

Застосування хмарних технологій у процесі проектування ІТ-інфраструктури ВНЗ

Василь Петрович Олексюк
Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка, вул. Максима Кривоноса 2,
м. Тернопіль, 46027, Україна
oleksyuk@fizmat.tnpu.edu.ua

Анотація. У статті розглянуто поняття, пов'язані з застосуванням хмарних технологій у вищому навчальному закладі, зокрема проаналізовано: поняття «ІТ-інфраструктура ВНЗ», визначено моделі розгортання хмарних обчислень. Важливою складовою ІТ-інфраструктури є єдина система автентифікації його користувачів. Запропоновано деякі програмні складові ІТ-інфраструктури ВНЗ.

Метою статті є проектування окремих складових ІТ-інфраструктури вищого навчального закладу із застосуванням хмарних технологій.

Завдання дослідження: проаналізувати поняття «ІТ-інфраструктура», визначити характеристики та моделі розгортання хмарних технологій, запропонувати окремі компоненти ІТ-інфраструктури ВНЗ у контексті «традиційного» та «хмарного» аспектів.

Об'єктом дослідження є ІТ-інфраструктура вищого навчального закладу.

Предметом дослідження є хмарні та традиційні сервіси як складові ІТ-інфраструктури ВНЗ.

Методи дослідження: аналіз науково-технічної літератури з проблеми впровадження моделей розгортання хмарних технологій у галузі освіти, вивчення особливостей функціонування ІТ-інфраструктури вищого навчального закладу, моделювання та проектування ІТ-інфраструктури ВНЗ.

Результати: проаналізовано поняття «ІТ-інфраструктура», «хмарна технологія», визначено характеристики та моделі розгортання хмарних технологій, запропоновано окремі компоненти ІТ-інфраструктури ВНЗ у контексті «традиційного» та «хмарного» аспектів.

Висновки. Проблема застосування хмарних технологій у процесі проектування ІТ-інфраструктури ВНЗ є актуальною та потребує подальшого розвитку. Гібридна модель є найбільш доцільною у процесі розгортання хмарних технологій у інфраструктурі ВНЗ. У цьому випадку можна використовувати публічні (Google Apps та Microsoft Office 365) та приватні (Cloudstack, Eucalyptus, OpenStack) хмарні платформи, які

можна органічно інтегрувати до традиційних сервісів IT-інфраструктури ВНЗ.

Ключові слова: IT-інфраструктура ВНЗ; хмарні технології; гібридна хмара; Google Apps; Office 365; Cloudstack; Eucalyptus.

V. P. Oleksyuk. Cloud technologies in the process of higher educational institution IT infrastructure projecting

Abstract. The article investigated the concept of IT infrastructure of higher educational institution. The article described models of deploying of cloud technologies in IT infrastructure. The hybrid model is most recent for higher educational institution. The unified authentication is an important component of IT infrastructure. The author suggests the public (Google Apps, Office 365) and private (Cloudstack, Eucalyptus, OpenStack) cloud platforms to deploying in IT infrastructure of higher educational institution.

The purpose of article is to designing individual components of the IT infrastructure of a higher education institution using cloud technology.

Task of the research: to analyze the concept of "IT infrastructure", to determine the characteristics of deployment of the cloud technologies and to offer the some components of the IT infrastructure of universities in the traditional and cloud context aspect.

The object of the research is IT infrastructure of higher education.

The subject of the research is cloud and traditional services as components of the IT infrastructure of the university.

Methods: analysis of literature studying the functioning of the IT infrastructure of the university, modeling and design of IT infrastructure.

Results: analyzed the concept of "IT infrastructure", "cloud technology", defined characteristics and models of cloud technology deployment, proposed separate components of the IT infrastructure of higher education institutions in the context of "traditional" and "cloud" aspects.

Conclusions. The use of cloud technologies in the design of IT infrastructure of universities is an actual and need of the development. The hybrid model is the most appropriate in the deployment of cloud infrastructure of higher educational institution. It is reasonable to use the public (Google Apps and Microsoft Office 365) and private (Cloudstack, Eucalyptus, OpenStack) cloud platform.

Keywords: IT infrastructure of higher educational institution; hybrid cloud; Google Apps; Office 365; Cloudstack; Eucalyptus; OpenStack.

Affiliation: Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University, 2 Maxyma Kryvonosa str., Ternopil, 46027, Ukraine.

E-mail: oleksyuk@fizmat.tnpu.edu.ua.

