

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ  
ТА ПРОГРАМНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ

**СЕВЕРИН ДМИТРО АНАТОЛІЙОВИЧ**

УДК 004.4

**МЕТОДИ ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ  
МІГРАЦІЇ ВІРТУАЛЬНИХ МАШИН В ОБЧИСЛЮВАЛЬНІЙ ХМАРІ**

123 «Комп'ютерна інженерія»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль, 2019

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:**           **Баран Ігор Олегович**  
кандидат технічних наук, доцент  
декан факультету комп'ютерно-інформаційних систем та програмної інженерії  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

**Рецензент:**                   **Литвиненко Ярослав Володимирович,**  
доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри  
комп'ютерних наук  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 27 грудня 2019 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії № 37 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд. 603.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Одним з сучасних підходів до організації корпоративної інформаційної інфраструктури є віртуалізація обчислювальних систем. Причин цього чимало, але серед основних можна назвати наступні:

- різноманітність платформ, що використовуються в бізнесі (можливість максимально гнучкого використання обчислювальних потужностей для вирішення самого широкого кола завдань неможливо переоцінити);

- проблема простоїв і неефективного використання обладнання (навантаження обчислювальної системи нерідко розподіляється в часі нерівномірно, що призводить до довгих періодів низького навантаження, що становить більшу частину роботи системи, і періодів, коли спостерігаються різкі сплески навантаження);

- низька щільність обчислювальних процесів на одиницю апаратури (проблема також пов'язана з неоптимальним використанням обчислювальних ресурсів обладнання: при виконанні на одному фізичному обчислювачі декількох незалежних призначених для користувача завдань ефективність використання ресурсів підвищується, знімаючи також необхідність в окремому обчислювачі, виділеному для виконання того чи іншого користувальницького завдання).

Технологія віртуалізації дозволяє значно покращити процес побудови хмарних сервісів, оскільки зменшує кількість фізичного обладнання, вартість на купівлю і обслуговування якого може бути досить високою. Варто зауважити, що існують проблеми з переходом на хмарні технології, наприклад робота сервісів та програмного забезпечення від різних виробників для різних платформ. Початок використання хмарних сервісів часто гальмується питаннями перенесення інфраструктури або окремих її частин у хмару. Для вирішення цих проблем застосовуються технологія міграції. Необхідно забезпечити грамотне керування процесом міграції, завдяки чому можна буде переносити практично будь-яке навантаження x86 у хмару.

**Мета роботи:** дослідити існуючі методи та інструментальні засоби і на їх основі розробити програмний засіб для управління процесом міграції віртуальних машин в обчислювальній хмарі.

**Об'єкт дослідження:** процес міграції віртуальних машин в обчислювальній хмарі.

**Предмет дослідження:** технології віртуалізації комп'ютерних систем, мережеві технології.

**Методи дослідження.** Метод теоретичного дослідження та експериментальний з використання персонального комп'ютера. Методологічну основу дослідження становлять фундаментальні положення комп'ютерної та програмної інженерії, наукові дослідження вітчизняних і зарубіжних компаній та вчених у сфері комп'ютеризованих систем.

**Наукова новизна отриманих результатів:**

- запропоновано архітектуру засобу для проведення міграції, яка складається з одного сервера-координатора та довільної кількості серверів-агентів;

- запропоновано метод проведення міграції віртуальних машин без наявності спільного мережевого сховища даних;

– спроектовано та реалізовано програмний засіб, що складається з реальних і віртуальних обчислювачів, що працюють під управлінням системи віртуалізації обчислювальних ресурсів.

**Практичне значення отриманих результатів.** Впровадження результатів проведеного дослідження можуть бути використані компаніями при побудові власного корпоративного хмарного середовища, в навчальних дисциплінах при розгляді технологій віртуалізації та хмарних обчислень.

**Апробація.** Окремі результати дослідження апробовано на VII науково-технічній конференції «Інформаційні моделі, системи та технології» Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя (11-12 грудня 2019р.) у вигляді опублікованих тез.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 7 частин, висновків, переліку посилань, додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 101 арк. формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі проведено аналіз актуальності та мети роботи, поставлено задачі дослідження, сформульовано об'єкт та предмет дослідження, наведена наукова новизна та практичне значення одержаних результатів.

В першому розділі «Аналіз предметної області» описано поняття віртуалізації, історія її розвитку, проведено огляд технологій віртуалізації. Основну увагу приділено аналізу процесу віртуалізації на основі віртуальних машин. Наведено основні переваги та недоліки віртуалізації.

В другому розділі «Дослідження міграції віртуальних машин в обчислювальній хмарі» описано поняття гіпервізора та досліджені його типи. Проаналізовано основні функції та можливості найбільш вживаних гіпервізорів (Xen, VMware ESX Server, Hyper-V, KVM). Досліджено особливості міграції VM в обчислювальній хмарі.

В третьому розділі «Практична реалізація програмного засобу Xen Migr для управління процесом міграції віртуальних машин в обчислювальній хмарі» описано функціональні можливості та архітектура розробленого програмного засобу Xen Migr. Наведена програмна архітектура розробки. Описана організація роботи системних служб. Докладно описано і проілюстровано основні процеси в хмарі, в т.ч. міграція існуючих VM.

