УДК 378+37:004

Глазунова Олена Григорівна

доцент, кандидат педагогічних наук, декан факультету комп'ютерних наук і економічної кібернетики
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна
o-glazunova@nubip.edu.ua

Якобчук Олександр Васильович

начальник відділу мультимедійних технологій та потокового відео
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ, Україна
nwpmaster@gmail.com

ПРОЕКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ ХМАРО-ОРІЄНТОВАНОГО ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ З ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Анотація. У статті обґрунтовується архітектура інформаційно-освітнього середовища сучасного університету, побудованого на основі хмарних технологій. Пропонується низка програмно-технологічних рішень з використанням технологій віртуалізації, кластеризації, управління віртуальними ресурсами, які можливо реалізувати на базі власної інфраструктури навчального закладу. Обґрунтовується модель надання освітніх послуг студентам ІТ-спеціальностей, яка полягає в організації доступу студентів до навчально-методичних ресурсів середовища: електронних навчальних курсів, ресурсів інституційного репозитарію, електронної бібліотеки, відео порталу, вікі порталу, а також до віртуального робочого столу з необхідним набором програмних пакетів для виконання лабораторних і проектних робіт.

Ключові слова: хмаро-орієнтоване інформаційно-освітнє середовище; хмарні технології; кластер; віртуалізація; електронний навчальний курс; віртуальний робочий стіл; майбутні фахівці з інформаційних технологій.

1. ВСТУП

В епоху глобалізації у вищих навчальних закладах необхідно створювати умови для ефективної самостійної навчальної діяльності студентів, саморозвитку, самовдосконалення, самоосвіти, самореалізації. Сучасним студентам необхідно надавати весь спектр можливостей інформаційних і телекомунікаційних технологій для забезпечення навчальних потреб, у тому числі, засобів інтерактивного спілкування, моделювання об'єктів, явищ, процесів, віртуальних лабораторій та ін.

Постановка проблеми. Автоматизація процесів управління навчальною діяльністю студентів потребує більш гнучкого підходу, зважаючи на необхідність особистісно-орієнтованого підходу до навчання студентів, вибудовування індивідуальної траєкторії навчання для кожного студента залежно від його інтелектуального рівня, рівня знань, умінь, навичок, особливостей його мотивації та навчального стилю. Попри це, для підготовки студентів ІТ-фаху вкрай необхідним є розвиток навичок командної роботи у телекомунікаційних середовищах, забезпечення управління інформаційними потоками. Використання у навчальному процесі можливостей технологій мультимедіа, гіпертекстових і гіпермедіа систем є необхідною складовою організації навчання у сучасному університеті.

Для забезпечення усіх цих складових підготовки майбутніх фахівців в університеті необхідно створити інформаційно-освітнє середовище, архітектура якого буде задовольняти потреби всіх учасників навчального процесу. Щоб розв'язати завдання побудови інформаційно-освітнього середовища у вищому навчальному

закладі, потрібно орієнтуватися на сучасні підходи до розв'язання цієї проблеми, новітні технічні і програмні рішення. Одним із таких новітніх технологічних рішень є хмаро-орієнтоване середовище, архітектуру якого необхідно обґрунтувати в контексті забезпечення потреб організації навчальної діяльності майбутніх фахівців з інформаційних технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Побудова інформаційно-освітнього середовища (ІОС) є головним завданням вищих навчальних закладів. Проблеми формування інформаційно-освітнього середовища висвітлені в працях Бикова В. Ю. [1], Богачкова Ю. М. та ін. [2], Зайцевої Е. Н. [3], Панченко Л. Ф. [4]. Важливо правильно спроектувати ІОС, щоб побудована система працювала ефективно. Хоча не слід забувати про неперервну трансформацію в процесах побудови інноваційного електронного освітнього простору, що пов'язано з розвитком інформатизації [5]. У контексті нашого дослідження під ІОС будемо розуміти єдиний інформаційний простір, побудований на основі інтеграції даних на електронних носіях, інфокомунікаційних технологій взаємодії, що включає в себе віртуальні бібліотеки повнотекстових електронних ресурсів, медіаматеріалів, оптимально структуровані електронні навчальні курси, які використовуються на основі принципів нової педагогічної системи, середовища для колективної роботи і систему управління навчальним процесом. Ефективним шляхом удосконалення інформаційно-освітнього середовища є використання технологій хмарних обчислень (Cloud Computing) [6–7]. Завдяки використанню хмарних технологій для організації «академічної хмари» забезпечується ефективний доступ до ресурсів, розміщених у «хмарі», гнучкий розподіл ресурсів, вимірювання спожитих послуг тощо. Концепція «академічної хмари» досліджена у [8]. Вона полягає у створенні комплексу програмно-технічних рішень, які будуть затребувані у процесі організації навчальної діяльності сучасного університету (навчальні курси, сервіси колективної роботи, он-лайн сервіси, навчальне відео, сервіс відеоконференцій, навчальні середовища, віртуальні лабораторії тощо), функціонуватимуть у вигляді хмарного сервісу, не вимагатимуть від користувачів додаткового обладнання і ліцензійного програмного забезпечення.

