

## **Віртуальні машини та їх використання**

Існує багато різних операційних систем і велика кількість програм для них. Здавалося б, можна один раз зробити вибір і працювати тільки з однією операційною системою. Але користувачі, що працюють з тією або іншою операційною системою, часто хочуть мати можливість запускати програми, написані для інших операційних систем. Наприклад, користувачам Linux потрібно працювати з програмами, написаними для ОС Windows, користувачам ОС Windows працювати з програмами, які написані для ОС Linux тощо.

Є чотири основні способи роботи на одному комп'ютері з програмами різних операційних систем.

**Спосіб №1:** багатоваріантне завантаження. Це найпоширеніший спосіб вирішення цієї проблеми, який використовують більшість користувачів. На жорсткому диску комп'ютера створюються кілька розділів і на кожному з них встановлюється своя операційна система і програми для неї. Крім того, налаштовується менеджер багатоваріантного завантаження, що дозволяє вибрати операційну систему у процесі завантаження комп'ютера. При такому підході неможливо одночасно працювати з програмами для різних операційних систем, для зміни операційної системи необхідно перезавантажувати комп'ютер.

Позитивним є те, що операційні системи і програми для них функціонують без втрат в швидкості і надійності. Якщо операційні системи сумісні за типом файлової системи, то можливе створення загального розділу для обміну файлами між ними.

**Спосіб №2:** емуляція інтерфейсу програмування додатків. (англ.: *Application Programming Interface* — **набір методів, функцій, який програмісти можуть використовувати для доступу до функціональних програмних компонентів ОС – програми, модулі, бібліотеки**).

Зазвичай додатки (програми користувача) функціонують в захищеному адресному просторі, викликаючи через API складові операційної системи.

Якщо дві операційні системи сумісні за своїми API (наприклад, Windows 98 і Windows 2000), то програми, розроблені для однієї з них, можуть використовуватись і для роботи під іншою. Якщо дві операційні системи несумісні за своїми API (наприклад, Windows 2000 і Linux), то існує спосіб перехоплювати звернення додатків до API і емулювати роботу однієї операційної системи засобами іншої операційної системи.

При такому підході можна поставити одну операційну систему і працювати одночасно як з програмами, розробленими для роботи з нею, так і з програмами, розробленими для іншої операційної системи. Оскільки весь код додатку виконується без емуляції ОС, а лише виклики API емулюються, втрата в продуктивності незначна. Через те, що в багатьох програмах використовуються недокументовані функції API або звернення до операційної системи в обхід API, навіть при використанні дуже якісних емуляторів API виникають проблеми сумісності, що дозволяє використовувати не більше 70% від загального числа програм.

Крім того, підтримувати емуляцію API операційної системи (наприклад, такої як Windows), що бурхливо розвивається, дуже нелегко і більшість емуляторів API так і залишаються емуляторами якоїсь конкретної версії операційної системи. Так, в Windows NT/2000 до цих пір вбудований емулятор для програм, орієнтованих на використання OS/2 версії 1.x, а в останніх версіях OS/2 Warp 4 є можливість запуску програм, орієнтованих на Windows 3.11). Але найбільший недолік способу емуляції API – це його строга орієнтація на конкретну операційну систему. Для того, щоб запустити в ньому програми, орієнтовані на іншу операційну систему, необхідно все переписувати з самого початку.

### **Приклади програм, розроблених за технологією емуляції API операційної системи.**

Проект з відкритим кодом Wine (Wine Is Not an Emulator), що дозволяє запускати програми, орієнтовані на DOS, Win16 і Win32 під управлінням операційними системами типу Unix; Продукт Win4Lin компанії Netraverse, що дозволяє запускати операційні системи сімейства Windows під управлінням

операційної системи Linux; Проект з відкритим кодом DOSEMU, що дозволяє запускати програми, орієнтовані на MSDOS (включаючи деякі DPMI програми) під управлінням операційної системи Linux; Проект з відкритим кодом User Mode Linux (UML), що дозволяє запускати кілька копій операційної системи Linux на одному комп'ютері; Технологія Virtuozzo, розроблена російською компанією SWsoft, що дозволяє запускати кілька копій операційної системи Linux на одному комп'ютері.

