arr[i][j] = i + j;  
    }  
}
```

Хід виконання

Завдання: Дано натуральне число N та дійсне число x . Обчислити:

Таблиця 8 – Варіанти завдань.

Варіант	Завдання
1	$S = \sum_{k=1}^N \left(k^3 * \sum_{i=1}^k (k - i^2) \right)$
2	$S = \sum_{i=1}^N \prod_{j=1}^i \frac{j!}{i!}$
3	$S = \sum_{i=1}^N \prod_{k=1}^N \frac{i+x}{k}$
4	$S = \sum_{i=1}^N \frac{x}{(N+i)!}$
5	$S = \sum_{i=1}^N (-1)^{i+1} \frac{x^{2i}}{i!}$
6	$S = \sum_{k=1}^N \prod_{m=1}^{2k} \sin \frac{m\pi}{2k+1}$
7	$S = \prod_{a=1}^5 \left(\frac{\sum_{i=1}^l \prod_{j=1}^n (i+j)^a}{a!} \right)$
8	$D = \sum_{k=1}^m \sin kx + \prod_{i=1}^m \left(\cos x + \sum_{j=1}^n \frac{1}{i + \sin^2 jx} \right)$
9	$F = \prod_{i=1}^{12} \frac{\sum_{j=1}^i \sum_{k=1}^j (k=i)^2}{(i+5)!}$
10	$T = \frac{\prod_{i=1}^{30} \sum_{j=1}^l (b+c)^{j+i}}{(m+l)! - l!}$

Звіт про практичну роботу

Звіт повинен містити:

- 1) титульний аркуш (дод. А) – назва курсу, номер та назва роботи, ПІБ та групу студента, рік;
- 2) завдання та мету;
- 3) короткий опис дій, які було зроблено (якщо потрібно з рисунками);
- 4) текст програми та знімки екрана з результатами;
- 5) висновки та результати.

Практична робота 7

Створення програм обробки одновимірних масивів

Мета роботи: ознайомитися з поняттям **масиву** як структурованого типу даних. Навчитися оголошувати, ініціалізувати та обробляти одновимірні статичні масиви у мові C++ з використанням циклів.

Необхідне обладнання та програмне забезпечення: персональний комп'ютер з встановленою операційною системою Windows, інстальоване середовище розробки **MS Visual Studio** (версія 2017/2019/2022 або новіша).

Практична частина

(Завдання виконуються під керівництвом викладача)

Завдання: масив X містить N елементів. Скласти схему алгоритму та програму введення значень елементів масиву та:

1. Визначення номерів та друкування значень елементів $X(i)$ з ключовою відзнакою $X(i) > 22$ або $X(i) < 5$.
2. Визначення кількості елементів з ключовою відзнакою $X(i) > -12$ і $X(i) < 3$.
3. Визначення середнього арифметичного елементів масиву розташованих на парних місцях.

Самостійна робота

(Розрахована для самостійного опрацювання із прикладами коду.)

Теоретичні відомості

Масив – це впорядкована сукупність однотипних елементів, що зберігаються під спільною назвою. Кожен елемент має свій **індекс**, який починається з 0.

1. Оголошення одновимірного масиву:

```
int a[5];           // масив з 5 елементів типу int
float marks[10];    // масив з 10 чисел типу float
```

2. Ініціалізація масиву:

```
int a[4] = {1, 2, 3, 4};
```

Або:

```
int a[] = {5, 6, 7}; // розмір визначається  
автоматично
```

3. Звернення до елементів масиву:

```
a[0] = 10; // присвоєння 1-му елементу значення 10  
cout << a[2]; // виведення третього елементу
```

4. Заповнення масиву з клавіатури:

```
for (int i = 0; i < 5; i++) {  
    cin >> a[i];  
}
```

5. Виведення масиву:

```
for (int i = 0; i < 5; i++) {  
    cout << a[i] << " ";  
}
```

Хід виконання

Завдання:

1. Задані масиви $\{x_i\}, \{y_i\}, i = 1, 10$ та довільні змінні a, b . Сформувати масив $\{c_i\}, i = 1, 10$ та надрукувати його елементи

$$c_i = \frac{a \sin x_i + b \cos y_i}{x_i^2 + 1}$$

2. Заданий масив $\{x_i\}, i = 1, n$, де n - довільна змінна. Сформувати масив $\{d_i\}, i = 1, n$ та надрукувати його елементи.

$$d_i = \begin{cases} x_i^2, & \text{якщо } x_i < 0 \\ |x_i|, & \text{якщо } x_i \geq 0 \end{cases}$$

3. Заданий масив $\{z_k\}$, $k = 1, 15$ Сформувати масив $\{d_k\}$, $k = 1, 15$ та надрукувати його елементи.

$$d_k = \begin{cases} z_k + 1, & \text{якщо } z_k < 20 \\ \ln z_k^5, & \text{якщо } z_k > 20 \\ z_k^2, & \text{якщо } z_k = 20 \end{cases}$$

4. Задані масиви $\{x_i\}, \{a_i\}$, $i = 1, 12$ Сформувати масив $\{f_i\}$, $i = 1, 12$ та надрукувати його елементи.

$$f_i = \ln x_i + 2 \sum_{j=1}^8 a_j$$

5. Сформувати масив $\{z_j\}$ з додатних елементів масиву $\{y_k\}$, $k = 1, 15$.

Звіт про практичну роботу

Звіт повинен містити:

- 1) титульний аркуш (дод. А) – назва курсу, номер та назва роботи, ПІБ та групу студента, рік;
- 2) завдання та мету;
- 3) короткий опис дій, які було зроблено (якщо потрібно з рисунками) ;
- 4) текст програми та знімки екрана з результатами;
- 5) висновки та результати.

Контрольні запитання

1. Що таке масив і як його оголосити в мові C++?
2. З якого числа починається індексація масивів?
3. Як здійснюється ініціалізація масиву при оголошенні?
4. Як обчислити суму елементів масиву?
5. Який ризик пов'язаний із виходом за межі масиву?
6. Чи можна змінити розмір статичного масиву під час виконання програми?

Практична робота 8

Створення програм обробки двовимірних масивів

Мета роботи: навчитись складати й реалізовувати алгоритми та програми мовою C++ для обробки двовимірних масивів.

Необхідне обладнання та програмне забезпечення: персональний комп'ютер з встановленою операційною системою Windows, інстальоване середовище розробки **MS Visual Studio** (версія 2017/2019/2022 або новіша).

Практична частина

(Завдання виконуються під керівництвом викладача)

Постановка задачі: користувач вводить з клавіатури масив A розміром (5×5) . Програма виводить на екран початковий масив та елементи масиву, що знаходяться в заштрихованій області. Запишіть дані, що видала програма (результат виведення квадратної матриці та заштрихованої частини).



Самостійна робота

(Розрахована для самостійного опрацювання із прикладами коду)

Теоретичні відомості

Двовимірний масив – це таблиця з рядками та стовпцями. Його також називають матрицею.

1. Оголошення двовимірного масиву:

```
int a[3][4];           // 3 рядки, 4 стовпці
```

2. Ініціалізація масиву:

```
int a[2][3] = { {1, 2, 3}, {4, 5, 6} };
```

3. Заповнення масиву з клавіатури:

```
for (int i = 0; i < 3; i++) {  
    for (int j = 0; j < 4; j++) {  
        cin >> a[i][j];  
    }  
}
```

4. Виведення масиву:

```
for (int i = 0; i < 3; i++) {  
    for (int j = 0; j < 4; j++) {  
        cout << a[i][j] << "\t";  
    }  
    cout << endl;  
}
```

Хід виконання

Завдання:

1. Дано масив розміром 4×3 з елементами цілого типу. Визначити кількість елементів відмінних від нуля.

2. Дано масив розміром 3×3 з елементами цілого типу. Визначити кількість елементів які б дорівнювали нулю.

3. Дано масив розміром 7×3 з елементами цілого типу. Визначити кількість елементів, модуль яких менший 12.

4. Дано масив розміром 4×5 з елементами цілого типу (позитивні та від'ємні). Визначити кількість позитивних елементів.

5. Дано масив розміром 5×4 з елементами дійсного типу (додатні та від'ємні). Визначити добуток всіх додатних елементів.

6. Дано масив розміром 5×4 з елементами дійсного типу (позитивні та від'ємні). Визначити добуток всіх від'ємних елементів.

7. Дано масив розміром 4×4 з елементами дійсного типу. Визначити кількість елементів, які б при діленні на 6 давали залишок 1.

8. Дано масив розміром 5×6 цілого типу. Знайти мінімальний елемент.

9. Дано масив розміром 5×6 цілого типу. Знайти максимальний елемент.

10. Дано масив розміром 5×4 з елементами дійсного типу (позитивні та від'ємні). Визначити суму всіх від'ємних елементів.

Звіт про практичну роботу

Звіт повинен містити:

- 1) титульний аркуш (дод. А) – назва курсу, номер та назва роботи, ПІБ та групу студента, рік;
- 2) завдання та мету;
- 3) короткий опис дій, які було зроблено (якщо потрібно з рисунками);
- 4) текст програми та знімки екрана з результатами;
- 5) висновки та результати.

Контрольні запитання

1. Як оголосити двовимірний масив?
2. Як звертатися до елементів масиву?
3. Яка структура вкладених циклів для роботи з масивом $a[5][6]$?
4. У чому полягає відмінність між $a[i][j]$ і $a[j][i]$?
5. Як знайти суму елементів головної діагоналі?
6. Які труднощі виникають при роботі з великими двовимірними масивами?
7. Які обмеження має статичний двовимірний масив?

Практична робота 9

Функції в мові програмування C++

Мета роботи: опанувати поняття функції як засобу розділення програми на логічні частини. Навчитися оголошувати, викликати та передавати параметри у функції. Зрозуміти принцип модульного програмування та передачі значень за копією і за посиланням.

Необхідне обладнання та програмне забезпечення: персональний комп'ютер з установленою операційною системою Windows, інстальоване середовище розробки **MS Visual Studio** (версія 2017/2019/2022 або новіша).

Практична частина

(Завдання виконуються під керівництвом викладача)

Постановка задачі 1: необхідно створити функцію, в якій потрібно знайти мінімальний з двох елементів: Запишіть дані, що видала програма.

Постановка задачі 2: обчислити функцію (y) і вивести значення на екран, де x вводиться з клавіатури. Запишіть дані, що видала програма.

Самостійна робота

(Розрахована для самостійного опрацювання із прикладами коду.)

Теоретичні відомості

Функція – це окремий блок коду, який виконує певну дію і може бути викликаний з іншої частини програми.

1. Структура функції:

```
тип_повернення назва_функції(параметри) {  
    // тіло функції  
    return значення;  
}
```


Приклад:

```
int sum(int a, int b) {  
    return a + b;  
}
```

2. Виклик функції:

```
int result = sum(3, 4); // результат: 7
```

3. Параметри функцій:

- за значенням – копія значення (типово)
- за посиланням – змінна змінюється в оригіналі

```
void swap(int &x, int &y) {  
    int temp = x;  
    x = y;  
    y = temp;  
}
```

4. Void-функції (без повернення):

```
void greet() {  
    cout << "Привіт, користувачу!";  
}
```

Хід виконання

Постановка задачі: складіть алгоритм у вигляді блок схем та програму на мові C++ (згідно з варіантом) для розв'язку наступної задачі. Постановку задачі, математичну модель, алгоритм, програму та результат оформити в звіті.

Дано: X – приймає цілі значення. Знайти: Y . Знаходження Y оформити у вигляді функції.

Таблиця 9 – Варіанти завдань.

Номер варіанта	Формула
1.	$y = \sqrt{x^2 + 5x + 8}$
2.	$y = \frac{3x^2 - 4}{x + 1}$
3.	$y = x - \sqrt{x + 2}$
4.	$y = \frac{7x + 4}{3x + 5} + \cos x$
5.	$y = x^3 + 4x^2 + x - 2$
6.	$y = x + \sin 3x$
7.	$y = \cos x + \sqrt{x}$
8.	$y = \frac{\sin x}{3} + \frac{\operatorname{tg} x}{6}$
9.	$y = \sqrt{x + 2} - \sqrt{x + 3}$
10.	$y = 2x + \sin 2x$
11.	$y = 5 - \frac{\cos 3x}{3}$
12.	$y = \sqrt{x} - \sqrt{x + 1}$
13.	$y = x - 5 + x^2$
14.	$y = e^x + 1$
15.	$y = \sqrt{ \sin x }$

Звіт про практичну роботу

Звіт повинен містити:

- 1) титульний аркуш (дод. А) – назва курсу, номер та назва роботи, ПІБ та групу студента, рік;
- 2) завдання та мету;
- 3) короткий опис дій, які було зроблено (якщо потрібно з рисунками);
- 4) текст програми та знімки екрана з результатами;
- 5) висновки та результати.

Контрольні запитання

1. Що таке функція у C++ і для чого вона використовується?
2. Як відрізняється передача аргументів за значенням і за посиланням?
3. У чому переваги використання функцій у програмах?
4. Як оформити функцію без параметрів?
5. Що таке прототип функції?
6. Чим відрізняється функція з типом `int` від `void`?
7. Як викликати одну функцію з іншої?

Рекомендована література

1. Васильєв О. Програмування C++ в прикладах і задачах : навч. посіб. / О. Васильєв. – Київ : Ліра-К, 2020. – 382 с.

ДОДАТОК А

Оформлення титульного аркуша звіту з практичної роботи

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА
Навчально-науковий інститут енергетичної, інформаційної
та транспортної інфраструктури

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

ЗВІТ

з практичної роботи № ____
з дисципліни «Програмування»

Виконав: студент __ курсу, групи ____
спеціальності

(шифр і назва спеціальності)

(ім'я та прізвище)

Перевірив: _____
(ім'я та прізвище)

м. Харків – 202_ рік

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до виконання практичних та самостійних робіт
з навчальної дисципліни

«ПРОГРАМУВАННЯ»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти усіх форм
навчання зі спеціальностей F3 – Комп'ютерні науки і
F6 – Інформаційні системи та технології,
галузь знань F – Інформаційні технології)*

Укладачі: **КОСТЕНКО** Олександр Борисович,
ЧЕРКАСОВА Валерія Володимирівна

Відповідальний за випуск *О. Б. Костенко*
Редактор *О. В. Михаленко*
Комп'ютерний набір і верстання *В. В. Черкасова*

План 2024, поз. 288М

Підп. до друку 12.01.2026. Формат 60 × 84/16.

Ум. друк. арк. 3,0.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 8386 від 14.07.2025.