

Лекція №6. Хмарні математичні сервіси

Аналіз наявних хмарних сервісів для навчання математичних дисциплін

Американські дослідники Кіт Дж. О'Хара (Keith J. O'Hara), Дуглас Бланк (Douglas Blank), Джеймс Маршалл (James Marshall) [7] досліджували чотири способи використання хмарних сервісів в навчальному процесі: під час проведення лекцій (обговорень); семінарських занять; виконання домашнього (індивідуального) завдання; складання іспитів.

«Технології «хмарних обчислень» вносять суттєві зміни у процес навчання будь-якої дисципліни, забезпечуючи оптимальний збір, збереження, пошук, опрацювання та представлення даних, при цьому не потребуючи внесення змін до навчальних планів закладів освіти» [37, с. 72].

Можливість оперативного та безпечного доступу до власних даних, безперервний зв'язок з необхідними відомостями незалежно від географічного місця розташування щороку зростає. У зв'язку із цим активно використовуються хмарні технології у різних галузях. Як відомо, хмара – це сервіс, що передбачає віддалену обробку та зберігання даних. Дана технологія надає користувачам мережі Інтернет доступ до комп'ютерних ресурсів сервера і використання програмного забезпечення як онлайн-сервіса.

Дані різних користувачів повсякчас передаються величезними об'ємами до інших користувачів. При такому значному потоці даних постає проблема ефективного їх зберігання та оперативного опрацювання. Хмарна модель може досягає своєї ефективності за умови, що дані різного роду будуть надаватись засобами географічно розподіленої платформи, а не через хмару як таку, що, в свою чергу, розташована в певному географічному місці. Як альтернатива у сфері хмарних технологій значної популярності набирає обертів нова течія, що отримала назву "туманні технології".

Світовий досвід упровадження технології хмарних обчислень в освіту детально проаналізовано у роботах

Н. Склейтер і К. Хеввіт. Використання хмарних технологій для організації навчання розкрито у роботах таких вітчизняних учених, як О. Г. Кузьминської, С. Г. Литвинової, Н. В. Морзе та ін. Питання розвитку хмаро орієнтованих навчальних середовищ активно досліджують В.Ю. Биков, Т.А. Вакалюк, В.Г. Кремень, А.М. Кух, Н.В. Сороко, О.М. Спірін, Ю.В. Триус, М.П. Шишкіна та ін.

Аспекти ризику туманних технологій проаналізовано у роботах Р. Кульмоне та М. Концетта Де Віво.

Хмарні технології (англ. cloud technologies) – це кардинально новий сервіс, який дозволяє віддалено використовувати засоби обробки і зберігання даних [63]. Також хмарні технології часто називають «розподіленими технологіями», тобто дані опрацьовуються з використанням не лише одного комп'ютера, а опрацювання розподіляється по декількох комп'ютерах, що підключені до мережі Internet [41].

Всі дані, що потребує користувач, розміщуються на віддаленому сервері у мережі Інтернет. Для доступу до них достатньо лише наявності комп'ютера, що має підключення до мережі Інтернет, та наявності встановленого Інтернет-браузера, щоб розпочати опрацьовувати особисті чи корпоративні дані, використовуючи потужності віддаленого сервера [42].

Зручність у застосування хмарних технологій проявляється також у тому, що значна кількість хмарних сервісів адаптуються під довільну операційну систему, як правило iOS чи Android, що сприяє підтримці постійного зв'язку з усіма особистими даними в будь-якому географічному місці і будь-який зручний час доби [67].

До основних переваг хмарних технологій можна віднести:

- 1) відмова або повна відсутність великих обчислювальних потужностей ПК, – адже при відкритті вікна браузера на смартфоні, планшеті чи іншому мобільному пристрої користувач одразу має доступ до величезного інформаційного потенціалу;
- 2) відмовостійкість;
- 3) певний рівень безпеки;
- 4) висока швидкість обробки даних;

5) значна економія матеріальних ресурсів на придбання загального чи галузевого програмного забезпечення, – зазвичай потрібні програми вже наявні в сервісі, де будуть працювати додатки;

б) потреба до накопичення даних на власному носії зводиться до мінімуму, адже фактично вони зберігаються у хмарному сховищі [70].