**Список №3:** повна емуляція. Програми, виконані за технологією повної емуляції, функціонують як інтерпретатори. За їх допомогою послідовно вибираються коди гостьової операційної системи і емулюється виконання кожної окремо взятої інструкції. Оскільки при цьому повністю емулюється функціонування як процесора, так і всіх зовнішніх пристроїв віртуального Intel x86 комп'ютера, то існує можливість запускати емулятор на комп'ютерах з абсолютно іншою архітектурою. Найсерйозніший недолік цього підходу полягає в суттєвій втраті продуктивності гостьової операційної системи.

Швидкість роботи гостьових програм може впасти в 100-1000 разів, що означає практичну неможливість нормальної роботи з гостьовою операційною системою за допомогою емулятора. Проте існують деякі технології, такі як динамічна трансляція, що дозволяють збільшити швидкість повної емуляції. Повні емулятори найчастіше використовуються як низькорівневі налагоджувачі для дослідження і трасування операційних систем.

#### **Приклади проектів, виконаних за технологією повної емуляції.**

Проект з відкритим кодом Vochs, що дозволяє запускати різні операційні системи Intel x86 під управлінням операційних систем Linux, Windows, BEOS і Mac OS. Продукт Simics компанії Virtutech, що дозволяє запускати і відлагоджувати різні операційні системи Intel x86 під управлінням Windows і інші операційні системи.

**Список №4:** квазі-еммуляція. Виникає питання, чому не можна запустити дві операційні системи одночасно на одному комп'ютері? По-перше, такі зовнішні пристрої, як відео-карта, контролер IDE, таймер і т.п. розроблені так, щоб функціонувати під управлінням тільки однієї операційної системи. Тобто

зовнішні пристрої розраховані на монопольне управління тільки одним драйвером зовнішнього пристрою. По-друге, процесор IA-32 розроблений з розрахунку на те, що він конфігуруватиметься і використовуватиметься виключно однією операційною системою. Це відноситься до модуля сторінкування (англ.: paging) пам'яті, механізму захисту, сегментної моделі і т.д.

Інші властивості й інструкції рівня прикладних програм не викликають проблем і в принципі можуть виконуватися без емуляції. Саме ці інструкції і описують основну частку операцій, що виконуються в процесорі.

Таким чином, існує (перша множина) велика кількість інструкцій, які нормально виконуватимуться при роботі під управлінням кількох операційних систем, і деяка (друга множина) невелика кількість інструкцій, які необхідно емулювати. Технологія квазі-емуляції полягає в тому, щоб виявити і зімітувати виконання другої множини інструкцій і виконувати інструкції першої множини без емуляції.

#### **Приклади проектів, виконаних за технологією квазі-емуляції.**

Віртуальна машина twoOStwo, розроблена російською компанією Паралелі на замовлення німецької компанії NetSys GMBH. Використання twoOStwo дозволяє запускати такі операційні системи, як OS/2, Linux, QNX, MS-DOS і багато інших. Зараз існує три продукти: twoOStwo для Windows, twoOStwo для Linux і twoOStwo для FreeBSD.

Проект з відкритим кодом Plex86, що дозволяє запускати різні операційні системи Intel x86 під управлінням Linux.

Технологія Virtual Platform компанії VMware, що дозволяє запускати велику кількість Intel x86 операційних систем. Компанія VMware пропонує чотири продукти: VMware Workstation для Windows, VMware Workstation для Linux, VMware GSX Server (group server) і VMware ESX Server (enterprise server).

Технологія Virtual PC компанії Connectix, що дозволяє запускати велику кількість Intel x86 гостьових операційних систем. Компанія пропонує чотири

продукти: Virtual PC для Mac OS, Virtual PC для Windows, Virtual PC для OS/2 і Virtual Server. Недавно компанію Connectix купив Microsoft.

Що ж таке віртуальна машина?

