

УДК 371.64:378.14

Шишкіна М. П., Попель М. В.

Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України,
Київ, Україна

ФОРМУВАННЯ ХМАРО ОРІЄНТОВАНОГО СЕРЕДОВИЩА НАВЧАННЯ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН НА БАЗІ SAGEMATHCLOUD

DOI: 10.14308/ite000578

Стаття присвячена проблемам використання хмаро орієнтованих систем у навчальному процесі вищого педагогічного навчального закладу. Виокремлено типи хмаро орієнтованого середовища; види хмаро орієнтованих сервісів, що можуть бути застосовані у навчанні математичних дисциплін; обґрунтовано модель хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища, розглянуто перспективи розвитку і використання систем комп'ютерної математики (СКМ) в аспекті формування хмаро орієнтованого середовища. Виявлено педагогічні особливості застосування SageMathCloud як засобу навчання математичних дисциплін. Розкрито методичні аспекти використання SageMathCloud (як розпочати роботу, створення лекційних демонстрацій і динамічних моделей; організація колективної роботи). Визначено місце спеціалізованих сервісів, зокрема SageMathCloud у хмаро орієнтованому освітньо-науковому середовищі педагогічного навчального закладу. Обґрунтовано методичні рекомендації щодо застосування SageMathCloud у навчанні математичних дисциплін.

Мета: провести теоретичний аналіз та обґрунтувати методичні рекомендації щодо використання SageMathCloud у навчанні математичних дисциплін.

Об'єкт дослідження: процес формування і використання хмаро орієнтованого середовища навчання математичних дисциплін у педагогічному навчальному закладі.

Предмет дослідження: методичні аспекти використання SageMathCloud як компонента хмаро орієнтованого середовища навчання математичних дисциплін у педагогічному навчальному закладі.

Результати: обґрунтовано теоретичні засади і методичні рекомендації з використання SageMathCloud як засобу навчання математичних дисциплін.

Висновки: створення хмаро орієнтованого середовища із використанням SageMathCloud є методично доцільним, сприятиме поліпшенню доступу до програмного забезпечення і електронних ресурсів, покращенню організації процесу навчання математичних дисциплін, досягненню кращих його результатів.

Ключові слова: хмарні технології, хмарні сервіси, СКМ; Web-СКМ, SageMathCloud, математичні дисципліни.

Вступ. Проблеми створення і розгортання хмаро орієнтованого навчального середовища у педагогічному навчальному закладі викликають нині жвавий інтерес науковців і педагогів-практиків [9]. Які саме засоби і технології доцільні для того, щоб поліпшити результати навчання, більш повно використати ті перспективні засоби ІКТ, що нещодавно виникли, а головне – забезпечити досягнення цілей навчання, підвищення якості і доступності освіти, полегшення, а не ускладнення розуміння, набування знання. Використання програмного забезпечення навчального призначення постає одним із актуальних напрямів педагогічних досліджень, причому виникнення хмаро орієнтованих версій багатьох програмних продуктів постає каталізатором цього процесу. У зв'язку з цим, питання формування хмаро орієнтованого середовища навчання математичних

дисциплін на базі загальнодоступних сервісів, зокрема SageMathCloud, виявлення перспективних шляхів його застосування потребує ретельної уваги.

Постановка проблеми. Підготовка сучасного фахівця, здатного жити і працювати, активно самореалізовуватися у суспільстві високих технологій, мати навички і знання, що адекватно відповідали б вимогам часу, багато в чому обумовлено набуванням якісної математичної освіти.

Зміст і складники курсів математичних дисциплін та методика їх навчання постають в цьому контексті одними з ключових питань, особливо у педагогічному ВНЗ. Адже при вивченні багатьох дисциплін (диференціальної геометрії та топології, комплексного аналізу, математичної статистики та інших) поняття даються в настільки абстрактній і узагальненій формі, що це викликає значні труднощі – побачити за цими поняттями усі ті конкретні образи, узагальненнями яких вони є. Через це, поряд зі змістовим компонентом, особливої уваги потребують технологічні аспекти методики навчання, що охоплюють його засоби, методи і форми.

Однією з найважливіших проблем в цьому відношенні постає широке впровадження інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) в навчальний процес. В першу чергу, це має суттєвий вплив на освітню систему, оскільки з використанням ІКТ виникають більш широкі можливості стосовно опрацювання, систематизації, одержання та опрацювання нових відомостей. Поряд з цим, застосування програмного забезпечення навчального призначення, що постійно оновлюється і вдосконалюється, дозволяє досягти суттєвого поліпшення результатів навчання.

Визначення перспектив використання хмаро орієнтованих систем у процесі навчання математичних дисциплін, їх ролі і місця в організації навчально-наукового середовища, методичних засад їх застосування постає суттєвим питанням у підготовці компетентного фахівця.

Вибір теми дослідження обумовлюють наступні чинники:

- об’єктивна необхідність впровадження хмарних технологій в навчальний процес;
- ідея використання на заняттях хмарних ресурсів;
- недостатня розробленість методик використання хмарних ресурсів;
- вивчення окремих модулів математичних дисциплін є досить складним та абстрактним матеріалом.

Мета дослідження:

провести теоретичний аналіз та обґрунтувати методичні рекомендації щодо використання SageMathCloud у навчанні математичних дисциплін.

Задачі:

1. Розглянути перспективи використання SageMathCloud в аспекті хмаро орієнтованого середовища.
2. Виявити особливості SageMathCloud як засобу навчання математичних дисциплін.
3. Надати методичні рекомендації щодо використання SageMathCloud у навчанні математичних дисциплін.

Методи дослідження:

1. Аналіз науково-педагогічної літератури з проблеми дослідження.
2. Педагогічні спостереження і бесіди з викладачами.
3. Теоретичний аналіз особливостей використання SageMathCloud, як засобу навчання.

Результати дослідження

Огляд сучасних досліджень і загальні тенденції розвитку хмаро орієнтованих систем навчання математичних дисциплін

Як свідчать дослідження останніх років [8, 9, 13, 11], надзвичайної актуальності набувають тенденції впровадження хмарних технологій організації доступу до програмного забезпечення, що застосовується для підтримування різних видів колективної роботи, при здійсненні наукової і навчальної діяльності, 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 інформатичної освіти [9, 8], і цей напрям зараз інтенсивно розвивається [8, 14, 15], все ж, в силу новизни існуючих підходів впровадження цих технологій у навчальний процес, є недостатньо вивченим з педагогічної точки зору питанням.

Окремий комплекс проблем стосується застосування пакетів прикладних програм для здійснення різноманітних математичних операцій, дій і обчислень, так званих систем комп'ютерної математики (СКМ), зокрема *Mathematica*, *Maple*, *Maxima*, *Statistica*, *SPSS*, *R* та інші [8, 15, 12].

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*, *Mathlab*, *Maple*, *R*, *Maxima* [15].

Досвід використання цих програмних засобів полягає у наданні доступу до програмного забезпечення на базі корпоративної хмари. Тобто ці засоби можуть у розподіленому режимі он-лайн використовувати студенти через корпоративну мережу за допомогою єдиної точки входу. З іншого боку, про все більшу потребу щодо використання надпотужного програмного забезпечення он-лайн говорить те, що й самі фірми виробники намагаються перетворити дані програмні продукти на сервіс, тобто постачати їх за моделлю "програмне забезпечення як сервіс" [10]. Про це свідчить поява хмарних версій для таких виробників як Sage MathCloud, Maple Net, MATLAB web-server, WebMathematica, Calculation Laboratory та інші. Тобто рух у напрямку хмаро орієнтованих моделей відбувається не лише з боку освітньої та наукової спільноти, але й самих виробників [10].

