

Тернопільський національний педагогічний університет імені В. Гнатюка

**Застосування віртуальних хмарних лабораторій
у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики**

У статті проаналізовано поняття «віртуальна лабораторія». Автором розглянуто можливості та переваги застосування технологій хмарних обчислень в освіті. Описаний досвід проектування та застосування у навчальному процесі віртуальної лабораторії на основі Apache CloudStack.

Ключові слова: хмарні технології, віртуальна лабораторія, корпоративна хмара, Apache CloudStack.

В статье рассмотрены понятия, связанные с применением облачных технологий в высшем учебном заведении. Автором проанализировано понятие «виртуальная лаборатория». Описан опыт проектирования и использования в процессе обучения виртуальной лаборатории, развернутой с использованием платформы Apache CloudStack.

Ключевые слова: облачные технологии, виртуальная лаборатория, корпоративное облако, Apache CloudStack.

This paper presents an approach to the deploy and use of cloud computing in education. The author analysed the term «virtual laboratory». This paper describes the experience of the deployment and using virtual laboratory in the process of future computer science teachers training.

Keywords: cloud technologies, virtual laboratory, private cloud, Apache CloudStack.

Впровадження технологій хмарних обчислень у освітню галузь ставить завдання розробки хмаро-орієнтованих засобів навчання. Першочергово їх розроблення та апробацію доцільно здійснювати у вищих навчальних закладах (ВНЗ). Серед таких засобів навчання можна виокремити «віртуальні лабораторії», організація яких можлива на основі моделі корпоративної хмари.

Метою дослідження є аналіз деяких можливостей застосування технологій хмарних обчислень у процесі підготовки майбутніх учителів

інформатики.

Аналізуючи концепцію опрацювання електронних даних на основі інформаційних технологій хмарних обчислень, В.Ю. Биков зазначає, що їх фундаментальні принципи та програмні реалізації мають стати предметом пріоритетного вивчення, засобами навчання, досліджень та управління освітою на всіх організаційних рівнях українського суспільства [2].

М. П. Шишкіна, О. М. Спирін, Ю. Г. Запорожченко, досліджуючи проблематику інформатизації освіти України, зазначають, що розвиток технологій хмарних обчислень, сервісів адаптивних інформаційно-комунікаційних мереж, засобів віртуального і мобільного навчання є важливим кроком на шляху вирішення проблем доступності і якості навчання, що змінює уявлення про інфраструктуру організації процесу навчання. В умовах хмаро орієнтованого освітнього середовища розширюються межі доступу до якісних електронних ресурсів, що мають такі інноваційні характеристики, як адаптивність, мобільність, вільний мережний доступ, уніфікована інфраструктура, забезпечення універсального підходу до роботи [13].

Стосовно підготовки майбутнього вчителя інформатики до застосування хмарних технологій у професійній діяльності, то вона має відповідати вимогам фундаменталізації навчання через включення до змісту загальних як теоретичних, так і технологічних положень, з демонстрацією їх на конкретних прикладах [5].

Як зазначає Ю.С. Рамський головним при вивченні інформатики є засвоєння фундаментальних її понять, орієнтування в їх взаємозв'язках, набуття навичок практичної роботи з найважливішими технічними і програмними засобами [10].

Впровадження технологій хмарних обчислень сприятиме зростанню доступності освіти, яка визначається гнучкістю системи організації навчання, а також наявністю відповідних засобів подання змісту і реалізації типу діяльності [12].

Стосовно технологічних аспектів використання хмарних технологій, то концепція їх розгортання можлива відповідно до таких сервісних моделей [1]:

- створення і підтримання власної корпоративної хмари, що обов'язково передбачає побудову, підтримання функціонування і забезпечення розвитку власного центру опрацювання даних, його програмно-апаратних засобів та електронних інформаційних ресурсів, а також існування у ВНЗ потужного ІКТ-підрозділу;
- орієнтація на загальнодоступну хмару, що передбачає використання засобів і сервісів «хмарного» провайдера;
- орієнтація на гібридну (комбіновану) модель реалізації ІКТ-сервісів, тобто одночасне використання корпоративних та загальнодоступних хмар.