Віртуальна машина — це програма, що запускається з наявної операційної системи. За допомогою програми емулюється робота реальної машини. Як і у випадку з реальною машиною, можна встановити на віртуальну машину операційну систему Windows або Unix-подібну. Таким чином можна тестувати різні операційні системи, не покидаючи наявної. У віртуальній машині є BIOS, жорсткий диск (відведене місце на наявному жорсткому диску), CD-ROM (наявний CD-ROM або можливість під'єднання ISO-образів), мережеві адаптери для з'єднання з наявною реальною машиною, мережевими ресурсами або іншими віртуальними машинами і т.д. Можна обмінюватися файлами між основною операційною системою (host — це операційна система, на якій встановлюється програма віртуальної машини) і гостьовою операційною системою (guest — операційна система, що працює за допомогою програми віртуальної машини). Це здійснюється переміщенням файлів з файлового менеджера клієнта у вікно гостьової системи або у зворотному напрямі. Віртуальні машини можна використовувати для тестування встановлення та роботи операційних систем. Для цього досить просто під'єднати завантажувальний ISO-образ замість CD-ROM в налагодженнях віртуальної машини, і встановлення системи здійснюватиметься точно так само, як і на реальній машині.

На сьогодні найбільш відомі дві програми віртуальних машин: VMware Workstation і Microsoft Virtual PC. У кожній є свої переваги і недоліки. VMware вважається більш швидкою, а Virtual PC пропонується більше можливостей для інтеграції гостьової операційної системи з основною. VMware є умовно-безкоштовною програмою (тестовий період 30 днів), а Virtual PC — безкоштовна.

**VMware Workstation (<http://www.vmware.com>)**

Засобами VMware Workstation забезпечуються гнучка підтримка базових і гостьових операційних систем, підтримується багато операційних систем і

можна працювати з більшістю операційних систем для x86. Зокрема, VMware Workstation сумісна з Windows Server 2003 (редакції Standard, Enterprise і Web); Windows XP Professional і Home Editions з Service Pack 2 (SP2); Windows 2000 Advanced Server і Professional; Windows NT Server 4.0 з пакетом SP6а і NT Workstation 4.0. VMware Workstation не обмежується тільки операційними системами Microsoft, програма працює з декількома широко поширеними дистрибутивами Linux, зокрема Mandrake Linux 8.2 (і пізнішими версіями) компанії MandrakeSoft; Red Hat Linux Advanced Server 2.1 (і пізнішими версіями) і Red Hat Linux 7.0 (і пізнішими); SUSE Linux Enterprise Server 7 (і пізнішими) і SUSE Linux 7.3 (і пізнішими).

Після завершення встановлення управляти програмою можна з вікна VMware Workstation (Рис. 1).

