

**Шишкіна М.П., Козут У.П., Попель М.В.**  
**Системи комп'ютерної математики у хмаро орієнтованому  
освітньому середовищі навчального закладу**

*Шишкіна Марія Павлівна, кандидат філософських наук, провідний науковий співробітник  
Козут Уляна Петрівна, аспірант  
Попель Майя Володимирівна, аспірант  
Інститут інформаційних технологій і засобів навчання, м. Київ, Україна*

**Анотація.** У статті висвітлено перспективні шляхи організації доступу до математичного програмного забезпечення у вищому навчальному закладі. Обґрунтовано, що використання сервісів хмарних обчислень є актуальною тенденцією розвитку засобів ІКТ сучасних педагогічних систем. Здійснено аналіз і оцінку існуючого досвіду і педагогічних досліджень використання різних видів пакетів математичного програмного забезпечення, що існують на наш час. Окреслено методологічні орієнтири щодо організації хмаро орієнтованого освітнього середовища вищого навчального закладу із застосуванням систем комп'ютерної математики (СКМ). Розглянуто переваги і недоліки організації доступу до СКМ у різних хмарних сервісних моделях.

**Ключові слова:** хмарні технології, програмне забезпечення, освітнє середовище, вищий навчальний заклад, математичні дисципліни, сервісні моделі

**Вступ.** Технології хмарних обчислень нині є провідними у формуванні інформаційного суспільства. Вони складають ядро інноваційних концепцій навчання, а їх впровадження суттєво впливає на зміст та форми організації діяльності у сфері освіти [1, 2, 6].

З появою перспективних ІКТ виникають інноваційні моделі і методи проектування освітнього середовища у вищому навчальному закладі, ці засоби стають провідним інструментом процесів інформатизації, що є чинником зміни змісту, методів і організаційних форм навчання, формування моделей відкритої освіти зі зняттям обмежень або значним покращенням доступу усіх учасників навчального процесу до навчальних ресурсів і матеріалів.

Окремий комплекс проблем стосується застосування пакетів прикладних програм для здійснення різноманітних математичних операцій, дій і обрахунків, так званих систем комп'ютерної математики (СКМ), зокрема *Mathematica, Maple, Maxima, Statistica, SPSS, R* та інші [2, 8, 5]. Це один з найбільш поширених видів математичного програмного забезпечення, що входить до складу сучасного інформаційного освітнього середовища навчального закладу [2]. Виникають проблеми пошуку перспективних шляхів використання систем даного виду на базі хмарних технологій, що є суттєвим чинником підвищення якості підготовки фахівців у галузі інформатичних та математичних дисциплін.

**Короткий огляд публікацій по темі.** Як свідчать дослідження останніх років [1, 3, 6, 4], надзвичайної актуальності набувають тенденції впровадження хмарних технологій організації доступу до програмного забезпечення, що застосовується для організації різних видів колективної роботи, при здійсненні наукової і навчальної діяльності, дослідно-конструкторських розробок, реалізації проектів, обміну досвідом тощо. Не зважаючи на те, що формування інформаційно-освітнього середовища на базі хмарних технологій є пріоритетним напрямом розвитку саме в галузі математичної та інженерної освіти [3, 2], і цей напрям зараз інтенсивно розвивається [2, 7, 8], все ж в силу новизни існуючих підходів впровадження цих технологій у навчальний процес є недостатньо вивченим з педагогічної точки зору питанням.

В даному контексті окремо слід відзначити досвід використання СКМ у хмаро орієнтованому середовищі Массачусетського технологічного інституту (MIT), що має значну історію розвитку і використання даного програмного забезпечення, зокрема, це *Mathematica, Matlab, Maple, R, Maxima* [8]. Нині існують дослідження щодо використання різних моделей доступу до програмного забезпечення навчального призначення, зокрема, засобами віртуальної машини [7]. Перспективою подальшого розвитку постає порівняльний аналіз різних видів програмного забезпечення з точки зору педагогічного використання, визначення чинників успішної організації освітнього середовища навчального закладу (наявність кваліфікованого педагогічного і технічного персоналу, матеріально-технічних умов та устаткування для розгортання приватної або загальнодоступної хмари, врахування ліцензійних угод доступу до програмного забезпечення та інші чинники [1]).

**Метою роботи** є аналіз і оцінка сучасного стану розвитку і використання математичного програмного забезпечення у хмаро орієнтованому освітньому середовищі, актуальних напрямів його формування у вищому навчальному закладі.

