**Лекція 04. Поняття вхідного та вихідного потоку, найпростіші математичні функції.**

*Контрольні запитання*.

1. Що таке змінна і як здійснюється її опис та визначення?
2. Що таке «область дії ідентифікатора» та «клас пам’яті»?
3. Які константи налічує С++? Охарактеризуйте їх застосування.
4. Що таке пріоритет операції? Наведіть приклади арифметичних та логічних операцій.
5. Які операції присвоювання та операції відношення налічує С++?
6. Що реалізують логічні операції та операції обробки окремих бітів?

Які операції над покажчиками та додаткові операції має С++?

**Арифметичні операції**

**Операції, операнди, вирази**

Обчислювальні дії в програмуванні називаються **операціями**. Операції застосовуються до **операндів**, тобто значень. Застосування операцій до значень описують у вигляді **виразу** (*expression*). Послідовність застосування операцій називається **обчисленням** виразу й має результатом **значення виразу**.

Операції у виразі позначаються знаками (**операторами**), а значення – константами та іменами змінних. У виразі також можуть бути дужки, що визначають порядок застосування операцій. Найпростішими виразами є ті, що не містять операцій, тобто константи та імена змінних.

**Приклад 1**.

* Вираз **2+2** означає: додаються 2 та 2 і значенням виразу є 4;
* вираз **2\*radius** – 2 множиться на значення змінної **radius** і значенням виразу є подвоєне значення цієї змінної;
* **1+2\*3** – множаться 2 та 3, отриманий добуток 6 додається до 1 і значенням є 7;
* **(1+2)\*3** – додаються 1 і 2, їх сума 3 множиться на 3 та значенням є 9.

Два останні вирази демонструють, як дужки впливають на порядок операцій. Вираз має подвійну семантику – послідовність операцій з операндами, а також значення, що є результатом цієї послідовності.

Операція з одним або кількома значеннями, результатом якої є число, називається **арифметичною**. Спочатку розглянемо тільки деякі з багатьох арифметичних операцій мови С++.

Операції **додавання**, **віднімання**, **множення** й **ділення** мають знаки відповідно **+, -, \*, /**. Результатом операції з *цілими* числами є *ціле* число, з *дійсними* – *дійсне*. Наприклад, значенням виразу **4/2** є ціле число **2**, а виразу **4.0/2.0** – дійсне **2.0**.

Знак **–** позначає як двомісну операцію віднімання, так і одномісну операцію "мінус": **-32768**, **-(2+3)**. Знак **+** також може позначати одномісну операцію.

Результатом ділення **/** цілих чисел є *ціла частка* від ділення з остачею, наприклад, вираз **7/3** має значення **2**. *Цілу остачу* від ділення обчислює операція **%**: значенням виразу **7%3** є **1**. Зауважимо: знак остачі збігається зі знаком діленого, наприклад, обидва вирази **-7%3** та **-7%-3** мають значення **-1**, а вираз **-7%-3** – значенняº **1**.

Результатом ділення дійсних чисел є число в його дійсному зображенні, наприклад, значенням виразу **7.0/3.0** є деяке наближення до числа **2.33…**, а виразу **6.0/3.0** – число **2.0**. Операція **%** до дійсних чисел незастосовна.

Виконання операції **/** або **%** з дільником 0 призводить до аварійного завершення програми.

Одномісна операція обчислює цілу *кількість байтів*, зайнятих її операндом (дані типу **char** займають 1 байт, типу **int** – 4 байти, **double** – 8). Отже, під час виконання інструкції

**cout<< sizeof 'A' << ' ' << sizeof 1 << ' ' << sizeof 0.0 << endl;**

отримаємо **1 4 8**.

**Старшинство операторів і порядок виконання операцій**

Мова С++ в основному відповідає угодам математики про порядок застосування операцій у виразах. Це дозволяє не записувати зайві дужки, наприклад, **1-2\*3** означає те саме, що й **1-(2\*3)**. На порядок обчислення виразу за відсутності дужок впливає **старшинство** (*precedence*), або **пріоритет**, операторів: якщо поруч із позначенням операнду записано два оператори, то спочатку виконується операція, що відповідає старшому оператору (з вищим пріоритетом). Наприклад, пріоритети **\*** та **/** однакові й вищі за **+** і **-**. Одномісні оператори старші за двомісні, а двомісні **\***, **/**, **%**, -, **+**, старші за всі інші двомісні, у тому числі присвоювання.

Окрім пріоритетів, оператори мають властивості право- або лівобічного зв'язування. У мові С++ усі двомісні оператори, окрім присвоювань, мають властивість **лівобічного зв'язування**: якщо ліворуч і праворуч від позначення операнду записано знаки операцій з однаковим старшинством, то операнд зв'язується з оператором, указаним ліворуч (ця операція застосовується спочатку).