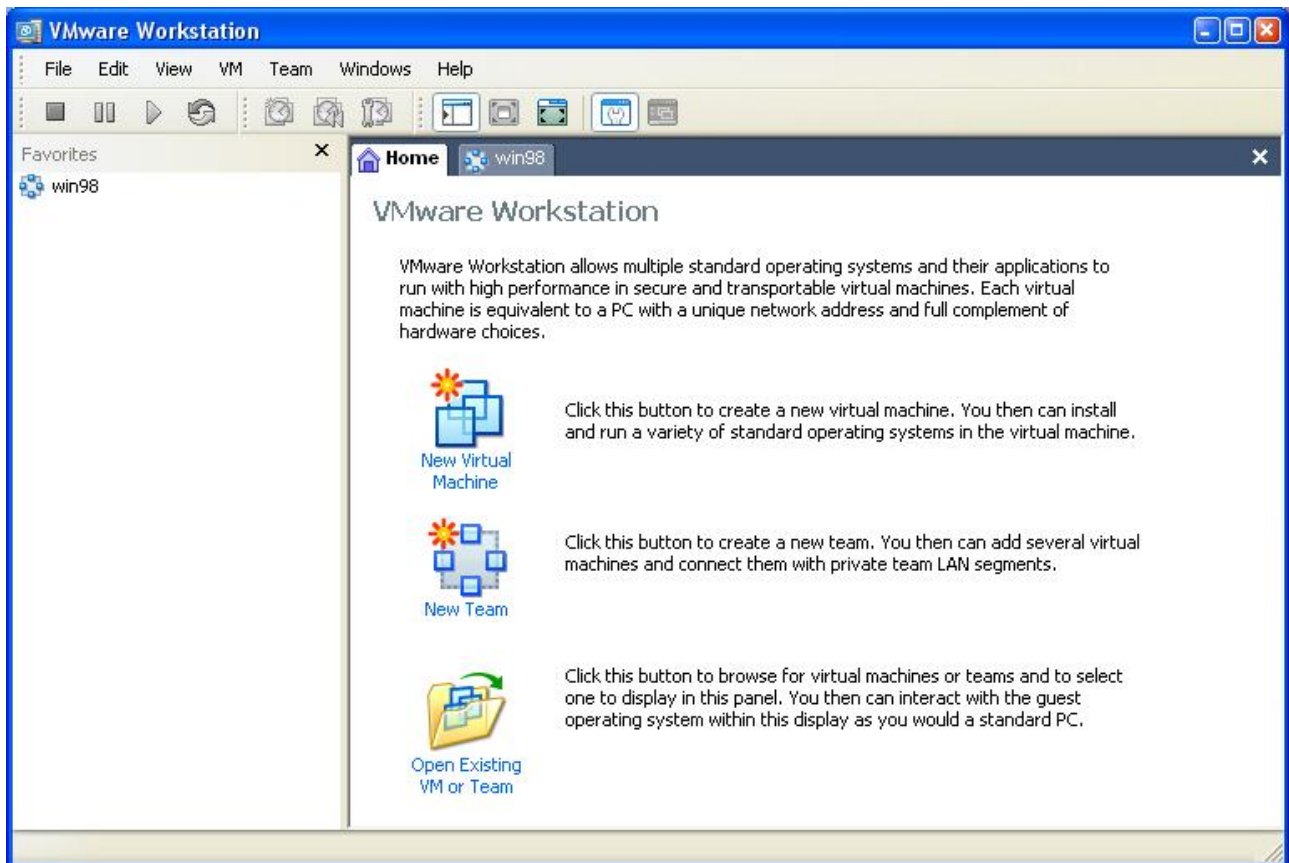


Рис. 1

Простий в застосуванні майстер New Virtual Machine Wizard забезпечує поетапну побудову віртуальної машини. Створюючи віртуальну машину, слід вказати доступний розмір оперативної пам'яті, тип віртуального диска, максимальний розмір віртуального жорсткого диска і параметри віртуальної

мережі. В VMware Workstation підтримуються віртуальні жорсткі диски двох типів: віртуальні і базові. Віртуальний диск містить файли, як правило, хост-машини, що зберігаються на жорсткому диску. Базова операційна система звертається до віртуального диска як до звичайного файлу. У гостьовій операційній системі всі дані віртуальної машини зберігаються на віртуальному диску. Спочатку розмір файлів віртуальних дисків достатній лише для зберігання в гостьовій операційній системі, але він збільшується в процесі додавання нових даних доти, поки не досягає заданого максимального розміру. Швидкодію гостьової операційної системи можна підвищити, виділивши весь простір віртуального диска при створенні віртуальної машини. Віртуальні диски легко переносити між різними системами, що використовуються при роботі з VMware Workstation.

Віртуальні диски можуть бути постійними (persistent — в операційній системі зберігаються всі зміни) і непостійними (nonpersistent — в операційній системі не зберігаються дані про зміни). Крім того, при роботі з віртуальною машиною можна зберегти зміни у віртуальних дисках при відключенні гостьової операційної системи. Базовий диск розміщується на фізичному накопичувачові на хост-машині і безпосередньо звертається до локального розділу диска. Базові диски зручні в мультизавантажувальних системах, коли потрібно одночасно запустити кілька різних операційних систем в базовій операційній системі.

В VMware Workstation підтримується чотири типи віртуальних мережевих з'єднань: None, Host-Only, Bridged і NAT (Network Address Translation — трансляція мережевих адрес). По суті, режим None означає, що мережеві з'єднання можна відключити. У режимі Host-Only мережеві з'єднання обмежені лише віртуальними машинами і базовою операційною системою; зовнішні з'єднання відсутні, хоча їх можна організувати за допомогою Internet Connection Sharing (ICS). У режимі Bridged VMware Workstation працює як віртуальний комутатор, під'єднуючи віртуальну машину до зовнішньої мережі. У режимі NAT віртуальні машини під'єднуються до зовнішньої мережі з використанням

IP-адреси хост-машини. VMware Workstation включає в себе власний сервер DHCP для режимів Host-Only і NAT.