Все це призводить до принципової зміни підходів до проектування і організації середовища, об'єднання і інтеграції процесів у його структурі, що виводить на перший план проблему моделювання і проектування сервісів.

Нині існують дослідження щодо використання різних моделей доступу до програмного забезпечення навчального призначення на базі загальнодоступної, а також корпоративної хмари [14]. 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 [8, 10]).

В аспекті математичного програмного забезпечення особливої уваги потребують питання розгортання середовища за моделлю "програмне забезпечення як сервіс" в силу значного розвитку і поширення програмних продуктів даного типу.

SageMathCloud у системі засобів хмаро орієнтованого середовища навчання математичних дисциплін.

Інформаційні технології хмарних обчислень нині є провідними технологіями формування інформаційного суспільства. Вони складають ядро інноваційних концепцій навчання, а їх упровадження суттєво впливає на зміст та форми організації різних видів діяльності у сфері освіти.

З появою перспективних ІКТ виникають інноваційні моделі і методи проектування освітнього середовища, використання інформаційних ресурсів, ці засоби стають провідним інструментом інформатизації освіти, 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.

В освітньо-науковому середовищі навчального закладу технології хмарних обчислень використовуються для підвищення рівня організації навчального процесу, а

саме для: подання сучасного змісту в системах навчання, адекватного поставленим цілям; моніторингу і оцінювання якості результатів на різних його етапах, формування нових організаційних форм навчання; створення інноваційних навчально-наукових електронних ресурсів та систем, впровадження їх у процес самостійної аудиторної та позааудиторної роботи студентів комп'ютерно орієнтованих та змішаних моделей навчання тощо [8, 6, 2, 3, 4, 7].

Із розвитком мережних засобів і технологій виникають нові форми роботи з сервісами і додатками, які викладачі можуть застосовувати у своїй професійній діяльності. Окрім сервісів мережі Інтернет таких як електронна пошта, електронні бібліотеки, форуми, чати та інші засоби спілкування/взаємодії, освітні сайти, портали, системи порталів та ін.; соціальних Інтернет-сервісів – соціальних мереж, пошукових систем, блогів, заміток, ВікіВікі, закладок, карт знань та ін.; систем дистанційного навчання (*Moodle, LearningSpace* та ін.); виникають нові засоби організації навчальної взаємодії, такі як віртуальні класи (*Whiteboard, Breakout rooms*), системи спільної роботи з додатками у хмаро орієнтованому середовищі, інтернет-конференції (вебтури, вебінари), on-line платформи для дистанційного навчання (*Canvas, Google Open Class*); додатки *GoogleAPs* для освітніх закладів (*Gmail, Календар, Blogger, Групи, Карти, Reader, YouTube, Talk*) тощо.

Суттєвою особливістю хмарних обчислень є 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).

"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, проведення наукових досліджень та управління освітою" [8, с. 11].

Згідно означення, наведеного в [9, с. 3], "*Електронні освітні ресурси* – це вид засобів освітньої діяльності (навчання та ін.), які існують в електронній формі, розміщуються і подаються в освітніх системах на запам'ятовуючих пристроях електронних даних, є сукупністю електронних інформаційних об'єктів (документів, документованих відомостей та інструкцій, інформаційних матеріалів, процесуальних моделей та ін.)

ЕОР: *відображують* змістовно-технологічні компоненти освітніх методичних систем, *формують* предметно-інформаційні складові освітнього середовища (закритого і відкритого), *утворюють* наповнення освітніх електронних інформаційних систем, *призначені* для різнобічного цілеспрямованого використання учасниками освітнього процесу з метою інформаційно-процесуальної підтримки навчальної, наукової та управлінської діяльності, інформаційного забезпечення функціонування та розвитку освітніх систем".

У сучасних умовах використовуються різноманітні види ЕОР, які можуть постачатися у хмарі, входити до освітньо-наукового середовища навчального закладу або до складу електронних колекцій, депозитаріїв або бібліотек ЕОР, до складу електронних ресурсів відкритих аналітичних інформаційно-пошукових систем. Їх застосовують для підтримування різних типів навчальної і наукової діяльності, можна виокремити певні їх різновиди, такі як електронні підручники, посібники, довідники і енциклопедії, електронні

словники, програми семантичного аналізу текстів, експертні системи, тестові, тренувальні, моделюючі і прикладні програми, ігрові, автоматизовані навчальні курси і навчально-методичні комплекси, бази даних і знань з віддаленим доступом та інші.

Хмарні освітні/наукові сервіси – освітні/наукові сервіси, що забезпечують користувачеві мережний доступ до масштабованого і гнучко організованого пулу розподілених фізичних або віртуальних ресурсів, що постачаються в режимі самообслуговування і адміністрування за його запитом (наприклад, програмне забезпечення, простір для зберігання даних, обчислювальні потужності та ін.).

Основні види хмарних технологій [8, 9, 10] відображають можливі напрямки використання ІКТ-аутсорсингу для створення освітніх сервісів. Зокрема, досить перспективним підходом є формуванням хмаро орієнтованого середовища на базі моделі "програмне забезпечення як сервіс".

SaaS (Software-as a Service) - "програмне забезпечення як сервіс" - може використовуватися для надання студентам доступу до електронної пошти, операційних систем, додатків, прикладних програм. Ці сервіси застосовують з метою забезпечення процесу навчання та наукових досліджень спеціалізованими програмними засобами та обладнанням віддаленого доступу, а також для реалізації процесів, що вимагають складного опрацювання та великого обсягу обчислень (наприклад, обробки даних експериментів) [9].

Перший напрямок організації доступу до програмного забезпечення у хмаро орієнтованому освітньо-науковому середовищі за моделлю SaaS пов'язаний з доступом до сервісів загального призначення, зокрема – до різноманітних хмарних додатків, он-лайн сховищ електронних ресурсів тощо.

Наприклад, засобами таких служб, як *Google, Zoho, MicrosoftOffice 365* та інші можна здійснювати он-лайн опрацювання текстів, електронних таблиць, презентаційних даних, створювати і опрацювати сайти.

MicrosoftOffice 365 – це стандартний пакет Microsoft Office, який функціонує, як додаток в мережі Інтернет. Використовуючи його, можна з будь-якого комп'ютера, зайшовши під індивідуальними логіном і паролем, працювати з документами, не маючи локальної копії відповідного програмного забезпечення. Робота через браузер легка і знайома, тому що весь звичний інтерфейс Microsoft Office збережений.

DropBox, Box, e-Disc та інші – це засоби для організації доступу до дискового простору для зберігання даних, що розташований у постачальника хмарних послуг і доступний через мережу Інтернет.

Редактори для опрацювання різного роду даних, наприклад, *Pixlr* – он-лайн редактор фотографій (зображень); *Jaycut video-editor* – для опрацювання відео-фрагментів; *Aviary online suite* – набір інструментів для створення і редагування зображень, веб-сторінок та ін.