**Матеріали і методи.** В ході роботи здійснювався аналіз публікацій щодо розвитку засобів ІКТ математичного призначення у навчальних закладах України і за рубежом, передового педагогічного досвіду застосування існуючих програмних продуктів, їх переваг і недоліків; аналіз і оцінка перспективних шляхів їх використання "у хмарі", порівняння існуючих даних щодо впровадження різних видів програмного забезпечення; експериментальні дослідження.

**Результати та їх обговорення.** Із розвитком мережних засобів і технологій виникають нові форми роботи з сервісами і додатками, які викладачі можуть застосовувати у своїй професійній діяльності. У системі вищої освіти, навчання математичних дисциплін, слідує чітка тенденція до більшого використання таких Інтернет-ресурсів, як:

– платформи підтримання дистанційного навчання (*Moodle, LearningSpace, Sakai, Blackboard* та ін.), зокрема і он-лайн ресурси (*Competentum.ONLINE, Google Open Class*) [3];

– математичне програмне забезпечення спеціально призначення – наприклад, *Mathematica*, *Maple*, *Statistica*, *SPSS* або *R* [2, 7, 8].

Використання зазначених технологій сприяє і надає можливість досліджувати і розробляти нові підходи до організації процесу навчання, що, в свою чергу, приводить до розвитку нової стратегії та методології навчання вищої математики у вищій технічній школі [2].

Окремий комплекс проблем стосується використання математичного програмного забезпечення засобами хмарних технологій. Завдяки цьому виникає можливість динамічного постачання обчислювальних ресурсів та програмно-апаратного забезпечення, його гнучким налаштуванням на потреби користувача. За цього підходу організується доступ до різних типів електронних освітніх ресурсів, що можуть бути як спеціально встановлені на хмарному сервері, так і надаватися як загальнодоступний сервіс (знаходиться на будь-яких інших носіях електронних даних, що є доступні через Інтернет) [1].

"На цій основі здійснюється предметно-технологічна організація інформаційного освітнього простору, упорядковуються процеси накопичення і зберігання різних предметних колекцій ЕОР, забезпечується рівний доступ до них тих, хто навчається, суттєво покращується ІКТ-підтримка процесів навчання, проведено наукових досліджень та управління освітою" [1, с. 11].

*Хмарні сервіси* – це сервіси, що роблять доступними користувачеві прикладні застосунки, простір для зберігання даних та обчислювальні потужності через Інтернет [1]. Основні види хмарних технологій відображають можливі напрямки використання ІКТ-аутсорсингу для створення освітніх сервісів, це зокрема, *SaaS (Software-as a Service)* – "програмне забезпечення як сервіс", *PaaS (Platform as a Service)* – "платформа як сервіс", *IaaS (Infrastructure as a Service)* [1].

Останнім часом численні програмні додатки, пакети прикладних програм математичного призначення починають постачатися за моделлю *SaaS*, тобто можуть бути використані для надання доступу учасникам процесу навчання та наукових досліджень до спеціалізованого програмного забезпечення [1]. В цьому випадку організується доступ до готового програмного забезпечення, що підтримується на сервері постачальника.

Наприклад, математичне програмне забезпечення *Sage* може постачатися за даною моделлю. Система *Sage* призначена для оперування і експериментування з алгебраїчними та геометричними об'єктами. Як забезпечення з відкритим кодом, його можна завантажити на свій комп'ютер і використовувати переваги різноманітних пакетів для здійснення операцій з математичного аналізу, алгебри, теорії груп, теорії графів та інших. Наразі засобами хмарної версії системи *Sage Math Cloud* можна робити це безпосередньо з браузера. Зараз це – вільно доступний сервіс, що підтримується на сервері Університету Вашингтона. Там розташовано кластер для підтримування *Sage Math Cloud*, що містить 288 cores, 1.2TB RAM і 50TB дискового простору.

В свою чергу, модель *IaaS* призначена для запуску будь-яких додатків на хмарному апаратному забезпеченні по вибору користувача. До складу *IaaS* можуть входити апаратні засоби (сервери, системи зберігання даних, клієнтські системи та обладнання); операційні системи та програмне забезпечення (засоби віртуалізації, управління ресурсами); програмне забезпечення зв'язку між системами (засоби мережної інтеграції, управління ресурсами, управління обладнанням), що надаються через Інтернет [1].

Використання даної технології дозволяє позбутися від необхідності підтримування складних інфраструктур опрацювання даних, клієнтських і мережних додатків на сервері організації, але орендувати їх як послугу. Зокрема, користувачі можуть отримувати в своє розпорядження повністю готове для роботи віртуалізоване робоче місце. При цьому виникає можливість надання значного обсягу навчального контенту засобами достатньо дешевого апаратного забезпечення (це може бути ноутбук, нетбук і навіть смартфон) [1].