Досліджуючи концепцію «академічної хмари», О.Г. Глазунова виокремлює такі її рівні: фізичний, рівень віртуалізації та управління віртуальними ресурсами, а також рівні платформ та програмного забезпечення [4].

Враховуючи, що сучасні корпоративні хмарні платформи широко використовують технологію віртуалізації, вважаємо можливим розгортання на їх основі віртуальних лабораторій.

Розглядаючи поняття «віртуальна лабораторія», першочергово зупинимося на терміні «віртуальний». У великому тлумачному словнику української мови [3] зазначений термін трактують як такий, що реально не існує; можливий або такий, який проявляється за певних умов. Зазначимо, що віртуальна лабораторія для вивчення мережних технологій справді не існує у вигляді окремого приміщення, проте її функції реалізуються із застосуванням реальних апаратно-програмних засобів та комп'ютерних мереж. Стосовно процесу пізнання, то віртуальна навчальна лабораторія – це віртуальне середовище навчання, яка дає змогу моделювати поведінку об'єктів реального світу в інформаційно-освітньому середовищі. Таке середовище має бути розробленим під певну предметну галузь, яке надає необхідний інструментарій для розв'язування задач, проведення віртуальних

експериментів в даній предметній галузі. Зазвичай віртуальні лабораторії орієнтовані на застосування у процесі навчання математики, фізики, хімії, деяких інженерних дисциплін [11], [18] [6]. Стосовно інформатичних дисциплін, то врахувавши трактування В.Ю. Бикова, зазначимо, що віртуальна лабораторія є інформаційною системою, у якій завдяки спеціальному інтерфейсу користувача, що підтримується системними програмними засобами мережного налаштування, формуються мережні віртуальні ІКТ-об'єкти. Такі об'єкти є складовою логічної мережної інфраструктури із гнучкою архітектурою, що за своєю будовою і часом існування відповідають персоніфікованим потребам користувача [2].

Зазвичай у віртуальній лабораторії відомості з предметної галузі базуються на окремих фактах, а тому обмежені набором заздалегідь передбачених експериментів. Інший підхід передбачає, що учень або студент має можливість проводити будь-які експерименти, не обмежуючись заздалегідь підготовленим набором результатів. Саме завдяки використанню технології віртуалізації операційних систем, останній підхід варто намагатися реалізувати у проектованій лабораторії. Широкий спектр можливостей використання спеціального програмного забезпечення для віртуалізації надає унікальні можливості при організації навчального процесу, що і підтверджує доцільність їх широкого використання як основного засобу формування системи знань, умінь та навичок при вивченні програмного забезпечення і мережних технологій, а також при формуванні системи умінь в галузі адміністрування комп'ютерних мереж [14].

Важливим є питання ресурсного забезпечення навчальної діяльності студентів у віртуальній лабораторії. У нашому випадку віртуальні ресурси – це не стільки інформаційні, скільки обчислювальні ресурси, які доступні студентам у режимі віддаленого доступу через канали глобальної зв'язку, наприклад Інтернету.

Основним завданням проекрованої нами віртуальної лабораторії вважаємо моделювання процесів опрацювання даних у сучасних

інформаційних системах та мережах, а також вивчення програмних засобів, які реалізують логіку їх протікання. Стосовно обрання сервісної моделі застосування хмарних технологій [16], то, враховуючи її максимально доступний функціонал, доцільним вважаємо застосування моделі IaaS (Infrastructure-as-a-Service). Вона дасть змогу розгорнути у проєктованій лабораторії не лише окремі віртуальні комп'ютери, а реалізувати інформаційну інфраструктуру, яка міститиме віртуальні мережі, засоби фільтрування та маршрутизації тощо.

Як було зазначено вище найбільш доцільною моделлю розгортання хмарних технологій у інфраструктурі ВНЗ є гібридна. Зокрема, для забезпечення комунікацій учасників навчального процесу можна використати засоби загальнодоступних хмар, для віртуалізації програмних засобів – корпоративні хмари. Публікування навчальних матеріалів можна забезпечити засобами як корпоративних, так і загальнодоступних хмар.

Спроектовану віртуальну лабораторію було реалізовано у корпоративній хмарі, яка була розгорнута у межах спільної науково-дослідної лабораторії з питань застосування хмарних технологій в освіті ТНПУ імені Володимира Гнатюка й Інституту інформаційних технологій і засобів навчання Національної академії педагогічних наук України.

