

## Операційна система (ОС)

Операційна система (ОС) - це програма, що забезпечує можливість раціонального використання устаткування комп'ютера зручним для користувача образом.

Операційна система як віртуальна машина

При розробці ОС широко застосовується абстрагування, що є важливим методом спрощення й дозволяє сконцентруватися на взаємодії високорівневих компонентів системи, ігноруючи деталі їхньої реалізації. У цьому змісті ОС являє собою інтерфейс між користувачем і комп'ютером.

Архітектура більшості комп'ютерів на рівні машинних команд дуже незручна для використання прикладними програмами. Наприклад, робота з диском припускає знання внутрішнього пристрою його електронного компонента – контролера для уведення команд обертання диска, пошуку й форматування доріжок, читання й записи секторів і т.д. Ясно, що середній програміст не в змозі враховувати всі особливості роботи встаткування (у сучасній термінології – займатися розробкою драйверів пристроїв), а повинен мати просту високорівневу абстракцію, скажемо представляючи інформаційний простір диска як набір файлів. Файл можна відкривати для читання або запису, використати для одержання або скидання інформації, а потім закрити. Це концептуально простіше, ніж піклуватися про деталі переміщення головок дисків або організації роботи мотора. Аналогічним образом, за допомогою простих й ясних абстракцій, ховаються від програміста всі непотрібні подробиці організації переривань, роботи таймера, керування пам'яттю й т.д. Більше того, на сучасних обчислювальних комплексах можна створити ілюзію необмеженого розміру оперативної пам'яті й числа процесорів. Всім цим займається операційна система. Таким чином, операційна система представляється користувачеві віртуальною машиною, з якої простіше мати справу, чим безпосередньо з устаткуванням комп'ютера.

Операційна система як менеджер ресурсів

Операційна система призначена для керування всіма частинами досить складної архітектури комп'ютера. Представимо, приміром, що відбудеться, якщо кілька програм, що працюють на одному комп'ютері, будуть намагатися одночасно здійснювати вивід на принтер. Ми одержали б мішанину рядків і сторінок, виведених різними програмами. Операційна система запобігає такого роду хаос за рахунок буферізації інформації, призначеної для друку на диску й організації черги на друк. Для багатокористувацьких комп'ютерів необхідність керування ресурсами і їхнього захисту ще більш очевидна. Отже, операційна система, як менеджер ресурсів, здійснює впорядкований і контрольований розподіл процесорів, пам'яті й інших ресурсів між різними програмами.

## Операційна система як захисник користувачів і програм

Якщо обчислювальна система допускає спільну роботу декількох користувачів, то виникає проблема організації їхньої безпечної діяльності. Необхідно забезпечити схоронність інформації на диску, щоб ніхто не міг видалити або зашкодити чужі файли. Не можна дозволити програмам одних користувачів довільно втручатися в роботу програм інших користувачів. Потрібно припиняти спроби несанкціонованого використання обчислювальної системи. Всю цю діяльність здійснює операційна система як організатор безпечної роботи користувачів й їхніх програм. З такого погляду операційна система представляється системою безпеки держави, на яку покладені поліцейські й контррозвідницькі функції.

Операційна система як постійно функціонуюче ядро

Нарешті, можна дати й таке визначення: операційна система - це програма, що постійно працює на комп'ютері й взаємодіюча з усіма прикладними програмами. Здавалося б, це абсолютно правильне визначення, але, як ми побачимо далі, у багатьох сучасних операційних системах постійно працює на комп'ютері лише частина операційної системи, що прийнято називати її ядром.

Як ми бачимо, існує багато точок зору на те, що таке операційна система. Неможливо дати їй адекватне строге визначення. Нам простіше сказати не що є операційна система, а для чого вона потрібна й що вона робить.

## Основні поняття, концепції ОС

У процесі еволюції виникло кілька важливих концепцій, які стали невід'ємною частиною теорії й практики ОС. Тут дається їхній короткий опис.

### Системні виклики

У будь-якій операційній системі підтримується механізм, що дозволяє користувальницьким програмам звертатися до послуг ядра ОС. В операційних системах найбільш відомої радянської обчислювальної машини БЭСМ-6 відповідні засоби "спілкування" з ядром називалися екстракодами, в операційних системах IBM вони називалися системними макрокомандами й т.д. В ОС Unix такі засоби називають системними викликами.