Другий напрямок пов'язаний з сервісами комунікації. Зокрема, засоби відеоконференцзв'язку, які стають все більш якісними і доступними, електронної пошти, обміну миттєвими повідомленнями, входять до складу багатьох хмарних систем загального призначення, зокрема – *Google, MicrosoftOffice 365*, і можуть бути використані на базі найрізноманітніших платформ і пристроїв;

Третій напрямок постачання хмаро орієнтованих сервісів стосується доступу до спеціалізованих програмних додатків, тобто тих, що можуть бути використані для навчання окремих дисциплін. Останнім часом численні пакети прикладних програм починають постачатися за моделлю SaaS, наприклад, для програмування і проектування,

моделювання, опрацювання даних тощо, серед них помітне місце займає математичне програмне забезпечення, зокрема – *Sage Math Cloud*.

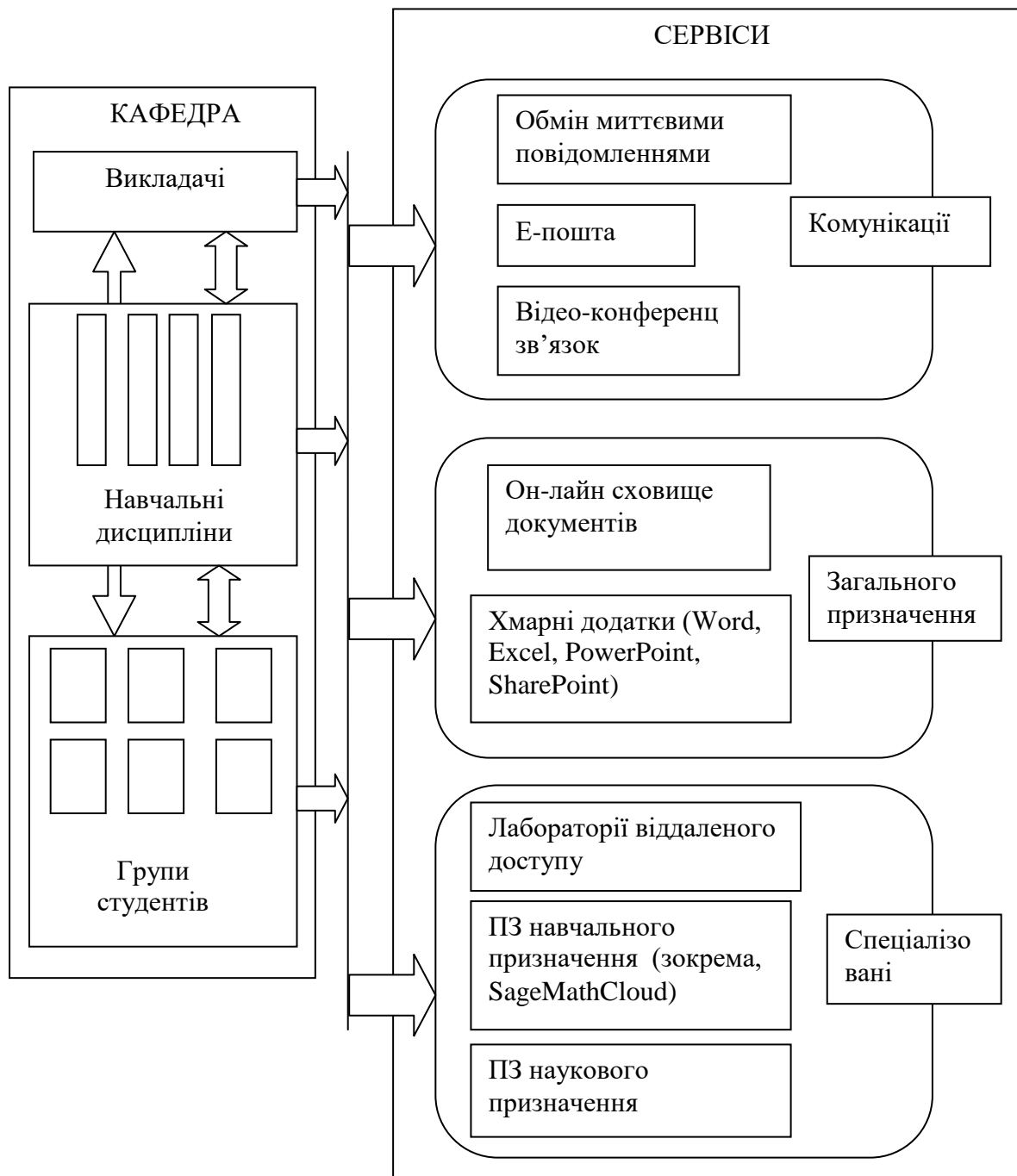


Рис. 1. Модель хмаро орієнтованого освітньо-наукового середовища педагогічного навчального закладу.

Sage – середовище для оперування і експериментування алгебраїчними та геометричними об'єктами, що містить у собі засоби інших математичних пакетів прикладних програм, об'єднаних в єдиній системі. Це програмне забезпечення є вільно поширюваним, використовується для підтримування математичних дій і операцій, охоплює засоби для здійснення обрахунків і бібліотеку математичних алгоритмів. 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. Нині існує хмарні версія цього математичного програмного продукту, *SageMathCloud*, засобами якої можна робити це безпосередньо з браузера [2].

Завдяки технології SaaS можна скористатися потужностями віддаленого сервера для опрацювання значних масивів даних, зокрема для математичних обрахунків, поряд з цим – реалізувати колективну роботу з додатками. *SageMathCloud* – вільно доступний сервіс, що підтримується на сервері Університета Вашингтона. Там розташовано кластер для підтримування його роботи, що містить 288 ядер, 1.2ТВ оперативної пам'яті і 50ТВ дискового простору.

Але причиною перенесення програмного забезпечення "у хмару" може бути не лише очевидні переваги щодо використання більших обчислювальних потужностей, доступу з будь-якого пристрою та інші. Ще одним суттєвим напрямом трансформації підходів до організації доступу до програмного забезпечення є ліцензійне використання. Надання сервісу через браузер сприяють швидкому розвитку даного сектору, завдяки кращому забезпеченню авторських прав виробника.

Таким чином, можна відзначити наступні *переваги SaaS*:

- програмне забезпечення є вільно поширюваним або оплачується за фактом використання (за передплатою);
- програмні додатки доступні з будь-якого комп'ютера або іншого пристрою через браузер;
- уможлиблюється колективна робота з додатками.

До *недоліків SaaS* можна віднести:

додатки, що постачаються як сервіс, не завжди відповідають конкретним цілям професійного використання.

Етапи еволюції і особливості використання хмаро орієнтованих систем навчання математичних дисциплін.

Системи комп'ютерної математики (СКМ) – це програмні засоби, за допомогою яких, можна автоматизувати виконання як чисельних, так і аналітичних (символьних) обчислень і розрахунків [2].

Саме завдяки їм користувачі-математики здатні виконувати найрізноманітніші математичні обчислення високого рівня складності. Перші СКМ з'явилися на ринку програмних засобів у 60-х роках минулого століття. Але найбурхливішого розвитку вони набули наприкінці ХХ століття, в 90-х роках.

Сучасні СКМ можна розподілити на сім основних типів, але незважаючи на те, що кожна з цих СКМ має певні відмінності в своєму призначенні та архітектурі, прийнято вважати, що вони мають схожу структуру:

- центральне місце займає обчислювальне ядро системи – коди великої кількості скомпільованих функцій та процедур, які мають виконуватись достатньо швидко, тому зазвичай об'єм ядра прийнято максимально зменшувати;
- зручний інтерфейс, завдяки якому користувач може з легкістю звертатись до обчислювального ядра, та одержувати результат безпосередньо на екран монітору;
- потужний графічний інструментарій, що дозволяє використовувати СКМ не лише для математичних обрахунків, але й ілюструвати більшість процесів нематематичного характеру;
- пакети розширень, за допомогою яких можливості використання СКМ значно зростають, що дозволяє виконувати більше завдань, які ставить користувач;
- бібліотеки процедур та функцій, які дають змогу використовувати менш вживані, але не менш важливі рідкісні процедури, що просто не ввійшли до складу ядра, через обмеження його розмірів;
- довідкова система, завдяки якій користувач може в будь-який момент звернутись до кожного розділу з приводу коректного використання тієї чи іншої функції, синтаксису та прикладів застосування.