**Приклади 2.**

1. Значенням виразу **4+7/5** є **5**, оскільки спочатку обчислюється **7/5** із результатом **1**, а потім **4+1** із результатом **5**. Значенням виразу **(4+7)/5** є **2**, оскільки спочатку обчислюється операція в дужках **(4+7)** – її значення 11, а потім **11/5** із результатом **2**.

2. У виразі **sizeof 2.0+4** обчислюється **sizeof** із результатом **8**, потім додається **4**.

3. Значення виразу **4-3-2** дорівнює **-1**, оскільки спочатку обчислюється **4-3**, тобто **1**, а потім **1-2**; у виразі **2\*7%8** спочатку обчислюється **2\*7** (це **14**), потім **14%8**, тобто **6**.

4. Нехай дійсні змінні **a**, **b**, **c** зображують коефіцієнти квадратного рівняння *ax*2+*bx*+*º*=º0. Дискримінант рівняння визначається виразом **b\*b–4\*a\*c**. Присвоїмо його дійсній змінній **d**: **d=b\*b–4\*a\*c**.

Пріоритети операторів дозволяють не записувати зайві дужки, але зловживати цим не слід. Інколи необов'язкова пара дужок значно підвищує зрозумілість запису. Наприклад, у виразі **sizeof 2.0+4** пробіл між **sizeof** та **2.0** провокує людину спочатку (помилково) обчислити **2.0+4**, а потім **sizeof**. Проте **sizeof(2.0)+4** є очевидним.

**Бібліотечні математичні функції та константи**

Деякі операції з числами позначають **викликами функцій**, тобто у вигляді ***f*(…)**, де ***f*** позначає певне ім'я. Розглянемо дві функції, означені в усіх реалізаціях мови С++. Для використання цих функцій у програмі необхідно підключити модуль **cmath**:

**#include <cmath>**

Одномісна функція **sqrt** обчислює квадратний корінь свого невід'ємного **дійсного** операнда. Значенням виразу **sqrt(2.0)** є приблизно **1.41421**, а **sqrt(4.0)** –значення **2.0**. До цілих чисел функція *незастосовна*.

Двомісна функція **pow** обчислює дійсний степінь, основою якого є перший операнд, показником – другий. Наприклад, значенням виразу **pow(2.0, 3)** є **8.0**, виразу **pow(2, 0.5)** – приблизно **1.41421**. Результатом функції **pow** завжди є дійсне значення.

Функція **log** обчислює натуральний логарифм свого додатного дійсного аргументу, функція **log10** – десятковий логарифм.

Застосування функцій до цілих аргументів є помилковим.

Функція **fabs** обчислює дійсне значення |*x*| за дійсним аргументом *x*. Функція **abs** із бібліотеки **cstdlib** обчислює ціле значення |*x*| за цілим аргументом *x*; якщо аргумент дійсний; обчислене значення може відрізнятися від математичного.

**Приклади 3.**

1. Корінь із невід'ємного дискримінанта квадратного рівняння з дійсними коефіцієнтами **a, b, c** можна обчислити виразом **sqrt(b\*b–4\*a\*c)**, а дійсні корені рівняння – виразами**(-bsqrt(b\*b–4\*a\*c))/(2\*a)** та **(-b+sqrt(b\*b–4\*a\*c))/(2\*a)**.

Дужки в знаменнику обов'язкові. Якщо їх не записати, то відбудеться не ділення, а множення на **a**.

2. Вираз **pow(b\*b–4\*a\*c,0.5)** позначає обчислення квадратного кореня з **b\*b–4\*a\*c**, вираз **pow(b,1.0/3.0)** – обчислення кубічного кореня з **b**, а обидва вирази **pow(2.0, 5)** та **pow(2, 5.0)** – піднесення дійсного числа **2.0** до степеня **5**. Зверніть увагу: вираз **pow(2, 5)** із двома цілими аргументами є помилковим.

3. Значенням **log10(2.0)** є (наближено) 0.30103, значенням **log(1)** – дійсне 0.

4. Значенням **fabs(-2.0)** є дійсне **2.0**, значенням **abs(-2)** – ціле **2**.

У стандарті мови C++ відсутні математичні константи, зокрема ті, що позначають числа π=3.141593… та *e* =2.7182818….

Натомість у бібліотеці **cmath** означено константи з іменами **M\_PI** (число π), **M\_PI\_2** (π /2), **M\_PI\_4** (π /4), **M\_1\_PI** (1/ π), **M\_E** (число *e*), **M\_LN2** (ln 2), **M\_LN10** (ln 10) і деякі інші. Щоб користуватися ними, необхідно перед підключенням бібліотеки **cmath** записати директиву **#define \_USE\_MATH\_DEFINES** (define – означити).