Понад два десятиліття епоха інформатизації суспільства створює суттєвий вплив на освітню галузь. Популярним трендом сьогодення стають так звані хмарні технології [18], які створюють можливості роботи з інформаційними ресурсами, незважаючи на апаратно-програмне забезпечення клієнта, а також його географічне положення. Незважаючи на територіальну віддаленість, хмарні засоби навчання можуть стати складовою навчальних середовищ та освітнього простору вищого навчального закладу [14; 19]. Згадані поняття належать до термінології комп'ютерно-орієнтованих систем навчання. Враховуючі відносну молодість цієї галузі, а також стрімкі темпи розвитку інформаційних технологій, важко очікувати однозначного тлумачення цих понять. У технологічному аспекті інтеграції хмарних і традиційних засобів навчання, на нашу думку, доцільним є застосування поняття «ІТ-інфраструктура». Спробуємо з'ясувати підходи до трактування цього поняття.

У енциклопедичному словнику читаємо: «Інфраструктура (від лат. *Infra* – нижче, під та *structura* – будівля, розміщення) – сукупність будівель, систем та служб, які є необхідними для галузей матеріального виробництва, що забезпечують умови життєдіяльності суспільства» [5]. У електронному словнику знаходимо означення на основі системного підходу: «...комплекс взаємопов'язаних обслуговуючих структур чи об'єктів, складових і / або забезпечують основу функціонування системи». [0]. У контексті ІТ-інфраструктури такими об'єктами є інформаційні технології, під якими розуміють сукупність методів і засобів розробки інформатичних систем та побудови комунікаційних мереж. У освітній галузі ці методи повинні мати психолого-педагогічний супровід процесів їх проектування, розроблення і впровадження [12]. Стаття Вікіпедії трактує інформаційну інфраструктуру як сукупність територіально розподілених державних і корпоративних інформаційних систем, мереж і каналів передавання даних, засобів комунікації і управління інформаційними потоками, а також організаційних структур, правових і нормативних механізмів, що забезпечують їх ефективне функціонування [6].

У енциклопедичному словнику поняття «ІТ-інфраструктура» визначають як комплекс програмних, технічних та телекомунікаційних засобів, які забезпечують роботу даними організації або групи організацій [0, с. 95].

Формулюючи поняття ІТ-інфраструктури освітнього закладу, слід урахувати:

– програмні технічні та телекомунікаційні засоби, які застосовуються у навчальному процесі;

– інформаційну діяльність здійснюють не лише сформовані, а й майбутні фахівці різних галузей;

– дані, для доступу до яких проектують IT-інфраструктуру, є навчальними ресурсами.

Отож, інфраструктура інформаційних технологій вищого навчального закладу (IT-інфраструктура ВНЗ) – це інформаційна система програмних, обчислювальних і телекомунікаційних засобів, а також організаційного та методичного забезпечення, що реалізує надання інформаційних, обчислювальних, телекомунікаційних ресурсів та послуг усім учасникам навчального процесу.

Автори [11, с. 30-32] розглядають 3 рівні IT-інфраструктури навчальних закладів на основі:

– однорангової мережі, на кожен комп'ютер якої встановлено програмне забезпечення;

– виділеного сервера, який виконує функції автентифікації користувачів (контролер домена) та забезпечення доступу за протоколом віддалених робочих столів (RDP – Remote Desktop Protocol);

– потужного датацентру (системи серверів) та тонких клієнтів, які виконують функції вводу-виводу даних.

Зазвичай IT-інфраструктуру вищих навчальних закладів будують на основі одного або кількох виділених серверів, які забезпечують:

– обмін даними між окремими сегментами локальної мережі;

– контроль доступу до зовнішніх мереж та Інтернету;

– автентифікацію користувачів локальної мережі;

– функціонування веб-сайту (порталу) навчального закладу;

– функціонування навчальних веб-сервісів, таких як сервер електронних курсів, форум, портал відеохостингу, соціальна мережа, вікіпедія, електронна бібліотека, інституційний репозитарій тощо;

– рух електронних документів установи від моменту їх створення до моменту передавання на зберігання до архіву.

У статті [9, с. 189-190] автором було запропоновано інтегровані засоби як складові єдиного освітньо-інформаційного простору загальноосвітньої школи. Поряд з цим було зазначено, що деякі з них за своїми функціональними можливостями поступаються продуктам визнаних лідерів у галузі ІКТ. Проте таку ситуацію можна змінити, якщо звернути увагу на сучасні хмарні технології. Певний досвід використання хмарних технологій як складової освітньо-наукового середовища ВНЗ розглянуто в роботах А. М. Стрюка та М. В. Рассовицької [13; 14].