Системні виклики (system calls) – це інтерфейс між операційною системою й користувальницькою програмою. Вони створюють, видаляють і використовують різні об'єкти, головні з яких – процеси й файли. Користувальницька програма запитує сервіс в операційній системі, здійснюючи системний виклик. Є бібліотеки процедур, які завантажують машинні реєстри певними параметрами й здійснюють переривання процесора, після чого керування передається оброблювачеві даного виклику, що входить у ядро операційної системи. Ціль таких бібліотек - зробити системний виклик схожим на звичайний виклик підпрограми.

Основна відмінність полягає в тому, що при системному виклику завдання переходить у привілейований режим або режим ядра (kernel mode). Тому системні виклики іноді ще називають програмними перериваннями, на відміну від апаратних переривань, які частіше називають просто перериваннями.

У цьому режимі працює код ядра операційної системи, причому виконується він в адресному просторі й у контексті його завдання, що викликало. Таким чином, ядро операційної системи має повний доступ до пам'яті користувальницької програми, і при системному виклику досить передати адреси однієї або декількох областей пам'яті з параметрами виклику й адреси однієї або декількох областей пам'яті для результатів виклику.

У більшості операційних систем системний виклик здійснюється командою програмного переривання (INT). Програмне переривання - це синхронна подія, що може бути повторене при виконанні того самого програмного коду.

### Переривання

Переривання (hardware interrupt) - це подія, яка генерується зовнішнім (стосовно процесора) пристроєм. За допомогою апаратних переривань апаратури або інформує центральний процесор про те, що відбулася яка-

небудь подія, що вимагає негайної реакції (наприклад, користувач нажав клавішу), або повідомляє про завершення асинхронної операції вводу-виводу (наприклад, закінчене читання даних з диска в основну пам'ять). Важливий тип апаратних переривань - переривання таймера, які генеруються періодично через фіксований проміжок часу. Переривання таймера використовуються операційною системою при плануванні процесів. Кожен тип апаратних переривань має власний номер, що однозначно визначає джерело переривання. Апаратне переривання - це асинхронна подія, тобто воно виникає поза залежністю від того, який код виконується процесором у цей момент. Обробка апаратного переривання не повинна враховувати, який процес є поточним.

Виняткові ситуації

Виняткова ситуація (exception) - подія, що виникає в результаті спроби виконання програмою команди, що з якихось причин не може бути виконана до кінця. Прикладами таких команд можуть бути спроби доступу до ресурсу при відсутності достатніх привілеїв або звертання до відсутньої сторінки пам'яті. Виняткові ситуації, як і системні виклики, є синхронними подіями, що виникають у контексті поточного завдання. Виняткові ситуації можна розділити на поправні й непоправні. До поправного ставляться такі виняткові ситуації, як відсутність потрібної інформації в оперативній пам'яті. Після усунення причини поправної виняткової ситуації програма може виконуватися далі. Виникнення в процесі роботи операційної системи поправних виняткових ситуацій вважається нормальним явищем. Непоправні виняткові ситуації найчастіше виникають у результаті помилок у програмах (наприклад, розподіл на нуль). Звичайно в таких випадках операційна система реагує завершенням програми, що викликала виняткову ситуацію.

Файли

Файли призначені для зберігання інформації на зовнішніх носіях, тобто прийнято, що інформація, записана, наприклад, на диску, повинна перебувати усередині файлу. Звичайно під файлом розуміють іменовану частину простору на носії інформації.

Головне завдання файлової системи (file system) - сховати особливості вводу-виводу й дати програмістові просту абстрактну модель файлів, незалежних від пристроїв. Для читання, створення, видалення, запису, відкриття й закриття файлів також є велика категорія системних викликів (створення, видалення, відкриття, закриття, читання й т.д.). Користувачам добре знайомі такі пов'язані з організацією файлової системи поняття, як поточний каталог, кореневий каталог, шлях. Для маніпулювання цими об'єктами в операційній системі є системні виклики.

## Класифікація ОС

Існує кілька схем класифікації операційних систем. Нижче наведена класифікація по деяких ознаках з погляду користувача.