**Приклад 4**. Надана програма виводить значення математичних констант π та *e*.

**#include <iostream>**

**#define \_USE\_MATH\_DEFINES**

**#include <cmath>**

**using namespace std;**

**int main() {**

**cout<<"pi="<<M\_PI<<endl;**

**cout<<"e="<<M\_E<<endl;**

**cout<<endl;system("pause"); return 0;**

**}**

Бібліотеки систем програмування мовою С++ містять різноманітні константи й численні підпрограми, що реалізують математичні та інші функції. Зауважимо: склад бібліотек у різних середовищах може бути різним, тому вичерпну інформацію про вміст бібліотек може дати лише довідка в конкретному середовищі або самі бібліотечні файли. У деяких версіях мови C++ ці константи замінено відповідними бібліотечними функціями.

**Функція** в мові **С++** – це частина програми, оформлена спеціальним чином. Якщо програма описує дії з розв'язання деякої задачі, то функція описує дії з розв'язання деякої частини цієї задачі, тобто підзадачі.

**Математичні функції**

Якщо треба використовувати у програмі математичні функції, слід долучити бібліотеку, яка містить ці функції, тобто увести директиву #include <math. h>

|  |  |
| --- | --- |
| **acos** | арккосинус |
| **asin** | арксинус |
| **atan** | арктангенс |
| **ceil** | округлення до найближчого більшого цілого числа |
| **cos** | косинус |
| **exp** | показникова функція |
| **abs (fabs)** | модуль цілого (дійсного)  числа |
| **log** | натуральний логарифм |
| **log10** | десятковий логарифм |
| **pow(x,y)** | вираховує значення x в степені у |
| **sin** | синус |
| **sqrt** | квадратний корінь |
| **tan** | тангенс |

**Основи введення-виведення інформації**

Вирішення навіть найпростішої задачі на комп’ютері не обходиться без операцій введення-виведення інформації. Введення даних - це передача інформації ззовні в оперативну пам‘ять (далі – ОП) із зовнішнього носія; виведення даних - зворотний процес, коли дані після обробки передаються з ОП на зовнішній носій. Зовнішнім носієм може служити дисплей, друкований пристрій, гнучкий або жорсткий диск і т.ін. Передача даних програмі та виведення результатів програми є необхідним елементом програми.

Програми можуть отримувати вхідні дані декількома способами: із стандартного вхідного файлу, пов'язаного з клавіатурою, або із дискового файлу. Аналогічний поділ існує і при виведенні даних: результати роботи програми за замовчуванням направляються на екран дисплея (у стандартний вихідний файл), але можна перенаправляти їх і на інший носій інформації, наприклад, на дисковий файл, на контролер будь-якого периферійного пристрою комп'ютера тощо.

У сучасних мовах програмування основним поняттям введення та виведення даних є *потік* — послідовність символів або інших даних. У програмі потік зображує фізичний файл на зовнішньому носії даних (диску, клавіатурі або екрані монітора), тобто фізичний файл «видно в програмі» як потік даних. Операції обміну даних з файлом представлено в програмі як операції добування даних з потоку або дописування їх до нього. Cтандартним файлам введення та виведення у таких мовах відповідають стандартний потік введення (cin - в C++) та стандартний потік виведення (cout - в C++).

Алгоритмічні мови програмування використовують концепцію поелементного введення-виведення даних. Зазвичай, введення інформації з клавіатури супроводжується "ехо-сигналом" - на екрані дисплея з'являється зображення символів, що вводяться. В деяких системах програмування існують засоби, що дозволяють відключити таке ехо. Виведення даних організується, починаючи з позиції розміщення курсору. При цьому пробіли між даними, що виводяться, автоматично не вставляються - їх необхідно враховувати самим.

За допомогою відповідних засобів можна вводити або виводити дані тільки певних типів.

Для організації у мові С++ введення та виведення даних використовуються стандартні бібліотечні функції. Бібліотеки С++ підтримують два основних способи введення/виведення: потокове введення/виведення (заголовний файл fstream) та форматоване введення/виведення за допомогою функцій (заголовний файл stdio.h).

Потокове введення / виведення.

У мові C++ дії, що пов’язані з операціями введення і виведення, виконуються за допомогою функцій бібліотек. Функції ведення і виведення бібліотек мови дозволяють читати дані з файлів та пристроїв і писати дані у файли і на пристрої.

Бібліотека мови C++ підтримує три рівня введення-виведення даних:

* введення-виведення потоку;
* введення-виведення нижнього рівня;
* введення-виведення для консолі і порту.

При введенні-виведенні потоку всі дані розглядаються як потік окремих байтів. Для користувача потік — це файл на диску або фізичний пристрій, наприклад, дисплей чи клавіатура, або пристрій для друку, з якого чи на який направляється потік даних. Операції введення-виведення для потоку дозволяють обробляти дані різних розмірів і форматів від одиночного символу до великих структур даних..

За замовчуванням стандартні введення і виведення повідомлень про помилки відносяться до консолі користувача (клавіатури та екрана). Це означає, що завжди, коли програма очікує введення зі стандартного потоку, дані повинні надходити з клавіатури, а якщо програма виводить дані — то на екран.