«Хмара» – не лише популярний сучасний термін, який застосовують для опису Інтернет-технологій віддаленого збереження даних. Його зазвичай описують за допомогою понять: програмне забезпечення, сервіс,

сервер [10, с. 12]. Проте все ж головним критерієм визначення хмарної технології є можливість роботи з її ресурсами, незважаючи на апаратно-програмне забезпечення клієнта, а також його географічне положення. Наприклад, студент, перебуваючи в університеті, дома, у бібліотеці або кафе, для отримання відомостей про модульний контроль може використати ноутбук, планшетний комп'ютер або смартфон.

У процесі проектування ІТ-інфраструктури ВНЗ важливо визначити моделі розгортання хмарних платформ та надання доступу до них. Як відомо, технологічною основою роботи з хмарними технологіями є веб-технологія. Проте, на відміну від традиційного розуміння всесвітньої павутини, як сукупності веб-сторінок, хмарні технології передбачають використання програмного забезпечення як сервісу (SaaS – Software as a Service). SaaS є моделлю надання програмного забезпечення як послуги, згідно якої, для повнофункціонального його використання клієнту необхідний лише веб-браузер.

Крім SaaS, існують такі сервісні моделі надання хмарних послуг [22, с. 13-16]:

- IaaS (Infrastructure-as-a-Service) – модель, яка передбачає розгортання у «хмарі» інформаційної інфраструктури організації. Основою для реалізації моделі є технології віртуалізації. Фізично вся інфраструктура корпоративної мережі може бути реалізована на одному або кількох серверах датацентру провайдера;

- PaaS (Platform-as-a-Service) – модель, яка передбачає розгортання певної програмної платформи, яку можуть використовувати не лише користувачі сервісу, а й програмісти та розробники. Тобто така платформа орієнтована на застосування у «хмарному» середовищі мов програмування, наборів бібліотек тощо;

- DaaS (Desktop-as-a-Service) – модель застосування «хмарного» робочого стола. Отже, на зміну «традиційним» засобам та протоколам (VPN, RDP, VNC, SSH) в епоху хмарних технологій приходить лише веб-браузер [7].

Серед основних характеристик хмарних обчислень виділяють такі:

- обслуговування за потребою – користувач може негайно отримати системні ресурси без попереднього запиту;

- повсюдний доступ не залежно від географічного розташування користувача;

- незалежність послуг від фізичного розташування датацентрів та мереж;

- еластичність масштабування, що передбачає можливість зміни обсягу обчислюваних ресурсів без суттєвих змін у роботі операційних систем;

– облік та оплата лише спожитих системних ресурсів [20, с. 272-273].

Виділяють 4 моделі розгортання хмарних технологій: [11, с. 46-47].

1) приватна – хмари, зазвичай, створюються і контролюються однією організацією. Відповідно доступ до ресурсів таких хмар обмежується працівниками установи;

2) загальнодоступна, яка передбачає спільне використання платформ кількома організаціями. Управлінням такої хмари, зазвичай, займається зовнішній провайдер, наприклад, Amazon EC2, Google Apps, Salesforce;

3) групова, згідно якої організації спільно використовують хмарні сервіси провайдера;

4) гібридна – передбачає поєднання кількох моделей.

Отож, повертаючись до питання моделей розгортання та застосування хмарних технологій, спробуємо визначити сервісну модель управління ІКТ освітнього закладу. Якщо стратегія розвитку ВНЗ передбачає концентрацію зусиль на профільних завданнях, то для розв'язання інших задач варто звернути увагу на послуги аутсорсингових компаній. В. Ю. Биков зазначає, що продуктивним підходом розв'язання ІКТ-проблем є перехід від виключно корпоративної до повністю аутсорсингової або гібридної сервісної моделі управління ІКТ [2, с. 14]. У цьому випадку доцільним є розгортання хмарних сервісів згідно гібридної моделі, яка поєднує загальнодоступну, приватну та групову моделі. Зауважимо, що у цьому випадку приватна хмара проектується та розгортається аутсорсинговою компанією на потужностях освітнього закладу.

На нашу думку, за сучасних умов повний перехід від корпоративної до аутсорсингової моделі є передчасним. З одного боку, безумовне передавання усіх завдань обслуговування ІТ-інфраструктури буде економічно не дешевим. З іншого боку, у вітчизняних університетах працюють кваліфіковані фахівці у галузі адміністрування комп'ютерних мереж та систем. У випадку впровадження аутсорсингової сервісної моделі виникнуть питання зайнятості або й працевлаштування цих фахівців. Враховуючи це, ми пропонуємо трансформувати аутсорсингову модель, створивши з висококваліфікованих фахівців відділ сервісного обслуговування ІТ-інфраструктури ВНЗ.

