

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

## ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ «АКАДЕМІЧНОЇ ХМАРИ» СУЧАСНОГО УНІВЕРСИТЕТУ НА ОСНОВІ ВІДКРИТИХ ПРОГРАМНИХ ПЛАТФОРМ

**Анотація.** У статті проаналізовані підходи до використання хмарних технологій у процесі навчання студентів вищих навчальних закладів, розкрито сутність концепції «академічної хмари», обґрунтовані її структурні елементи. Запропонована модель академічної хмари сучасного університету, яка функціонує на основі використання відкритих програмних платформ. Наведено приклади програмного забезпечення і функціональних платформ, які забезпечують потреби студентів у електронних навчальних ресурсах. Проаналізовані моделі розгортання хмаро орієнтованого середовища у вищому навчальному закладі: приватна хмара, інфраструктура як сервіс і платформа як сервіс. Здійснено порівняння вартості розгортання «академічної хмари» на базі власної інфраструктури навчального закладу й оренди інфраструктури у вендора.

**Ключові слова:** хмарні технології; «академічна хмара»; хмарна інфраструктура; топологія хмари»; приватна хмара; освітня хмара.

### 1. ВСТУП

Провідними технологіями інформаційного суспільства є інформаційно-комунікаційні технології. Доступ студентів до великих багатосервісних інформаційних навчальних мереж і банків даних, що підтримуються в мережі Інтернет, у потужних комп'ютерних системах — одне з найважливіших завдань сучасного університету. Адже використання ресурсів і сервісів, доступних у інформаційно-освітньому середовищі університету дає можливість студентам здобувати освіту екстериторіально, синхронно й асинхронно в часі, гнучко обирати навчальні програми, терміни і темп навчання, суттєво розширити доступ до навчальних і наукових інформаційних ресурсів.

**Постановка проблеми.** Постійне вдосконалення інформаційних технологій дає привід стверджувати, що інформаційно-освітнє середовище, яке функціонує у багатьох навчальних закладах, не забезпечує весь необхідний спектр навчальних послуг, які можуть надаватися з їх використанням. Зокрема, Биков В. Ю. вказує також на невідповідність організаційно-функціональної структури ІТ-підрозділів вищих навчальних закладів об'єктивним умовам розвитку засобів і технологій інформаційного суспільства [1]. На часі — створення концептуально нових підходів до формування інформаційно-освітнього середовища вищого навчального закладу на основі використання технологій хмарних обчислень і відкритих програмних платформ.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Багато дослідників вважають, що ефективним шляхом удосконалення інформаційно-освітнього середовища є комбінування методів комп'ютерно орієнтованого навчання за допомогою технологій хмарних обчислень (Cloud Computing) [1–4]. За оцінками аналітиків Гартнер груп (Gartner Group) хмарні обчислення вважаються найбільш перспективною стратегічною технологією майбутнього. Прогнозується міграція більшої частини інформаційних ресурсів у хмари протягом найближчих 5–7 років [5]. Зміст, який закладається у поняття «хмара», визначено Гриб'юк О. О. [3]. Зокрема, автором визначається хмара — як «великий пул легко використовуваних і доступних віртуалізованих інформаційних

ресурсів (обладнання, платформи розробки та/або сервіси). Ці ресурси можуть бути динамічно реконфігуровані для обслуговування мінливого навантаження (масштабованості), що дозволяє також оптимізувати використання ресурсів».

Переваги використання хмарних технологій для забезпечення електронного (мобільного) навчання описують дослідники з Індії (С. Madhumathi, G. Ganapathy) [6]. Вони зазначають, що використання хмарних технологій для надання послуг з електронного навчання дасть можливість забезпечити розподілені обчислення, зберігання необхідних даних у хмарах без копіювання їх з електронного носія на електронний носій, відновлення даних після збоїв, використання необхідного програмного забезпечення, створення контенту через браузер, гнучку інфраструктуру, динамічне масштабування тощо.

Останні кілька років значну кількість досліджень вітчизняних учених присвячено питанням упровадження хмарних технологій у систему освіти. Зокрема, перспективи використання хмарних обчислень як платформи інформатизації сучасних освітніх систем досліджували Шишкіна М. П., Спірін О. М., Запорожченко Ю. Г., Дюлічева Ю. Ю. [7, 8] та ін. У роботі Сейдеметової З. С. і Сейтвелієвої С. Н. [9] проаналізовані он-лайн сервіси на основі хмарних обчислень для організації навчання. Зарубіжний досвід створення хмаро орієнтованого середовища навчального закладу досліджували Шиненко М. А., Сороко Н. В., Литвинова С. В. [10, 11] та ін.

Попри активний розвиток хмарних технологій і спроб їх використання для забезпечення навчального процесу, поняття «академічна хмара» є новим і недостатньо дослідженим. С. Метью відзначає можливість створення у навчальному закладі приватної (корпоративної) (private cloud) й освітньої хмари (educational cloud) [12], звертаючи увагу на спільні і відмінні риси цих двох типів хмар. Зокрема, і приватна, і освітня хмара надають можливість доступу до віддалених процесорів, програмного забезпечення та сховищ даних (ресурсів), інфраструктури, проте приватна хмара функціонує на базі одного навчального закладу і забезпечує потреби студентів цього навчального закладу, а освітня хмара об'єднує університети з їх ресурсами в один єдиний «простір».

Зважаючи на вище зазначене, **метою статті** є аналіз понять «академічна хмара», «структура академічної хмари», обґрунтування структурних елементів корпоративної академічної хмари, розгляд моделей розгортання академічної хмари і визначення їх економічної ефективності. У статті будуть описані засадничі підходи і досвід розгортання академічної хмари у Національному університеті біоресурсів і природокористування України на основі використання відкритих програмних платформ.

## 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. Аналіз основних понять дослідження

Концепція «академічної хмари» полягає у створенні комплексу рішень, які будуть затребувані у процесі організації навчальної діяльності сучасного університету (навчальні курси, сервіси колективної роботи, он-лайн сервіси, навчальне відео, сервіс відео конференцій, навчальні середовища, віртуальні лабораторії тощо), функціонуватимуть у вигляді хмарного сервісу, не вимагатимуть від користувачів додаткового обладнання і ліцензійного програмного забезпечення. «Академічну хмару» можна трактувати як інформаційно-комунікаційну технологію, яка надає можливість отримувати навчальні послуги, і як спеціальний апарат електронно-дистанційного механізму здобуття освіти, і як інформаційно-освітній ресурс, який об'єднує в собі необхідні елементи для навчальної діяльності.

