

УДК 004.08

ПОДВІЙНЕ ТА МУЛЬТИЗАВАНТАЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ РОДИНИ MICROSOFT WINDOWS НА ОСНОВІ ВІРТУАЛЬНОЇ МАШИНИ

В. Костоґриз

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка,
пр. Академіка Глушкова, 4д, 03680, м. Київ, Україна
bioinfo@unicyb.kiev.ua*

Реалізовано спосіб застосування подвійного завантаження та мультизавантаження на основі віртуальної машини з операційними системами родини Microsoft Windows на прикладі Windows 8.1, Windows 10, Windows Server 2016. Для налаштування віртуальної машини з відповідними функціональними можливостями використано розпаковані файли WIM-файлів ISO образів операційних систем та засоби DISM, BCDboot. У підсумку віртуальна машина отримала змогу завантажувати різні операційні системи по чергово, не змінюючи власних параметрів налаштування. Віртуалізацію на рівні операційної системи виконували на основі програмного забезпечення VMware Workstation Pro. З'ясовано, що розроблена методика дає змогу створювати віртуальні машини, архітектура яких більше подібна до архітектури фізичних машин.

Ключові слова: подвійне завантаження, мультизавантаження, WIM-файл, ISO образ, Windows 8.1, Windows 10, Windows Server 2016, операційна система, DISM, BCDboot, віртуальна машина, HDD, SSD.

Подвійне завантаження (dual-booting) – це технічна можливість вибору операційної системи (ОС) для запуску під час вмикання комп'ютера, яка визначена наявністю двох інстальованих операційних систем.

Для мультизавантаження (multi-booting) характерна наявність більшої кількості інстальованих операційних систем комп'ютера порівняно з подвійним завантаженням. Для налаштування подвійного та мультизавантаження використовують завантажувач операційної системи (bootloader) [1].

Завантаження операційної системи (booting) – це багатокроковий процес запуску комп'ютера.

Завантажувач операційної системи (bootloader) – це програма, що виконує завантаження операційної системи. Він, зазвичай, міститься в секторі завантажування.

Функціональність завантажувача операційної системи:

- забезпечує необхідні засоби для діалогу з користувачем комп'ютера (наприклад, завантажувач дає змогу вибрати ядро операційної системи для завантаження);
- приводить апаратуру комп'ютера в стан, необхідний для старту ядра операційної системи;
- завантажує ядро операційної системи в оперативну пам'ять;
- формує параметри, що передаються ядру операційної системи;

- передає управління ядру операційної системи.

Поширені завантажувачі: NTLDR – завантажувач ядра Windows NT; Windows Boot Manager (bootmgr.exe, winload.exe) – завантажувач ядра Windows Vista [2].

Було реалізовано методику, яка дає змогу встановлювати операційні системи родини Microsoft Windows, зокрема, Windows 8.1, Windows 10 та Windows Server 2016 у межах однієї віртуальної машини на основі подвійного завантаження та мультизавантаження операційних систем, використовуючи програмне забезпечення VMware Workstation Pro. Відповідно, віртуальна машина складалася з віртуального диска та з фізичних дисків, які представлені в програмному середовищі як віртуальні.

ОС Windows 8.1 – оновлення операційної системи Windows 8, що вийшло 17 жовтня 2013 р. Серверною версією є Windows Server 2012 R2. Фінальна версія системи (RTM) вийшла 21 серпня 2013 р. і була доступна тільки для виробників обладнання (OEM).

Значним поліпшенням є версія ядра NT 6.3 (у Windows 8 використовували ядро NT 6.2). З'явилася підтримка нової файлової системи ReFS, поліпшення в енергоспоживанні: значне продовження часу роботи на машинах з новими процесорами Intel Haswell, додалася підтримка DirectX 11.2, 3D принтерів, біометричних пристроїв та кілька шпалер з ефектом паралаксу для стартового екрана [3].

ОС Windows 10 – операційна система для персональних комп'ютерів, створена компанією Microsoft після Windows 8.1, є частиною родини операційних систем Windows NT. Windows 10 охоплює “універсальну” архітектуру додатків, яка розширює функціональність прикладних програм Metro.