З поширенням мережі Internet технології опрацювання даних зазнали чималих змін. З появою хмарних технологій, будь-який гаджет: чи то смартфон, чи то планшет, з можливістю доступу до мережі дасть можливість розв'язати складні задачі. Насправді, ми вже давно користуємося хмарними технологіями — це і браузерний інтерфейс поштової скриньки, і можливість створення й редагування офісних документів он-лайн, і складні математичні обчислення, для яких потужності одного персонального комп'ютера недостатньо. У вузькому розумінні, хмарні технології — це такі технології обробки даних, за допомогою яких комп'ютерні ресурси надаються віддаленому користувачу як он-лайн-сервіси [9]. Термін «хмарні технології» (від англ. "cloud technology") — не зовсім влучний. Дійсно, дослівний переклад слова «cloud» — «хмара» (звідси «хмарні технології»), однак це ж слово перекладається як «розсіяний, розподілений». Тож хмарні технології є «розподіленими технологіями», тобто опрацювання даних відбувається з використанням не одного стаціонарного комп'ютера, а розподіляється між комп'ютерами, підключеними до мережі Internet або до єдиної автоматизованої системи з можливостями віртуалізації.

У документах IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers — різновид міжнародних стандартів електронно-обчислювальної техніки), подане таке визначення: «хмарні технології» — це програма, яка постійно зберігає для користувача дані на інтернет-серверах і лише тимчасово — на стороні користувача [10].

Провідне трактування «хмарних технологій» — це модель забезпечення повсюдного і зручного мережного доступу до загального пулу конфігурованих

обчислювальних ресурсів (наприклад, мереж передавання даних, серверів, пристроїв зберігання даних, прикладних програм і сервісів — як разом, так і окремо), що можуть бути оперативно надані з мінімальними експлуатаційними витратами і зверненнями до провайдера. Національний інститут стандартів та технологій (NIST) США уточнює своє визначення поняття “хмари” [11], зокрема, визначаючи такі її властивості: послуги на вимогу, широкий доступ до мережі, об’єднання ресурсів, гнучкий розподіл ресурсів, вимірювання послуг (рис. 1).

Рис. 1. Властивості «хмари»

Метою статті є обґрунтування архітектури інформаційно-освітнього середовища університету, інфраструктура якого розміщена на базі навчального закладу, і яке пристосоване для навчання студентів ІТ-спеціальностей.

2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Під час дослідження використовувались такі методи: аналіз науково-технічної літератури з проблеми впровадження хмарних технологій у освітню галузь, вивчення особливостей функціонування програмно-технічної інфраструктури вищого навчального закладу, моделювання і проектування інформаційно-освітнього середовища вищого навчального закладу на основі використання технологій хмарних обчислень і відкритих програмних платформ.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Характеристика хмарної інфраструктури

На сучасному етапі розвитку ІТ доцільно створювати інфраструктуру центрів опрацювання даних (ЦОД) у ВНЗ на основі хмарних технологій по типу «приватної» («корпоративної») хмари, яка є одним з етапів еволюції ЦОД. «Приватна» хмара реалізується на основі технологій віртуалізації більш високого рівня, а саме, еластичних платформ із набором масштабованих, динамічних сервісів ІТ-послуг, які надаються користувачам, мова йде про модель «динамічних» ЦОД з більш досконалими технологіями віртуалізації, автоматизації, управління. Разом з тим, не варто прирівнювати «хмару» до простої віртуальної інфраструктури — пулу серверних, мережних ресурсів, ресурсів систем зберігання даних, що надаються за запитом. У «хмарі» — управління ресурсами й автоматизація здійснюються «поверх» шару віртуалізації, забезпечуються координація доставки ресурсів різного типу і гнучкий автоматизований розподіл ресурсів із загального пулу за запитом [8].

Великий клас завдань, що стосуються надання навчальних послуг студентам, а особливо студентам, які навчаються за ІТ-спеціальностями, за допомогою мережних технологій, потребують високої концентрації обчислювальних ресурсів як для ресурсоемних обчислень (забезпечення роботи віртуальних лабораторій, математичне моделювання), так і для обслуговування великої кількості користувачів (розподілені бази даних, навчальні сервіси, сервери додатків тощо). Зростання потужності обчислювальних центрів досягається або за рахунок збільшення потужності окремих обчислювальних модулів, або їх кількості. У даний час має місце друга тенденція, і зусилля розробників спрямовані, у першу чергу, на впровадження паралельних обчислень. Це пов'язано з тим, що оскільки потужність центрального процесора достатньо висока, раціональніше використовувати кластерні конфігурації для розв'язання багатьох завдань, а не складні багатопроецесорні системи. Тому, для повноцінного забезпечення навчального процесу інформаційними освітніми ресурсами і сервісами на базі навчального закладу, необхідно створити відповідну інфраструктуру центру опрацювання даних, що базується на хмарних технологіях.