Особливість «академічної хмари» полягає в тому, що систему можна розгорнути як на базі самого університету, так і залучити готові ресурси зовнішніх постачальників хмарних послуг (так звані корпоративні рішення для освіти), або ж використовувати й удосконалювати ресурси спеціальних освітніх порталів (дистанційних електронних навчальних закладів), але при цьому необхідно врахувати такі фактори: економічність, наявність потужностей, масштабність навчального закладу тощо [4]. Тому слід розрізнити «академічну хмару» університету й «академічну хмару» зовнішніх постачальників — зазвичай, потужних ІТ-компаній. На наш погляд, «академічна хмара» університету — це хмаро орієнтоване середовище навчального закладу, що є поєднанням технічних, програмно-технологічних, інформаційних ресурсів і сервісів, які функціонують на основі технологій хмарних обчислень і забезпечують навчальну діяльність студентів університету за допомогою локальної мережі навчального закладу та Інтернет-мережі.

### **3.2. Аналіз корпоративних рішень для освіти на основі хмарних технологій**

Більшість сучасних відомих електронних освітніх порталів об'єднані в групу «МООС» (з англ. англ. Massive open online course — масові відкриті он-лайн курси) — це он-лайн курс з великомасштабною інтерактивною участю і відкритим доступом через мережу Інтернет. На додаток до традиційних матеріалів навчального курсу, такі як відео, текстові матеріали, і домашні завдання, МООС надає можливість використання інтерактивного форуму користувачів, які допомагають створити спільноту студентів, викладачів і асистентів (TAS — Teachers, Assistants, Students). Це одна з найновіших форм дистанційного навчання, яка активно розвивається у світовій освіті. Подібні сайти розраховані на студентів різних попередніх рівнів підготовки — як новачків, так і досвідчених фахівців. Найпопулярніші МООС збирають сотні тисяч студентів. Перші масові відкриті он-лайн курси були відкриті у 2008 році і за короткий час здобули популярність по всьому світу.

Більш широким спектром можливостей володіють корпоративні розробки, створені на базі хмарних технологій, спрямовані на покращення рівня освіти суспільства. Провідними розробками за даним напрямом є «Google Apps Education Edition» корпорації Google і «Live@edu» корпорації Microsoft.

Хмарна платформа Google Apps Education Edition [13] має такі основні інструменти: електронна пошта Gmail з підтримкою текстового, голосового Google Talk і відеочату; календар Google застосовується для планування будь-яких заходів від екскурсії до початку сумісного проекту або занять; диск Google — це сховище (за замовчуванням розміром 15 Гб) для збереження файлів і налаштування прав доступу до них; Google Docs — інструмент для створення документів, таблиць і презентацій будь-якої складності із можливістю використання шаблонів; сайти Google — інструмент для створення сайтів за допомогою шаблонів; сейф — додатковий інструмент Google Apps,

що дозволяє управляти інформацією, тобто організувати оперативний пошук необхідної інформації, архівувати та експортувати у стандартні формати повідомлення електронної пошти й чату, організувати захист інформації від випадкового або навмисного видалення; створювати звіти з даними про активність користувачів і хронологією роботи з даними. Google Apps Education постійно розширює сервіси для навчальних закладів. Так, Google увів в експлуатацію API для “Apps для навчальних закладів”, що дозволяє освітнім установам налаштовувати прикладні програми і інтегрувати додаткове програмне забезпечення, причому відомості віджету будуть доставлятися з внутрішніх систем навчального закладу. Google Wave є системою для спільної роботи, де поєднуються концепції електронної пошти, сервісу миттєвих повідомлень, форуму та соціальної мережі. Вона є функціональною моделлю для віджетів, що розміщуються в хмарі, але інтегрованих на різних платформах, включаючи мобільні пристрої.

Хмарна платформа Microsoft Live@edu [14] надає можливості практичного вивчення відомих офісних додатків через web-браузер на основі хмарних технологій. До хмарних сервісів Microsoft Live@edu можна віднести можливість використання електронної пошти, календаря, сервіс проведення веб-конференцій з можливістю відео-зв'язку, наявністю віртуальної дошки і сумісного доступу до робочого столу; створення і підтримка власного веб-сайту; створення і редагування документів Word, PowerPoint, Excel, OneNote будь-якої складності. Ще однією можливістю відкритого доступу до офісних додатків є використання безкоштовного хмарного сховища файлів SkyDrive. Корпорація Microsoft нині пропонує Microsoft Office 365. Це набір веб-сервісів, який поширюється на основі передплати за схемою «програмне забезпечення + послуги» (англ. Software plus services). Набір надає доступ до різних програм і послуг на основі платформи Microsoft Office, електронної пошти, функціоналу для спілкування й управління документами. Як продукт, Microsoft Office 365, у першу чергу, розроблявся для забезпечення поштового хостингу, доступу до корпоративних соціальних мереж і хмарного сховища даних для бізнесу. Ці продукти можна використовувати для створення єдиної «інформаційно-навчальної хмари», але наразі слід враховувати можливість як навчального закладу, так і самих студентів.

Отже, цілком очевидно, що хмарні сервіси освіти за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій та інформаційних ресурсів досконаліші, ніж ті, що надаються через VLE-системи — системи управління віртуальним навчальним середовищем (англ. Virtual learning environment). Йдеться про кращу якість інструментів для генерації користувацького контенту й інтеграції із соціальними мережами, персоналізацію за допомогою таких інструментів, як Google, на базі Google Personal Start Page.

### **3.3. Модель «академічної хмари» університету**

IT-інфраструктура вищого навчального закладу детально досліджена у роботі Олексюк В. П. [15], зокрема, автор визначає інфраструктуру інформаційних технологій вищого навчального закладу (ВНЗ) як інформаційну систему програмних, обчислювальних і телекомунікаційних засобів, а також організаційного і методичного забезпечення, що реалізує надання інформаційних, обчислювальних, телекомунікаційних ресурсів і послуг усім учасникам навчального процесу і робить висновок про доцільність гібридної моделі розгортання хмарних технологій у інфраструктурі ВНЗ, у якій слід використовувати загальнодоступні (GoogleApps та Microsoft Office 365) і корпоративні (Cloudstack, Eucalyptus, OpenStack) хмарні

платформи, які можна органічно інтегрувати до традиційних сервісів ІТ-інфраструктури ВНЗ.