Побудувавши віртуальну машину, можна скористатися панеллю управління віртуальною машиною, щоб відредагувати властивості віртуальної машини.

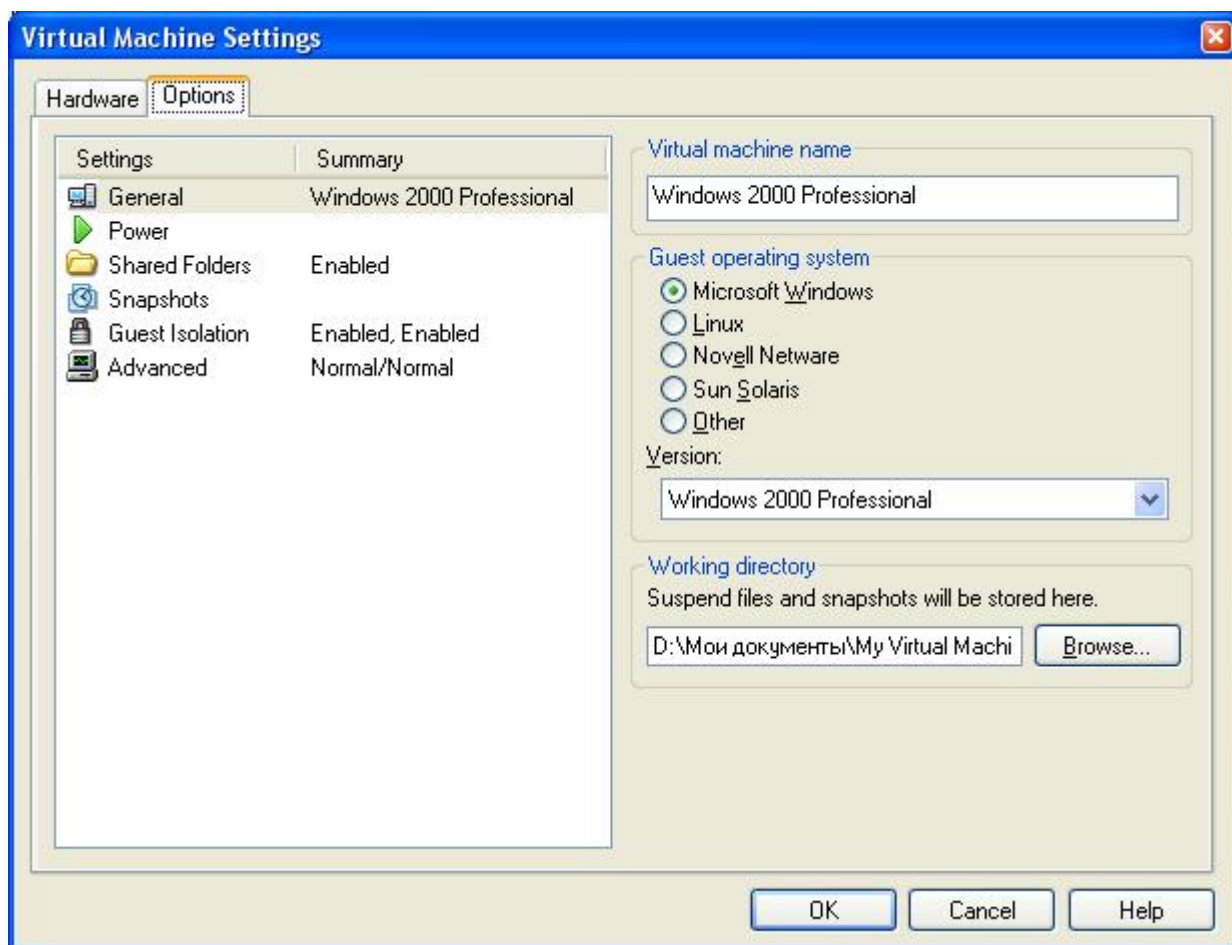


Рис. 2

Запустити віртуальну машину можна за допомогою функції Power On вікна VMware Workstation. Якщо гостьові операційні системи не встановлені, то поступить запит вставити завантажувальний компакт-диск (диск з операційною системою, яку потрібно встановити). Гостьову операційну систему можна встановити з віртуального накопичувача CD-ROM або змонтувати файл образу стандарту ISO і встановити операційну систему з образу CD-ROM. Коли гостьова операційна система буде встановлена, процедура включення нічим не відрізнятиметься від завантаження звичайної операційної системи.

