

Лекція 1. ВСТУП ДО ІНФОРМАТИКИ

Предмет і завдання інформатики. ЕОМ – база сучасної інформатики. Математичні та інформаційні моделі. Принципи фон Неймана. Програмний принцип роботи ЕОМ. Класична структура ЕОМ. Структура ПК.

Предмет і завдання інформатики. *Інформатика – наука про загальні властивості інформації, про методи її збирання, зберігання, опрацювання та транспортування. Ця наука охоплює різні аспекти: теоретичний, математичний, алгоритмічний, інженерний, філософський. Коротко розглянемо історію виникнення та розвитку інформатики, зміст і завдання кожного з аспектів.*

Впродовж усієї історії людство вирішувало завдання зі збирання та зберігання різноманітної інформації. Поруч з надбаннями культури та створеними матеріальними цінностями найважливішими здобутками суспільства є *знання*. Люди завжди потребували знати, як забезпечити себе харчами (виросити, вполювати, відібрати тощо), одягом, житлом, знаряддями; як вилікуватися, передбачити погоду, долю; який світ оточує і що в ньому цікавого, як влаштовано цей світ; і ще дуже багато різних «як» і «чому».

Спочатку всі здобуті знання зберігалися і передавалися тільки усно: від батька до сина, від вчителя до учня, з покоління в покоління. Тому вся інформація, особливо нова, була важкодоступною, дуже цінною і досить вразливою перед втратами (носії знання міг просто померти, недбалий учень – забути). Нове знання можна було здобути або багаторічною працею, вивченням, дослідями, або привезти з чужих (нових) земель після тривалої подорожі. Покоління людей зібрали величезний обсяг інформації про навколишній світ, проте більшість древніх знань не дійшли до наших днів. Щасливий виняток становлять древні *тексти*, що і через тисячі років доносять нам звістки з минулого. Важко переоцінити значимість *винайдення писемності*. Людство отримало змогу надійно зберігати інформацію протягом тривалого часу: достатньо було просто записати її. Тисячолітні книги на пергаменті ми можемо читати і нині.

Надійно збережена інформація все ще залишається важкодоступною через величезну вартість книг (пергаментних, рукописних), на виготовлення яких затраталося дуже багато копіткої праці та дорогих матеріалів. Утримувати та використовувати бібліотеки могли тільки заможні особи, церковні чи державні організації.

Справжня революція в галузі «інформатики» (в лапках, бо на той час ще не було такої науки) відбулась із винайденням книгодрукування. Можливість виготовляти книги сотнями і тисячами зробила їх доступними широкому колу людей. Впродовж історії книга зазнавала змін, удосконалень, з'являлись її різновиди (журнал, газета) і до сьогодні друковане слово є основним засобом:

- навчання – пригадайте свої шкільні та університетські підручники, збірники задач, атласи тощо;
- інформування – преса оперативно повідомляє про різноманітні події в країні і у світі, є засобом їхнього обговорення тощо;
- наукових досліджень – на сторінках наукових видань вчені всього світу повідомляють про найновіші відкриття, обмінюються думками, дискутують;
- отримання довідки – путівники, порадики, збірки рецептів, спеціалізовані довідники, рекламні буклети, проспекти тощо;
- розваги і виховання – художня література.

Цей перелік можна було б продовжити.

Завдяки книжкам стало набагато легше зберігати, отримувати, розповсюджувати інформацію, але, як і раніше, збирати, знаходити її, опрацьовувати людям доводилось лише за допомогою власних розумових здібностей, «вручну». Мене добре зрозуміє той, хто провів не одну годину в систематичному каталозі бібліотеки, виписуючи авторів і назви творів за обраною тематикою – робота копітка і малоцікава. От би хтось, хто знає все про всі книги напам'ять, допоміг підібрати список відповідної літератури. Можна також уявити вченого-

експериментатора, якому чимало зусиль і часу доводиться затрачати на спостереження за фізичним чи хімічним процесом, сумлінно реєструвати певні показники, порівнювати їх з подібними, отриманими в ході попередніх експериментів – робота насправді не творча і не надто цікава, швидше, монотонна. Чи не міг би хтось допомогти вченому виконати цю рутину?