Потокове виведення виконується за допомогою вихідного потоку cout та операції вставки у вихідний потік ”<<”. Стандартна операція ”<<” для операцій виведення перевизначається, тобто для неї визначаються нові можливості. Потокове введення аналогічне виведенню, але використовує перевизначену операцію вставки з вхідного потоку ”>>” для потоку введення cin.

Виконуючи операцію введення з клавіатури, комп’ютер тимчасово зупиняється і очікує на введення значення для змінної. У відповідь слід на клавіатурі набрати деяку послідовність символів, що зображує значення (ці символи з’являться на екрані). Уведені символи запам’ятовуються у буфері та передаються функціям введення тільки після натиснення клавіші Enter.

*Буфер* — це область пам’яті для тимчасового зберігання даних. Максимальний обсяг буфера становить 128 символів (байтів). Завдяки наявності буфера можливе редагування даних під час їх введення.

У мові C++ існує декілька бібліотек, які містять засоби введення-виведення, наприклад: **stdio.h, iostream.h.** Найчастіше застосовують потокове введення-виведення даних, операції якого включені до складу класів **istream** або **iostream**. Доступ до бібліотеки цих класів здійснюється за допомогою використання у програмі директиви компілятора **#include <iostream.h>**.

**Для потокового введення даних** вказується операція «**>>**» («читати з»). Це перевантажена операція, визначена для всіх простих типів і покажчика на **char**. Стандартним потоком введення є **cin**.

Формат запису операції введення має вигляд:

**сin [>> values];**

де ***values*** — змінна.

Так, для введення значень змінних **х і у** можна записати:

**сin >> х >> у;**

Кожна операція «>>» передбачає введення одного значення. При такому введенні даних необхідно дотримуватись конкретних вимог:

* для послідовного введення декількох чисел їх слід розділяти символом пропуску (« ») або **Enter** (дані типу **char** роздiляти пропуском необов’язково);
* якщо послідовно вводиться символ і число (або навпаки), пропуск треба записувати тільки в тому випадку, коли символ (типу **char**) є цифрою;
* потік введення ігнорує пропуски;
* для введення великої кількості даних одним оператором їх можна розташовувати в декількох рядках (використовуючи Enter);
* операція введення з потоку припиняє свою роботу тоді, коли всі включені до нього змінні одержують значення. Наприклад, для операції введення **х і у**, що вказана вище, можна ввести значення **х та у** таким чином:

**2.345 789**  
або

**2.345**  
**789.**

Оскільки в цьому прикладі пропуск є роздільником між значеннями, що вводяться, то при введенні рядків, котрі мiстять пропуски у своєму складі, цей оператор не використовується. У такому випадку треба застосовувати функції **getline(), get()** тощо (це буде розглядатися окремо в подальших темах). У мові C++ бажано здійснювати потокові введення-виведення даних.

За стандартних налаштувань запис числа сприймається як десятковий. Якщо натиснути Enter, не набравши нічого, окрім пропусків, то комп’ютер і надалі чекатиме. В інструкції введення можна записати кілька імен змінних - кожне після «свого» знаку ”>>”. При виконанні такої інструкції треба набрати на клавіатурі відповідну кількість вхідних констант, відокремивши їх одним або кількома порожніми символами.

**Для потокового виведення даних** необхідна операція **«<<»** («записати в»), що використовується разом з ім’ям вихідного потоку **cout**. Наприклад, вираз

**cout << х;**

означає виведення значення змінної **х** (або запис у потік). Ця операція вибирає необхідну функцію перетворення даних у потік байтів.

Формат запису операції виведення представляється як:

**cout << data [<< data1];**,

де **data, data1** — це змінні, константи, вирази тощо.

Потокова операція виведення може мати вигляд:

**cout << “у =” << x + а – sin(x) << “\n“;.**

Застосовуючи логічні операції, вирази треба брати в дужки:

**cout << “р =” << (а && b || с) << “\n“;.**

Символ переведення на наступний рядок записується як рядкова константа, тобто **“\n”**, інакше він розглядається не як символ керуючої послідовності, а як число 10 (код символу).