Також Windows 10 має нову функцію “Представлення задач”, систему віртуальних робочих столів, веб-браузер Microsoft Edge і колекцію нових та оновлених додатків і, крім того, інтегровану підтримку для сканера відбитків пальців і систем розпізнавання особи, нові функції безпеки для корпоративних середовищ, підтримку технологій DirectX 12 і WDDM 2.0 для підвищення продуктивності графічної підсистеми в іграх [4].

ОС Windows Server 2016 – серверна операційна система, яка гарантує новий рівень безпеки й інновацій для додатків та інфраструктури компанії.

Основні функції Windows Server 2016 такі:

- вбудовані функції безпеки;
- підвищена безпека і зниження ризику завдяки декільком рівням захисту, вбудованим в операційну систему;
- формування центру оброблення даних;
- економія засобів та підвищення гнучкості завдяки технологіям обчислень, зберігання та мережевої роботи Microsoft Azure;
- нові технології, такі як контейнери Windows і Nano Server, для нових способів розгортання та запуску програм локально і в “хмарах”.

Особливості Windows Server 2016:

- управління серверами в DevOps стилі за допомогою PowerShell;
- служби віддалених робочих столів для поліпшення графіки, масштабування й обладнаної інтеграції;
- поліпшення кластеризації та вбудованої віртуалізації завдяки програмно-визначеним розрахункам;
- динамічна безпека;

- нові рівні захисту від мінливих загроз [5].

Віртуальна машина – програма, яка дає змогу емулювати самостійний комп’ютер у середовищі робочої операційної системи. VMware Workstation Pro – одна з найліпших платформ віртуалізації для настільних комп’ютерів під керуванням Windows і Linux.

Основні можливості VMware Workstation Pro такі. Ця платформа дає змогу:

- спробувати будь-яку операційну систему на комп’ютері без потреби створення нових розділів на фізичному жорсткому диску;
- встановити на одному комп’ютері кілька операційних систем без потреби відповідної конфігурації фізичних жорстких дисків;
- працювати з декількома операційними системами одночасно з можливістю динамічного перемикання між ними без перезавантаження системи;
- тестувати додатки під керуванням різних операційних систем;
- емулювати комп’ютерну мережу;
- знизити ризик зараження хостової системи внаслідок запуску неякісного програмного забезпечення в ізольованому віртуальному середовищі [6].

Віртуальні машини можна використовувати для:

- захисту інформації та обмеження можливостей програм;
- дослідження продуктивності програмного забезпечення або нової комп’ютерної архітектури;
- емуляції різних архітектур (наприклад, емулятор ігрової приставки);
- оптимізації використання ресурсів мейнфреймів та інших потужних комп’ютерів;
- для управління інфікованою системою;
- моделювання інформаційних систем з клієнт-серверною архітектурою на одній ЕОМ (емуляція комп’ютерної мережі за допомогою декількох віртуальних машин);
- спрощення управління кластерами – віртуальні машини можуть просто мігрувати з однієї фізичної машини на іншу під час роботи;
- тестування і налагодження системного програмного забезпечення [7].

Сьогодні ресурси більшості серверів використовують менше ніж на 15 %, що призводить до зростання кількості серверів, а сама інфраструктура стає щораз складнішою.

Віртуалізація серверів може вирішити ці проблеми завдяки можливості запуску на одному фізичному сервері декількох операційних систем у вигляді віртуальних машин, кожна з яких має доступ до обчислювальних ресурсів сервера.

Використання настільних комп’ютерів як керованого сервісу підвищує швидкість реагування на мінливі потреби бізнесу та нові можливості. Така модель допомагає компаніям знизити витрати та підвищити рівень обслуговування, оскільки віртуалізовані настільні комп’ютери та програми однаково доступні для співробітників головного офісу та філій, а також для віддалених, позаштатних і мобільних співробітників [8].