На основі проведеного порівняльного аналізу [7], за програмну основу проєкту нами було обрано платформу Apache CloudStack. Серед її переваг є: поширення за ліцензією Apache (GPL), відкритий програмний код, підтримка роботи багатьох гіпервізорів, можливість гнучкого управління інформаційною інфраструктурою, виведення інтерфейсу ОС безпосередньо у вікно веб-браузера.

Основними складовими хмарної інфраструктури Cloudstack є [15]:

- зона (zone) – найбільший підрозділ, який відповідає датацентру;
- стійка (pod) – є аналогом серверної стійки, яка містить кластери та хости, що належать одній підмережі;
- кластер (cluster) – сукупність фізичних серверів, розміщених у одній

стійці;

- хост (host) – сервер, на якому виконується гіпервізор, що забезпечує розподіл обчислювальних ресурсів для віртуальних машин;
- первинні та вторинні сховища (primary and secondary storages) – зберігають розділи та диски віртуальних машин та можуть бути доступними за різними протоколами.

У процесі створення інфраструктури було обрано базовий режим платформи CloudStack. Хмарна інфраструктура була розгорнута на двох фізичних серверах, які забезпечують функціонування двох зон, з можливістю одночасного виконання біля 30-ти віртуальних комп'ютерів (рис. 1).

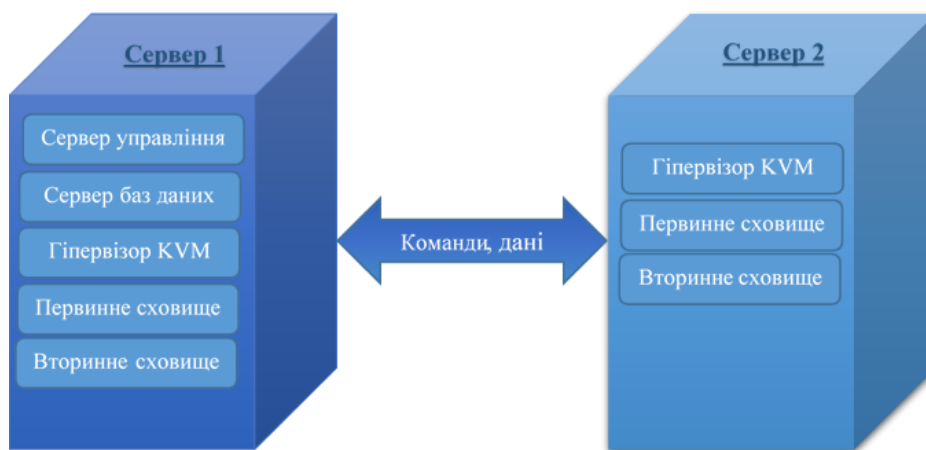


Рис 1. Модель реалізованої хмарної інфраструктури

Базовий режим не передбачає використання окремих фізичних або віртуальних мереж. Як наслідок усі мережі у хмарній інфраструктурі безпосередньо зв'язані між собою та належать одному сегменту.

На сьогодні функціонують хмарні лабораторії для вивчення дисциплін «Адміністрування комп'ютерних мереж» (галузь знань «Системні науки та кібернетика») та «Основи мережних технологій» (галузь знань «Фізико-математичні науки»). Зміст цих курсів не передбачає вивчення питань маршрутизації, віртуальних локальних мереж [9]. Предметом вивчення зазначених дисциплін є основні принципи функціонування та адміністрування мережних систем, методи конфігурування сучасних серверних операційних систем, програмних засобів для організації доменних мережних структур. Основні завдання щодо управління роботою мереж ілюструються на прикладі

однорангових мереж та мережних доменних структур. З метою підвищення рівня розуміння теоретичного матеріалу програми обох навчальних дисциплін передбачають вивчення мережних засобів двох операційних систем.

Користувачами зазначених лабораторій є понад 75 студентів, майбутніх учителів інформатики. Ними створено близько 150 віртуальних машин. Зрозуміло, що продуктивність двох фізичних серверів не дає змогу одночасно завантажувати усі ці віртуальні комп'ютери. Проте практичний досвід застосування віртуальних лабораторій показує, що функціональні можливості хмарної платформи CloudStack у нашій реалізації були достатніми для навчання однієї академічної групи студентів.