Такий відділ, зокрема, міг би виконувати і завдання впровадження та інтеграції хмарних технологій у ІТ-інфраструктуру ВНЗ. У цьому випадку моделлю розгортання хмарних технологій також буде гібридна, яка передбачає поєднання публічної та приватної моделей. Надання хмарних платформ користувачам у обох випадках є можливим згідно кожної з моделей SaaS, PaaS, IaaS, DaaS.

Проектування та впровадження ІТ-інфраструктури із застосуванням

хмарних технологій пропонуємо здійснювати у кілька етапів:

- вивчення можливостей сучасних хмарних сервісів, які пропонують вітчизняні та зарубіжні вендори;
- аналіз наявної ІТ-інфраструктури ВНЗ та з'ясування сервісів, які можна мігрувати на публічні та приватні хмарні платформи;
- розробка рішень щодо реалізацій завдань;
- монтаж необхідного апаратного забезпечення;
- встановлення й конфігурування програмного забезпечення;
- інтеграція хмарних сервісів у ІТ-інфраструктуру ВНЗ;
- адаптація сервісів до потреб навчального процесу;
- сервісне обслуговування та супровід ІТ-інфраструктури.

Важливим аспектом впровадження ІТ-інфраструктури ВНЗ є інтеграція її традиційних та хмарних сервісів. Першочергове завдання такої інтеграції вбачаємо у розробці та конфігуруванні єдиної системи автентифікації користувачів зазначених сервісів.

Технологічно та організаційно простіше розпочати розгортання хмарних сервісів ІТ-інфраструктури ВНЗ згідно публічної моделі. Аналізуючи ресурси та сервіси сучасного Інтернету, можна стверджувати, що вони реалізовані лідерами ринку розробки програмних засобів – компаніями Google та Microsoft.

Зокрема, компанія Google в межах проекту Google Apps for Education надає власні сервіси для безкоштовного корпоративного використання освітніми закладами [23]. Для синхронізації облікових записів користувачів доменів (традиційного сервісу), які функціонують на основі LDAP-каталогу, із Google Apps можна використовувати утиліти Google Apps Directory Sync та Google Apps Password Sync.

Більш детально досвід інтеграції хмарних сервісів Google Apps у інформаційно-освітній простір вищого навчального закладу описано у публікації автора [8].

На відміну від Google Apps for Education, хмарний сервіс Office365 компанії Microsoft є комерційним продуктом, до складу якого входять:

- поштова система корпоративного класу;
- месенджер Lync, який надає можливості проведення групових аудіо та відео конференцій;
- хмарне сховище SkyDrive;
- Office Web Apps – доступний через веб-браузер онлайнний офіс;
- портал SharePoint, який містить конструктор для створення власних веб-сторінок.

Проте у зазначеному комерційному проекті існує безкоштовний тарифний план «Office 365 для навчальних закладів А2» [24]. У межах цього плану існує також можливість інтеграції з каталогом Active

Directory, що дає можливості синхронізації облікових записів користувачів традиційних та хмарних сервісів. Проте й у цьому випадку існують кілька проблем:

- необхідність встановлення засобу синхронізації служби каталогів на виділений сервер з архітектурою x64, який до того ж не може бути контролером домена;

- для синхронізації необхідний обліковий запис комерційної системи «Windows Azure Active Directory».

Незважаючи на це, використання хмарних сервісів Google Apps та Microsoft Office 365 як складових ІТ-інфраструктури ВНЗ має переваги:

- надійність, оскільки надані сервіси традиційно мають високу функціональність та захист даних;

- індивідуальний доступ до ресурсів та сервісів;

- можливості формування груп та підрозділів користувачів;

- фільтрування небажаного контенту з боку системи, адміністратора а також самого користувача;

- централізоване адміністрування завдяки розширеному набору методів та засобів;

- значний обсяг дискового (хмарного) простору, який надається користувачеві;

- україномовний інтерфейс;

- можливість використання з мобільних пристроїв;

- інтеграція з іншими програмними засобами освітнього закладу.

Як показує досвід [1], застосування хмарних технологій у навчальному процесі сприяє розвитку знань та навичок цифрової епохи. Зокрема, застосування офісних платформ Google Docs та Office365 активізує командну роботу студентів: вони спілкуються один з одним, спільно використовують ресурси для навчання, обмінюються досвідом, разом знаходять розв'язання проблем [17, с. 137].

