Лекція 1
Вступ

План

1. Програми, дані, моделі, мови
2. Алгоритми та їхні властивості
3. Мови програмування
4. Види діяльності зі створення програми
5. Кроки роботи з програмою

1. Програми, дані, моделі, мови

Сучасна людина використовує комп'ютер для розв'язання різноманітних задач – від виконання простих арифметичних дій до моделювання атмосферних явищ і керування польотами в космос. Насправді все, що "вміє" комп'ютер – це *виконувати програми*. Щоб комп'ютер розв'язав потрібну задачу, необхідно спочатку створити відповідну програму, а потім запустити її на виконання.

Програма (*program*) – це опис тих дій, які має виконати комп'ютер, щоб розв'язати деяку задачу. **Програмування** – це діяльність, яка полягає у створенні програм. Мета програмування – забезпечити, щоб замість людини ту чи іншу роботу виконував комп'ютер.

Усі дії комп'ютера пов'язані з **обробкою даних** – числових, символьних, текстових тощо. Згідно з В. М. Глушковим, **дані** (*data*) зображують (позначають) деякий **зміст**, або **інформацію**. Поняття змісту та інформації не мають чіткого означення або тлумачення. Будемо розуміти їх як знання, відомості про щось.

Отже, зображення об'єктів реального світу за допомогою даних є основою будь-якої взаємодії, у тому числі й комп'ютера із зовнішнім світом.

Комп'ютер має розв'язувати задачі для людини. У цих задачах фігурують різноманітні об'єкти реального світу – картинки, фізичні явища, особи, технологічні процеси тощо. Щоб запрограмувати обробку даних, пов'язаних із цими об'єктами, треба спочатку *зобразити об'єкти у вигляді даних*.

Зображення об'єкта, явища або процесу за допомогою даних про нього є його *моделлю*. Узагалі, **модель** – це спрощене зображення об'єкта або явища, що відображає його необхідні суттєві властивості. В обробці даних модель є сукупністю властивостей і співвідношень між ними, що відображають суттєві риси досліджуваного об'єкта, явища або процесу. Модель зазвичай містить опис не лише даних, а також їх обробки, яка відтворює реальні процеси, пов'язані з об'єктом.

Існує безліч різновидів моделей. Один і той самий об'єкт реального світу може мати кілька різних моделей, що виражають властивості, потрібні з різних поглядів на нього.

Власне дані – це деякі позначення, тобто записи, що позначають властивості об'єкта. Однак для правильного розуміння запису (відновлення позначеного ним змісту) необхідно знати, що саме позначають його окремі елементи.

Система позначень деякого змісту називається **мовою**. Мова включає елементарні позначення, правила утворення складніших позначень із простіших і правила, за якими зміст і позначення відповідають одне одному. Правила

утворення позначень визначають **синтаксис** мови, а правила, що задають зміст позначень, – **семантику**.

Для спілкування й мислення людина використовує *природні мови* (українську, російську, англійську тощо). Проте в науці й техніці природні мови неефективні або недостатні, тому розроблено також спеціальні *штучні мови*. Їх застосовують насамперед для обміну інформацією між користувачем і/або прикладними процесами. Одним із класів штучних мов є *мови програмування*, призначені для запису програм.

2. Алгоритми та їхні властивості

Програму, призначену для виконання комп'ютером, можна розглядати як різновид алгоритму, що є загальнішим поняттям.

Алгоритм – це опис послідовності дій, які треба виконати, щоб розв'язати деяку задачу. Позначення дій у алгоритмі називаються **командами** або **інструкціями** (*statement*).

Зазвичай у алгоритмі вказано деякі **вхідні**, **результатні** (**вихідні**) та **проміжні дані**, що не є ні вхідними, ні вихідними.

Послідовність дій, що виконується за алгоритмом, називається **процесом**. Алгоритм зазвичай визначає не один, а деяку множину процесів. Алгоритми мають кілька загальних властивостей: зрозумілість, результативність, однозначність, дискретність, масовість і виконуваність. Розглянемо їх.

Зрозумілість. Для виконання алгоритму завжди потрібен *виконавець*. Це може бути людина або деяка технічна система, зокрема комп'ютер. Наприклад, виконувати арифметичні дії, розв'язуючи квадратне рівняння (і не тільки), може людина. Однак вона може перекласти цю роботу на комп'ютер, якщо створить відповідну програму та примусить комп'ютер її виконати.

Так само збирати прилади може спеціальна автоматична лінія, якщо виконує відповідну програму.