Крім хмарної платформи CloudStack ресурси віртуальних лабораторій доповнюють відповідні електронні курси на основі LMS MOODLE, відеофрагменти сервісу «ФМ-медія» та матеріали інституційного репозитарію «ФМ-репозитарій». Доступ до цих ресурсів уніфіковано завдяки єдиній системі автентифікації, яку реалізовано на факультеті [8]. Основою згаданої системи автентифікації є каталог LDAP та однойменний протокол. Для забезпечення доступу до віртуальної лабораторії на основі єдиних реєстраційних даних студентів було виконано конфігурування платформи Cloudstack для автентифікації користувачів на основі каталогу LDAP. Проте на відміну від згаданих платформ (MOODLE, DSpace), які після першої автентифікації користувача автоматично створюють обліковий запис у власній базі даних, Cloudstack вимагає виконання цієї процедури вручну.

Подібний проект було реалізовано в університеті Белграда, де була розгорнута віртуальна лабораторія ELABCloud, яка інтегрує каталог LDAP, систему управління навчанням MOODLE та інструмент OpenNebula, який реалізує хмарну інфраструктуру [17].

Недоліком використання базового мережного режиму платформи Cloudstack є труднощі маршрутизації трафіка з лабораторій комп'ютерних технологій, які організовані як окремі фізичні підмережі. Особливістю Cloudstack є робота з різними видами мереж: управляючими (між сервером

управління та серверами в кластерах), гостьовими (мережі віртуальних комп'ютерів), а також мережами між сховищами. На практиці це означає, що у процесі конфігурування віртуальних комп'ютерів слід встановлювати тільки такі адреси, які зарезервовані для гостьових мереж та закріплені за кожним екземпляром віртуальної машини.

Недоліком нашої реалізації корпоративної хмари є нераціональний розподіл обчислювальних ресурсів, що передбачає їх резервування лише з розрахунку кількості та продуктивності віртуальних комп'ютерів. Частково згаданий недолік можна компенсувати, створивши власний шаблон надання обчислювальних ресурсів. Як показує досвід можна знайти розумний компроміс між наданням ресурсів великій кількості студентів та продуктивністю кожної віртуальної машини. Незважаючи на такі технологічні особливості, у студентів варто формувати розуміння необхідності ощадливого використання обчислювальних ресурсів, яке, зокрема, передбачає вимикання віртуальних комп'ютерів, що не використовуються.

У навчальному процесі варто значну увагу приділити з'ясуванню особливостей функціонування віртуальних машин у хмарній інфраструктурі. Студенти не завжди розуміють, з якою системою вони працюють, як відбувається маршрутизація та фільтрація даних між реальним і віртуальним комп'ютером, у який спосіб слід конфігурувати мережні з'єднання віртуальних операційних систем.

З метою вивчення ступеня ефективності застосування віртуальних лабораторій, побудованих на основі технологій хмарних обчислень, нами проводиться педагогічний експеримент.

Підсумувавши викладене у статті, зазначимо, що розгорнута на основі CloudStack віртуальна лабораторія має основні характеристики, які притаманні технологіям хмарних обчислень:

- для доступу до ресурсів віртуальних комп'ютерів, зокрема і до графічного інтерфейсу користувача, достатньо лише веб-браузера;
- обслуговування за потреби – студент може негайно отримати системні

ресурси (увімкнути, перезавантажити віртуальний комп'ютер) без попереднього запиту;