Після інсталяції гостьової операційної системи можна встановити компонент VMware Tools. Гостьова операційна система може працювати без



VMware Tools, але додатковий компонент забезпечує важливі переваги перед базовою комплектацією VMware Workstation VM, наприклад розширений драйвер SVGA, за допомогою якого підвищується швидкість відео (VMwareTools — обов'язкова умова для роботи VM з графікою SVGA). З панелі управління VMware Tools можна виконати тимчасову синхронізацію віртуальної машини і хост-машини і змінювати розміри віртуального диска. Використання VMware Tools також дозволяє копіювати дані між віртуальними машинами.

### **Microsoft Virtual PC 2004 (<http://www.microsoft.com/virtualpc>)**

У лютому 2003 року Microsoft придбала у компанії Connectix сімейство продуктів Virtual PC. Microsoft розділила базову технологію Virtual PC між двома продуктами: Virtual PC 2004 і Virtual Server 2004.

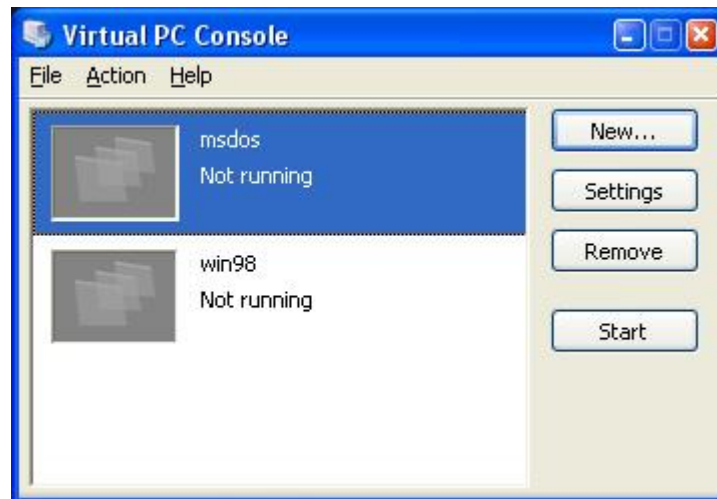


Рис. 3

Для створення нових VM використовується майстер New Virtual Machine Wizard, схожий на New Virtual Machine Wizard програми VMware Workstation. Не дивлячись на невеликі відмінності в екранах двох майстрів, в обох запитуються одні і ті ж дані: версія гостьової операційної системи, тип диска і тип мережевих з'єднань.

В Virtual PC підтримуються три типи віртуальних дисків: динамічні, постійні (fixed) і зв'язані (linked). За замовчуванням використовуються динамічні диски. В базовій операційній системі сприймаються динамічні диски як звичайні файли; їх можна переміщати між різними системами, що працюють з Virtual PC, за допомогою звичайних операцій переміщення файлів. Спочатку

динамічні диски мають розмір, відповідний встановленій гостьовій операційній системі, і автоматично збільшуються до наперед заданої межі у міру того, як гостьовій операційній системі потрібний додатковий дисковий простір. Для створення постійних дисків використовується майстер Virtual Disk Wizard, який запускається з консолі Virtual PC Console. Зв'язані диски Virtual PC відповідають базовим дискам VMware Workstation. Вони зручні в мультизавантажувальному середовищі, оскільки дозволяють без значних зусиль пов'язати віртуальну машину із завантажувальним розділом. Завдяки цій функції можна завантажити базову операційну систему, а потім за допомогою Virtual PC запустити віртуальну машину, пов'язану з фізичним розділом, що дозволить базовій і гостьовій операційній системі працювати одночасно.