ЕОМ – база сучасної інформатики. Нині інформатика, сформована як наука, переживає другу революцію, пов'язану з використанням і бурхливим розвитком електронно-обчислювальної (комп'ютерної) техніки. Значну частку одноманітної рутинної роботи, пов'язаної з опрацюванням інформації, виконують електронні помічники – комп'ютери. *Базою сучасної інформатики є ЕОМ.*

Люди завжди намагалися сконструювати прилад, який би полегшив або повністю автоматизував виконання громіздких обчислень. Ми не будемо згадувати історію обчислювальної техніки від механічних і лампових пристроїв – кінця їй немає і ми є свідками її продовження сьогодні. У ХХ ст. з'явилися електронно-обчислювальні машини (ЕОМ) створені для автоматизації обчислень. Дуже швидко люди навчили їх опрацьовувати економічну, текстову та іншу інформацію. Сьогодні ЕОМ частіше називають *комп'ютером* (калька від англійського computer – обчислювач, виконавець обчислень) – не така страшна аббревіатура. Що ж воно таке – усім відомий комп'ютер? Запитайте користувача, програміста, інженера, продавця – кожен з них дасть свою відповідь.

Комп'ютер – автоматичний електронний пристрій для перетворення інформації; пристрій, що працює згідно до закладених у нього програм (послідовностей спеціальних команд). Система команд сучасних комп'ютерів дуже розвинена, тому вони можуть опрацьовувати не тільки числову, а й текстову, графічну, звукову, відео- інформацію, керувати складними промисловими, банківськими, транспортними системами, супроводжувати наукові експерименти тощо. Якщо бути точним, усі згадані різновиди інформації комп'ютер зображає за допомогою чисел.

Інформацію, закодовану до числового формату і записану на електронний носій (магнітний чи оптичний диск, флеш-пам'ять), називають *даними*. Комп'ютер за допомогою програм оперує з даними. Чим відрізняється інформація від даних? Змістово – нічим, за придатністю до опрацювання – незрівнянно! Що можна зробити з рукописним конспектом? Прочитати, дати переписати товаришеві, відкопіювати (зменшити-збільшити) – оце, мабуть, і все. Але варто перевести його до електронного вигляду, і, за допомогою відповідних програм, матимемо змогу друкувати цей конспект довільну кількість разів чи у вигляді реферату, чи статті, чи книги, застосовуючи різноманітні шрифти та способи оформлення абзаців; зможемо виготовити плакати або слайд-демонстрацію з найважливішими тезами, формулами, схемами навчального матеріалу; зможемо переслати його електронною поштою друзі в інше місто, перекласти його іноземною мовою, додати до нього звуковий супровід ... і ще багато всього. Найважливішим є те, що *дані придатні для програмного опрацювання*, а виконати його може комп'ютер.

Сучасні ЕОМ виконують різноманітну роботу:

- зберігають величезні обсяги найрізноманітніших даних, зорганізованих у *бази даних* (БД); накопичують і впорядковують дані в БД; миттєво знаходять за запитом користувача відповідні записи у БД та відображають їх у зручному вигляді; дуже часто розумна комп'ютерна програма допомагає відшукати потрібні дані навіть за неповним запитом;
- виконують роль поштарів, пересилаючи каналами електронного зв'язку і звичайні тексти, і графіку, і телефонні розмови, і відеорепортажі; надають зручні засоби швидкого зв'язку для комунікації людей у всіх куточках світу;
- працюють невтомними спостерігачами та реєстраторами інформації про наукові експерименти, космічні польоти, зміни погоди та зміни стану світових ринків – тобто збирають, збирають, збирають дані, що було б не під силу навіть армії живих спостерігачів;

- виконують початкову обробку даних: впорядковують, відфільтровують, форматують, перевіряють правильність тощо;
- звичайно ж, виконують свою традиційну роботу – обчислюють; на базі ЕОМ розвинулася ціла наукова галузь – математичне та інформаційне моделювання (про нього поговоримо пізніше);
- невтомно трудяться над оформленням тексту і графіки у видавничій сфері, над підрахунками прибутків та видатків у банківській справі, допомагають створювати спецефекти у кіно та анімації, аранжувати музику ...