В СКМ реалізовано значну кількість спеціальних математичних операцій, функцій та методів:

- розкриття дужок у символічних виразах;
- обчислення значення числового виразу;
- розклад многочлена на множники;
- обчислення значення символічного виразу, але при умові, що відомо значення змінних величини;
- зведення подібних доданків без розкриття дужок;
- розв’язання алгебраїчних рівнянь, чи системи рівнянь;
- розв’язання трансцендентних рівнянь, або наближеного значення коренів рівнянь;
- виконання операцій математичного аналізу: обчислення інтегралів, кратних інтегралів, знаходження первісних, границь функцій та числових послідовностей;
- розв’язання диференціальних рівнянь (аналітичним способом);
- побудова графіків функцій на площині та в просторі, побудова векторів;
- обчислення з розділу лінійної алгебри (множення матриць, обчислення детермінантів, піднесення квадратної матриці до будь-якого натурального степеню) та багато інших.

Нині найбільшого визнання набули наступні СКМ: Derive, MathCAD, Maple, Matlab, Mathematica, Maxima та інші.

Перший етап розвитку СКМ (60-ті – 90-ті роки ХХ ст.) характеризується тим, що СКМ поширювалися у локальному варіанті – треба було інсталиувати програмне забезпечення на комп’ютер користувача і тоді можна було використовувати його у відповідності із ліцензійними умовами.

Другий етап розвитку СКМ (90-ті роки ХХ ст. – перше десятиріччя ХХІ ст.) відзначився виникненням Web-СКМ, у яких однією з основних характеристик була оснащеність Web-інтерфейсом. Web-СКМ мають наступні властивості:

- не має потреби встановлювати обчислювальне ядро системи на клієнтській машині;
- виконання усіх обчислень відбувається безпосередньо на Web-сервері;
- виконання запиту та одержання результатів обчислення відбуваються за допомогою Web-браузера.

Крім цього виокремлюють наступні характеристики Web-СКМ [7]:

- невимогливість до апаратної складової обчислювальної системи;
- індиферентність до використовуваного браузера;
- простота адміністрування;
- мобільний доступ до навчальних ресурсів, програм і даних та ін.

Сьогодні до найбільш поширених Web-СКМ відносять MathCAD Application Server (MAS), MapleNet, Matlab Web Server (MWS), webMathematica, wxMaxima та Sage.

Web-СКМ оснащені зручним інтерфейсом, потужними графічним інструментарієм, в них реалізовано значну кількість виконання математичних обчислень, функцій та методів. Серед специфічних характеристик сучасних СКМ можна зазначити: наявність властивих цим системам мов програмування, імпортування даних з інших програмних продуктів, засоби друку математичних текстів.

Використання Web-СКМ SAGE має ряд переваг. Серед них – найбільший арсенал засобів щодо розроблення та дослідження різноманітних математичних моделей в межах математичних дисциплін. Перша версія SAGE вийшла у лютому 2006 року.

Основні характеристики Web-СКМ Sage наведені в таблиці [2] (таблиця № 1):

Основні характеристики Web-CKM Sage

| Переваги | Недоліки |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – відкритість системи; – вільне поширення; – повнофункціональний Web-сервер системи; – інтеграція більше 100 математичних пакетів у єдиному середовищі, тощо. | <ul style="list-style-type: none"> – недостатньо вітчизняної науково-методичної літератури; – не досить висока швидкодія; – складність опанування, громіздкий інтерфейс; – недостатньо персоніфікованого доступу. |

Завдяки використанню Web-CKM Sage у процесі навчання математичних дисциплін [4] забезпечується можливість:

1. Виконувати обчислення: як аналітичні, так і чисельні.
2. Подавати результати обчислень природною, математичною мовою з використанням символіки.
3. Будувати дво- і тривимірні графіки кривих і поверхонь, гістограми і будь-які інші зображення (не виключаючи анімації).
4. Поєднувати обчислення, текст і графіку в рамках одного робочого аркуша, їх друкування, оприлюднення в мережі і спільної роботи над ними.
5. Створювати за допомогою вбудованої у Sage мови Python моделі для виконання практичних завдань, навчальних досліджень.
6. Створювати нові функції і класи мовою Python.

Третій етап розвитку СКМ (починаючи з 2009 р.) – пов'язаний з виникненням хмаро орієнтованих систем.

SageMathCloud – це безкоштовний сервіс, що існує за підтримки Університету Вашингтона, Національного наукового фонду і Google. SageMathCloud було розроблено спеціально для полегшення використання математичних обчислень на платформі Android.

В SageMathCloud реалізовано усі властивості, які є у Web-CKM SAGE, але є й певні відмінності (таблиця № 2).

Основні характеристики SageMathCloud

| Переваги | Недоліки |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> – покращено інтерфейс; – можливість інтеграції з іншими сервісами; – обліковий запис користувача; – одночасна робота в проекті більше ніж 300 користувачів; – можливість розробки web-сервера з використанням мови Python; – збільшено обчислювальні потужності в декілька разів; – підтримка нових форматів: курси, завдання, чати; – можливість колективної роботи в рамках одного проекту. | <ul style="list-style-type: none"> – файли не завжди завантажуються на пристрій; – конвертування в файл формату PDF можливо лише за умови індивідуальної роботи з проектом; – файли старого формату не підтримуються; – змінено синтаксис основних функцій (попередній не працює); – відсутній цілковитий захист файлів користувача. |

Рекомендації щодо використання SageMathCloud у навчанні математичних дисциплін.

В освітньо-кваліфікаційній характеристиці бакалавра галузі знань 0402 Фізико-математичні науки, напряму підготовки 6.040201 Математика* зазначено, що у ВНЗ готують фахівців, які в подальшому здатні вирішувати інструментальні, загальнонаукові проблеми і задачі соціальної діяльності, за умови оволодіння системою умінь та компетенцій, що визначені в освітньо-кваліфікаційній характеристиці. Проте кожного року зменшується кількість аудиторних годин, що подані на вивчення математичних дисциплін. В той же час, кількість годин, що призначається на самостійну роботу студентів збільшується. Якість засвоєння навчального матеріалу погіршується, що впливає на професійну підготовку студентів. Вимоги до професійних компетентностей та особистісних якостей майбутнього вчителя математики зростають, в той час, як за рахунок обмеження аудиторних годин стає все складніше підготувати гарного фахівця в галузі знань 0402 Фізико-математичні науки, напряму підготовки 6.040201 Математика*.

Серед варіативної частини освітньо-професійної програми підготовки бакалавра математики може бути доцільним факультативний курс "Організація навчання математичних дисциплін у SageMathCloud". Із запровадженням запропонованого курсу можна компенсувати нестачу аудиторних годин, що відводяться для вивчення математичних дисциплін; студенти під час виконання індивідуальних завдань глибше розумітимуть матеріал, що відводиться на самопідготовку; зможуть отримати відповіді на питання, які виникли під час вивчення програмного матеріалу; удосконалити навички розв'язування практичних завдань.