Реалізація багатозадачності

По числу одночасно виконуваних завдань операційні системи можна розділити на два класи:

багатозадачні (Unix, OS/2, Windows);

однозадачні (наприклад, MS-DOS).

Багатозадачна ОС, вирішуючи проблеми розподілу ресурсів і конкуренції, повністю реалізує мультипрограмний режим відповідно до вимог розділу "Основні поняття, концепції ОС".

Багатозадачний режим, що втілює в собі ідею поділу часу, називається що витісняє (preemptive). Кожній програмі виділяється квант процесорного часу, після закінчення якого керування передається іншій програмі. Говорять, що перша програма буде витиснута. У режимі, що витісняє, працюють користувальницькі програми більшості комерційних ОС.

У деяких ОС (Windows 3.11, наприклад) користувальницька програма може монополізувати процесор, тобто працювати в режимі, що не витісняє. Як правило, у більшості систем не підлягає витисненню код властиво ОС. Відповідальні програми, зокрема завдання реального часу, також не витісняються. Більш докладно про це розказано в лекції, присвяченій плануванню роботи процесора.

По наведених прикладах можна судити про приблизність класифікації. Так, в ОС MS-DOS можна організувати запуск дочірнього завдання й наявність у пам'яті двох і більше завдань одночасно. Однак ця ОС традиційно вважається однозадачною, головним чином через відсутність захисних механізмів і комунікаційних можливостей.

Підтримка багатокористувацького режиму

По числу одночасно працюючих користувачів ОС можна розділити на:

однокористувацькі (MS-DOS, Windows 3.x);

багатокористувацькі (Windows NT, Unix).

Найбільш істотна відмінність між цими ОС полягає в наявності в багатокористувацьких системах механізмів захисту персональних даних кожного користувача.

Багатопроцесорна обробка

Аж до недавнього часу обчислювальні системи мали один центральний процесор. У результаті вимог до підвищення продуктивності з'явилися багатопроцесорні системи, що складаються із двох і більше процесорів загального призначення, що здійснюють паралельне виконання команд. Підтримка багатопроцесування є важливою властивістю ОС і приводить до ускладнення всіх алгоритмів керування ресурсами. Багатопроцесорна обробка реалізована в таких ОС, як Linux, Solaris, Windows NT, і ряді інших.

Багатопроцесорні ОС розділяють на симетричні й асиметричні. У симетричних ОС на кожному процесорі функціонує те саме ядро, і завдання може бути виконана на будь-якому процесорі, тобто обробка повністю децентралізована. При цьому кожному із процесорів доступна вся пам'ять.

В асиметричних ОС процесори нерівноправні. Звичайно існує головний процесор (master) і підлеглі (slave), завантаження й характер роботи яких визначає головний процесор.

Системи реального часу

У розряд багатозадачних ОС, поряд з пакетними системами й системами поділу часу, включаються також системи реального часу, що не згадувалися дотепер.

Вони використовуються для керування різними технічними об'єктами або технологічними процесами. Такі системи характеризуються гранично припустимим часом реакції на зовнішню подію, протягом якого повинна бути виконана програма, що управляє об'єктом. Система повинна обробляти дані, що надходять, швидше, ніж вони можуть надходити, причому від декількох джерел одночасно.

Настільки тверді обмеження позначаються на архітектурі систем реального часу, наприклад, у них може бути відсутня віртуальна пам'ять, підтримка якої дає непередбачені затримки у виконанні програм.

## Операційна система (ОС)

Операційна система (ОС) це комплекс програм; забезпечує керування комп'ютером як єдиним цілим (тоді як насправді комп'ютер складається з багатьох частин), його взаємодія з навколишнім середовищем (людиною, прикладними програмами, іншими системами). ОС — головна частина системного програмного забезпечення. Операційна система управляється командами.

Основні функції операційних систем: керування виконанням програм; ведення файлової системи; розподіл ресурсів, у т.ч. оперативної пам'яті; динамічне компонування виконуваних програм; обробка переривань і забезпечення багатозадачної роботи.