Virtual PC підтримує чотири типи мережевих з'єднань для віртуальних машин: Not connected, Local only, Virtual networking і Shared networking (NAT). Щоб вибрати мережеву конфігурацію Virtual PC, слід звернутися до пункту Settings властивостей віртуальної машини, потім до пункту Networking properties. У режимі Not connected мережеві з'єднання відключені. В режимі Local only надаються мережеві служби тільки віртуальним машинам і хост-машині — без зовнішніх з'єднань. В режимі Virtual networking дозволяється віртуальну машину пов'язати із зовнішньою мережею. У режимі Shared networking (NAT) віртуальні машини можуть бути з'єднані із зовнішньою мережею, використовуючи IP-адресу базової операційної системи. Якщо вибраний режим Virtual networking, то потрібно надати IP-адресу кожній віртуальній машині. Властивості створеної віртуальної машини можна відредагувати в діалоговому вікні Settings (Рис. 4).

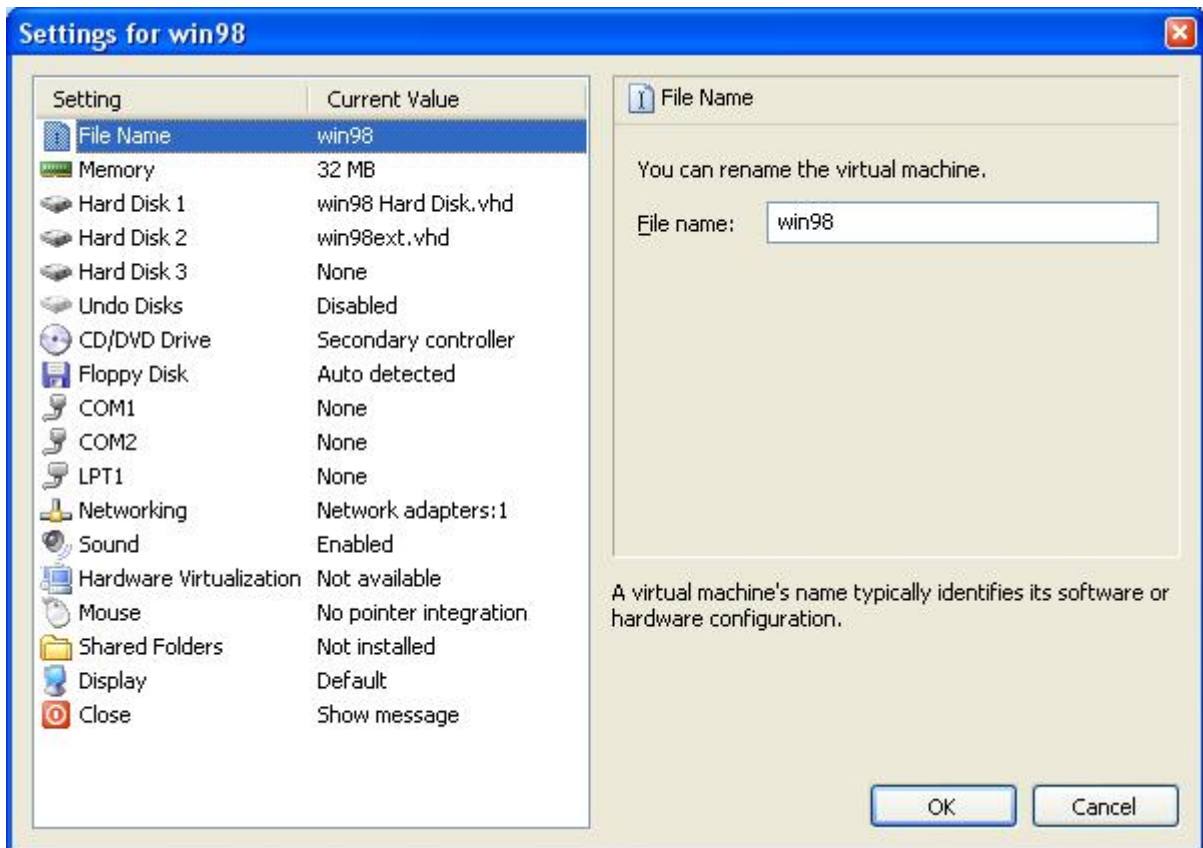


Рис. 4

Для запуску віртуальної машини досить натиснути кнопку Start консолі Virtual PC Console (кнопка Start з'являється в консолі, якщо вибрана віртуальна машина ще не функціонує). Якщо не встановлено жодної гостьової операційної системи, то у Virtual PC з'явиться запит вставити завантажувальний компакт-диск в накопичувач. Слід зауважити, що Virtual PC може звертатися до накопичувача CD-ROM тільки після того, як буде вручну вибраний пункт меню використання фізичного CD-ROM. Як і в VMware Workstation, в Virtual PC дозволяється вмонтовувати файли образу ISO і навіть встановлювати гостьову операційну систему з образу ISO. Разом з гостьовою операційною системою необхідно встановити компонент VM Additions для кожної гостьової операційної системи. Використання VM Additions забезпечує розширені графічні функції, переміщення і копіювання файлів між віртуальними машинами за допомогою механізму drag-and-drop, сумісне використання тек і тимчасову синхронізацію з базовою операційною системою.

Переміщувати віртуальні машини між різними хост-машинами нескладно. Образи віртуального жорсткого диска зберігаються у файлі .vhd, а конфігурація віртуальної машини — у файлі .vms у форматі XML. Щоб перемістити

віртуальну машину, досить скопіювати ці файли на нову хост-машину і вибрати існуючу віртуальну машину з консолі Virtual PC Console. При роботі з Virtual PC дозволяється переміщати і розділяти віртуальні диски між віртуальними машинами. Крім того, завдяки дискам, що змінюються, кількома користувачами і кількох віртуальних машинах може використовуватись один віртуальний жорсткий диск. Зміни, внесені кожним з користувачів, зберігаються в різних файлах, і кілька користувачів можуть працювати з одним базовим диском, зберігаючи власні унікальні зміни.