Попри зростання популярності готових корпоративних рішень і спеціальних Інтернет-порталів у галузі навчальних хмарних технологій, очевидні переваги їх використання, більшість навчальних закладів зорієнтована на побудову власного хмаро-орієнтованого освітнього середовища, іншими словами корпоративної «академічної хмари». Тому і виникає низка запитань, відповіді на які дадуть можливість зробити висновки про доцільність і перспективи створення у навчальному закладі «академічної хмари». Які послуги і ресурси вона має надавати? Яка структура такої хмари? Які технічні і програмні рішення будуть найбільш привабливими для навчального закладу? Яка модель розміщення академічної хмари буде найбільш економічно-обґрунтованою? Нижче ми намагатимемося дати відповіді на поставлені запитання. Перш за все, «академічна хмара» має забезпечити супровід кожної навчальної дисципліни повним спектром електронних навчальних ресурсів і послуг: електронний навчальний курс, електронний посібник, навчальне відео, повнотекстові електронні копії друкованих посібників, засоби для колективної роботи, засоби для онлайн спілкування, віртуальні лабораторні практикуми тощо. По-друге, «академічна хмара» має надавати доступ студентам до програмних продуктів, які використовуються у навчальному процесі, наприклад, середовищ програмування, моделювання, прогнозування, управління проектами, математичних і статистичних пакетів, геоінформаційних систем тощо. По-третє, програмно-технологічні платформи, які забезпечують функціонування «академічної хмари», мають давати користувачам можливість єдиного входу, вимірювання кількості наданих послуг у часових і ресурсних показниках, надавати послуги на вимогу користувача, забезпечувати широкий доступ до мережі, мати інструментарій для об'єднання і гнучкого розподілу ресурсів. Модель такої структури наведена на рис. 1.

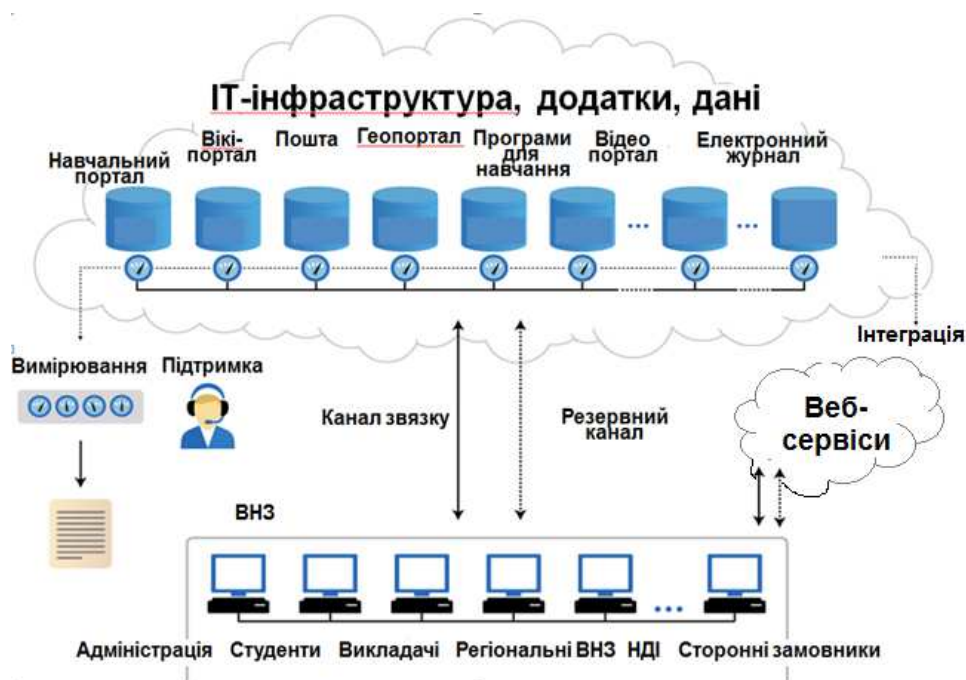


Рис. 1. Модель структури «академічної хмари»

Якщо вести мову про розгортання академічної хмари на власній інфраструктурі університету, то хмара реалізується на основі технологій віртуалізації більш високого рівня, а саме, еластичних платформ з набором масштабованих, динамічних сервісів ІТ-послуг, які надаються користувачам. Мова йде про модель «динамічних» центрів опрацювання даних із більш досконалішими технологіями віртуалізації, автоматизації, управління. Ми не прирівнюємо «хмару» до простої віртуальної інфраструктури — пулу серверних, мережних ресурсів, систем зберігання даних, які виділяються за запитом. «Хмара» передбачає управління ресурсами й автоматизацію «поверх» шару віртуалізації, координацію доставки ресурсів різного типу, гнучкий автоматизований розподіл ресурсів із загального пулу за запитом.

Якщо спробувати застосувати структурний підхід до будови «академічної хмари», то можна виділити 5 основних рівнів: фізичний, віртуалізації, управління віртуальними ресурсами, рівень платформ та рівень програмного забезпечення.

Визначені рівні співвідносяться з типом архітектури надання послуг. У сучасній науковій літературі найчастіше зустрічається поділ «хмарних систем» за типом архітектури і наданням послуг на: IaaS — інфраструктура як послуга (англ. Infrastructure as a Service), PaaS — платформа як послуга (англ. Platform as a Service) та SaaS — програмне забезпечення як сервіс (англ. Software as a Service) [16].

На основі аналізу сучасного технічного і програмного забезпечення, яке можна використати для реалізації «академічної хмари», а також з урахуванням тенденції до використання вільно розповсюдженого програмного забезпечення, ми пропонуємо такий підхід до компонентів «академічної хмари».

**Фізичний рівень** охоплює апаратну частину системи: процесори, пам'ять, сховище даних, мережу. Реалізація апаратної інфраструктури здійснюється на основі нового типу серверів — модульних (Blade-сервери) або сервери-леза (з англ. blade — лезо). Порівняно зі звичайними серверами за однакової продуктивності Blade-сервери займають у два рази менше місця, споживають у три рази менше енергії і коштують у чотири рази дешевше. Blade-сервер — це модульна комп'ютерна система, що включає процесор і пам'ять, розміщені на одній платі (лезо). Лега вставляються в спеціальне шасі (або полицю) зі з'єднуючою панеллю (backplane), що забезпечує підключення до мережі і подачу електроживлення. За рахунок загального використання таких компонентів, як джерела живлення, мережні карти і жорсткі диски, Blade-сервери забезпечують більш високу щільність розміщення обчислювальної потужності в стійці порівняно із звичайними тонкими серверами висотою 1U і 2U. Замість звичайних PCI (PCI-E, PCI-X ) плат у сервер вставляються мезонінні карти, які дозволяють використовувати інтерфейси FC, Infiniband, SAS, або додаткові порти Ethernet, за наявності в шасі відповідного зовнішнього комутаційного модуля.

Системи зберігання даних (СЗД) використовуються як набір програмно-апаратних ресурсів для розміщення різної інформації, у нашому випадку навчальних ресурсів. Для підключення пристроїв і жорстких дисків всередині одного сховища використовуються різні внутрішні інтерфейси — SCSI, SAS, Parallel ATA (PATA), Serial ATA (SATA) і Fibre Channel. Найпоширеніші зовнішні інтерфейси підключення сховищ даних — Fibre Channel, iSCSI, Infiniband, SCSI. Кожен із них має певні властивості, зокрема, пропускну здатність і можливості розширення.