Цей перелік також можна було б подовжити. Отож, суть змін у сучасній інформатиці полягає в тому, що комп'ютери виконують значний обсяг «інтелектуальної» роботи стосовно опрацювання інформації – все те, що вдалось описати у вигляді програм. Люди постійно працюють над вдосконаленням написаних програм і над створенням нових, розумніших, з ширшими можливостями.

Інформатика вивчає широкий спектр проблем, пов'язаних з законами існування, розповсюдження, перетворення інформації, є комплексною науковою дисципліною і охоплює різні аспекти:

- *теоретичний* аспект розглядає інформацію як суттєву властивість матерії; відкриває закони, за якими в реальному світі відбувається створення, розповсюдження, зберігання та перетворення інформації; вивчає методи створення та функціонування інформаційних моделей;
- *алгоритмічний* аспект вивчає методи розробки алгоритмів перетворення інформації, методи перевірки правильності алгоритмів, оцінки їхньої складності; методи та методології програмування, тобто способи запису алгоритмів різними мовами програмування, виготовлення програм на промисловій основі;
- *інженерний* аспект пов'язаний з конструюванням комп'ютерного обладнання: складових частин самого комп'ютера та його спеціалізованих периферійних пристроїв для комунікації, медичних послуг, підтримки наукових експериментів, керування промисловим устаткуванням тощо;
- *користувацький* аспект передбачає вивчення можливостей сучасних ЕОМ та їхніх програм, отримання навиків фахового використання комп'ютерів.

В університетському курсі інформатики зробимо акцент на вивченні алгоритмічного аспекту і подамо початкові відомості з теоретичного. Достатні навички використання ЕОМ у студентів мали б бути ще зі школи. Далі їх треба вдосконалювати.

Математичні та інформаційні моделі. Для вивчення реального світу (його окремих частин), для автоматизації процесів керування, для відшукування та опрацювання необхідної інформації люди використовують математичні та інформаційні моделі. Ці моделі реалізують на ЕОМ. Історично першими з'явилися *математичні моделі* – системи математичних понять і співвідношень, що описують природні явища, процеси, об'єкти реального світу. Наприклад, процес нагрівання деякого тіла під дією певного джерела можна описати за допомогою відповідного диференційного рівняння з початковими та граничними умовами. Розв'язавши таке рівняння, ми точно знатимемо розподіл тепла у кожній точці тіла у кожен момент часу і без проведення фізичного експерименту, пов'язаного з нагріванням, багатократним вимірюванням температури тощо. Одержані числові результати збігатимуться з реальними настільки, наскільки точною була математична модель та застосовані методи розв'язування.

Процес побудови математичної моделі складається з багатьох етапів.

1. *Формулювання задачі.* На цьому (найважливішому) етапі визначають головні, суттєві властивості реальної системи (природного явища, об'єкта, сукупності об'єктів, які вивчають), визначають допустимі діапазони вхідних даних, формулюють вимоги щодо результатів. Дослідник змушений абстрагуватися від другорядних властивостей, бо врахувати всі практично неможливо. Точніша модель завжди повинна враховувати більше ознак, тому є складнішою. Наприклад, моделюючи політ

гарматного ядра, можна нехтувати опором повітря, або враховувати його (в другому випадку одержимо точніші результати).

2. *Вибір математичних абстракцій* для опису реальних об'єктів. Такими абстракціями бувають функції однієї чи багатьох змінних, пов'язані між собою рівняннями (нерівностями) чи системами рівнянь (алгебричними, диференційними, інтегральними). Можливим є повернення до попереднього кроку для спрощення моделі, якщо не вдається математичними засобами описати складну модель.
3. *Вибір методів* (аналітичних, числових, змішаних) розв'язування задач, побудованих на попередньому кроці. На цьому етапі для потреб нової задачі пристосовують відомі методи або створюють нові. Якщо зробити цього не вдається, то доводиться повертатися до попередніх кроків і уточнювати чи спрощувати модель.
4. *Побудова алгоритму*, який реалізує вибраний метод. Доводиться враховувати особливості методу, вимоги щодо точності результатів, можливості обчислювальної системи та мови програмування, якою буде закодовано алгоритм.
5. *Кодування алгоритму* та документування програми. Запис алгоритму мовою програмування високого чи низького рівня – це не просто механічне переведення розробленого алгоритму на конкретну мову, а також його аналіз, перевірка, удосконалення, пристосування до особливостей обраної мови програмування. Можливе повернення до попередніх етапів. Документування передбачає детальний опис правил використання готової програми, призначення та взаємодії окремих її частин, способів реалізації алгоритму. Без такого опису програму нелегко або й неможливо налагоджувати та модифікувати.
6. *Тестування і налагодження* програми полягає у виявленні та виправленні всіх можливих синтаксичних і логічних помилок (один із законів Мерфі такий: «Якщо Ви знайшли останню помилку в своїй програмі, то вона була передостанньою»), перевірка її працездатності та адекватності на системі спеціально підібраних тестових завдань і модельних задач. Серйозні виявлені помилки змушують повертатися до попередніх етапів (аж до першого).
7. *Експлуатація та супровід* – це промислове використання програми, застосування побудованої моделі для числових експериментів, удосконалення програми з метою врахування здобутого досвіду та врахування нових вимог і можливостей.