3.2. Досвід НУБіП України щодо побудови ІОС на основі хмарних технологій для навчання майбутніх ІТ-фахівців

З метою ефективного використання інформаційно-комунікаційних технологій у навчальному процесі в НУБіП України створене корпоративне інформаційно-освітнє середовище (ІОС), у якому виділяються такі складові: комп'ютерна інфраструктура, програмні платформи, інформаційно-освітні ресурси і система управління ІОС. Телекомунікаційна інфраструктура університету забезпечує студентам і науково-педагогічним працівникам університету доступ до інформаційно-освітніх ресурсів.

Для підтримки навчальної діяльності в інформаційно-освітньому середовищі НУБіП України використовуються такі програмні платформи:

- навчально-інформаційний портал (moodle.nubip.edu.ua), який містить електронні навчальні курси (ЕНК) для студентів 12 навчально-наукових інститутів. Для кожної навчальної дисципліни, що викладається студентам, створюється електронний навчальний курс із теоретичним матеріалом, ресурсами для виконання лабораторних і практичних робіт, самостійної роботи, формульованого, проміжного та підсумкового контролю. Фахівцями НУБіП України розроблено стандарт структури ЕНК, його атестації, систему навчання викладачів щодо розробки ЕНК. Загальна кількість електронних

навчальних курсів на порталі — 1785, з них 189 — атестовані, станом на 1 листопада 2014 року;

- електронний архів наукових і навчально-методичних матеріалів (<http://elibrary.nubip.edu.ua>), куди увійшли електронні копії наукових статей працівників університету; матеріали конференцій, що проводилися на базі університету, автореферати дисертацій, захищених у НУБіП України, наукові статті й дипломні роботи магістрів, методичні матеріали на підтримку навчального процесу, опис відкритих електронних навчальних курсів, патенти. Загальна кількість публікацій досягла 13162 одиниці;
- вікі портал (<http://agrowiki.nubip.edu.ua>), у якому науково-педагогічні працівники і студенти розміщують тематичні статті за проблемами наукових досліджень, стандарти (кодекс Аліментаріус, ISO, СОУ, ДСТУ), портфоліо;
- відео портал (<http://video.nubip.edu.ua>), де розміщуються навчальні відеозаписи, відеоуроки, відеолекції та інші відеоресурси, які створюються співробітниками університету і використовуються у навчальній і культурно-виховній роботі.

Для забезпечення студентів регіональних навчальних закладів електронними навчальними ресурсами, що розміщені в інформаційно-освітньому середовищі НУБіП України, використовуються також он-лайн технології. Зокрема, відеотрансляції лекцій здійснюються для студентів навчально-інформаційно-консультаційних пунктів і відокремлених підрозділів університету: ВП НУБіП України «Мукачівський аграрний коледж»; ВП НУБіП України «Бобровицький коледж економіки і менеджменту ім. О.Майнової»; ВП НУБіП України «Заліщицький аграрний коледж ім. Є. Храпливого»; ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»; ВП НУБіП України «Ірпінський економічний коледж»; ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут». Для он-лайн трансляцій використовується платформа OpenMeetings (<http://conf.nubip.edu.ua>).

Ресурси, що створюються безпосередньо науково-педагогічними працівниками і науковими співробітниками університету, наприклад, електронні навчальні курси, електронні варіанти навчальних посібників, методичних розробок, наукових статей, відеоматеріали розміщуються на платформах інформаційно-освітнього середовища, а світові інформаційні ресурси наукових баз даних, до яких навчальний заклад забезпечує доступ через відповідні угоди, сервіси для колективної роботи, відкриті он-лайн курси тощо мають бути доступні для використання із зовнішніх джерел. У центрі такої ресурсної моделі є навчально-інформаційний портал, де сконцентровані всі електронні освітні ресурси і посилання на зовнішні ресурси в межах електронного навчального курсу з відповідної дисципліни (рис. 2).

Рис. 2. Модель інтеграції ресурсів у інформаційно-освітньому середовищі університету

Така структура інформаційно-освітнього середовища (ІОС) може бути побудована як на базі вищого навчального закладу, так і на базі орендованих ресурсів у центрах опрацювання даних. Оскільки велика кількість навчальних закладів здійснює підготовку майбутніх ІТ-фахівців, в ІОС має бути передбачена можливість доступу до спеціалізованого програмного забезпечення для виконання лабораторних, самостійних, проектних робіт. Наразі, такий доступ в сьогочасних умовах вже не достатньо надавати лише в комп'ютерних класах локально.

Для забезпечення навчальних потреб студентів ІТ-фаху на рівні програмних платформ розгортаються середовища програмування, моделювання, проектування, математичні і статистичні пакети, системи управління базами даних, навчальні середовища для вивчення серверних технологій і операційних систем, геоінформаційні системи тощо. Повний перелік розгорнутих віртуальних машин з відповідним ПЗ подано в таблиці 1.