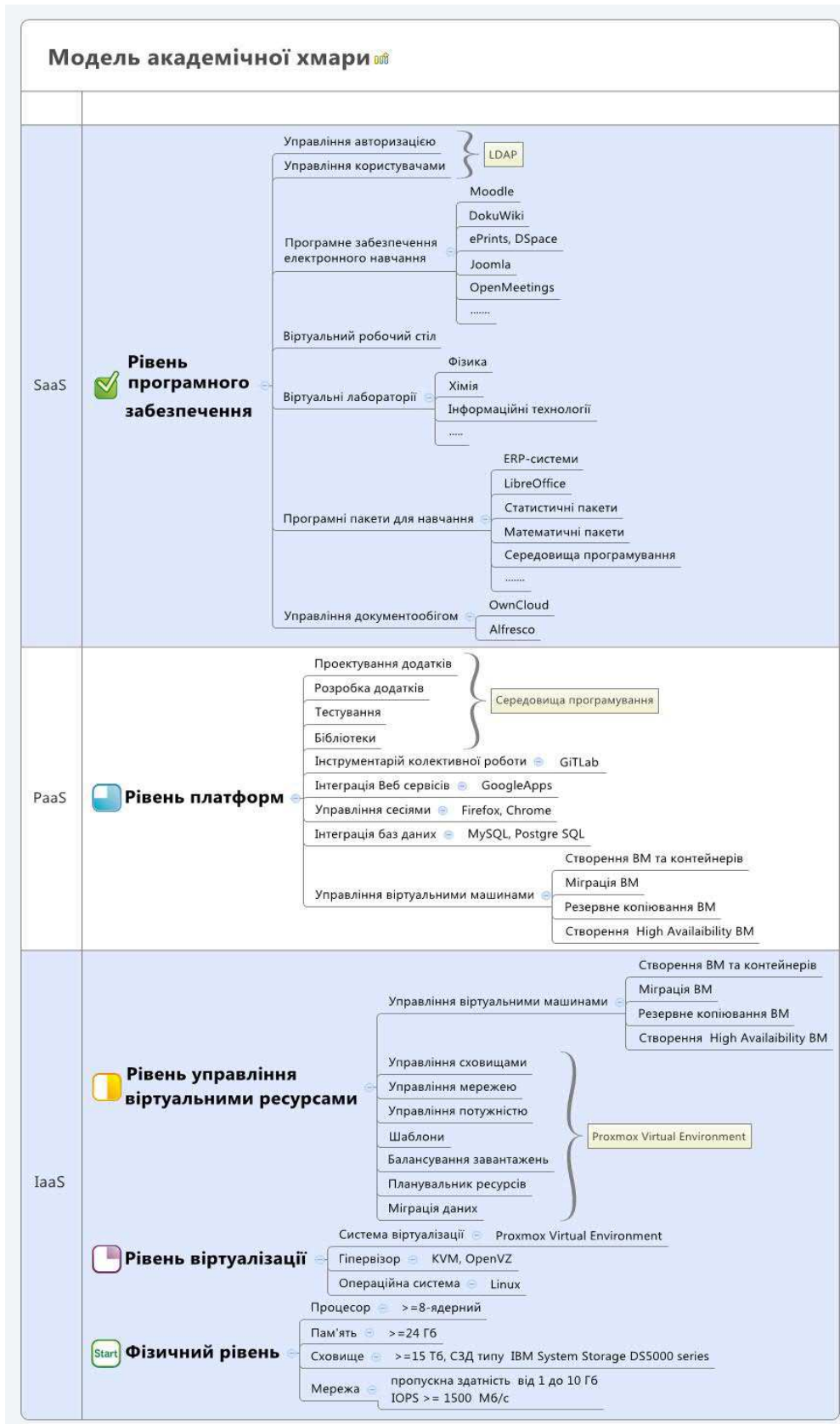


Рис. 2. Модель приватної «академічної хмари»

Для побудови локальної хмари необхідно залучити низку мережного інструментарію, до якого входять як засоби побудови дротових мереж, так і

безпроводних точок доступу (wi-fi). Мають бути залучені потужні маршрутизатори, комутатори, модеми, роутери, які поєднані каналами високої пропускної здатності.

Обладнане робоче місце користувача включає персональні комп'ютери, термінали (тонкі клієнти — англ. thin client), мобільні клієнти, засоби введення і виведення інформації. Варто зазначити, що даний елемент є не обов'язковим, так як технологія хмарного доступу полягає в бездротовому, не прив'язаному до певного місця доступі до системи, а, отже, користувач може використовувати власні гаджети в навчальних цілях.

**Рівень віртуалізації.** Під віртуалізацією платформ розуміють створення програмних систем на основі існуючих апаратно-програмних комплексів, що залежать або не залежать від них. Розвиток засобів віртуалізації на різних рівнях абстракції систем триває вже протягом тридцяти років. Однак, тільки порівняно недавно апаратні потужності серверів і настільних ПК дозволили всерйоз сприймати технологію щодо віртуалізації операційних систем. На сьогоднішній день лідерами у сфері виробництва засобів віртуалізації є компанії VMware, Microsoft, SWSOft (разом з належною їй компанією Parallels), XenSource, Virtual Iron і InnoTek.

**Рівень управління віртуальними ресурсами.** Семенець А. В. та Ковалок В. Ю. [17], досліджуючи питання використання безкоштовного програмного забезпечення для потреб організації інформаційно-освітнього середовища, рекомендують для побудови хмарної програмної інфраструктури такі системи як: OpenNebula, OpenStack, Proxmox, зокрема, остання використовується у Національному університеті біоресурсів і природокористування України.

OpenNebula — програмна платформа, призначена для організації управління хмарною інфраструктурою і віртуальними оточеннями. Платформа дозволяє організувати функціонування розподіленої інфраструктури для динамічно розгорнутих багаторівневих сервісів (груп із взаємопов'язаних віртуальних машин), комбінуючи ресурси локального дата-центру і зовнішніх хмарних провайдерів. Зокрема, OpenNebula дозволяє на своїх потужностях забезпечити інфраструктуру для надання сервісів IaaS (інфраструктура як сервіс), схожу на Amazon EC2. Найвними є засоби для організації розгортання віртуальних оточень, моніторингу, контролю доступу, забезпечення безпеки та управління сховищем. Готові установчі пакети доступні для Ubuntu, openSUSE, RHEL/CentOS і Debian.