ОС прив'язують до процесорів, на основі яких розробляються комп'ютери. Для IBM-сумісних комп'ютерів розрізняють ОС: однозадачні (MS-DOS, PC-DOS, PTS-DOS, Windows 3.x), многазадачні (UNIX, OS/2, Windows 95, 98, ME, 2000, XP), мережні (Lan Server, Windows NT, Netware) і ОС, що забезпечують режим реального часу (QNX). Іноді ОС ділять на 16- і 32-розрядні по розміру одночасно оброблюваного слова в мікропроцесорі.

Найпоширеніша однозадачна ОС — дискова операційна система фірми Microsoft (MS-DOS), що працює в основному в текстовому режимі (усі інші підтримують формати MS-DOS і дуже на неї схожі, тому можна просто говорити про дискову ОС-ДОС). Це 16-розрядна ОС.

У графічному режимі самим популярним є сімейство ОС Windows.

UNIX — перша багатокористувацька система, але вона трохи застаріла, на зміну їй приходить Linux. Основна боротьба за користувача розгортається між Unix- і Windows-подібними ОС. Windows NT, OS/2 і UNIX – 32-розрядні ОС.

## **Операційна система: призначення й склад**

На IBM-сумісних персональних комп'ютерах використовуються операційні системи корпорації Microsoft Windows, вільно розповсюджуєма операційна система Linux. На персональних комп'ютерах фірми Apple використовуються різні версії операційної системи Mac OS. На робочих станціях і серверах найбільше поширення одержали операційні системи Windows Server і UNIX.

Операційні системи різні, але їх призначення й функції однакові. Операційна система є базової й необхідної складової програмного забезпечення комп'ютера, без неї комп'ютер не може працювати в принципі.

Сучасні операційні системи мають складну структуру, кожний елемент якої виконує певні функції по керуванню комп'ютером.

Керування файловою системою. Процес роботи комп'ютера в певному змісті зводиться до обміну файлами між пристроями. В операційній системі є програмні модулі, що управляють файловою системою.

Командний процесор. До складу операційної системи входить спеціальна програма — командний процесор, — яка запитує в користувача команди й виконує їх.

Користувач може дати команду запуску програми, виконання якої-небудь операції над файлами (копіювання, видалення, перейменування), виводу документа на друк і так далі. Операційна система повинна цю команду виконати.

Графічний інтерфейс. Для спрощення роботи користувача до складу сучасних операційних систем, і зокрема до складу Windows, входять програмні модулі, що створюють графічний користувацький інтерфейс. В операційних системах із графічним інтерфейсом користувач може вводити команди за допомогою миші, тоді як у режимі командного рядка необхідно вводити команди за допомогою клавіатури.

Сервісні програми. До складу операційної системи входять також сервісні програми, або утиліти. Такі програми дозволяють обслуговувати диски (перевіряти, стискати, дефрагментувати і так далі), виконувати операції з файлами (архівувати і так далі), працювати в комп'ютерних мережах і так далі.

Довідкова система. Для зручності користувача до складу операційної системи звичайно входить також довідкова система. Довідкова система дозволяє оперативно одержати необхідну інформацію як про функціонування операційної системи в цілому, так і про роботу її окремих модулів.



## **Файлова система**

Файлова система це частина операційної системи, що забезпечує запис і читання файлів на дискових носіях (магнітних, магнітооптичних, оптичних).

Визначає логічну й фізичну структуру файлу, ідентифікацію й супутні дані файлу.

Широко відомі наступні файлові системи:

- файлова система операційної системи MS-DOS, в основу якої покладена таблиця розміщення файлів — FAT (File Allocation Table); містить відомості про розташування всіх файлів (кожний файл ділиться на кластери відповідно до наявності вільного місця на диску, кластери одного файлу не обов'язково розташовані поруч). Файлова система MS-DOS має значні обмеження й недоліки, наприклад, під ім'я файлу приділяється 12 байт, робота із твердим магнітним диском великого обсягу приводить до значної фрагментації файлів;
- файлова система операційної системи OS/2, називана HPFS (High-Performance File System — швидкодіюча файлова система). Забезпечує можливість мати ім'я файлу до 254 символів. Файли, записані на диск, мають мінімальну фрагментацію. Може працювати з файлами, записаними в MS DOS;
- файлова система операційної системи Windows 95 має рівневу структуру, що дозволяє підтримувати одночасно кілька файлових систем. Стара файлова система MS-DOS підтримується безпосередньо, а файлові системи, розроблені не фірмою Microsoft, підтримуються за допомогою спеціальних модулів. Є можливість використовувати довгі ( до 254 символів) імена файлів

## **Драйвери пристроїв**

До магiстралi комп'ютера пiдключаються рiзні пристрої (дискководи, монiтор, клавіатура, миші, принтер i ін.). Кожний пристрій виконує певну функцію (уведення інформації, зберігання інформації, вивід інформації), при цьому технічна реалізація пристроїв суттєво рiзняється.