Зрозумілість алгоритму полягає в тому, що виконавець може правильно зрозуміти й виконати команди, записані в алгоритмі. Команди завжди записуються за допомогою певної системи позначень, тобто мови. Отже, виконавець повинен розуміти мову запису алгоритму.

Результативність. Виконання будь-якого алгоритму має приносити його виконавцю або іншій особі відчутні результати. Наприклад, "корені рівняння визначено", "прилад зібрано" тощо.

Однозначність. В алгоритмі не допускаються команди, зміст яких можна сприйняти неоднозначно. Наприклад, якби в алгоритмі розв'язання квадратного рівняння була команда "обчислити x або написати, що коренів немає", то виконавець не знав би, що саме йому робити. Окрім того, після виконання кожної команди виконавець повинен точно знати, що робити далі.

Дискретність. Дискретність алгоритму полягає в тому, що він задає послідовність дій, чітко відокремлених одна від одної. Отже, дії, задані командою, мають починатися лише після закінчення дій за попередньою командою. Окрім того, виконання кожної команди повинне займати обмежений проміжок часу.

Масовість. Конкретні об'єкти, до яких застосовуються дії під час виконання алгоритму, визначають конкретні задачі, що часто називаються **екземплярами**

задачі. Наприклад, конкретна трійка чисел 3, 10, 2 відповідає квадратному рівнянню, яке треба розв'язати. Масовість алгоритму полягає в тому, що він застосовний до різних наборів вхідних даних, тобто до різних екземплярів задач. Найчастіше алгоритм описує не один, а деяку *множину процесів*, які відбуваються при розв'язанні всіх можливих екземплярів задачі, хоча існують і алгоритми, що задають тільки один процес.

Виконуваність і скінченність. Алгоритм має бути таким, щоб на кожному екземплярі задачі його можна було *виконати до кінця* (й отримати результат). Кожен процес, заданий алгоритмом, має бути *скінченним* і тривати скінченний час. Окрім того, процес *не повинен обриватися* без отримання результату.

Комп'ютерна програма є послідовністю команд, основний зміст яких – *обробка даних*. Центральний процесор зчитує дані й команди програми з оперативної пам'яті та виконує їх. Команди задають зчитування даних із пам'яті, створення нових даних і запис їх у пам'ять. Є також команди, за якими дані надходять до зовнішніх пристроїв або зчитуються з них.

3. Мови програмування

Комп’ютери розуміють тільки дуже обмежений набір інструкцій і щоб змусити їх щось зробити, потрібно чітко сформулювати завдання, використовуючи ці ж інструкції. **Програма** (також «**додаток**», «**програмне забезпечення**», «**софт**») — це набір інструкцій, які вказують комп’ютеру, що йому потрібно зробити. Фізична частина комп’ютера, яка виконує ці інструкції, називається «**залізом**» або **апаратною частиною** (наприклад: процесор, материнська плата, оперативна пам’ять, тощо).

Машинна мова

Процесор комп’ютера не здатен розуміти мови програмування (такі як C++, Java, Python і т.д) напряму. Дуже обмежений набір інструкцій, які розуміє процесор, називається **машинним кодом** (або ще «**машинною мовою**»). Варто відзначити наступні дві речі:

По-перше, кожна команда (інструкція) складається тільки з двох цифр: 0 або 1. Ці числа називаються **бітами** (скорочено від англ. «**bi**nary digi**t**») або **двійковим кодом**.

Наприклад, нижче представлена команда машинної мови архітектури x86:

```
10110000 01100001
```

По-друге, кожен набір бітів трансформується процесором в інструкції для виконання певного завдання (наприклад, порівняти два числа між собою або перемістити вказане число в певну комірку пам’яті). Різні типи процесорів зазвичай мають різні набори інструкцій, тому інструкції, які працюватимуть на процесорах Intel цілком ймовірно, що не працюватимуть на процесорах Xenon (які використовуються в ігрових консолях Xbox). Раніше, коли комп’ютери тільки починали масово поширюватися, програмісти писали більшість програм тільки на машинній мові, що було дуже незручно, важко і займало набагато більше часу, ніж зараз.

Мова Асемблера

Так як програмувати на машинній мові є специфічним задоволенням, то програмісти винайшли **Мову Асемблера**. У цій мові кожна команда ідентифікується коротким ім'ям (а не набором одиниць з нулями), і змінними можна управляти через їх імена. Таким чином, писати/читати код стало набагато легше. Проте процесор все рівно не здатен розуміти мову асемблера напряму. Цю мову також потрібно перекладати в машинний код. **Асемблер** — це транслятор (перекладач), який перекладає код, написаний на мові асемблера, в машинну мову.