Переваги використання математичних моделей

- можливість вивчати такі процеси і явища, змодельовати які експериментально неможливо або дуже дорого (процеси руйнування, конструювання машин тощо);
- змога вивчати всі частини модельованої системи в цілому, у взаємодії;
- доступність для змін (навіть неймовірних) будь-яких параметрів моделі;
- моделювання можна проводити у різних масштабах часу: прискореному, імітуючи перебіг десятиліть, чи сповільненому, простежуючи всі зміни системи протягом мікросекунд.

Математичні моделі використовують для вивчення складних фізичних, економічних, хімічних, біологічних, геологічних явищ, для проектування нових будівельних конструкцій, машин, приладів, транспортних систем, для розрахунків запусків космічних апаратів тощо.

Одним із різновидів математичної моделі є *інформаційна модель*. Її особливість у тому, що для побудови моделі враховують не фізичні, а інформаційні властивості реальних об'єктів, виявляють інформаційні потоки, взаємозв'язки між складовими частинами модельованої системи, впливи змін в одних частинах на стан інших. Такі моделі, звичайно, використовують набагато простіший математичний апарат, але мають складнішу внутрішню будову. Часто інформаційну модель будують з використанням баз даних – спеціально організованих наборів даних і програм, які їх обслуговують. Процес побудови моделі складається з тих самих етапів, що описані вище.

Інформаційні моделі функціонують у межах інформаційних систем і повсякчас оточують нас, хоч ми можемо цього і не знати: у супермаркеті, в залізничних касах, у банку.

Купуючи залізничні квитки, ми за допомогою оператора взаємодіємо з інформаційною системою (наприклад, «Експрес 2»), яка повідомляє перелік потягів і вільних місць на обраний напрям, резервує для нас куплене місце, обліковує сплачені гроші. Кожного абітурієнта (студента, співробітника) ЛНУ імені Івана Франка відображено у відповідній інформаційній моделі. Саме вона дає змогу автоматизувати виготовлення екзаменаційних листків, відомостей, талонів відповідей, виконати перевірку вступних тестових завдань і зарахувати кращих до числа студентів. Пізніше у цій моделі відображається все університетське життя студента: простежується успішність, у разі потреби виготовляють талони для повторного складання іспитів, нараховують стипендію тощо. Звичайно, модель адекватно відображає реальний світ лише за умови правильного і своєчасного внесення у неї всіх інформаційних змін, які відбуваються в житті.

Можемо навести ще декілька прикладів вживання інформаційних моделей: бібліотечні системи (електронні каталоги), картографічні та кадастрові системи, інформаційні системи підприємств (у тім числі бухгалтерські), довідкові підсистеми сучасного програмного забезпечення тощо.

Принципи фон Неймана. Програмний принцип роботи ЕОМ. Для правильного використання комп'ютера важливо розуміти засади його влаштування та функціонування. У літературі з інформатики чи програмування можна прочитати, що сучасні комп'ютери є «машинами нейманівського типу». Що це означає? Джон фон Нейман (1903–1957), американський математик угорського походження, задовго до створення ЕОМ сформулював два принципи, що стали для них основоположними.