Останнім часом намітилася тенденція до зближення та інтеграції різних математичних пакетів. Наприклад, останні версії пакетів *Mathematica* і *Maple* мають потужні засоби для візуального програмування; *MathCAD* дозволяє працювати спільно з *MatLab* і т. д. Тому для організації практичних занять підійде будь-який з перелічених вище пакетів, виходячи з можливостей і традицій конкретного начального закладу [2].

Ці чинники суттєво впливають на вибір програмного забезпечення, що може бути встановлено "у хмарі".

З урахуванням чинників ліцензійного використання для супроводу навчального процесу пропонується використовувати систему *Maxima*, тому що:

- система поширюється під ліцензією GNU/GPL;
- оснащена системою меню, має україномовний інтерфейс;

є однією з кращих щодо виконання символічних обчислень (по суті, єдина, що може конкурувати з комерційними *Maple* та *Mathematica*) [2].

У на базі Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка (ДДПУ) було здійснено експеримент, в якому взяли участь 240 учасників. Результат свідчить про підвищення рівня сформованості фахових компетентностей при використанні розробленої методичної системи на основі програми *Maxima*, а, отже, і про її ефективність [2]. Тому варто вважати перспективним вбудовування даної системи у корпоративну хмаро орієнтовану інфраструктуру навчального закладу на базі моделі *IaaS*, що дозволить досягти розширення спектру методів формування як фахових так і ІКТ-компетентностей студентів [2].

Зважаючи на існування різних моделей використання хмарних сервісів, варто звернути увагу на важливий вибір найбільш доцільного рішення, яке підходить для кожного випадку, для конкретної організації, як для колективного, так і індивідуального користувача. Вибір моделі *SaaS* у цьому відношенні може бути обґрунтований тим, що ці сервіси є найбільш доступними у використанні, хоча і потребують ретельного аналізу ринку та педагогічно вваженого вибору програмного додатку, за допомогою якого можна було б досягти потрібних навчальних або наукових цілей. Ці засоби можуть бути задіяні як у дія-

льності окремого викладача або кафедри, так і в індивідуальній або колективній роботі користувачів.

Водночас, облаштування ІКТ інфраструктури навчального закладу в цілому потребує вибору і аналізу відповідної хмарної платформи, що може бути організована за моделлю PaaS або IaaS. Це потребує вирішення певної низки організаційних питань, як то формування спеціального ІКТ-підрозділу із фахівців, що мають відповідну кваліфікацію для налаштування і згоргання цієї інфраструктури, облаштування необхідного апаратно-програмного забезпечення, визначення плану і етапів проектування, апробації і тестування інформаційно-освітнього середовища, наповнення його необхідними ресурсами, їх впровадження та моніторингу їх якості, навчання педагогічного персоналу тощо [1]. Зважаючи на результати зарубіжного досвіду, а також існуючі тенденції розвитку ІТ-сфери, можна зробити висновок, що найбільш доцільним є використання гібридних сервісних моделей, що можуть інкорпорувати як засоби загальнодоступної, так і корпоративної хмари, що не виключає також і залучення засобів за моделлю "програмне забезпечення як сервіс", якщо це необхідно [1].

Саме можливості спільного використання ресурсів надають підстави для отримання вільного доступу до

освітніх послуг, що узгоджується з принципами відкритої освіти, що дасть можливість поєднання науки і практики, інтеграції процесу підготовки спеціалістів і здійснення наукових досліджень.

**Висновки.** Результати дослідження свідчать про впевнений рух у галузі розвитку нових шляхів створення і використання програмного забезпечення навчального призначення на основі концепції хмарних обчислень, що досить суттєво змінює засоби і підходи до організації педагогічної діяльності. Методологічні орієнтири щодо організації хмаро орієнтованого середовища навчання математичних або інформатичних дисциплін на основі систем комп'ютерної математики охоплюють вибір моделі постачання сервісів, а також програмних додатків, що мають бути доступні для використання. Вибір моделі SaaS у цьому відношенні може бути обґрунтований тим, що ці сервіси є найбільш доступними у використанні, хоча і обмежені у виборі програмного додатку тими, що пропонуються постачальником. При виборі моделі PaaS або IaaS необхідно враховувати ряд технологічних та організаційних чинників формування середовища, а також якісних характеристик добору програмних продуктів, які мають бути встановлені в структурі середовища.

#### ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Биков В. Ю. Хмарні технології, ІКТ-аутсорсинг і нові функції ІКТ підрозділів освітніх і наукових установ / В. Ю. Биков // Інформаційні технології в освіті. – №10. – 2011. – С. 8-23.  
*Bykov V. Yu. Khmarni tekhnolohiyi, IKT-aut-sorsynh i novi funktsiyi IKT pidrozdiliv osvitnikh i naukovykh ustanov [Cloud technologies, ICT outsourcing and new features of ICT departments of education and research institutions] / V. Yu. Bykov // Informatsiyini tekhnolohiyi v osviti. – №10. – 2011. – S. 8-23.*
2. Шишкіна М.П. Формування фахових компетентностей бакалаврів інформатики у хмаро орієнтованому середовищі педагогічного університету / М.П. Шишкіна, У. П. Когут, І.А. Безвербний // Проблеми підготовки сучасного вчителя. – Умань: ФОТ Жовтий О.О. – 2014. – вип.9. – ч.2. – С. 136-146.  
*Shyshkina M.P. Formuvannya fakhovykh kompetentnostey bakalavriv informatyky u khmaro oriyentovanomu seredovyshchi pedahohichnoho universytetu [Formation of professional competence in computer science bachelors cloud oriented environment Pedagogical University] / M.P. Shyshkina, U.P. Kohut, I. A. Bezverbnyy // Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelya. – Uman: FOT Zhovtyy O.O. – 2014. – vyp.9. – ch.2. – S. 136-146.*
3. Шишкіна М.П. Хмаро орієнтоване середовище навчального закладу: сучасний стан і перспективи розвитку досліджень / М.П. Шишкіна, М.В. Попель // Інформаційні техно-
- логії і засоби навчання [Е-ресурс]. – 5(37). – 2013. Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/903/676>  
*Shyshkina M.P. Khmaro oriyentovane seredovyshche navchalnoho zakladu: suchasnyy stan i perspektyvy rozvytku doslidzhen [The cloud-based learning environment of educational institutions: the current state and research prospects] / M.P. Shyshkina, M.V. Popel // Informatsiyini tekhnolohiyi i zasoby navchannya [Online]. – 5(37). – 2013. Available at: http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/903/676*
4. Cusumano M. Cloud computing and SaaS as new computing platforms." / Michael Cusumano // Communications of the ACM. – 53.4. – 2010. – pp. 27-29.
5. Maschietto M. Mathematics learning and tools from theoretical, historical and practical points of view: the productive notion of mathematics laboratories / Michela Maschietto, Luc Trouche. – ZDM 42.1. – 2010. – pp. 33-47.
6. Turner M. Turning software into a service / M. Turner, D. Budgen, P. Brereton // Computer. – 36 (10). – 2003. – pp. 38-44.
7. Vaquero L. M. EduCloud: PaaS versus IaaS cloud usage for an advanced computer science course / Vaquero Luis M. // Education, IEEE Transactions on 54.4, 2011. – pp. 590-598.
8. Wick D. Free and open-source software applications for mathematics and education / D. Wick // Proceedings of the twenty-first annual international conference on technology in collegiate mathematics. – 2009. – pp. 300-304.

#### **Shyshkina M.P., Kogut U.P., Popel M.V. Systems of computer mathematics in the cloud-based learning environment of the educational institution**

**Abstract.** The article highlights the promising ways to provide access to the mathematical software in the higher educational institution. It is emphasized that the cloud computing services implementation is the actual trend of modern ICT pedagogical systems development. The analysis and evaluation of existing experience and educational research of different types of mathematical software packages use is proposed. The methodological guidance on the organization of the cloud-based learning environment of the higher education institution using the systems of computer mathematics (SCM) is outlined. The advantages and disadvantages in different cloud service models of access to SCM are described.

**Keywords:** cloud technology, software, educational environment, higher education institution, mathematical disciplines, service models

**Шишкина М.П., Когут У.П., Попель М.В. Системы компьютерной математики в облачно ориентированной образовательной среде учебного заведения**

**Аннотация.** В статье освещены перспективные пути организации доступа к математическому программному обеспечению в высшем учебном заведении. Обосновано, что использование сервисов облачных вычислений является актуальной тенденцией развития средств ИКТ современных педагогических систем. Проведен анализ и оценка существующего опыта и педагогических исследований использования разных видов пакетов математического программного обеспечения. Очерчены методологические ориентиры организации облачно ориентированной среды высшего учебного заведения с применением систем компьютерной математики (СКМ). Охарактеризованы перспективы и недостатки организации доступа к СКМ в разных облачных сервисных моделях.

**Ключевые слова:** *облачные технологии, программное обеспечение, образовательная среда, высшее учебное заведение, математические дисциплины, сервисные модели*