Слід пам’ятати, що ***при виведенні даних з використанням «cout <<» не виконується автоматичний перехід на наступний рядок, для реалізації такого переходу застосовується так переведення рядка*** ***“\n” або операція*** ***endl.*** Тобто, вивести рядкову константу можна, наприклад, так:

**cout <<** **“**Bad news has wings **\n“;**

**або   cout <<** **“**Bad news has wings **” << endl;**.

Операція «помістити в потік» (”<<”) має асоціативність зліва направо:

(((cout<<"47+ 53 =")<<(47+53))<<endl)

Тобто, багаторазові операції ”<<” виконуються у тій послідовності, у якій вони записані. Такий спосіб об’єднання операцій ”<<” можливий, оскільки дана операція повертає посилання на об’єкт свого лівого операнда (на об’єкт cout). Отже, саме лівий вираз в круглих дужках

(cout << "47 + 53 =")

виводить заданий рядок символів і повертає посилання на cout*.* Тому середній вираз в круглих дужках має виконуватися, тобто виводити ціле значення 100 і повертає посилання на cout*,* наприклад: (cout<<(47+53)). Потім виконується самий правий вираз у круглих дужках, наприклад: cout << endl*,* який переводить рядок, скидає cout і повертає посилання на cout. Аналогічно, багаторазовою є і операції ”>>”.

Для керування потоковим введенням/виведенням можуть використовуватися маніпулятори потоків, які дозволяють міняти режими виконання операцій введення-виведення. Наприклад, маніпулятор **hex** задає форматування із шістнадцятковим перетворенням, **endl** - вставку символу нового рядка і очищення потоку.

Стандартні засоби потокового введення/виведення описані у бібліотеці iostream (iostream.h), маніпулятори потоків - у бібліотеці iomanip.h. Щоб мати змогу їх використати у програмі, відповідні бібліотеки слід підключити до програми за допомогою директиви #include. Наприклад,

#include <iostream.h>

int main()

{ double r,s;

const float pi=3.14;

cout<< "\nr="; cin >> r;

s=pi\*r\*r;

cout<< "\narea of a circle: " << s << endl;

system("pause");

return 0;

}

Форматоване введення / виведення.Здійснюєтьсяфункціями:

* **printf** - виводить аргументи у стандартний потік stdout у відповідності із заданим форматом;
* **scanf** - вводить дані із стандартного потоку вводу stdin у відповідності із заданим форматом, записуючи їх у змінні, адреси яких задаються аргументами.

Щоб зв’язати програму користувача зі стандартною бібліотекою, де знаходяться ці функції, необхідно на початку програми включити заголовний файл **stdio.h**.

# Потокове введення-виведення Приклади

***Приклад 1.*** Написати програму, що містить організацію виведення даних, пояснювальні повідомлення, а також символи переведення рядка.

**#include <iostream.h>**

**#include <conio.h>**

**int main()**

**{**

**int wozrast = 20;**

**int doplata = 2;**

**float zarplata = 309.75;**

**float prozent = 8.5;**

**cout << "** Verification of source data **\n";**

**cout << "** Age"**<< “\t” <<"**additionalpayment "**<< “\t” << "**salary "**<< “\t” << "**percent**:\n";**

**cout << wozrast << “\t” << doplata << “\t” << zarplata << “\t” << prozent << “\n“;.**

**getch ();**

**}**

В останніх двох операціях виведення програми використано символи табуляції.

Для додаткового керування даними, що виводяться, використовують маніпулятори **setw(w)** та **setprecision(d)**. Маніпулятор **setw(w)**призначений для зазначення довжини поля, що виділяється для виведення даних (**w** — кількість позицій). Маніпулятор **setprecision(d)** визначає кількість позицій у дробовій частині дійсних чисел.

Маніпулятори змінюють вигляд деяких змінних в об’єкті **cout**, що у потоці розташовані за ними. Ці маніпулятори називають *прапорцями стану*. Коли об’єкт посилає дані на екран, він перевіряє прапорці, щоб довідатися, як виконати завдання, наприклад, запис:

**cout << 456 << 789 << 123;**

призводить до виведення значення у вигляді: **456789123**, що ускладнює визначення групи значень.

***Приклад 2.*** Написати програму, використовуючи маніпулятор **setw()**.

**#include <iostream.h>**

**#include <iomanip.h>**

**#include <conio.h>**

**main ( )**

**{**

**cout << 456 << 789 << 123 << endl;**

**cout << setw(5) << 456 << setw(5) << 789 << setw(5) << 123 << endl;**

**cout << setw(7) << 456 << setw(7) << 789 << setw(7) << 123 << endl;**

**getch ();**

**}**

Результати виконання програми:  
**456789123**   
**456     789     123**   
**456       789       123**

У цьому прикладі з’явився новий заголовний файл **iomanip.h**, що дозволяє застосовувати функції маніпуляторів. При використанні функції **setw()** число вирівнюється вправо в межах заданої ширини поля виведення. Якщо ширина недостатня, то вказане значення ігнорується.

Функція **setprecision(2)** повідомляє про те, що число з плаваючою крапкою виводиться з двома знаками після крапки з округленням дробової частини, наприклад, при виконанні операції

**cout** **<< setw(7) << setprecision(2) << 123.456789;**

буде отримано такий результат: **123.46.**

Функції **cout.width(w)** та **cout.precision(d)**, які потребують підключення тільки заголовного файла **iostream.h**, виконують дії, подібні тим, що і функції **setw(w)** та **setprecision(d)**.