Важлива технічна перевага Virtual PC — збільшення простору оперативної пам'яті до 4 Гбайт, що забезпечує великий запас пам'яті при одночасному запуску кількох віртуальних машин. В VMware Workstation виділяється всім віртуальним машинам тільки 1 Гбайт оперативної пам'яті.

Як видно ці дві програми подібні між собою, тому при виборі іншої подібної програми потрібно звернути увагу на такі властивості віртуальних машин. Сумісність з базовою (host) і гостьовими (guest) операційними системами. Методи, за допомогою яких з програм віртуальної машини звертаються до фізичних апаратних засобів базової машини і надаються віртуальні апаратні ресурси гостьовим віртуальним машинам. Найважливіша характеристика — доступ до оперативної пам'яті, від якої залежить число функціонуючих віртуальних машин. Чим більше місткість оперативної пам'яті, доступна віртуальній машині, тим більше віртуальних машин можуть функціонувати одночасно. Ще одна важлива апаратна характеристика — можливість звернення до реальних дискових розділів і організації сумісного використання дискових розділів кількома VM. Звернення до реальних дискових розділів забезпечує перевагу в продуктивності перед віртуальними дисками і дозволяє при використанні VM працювати з мультизавантажувальними розділами. Крім того, завдяки можливості звертатися до реальних дискових розділів віртуальні машини можна зробити переносними, записавши їх на DVD.

Основні вимоги до гостьової операційної системи — підтримка продуктом передових графічних і звукових функцій і можливість працювати з пристроями CD-ROM і USB. Інші корисні функції — зміна таких параметрів VM, як ім'я,

максимальні місткість оперативної пам'яті і простір на жорсткому диску, доступні VM. Ще один важливий чинник — можливість переміщати VM між базовими платформами, що підвищує гнучкість тестового середовища і спрощує розгортання VM.

#### ЛІТЕРАТУРА.

1. Англо-український тлумачний словник з обчислювальної техніки, Інтернету і програмування. – Вид. 1 – К.: Видавничий дім "СофтПрес", 2005. – 552 с.
2. Открытые системы. (<http://www.osp.ru/issues/285/fresh.html>).
3. Виртуальные машины и эмуляторы операционных систем (<http://www.twoostwo.ru/technology>).