OpenStack — це комплекс проектів вільного програмного забезпечення для створення обчислювальних хмар і хмарних сховищ, як публічних, так і приватних (працюють тільки для забезпечення внутрішніх потреб компанії). Серед підтримуваних систем віртуалізації: KVM, QEMU, Xen, Hyper-V, Citrix XenServer, контейнери LXC і VMware/vSphere ESX/ESXi. OpenStack чудово масштабується і здатний обслуговувати інфраструктуру із сотень тисяч віртуальних серверів.

Обидва проекти OpenNebula і OpenStack поширюються під ліцензією Apache.

Proxmox Virtual Environment (Proxmox VE) — система віртуалізації з відкритим вихідним кодом, заснована на Debian GNU/Linux. Розробляється австрійською фірмою Proxmox Server Solutions GmbH, спонсорується Internet Foundation Austria. Як гіпервізори використовує KVM і OpenVZ. Відповідно, здатна виконувати будь-які підтримувані KVM операційні системи (Linux, \*BSD, Windows та інші) з мінімальними втратами продуктивності, а Linux — без втрат. Управління віртуальними машинами і адміністрування самого сервера здійснюється через веб-інтерфейс або через стандартний інтерфейс командного рядка Linux. Із сайту розробників можна завантажити готові шаблони віртуальних машин (як дистрибутиви загального призначення, так і налаштовані під конкретне завдання, наприклад, запуск MediaWiki, Drupal або Wordpress). Є можливість створювати власні шаблони, скориставшись



інструментом Debian Appliance Builder. Готові шаблони розповсюджує компанія TurnKey Linux <http://www.turnkeylinux.org/>, у репозиторії наявні більше ста образів налаштованих віртуальних машин.

**Рівень платформ.** Уся інформаційно-технологічна інфраструктура, включаючи операційні системи, СУБД, комунікаційне програмне забезпечення, набір доступних для споживачів видів платформ і набір керованих параметрів платформ, віртуальні їх аналоги. На рівні платформ існує можливість встановлювати, розробляти, тестувати, експлуатувати на них прикладне програмне забезпечення, наразі динамічно змінюючи кількість споживаних обчислювальних ресурсів.

Тобто, на цьому рівні відбувається розгортання додатків у хмарі за допомогою мов програмування й інструментальних засобів, що підтримуються постачальником, при цьому користувачеві не потрібно управляти інфраструктурою або контролювати її, але у нього залишається можливість керувати прикладними програмами і, до певної міри, змінювати конфігурації середовища виконання додатків.

**Рівень програмного забезпечення.** Це пакети офісних програм, середовища програмування, моделювання, проектування тощо, яке використовується у навчальному процесі майбутніх фахівців. Прикладами таких програмних засобів є: 1С:Підприємство, MathCad, MathLab, SPSS, ArcView, Visual Studio тощо. Тобто, це ті програмні продукти, які студент має використовувати під час навчання різних дисциплін, у виконанні курсових і дипломних проектів. Велика кількість програмного забезпечення використовується для забезпечення електронного навчання — цифрові репозиторії, системи управління навчанням, медіа сховища, сервери відео конференцій, середовища колективної роботи. **Moodle** — система управління курсами (електронне навчання), також відома як система управління навчанням або віртуальне навчальне середовище, яке є вільним веб-додатком (розповсюджується за ліцензією GNU GPL), що надає можливість створювати електронні навчальні курси для підтримки навчання. **EPrints** — пакет вільного/відкритого програмного забезпечення для побудови архівів відкритого доступу сумісних з протоколом ініціативи відкритих архівів для отримання мета-даних (OAI-PMH — Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting). Це програмне забезпечення містить багато можливостей, зазвичай реалізованих у системах управління документообігом, і, перш за все, використовується для створення колективних архівів і наукових журналів. Ресурс випущено під ліцензією GNU GPL. **Відеопортал** розглядається як допоміжний апарат, який надає можливість використовувати навчальні відео ресурси для дистанційної освіти. Під час розробки даного елемента можна використати CMS Joomla, яка написана мовами PHP і JavaScript, що використовує як сховище бази даних СУБД MySQL або інші індустріально-стандартні реляційні СУБД, є вільним програмним забезпеченням, поширюваним під ліцензією GNU GPL. **OpenMeetings** — система веб-конференцій, поширювана за ліцензією GNU GPL. З її допомогою можна організувати проведення он-лайн навчання в багатокористувацькому режимі, коли до сервера підключено кілька десятків людей. Забезпечується кілька варіантів конференцій: наради (семінари, обговорення) — від 4 до 16 учасників, кожен може передавати аудіо- і відеодані; лекції (вебінари) — до 200 учасників, передавання аудіо і відео даних забезпечується лише модератором (лектором). Слід зазначити, що окремо проект пропонує і модуль для інтеграції із системою управління навчання Moodle, що дозволяє демонструвати відеозаписи лекцій.

### 3.4. Обґрунтування витрат на розгортання «академічної хмари»

Запропонована модель «академічної хмари» може бути розгорнута на базі власної

інфраструктури ВНЗ, на основі оренди хмарної інфраструктури за моделлю IaaS (інфраструктура як послуга), коли за запитом університету надається необхідна кількість динамічних ресурсів (обчислювальних і сховищ), віртуальних серверів, мережної інфраструктури, або ж за моделлю PaaS (платформа як послуга), коли вся інформаційно-технологічна інфраструктура, включаючи операційні системи, СУБД, комунікаційне програмне забезпечення, обчислювальні мережі, сервери, сховища даних цілком надається й управляється провайдером, яким визначається набір доступних видів платформ і керованих параметрів платформ. Залежно від обраного варіанту розгортання можна оцінити вартість створення «хмари» на власній інфраструктурі за типом приватної хмари, або ж орендуючи у ІТ-компаній інфраструктуру за типом IaaS або платформи за типом PaaS (табл. 1).

Таблиця 1

### Порівняльна характеристика витрат на розгортання «академічної хмари»

| Види витрат            |   | Privat cloud            | IaaS   | PaaS                                    |
|------------------------|---|-------------------------|--|---|
| Інфраструктура         | мережне обладнання локального рівня   |                         |  |   |
|                        | сервер хмаро орієнтованого середовища   |                         | Потужності надаються вендором хмарних послуг |   |
|                        | серверна стійка   |                         |  |   |
|                        | сховище даних   |                         |  |   |
| Програмне забезпечення | Віртуалізація   | Proxmox free            | Надається вендором                           |   |
|                        | ОС  | ОС сімейства Linux      |  | Надається вендором на вибір користувача |
|                        | Програмні платформи   | Libre Office            |  |   |
|                        |   | Moodle                  |  |   |
|                        |   | ePrints                 |  |   |
|                        |   | Joomla                  |  |   |
|                        |   | MediaWiki               |  |   |
| Free Mind і т.д.       |   |                         |  |   |
| Обслуговування         | Адміністратор апаратного забезпечення   |                         | Обслуговується вендором                      |   |
|                        | Адміністратор «академічної хмари»   |                         | Обслуговується вендором                      |   |
|                        | 2 асистенти адміністратори  |                         |  |   |
|                        | Контент менеджери   |                         |  |   |
| Комунальні витрати     | Електроенергія на сервер  | Обслуговується вендором |  |   |
|                        | Інтернет трафік   |                         |  |   |
| Контент                | Додаткові ресурси, спрямовані на реалізацію навчального процесу (повнотекстові електронні копії посібників, електронні навчальні курси, відеоматеріали, віртуальні лабораторії і т. д.) |                         |  |   |

Для характеристики обрано 5 основних блоків: інфраструктуру, програмне забезпечення, обслуговування, комунальні витрати і контент — подальша деталізація потребує глибшого вивчення матеріальної частини і технічних аспектів.