Операція введення використовує ті ж самі маніпулятори, що й операція виведення.

***Приклад 3.*** Написати програму обчислення податку на продаж.

**#include <iostream.h>**

**#include <iomanip.h>**

**#include <conio.h>**

**main ( )**

**{ float prod\_sum;** *// prod\_sum — сума продаж*

**float nalog;**

cout << **"** Enter the amount of sales **";**

**cin >> prod\_sum;**

*//............... обчислення податку на продаж*

**nalog = prod\_sum\* 0.7;**

**cout << " " << setprecision(2) << prod\_sum;**

**cout << " " << setprecision(2) << nalog << "\n";**

**getch();** *// затримка екрана*

**return 0;**

**}**

Внаслідок того, що у першому операторі **cout** відсутня інструкція переведення рядка, відповідь користувача на підказку (тобто введене значення змінної **prod\_sum**) з’явиться відразу праворуч за самою підказкою.

*Формат виклику функції printf*:

**printf("форматний\_рядок", [список\_аргументів])**

Де *список\_аргумен*тів = аргумент {, аргумент}

*форматний\_рядок* = “”” ([літерал] | % [маркер][ширина][.точність] тип)

{( [літерал] | % [маркер][ширина][.точність] тип}”””

Форматний рядок завжди береться в подвійні лапки. Символ "%" є символом початку задання формату введення чергового аргументу. При описі формату виведення також використовуються:

*маркер* – специфікатор вирівнювання виведених знаків, пропусків, десяткових точок, вісімкових і шістнадцяткових префіксів (наприклад, вирівнювання результату перетворення по лівій межі, обов'язкове зображення знаку числа тощо);

ширина– загальна ширина поля виведення;

*точність* – максимальне число цифр дробової частини числа, які будуть виведені після коми;

*тип* – специфікатор типу аргументу (наприклад, d – ціле десяткове число, f – дійсне число).

Функція printf переводить дані з внутрішнього коду в символьне представлення відповідно до форматного рядка і виводить отримані символи на екран. Форматний рядок може включати довільний текст, керуючі символи та специфікації перетворення даних. Список аргументів є необов'язковим параметром даної функції. Дану функцію можна використовувати для виводу будь-якої комбінації символів, цілих та дійсних чисел, тощо.

**Функція printf** може використовуватися, наприклад, для виведення повідомлення на екран:

**printf ("**Enter the source data **\n");**

Для звертання до функції використовуються параметри, якi розташовані у круглих дужках. Найчастіше функція **printf** реалізується для виведення значень змінних. Першим аргументом у звертанні до функції ставиться рядок форматів (береться в лапки), а наступними, якщо вони є, — об’єкти, що виводяться.

Рядок форматів може включати звичайні символи, які копіюються при виведенні, і специфікації перетворення, що починаються із символу«% », за специфікаціями йде символ перетворення. Кожна специфікація перетворення відповідає одному з аргументів, що йдуть за форматним рядком, і між ними встановлюється взаємно однозначна відповідність, наприклад:

**printf (“Values a, b, c are equal: %d %d. %d \n”, а, b, с);**

тут літера **d** у специфікації перетворення вказує, що значення аргументу має бути представлено як десяткове ціле число.

Список форматних кодів має таку форму запису:

**% [прапорець] [довжина] [точність] [f | n] [h | l] тип ,**

де **прапорець** — символ, що керує вирівнюванням виведення і виведенням пропусків, десяткової крапки, ознак чисел вісімкової і шістнадцяткової систем числення. **Прапорець** може задаватися одним із символів:

**«-»** — вирівнювання вліво усередині заданого поля;

**«+»** — виведення знаку числа;

**« »** (пропуск) — приєднання пропуску до виведеного числа, якщо число є додатним і має тип зі знаком;

**«#»** — виводиться ідентифікатор системи числення для цілих: **0** — для вісімкових чисел, **0х** чи **0Х** — для шістнадцяткових чисел;

**довжина** — визначає мінімальну кількість виведених символiв, якщо довжина більше виведеної кількості символів, то виведене значення доповнюється пропусками, у випадку, коли довжина менше кількості символів у виведеному значенні або вона не задана, виводяться всі символи значення (відповідно до поля точність, якщо воно є);

**точність** — задається цілим числом після крапки і визначає кількість виведених символів, кількість знаків після крапки; на відміну від поля довжини поле точність може привести до «зрізання» виведених даних.

Параметри **f, n, h, l** і **тип** списку форматних кодів за змістом аналогічні раніше описаним для функції **scanf**.