Принцип довільного доступу до пам'яті. Обчислювальна машина повинна бути оснащена запам'ятовуючим пристроєм – пам'яттю. Всю пам'ять поділено на комірки однакового розміру, комірки пронумеровано, номер кожної комірки унікальний і є її адресою для безпосереднього доступу. Незалежно від адреси доступ можливий до кожної комірки (для запису або зчитування значень) і триває однаково довго. Тобто, пам'ять є пристроєм прямого доступу, на відміну від пристроїв послідовного доступу, наприклад, як магнітна стрічка чи друкуючий пристрій.

Принцип збережуваної програми. Програма, яка керує роботою машини, та дані, з якими оперує ця програма, зберігаються в пам'яті машини, причому ця інформація не має ознак належності до певного типу. Отож, команди деякої програми можуть бути вхідними даними для іншої програми, так само вони можуть бути і результатами роботи (вихідними даними) іншої програми. Цей принцип обґрунтовує універсальність ЕОМ та можливість транслявання програм, написаних мовами високого рівня.

З поступом технічного прогресу міняється елементна база (електро-магнітні реле, електронно-променеві лампи, транзистори, напівпровідникові мікросхеми, великі інтегральні мікросхеми) й архітектура ЕОМ та незмінними залишаються ці «ідейні» принципи. Мало змінився також *програмний принцип роботи ЕОМ*. Він полягає в тому, що процесор машини багатократно виконує певну послідовність кроків. За один цикл роботи процесор виконує такі дії.

1. Знаходить в пам'яті чергову команду програми і розшифровує її (адресу команди записано в спеціальний регістр процесора – вказівник команд).
 2. Збільшує вміст вказівника команд на довжину розшифрованої команди – тепер він містить адресу наступної команди.
 3. За адресами, записаними в команді, знаходить у пам'яті її операнди.
 4. Виконує дію, на яку вказує команда, і записує в пам'ять отриманий результат.
- Повертається до 1.

Послідовність дій у циклі не залежить від змісту самої команди. Сучасні процесори виконують мільйони таких циклів за секунду, а програми для них містять деколи сотні мільйонів команд. Різноманітні послідовності різних команд і зумовлюють таку «розумну» поведінку комп'ютерів, хоча, насправді, процесор постійно робить те саме – кроки 1, 2, 3, 4.

Класична структура ЕОМ. Структура ПК. Як же принципи фон Неймана реалізовано в сучасних ЕОМ? Інакше кажучи, як влаштовано комп'ютер? Ми не будемо робити детальний технічний опис. Для початку достатньо познайомитися зі схемою *класичної структури ЕОМ*.

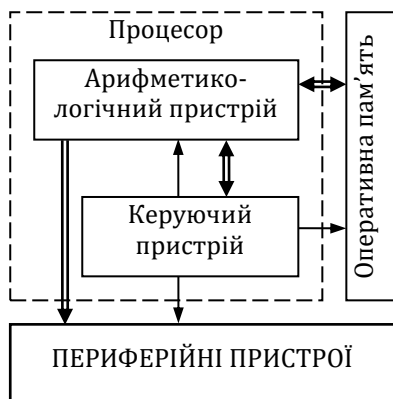


Рис. 1.1. Класична структура ЕОМ

Схема дуже загальна. Вона не відображає архітектуру якоїсь конкретної моделі ЕОМ, натомість є правильною для всіх сучасних машин. Тонкими стрілками на ній показано передавання сигналів керування, а подвійними – передавання інформації. Саме комп'ютером, машиною найманівського типу, є процесор і оперативна пам'ять. Периферійні пристрої пов'язують його з зовнішнім світом.

Процесор працює згідно з програмним принципом, про який ми вже згадували. *Керуючий* пристрій координує та узгоджує роботу всіх інших частин машини; *арифметико-логічний* пристрій виконує операції пересилання, порівняння, арифметичні дії, згідно з командами програми, що міститься в *оперативній пам'яті* (ОП). Кожна програма складається з команд і даних, які вона опрацьовує. ОП спеціально сконструйовано так, щоб обмін інформацією

між нею і процесором відбувався якомога швидше. (Сучасні моделі процесорів для пришвидшення роботи використовують ще швидшу проміжну пам'ять – хеш-пам'ять, в яку завантажуються найчастіше вживана частина програми.) Найменшою адресованою частиною ОП є байт: усю пам'ять поділено на байти, всі байти пронумеровано, починаючи від 0, номер байта є його унікальною адресою. Обсяги пам'яті сучасних комп'ютерів є досить значними, тому їх вимірюють у кратних одиницях (кіло-, мега-, гіга-, терабайтах): 1 Кбайт = 1024 байт, 1 Мбайт = 1024 Кбайт, 1 Гбайт = 1024 Мбайт. Незважаючи на швидкодію і великий розмір, ОП не може бути місцем тривалого зберігання інформації, адже одразу після вимкнення комп'ютера вміст ОП зникає.