За експериментальну основу взято методику, наведену в [9], яка давала змогу встановлювати операційні системи родини Microsoft Windows на microSD карту, що забезпечувало підвищення енергоефективності системи порівняно з використанням традиційних жорстких дисків та SSD-накопичувачів [9]. Її основні принципи застосовано для створення віртуальних машин на основі подвійного та мультизавантаження операційних систем родини Microsoft Windows.

Отже, для експерименту спочатку підібрано відповідне апаратне забезпечення, що охоплювало: ноутбук (на основі ЦП (CPU) Intel(R) Core(TM) i7-2630QM 2.00 GHz, ОЗП (RAM) ємністю 8 Гбайт, жорсткого диска (HDD) Seagate Momentus 7200.4 500 Гбайт 2.5" (ST9500423AS) та портів USB 2.0, USB 3.0), док-станцію Agestar 3UBT8 для HDD/SSD 2.5"/3.5" на основі USB 3.0, зовнішню кишеню Agestar 3U2B3A1 для HDD 3.5" на основі USB 3.0, два HDD Western Digital Caviar 3TB 3.5" (WD30EZRS-00J99B0), два SSD INTEL DC S3520 240 GB 2.5" (SSDSC2BB240G701), USB концентратор TP-LINK UH720, джерело безперебійного живлення APC Back-UPS ES 700VA (BE700G-RS).

Док-станція Agestar 3UBT8 – це станція для HDD/SSD дисків з рознімачем USB 3.0. Її підключають до комп'ютера або ноутбука через високошвидкісний інтерфейс USB 3.0. Функція Clone дає змогу дублювати інформацію з одного жорсткого диска на інший без участі комп'ютера. Швидкість передавання даних у разі приєднання до порту USB 3.0 – до 5 Гбіт/с, у разі приєднання до порту USB 2.0 – до 480 Мбіт/с. Наявна підтримка HDD та SSD дисків на основі інтерфейсу SATA I / II / III [10]. Зовнішня кишеня Agestar 3U2B3A1 для двох HDD 3.5" на основі інтерфейсу підключення до комп'ютера або ноутбука через USB 3.0. Забезпечує підтримку технології RAID, жорстких дисків на основі інтерфейсу SATA II. Сумісна з USB3.0 (швидкість передавання даних – до 5Гбіт/с), USB2.0 (швидкість передавання даних – до 480 Мбіт/с). Підтримує функцію Clone [11].

HDD Western Digital Caviar 3TB 3.5" (WD30EZRS-00J99B0) зібраний з чотирьох пластин (750 Гбайт на пластину), має швидкість обертання 5400 об/хв і кеш-пам'ять 64 Мбайт. Додатковий номер моделі – 00J99B0, версія прошивки – 80.00A80.

Зі збільшенням ємності жорстких дисків зростає і споживана ними потужність. Для накопичувача WD Caviar Green характерні надійність та зменшене енергоспоживання. Він має ємність 3 Тбайт та використовує інтерфейс підключення SATA II. Оскільки цей накопичувач вирізняється зменшеним енергоспоживанням, то дає змогу створювати системи, що мають не тільки велику ємність, а й правильне співвідношення швидкодії, гарантовану надійність та економію.

Використання жорстких дисків з технологією WD GreenPower Technology допомагає знизити робочу температуру та рівень шуму, що дає змогу створювати надійніші та практично безшумні ПК і зовнішні накопичувачі. Застосування прохолодних і безшумних жорстких дисків WD Caviar Green позбавляє виробників зовнішніх накопичувачів від потреби використання вентиляторів у виробках великої ємності.

Наявність технології IntelliPower, в основі якої є відповідне співвідношення швидкості обертання, швидкості передавання даних і кешування алгоритмів, забезпечує економію електроенергії та швидкодію.

Підтримка диском технології IntelliSeek визначає оптимальний час пошуку, що допомагає зменшити рівень енергоспоживання, шуму та вібрації.

Наявна також підтримка технології паркування головок NoTouch, за якої записувальна головка за жодних обставин не стикається з поверхнею диска, що сприяє значному зменшенню зношення головок і дисків, а також надійнішому захисту накопичувачів під час їхнього перевезення.