Перевагою Асемблера є його продуктивність (а саме швидкість виконання) і він досі використовується, коли швидкість виконання має вирішальне значення. Причина даної переваги заключається в тому, що код, написаний на мові асемблера, адаптується до кожного конкретного процесора окремо. Програми, адаптовані під один процесор, не будуть працювати з іншим. Крім того, для того, щоб програмувати на Асемблері, потрібно також знати дуже багато не дуже читабельних інструкцій для виконання навіть простих завдань.

Наприклад, ось команда, яка записана вище, але уже на мові асемблера:

```
mov al, 061h
```

Високорівнені мови програмування

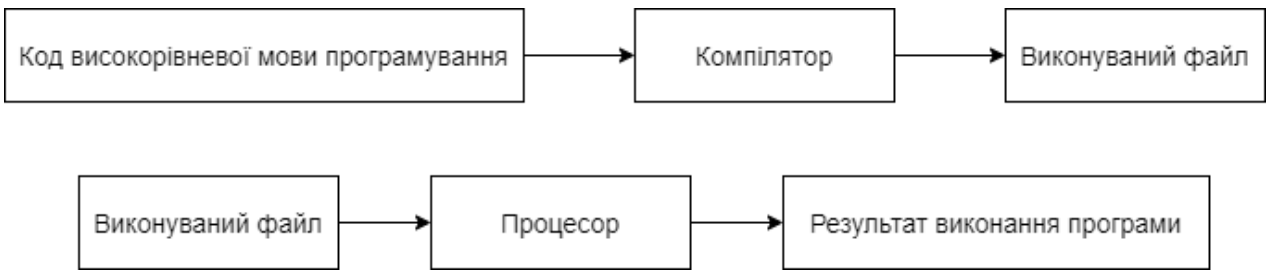
Для вирішення проблем читабельності коду і надмірної складності були розроблені високорівневі мови програмування. C, C++, Pascal, Java, JavaScript і Perl відносяться до високорівневих мов програмування, однією з основних властивостей яких є портативність під різні архітектури процесорів. Програми, написані на мовах високого рівня, також повинні бути перекладені в машинну мову перед їх виконанням процесором. Є два варіанта перекладу в машинну мову:

компіляція, яка виконується компілятором;

інтерпретація, яка виконується інтерпретатором.

Компілятор — це програма, яка зчитує код і створює автономну (здатну працювати незалежно від іншого апаратного або програмного забезпечення) виконувану програму, яку процесор здатен зрозуміти. При запуску програми весь її код повністю компілюється, а потім створюється виконуваний файл і вже при повторному запуску цієї програми компіляція (вже другий раз) не виконується.

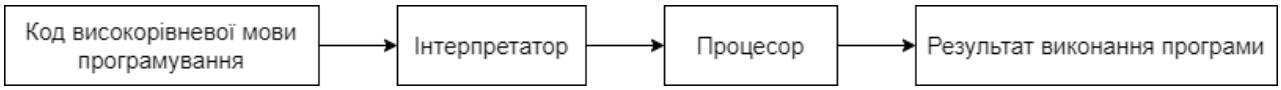
Процес компіляції можна зобразити наступним чином:



Інтерпретатор — це програма, яка виконує код напряму, без його попередньої компіляції в виконуваний файл. Інтерпретатори більш гнучкі, але

менш ефективні, так як процес інтерпретації виконується повторно при кожному новому запуску програми.

Процес інтерпретації можна зобразити наступним чином:



Будь-яка мова програмування може або компілюватися, або інтерпретуватися. Однак, такі мови, як C, C++ і Pascal — компілюються, в той час як “скриптові” мови програмування, такі, як Perl і JavaScript — інтерпретуються. Деякі мови програмування (наприклад, Java) можуть як компілюватися, так і інтерпретуватися.

Переваги високорівневих мов програмування

Перевага №1: Легше писати/читати код. Ось та ж команда, що вище, але вже на мові C++:

```
a = 97;
```

Перевага №2: Потрібно менше інструкцій для виконання завдань. В C++ ви можете зробити щось на зразок наступного в одному рядку:

```
a = b * 2 + 5;
```

В мові асемблера вам довелося б використати 5 або 6 інструкцій.