В четвертому розділі «Спеціальна частина» наведено можливості та функції сучасного ПЗ для управління функціоналом і можливостями гіпервізора та контролем за функціонуванням VM.

В п'ятому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» розглянуто питання розрахунку економічної ефективності і терміну окупності капітальних вкладень.

В шостому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто питання охорони праці, оцінка дії ЕМП на елементі виробництва і методи

захисту, врахування шкідливих і небезпечних умов праці персоналу в ході провадження виробничої діяльності суб'єктами господарювання.

**В сьомому розділі «Екологія»** проведено аналіз сучасних програмних продуктів для обробки великих масивів екологічної інформації та розглянуто статистичну оцінку техногенних впливів.

**У загальних висновках щодо дипломної роботи** описано прийняті в проекті технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи, технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені; наведено рекомендації по розробці схожих систем.

**В графічній частині** представлені тема роботи, мета, задачі, предмет, об'єкт дослідження; актуальність теми; технології віртуалізації; типи гіпервізорів; основні функції та можливості найбільш вживаних гіпервізорів; архітектура програмного засобу; основні пакети класів служб програмного засобу та відношення між ними; діаграми класів та послідовностей системних служб; блок-схема алгоритму міграції віртуальних машин; основні результати дослідження.

## **ВИСНОВКИ**

У процесі виконання дипломної роботи розглянуто поняття віртуалізації, історія розвитку, проведено огляд технологій віртуалізації. Основну увагу приділено аналізу процесу віртуалізації на основі гіпервізора (паравіртуалізації). Наведено основні переваги та недоліки віртуалізації. Досліджені основні типи гіпервізорів. Проаналізовано основні функції та можливості найбільш вживаних гіпервізорів (Xen, VMware ESX Server, Hyper-V, KVM). Досліджено особливості міграції ВМ в обчислювальній хмарі.

На основі проведеного аналізу спроектовано архітектуру, сформульовано функціональні можливості та програмно реалізовано програмний засіб Xen Migr. Обґрунтована програмна архітектура розробки. Описана організація роботи системних служб. Докладно описано і проілюстровано основні процеси в хмарі, в т.ч. міграція існуючих ВМ.

Створений в результаті виконання цієї роботи програмний засіб має такі особливості: базується на поширених відкритих протоколах, стандартах та технологіях; дозволяє без наявності загального мережевого сховища здійснювати міграцію ВМ; може задавати пороги використання ресурсів вузлами мережі для спостереження за їх станом; передбачено автоматичний пошук варіантів цільового вузла при необхідності міграції ВМ відповідно до потреб останньої.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Северин Д.А. Програмний засіб для управління процесом міграції віртуальних машин в обчислювальній хмарі. *Інформаційні моделі, системи та технології*: Праці VII наук.-техн. конф. (Тернопіль, 11-12 грудня 2019 р.) Тернопіль, 2019. С. 131.

## АНОТАЦІЯ

### **Северин Д.А. Методи та інструментальні засоби управління процесом міграції віртуальних машин в обчислювальній хмарі**

Дипломна робота на здобуття освітнього ступеня магістра, 123 «Комп'ютерна інженерія». – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль 2019

Дипломна робота присвячена дослідженню сучасних технологій віртуалізації і засобів управління процесом міграції віртуальних машин в обчислювальній хмарі.

Розроблюваний програмний засіб являє собою набір системних служб та призначених для користувача інтерфейсів, виконуються на реальних і віртуальних серверах обчислювального комплексу, який надає набір обчислювальних ресурсів, тобто хмари. Ці служби здійснюють збір інформації про використання різних системних ресурсів і відповідної завантаженості серверів і формують на основі цих даних статистику використання ресурсів, а також дозволяють здійснювати швидке розгортання віртуальних машин, автоматично створюваних на основі заданого шаблону, на реальних серверах і централізовано керувати міграцією наявних віртуальних машин на основі гіпервізора Xen між реальними серверами.

**Ключові слова:** ВІРТУАЛІЗАЦІЯ, ГІПЕРВІЗОР, МІГРАЦІЯ, ПАРАВІРТУАЛІЗАЦІЯ, РЕСУРСИ, ХМАРА

## ANNOTATION

### **Severyn D.A. Methods and tools of virtual machines migration monitoring in a computing cloud**

The diploma paper for obtaining the Master's degree, 123 «Computer Engineering» – Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil 2019

Thesis deals with modern virtualization technologies and tools for managing the migration process of virtual machines in a cloud.

The developed software is a set of system services and user interfaces, run on real and virtual servers of the computing complex, which provides a set of computing resources, ie clouds. These services collect information about the use of different system resources and the corresponding server load, and based on this data, statistics on the use of resources, as well as allow the rapid deployment of virtual machines, automatically created based on a given template, on real servers and centrally manage the migration of existing virtual machines based on Xen hypervisor between real servers.

**Keywords:** CLOUD, HYPERVISOR, MIGRATION, PARAVIRTUALIZATION, RESOURCES, VIRTUALIZATION