Таблиця 1

Навчальні програмні середовища для підготовки ІТ-фахівців в ІОС НУБіП України

№	Навчальні програмні продукти	Дисципліна	Вид доступу
1	Сервер програмування (Eclipse: C++, PHP, Java, gcc, g++)	Об'єктно-орієнтоване програмування, Технологія створення програмних продуктів, Крос-платформне програмування	Веб, консольний, віддалений робочий стіл
2	Сервер програмування (NetBeans: C++, PHP, Java)	Об'єктно-орієнтоване програмування, Технологія створення програмних продуктів, Крос-платформне програмування	Консольний
3	Сервер Веб-	Веб-технології і Веб-дизайн,	Веб, консольний

	програмування (PHP, MySQL)	Розробка Веб-додатків	
4	SQL-server 2008	Організація баз даних, Системи управління базами даних	Веб, консольний, віддалений робочий стіл
5	MySQL-server (phpmyadmin)	Організація баз даних, Системи управління базами даних	Веб, консольний, віддалений робочий стіл
6	IBM Rational SoftWare Architect	Системний аналіз, Проектування інформаційних систем, Об'єктно-орієнтований аналіз складних систем	Консольний, віддалений робочий стіл
7	Система бізнес-аналітики MicroStrategy	Економіка і бізнес, Управління агроінформаційними ресурсами	Веб, віддалений робочий стіл
8	ArcGIS 9.1, ERDAS Imagine, Idrisi 32 2.1, CartaLinux 1.1,	Геоінформаційні системи і технології в екології і природокористуванні Моніторинг екологічної і техногенної безпеки Аерокосмічний моніторинг довкілля	Веб, віддалений робочий стіл
9	Сервер офісних додатків (LibreOffice, Microsoft Office, Gimp)	Робочі документи, обробка графічних даних	Веб, віддалений робочий стіл

Рис. 3. Схема кластеру НУБіП України

Кластер освітньої компоненти інформаційно-освітнього середовища НУБіП функціонує на основі технологій віртуалізації та кластеризації (рис. 3).

3.3. Управління ресурсами віртуалізації

Усі віртуальні машини створюються й управляються за допомогою системи віртуалізації Proxmox Virtual Environment (ProxmoxVE). Зокрема, всі ноди, які об'єднуються у кластер, є сукупністю віртуальних машин, для кожної з яких виділяється необхідний обсяг пам'яті, процесорів, сховищ тощо. Ноди кластеру НУБіП з віртуальними машинами наведено на рис. 4.

The screenshot displays the Proxmox Virtual Environment (ProxmoxVE) web interface. The top navigation bar includes tabs for Search, Summary, Options, Storage, Backup, Users, Groups, Pools, Permissions, Roles, Authentication, HA, and Support. The main content area shows a list of nodes and their associated virtual machines (VMs). The table below represents the data shown in the main content area.

Type	Description	Disk usage	Memory usage	CPU usage	Uptime
node	back	27.8%	28.2%	0.0% of 2CPUs	99 days 21:15:30
node	hp	17.3%	94.9%	0.0% of 4CPUs	17 days 23:07:21
node	bm-1	85.4%	74.7%	38.6% of 8CPUs	8 days 19:29:03
node	bm-2	8.6%	48.1%	34.5% of 8CPUs	17 days 21:33:01
node	smicro	2.4%	94.6%	1.6% of 8CPUs	22:23:40
qemu	123 (library.nubip.edu.ua)	1.7%	13.3%	0.0% of 1CPU	17 days 21:29:57
qemu	127 (book.nubip.edu.ua)	8.1%	15.1%	0.1% of 1CPU	17 days 21:29:53
qemu	128 (agrawal.nubip.edu.ua)	26.7%	7.4%	12.5% of 1CPU	17 days 21:28:54
qemu	129 (borensources.nubip.edu.ua)	1.8%	96.6%	99.8% of 1CPU	17 days 21:28:03
qemu	130 (vinyk.nubip.edu.ua)	1.7%	18.4%	1.4% of 1CPU	17 days 21:28:22
qemu	131 (library.nubip.edu.ua)	36.1%	81.9%	0.1% of 4CPUs	17 days 20:31:18
qemu	132 (noc.nubip.edu.ua)	52.1%	12.6%	0.0% of 2CPUs	17 days 21:16:27
qemu	134 (dic.nubip.edu.ua)	14.9%			
qemu	114 (cs.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	89.0%	0.0% of 2CPUs	17 days 23:06:54
qemu	121 (prog.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	51.3%	0.0% of 1CPU	17 days 23:08:49
qemu	124 (mont.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	70.9%	7.7% of 1CPU	3 days 21:57:17
qemu	125 (vet.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	79.5%	0.0% of 1CPU	17 days 23:06:41
qemu	126 (vet.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	44.9%	0.0% of 4CPUs	17 days 23:06:37
qemu	137 (mahara.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	75.5%	0.0% of 1CPU	17 days 23:06:33
qemu	138 (alfresco.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	90.8%	0.0% of 1CPU	17 days 23:06:27
qemu	106 (backlog.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	82.2%	0.3% of 2CPUs	8 days 19:22:15
qemu	111 (cacti2.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	6.9%	0.1% of 1CPU	8 days 19:22:10
qemu	112 (ms-2003.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	85.3%	102.2% of 2CPUs	8 days 19:22:06
qemu	115 (video.nubip.edu.ua)	0.0%	86.1%	0.5% of 2CPUs	8 days 19:22:02
qemu	136 (kldap.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	66.7%	0.3% of 2CPUs	8 days 19:21:57
qemu	140 (elearn.nubip.edu.ua)	0.0%	143.0%	0.1% of 4CPUs	8 days 19:21:53
qemu	117 (wll.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	36.8%	0.3% of 2CPUs	8 days 19:21:49
qemu	118 (l.nubip.edu.ua)	0.0%			
qemu	119 (ms2003-back.bc.nubip.edu.ua)	0.0%			
qemu	120 (lan.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	83.6%	57.7% of 2CPUs	8 days 19:21:45
qemu	122 (lms15.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	85.0%	0.4% of 1CPU	8 days 19:21:40
qemu	133 (edonada.org)	0.0%	83.1%	0.8% of 1CPU	8 days 19:21:35
qemu	138 (kldap.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	47.5%	0.4% of 1CPU	8 days 19:21:31
qemu	140 (elearn.nubip.edu.ua)	0.0%	23.0%	0.6% of 2CPUs	8 days 19:21:26
qemu	141 (mysqld.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	55.3%	0.2% of 2CPUs	8 days 19:21:21
qemu	144 (ltp.bc.nubip.edu.ua)	0.0%	25.0%	0.1% of 8CPUs	6 days 20:54:13