Підтримка диском технології розширеного формату (AF). Ця технологія – ефективніший формат магнітних носіїв, що дає змогу підвищувати густину запису [12, 13].

Накопичувач SSD INTEL DC S3520 240 GB 2.5" (SSDSC2BB240G701) – енерго-ефективний, з малим тепловиділенням твердотільний (solid-state drive), спеціально призначений для центрів оброблення даних (ЦОД), має високу продуктивність і функцію захисту даних. Кодова назва цього SSD – Downieville, ємність – 240 Гбайт, тип комірок пам'яті – 3D NAND MLC, послідовне читання (у межах) – 320 Мбіт/с, послідовний запис – 300 Мбіт/с, живлення (активний режим) – 2.8 W, форм-фактор – 2.5" 7 мм, інтерфейс – SATA III (6 Гбіт/с) [14].

Твердотільний накопичувач Intel серії DC S3520 допомагає оптимізувати центри оброблення даних, хмарні й інтелектуальні системи, що працюють з додатками, які активно використовують операції читання, наприклад, завантаження ОС, веб-сервери, операційні бази даних та засоби аналітики.

Не так давно Intel презентувала нове покоління твердотільних накопичувачів SSD DC S3520. Ця серія є молодшою в асортименті серверних накопичувачів компанії.

Компанія Intel має в асортименті три групи серверних накопичувачів форм-фактора 2,5" з інтерфейсом SATA – SSD DC S3520, SSD DC S3610, SSD DC S3710. Серії розрізняються не тільки продуктивністю, а й ресурсом: молодша серія розрахована на один перезапис усього накопичувача в день упродовж п'яти років; DC S3610 – три перезаписи; старша лінійка – десять перезаписів (DC S3710).

Серія накопичувачів SSD DC S3520 стартує з ємністю 150 Гбайт, а закінчується – 1,6 Тбайт. Накопичувачі оснащені інтерфейсом SATA 3.0 і доступні в двох форм-факторах: 2,5 дюйма з товщиною 7 мм і M.2 (22×80 мм). Усі накопичувачі мають в основі 32-шарову пам'ять типу 3D NAND MLC, тоді як попереднє покоління SSD DC S3510 – 16-нм MLC пам'ять. Зміна типу пам'яті позитивно позначилася на ресурсі накопичувачів: якщо раніше 240-гігабайтна модель мала ресурс приблизно 140 Тбайт, то нині – 599 Тбайт (~ 1,4 DWPD). Також зазначимо про підтримку апаратного шифрування AES 256 біт, п'ятирічну гарантію та низьку ймовірність помилок (UBER) – один сектор на 1017 прочитаних бітів. Компанія Intel позиціонує SSD DC S3520 як накопичувачі для веб-серверів, серверних сервісів, а також для серверів з великими обсягами даних.

Оскільки компанія Kingston зняла з виробництва накопичувачі SSDNow KC300 з ресурсом, що відповідає SSD DC S3520, а нова серія накопичувачів Kingston SSDNow KC400 має недостатній ресурс для більшості завдань, які виконує сервер, то нова лінійка накопичувачів Intel сьогодні є безальтернативним рішенням, що відповідає таким вимогам: низька вартість гігабайта, ресурс на рівні 1–1,5 DWPD за п'ятирічної експлуатації.

Як уже зазначено, SSD DC S3520 240 Гбайт виконана у форм-факторі 2,5" і має товщину 7 мм, що дає змогу використовувати цей накопичувач і в ноутбуках [15].

Отже, спочатку два SSD INTEL DC S3520 240 Гбайт було вмонтовано в док-станцію Agestar 3UBT8, два HDD Western Digital Caviar 3 Тбайт – у зовнішню кишеню Agestar 3U2B3A1. Потім Agestar 3UBT8 та Agestar 3U2B3A1 підключили до USB концентратора TP-LINK UH720, що має також блок живлення, як і два попередні пристрої. TP-LINK UH720 з приєднаними пристроями було підключено до ноутбука.

Живлення всіх пристроїв відбувалось на основі безперебійного джерела APC Back-UPS ES 700VA (BE700G-RS).