Також слід враховувати матеріально-технічне забезпечення ВНЗ та групи студентів, у яких будуть проходити факультативні заняття. Заздалегідь слід з'ясувати:

1. В якій мірі оснащені комп'ютерні аудиторії.
2. Чи забезпечено вільний доступ до мережі Інтернет.
3. Наявність мережі Wi-Fi та загального доступу до неї.
4. Чи зможуть студенти позааудиторно виконувати завдання (наявність власного ПК, ноутбука, нетбука, смартфона тощо, та можливості підключення до мережі Інтернет).

В таблиці №3 показано орієнтований тематичний план факультативного курсу "Організація навчання математичних дисциплін у SageMathCloud".

Таблиця № 3.

Орієнтований тематичний план факультативного курсу

| № | Тема | Кількість годин |
|-------------------------|--|-----------------|
| 1. | Реєстрація. Початок роботи з SageMathCloud | 2 |
| 2. | Основи програмування: оголошення змінних, списки, умовний оператор, цикли | 2 |
| 3. | Функції виведення | 2 |
| 4. | Основи використання LaTeX | 2 |
| 5. | Робота з довідковою інформацією: опрацювання іншомовної літератури | 4 |
| 6. | Побудова графічних примітивів, графіків, областей, поверхонь. Створення анімацій | 4 |
| 7. | Розробка графічного інтерфейсу | 4 |
| Всього за планом | | 20 |

Факультатив розрахований в підтримку практичних занять з певної математичної дисципліни. Тому слід особливо ретельно ознайомитись із завданнями винесеними на самостійне опрацювання.

Таблиця №4 розкриває зміст кожної теми, які представлені в орієнтованому тематичному плані факультативного курсу.

Очікуваний освітній результат від курсу: одержати загальне уявлення про хмаро орієнтовані системи; розширити сучасні погляди на інформацію та інформаційні процеси, їх роль у вивченні математичних дисциплін; навчитися успішно застосовувати інструментарій SageMathCloud для вирішення практичних завдань з математичних дисциплін; набути досвід роботи в колективі (за рахунок використання інструментарію SageMathCloud); розв'язувати практичні завдання доступними способами та подавати одержані результати; уміння оцінювати та систематизувати одержані знання з математичних дисциплін.

За основу побудови кожного заняття факультативу можна взяти:

- індивідуальну роботу, яку виконують студенти протягом вивчення певної математичної дисципліни;
- домашні завдання, якщо виконання індивідуальної роботи не передбачено в рамках вивчення математичної дисципліни (чи вона складається суто з опрацювання теоретичного матеріалу);
- поглиблений рівень аудиторних завдань.

Тематичний план занять факультативу слід складати в залежності від обраної математичної дисципліни:

1. Кількість годин відведених на лекційні заняття.

З лекційного матеріалу студенти мають орієнтуватись в першу чергу в формулюванні теорем, основних формул, розуміти їх практичне застосування.

2. Кількість практичних занять.

Орієнтуватись слід більшою мірою на практичні заняття, методи та прийоми, які використовуються під час розв'язання того чи іншого завдання.

3. Матеріал відведений на самостійне опрацювання

Таблиця № 4.

Змістове наповнення кожної теми

| Тема | Зміст |
|---|---|
| 1 | 2 |
| Реєстрація. Початок роботи з SageMathCloud | Ознайомити студентів з SageMathCloud, описати можливості інструментарію. Виконати поетапну реєстрацію. Надати доступ до проекту кожному студенту. Ознайомлення з інтерфейсом. Робота з проектами. Створення робочої папки, нових файлів (чи їх завантаження з комп'ютера). Збереження файлів на електронний носій. Вивчення панелі інструментів в файлах типу .sagews. Робота в груповому чаті. |
| Основи програмування: оголошення змінних, списки, умовний оператор, цикли | Вивчення сполучень клавiш. Коментарі. Способи оголошення змінних. Оголошення функцій від однієї та багатьох змінних. Виконання найпростіших обчислень. Умовний оператор: загальний вигляд та скорочений. Способи задання циклів. Особливості використання. |

| 1 | 2 |
|--|---|
| Функції виведення | Розглянути функції <code>print()</code> , <code>show()</code> та <code>html()</code> . Їх порівняння: особливості та недоліки. Розглянути усі параметри функції <code>show()</code> : текстові (зادля виведення результатів обчислення) та графічні (зadля графічних побудов та анімацій). На прикладах розглянути специфічність використання функції <code>html()</code> . Нагадати основні теги форматування тексту. Виведення результатів обчислень за допомогою функції <code>html()</code> . |
| Основи використання LaTeX | Розглянути таблиці спеціальних символів мови LaTeX (стрілки, грецький та латинський алфавіт). Використання математичної символіки (однорядкової). Використання багаторядкової математичної символіки (наприклад, потрійний інтеграл з визначеними межами, сума ряду, границя функції та ін.). Використання мови LaTeX під час виведення на екран за допомогою функції <code>html()</code> розрахунків обчислень. |
| Робота з довідковою інформацією: опрацювання іншомовної літератури | Вивчення функцій, які стосуються саме обраної математичної дисципліни. Вивчення усіх параметрів спеціальних функцій. Дослідження значень параметрів в залежності від індивідуального завдання (домашнього завдання тощо). |
| Побудова графічних примітивів, графіків, областей, поверхонь. Створення анімацій | Розглянути усі функції, які можуть знадобитись для унаочнення одержаних результатів з кожної теми дисципліни. Розгляд специфічних параметрів. Використання функції <code>show()</code> задля побудови графічних зображень. Функція <code>animate()</code> . Використання функцій <code>animate()</code> та <code>show()</code> : використання декількох циклів. Основні параметри функції <code>animate()</code> . Фіксація осей, збільшення числа "кадрів". |
| Розробка графічного інтерфейсу | Основи створення інтерактивних моделей згідно з виконаними завданнями. Основні елементи управління та їх властивості. Використання мови CSS, HTML та LaTeX в процесі розробки графічного інтерфейсу. Групування елементів управління за допомогою списків. |

У підтримку факультативного курсу "Організація навчання математичних дисциплін у SageMathCloud" було розроблено сайт (рис. 2). На сайті представлена основна інформація, що стосується системи SageMathCloud, наведена довідкова навчальна література, перелік корисних посилань та відео-інструкції, що стосуються роботи в системі.