Перевага №3: Вам не потрібно турбуватися про такі деталі, як завантаження змінних в регістри процесора. Компілятор або інтерпретатор бере це на себе.

Перевага №4: Високорівневі мови програмування є портативними, тобто підходять під різні архітектури (але є один нюанс):

Нюанс полягає в тому, що більшість платформ, такі як Microsoft Windows, мають свої власні специфічні функції, за допомогою яких писати код набагато легше. Але ціна цьому — портативність, так як функції, специфічні для однієї платформи, цілком ймовірно, що не працюватимуть на іншій платформі.

4. Види діяльності зі створення програми

Процес створення програми в найзагальніших рисах вимагає кількох видів

діяльності:

- аналіз задачі й уточнення її постановки;
- проектування програми;
- розробка програми (кодування);
- перевірка програми (тестування);
- передача замовнику (упровадження).

Аналіз задачі й уточнення її постановки. Спочатку замовник формулює задачу, яку йому необхідно розв'язати. Задачу зазвичай сформульовано недостатньо точно, навіть може бути, що замовник чітко не уявляє, що саме йому насправді потрібно. Саме тому робота над програмою починається з аналізу задачі й уточнення її постановки. Для цього потрібно заглибитися в предметну область замовника й у діалозі з ним уточнити деякі питання. Зазвичай за результатами аналізу задачі будується спрощена модель предметної області, у термінах якої уточнюється задача. Необхідно також з'ясувати вхідні дані майбутньої програми й результат її роботи над ними. Якщо розв'язання поставленої задачі можливе не за всіх вхідних даних, то слід *визначити поведінку програми на некоректних вхідних даних.*

Приклад. Розглянемо задачу: написати програму ділення двох чисел. Вхідними даними є пара чисел: перше - ділене, друге - дільник. Проте дані з дільником 0 є некоректними. Отже, уточнення постановки полягає в тому, що для коректних вхідних даних програма має виводити частку від ділення першого числа на друге, а для некоректних - повідомлення про неможливість ділення.

В умовах навчального процесу замовником виступає викладач. Проте умова задачі все рівно не обов'язково формулюється цілком точно й однозначно (див. попередній приклад).

Якщо не провести аналіз задачі й на його підставі не уточнити її постановку, то можна розв'язати не ту задачу. Аналіз задачі дозволяє визначити, якими саме засобами (математичними та програмними) розв'язувати задачу, а уточнена постановка - що саме й у яких ситуаціях має робити програма.

Проектування програми. Між написанням твору та програми є певна аналогія. Писати твір починають із плану, який далі розкривають у творі. Так само з програмою: спочатку формулюють її план у вигляді проекту, а потім втілюють цей план у життя - пишуть код (текст) програми.

Під час проектування з'ясовують структуру програми, її складові частини та взаємодію між ними. Тут поступово *уточнюють дії* з розв'язання задачі *та їх опис.* З'ясовують і *уточнюють дані,* потрібні для розв'язання задачі. Дуже часто в задачі можна виділити кілька *підзадач* і описати їх розв'язання окремо. Тоді й алгоритм складається зі зв'язаних і узгоджених між собою частин *(допоміжних алгоритмів),* що описують розв'язання підзадач.

Одночасно з проектуванням зазвичай відбувається подальше уточнення постановки задачі й моделі предметної області. На практиці замовник може вирішити дещо змінити умову задачі (причому будь-коли!), і тоді доводиться знов уточнювати постановку та аналізувати задачу.

Результатом проектування є модель (проект) програми, що далі поступово перетворюється на текст програми. Ця модель може бути записана, наприклад, у вигляді алгоритму з достатньо абстрактними кроками.

У багатьох програм є чотири основні частини: отримати вхідні дані,

обробити некоректні вхідні дані, обробити коректні вхідні дані, вивести результати обробки. Для складніших задач під час проектування потрібно визначати не лише загальний алгоритм роботи програми, але й необхідні структури даних і, можливо, програмні засоби для створення програми та її окремих частин.

Розробка програми (кодування). Коли дії та дані уточнено до вигляду, в якому їх можна виразити мовою програмування, починають розробку програми. Найчастіше програму записують *мовою високого рівня* (інколи окремі її частини - різними мовами).

Розробляючи програму, можна припуститися помилок, що виявляються під час трансляції або виконання програми. Помилки необхідно виявляти й виправляти, тобто налагоджувати програму. **Налагодження програми** полягає в тому, що її багаторазово запускають зі *спеціально підібраними* вхідними даними, які допомагають виявити й відшукати помилки, а потім виправити їх.