Виведення результатів з використанням форматних кодів функції **printf** може мати вигляд:

**printf (” % 3.0 f % 6.1 f \ n ”, х, у);**

***Приклад 5.*** Обчислити значення функції **у = ах2 – sinx**, якщо **а =  10,5; х є [-1; 2]; hx = 0,5**.

**#include <stdio.h>**

**#include <math.h>**

**#include <conio.h>**

**main( )**

**{ float x, y, a(10.5);**

**printf ("\t Vivod rezultata\n");**

**for (x = -1; x <= 2; x += 0.5)**

**{** **у = a \* pow(x,2) - sin(x);     //у = a\*x\*x - sin(x);**

**printf (" \t x = % 4.1f    у = % 6.3f \n", x, y);**

**}**

**getch ();** *//затримка екрана*

**}**

Результати обчислення:  
**Vivod rezultata**  
**x = -1.0 у =11.342**  
**х = -0.5 у = 3.104**  
**х = 0.0  у = 0.000**  
**х = 0.5  у = 2.146**  
**х = 1.0  у = 9.659**  
**х = 1.5  у = 22.628**  
**х = 2.0  у = 41.091.**

Формат виклику функції scanf:

**Функція scanf**, що забезпечує форматоване введення даних, має змінне число параметрів, при цьому перед відповідним параметром ставиться знак **«&»** — символ взяття адреси змінної. Наприклад, **&х1** означає адресу змінної **х1**, а не значення, яке ця змінна має в даний момент. Рядок форматів функції **scanf** вказує, які дані очікуються на вході. Якщо функція зустрічає у форматному рядку знак **« % »**, за яким розташований знак перетворення, то на вході будуть пропускатися символи, доки не з’явиться деякий непорожній символ.

Форма запису функції **scanf** має вигляд:

**scanf ("рядок форматних кодів", список імен змінних);**

Рядок форматних кодів являє собою таку структуру запису:

**%[ \* ][довжина][f|n][h|l] тип**

де **«%»** — ознака початку форматного коду. Якщо за символом **«% »** йде символ, що не є символом керування форматом, то він розглядається як звичайна послідовність символів. При цьому наступні за ним символи (до наступного символу **«%»**) також вважаються просто символами; якщо за символом **«%»** йде символ **«\*»**, то присвоювання наступного вхідного поля приглушується, поле читається, але не зберігається;

**довжина** — позитивне десяткове ціле число, яке задає макси­мальне число символів, що може бути прочитане з вхідного потоку, доки не зустрінеться символ «  » (пропуск) або символ, який не може бути перетворений відповідно до заданого формату;

**f | n** — дозволяють приглушити погодження за замовчуванням про використану модель пам’яті («далека», «близька» пам’ять);

**h | l** — предикати, що визначають відповідно аргументи типів **short і long**;

**тип** — задається одним із символів: **d** — десяткове ціле; **і** — десяткове, вісімкове чи шістнадцяткове ціле зі знаком; **с** — одиночний символ; **u** — беззнакове десяткове число; **х, X** — беззнакове шістнадцяткове число; **0** — вісімкове число; **s** — сприймає символи без перетворення до символу **«\n»** або пропуску, доки не буде досягнута задана довжина (при виведенні видає до потоку всі символи до символу **«\0»** або до досягнення специфікованої точності); **f, F** — значення з плаваючою крапкою; **е, Е** — значення у експоненціальній формі; **G, g** — значення зі знаком у формі **f** або **е**.

Аргументи у функції **scanf** мають бути записані у формі покажчиків, тобто у вигляді **&х, &у, &mas[i]** тощо. Для введення змінних **k** (типу **int**) і **р** (типу **float**) цю функцію можна за­писати так:

**scanf(” %d  %f   \n ”, &k, &р);.**

Аргументами функції scanf є не імена змінних, а їхні адреси (символ & означає взяття адреси). Функція scanf зчитує коди з клавіатури, перетворює їх у відповідності із специфікацією форматного рядка і передає програмі. Форматний рядок і список аргументів для функції scanf – обов'язкові параметри. Описи відповідних функцій введення / виведення містяться у заготовочному файли stdio.h.

Наприклад, програма обчислення площі кола:

#include <stdio.h>

void main()

{ double r,s;

const float pi=3.14;

printf("\n r=");

scanf("%lf",&r);

s=pi\*r\*r;

printf("\narea of a circle: %10.3f",s);

system("pause");

return 0; }

***Приклад 6.*** Ввести два числа та обчислити їх суму.

**#include <stdio.h>**

**#include <conio.h>**

**main( )**

**{ int a, b, c;**

**scanf ( " %d  %d",&a,&b);**     *//введення чисел 5 и 8*

**с = a + b;**

printf ("Summa =**%d \n", c);**

**getch();**      *//затримка екрана*

**}**

У результаті виконання програми буде виведено: **Summa=13**.

Форматний рядок наказує функції **scanf** ввести десяткове число, яке треба помістити в змінну **а**, а потім перейти до наступного не порожнього символу і з цього моменту почати введення нового десяткового числа, яке потім присвоюється змінній **b**. Якщо за рядком керування форматом аргументів більше, ніж специфікацій формату, зайві аргументи ігноруються. Коли для специфікацій формату недостатньо аргументів, результат не визначений.