The bottom section of the interface shows a table of tasks:

Start Time	End Time	Node	User name	Description	Status
Aug 07 14:11:15	Aug 07 14:12:17	smicro	root@pam	VMCT 145 - Console	OK
Aug 07 11:49:48	Aug 07 12:21:38	smicro	root@pam	VMCT 145 - Console	OK
Aug 07 11:47:51	Aug 07 11:48:01	smicro	root@pam	VMCT 145 - Console	Error: command 'bin/cp -p 5900 -w 10 -c "/usr/lib/ncp/ncp390 145 2>/dev/null" failed: exit code 1
Aug 07 11:34:56	Aug 07 11:47:42	smicro	root@pam	VMCT 145 - Console	OK
Aug 07 11:33:16	Aug 07 11:33:21	smicro	root@pam	VM 145 - Start	OK
Aug 07 11:33:11	Aug 07 11:33:15	smicro	root@pam	VM 142 - Start	OK
Aug 07 11:33:07	Aug 07 11:33:12	smicro	root@pam	VM 136 - Start	OK

Рис. 4. Ноди кластеру з віртуальними машинами і сторінка пошуку в кластері

Кожна нода характеризується низкою параметрів і динамікою використання потужностей процесора й завантаження сервера. Ці показники відображаються у відповідному вікні (рис. 5). Аналогічні дані маємо можливість переглядати й редагувати і для віртуальних машин. Кожна віртуальна машина створюється з виділенням відповідних параметрів, які характерні для звичайної серверної машини фізичного рівня: використання пам'яті, процесорів, мережі, навантаження сховища та ін. Усі ці показники також доступні у відповідному вікні програми — для перегляду і редагування.

Рис. 5. Дані ноди кластеру

Отже, для потреб студентів доступні й електронні освітні ресурси, і програмні середовища, які використовуються для навчання.

3.4. Практична реалізація доступу студентів до ресурсів у «хмарі»

Побудована на основі хмарних технологій інфраструктура дає можливість найбільш ефективно реалізувати сервіси, які має надавати інформаційно-освітній простір університету для забезпечення студентів навчальними ресурсами на сучасному рівні. Для кожної навчальної дисципліни створюється повний спектр електронних навчальних ресурсів і послуг: електронний навчальний курс, електронний посібник, навчальне відео, повнотекстові електронні копії друкованих посібників, засоби для колективної роботи, засоби для он-лайн спілкування, віртуальні лабораторні практикуми тощо. Попри це, якщо для викладання навчальної дисципліни необхідно використовувати певний програмний продукт для виконання лабораторних чи практичних завдань, то існує можливість розміщення у «академічній хмарі» цього програмного продукту, наприклад, середовищ програмування, моделювання, прогнозування, управління проектами, математичних і статистичних пакетів, геоінформаційних систем тощо. За допомогою програмно-технологічних платформ, що забезпечують функціонування «академічної хмари», надаються послуги на вимогу користувача, існує можливість вимірювати кількість наданих послуг у часових і ресурсних показниках, забезпечується широкий доступ до мережі, доступний інструментарій для об'єднання і гнучкого розподілу ресурсів. Кожний студент, отримавши свій аккаунт у системі, має доступ на всі платформи, що містять навчально-

методичні ресурси, і віртуальний робочий стіл з набором програмних продуктів для використання студентом у даному навчальному семестрі (рис. 6).