Периферійними є пристрої введення, виведення даних, тривалого зберігання інформації, зв'язку з іншими комп'ютерами.

Головні *пристрої введення* персонального комп'ютера – *клавіатура* (для введення текстів, чисел, команд) та *мишка* (для маніпулювання графічними об'єктами на екрані дисплея). Згадаємо також сканер – пристрій для введення графічної інформації, цифрові відео- та фотокамеру, мікрофон. У науково-дослідних установах, установах охорони здоров'я, в промисловості комп'ютер отримує інформацію від різноманітних датчиків, вимірювальної апаратури тощо.

Головний *пристрій виведення* персонального комп'ютера – *монітор* (дисплей). Саме він відображає усю поточну текстову, графічну, відеоінформацію. «Тверду копію» отриманих результатів виготовляють за допомогою *друкуючого пристрою* – принтера. За способом нанесення зображення на папір чи плівку принтери поділяють на матричні (використовують стрічку з фарбою як у друкарської машинки), струменеві (використовують рідке чорнило), світлодіодні та лазерні (використовують порошок-фарбник – тонер). Широкоформатні пристрої виведення – плотери – дають змогу друкувати креслення. Для відтворення звуку комп'ютер обладнують звуковим монітором. Є й інші спеціалізовані пристрої виведення, наприклад, для розкрою плівки, тканини тощо.

Для *тривалого зберігання інформації* використовують магнітні (жорсткі та гнучкі) й оптичні диски, флеш-пам'ять. Жорсткий магнітний диск пристосовано до великих обсягів інформації і до високих швидкостей доступу до неї. Він розташований у вакуумному середовищі в герметичному корпусі і його ніколи не виймають зі свого дисководу. Натомість гнучкі диски (дискети) легко вставляти і виймати з їхніх дисководів. Дискети використовують для перенесення невеликих частин інформації з однієї машини на іншу. Сучасніший спосіб перенесення інформації – флеш-пам'ять. Це спеціалізована мікросхема, яку також легко можна приєднати до комп'ютера і записати в неї чи з неї потрібну

інформацію. Запис інформації на оптичні диски (компакт-диски) виконують пропалюванням за допомогою лазерного променя, тому найчастіше такі диски використовують для одного запису і багаторазового відтворення інформації (CD-R диски). Дорожчі моделі допускають також повторний запис (CD-RW диски).



Рис. 1.2. Будова персонального комп'ютера:
1 – комп'ютер, 2–6 – периферійні пристрої

Для швидкого обміну інформацією комп'ютери поєднують в мережі. Для цього, залежно від способу приєднання, комп'ютер обладнують мережевою картою (відповідною електричною платою) і, можливо, модемом (МОдулятор-ДЕМОдулятор).

Усі пристрої комп'ютера «спілкуються» через спільну шину – спеціальний канал зв'язку. Процесор, ОП, спільну шину змонтовано на материнській платі. Швидкодія комп'ютера залежить від багатьох чинників та їхньої узгодже-

ності. Найголовніші з них: розрядність і тактова частота процесора, розрядність і швидкодія спільної шини, обсяг і швидкодія оперативної пам'яті, швидкодія жорсткого магнітного диска.

На завершення скажемо, де розташовано всі згадані пристрої персонального комп'ютера. Материнська плата, блок живлення, дисководи магнітних та оптичних дисків, мережева плата містяться всередині *системного блоку* (на рис. 1.2 позначено 1) – саме він і є комп'ютером. Інші пристрої є «самостійними фізичними одиницями», приєднаними до системного блоку за допомогою кабелів. На рисунку показано дисплей (2), клавіатуру (3), мишку (4), принтер (5), сканер (6).