У наведеному фрагменті програми для форматованого виведення даних використовується функція **printf**.

***Контрольні запитання*.**

**1.** Як забезпечується організація введення даних на С++?

**2.** Як здійснюється виведення результатів на С++?

**3.** Як реалізується потокове введення даних «**сіn>>**»? Наведiть приклади.

**4.** Охарактеризуйте основні аспекти використання потокового ви ведення даних «**соut<<**».

**5.** Що таке форматоване введення-виведення даних?

**6.** Поясніть правила застосування функції **scanf**.

**7.** Як здійснює роботу функція **printf**?

***Для самостійного вивчення*:** Поглибити матеріал лекції за наданою літературою. Вивчення лекційного матеріалу та додаткових джерел. Розгляд запитань і виконання завдань для самостійної роботи, запропонованих на лекції..

***Література***

1. Ковалюк Т. В. Алгоритмізація та програмування: Підручник. — Львів: «Магнолія 2006», 2013. — 400 с., ил.
2. Вступ до програмування мовою С++. Організація обчислень: навч. посіб. / Ю. А. Бєлов, Т. О. Карнаух, Ю. В. Коваль, А. Б. Ставовський. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2012. – 175 с. с.: іл. ISBN (укр.) . URL: <http://csc.knu.ua/uk/library/books/belov-24.pdf>
3. Зелковиц М., Шоу А., Геннон Дж. Принципы разработки программного обеспечения. — М.: Мир, 1982. — 368 с. URL: [http://computersbooks.net/index.php?id1=4&category=teoriyaprogramirovaniya& author=zelkovic-m&book=1982](http://computersbooks.net/index.php?id1=4&category=teoriyaprogramirovaniya&%20author=zelkovic-m&book=1982)
4. Джейс Либерти Освой самостоятельно С++ за 21 день: 3-е изд. пер. с англ.: Уч. пос. – М.: Издательский дом „Вильямс”, 2001. – 816 с.: ил..

**Вправи**

Кожне виконане завдання оцінюється в 1 бал. Завдання виконати до наступного заняття.

Результати надсилати на електронну адресу викладача [**t.i.lumpova@gmail.com**](mailto:t.i.lumpova@gmail.com)у вигляді cpp-файлу з іменем у форматі

**<Номер групи><Номер лабораторної><Прізвищеанглійською>**

Наприклад, 31-01Ivanov.cpp.

Іншим рішенням є надсилання поштою посилання на текст програми за URL адреси, яку надає C++Shell.

В темі в темі листа вказати, номер групи, прізвище студента та номер лекції як "Л№4".

1. Що буде виведено на екран за такими інструкціями? ? (Написати програму виведення)

**cout<<9/5<<' '<<-9/5<<' '<<9/-5<<' '<<-9/-5<<endl;**

**cout<<9%5<<' '<<-9%5<<' '<<9%-5<<' '<<-9%-5<<endl;**

**cout<<9./5.<<endl;**

**cout<<7/3<<' '<<1/6<<endl;**

**cout<<7./3.<<' '<<1./6.<<endl;**

2. Припустимо, що значення дійсної змінної **length** відповідає довжині будівлі в міліметрах. Написати програму виведення виразу, що задає довжину будівлі в метрах.

3. Нехай значення цілої змінної **sizeOfFile** задає розмір файлу в байтах. Написати програму виведення виразу, значенням якого є розмір файлу в Кбайтах.

4. Нехай **v** – ім'я цілої змінної з невід'ємним значенням. Написати програму виведення виразу, який обчислює: а) значення молодшої десяткової цифри числа **v**; б) значення молодшої двійкової цифри числа **v**.

5. Що буде виведено на екран за такими інструкціями? (Написати програму виведення)

**cout<<1+4/2<<' '<<(1+4)/2<<endl;**

**cout<<2\*4%7<<' '<<2\*(4%7)<<endl;**

**cout<<51/6%7<<' '<<51/(6%7)<<endl;**

**cout<<2\*(7%8)<<' '<<12/6%8<<' '<<5-3%2<<endl;**

6. Що буде виведено на екран за такими інструкціями? ? (Написати програму виведення)

**cout<<4\*6/8<<' '<<4/8\*6<<endl;**

**cout<<(-3+5)\*(2%7/3+4\*2)<<endl;**

а) **int a=2, b=3;**

**cout<<"a\*b="<<a\*b<<";\n\*\*\*"<<endl;**

б) **int a=3, b; cout<<a\*a<<' '<<a+4<<'\n';**

7. Нехай **a**, **b**, **c** – дійсні змінні, що позначають довжини сторін трикутника. Запишіть вираз, що задає периметр, та інструкцію, яка присвоює периметр змінній **p**. Написати програму, що введіть значення, виконує розрахунок, виводить результат.