Незважаючи на наявність потужних комерційних хмарних платформ (Windows Azure, Amazon EC2, S3), вважаємо доцільним розгортання в ІТ-інфраструктурі ВНЗ приватної хмари, на основі якої можлива розробка «хмарних» лабораторій для вивчення окремих дисциплін циклу професійної та практичної підготовки фахівців з інформатики.

Коротко розглянемо безкоштовні платформи, на основі яких можна спроекувати приватну хмару. Серед таких виділимо три: Cloudstack, Eucalyptus, Openstack.

Apache CloudStack є проектом компанії Apache Software Foundation, у межах якого розробляється програмне забезпечення з відкритим вихідним кодом, що може бути застосоване для розгортання публічних і приватних хмар згідно моделі (IaaS). Основними складовими хмарної

інфраструктури Cloudstack є [21]:

- 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; міграція віртуальних машин без зупинки обслуговування є можливою лише в межах одного кластера;
- 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; можуть бути доступними за різними протоколами.

Eucalyptus – ще одна програмна платформа для розгортання приватних хмарних обчислень на комп'ютерних кластерах, що дозволяє створити сумісну з Amazon EC2 [15] інфраструктуру. Основними програмними компонентами Eucalyptus є [25]:

- контролер хмари (cloud controller) – є інтерфейсом управління хмарою; відповідає за розподіл основних віртуальних ресурсів;
- контролер кластера (cluster controller) – керує контролерами вузлів, визначає на якому вузлі буде завантажена віртуальна машина;
- контролер вузла (node controller) – відповідає за завантаження і функціонування кожного екземпляру віртуальної машини;
- walrus – дозволяє користувачам зберігати дані, організовані у вигляді об'єктів.

OpenStack – це комплекс проектів вільного програмного забезпечення для створення обчислювальних хмар. Основними програмними складовими OpenStack є [26]:

- OpenStack Compute (Nova) – інструментарій, що дозволяє автоматично створювати і управляти роботою груп віртуальних серверів;
- OpenStack Image Service (Glance) – реєстр образів віртуальних машин, який дає можливість реєструвати нові образи віртуальних машин і забезпечувати їх передавання для виконання на потрібні вузли;
- OpenStack Object Storage (Swift) – розподілене, завадостійке сховище об'єктів;
- OpenStack Identity (Keystone) – пакет для уніфікації засобів автентифікації і забезпечення інтеграції компонентів OpenStack з існуючими системами автентифікації;
- OpenStack Dashboard (Horizon) – веб-інтерфейс для управління системою;
- Networking (Quantum) – фреймворк для виконання завдань, пов'язаних із створенням, конфігуруванням і супроводом мереж.

Як бачимо, програмні складові розглянутих платформ практично однакові. Як видно з таблиці 1, їх функціональні можливості також є подібними.

Таблиця 1

Платформи	CloudStack	Eucalyptus	OpenStack
Можливості			
Консоль управління ВМ	+	+	–
Веб-інтерфейс до консолі ВМ	+	–	–
Робота з основними гіпервізорами	KVM, XEN	KVM, XEN	KVM, XEN
Підтримка технологій VLAN	+	+	+
Розширення через API-функції	+	+	+
Створення «миттєвих знімків» ОС	+	+	+
Повідомлення та зауваження	+	–	–
Інтеграція з Active Directory	+	+	+
Безкоштовний характер поширення	+	+	+

Для розгортання приватної хмари на основі кожної з розглянутих платформ мінімально необхідно 2 сервери.

Висновки. Проблема застосування хмарних технологій у процесі проектування ІТ-інфраструктури ВНЗ є актуальною та потребує подальшого розвитку. Гібридна модель є найбільш доцільною у процесі розгортання хмарних технологій у інфраструктурі ВНЗ. У цьому випадку можна використовувати публічні (Google Apps та Microsoft Office 365) та приватні (Cloudstack, Eucalyptus, OpenStack) хмарні платформи, які можна органічно інтегрувати до традиційних сервісів ІТ-інфраструктури ВНЗ.

Список використаних джерел

1. Балик Н. Р. Інноваційне навчання в університеті: досвід та перспективи / Балик Надія Романівна // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2013. – № 5 (46). – С. 49-59.

2. Биков В. Ю. ІКТ-аутсорсінг і нові функції ІКТ-підрозділів навчальних закладів і наукових установ [Електронний ресурс] / Биков Валерій Юхимович // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2012. – № 4 (30). – С. 135-152. – Режим доступу : <https://goo.gl/gCL5er>.

3. Воройский Ф. С. Информатика. Энциклопедический словарь-справочник: введение в современные информационные и телекоммуникационные технологии в терминах и фактах / Ф. С. Воройский. – М. : Физматлит, 2006. – 767 с.