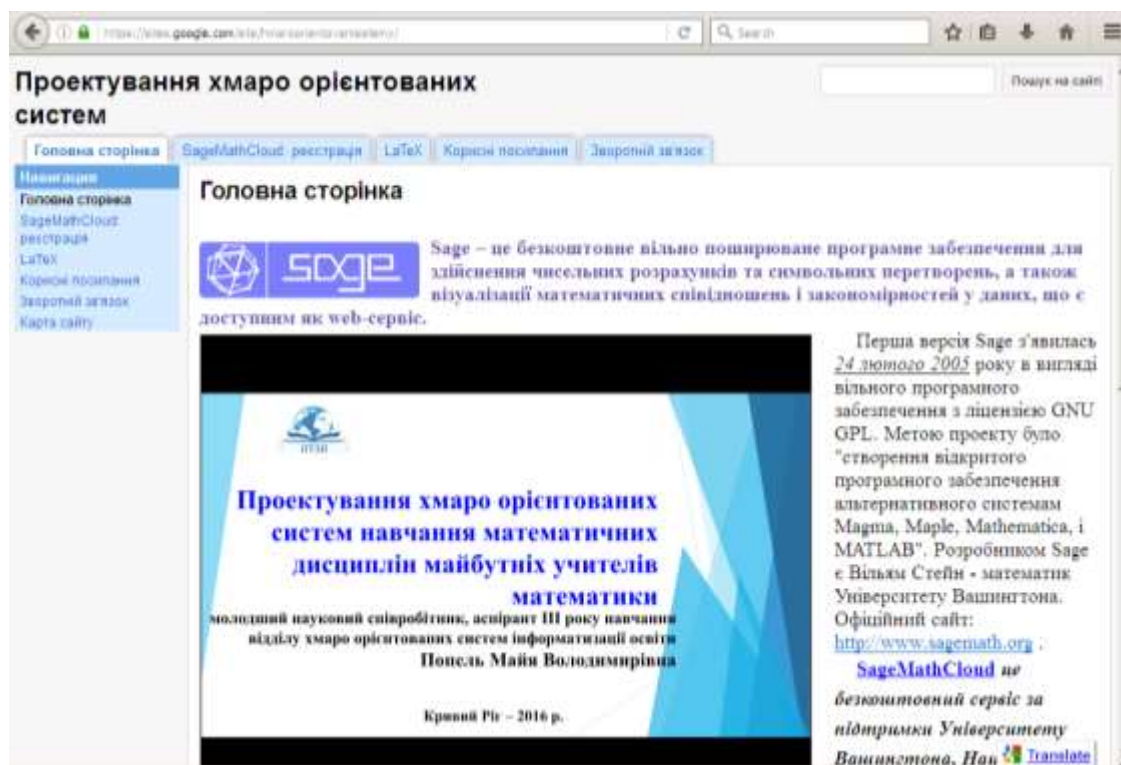


Рис. 2. Головна сторінка сайту факультативного курсу.

Принцип роботи в системі SageMathCloud побудовано на створенні індивідуальних або групових проектів, наповненні їх навчальними ресурсами та роботі з окремими ресурсами чи групою ресурсів одночасно (рис. 3). Також в системі передбачено моніторинг дій користувачів, що відображається в хронологічному порядку. Можлива функція збереження історії роботи за окремим навчальним ресурсом (чи проектом) як окремого користувача, так і групи користувачів [10]. Внесення певних змін до кожного проекту призводить до резервного копіювання структури самого проекту. Усі копії зберігаються в хронологічному порядку із зазначенням автора змін.

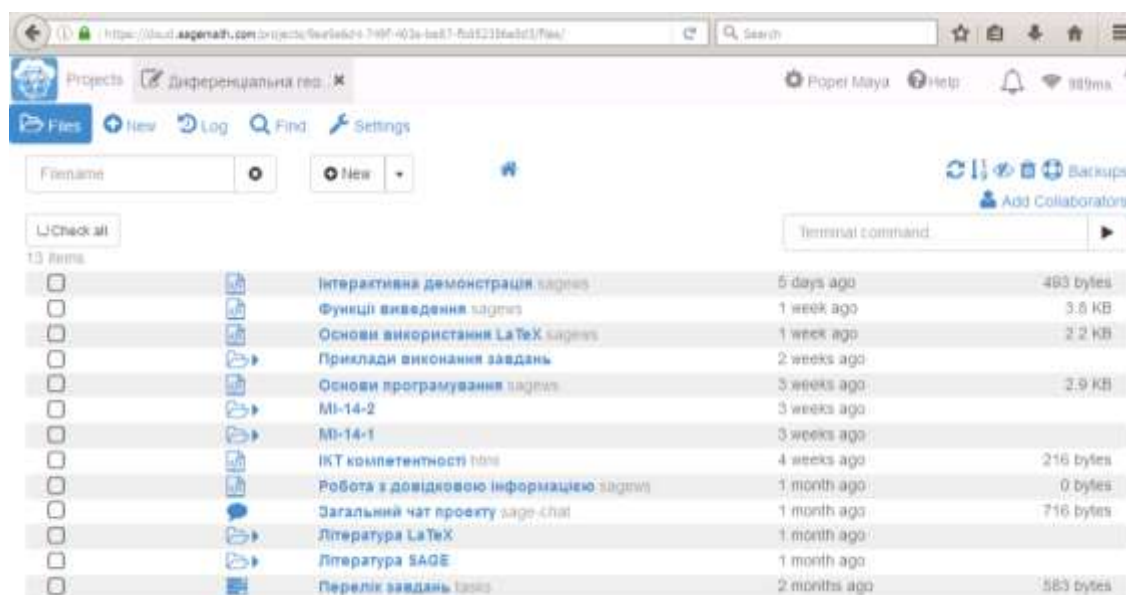


Рис. 3. Навчальні ресурси проекту "Диференціальна геометрія і топологія".

Можливість провести чисельний експеримент, швидко виконати потрібні обчислення чи графічні побудови, перевірити ту чи іншу гіпотезу, випробувати методи розв'язування задачі, вміти проаналізувати та пояснити результати, отримані за допомогою комп'ютера, з'ясувати межі застосування комп'ютера чи обраного методу розв'язання задачі має надзвичайне значення у вивченні математики [6]. Виклад математичного аналізу, зокрема теми "Похідна та її застосування", диференційних рівнянь, зокрема "Дослідження коливань" з використанням лекційних схем, демонстрацій, зображень дозволяє заощадити значну кількість годин. У зв'язку з високим рівнем абстрактності теми потребують подання демонстраційного матеріалу. Використовуючи графічні образи, можна знайомити студентів зі складними для розуміння абстрактними математичними поняттями, що призводить до активізації опанування нового матеріалу (рис. 4).