Для забезпечення подвійного та мультизавантаження операційних систем родини Microsoft Windows на основі віртуальної машини спочатку з застосуванням програмного забезпечення VMware Workstation Pro на жорсткому диску ноутбука Seagate Momentus

7200.4 500 Гбайт створено за замовчуванням віртуальний SCSI жорсткий диск (Hard Disk (SCSI)) та віртуальну машину в його межах на основі ОС Windows 8.1.

Ця віртуальна машина мала такі параметри налаштування:

Windows 8.1 x64 Virtual Machine

Memory 2 Гбайт

Processors 1

Hard Disk (SCSI) 60 Гбайт

Hard Disk (IDE) Using device \\.\PhysicalDrive2

Hard Disk 2 (IDE) Using device \\.\PhysicalDrive3

Hard Disk 3 (IDE) Using device \\.\PhysicalDrive4

Hard Disk 4 (IDE) Using device \\.\PhysicalDrive5

CD/DVD (SATA) Using drive D:

Network Adapter NAT

USB Controller Present

Sound Card Auto detect

Printer Present

Display Auto detect

де PhysicalDrive2 – HDD Western Digital Caviar 3TB (1), PhysicalDrive3 – HDD Western Digital Caviar 3TB (2), PhysicalDrive4 – SSD INTEL DC S3520 240 GB (1), PhysicalDrive5 – SSD INTEL DC S3520 240 GB (2), drive D – CD/DVD drive віртуальної машини, створений на основі віртуального DVD-ROM фізичної машини.

У CD/DVD drive віртуальної машини було вмонтовано файл ISO образу Windows 10 та вилучено WIM-файл. Далі з WIM-файлу розпаковано інсталяційні файли Windows на PhysicalDrive2 з застосуванням образу до розділу Windows та виконанням команди `dism / Apply-Image /ImageFile:D:\install.wim / Index: 1 / ApplyDir: E: \`, де E: – розділ Windows PhysicalDrive2, D: – CD/DVD drive віртуальної машини.

Потім з використанням програмного засобу BCDBoot скопійовано та налаштовано файли системного розділу ОС Windows 10 PhysicalDrive2 за допомогою файлів з розділу раніше встановленої ОС Windows 8.1 віртуальної машини та виконання команди `bcdboot E: \ Windows`.

У підсумку отримано можливість подвійного завантаження на основі операційних систем Windows 8.1 та Windows 10 віртуальної машини.

Описаним вище методом розпаковано інсталяційні файли та налаштовано Windows 10 на PhysicalDrive4 та Windows Server 2016 на PhysicalDrive3 і PhysicalDrive5 виконанням послідовно аналогічних команд:

```
dism / Apply-Image /ImageFile:D:\install.wim / Index: 1 / ApplyDir: G: \;
```

```
bcdboot E: \ Windows ;
```

```
dism / Apply-Image /ImageFile:D:\install.wim / Index: 1 / ApplyDir: F: \;
```

```
bcdboot E: \ Windows ;
```

```
dism / Apply-Image /ImageFile:D:\install.wim / Index: 1 / ApplyDir: H: \;
```

```
bcdboot E: \ Windows,
```

де G: – розділ Windows PhysicalDrive4, F: – розділ Windows PhysicalDrive3, H: – розділ Windows PhysicalDrive5, D: – CD/DVD drive віртуальної машини.

Наслідком стала можливість мультизавантаження на основі п'яти операційних систем.