Проте, не зважаючи на цілий ряд вагомих переваг, хмарні технології все таки мають і недоліки, а саме:

1) як правило, хмарна послуга постачається певною компанією, таким чином, процес збереження даних постійно залежить від даної компанії;

2) розвиток монополії у наданні хмарних ресурсів;

3) потреба постійного перебування on-line для коректної роботи з даними;

4) високий ступінь ризику хакерських атак на сервер;

5) проблема збереження даних, що постійно збільшуються та оновлюються цілком сприяє тому, що компанії, які надають хмарні сервіси, розпочнуть надавати свої послуги за певну фінансову винагороду чи фіксований платіж [70].

У сфері хмарних технологій все більшу і більшу популярність здобуває принципово новий напрямок технологій, що отримав назву "туманні технології" (англ. fog computing). Дані технології подібні хмарним, проте розташовані ближче до землі, іншими словами кажучи, розміщені ближче до користувачів.

В основі "туману" лежить концепція краплі. "Крапля – це чіп мікроконтролера з вбудованою пам'яттю та інтерфейсом передачі даних, поєднаний з чіпом безпроводного зв'язку формату Mesh. До краплі можуть бути під'єднані різноманітні датчики температури, світла, напруги" [60].

У туманних технологіях задіяна модель, в основі якої закладено дані, їх обробка та додатки для роботи з ними, що дислокуються у пристроях на крайніх вузлах мережі, а не в самій хмарі.

Туманні обчислення можуть виконуватися у будь-якому місці, куди можуть надійти дані – в центрах обробки даних, на крайніх вузлах мережі (edge of network) і навіть десь між ними.

Туманні технології розподіляють обчислювальні ресурси, сервіси, засоби комунікації, засоби зберігання та управління, переміщуючи їх ближче до самих пристроїв, різних систем чи безпосередньо користувачів.

Як відомо, у хмарній моделі обчислень, ключові функції виконують централізовані дата-центри, що отримують дані з крайніх вузлів Інтернет-мережі, а потім знаходять для них застосування. Ідея власне туманних технологій відрізняється від хмарних, і полягає в тому, щоб розподілити обчислення між пристроями, що входять до Інтернету речей.

До Інтернету речей на сьогодні відноситься велика кількість різноманітних пристроїв, що виконують якийсь певний функціонал, але обов'язково з'єднані з Інтернетом. Пристрої, що містять в собі процесор, можуть виконувати певні задачі або взагалі їх не виконувати.

Як вказують науковці, "ні один потужний дата-центр, що виконує обчислення самостійно, не порівняється у швидкості з мільйонами не дуже потужних процесорів, що виконують обчислення розподілено між собою".

Традиційна система зв'язку містить в собі клієнтський пристрій та центр обробки даних. Однак, за період надходження даних в центр обробки даних, вони можуть суттєво застаріти й втратити свою актуальність. Затримка у передачі даних може бути несуттєвою, а в деяких випадках досить критичною. В туманних обчисленнях модель обробки даних відрізняється тим, що туман не буде без необхідності з'єднуватись з хмарою, таким чином можливість затримки зводиться до мінімального значення [60].

Туманні технології дозволяють вирішити цілу низку найпоширеніших проблем сьогодення, а сама таких як: висока затримка в мережі; труднощі з переміщенням крайніх вузлів мережі; втрата зв'язку; висока вартість пропусної смуги; непередбачувані мережеві затори; величезна географічна розподіленість систем та клієнтів.

Використання та впровадження хмарних технологій в світі продовжується стрімкими темпами. Проте значні та вагомі переваги, відсутність гарантій безпеки особистих даних, затримка в передачі даних між пристроєм та хмарою, високий ризик

хакерських атак на місця розміщення даних користувачів породжує пошуку нових альтернативних технологій.

Туманні технології розширюють можливості хмарних обчислень та сервісів, доходючи безпосередньо до кінцевих користувачів та пристроїв на межі мережі, покращуючи якість обслуговування, підвищуючи продуктивність, надійність та інформаційну безпеку. Концепція туманних технологій передбачає опрацювання даних на кінцевих пристроях мережі, таким чином зменшуючи ризики втрати та безпеку передачі даних.