Віртуальні робочі столи працюють на операційних системах Linux і Windows Server. Відкривається віртуальний робочий стіл за допомогою браузера, при цьому використовується одна з технологій:

- HTML5 (повний робочий стіл);
- VNC (повний робочий стіл за допомогою vncterm та Java);
- SPICE (протокол spice дозволяє отримати вікно віртуального додатка, а також віртуальні пристрої).

Рис. 6. Схема доступу студентів до віртуального робочого столу

Подібна схема доступу студента до інших ресурсів ІОС. Попри це, оскільки всі ресурси, які забезпечують відповідну дисципліну, інтегруються в електронному навчальному курсі, то є можливість доступу до віртуального робочого столу студента через відповідні посилання у ресурсах для лабораторних або самостійних робіт курсу.

Проте, чи достатньо ефективна така інфраструктура, чи достатньо захищена від втрати даних? Щоб створити відмовостійкий кластер, необхідна комбінація з одного або більше вузлів (серверних нод) на двох або більше спільних дисках, які називаються групою ресурсів (пул ресурсів). Групу ресурсів разом з її мережним ім'ям та IP-адресою, які складають кластерний додаток або сервер, називають відмовостійким кластером чи зразком відмовостійкого кластеру. У мережі відмовостійкий кластер представлений як один комп'ютер, але при цьому він забезпечує перехід на інший вузол у разі, якщо поточний вузол стає недоступним. Відмовостійкий кластер у мережі виступає в ролі звичайного додатку або окремого комп'ютера, але підтримує додаткові можливості, що збільшують його доступність.

3.5. Модель відмовостійкого кластера ІОС

Щоб створити такий кластер, потрібно забезпечити відмовостійкість за кількома напрямками:

- агрегування і надлишковість мережних каналів дозволяє працювати у разі пошкодження одного з кабелів;
- використання апаратного RAID (Redundant Array of Independent/Inexpensive Disks — резервний масив незалежних/недорогих дисків) у сховищах;
- використання DRBD (Distributed Replicated Block Device — розподіленого реплікованого блокового пристрою);
- застосування можливостей програмного середовища Proxmox VE High Availability Cluster.

Для використання у НУБіП України була спроектована нова модель інфраструктури інформаційно-освітнього простору на основі хмарних технологій, але матиме значно вищий ступінь захисту, порівняно з поданою на рис. 3. Схема відмовостійкого кластеру подана на рис. 7.

У разі використання резервних каналів зв'язку з різними провайдерами досягається майже стовідсоткова видимість кластеру і його ресурсів у мережі Internet та Intranet. Для зовнішнього зв'язку використовується протокол мережної взаємодії BGPv4, внутрішній зв'язок відбувається за допомогою протоколу OSPF.

Рис. 7. Схема розподіленого кластеру з резервуванням каналів зв'язку і кластерних нод

Оптичні канали зв'язку зменшують затримку між серверами, де розміщені ноди кластеру, і забезпечують ширший канал передавання даних. Надлишковість кластерних нод дозволяє розподілити рівномірно навантаження на кластер і забезпечити високу досяжність віртуальних машин. Proxmox VE підтримує тільки апаратний RAID, внаслідок чого забезпечується краще збереження даних і швидкість доступу до них, на відміну від програмного RAID. За використання DRBD у Proxmox VE досягається

вищий рівень збереження даних. За допомогою DRBD забезпечується синхронізація даних на рівні RAID1 між локальним блоковим пристроєм і віддаленим.

Для підвищення функціональності віртуальних машин в Proxmox VE існує можливість призначити віртуальній машині високу досяжність — High Availability (HA). High Availability віртуальної машини досягається створенням її копій на всіх нодах кластеру. Для підвищення безпеки даних у Proxmox VE є можливість створення різних видів копій віртуальних машин, від повних до часткових з різним ступенем стиснення, а також, створення знімків віртуальних машин. За допомогою вбудованого брандмауера існує можливість гнучко регулювати трафік кластеру, як внутрішній — від віртуальних машин, так і зовнішній — до віртуальних машин. Для блокування різного виду мережних атак і паразитного трафіку системний адміністратор має можливість створювати правила захисту брандмауера відповідно до типу трафіку, призначення, інтерфейсу та ін.

Вбудовані функції Proxmox VE — організація мережної взаємодії, створення розподілених сховищ, гнучке регулювання трафіку й адміністративних привілеїв, різних видів копій віртуальних машин, надають можливість створення кластеру високої досяжності й високого збереження даних у освітній структурі вищого навчального закладу.

4. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Хмаро-орієнтована інфраструктура вищого навчального закладу, що призначена для надання інформаційно-освітніх послуг студентам університету, на сьогоднішній день є найбільш ефективною технологією організації інформаційно-освітнього середовища. Для підготовки ІТ-фахівців переваги використання хмаро-орієнтованого інформаційно-освітнього середовища полягають у можливості отримати доступ до програмних середовищ для виконання лабораторних, проектних, самостійних робіт, віртуальних лабораторій за допомогою єдиної точки входу. Центральним елементом надання освітніх послуг студентам визначено електронний навчальний курс, за допомогою якого забезпечується кожна навчальна дисципліна й інтегруються ресурси інших платформ у ресурсах курсу. Реалізація моделі хмарної інфраструктури на прикладі ІОС НУБіП України дала можливість визначити слабкі місця такої інфраструктури і спроектувати модель відмовостійкої хмаро-орієнтованої інфраструктури. Слід відзначити, що в перспективі хмарні технології замінять класичні інформаційно-комунікаційні системи навчальних середовищ ХХ ст. Окремого дослідження потребують фактори економічної ефективності розміщення хмаро-орієнтованого інформаційно-освітнього середовища на власній інфраструктурі університету й обґрунтування ризиків.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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/Byk.pdf.
2. Організація середовища дистанційного навчання в середніх загальноосвітніх навчальних закладах: посібник/ [Богачков Ю.М., Биков В.Ю., Пінчук О.П., Манако А.Ф. та ін.] / наук. ред. Ю. М. Богачков. — К. : Педагогічна думка, 2012. — 160 с.: іл.

3. Зайцева, Е. Н. Информационно-обучающая среда: проблемы формирования и организации учебного процесса [Электронный ресурс] / Е. Н. Зайцева. — Режим доступа : <http://student.km.ru/refshowframe.asp?id=7C399FF9FB1946ABB03BE3595F903367> (10.05.2010).
4. Панченко Л. Ф. Теоретико-методологічні засади розвитку інформаційно-освітнього середовища університету : автореф. дис. д-ра пед. наук : 13.00.10 / Л. Ф. Панченко. — Луганськ : Б.в., 2011. — 44 с.
5. Манако, А. Ф. Комплексний підхід до розгляду процесів еволюцій та конвергенцій ІКТ в освіті / А. Ф. Манако, О. С. Воронкін, // Інформатика та інформаційні технології в навчальних закладах: науково-методичний журнал. — 2014. — № 3 (51). — С. 3–9.
6. Гриб'юк О. О. Перспективи впровадження хмарних технологій в освіті [Електронний ресурс] / О. О. Гриб'юк. — Режим доступа : http://lib.iitta.gov.ua/1111/1/grybyuk-stattya1-hmary%2B_Copy.pdf.
7. Воронкін О. С. «Хмарні» обчислення як основа формування персональних навчальних середовищ / О. С. Воронкін // Збірник наукових праць: матеріали другої міжнародної науково-практичної конференції FOSS Lviv 2012, Львів, 26–28 квітня 2012 р. — Львів, 2012. — С. 143–146.
8. Глазунова О. Г. Принципи формування «академічної хмари» сучасного університету на основі відкритих програмних платформ / О. Г. Глазунова // Інформаційні технології і засоби навчання. — Том 43, №5. — С. 174–188.
9. Хмарні обчислення [Електронний ресурс]. — Режим доступа : http://uk.wikipedia.org/wiki/Хмарні_обчислення.
10. Хмарні технології: концепція, переваги й ризики застосування [Електронний ресурс]. — Режим доступа : http://ippo.org.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=3016&Itemid=1.
11. Mell Peter, Grance Timothy. The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. [Електронний ресурс] / P. Mell, T. Grance // NIST. — 20 October 2011. — Режим доступа : <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>.

Матеріал надійшов до редакції 21.10.2014 р.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ ОБЛАЧНО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ БУДУЩИХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Глазунова Елена Григорьевна

доцент, кандидат педагогических наук, декан факультета компьютерных наук и экономической кибернетики

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина
o-glazunova@nubip.edu.ua

Якобчук Александр Васильевич

начальник отдела мультимедийных технологий и потокового видео

Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, Киев, Украина
nwpmaster@gmail.com

Аннотация. В статье обосновывается архитектура информационно-образовательной среды современного университета, построенной на основе облачных технологий. Предлагается ряд программно-технологических решений на основе технологий виртуализации, кластеризации, управления виртуальными ресурсами, которые можно реализовать на базе собственной инфраструктуры учебного заведения. Описана модель предоставления образовательных услуг студентам ИТ-специальностей с помощью единого аккаунта в системе электронного обучения университета. Предложенная модель обеспечивает организацию доступа студентов к учебно-методическим ресурсам среды: электронным учебным курсам, ресурсам институционального репозитория, электронной библиотеки, видеопортала, вики портал; а также, к виртуальному рабочему столу с необходимым набором программных пакетов для выполнения лабораторных и проектных работ.