До складу операційної системи входять драйвери пристроїв, спеціальні програми, які забезпечують керування роботою пристроїв i узгодження інформаційного обміну з іншими пристроями, а також дозволяють робити налаштування деяких параметрів пристроїв. Кожному пристрою відповідає свій драйвер.

Технологія «Plug and Play» (пiдключи й грай) дозволяє автоматизувати пiдключення до комп'ютера нових пристроїв i забезпечує їхнє конфігурування. У процесі установки Windows визначає тип i конкретну модель усталовленого пристрою й пiдключає необхідний для його функціонування драйвер. При включенні комп'ютера проводиться завантаження драйверів в оперативну пам'ять.

Користувач має можливість вручну встановити або переустановити драйвери.

## Самотестування комп'ютера

До складу комп'ютера входить енергонезалежний постійний запам'ятовувальний пристрій (ПЗУ), що містить програми тестування комп'ютера й першого етапу завантаження операційної системи — це BIOS (Basic Input/Output System — базова система вводу/виводу).

Після включення живлення комп'ютера або натискання кнопки Reset на системному блоці комп'ютера або одночасного натискання комбінації клавіш {Ctrl+Alt+Del} на клавіатурі процесор починає виконання програми самотестування комп'ютера POST (Power-on Self Test). Проводиться тестування працездатності процесора, пам'яті й інших апаратних засобів комп'ютера.

У процесі тестування спочатку можуть видаватися діагностичні повідомлення у вигляді різних послідовностей коротких і довгих звукових сигналів (наприклад, 1 довгий і 3 коротких — не підключений монітор, 5 коротких — помилка процесора і так далі). Після успішної ініціалізації відеокарти короткі діагностичні повідомлення виводяться на екран монітора. Для установки правильної дати й часу, а також внесення змін у конфігурацію апаратних засобів комп'ютера в процесі виконання самотестування необхідно натиснути клавішу {Del}. Завантажиться системна утиліта BIOS Setup, що має інтерфейс у вигляді системи ієрархічних меню. Користувач може встановити нові параметри конфігурації комп'ютера й запам'ятати їх у спеціальній мікросхемі пам'ятей, яка при виключеному комп'ютері харчується від батареї, установленної на системній платі. У випадку виходу з ладу батареї конфігураційні параметри губляться й комп'ютер перестає нормально завантажуватися.

## **Завантажника операційної системи**

Після проведення самотестування спеціальна програма, що зберігається в BIOS, починає пошук завантажника операційної системи. Відбувається по чергове звертання до наявних у комп'ютері дисків (гнучких, твердих, CD-ROM) і пошук на певному місці (у першому, так званому завантажувальному секторі диска) наявності спеціальної програми Master Boot (програми-завантажника операційної системи).

Якщо диск системний і програма-завантажник виявляється на місці, то вона завантажується в оперативну пам'ять і їй передається керування роботою комп'ютера. Програма шукає файли операційної системи на системному диску й завантажує їх в оперативну пам'ять як програмні модулі.

Якщо системні диски в комп'ютері відсутні, на екрані монітора з'являється повідомлення «Non system disk», і комп'ютер «зависає», тобто завантаження операційної системи припиняється й комп'ютер залишається непрацездатним.

Після закінчення завантаження операційної системи керування передається командному процесору. У випадку використання інтерфейсу командного рядка на екрані з'являється запрошення системи до введення команд. Запрошення являє собою послідовність символів, що повідомляють про поточний диск і каталог. Наприклад, якщо завантаження операційної системи було зроблено з диска C:, а операційна система була встановлена в каталог WINDOWS, то з'явиться запрошення:

C:\WINDOWS>

У випадку завантаження графічного інтерфейсу операційної системи команди можуть уводитися за допомогою миші.