Проект програми може залежати від можливостей мови програмування та обладнання. У довготривалих проектах трапляється, що під час розробки змінюються програмні й апаратні засоби, замовник уточнює задачу відповідно до нових можливостей свого обладнання, тому всі процеси починаються наново.

Перевірка програми (тестування). У реальних виробничих процесах програму розробляють програмісти, а перевіряють інші спеціалісти – **тестувальники**. Тестування починається, коли програмісти впевнені, що програма (або деяка її частина) є правильною. Задачею тестування є лише встановлення факту відсутності або наявності помилок. Зазвичай спочатку тестувальники виявляють помилки, і цикл "розробка – тестування" повторюється. В умовах навчання ситуація аналогічна, тільки в ролі програміста виступає студент, а тестувальника – спочатку студент, а потім викладач.

Передача замовнику (упровадження). У найпростішому випадку робота програміста над програмою завершується передачею програми й супроводжувальної документації з її використання замовникові. Для серйозніших програм може знадобитися не просто передати код замовнику, але й установити програму в замовника, зокрема у випадках, коли програма потребує спеціального налаштування параметрів. Інколи потрібно навчити персонал замовника працювати з програмою. Усі ці дії (передавання, установлення, навчання), що дозволяють замовнику користуватися програмою у своїх виробничих процесах, є частиною впровадження програми.

Серйозні програми потребують **супроводження**. Розробник виправляє помилки, виявлені під час експлуатації програми, модернізує її, передає оновлені варіанти користувачам тощо.

У реальних великих проектах одночасно можуть виконуватися кілька видів робіт. Як тільки постановку задачі більш-менш зрозуміло, можна проектувати програму, обирати програмні засоби для реалізації, писати частини коду й тестувати їх, демонструвати готові частини замовнику, отримувати від нього уточнення й навчати його користуватися програмою. Зазвичай програма та її можливості нарощуються поступово, шляхом багаторазових повернень до аналізу задачі та інших видів роботи.

5. Кроки роботи з програмою

Типова послідовність роботи з програмою включає такі кроки: набирання

тексту, компіляція, компонування, завантаження й виконання або інтерпретація.

Набирання тексту. Текст програми мовою високого рівня (**вхідний текст**) найчастіше набирають за допомогою спеціальної програми (текстового редактора) і зазвичай записують на диск у вигляді вхідного файлу (рис. 1.2). Програма може складатися з кількох файлів – у великих програмах їх можуть бути десятки й сотні.

Компіляція. Компілятор – це програма, під час виконання якої читається вхідний текст і створюється його машинний еквівалент – **об'єктний код** (рис.1.2).

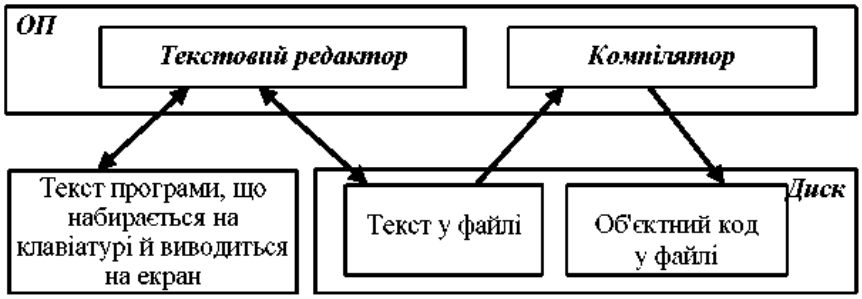


Рис. 1.2. Створення й компіляція тексту

Зазвичай об'єктний код програми містить далеко не всі необхідні команди– програма може складатися з частин; деякі з них є стандартними.

Компонування. Об'єктний код обробляє ще одна програма – **компонувальник**. Ця програма "збирає з частин" (компонує) виконуваний код, тобто машинну програму, і записує його або в оперативну пам'ять (**завантажує**), або на диск у вигляді файлу, *готового до виконання* (рис. 1.3). Такий файл можна завантажити пізніше.