Ключевые слова: облачно-ориентированная информационно-образовательная среда; облачные технологии; кластер; виртуализация; электронный учебный курс; виртуальный рабочий стол; будущие специалисты по информационным технологиям.

DESIGNING OF ARCHITECTURE OF CLOUD-ORIENTED INFORMATION-EDUCATIONAL ENVIRONMENT TO PREPARE FUTURE IT-PROFESSIONALS

Olena H. Glazunova

PhD in Pedagogics, Associate Professor, Dean of the Faculty of Computer Science and Economic Cybernetics
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
o-glazunova@nubip.edu.ua

Oleksandr V. Yakobchuk

Head of the Division of multimedia technologies and video streaming
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
nwpmaster@gmail.com

Abstract. In the article author substantiated architecture of information-educational environment of the modern university, built on the basis of cloud technologies. A number of software and technology solutions based on virtualization, clustering and management of virtual resources that can be implemented on the basis of its own infrastructure of the institution are proposed. Model for the provision of educational services to students of IT-specialties, which is to provide access of students to teaching environmental resources: e-learning courses, resources of institutional repository, digital library, video portal, wiki portal, as well as virtual desktop with the required set of software package for the laboratory and project work through only one account in the e-learning system are substantiated. Scheme of student access to virtual learning resources, including virtual desktop directly through the web interface and by reference from resource for laboratory work in e-learning courses are proposed.

Keywords: cloud-oriented information-educational environment; cloud technology; cluster; virtualization; e-learning courses; virtual desktop; future IT professionals.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Bykov, V. Yu. Cloud computer-technology platform of open education and the development of appropriate organizational and technological structure of IT departments schools [online] / By`kov V. Yu. // Nauchnyje zhurnaly NTU "XPI": Teory`ya y` prakty`ka upravleny`ya socy`al`ny`m sy`stemamy` #1. — NTU "XPI", 2013. — Available from : [http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Naukova_periody`ka/Tipuss/2013\\_1/Byk.pdf](http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Naukova_periody`ka/Tipuss/2013_1/Byk.pdf) (in Ukrainian).
2. Organization distance learning environment in secondary schools: Manual / Authors: Bogachkov Yu. M., By`kov V. Yu., Pinchuk O. P., Manako A. F., Vol`nevy`ch O. I., Czarenko V. O., Uxan` P. S., Mushka I. V. / Nauk. red. Yu. M. Bogachkov. — K. : Pedagogichna dumka, 2012. — 160 s.: il (in Ukrainian).
3. Zaitseva E. N. Information-learning environment: problems of formation and organization of educational process [online] / E.N.Zaitseva. — Available from : <http://student.km.ru/refshowframe.asp?id=7C399FF9FB1946ABB03BE3595F903367> (10.05.2010) (in Russian).
4. Panchenko L. F. Teoretyko-appraisal of information-educational environment of the University: Thesis. Dr. ped. sciences: 13.00.10 / Lyubov Feliksivna Panchenko. — Lugans`k : B. v., 2011. — 44 s. (in Ukrainian).
5. Manako A. F., Voronkin O. S. An integrated approach to consider the evolution and convergence of ICT in education / A. F. Manako, O. S. Voronkin // Information Sciences and Technology in education: Scientific-methodical journal — 2014. — № 3 (51). — P. 3–9 (in Ukrainian).
6. Gry`b'yuk O. O. Prospects for the introduction of cloud technology in education [online] / Gry`b'yuk O.O. — Available from : http://lib.iitta.gov.ua/1111/1/grybyuk-stattya1-hmary%2B_Copy.pdf (in Ukrainian).
7. Voronkin O. S. Cloud computing as a Basis for Developing Personal Learning Environments/ O. S. Voronkin // Zbirny`k naukovy`x prac`z: materialy` drugoyi mizhnarodnoyi naukovo-prakty`chnoyi konferenciyi FOSS Lviv 2012, L`viv, 26–28 kvitnya 2012 r. — L`viv, 2012. — S. 143-146 (in Ukrainian).

8. Glazunova O. G. The principles of "academic cloud" modern university based on open software platforms / O.G.Glazunova // *Informacijni tehnologiyi i zasoby` navchannya*. — Tom 43. — #5. — S. 174–188 (in Ukrainian).
9. Cloud computing [online]. — Available from : [http://uk.wikipedia.org/wiki/ Cloud computing](http://uk.wikipedia.org/wiki/Cloud_computing) (in Ukrainian).
10. Cloud technology: concept, benefits and risks of the use of [online]. — Available from : [http://ippo.org.ua/index.php?option=com_content & task = view & id = 3016 & Itemid = 1](http://ippo.org.ua/index.php?option=com_content&task=view&id=3016&Itemid=1) (in Ukrainian).
11. Mell Peter, Grance Timothy. The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. [online] / P. Mell, T. Grance // NIST. — 20 October 2011. — Available from : <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf> (in English).