4. Глоссарий.ru: Инфраструктура [Электронный ресурс] // Web-and-Press. – Режим доступу : <https://goo.gl/cNzwLU>.

5. Значение слова «ИНФРАСТРУКТУРА» в онлайн-словаре [Электронный ресурс] // Reword.org: программа-словарь и значения слов онлайн. – Режим доступа : <https://goo.gl/rbcwyW>.

6. Інформаційна інфраструктура – Вікіпедія [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу : <https://goo.gl/9L7xCN>.

7. Модло Є. О. Використання десктопних програм у хмарному середовищі / Є. О. Модло // Хмарні технології в освіті : матеріали Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 21 грудня 2012 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. – С. 39.

8. Олексюк В. П. Досвід інтеграції хмарних сервісів Google Apps у інформаційно-освітній простір вищого навчального закладу. [Електронний ресурс] / Олексюк Василь Петрович // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2013. – Том 35, № 3. – Режим доступу : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/824/631>.

9. Олексюк В. П. Єдина система автентифікації як крок до створення освітнього простору загальноосвітнього навчального закладу / Василь Олексюк // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання : зб. наукових праць / Редрада. – К. : НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. – № 13 (20). – С. 188-193.

10. Риз Дж. Облачные вычисления / Джордж Риз. – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 288 с.

11. Сейдаметова З. С. Облачные технологии и образование / Сейдаметова З. С., Абляимова Э. И., Меджитова Л. М., Сейтвелиева С. Н., Темненко В. А. – Симферополь : ДИАЙПИ, 2012. – 204 с.

12. Спірін О. М. Методична система базової підготовки вчителя інформатики за кредитно-модульною технологією : монографія / О. М. Спірін. – Житомир : ЖДУ ім. І. Франка, 2013. – 182 с.

13. Стрюк А. М. Модель використання хмаро орієнтованих засобів ІКТ у Криворізькому національному університеті [Електронний ресурс] / Стрюк А. М. // Звітна наукова конференція присвячена 15-річчю Інституту інформаційних технологій і засобів навчання. 21 березня 2014 р. м. Київ. – К. : ПТЗН НАПН України, 2014. – С. 153-155. – Режим доступу : <https://goo.gl/wjU5JM>.

14. Стрюк А. М. Система хмаро орієнтованих засобів навчання як елемент інформаційного освітньо-наукового середовища ВНЗ [Електронний ресурс] / Стрюк Андрій Миколайович, Рассовицька Марина Віталіївна // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – Том 42, № 4. – С. 150-158. – Режим доступу :

<http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1087/829>.

15. Туравініна О. М. Amazon EC2 як платформа для організації хмарних обчислень / О. М. Туравініна, А. М. Стрюк, Н. В. Рашевська, К. І. Словак // Новітні комп'ютерні технології : матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної конференції : Київ-Севастополь, 13-16 вересня 2011 р. – К. : Мінрегіон України, 2011. – С. 187-188.

16. Туравініна О. М. Хмарні технології навчання у системі інформаційно-комунікаційних технологій навчального призначення / О. М. Туравініна // Хмарні технології в освіті : матеріали Всеукраїнського науково-методичного Інтернет-семінару (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 21 грудня 2012 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. – С. 9.

17. Фингар П. DOT.CLOUD Облачные вычисления – бизнес-платформа XXI века / Питер Фингар ; пер. с англ. А. В. Захаров. – М. : Аквариумная Книга. – 2011. – 256 с.

18. Чорна О. В. Світові тенденції розвитку хмарних технологій / О. В. Чорна, Н. А. Хараджян, С. В. Шокалюк, Н. В. Моїсеєнко // Теорія та методика електронного навчання. – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ. – 2013. – Том IV. – С. 272-284.

19. Шишкіна М. П. Хмаро орієнтоване освітнє середовище навчального закладу: сучасний стан і перспективи розвитку досліджень [Електронний ресурс] / Шишкіна Марія Павлівна, Попель Майя Володимирівна // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2013. – Т. 37, вип. 5. – С. 66-80. – Режим доступу : <https://goo.gl/WfH7eX>.

20. Antonopoulos N. Cloud Computing, Principles, Systems and Applications / Nick Antonopoulos, Lee Gillam. – London ; New York : Springer Publishing Company, 2010. – 379 p.

21. Apache CloudStack: Open Source Cloud Computing [Electronic resource] // Apache CloudStack. – 2014. – Access mode : <http://cloudstack.apache.org/>.