- повсюдний доступ не залежно від географічного розташування — для доступу до лабораторії з мережі Інтернет студент використовує традиційний сервіс ІТ-інфраструктури факультету — віртуальну приватну мережу (VPN);
- еластичність масштабування, який передбачає можливість зміни обсягу обчислюваних ресурсів без суттєвих змін у роботі операційних систем.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо у розгортанні у корпоративній хмарі фізичних та віртуальних сегментів мереж, що дасть можливість вивчати питання пов'язані з маршрутизацією в Інтернеті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Биков В.Ю. Технології хмарних обчислень, ІКТ-аутсорсінг і нові функції ІКТ-підрозділів навчальних закладів і наукових установ / [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://lib.iitta.gov.ua/1151/1/251.pdf>
2. Биков В. Ю. Хмарна комп'ютерно-технологічна платформа відкритої освіти та відповідний розвиток організаційно-технологічної будови ІТ-підрозділів навчальних закладів [Електронний ресурс] / Биков В.Ю. // Научные журналы НТУ "ХПИ": Теория и практика управления социальными системами №1 – НТУ "ХПИ", 2013. – Режим доступу: http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Наукова_періодика/Tipuss/2013_1/Вук.pdf
3. Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод. і допов.) / Уклад. і голов. ред. В.Т. Бусел. — К.; Ірпінь: ВТФ «Перун», 2005. — 1728 с.
4. Глазунова О.Г. Принципи формування «академічної хмари» сучасного університету на основі відкритих програмних платформ. // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – №5 (43). – Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1096>
5. Жалдак М.І. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання – становлення і розвиток // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія 2: комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова., 2010. – №9(16) – С. 3-9.
6. Кашина Г.С. Використання мультимедійних засобів у навчанні фізики при підготовці фахівців транспортної галузі / Г.С. Кашина, В.П. Сергієнко // Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2006. – № 4 (11). – С. 54-58.
7. Олексюк В. П. Впровадження технологій хмарних обчислень як складових ІТ-інфраструктури ВНЗ. [Електронний ресурс]/ В. П. Олексюк // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – №3. – Режим доступу.: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1042#.U7KuwPkrbPA>
8. Олексюк В. П. Досвід інтеграції хмарних сервісів Google Apps у

інформаційно-освітній простір вищого навчального закладу. [Електронний ресурс]/ В. П. Олексюк // Інформаційні технології і засоби навчання. — 2013. — №3. — Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/824/631>

9. Рамський Ю.С., Олексюк В.П. Особливості підготовки майбутніх учителів інформатики до застосування мережевих технологій / Ю.С. Рамський, В.П. Олексюк / Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. — К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2007. №5 (12). — С. 154-159

10. Рамський Ю.С. Підвищення рівня фундаментальної підготовки з інформатики майбутніх вчителів математики та інформатики / Ю. С. Рамський // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. — К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. — № 9 (16). — С. 95-98.

11. Триус Ю.В. Комп'ютерно-орієнтовані методичні системи навчання математичних дисциплін у ВНЗ: проблеми, стан і перспективи / Ю. В. Триус // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2, Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання. — К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. — № 9 (16). — С. 16-29.

12. Шишкіна М.П. Хмаро орієнтоване освітнє середовище навчального закладу: сучасний стан і перспективи розвитку досліджень М. П. Шишкіна, М.В. Попель // Інформаційні технології і засоби навчання. — 2013. — №5 (37). — Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/903/676>

13. Шишкіна М.П. Проблеми інформатизації освіти України в контексті розвитку досліджень оцінювання якості засобів ІКТ / М. П. Шишкіна, О. М. Спірін, Ю. Г. Запорожченко // Інформаційні технології і засоби навчання. — 2012. — №1 (27). — Режим доступу до журналу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/632/483>

14. Яшанов М.С. Застосування віртуальних машин у фаховій підготовці вчителя технологій / М.С. Яшанов // Наукові записки:, НПУ ім. М. П. Драгоманова. Серія педагогічні та історичні науки. — К.: НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2009. — С. 250-258.

15. Apache CloudStack Documentation: open source cloud computing [Електронний ресурс]. — Available from: <http://docs.cloudstack.apache.org/en/master/concepts.html>

16. Cloud computing. Principles and Paradigms. / Edited by Rajkumar Buyya, James Broberg, Andrzej Goscinski. — New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2011. — 641 p.

17. Despotović-Zrakić M., Simić K., Scaffolding Environment for Adaptive E-learning through Cloud Computing. [Electronic Resource] / Educational Technology & Society, 16 (3), 301–314. Available from: — http://www.ifets.info/journals/16_3/23.pdf

18. Tatli, Z., Ayas, A. Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement. . [Electronic Resource] / Educational Technology & Society, 16 (1), 159-170. — Available from: — http://www.ifets.info/journals/16_1/14.pdf