Для економічного підрахунку витрат проаналізовано аналітичні дані цін на послуги ІТ-корпорацій, у яких основними характеристиками були: кількість ядер процесора, обсяг оперативної пам'яті, обсяг сховища даних, а також тип ОС для

топології IaaS [7–12]. За основу ми взяли аналітичні дані вартості хмари «IBM Softlayer». Вартість річної оренди серверних потужностей з 8-ядерним процесором, 16 Гб оперативної пам'яті, сховищем даних понад 2 Тб та ОС Linux для моделі IaaS становить 3913\$. Якщо врахувати вартість обслуговування хмари адміністратором і програмно-інженерним складом, яка становить біля 12600\$, то загальна річна сума витрат становить понад 16500\$. Під час сумарного підрахунку витрат на відповідну інфраструктуру (сервер — 2 од., сховище даних — 2 од., мережне обладнання — загальна вартість біля 10000\$) для розміщення на власних площах, їх обслуговування (заробітна плата адміністратора, інженерного складу — близько 13000\$) і комунальні витрати (електроенергія, інтернет-канал — близько 2000\$) ми отримуємо суму в межах 25000 \$. Проводячи аналогічні розрахунки з пролонгацією на 3–5 років, ми можемо оцінити найбільш привабливу у ціновому розумінні модель для розміщення «академічної хмари» (рис. 3). У моделі PaaS всі ресурси (програмне забезпечення, виділення структурних елементів системи) диктуються вендором, тобто ми обмежуємося у виборі того, що пропонує нам ІТ-компанія. Тому дану модель ми наразі не розглядаємо.

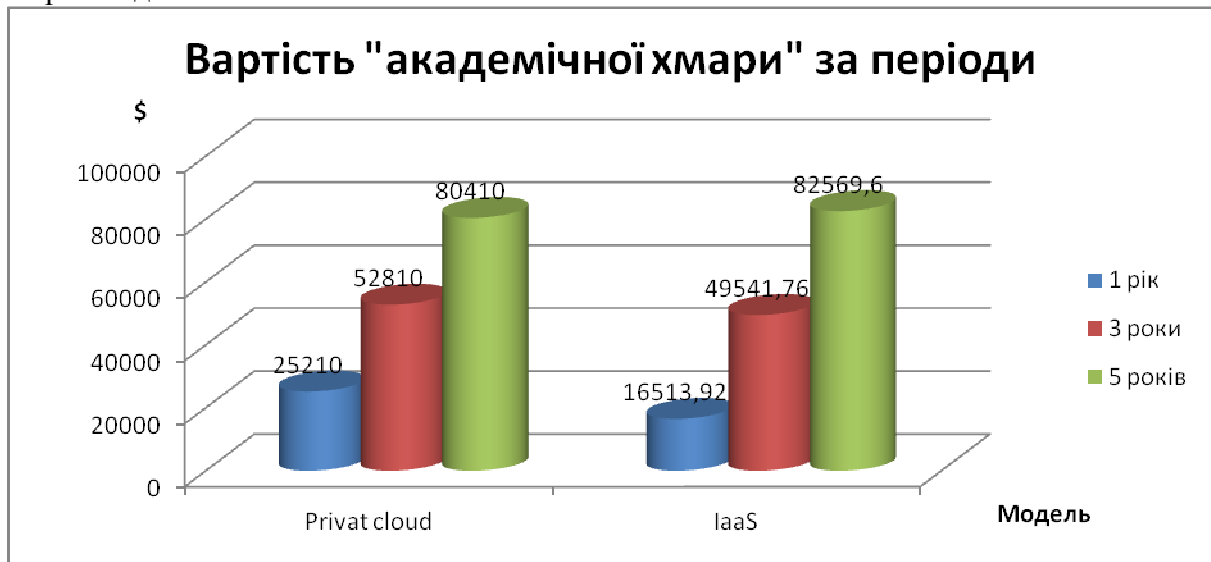


Рис. 3. Порівняння зведених результатів вартості за періодами

Попри такі результати, необхідно звертати увагу на ризики кожної з моделей. У моделі Privat cloud ми обмежуємося апаратними можливостями нашої системи, наразі їх розширення чи заміна несуть за собою великі витрати, основною причиною яких є постійна модернізація комп'ютерних технологій. Розглядаючи модель IaaS можна сказати, що вона є достатньо привабливою з огляду на те, що: збільшення необхідних потужностей регулюється умовами контракту і здебільшого несе за собою незначні доплати; виплати проводяться поступово, а не великою стартовою сумою; у цій структурі всі характеристики і програмне забезпечення регулюються користувачем хмари (адміністратором).

#### 4. ВИСНОВКИ

Отже, ми можемо констатувати, що впровадження хмарних технологій є новим напрямом у сфері комп'ютерних технологій, що розвивається, але вже зараз можна визначити особливі переваги їх використання в освіті.

По-перше, хмарні сервіси надають дослідникам і науковцям можливість миттєвої

обробки величезних обсягів інформації з низькою вартістю обчислювальних ресурсів і можливістю її миттєвого розповсюдження й обміну результатами аналізу з іншими дослідниками по всьому світу.

По-друге, хмарні технології створюють можливість для безперервного навчання з підтримкою мобільних технологій і сервісів соціальних мереж, роблять сам процес навчання інтерактивним, тобто, доступ до навчальних матеріалів студент може отримати у будь-яку мить, у будь-якому місці, де є можливість підключення до мережі Інтернет.

По-третє, хмарні технології дають можливість збереження даних у хмарах (центрах обробки даних) без необхідності їх перенесення з пристрою на пристрій (наприклад, з комп'ютера навчального закладу до домашнього комп'ютера), тобто має місце апаратна незалежність від обладнання.