22. Cloud computing. Principles and Paradigms / Edited by Rajkumar Buyya, James Broberg, Andrzej Goscinski. – New Jersey : John Wiley & Sons, 2011. – 644 p.

23. Google Apps for Education [Electronic resource]. – 2014. – Access mode : <http://www.google.com/enterprise/apps/education>.

24. Office 365 [Електронний ресурс] / Корпорація Майкрософт. – 2014. – Режим доступу : <https://goo.gl/Bp4Hrf>.

25. Official Documentation for Eucalyptus Cloud [Electronic resource] // HPE Helion. – 2014. – Access mode : <https://goo.gl/MTUKVV>.

26. Pepple K. Deploying OpenStack / Ken Pepple. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2011. – 86 p.

References (translated and transliterated)

1. Balyk N. R. Innovatsiine navchannia v universyteti: dosvid ta perspektyvy [Innovative studies at the university: experience and perspectives] / Balyk Nadiia Romanivna // *Kompiuter u shkoli ta simi.* – 2013. – # 5 (46). – S. 49-59. (In Ukrainian)

2. Bykov V. Yu. ICT-outsourcing and new functions of ICT departments of educational and scientific institutions [Electronic resource] / Valeriy Yu. Bykov // *Information Technologies and Learning Tools.* – 2012. – # 4 (30). – P. 135-152. – Access mode : <https://goo.gl/gCL5ep>. (In Ukrainian)

3. Voroiiskii F. S. Informatika. Entciklopedicheskii slovar-spravochnik: vvvedenie v sovremennye informatcionnye i telekommunikatcionnye tekhnologii v terminakh i faktakh [Informatics. Encyclopaedic dictionary-reference: introduction to modern information and telecommunication technologies in terms and facts] / F. S. Voroiiskii. – M. : Fizmatlit, 2006. – 767 s. (In Russian)

4. Glossarii.ru: Infrastruktura [Glossary.ru: Infrastructure] [Electronic resource] // *Web-and-Press.* – Access mode : <https://goo.gl/cNzwLU>. (In Russian)

5. Znachenie slova «INFRASTRUKTURA» v onlain-slovare [The meaning of the word "INFRASTRUCTURE" in the online dictionary] [Electronic resource] // *Reword.org: programma-slovar i znacheniiia slov onlain.* – Access mode : <https://goo.gl/rbcwyW>. (In Russian)

6. Informatsiina infrastruktura – Vikipediia [Information Infrastructure - Wikipedia] [Electronic resource] // *Vikipediia.* – Access mode : <https://goo.gl/9L7xCN>. (In Ukrainian)

7. Modlo E. O. Vykorystannya desktopnyh proham u hmarnomu seredovyshhi [The use of desktop programs in cloud environment] / E. O. Modlo // *Hmarni tehnolohiyi v osviti : materialy Vseukrayinskoho naukovo-metodychnoho Internet-seminaru (Kryvyj Rih – Kyiv – Cherkasy – Harkiv, 21 hrudnya 2012 r.).* – Kryvyj Rih : Vydavnychyj viddil KMI, 2012. – S. 39. (In Ukrainian)

8. Oleksyuk V. P. Experience of the integration of cloud services Google Apps into information and educational space of higher educational institution [Electronic resource] / Vasyl P. Oleksyuk // *Information Technologies and Learning Tools.* – 2013. – Vol. 35, # 3. – Access mode : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/824/631>. (In Ukrainian)

9. Oleksiuk V. P. Yedyna systema avtentyfikatsii yak krok do stvorennia osvitnoho prostoru zahalnoosvitnoho navchalnoho zakladu [A unified authentication system as a step towards creating educational space for a comprehensive educational institution] / Vasyl Oleksiuk // *Naukovyi chasopys*

NPU imeni M. P. Drahomanova. Serii # 2. Kompiuterno-orientovani systemy navchannia : zb. naukovykh prats / Redrada. – K. : NPU imeni M. P. Drahomanova, 2012. – # 13 (20). – S. 188-193. (In Ukrainian)

10. Riz Dzh. Oblachnye vychisleniia [Cloud computing] / Dzhordzh Riz. – SPb. : BKhV-Peterburg. – 2011. – 288 s. (In Russian)

11. Seidametova Z. S. Oblachnye tekhnologii i obrazovanie [Cloud technologies and education] / Seidametova Z. S., Ablialimova E. I., Medzhitova L. M., Seitvelieva S. N., Temnenko V. A. – Simferopol : DIAPI. – 2012. – 204 s. (In Russian)