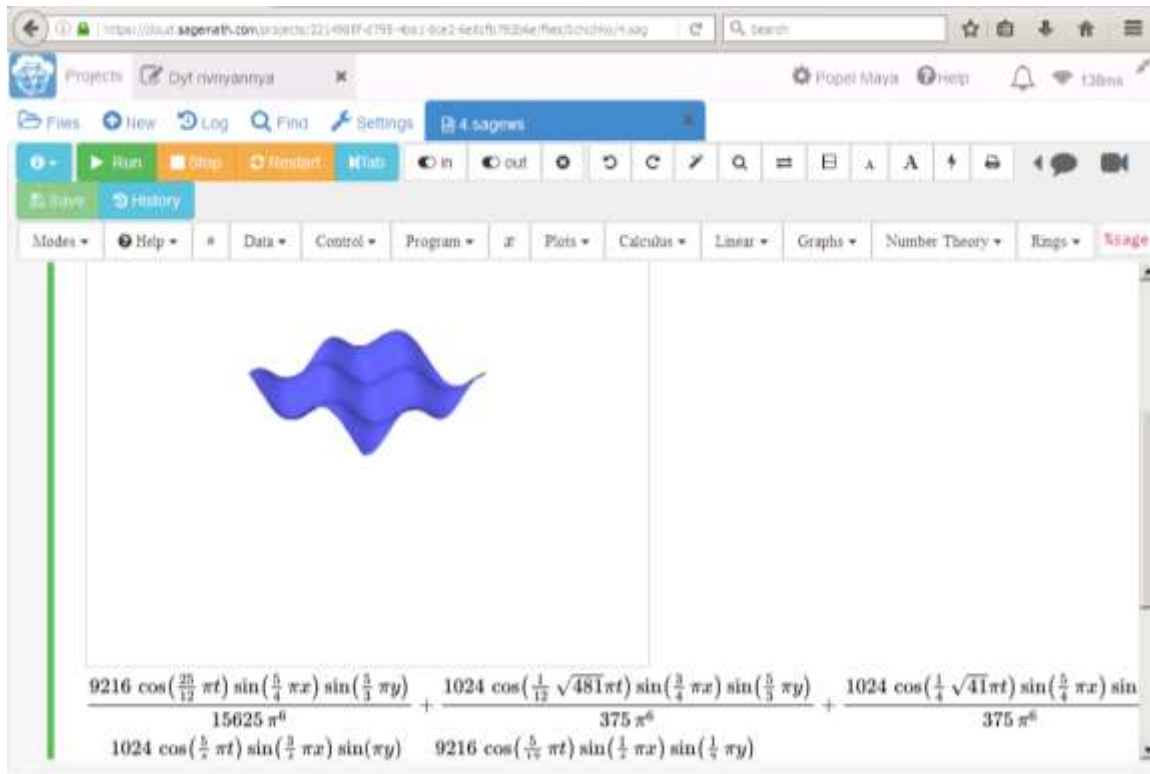


Рис. 4. Дослідження коливання мембрани з курсу "Диференціальні рівняння".

Серед моделей, що можна розробляти засобами SageMathCloud, є: лекційні демонстрації, наочності, тренажери. Дані моделі є динамічними, що передбачає їх багаторазове використання. Моделі складаються з відповідних елементів управління, таких як: повзунок, поле для введення, комірки для введення, меню вибору та інші. Кожен елемент управління супроводжується текстовою позначкою. Крім того, кожна модель містить у собі певні вказівки, що спрощують процес навчання. Тобто програма є досить легкою у застосуванні та інтуїтивно зрозумілою.

В кожній моделі використовуються основні теоретичні відомості, за допомогою яких можна виконати обчислення вручну, порівняти отриманий результат, прослідкувати хід виконання роботи.

Основним типом демонстраційних матеріалів, які доцільно використовувати в якості наочностей на етапі мотивації до опанування *теоретичного матеріалу*, є лекційні демонстрації. "Лекційні демонстрації – програми з графічним інтерфейсом і напівавтоматичним управлінням, що ілюструють теоретичні поняття, теореми, методи тощо" [5]. Найзручніше при цьому використовувати побудову графічних примітивів компонуючи їх, завдяки чому в результаті можна отримати схематичне зображення,

ілюстрацію. При цьому використовують стандартні функції для роботи з графікою середовища SageMathCloud [6]. Використання та дослідження таких моделей дозволяє значно легше зрозуміти математичну, фізичну суть методів та алгоритмів; глибше усвідомити новий матеріал та створити змістову основу для розв'язання прикладних задач, а також сприяє підвищенню пізнавальної активності через наочність [6].

Лекційні демонстрації передбачають багаторазове виконання обчислень для різних значень вхідних параметрів, тому при їх розробці доцільно використати візуальні елементи управління типу "поле для введення", "повзунок", "прапорець", "меню вибору", для створення яких використовують відповідні функції SageMathCloud. Після виконання відповідного програмного коду, дані графічні елементи управління з'являються разом з результатами обчислення в полі виведення даних. Засобами SageMathCloud можна будувати: точки, лінії, графіки функцій, коло, сектор кола, стовпчикову діаграму, контурні лінії, векторне поле. Крім того – виконувати різноманітні побудови у просторі, такі як: точка, ламана, сфера, правильні многогранники.

Використовувати динамічні моделі можна і в організації *самостійної роботи* студентів, що є одним із головних засобів систематичного й швидкого засвоєння матеріалу. Доцільно організувати самостійну роботу в якості наукового дослідження. Такі дослідження можна запропонувати студентам провести вдома, або ж безпосередньо на занятті, оформивши в якості письмової роботи. Завдання для частково-пошукової роботи повинні бути підібрані у зоні найближчого розвитку, щоб студенти мали право вільного вибору завдань. Засвоюючи науковий зміст, студент не просто набуває нову інформацію, а й перетворює її на основі власного досвіду, тобто будує суб'єктну модель знання, в яку включаються не лише логічно істотні, а й особистісно-значущі ознаки пізнавальних об'єктів.

Використання SageMathCloud значно спрощує цю роботу, адже звільняє час для досліджень, не обтяжує рутинними обчисленнями. Непоганими результатами буде формулювання гіпотези та підтвердження її в процесі проведення досліджень.

Організувати *контроль знань, умінь та навичок* студентів за допомогою SageMathCloud досить не просто. Перш за все це пов'язано з тим, що викладач має постійно слідкувати за діями студентів, аналізувати хід їх думок. За допомогою SageMathCloud можна полегшити роботу викладача.

Завдання можна організувати таким чином, щоб студент, обчисливши письмово певні дані, робив перевірку за допомогою побудованої ним моделі, та продовжував з нею роботу самостійно, одержавши при цьому нові результати, обчислені вже автоматично.

Моделі, які створюються у SageMathCloud, передбачають зміну функцій, параметрів дослідження тощо. Цим можуть скористатися як студенти, для самоперевірки виконаної роботи, так і викладачі, змінюючи параметри отримувати вірні варіанти відповідей для кожного із завдань, які виконувалися студентами.

Звичайно, запропоновані моделі ні в якій мірі не зможуть повністю замінити традиційні форми організації самостійної роботи студентів. Їх можна використовувати лише для того, щоб створити умови для творчого підходу до вивчення навчального матеріалу, зацікавити до поглибленого опанування теми.

Використати дане дослідження можна:

- в практичній роботі викладача в умовах вищого навчального закладу;
- у навчанні студентів педагогічних закладів.

Аналіз і оцінка перспективних шляхів розвитку

Поліпшення якісних показників навчання можна досягти шляхом добору підходящих засобів навчання і комп'ютерних технологій. Із використанням хмаро орієнтованих СКМ можна вирішити зокрема і проблему врахування різноманітних темпів навчання, в залежності від рівня підготовки студента та його індивідуальних можливостей.

Доцільно дотримуватись наступних *методичних рекомендацій*:

- методично виважено і грамотно використовувати SageMathCloud на етапі мотивації до вивчення і поглиблення розуміння теоретичного матеріалу, що в подальшому активізує діяльність студентів і тим самим покращує результати навчання;
- запроваджувати SageMathCloud в організацію самостійної роботи студентів із метою поглиблення знань, перевірки гіпотез, дослідження та виявлення нових властивостей математичних об'єктів;
- вміло поєднувати традиційні та інноваційні методи навчання із використанням хмарних технологій, здійснюючи новий сучасний підхід до навчання студентів.

Можна виокремити наступні *умови* організації навчального процесу з використанням SageMathCloud:

1. Подання навчального матеріалу має бути лаконічним, доступним і науковим.
2. Використовувати комп'ютер лише за умови, коли вивчення нового поняття потребує більшої наочності, або ж прискорить темп заняття.
3. Використання SageMathCloud має бути дозованим.
4. Забезпечити усі необхідні умови роботи студентів на занятті. (Не допустимо, щоб один комп'ютер використовували одночасно два студенти).

Впровадження в педагогічну практику SageMathCloud забезпечує перехід від репродуктивного характеру діяльності і механічного засвоєння знань студентами до надання їхній навчально-пізнавальній діяльності дослідницького спрямування. Це підвищує самостійність студентів, стимулює їх до набуття і застосування нових знань [11, с. 134].