Окремого дослідження потребують фактори ризику розгортання «академічної хмари». Прогнозування майбутніх станів є вкрай складним, тому що у дослідженні цього питання важко виявити довгі ретроспективні ряди, до основних чинників дестабілізації можна віднести: постійний прогрес апаратного і програмного забезпечення, нестабільність валютних курсів і загального економіко-політичного стану як в державі, так і на міжнародному ринку в цілому. Це також ускладнює дослідження економічної ефективності використання «академічної хмари».

## 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 доступа : [http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Наукова\\_періодика/Tipuss/2013\\_1/Byk.pdf](http://www.kpi.kharkov.ua/archive/Наукова_періодика/Tipuss/2013_1/Byk.pdf).
2. Биков В. Ю. Моделі організаційних систем відкритої освіти : монографія / Биков В. Ю. — К. : Атіка, 2008. — 684 с.
3. Гриб'юк О. О. Перспективи впровадження хмарних технологій в освіті [Електронний ресурс] / Гриб'юк О. О. — Режим доступа : [http://lib.iitta.gov.ua/1111/1/grybyuk-stattya1-hmary%2B\\_Cory.pdf](http://lib.iitta.gov.ua/1111/1/grybyuk-stattya1-hmary%2B_Cory.pdf).
4. Воронкін О. С. «Хмарні» обчислення як основа формування персональних навчальних середовищ // Збірник наукових праць: матеріали другої міжнародної науково-практичної конференції FOSS Lviv 2012, Львів, 26-28 квітня 2012 р. — Львів, 2012. — С. 143–146.
5. Plummer D. C. Cloud Computing Confusion Leads to Opportunity / Daryl C. Plummer, David W. Cearley, David Mitchell Smith. — Report NoG00159034. — Gartner Group, 2008 [Electronic resource]. — Access mode : [http://www.gartner.com/it/content/868800/868812/cloud\\_computing\\_confusion.pdf](http://www.gartner.com/it/content/868800/868812/cloud_computing_confusion.pdf).
6. Madhumathi C., Gopinath Ganapathy. An Academic Cloud Framework for Adapting e-Learning in Universities /International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol.2, Issue 11, November 2013 [Електронний ресурс]. — Режим доступа : <http://www.ijarce.com/upload/2013/november/66-S-Madhu%20Mathi%20-AN%20academic.pdf>.
7. Дюлічева Ю. Ю. Упровадження хмарних технологій в освіту: проблеми та перспективи [Електронний ресурс] / Дюлічева Ю. Ю. // Інформаційні технології в освіті. — 2013. — № 14. — Режим доступа : [http://ite.kspu.edu/ru/webfm\\_send/432](http://ite.kspu.edu/ru/webfm_send/432).
8. Шишкіна М.П., Спірін О.М., Запороженко Ю.Г. Проблеми інформатизації освіти України в контексті розвитку досліджень оцінювання якості засобів ІКТ / М.П. Шишкіна, О.М. Спірін, Ю.Г. Запороженко // Інформаційні технології і засоби навчання. — 2012. — №1(27). Режим доступа: [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/ITZN/2012\\_1/632-1943-1-RV.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/ITZN/2012_1/632-1943-1-RV.pdf)
9. Сейдаметова З. С. Хмарні сервіси в освіті / З. С. Сейдаметова, С. Н. Сейтвелієва // Інформаційні технології в освіті. — 2011. — №9. — С. 105–111.
10. Шиненко М. А. Використання хмарних технологій для професійного розвитку вчителів (зарубіжний досвід) / М. А. Шиненко, Н. В. Сороко // Інформаційні технології в освіті. — 2012. — №12. — С. 206–214.

11. Литвинова С. Проекування хмаро орієнтованих навчальних середовищ загальноосвітніх навчальних закладів: зарубіжний досвід // Інформаційні технології і засоби навчання. — 2014. — Том 41, No. 3. — С. 10–27.
12. S. Mathew Implementation of Cloud Computing in Education — A Revolution // International –Journal of Computer Theory and Engineering. — 2012. — Vol.4, No.3. — P. 473 475.
13. Google Apps для учебных заведений [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.google.com/enterprise/apps/education/>.
14. Live@edu [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://en.wikipedia.org/wiki/Live@edu>.
15. Олексюк В. П. Упровадження технологій хмарних обчислень як складових ІТ-інфраструктури вчз // Інформаційні технології і засоби навчання. — 2014. — Том 41, No. 3. — С. 256–267.
16. Сервісні можливості хмарних обчислень [Електронний ресурс]. — Режим доступу : [http://uk.wikipedia.org/wiki/Сервісні\\_можливості\\_хмарних\\_обчислень](http://uk.wikipedia.org/wiki/Сервісні_можливості_хмарних_обчислень).
17. Семенець А. В., Ковалок В. Ю. Концепція побудови інформаційної інфраструктури медичного ВНЗ з використанням вільно-розповсюдженого програмного забезпечення з відкритим кодом // Інформаційні технології і засоби навчання. — 2014. — Том 41, No. 3. — С. 277–288.
18. Аналітичні дані вартості хмари «Amazon» [Електронний ресурс]. — Ржим доступу : <http://aws.amazon.com/ec2/pricing/>.
19. Аналітичні дані вартості хмари «E24cloud» [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.e24cloud.com/en/Solutions/Cloud-Server#conf>.
20. Аналітичні дані вартості хмари «Exoscale» [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.exoscale.ch/open-cloud/compute/#pricing>.
21. Аналітичні дані вартості хмари «Gogrid» [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.gogrid.com/products/cloud-servers#pricing>.
22. Аналітичні дані вартості хмари « IBM Softlayer» [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://www.softlayer.com/Store/orderComputingInstance/>
23. Аналітичні дані вартості хмари «Microsoft Azure» [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://azure.microsoft.com/ru-ru/pricing/calculator/?scenario=virtual-machines>.

*Матеріал надійшов до редакції 28.07.2014 р.*

## **ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ «АКАДЕМИЧЕСКОГО ОБЛАКА» СОВРЕМЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ПРОГРАММНЫХ ПЛАТФОРМ**

**Глазунова Елена Григорьевна**

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

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

**Аннотация.** В статье проанализированы подходы к использованию облачных технологий в процессе обучения студентов высших учебных заведений, раскрыта сущность концепции «академического облака», обоснованы его структурные элементы. Предложена модель академического облака современного университета, которая функционирует на основе использования открытых программных платформ. Приведены примеры программного обеспечения функциональных платформ, которые обеспечивают потребности студентов в электронных учебных ресурсах. Проанализированы модели развертывания облачно-ориентированной среды в высшем учебном заведении: частное облако, инфраструктура как сервис и платформа как сервис. Проведено сравнение стоимости развертывания академического облака на базе собственной инфраструктуры учебного заведения и аренды инфраструктуры у вендора.