12. Spirin O. M. Metodychna systema bazovoi pidgotovky vchytelia informatyky za kredytno-modulnoi tekhnolohiieiu [Methodical system of basic training of the teacher of informatics for credit-module technology] : monohrafiia / O. M. Spirin. – Zhytomyr : ZhDU im. I. Franka, 2013. – 182 s. (In Ukrainian)

13. Striuk A. M. Model vykorystannia khmaro oriientovanykh zasobiv IKT u Kryvorizkomu natsionalnomu universyteti [A model of using cloud-oriented ICT in Kryvyi Rih National University] [Electronic resource] / Striuk A. M. // Zvitna naukova konferentsiia prysviachena 15-richchiiu Instytutu informatsiinykh tekhnolohii i zasobiv navchannia. 21 bereznia 2014 r. m. Kyiv. – K. : IITZN NAPN Ukrainy, 2014. – S. 153-155. – Access mode : <https://goo.gl/wjU5JM>. (In Ukrainian)

14. Striuk A. M. The system of cloud oriented learning tools as an element of educational and scientific environment of high school [Electronic resource] / Andrii M. Striuk, Maryna V. Rassovytska // Information Technologies and Learning Tools. – 2014. – Vol. 42, No 4. – P. 150-158. – Access mode : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/download/1087/829>. (In Ukrainian)

15. Turavinina O. M. Amazon EC2 jak platforma dlja orghanizaciji khmarnykh obchyslenj [Amazon EC2 as a platform for cloud computing] / O. M. Turavinina, A. M. Strjuk, N. V. Rashevsjka, K. I. Slovak // Novitni komp'juterni tekhnolohiji : materialy IX Mizhnarodnoji naukovotekhnichnoji konferenciji : Kyjiv–Sevastopolj, 13–16 veresnja 2011 r. – K. : Minreghion Ukrainy, 2011. – S. 187-188. (In Ukrainian)

16. Turavinina O. M. Khmarni tekhnolohii navchannia u systemi informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii navchalnoho pryznachennia [Cloud learning technology as part of ICT system for educational purposes] / O. M. Turavinina // Khmarni tekhnolohii v osviti : materialy Vseukrainskoho naukovometodychnoho Internet-seminaru (Kryvyi Rih – Kyiv – Cherkasy – Kharkiv, 21 hrudnia 2012 r.). – Kryvyi Rih : Vydavnychiy viddil KMI, 2012. – P. 9. (In Ukrainian)

17. Fingar P. DOT.CLOUD Oblachnye vychisleniia – biznes-platforma

XXI veka [DOT.CLOUD Cloud computing is a business platform of the XXI century] / Piter Fingar ; per. s angl. A. V. Zakharov. – M. : Akvamarinovaia Kniga, 2011. – 256 s. (In Russian)

18. Chorna O. V. Global trends in the development of cloud technologies / O. V. Chorna, N. A. Kharadzhian, S. V. Shokaliuk, N. V. Moiseienko // Theory and methods of e-learning. – Kryvyi Rih : Vydavnychi viddil KMI. – 2013. – Vol. IV. – P. 272-284. (In Ukrainian)

19. Shyshkina M. P. Cloud based learning environment of educational institutions: the current state and research prospects [Electronic resource] / Mariya P. Shyshkina, Maia V. Popel // Information Technologies and Learning Tools. – 2013. – Vol. 37, No 5. – P. 66-80. – Access mode : <https://goo.gl/WfH7eX>. (In Ukrainian)

20. Antonopoulos N. Cloud Computing, Principles. Systems and Applications / Nick Antonopoulos, Lee Gillam. – London; New York : Springer Publishing Company. – 2010. – 379 p.

21. Apache CloudStack: Open Source Cloud Computing [Electronic resource] // Apache CloudStack. – 2014. – Access mode : <http://cloudstack.apache.org/>.

22. Cloud computing. Principles and Paradigms / Edited by Rajkumar Buyya, James Broberg, Andrzej Goscinski. – New Jersey: John Wiley & Sons. – 2011. – 644 p.

23. Google Apps for Education [Electronic resource]. – 2014. – Access mode : <http://www.google.com/enterprise/apps/education>.

24. Office 365 [Electronic resource] / Korporatsiia Maikrosoft. – 2014. – Access mode : <https://goo.gl/Bp4Hrf>. (In Ukrainian)

25. Official Documentation for Eucalyptus Cloud [Electronic resource] // HPE Helion. – 2014. – Access mode : <https://goo.gl/MTUKVV>.

26. Pepple K. Deploying OpenStack / Ken Pepple. – Sebastopol : O'Reilly Media, 2011. – 86 p.