Висновки. Використання хмарних технологій і у процесі навчання математичних дисциплін є перспективним шляхом розвитку та удосконалення цього процесу. Тому такий програмний засіб, як SageMathCloud, є досить перспективним щодо поліпшення якості математичної підготовки студентів. Перспективою подальших досліджень може бути розвиток методики використання SageMathCloud у напрямі впровадження у процес навчання математичних дисциплін майбутніх вчителів. Подальші дослідження можна спрямувати на використання інструментарію MoodleCloud та створити курс "Використання SageMathCloud у процесі вивчення математичних дисциплін", що надасть можливість систематизувати ряд довідкових ресурсів запропонованого факультативного курсу, виконувати контроль за навчально-пізнавальною діяльністю студентів. Використання системи MoodleCloud значно поліпшить роботу організації факультативного курсу та розширить групу методів навчання із застосуванням SageMathCloud.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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.
2. Попель М. В. Програмні засоби навчального моделювання / М. В. Попель, С. В. Шокалюк // Інноваційні інформаційно-комунікаційні технології навчання математики, фізики, інформатики у середніх та вищих навчальних закладах : зб. наук. праць за матеріалами Всеукр. наук.-метод. конф. молодих науковців, 17-18 лют. 2011 р. – Кривий Ріг : Криворізький держ. пед. ун-т, 2011. – С. 364-367.
3. Рашевська Н. В. Мобільні інформаційно-комунікаційні технології навчання вищої математики студентів вищих технічних навчальних закладів: дис. ... к. пед. наук: 13.00.10 / Наталя Василівна Рашевська; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2011. – 244 с.
4. Семеріков С. О. Теорія і методика застосування мобільних математичних середовищ у процесі навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей / С. О. Семеріков, К. І. Словак // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2011. – № 1 (21). – Режим доступу до статті: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/413/369#UvtgYIXm784>

5. Словак К. І. Інформаційно-комунікаційні технології активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів / Катерина Іванівна Словак // Електронне наукове фахове видання "Науковий вісник Донбасу". – 2011. – № 3 (15). – Режим доступу до статті: <http://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN15/11skinds.pdf>
6. Словак К. І. Лекційні демонстрації у курсі вищої математики / К. І. Словак, М. В. Попель // Новітні комп'ютерні технології: матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції: Київ-Севастополь, 14-17 вересня 2010 р. – К. : Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – С. 142-144.
7. Словак К. І. Методика використання мобільних математичних середовищ у процесі навчання вищої математики студентів економічних спеціальностей: дис. ... к. пед. наук: 13.00.10 / Катерина Іванівна Словак; Інститут інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України. – К., 2010. – 290 с.
8. 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.
9. Шишкіна М.П. Хмаро орієнтоване середовище навчального закладу: сучасний стан і перспективи розвитку досліджень / М.П. Шишкіна, М.В. Попель // Інформаційні технології і засоби навчання [Електронний ресурс]. - 5 (37). – 2013. Режим доступу: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/903/676>
10. Шишкіна М.П. Systems of computer mathematics in the cloud-based learning environment of the educational institution / М.П. Шишкіна, У.П. Когут, М.В. Попель // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology [Електронний ресурс]. – 27 (II(14)). – pp. 75-78. Режим доступу: <http://lib.iitta.gov.ua/6499/1/article-science-edu.pdf>
11. Cusumano M. Cloud computing and SaaS as new computing platforms." / Michael Cusumano // Communications of the ACM. – 53.4. – 2010. – pp. 27-29.
12. 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.
13. Turner M. Turning software into a service / M. Turner, D. Budgen, P. Brereton // Computer. – 36 (10). – 2003. – pp. 38-44.
14. 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.
15. 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.

Стаття надійшла до редакції 20.03.16

Mariya Shyshkina, Maya Popel

Institute of Information Technologies and Learning Tools of the National Academy of Pedagogical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

CLOUD BASED LEARNING ENVIRONMENT FORMATION FOR MATHEMATICS DISCIPLINES LEARNING USING THE SAGEMATHCLOUD (GUIDELINES)

The article is devoted to the problems of the cloud-based systems use in the educational process of pedagogical universities. The types of the cloud-based services for mathematics disciplines learning in the structure of the cloud-based learning environment are revealed; the model of the cloud-based learning environment of pedagogical university is proposed; the prospects for computer mathematics systems (SCM) development and use in the aspect of the cloudy based learning environment formation are considered. The pedagogical features of the SageMathCloud use, as a tool for mathematics disciplines learning are revealed. The instructional aspects of SageMathCloud use (how to get started, the creation of lecture demonstrations and dynamic models, the organization of collective work) are revealed. The guidelines for the use of the cloud-based systems in the process of mathematics disciplines learning are proposed.

The aim of the article: To carry out the theoretical analysis and provide guidelines for the use of the SageMathCloud in the process of mathematics disciplines learning.

The object of research: the process of the cloud-based learning environment for learning mathematics disciplines formation and use in the pedagogical university.

The subject of research: The methodical aspects of the SageMathCloud use as a component of the cloud-based environment for learning mathematics disciplines.

The research results: the theoretical framework and guidelines for the SageMathCloud use as a tool for learning mathematics disciplines is grounded.

Conclusions: the cloud-based environment formation using the SageMathCloud is methodologically appropriate, it will improve access to learning software and electronic resources, improve the process of learning mathematics disciplines, achieving better result.

Keywords: cloud technologies, cloud serices, mathematics disciplines, systems of computer mathematics (SCM), Web-SCM, SageMathCloud

Шишкина М. П., Попель М. В.

Институт информационных технологий и средств обучения НАПН Украины, Киев, Украина

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЛАЧНО ОРИЕНТИРОВАННОЙ СРЕДЫ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН НА БАЗЕ SAGEMATHCLOUD (МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ)

Статья посвящена проблемам использования облачно ориентированных систем в учебном процессе высшего педагогического учебного заведения. Выделены типы облачно ориентированной среды, виды облачно ориентированных сервисов, которые могут быть использованы в обучении математическим дисциплинам; предложена модель облачно ориентированной среды педагогического университета; рассмотрены перспективы развития систем компьютерной математики (СКМ) в аспекте создания облачно ориентированной среды. Выявлено педагогические особенности использования SageMathCloud, как средства обучения математическим дисциплинам. Раскрыты методические аспекты использования SageMathCloud (как начать работу, создание лекционных демонстраций и динамических моделей, организация коллективной работы). Определено место специализированных сервисов в облачно ориентированной среде обучения математических дисциплин в педагогическом учебном заведении и обоснованы методические рекомендации по использованию облачно ориентированных систем в обучении.

Цель: провести теоретический анализ и обосновать методические рекомендации по использованию SageMathCloud в обучении математических дисциплин.

Объект исследования: процесс формирования и использования облачно ориентированной среды педагогического университета.

Предмет исследования: методические аспекты использования SageMathCloud как компонента облачно ориентированной среды обучения математическим дисциплинам в высшем педагогическом учебном заведении.

Результаты: обосновано теоретические основы и методические рекомендации по использованию SageMathCloud как средства обучения математических дисциплин.

Выводы: создание облачно ориентированной среды с использованием SageMathCloud является методически целесообразным, будет способствовать улучшению доступа к программному обеспечению и электронным ресурсам, улучшению организации процесса обучения математическим дисциплинам, достижению лучших его результатов.

Ключевые слова: облачные технологии, облачные сервисы, математические дисциплины, СКМ, Web-СКМ Sage, SageMathCloud.