**Ключевые слова:** облачные технологии; «академическая облако»; облачная инфраструктура; топология облака; частная облако; образовательная облако.

## PRINCIPLES OF MODERN UNIVERSITY "ACADEMIC CLOUD" FORMATION BASED ON OPEN SOFTWARE PLATFORM

**Olena H. Hlazunova**

associate professor, PhD in Pedagogics, 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*

**Abstract.** In the article approaches to the use of cloud technology in teaching of higher education students are analyzed. The essence of the concept of "academic cloud" and its structural elements are justified. The model of academic clouds of the modern university, which operates on the basis of open software platforms, are proposed. Examples of functional software and platforms, that provide the needs of students in e-learning resources, are given. The models of deployment Cloud-oriented environment in higher education: private cloud, infrastructure as a service and platform as a service, are analyzed. The comparison of the cost of deployment "academic cloud" based on its own infrastructure of the institution and lease infrastructure vendor are substantiated.

**Keywords:** cloud technologies; "Academic cloud"; cloud infrastructure; clouds topology; private cloud; educational cloud.

### 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] / Bykov V. Yu. // *Nauchnyje zhurnaly NTU "XPI": Teory`ya y` prakty`ka upravleny`ya socy`al`nymy` 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. Bykov V. Yu. Models of organizational Open Education systems Monograph / Bykov V. Yu. — K. : Atika, 2008. — 684 s. (in Ukrainian).
3. Gryb'yuk O. O. Prospects for the introduction of cloud technology in education [online] / Gryb'yuk O. O. — Available from : [http://lib.iitta.gov.ua/1111/1/grybyuk-stattya1-hmary%2B\\_Copy.pdf](http://lib.iitta.gov.ua/1111/1/grybyuk-stattya1-hmary%2B_Copy.pdf) (in Ukrainian).
4. Voronkin O. S. Cloud computing as a Basis for Developing Personal Learning Environments // *Zbirny`k naukovy`x prac` : 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).
5. Plummer D. C. Cloud Computing Confusion Leads to Opportunity [online] / Daryl C. Plummer, David W. Cearley, David Mitchell Smith — Report NoG00159034. — Gartner Group, 2008 — Available from : [http://www.gartner.com/it/content/868800/868812/cloud\\_computing\\_confusion.pdf](http://www.gartner.com/it/content/868800/868812/cloud_computing_confusion.pdf) (in English).
6. Madhumathi C., Gopinath Ganapathy. An Academic Cloud Framework for Adapting e-Learning in Universities [online] / *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol.2, Issue 11, November 2013.* — Available from : <http://www.ijarccce.com/upload/2013/november/66-S-Madhu%20Mathi%20AN%20academic.pdf> (in English).
7. Dyulicheva Yu. Yu. Introduction of cloud technology in education: Issues and perspectives [online] / Dyulicheva Yu. Yu. // *Informacijni tehnologiyi v osviti.* — 2013. — # 14. — Available from : [http://ite.kspu.edu/ru/webfm\\_send/432](http://ite.kspu.edu/ru/webfm_send/432) (in Ukrainian).
8. Shy`shkina M. P. Problems of Informatization of Education of Ukraine in the context of studies evaluating the quality of ICT [online] / M. P. Shy`shkina, O. M. Spirin, Yu. G. Zaporozhchenko // *Informacijni tehnologiyi i zasoby` navchannya.* — 2012. — No1(27). — Available from : [http://www.nbu.gov.ua/e-journals/ITZN/2012\\_1/632-1943-1-RV.pdf](http://www.nbu.gov.ua/e-journals/ITZN/2012_1/632-1943-1-RV.pdf) (in Ukrainian).
9. Sejdametova Z. S. Cloud services in education / Z. S. Sejdametova, S. N. Syejtveliyeva // *Informacijni tehnologiyi v osviti.* — 2011. — No9. — S. 105–111 (in Ukrainian).
10. Shy`nenko M. A. The use of cloud technologies for professional development of teachers (overseas experience) / M. A. Shy`nenko, N. V. Soroko // *Informacijni tehnologiyi v osviti.* — 2012. — No12. — S. 206–214 (in Ukrainian).
11. Ly`tyv`nova S. Designing cloud oriented learning environments of secondary schools: Foreign

- Experience // *Informacijni tehnologiyi i zasoby` navchannya*. — 2014. — Tom 41, No. 3. — S. 10–27 (in Ukrainian).
12. S. Mathew Implementation of Cloud Computing in Education — A Revolution // *International Journal of Computer Theory and Engineering*. — 2012. — Vol. 4, No. 3. — P. 473–475. (in English).
  13. Google Apps for Education [online] — Available from : <http://www.google.com/enterprise/apps/education/> (in English).
  14. Live@edu [online]. — Available from : [//en.wikipedia.org/wiki/Live@edu](http://en.wikipedia.org/wiki/Live@edu) (in English).
  15. Oleksyuk V. P. The introduction of technologies like cloud computing IT infrastructure components Universities // *Informacijni tehnologiyi i zasoby` navchannya*. — 2014. — Tom 41, No. 3. — S. 256–267 (in Ukrainian).
  16. Cloud computing service capabilities [online]. — Available from : [http://uk.wikipedia.org/wiki/Servisni\\_mozhly`vosti\\_xmarny`x\\_obchy`slen`](http://uk.wikipedia.org/wiki/Servisni_mozhly`vosti_xmarny`x_obchy`slen`) (in Ukrainian).
  17. Semenez` A. V., Kovalok V. Yu. Concepts of building information infrastructure of medical schools using freely-distributed software with open source // *informacijni tehnologiyi i zasoby` navchannya*. — 2014. — Tom 41, No. 3. — S. 277–288 (in Ukrainian).
  18. Analytical data value cloud «Amazon» [online]. — Available from : <http://aws.amazon.com/ec2/pricing/> (in Ukrainian).
  19. Analytical data value cloud «E24cloud» [online]. — Available from : <http://www.e24cloud.com/en/Solutions/Cloud-Server#conf> (in Ukrainian).
  20. Analytical data value cloud «Exoscale» [online]. — Available from : <http://www.exoscale.ch/open-cloud/compute/#pricing> (in Ukrainian).
  21. Analytical data value cloud «Gogrid» [online]. — Available from : <http://www.gogrid.com/products/cloud-servers#pricing>. (in Ukrainian).
  22. Analytical data value cloud «IBM Softlayer» [online]. — Available from : <https://www.softlayer.com/Store/orderComputingInstance/> (in Ukrainian).
  23. Analytical data value cloud «Microsoft Azure» [online]. - Available from: <http://azure.microsoft.com/ru-ru/pricing/calculator/?scenario=virtual-machines>. (in Ukrainian).