Стрімкий розвиток інформаційних технологій та запровадження їх практично всі сфери людського життя зумовлює до змін в освітньому процесі. Використання нових технологій в системі освіти, що дозволяють економити кошти на закупівлі програмного та апаратного забезпечення, відкинути потребу у спеціалізованих чи спеціально обладнаних приміщеннях, виконувати різноманітні види як навчальної, так і контролюючо-оцінювальної роботи, сприяє активному використанню різноманітних хмарних технологій в освіті [59]. Зазначені інтеграційні процеси формують потребу оновлення системи освіти, зокрема вищої, та запровадження нових технологій навчання, що зумовлять підвищення рівня якості освіти та ефективність процесу навчання майбутніх фахівців, зокрема і майбутніх бакалаврів статистики спеціальності 112 "Статистика".

Хмарні технології (англ. cloud technologies) – це кардинально новий сервіс, що дає змогу віддалено використовувати засоби обробки та зберігання даних [63].

Здійснивши аналіз освітньо-професійної програми, за якою ведеться підготовка майбутніх статистів, визначено, що бакалаври статистики під час фахової підготовки вивчають такі дисципліни як: математична та комп'ютерна статистика, теорія ймовірностей, теорія фінансів, засвоюють методи обчислень та методи економічних обчислень, вивчають методи оптимізації та багато інших спеціальних фахових дисциплін, що безпосередньо пов'язані зі специфікою підготовки бакалаврів статистики [58].

Оскільки під час підготовки майбутніх бакалаврів статистики досить часто вивчаються математичні дисципліни, або

такі, що використовують математичний апарат, то доцільно здійснити огляд хмарні сервісів для математики, що можуть бути використанні під вивчення програмних дисциплін, та сприятимуть формуванню професійних компетентностей зазначених фахівців.

Google Таблиці (Google Sheets) дозволяє здійснювати всі типові операції з даними, аналізу, сортування, фільтрації, побудов різнопланових діаграм. Google Таблиці надає можливості створювати нові електронні таблиці як на мобільних пристроях так і на стаціонарних ПК, дозволяє працювати з електронними таблицями створених у інших програмах, зокрема Microsoft Excel, й відсутня проблема несумісності форматів файлів.

Google Таблиці містять потужний арсенал вбудованих формул, наявні зведені таблиці та умовне форматування, що сприяє для виконання різних як математичних так і статистичних розрахунків. Створення, редагування, перегляд електронних таблиць – усі ці дії доступні для широкого спектру пристрої, також робота з таблицями можлива навіть без підключення до мережі Інтернет.

Електронні таблиці Google надають можливість одночасної спільної роботи декільком користувачам, що сприяє якісному, швидкому та ефективному виконанню різнопланових або проектних завдань, сприяє командному вирішенню питань.

Усі дії в Google Таблицях автоматично зберігаються, що пришвидшує роботу над виконанням завдання, та сприяє концентрації уваги на вирішенні математичних чи статистичних питаннях, а не на рутині механічних діях. Крім того, в Google Таблицях наявні засоби миттєвого перегляду зведених звітів й діаграм на додатковій панелі "Аналіз даних" (Explore). Також можливості Google Таблиць можливо розширювати за допомогою безкоштовних додатків або надбудов (add-ons), наприклад, для стильового оформлення електронних таблиць використовують Styles, для оформлення таблиць з використанням вбудованих шаблонів застосовують Template Gallery, Flubaroo дозволяє здійснити автоматичний аналіз результатів тестування, Google Analytics створює детальну статистику відвідувачів веб-сайту.

Microsoft Office Excel Online – хмаро орієнтований сервіс, що призначений для створення як простих електронних таблиць так і

таблиць складної структури. Дозволяє працювати з діаграмами, та містить потужний набір вбудованих сучасних функцій для розрахунків. Створення електронних таблиць можливо як самостійно так і використовуючи наявні шаблони із 40 запропонованих розробником категорій. Excel Online об'єднує в собі найпопулярні функції Microsoft Excel, та надає можливості спільного доступу до електронної таблиці в режимі реального часу. Крім того, Excel Online не обмежує вибір пристрою для роботи.

Excel Online містить вбудовану функцію аналітики, що дає змогу вивчати моделі та автоматично впорядковувати дані в таблицях.