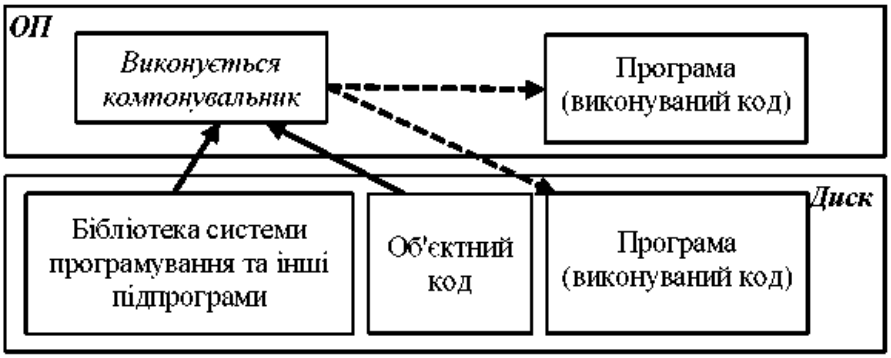


Рис. 1.3. Компонування й завантаження програми

Завантаження й виконання. Запис машинної програми в оперативну пам'ять називається **завантаженням** (рис. 1.4). Його здійснює спеціальна програма – **завантажувач**, який може входити до складу компонувальника. Якщо завантаження здійснене успішно, то починається процес виконання завантаженої програми.

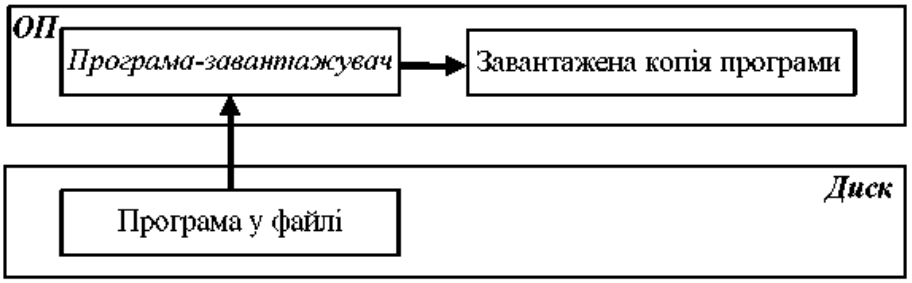


Рис. 1.4. Завантаження програми

Інтерпретація. Це такий спосіб обробки високорівневої програми, за яким машинна програма не створюється (рис. 1.5). Вхідна високорівнева програма обробляється спеціальною програмою – **інтерпретатором**. При цьому дії вхідної програми, які вона задає, відразу виконуються. Зазвичай інтерпретація вхідної програми відбувається повільніше, ніж виконання відповідної машинної програми.

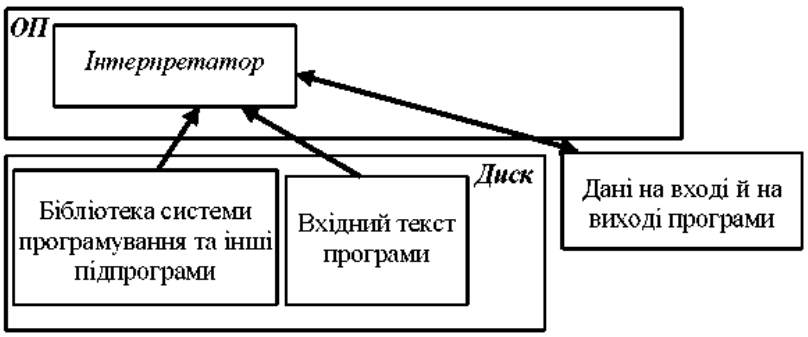


Рис. 1.5. Інтерпретація високорівневої програми

Інтерпретація програми використовується в такому інструменті, як **налагоджувач**. Він забезпечує інтерпретацію вхідної програми невеликими порціями (кроками) і дає можливість побачити результати виконання після кожного кроку. Це полегшує виявлення помилок у вхідній програмі.

Інколи компіляцію та інтерпретацію узагальнюють словом **трансляція**, називаючи трансляторами всі види програм перетворення вхідних текстів до машинного чи проміжного вигляду.

Описані засоби (текстовий редактор, компілятор, інтерпретатор, компонувальник, завантажувач і налагоджувач) зазвичай утворюють **систему програмування**, або **інтегроване середовище**. Крім них, до складу цієї системи входить **бібліотека стандартних підпрограм**, які можна використовувати під час створення програми.

Що краще розробник програми володіє технологіями, інструментом і бібліотеками, то його робота ефективніша.

Використана література

1. Г. Шилдт, Полный справочник по C++, 4-е видання, в-во «Вильямс», 2006
2. Х.М.Дейтел, Как програмировать на C++, 4-е видання, в-во «Бином-Пресс» 2009.
3. Р. Лафоре, Объектно-ориентированное программирование в C++, в-во «Питер», 2004, с 924.