Отже, розроблена методика дає змогу створювати віртуальні машини, архітектура яких більше подібна до архітектури фізичних машин на основі подвійного завантаження, мультизавантаження операційних систем та використання фізичних носіїв інформації на прикладі HDD, SSD як елементів архітектури. Також віртуальні машини отримали можливість завантажувати різні операційні системи по чергово, не змінюючи власних параметрів налаштувань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Multi-booting [Electronic recourse]. – Mode of access : <https://en.wikipedia.org/wiki/Multi-booting>.
2. Booting [Electronic recourse]. – Mode of access : <https://en.wikipedia.org/wiki/Booting>.
3. Windows 8.1 [Electronic recourse]. – Mode of access : https://uk.wikipedia.org/wiki/Windows_8.1.
4. Windows 10 [Electronic recourse]. – Mode of access : <https://www.comss.ru/page.php?id=2572>.
5. Microsoft Windows Server 2016 Standard (OLP) [Electronic recourse]. – Mode of access : https://softkey.ua/catalog/servernoe-programmnoe-obespechenie-for-office/microsoft-windows-server-2016-standard-olp/?gclid=CIPHt7j06NQCFU5eGQodHdkMtA#detail_text.
6. VMware Workstation Pro [Electronic recourse]. – Mode of access : <https://www.comss.ru/page.php?id=2110>.
7. Віртуальна машина [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%96%D1%80%D1%82%D1%83%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B0.
8. Виртуализация [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://www.vmware.com/ru/solutions/virtualization.html>.
9. *Костогриз В.* Застосування microSD карти як системного диска / В. Костогриз // Електроніка та інформаційні технології. – 2017. – Вип. 7. – С. 65–71.
10. Agestar 3UBT8 [Electronic recourse]. – Mode of access : <http://www.agestar.com/en/Products/New-Product/1087-new-usb-30-to-2535-sata-hdd-2-bay-docking-station.html>.
11. Agestar 3U2B3A1 [Electronic recourse]. – Mode of access : <http://www.agestar.com/en/Products/3-5%E2%80%9D-HDD-Enclosure/USB3-0/1038-usb30-to-sata-2bay-hdd-enclosure.html>.
12. *Masiero M.* Four 3 TB Hard Drives, Tested And Reviewed / M. Masiero [Electronic recourse]. – Mode of access : <http://www.tomshardware.com/reviews/3tb-hdd-hard-drive,2982-4.html>.
13. Трёхтерабайтный жесткий диск WD30EZRS – исследуем неисследованное [Электронный ресурс]. Режим доступа : https://www.overclockers.ru/lab/41701/Trehterabajtnyj_zhestkij_disk_WD30EZRS_-_issleduem_neissledovannoe.html.
14. Intel® SSD DC S3520 Series 240GB, 2.5in SATA 6Gb/s, 3D1, MLC [Electronic recourse]. – Mode of access : https://ark.intel.com/products/93012/Intel-SSD-DC-S3520-Series-240GB-2_5in-SATA-6Gbs-3D1-MLC.
15. Обзор Intel SSD DC S3520 240GB: новое поколение серверных SSD с высоким ресурсом на базе памяти 3D NAND [Электронный ресурс]. Режим доступа :

<http://serverstech.ru/obzory/hardware/ssd/76-obzor-intel-ssd-dc-s3520-240gb-novoe-pokolenie-servernykh-ssd-s-vysokim-resursom-na-baze-3d-nand.html>.

Стаття: надійшла до редакції 08.09.2017,
доопрацьована 18.09.2017,
прийнята до друку 20.09.2017.

DUAL-BOOTING AND MULTI-BOOTING OF MICROSOFT WINDOWS FAMILY OPERATING SYSTEMS BASED ON A VIRTUAL MACHINE

V. Kostogriz

*Taras Shevchenko National University of Kyiv,
Faculty of Computer Science and Cybernetics,
Department of Information Systems,
4d Academician Glushkov avenue, Kyiv, 03680, Ukraine
bioinfo@unicyb.kiev.ua*

In this work I have implemented method of using dual-booting and multi-booting based on the virtual machine using Microsoft Windows family operating systems, such as Windows 8.1, Windows 10, Windows Server 2016. For configuration of virtual machine with appropriate functionality were applied unpacked files of WIM-file and tools such as DISM, BCDboot. As a result, the virtual machine was able to load different operating systems in turn without changing its own configuration options. Operating-system-level virtualization was carried out based on the VMware Workstation Pro software. It has been found that the developed technique provides the possibility to create virtual machines, the architecture of which is more similar to the architecture of physical machines.

Key words: dual boot, multi boot, wim file, ISO image, Windows 8.1, Windows 10, Windows Server 2016, operating system, DISM, BCDboot, virtual machine, HDD, SSD.