Excel Online пропонує різноманітні діаграми та графіки для якісної візуалізації даних. Доступні різноманітні варіанти форматування ділової графіки, міні-діаграми. Також у Excel Online наявна можливість прогнозування й передбачення тенденцій у досліджуваній проблематиці за допомогою діаграм і графіків, однак за доступ до деяких з них доведеться здійснити переплату на Office 365.

WolframAlpha – це спеціальний Інтернет сервіс, що дозволяє здійснювати різні математичні розрахунки, в тому числі й статистичні. Фактично WolframAlpha – це база знань та набір обчислювальних алгоритмів, база питань та відповідей (computational knowledge engine). Іноді WolframAlpha називають пошуковою системою, хоча насправді не є такою. В середовищі WolframAlpha можливо виконувати різноманітні обчислення, порівняння й конвертування величин. Також сервіс окрім безпосереднього вирішення завдання і представлення фінальної відповіді, дає можливість отримати сам хід рішення та додаткову корисну інформацію за досліджуваною тематикою. Крім того, у WolframAlpha наявна можливість побудови графіків.

Для роботи з WolframAlpha можна вносити дані безпосередньо з вбудованої віртуальної клавіатури, а також є можливість завантажувати графічні файли, бази даних та інші файли з носія інформації користувача.

Щодо роботи зі статистичними даними, то у WolframAlpha відведений спеціальний розділ Statistics, в якому можливо

працювати з описовою статистикою, регресійним аналізом, здійснити статистичні висновки, та обчислення випадкових змінних та інше.

CoCalc (Collaborative Calculation in the Cloud) – вільне хмаро орієнтоване середовище математичного призначення. Раніше, до 20.05.2017 даний сервіс носив назву SageMathCloud. Даний сервіс розміщується на серверах Google за адресою <http://cocalc.com>. Сервіс CoCalc містить низку складових компонент, які можливо використовувати під час вивчення курсів математичного аналізу, лінійної алгебри, дискретної математики, статистики та інших. Зокрема, наявний засіб "Середовище для статистичних обчислень, аналізу та представлення даних в графічному вигляді" (R).

CoCalc сприяє опануванню основ комп'ютерної математики SageMath, програмуванню базових алгоритмічних структур мовою Python, проектувати графічні інтерфейси та інше.

В основі базового принципу роботи в CoCalc покладено ідею створення індивідуальних або групових проектів, наповнення проектів конкретними навчальними ресурсами та робота як з окремими ресурсами так із групою ресурсів одночасно. Система передбачає моніторинг усіх дій користувачів та ведеться хронологічна історія подій [71].

Навчальні курси та дисципліни, що допомагають формувати професійні компетентності майбутніх бакалаврів статистики, мають використовувати хмарні сервіси, які широко представлені в мережі. Вибір сервісу залежить від поставленої цілі та мети курсу чи дисципліни, рівня сформованості математичної, інформаційної компетентності як викладачів, так і студентів, бажання застосовувати сучасні сервіси для формування професійних компетентностей.

Відомо, що у викладанні дисципліни «Статистика» використовуються динамічні спеціалізовані програмні засоби або професійні комп'ютерні системи для статистики, серед них Statistica, Stadia, SPSS, Stangraphics, SyAtat та інші.

Також під час вивчення дисциплін, що пов'язані зі статистикою можливо застосовувати прикладні програми для вивчення математики, що використовуються для розв'язання задач різних розділів математики, й до них належать: MATLAB,

Mathcad, Maple, Mathematica, Macsyma, MuPAD, S-PLUS та інші. Крім того, під час розв'язання деяких статистичних задач можливо застосовувати графічні калькулятори, електронні таблиці та статистичні пакети, що вказані вище, та середовище R або Minitab. Проаналізуємо їх.

Альтернативним засобом у викладанні та вивченні статистики виступає хмарний сервіс GeoGebra (пакет програмного забезпечення з відкритим кодом, що доступний в мережі Інтернет, поширюється безкоштовно, й може бути ефективним інструментом у навчанні геометрії, алгебри і статистики).

GeoGebra – хмаро орієнтований сервіс динамічної та інтерактивної математики, що поєднує геометрію, алгебру, математичний аналіз, статистику, числові й символічні обчислення та інші можливості. Даний сервіс перебуває в постійному розвитку та вдосконаленні, містить систему потужної підтримки засобами мережі Інтернет.

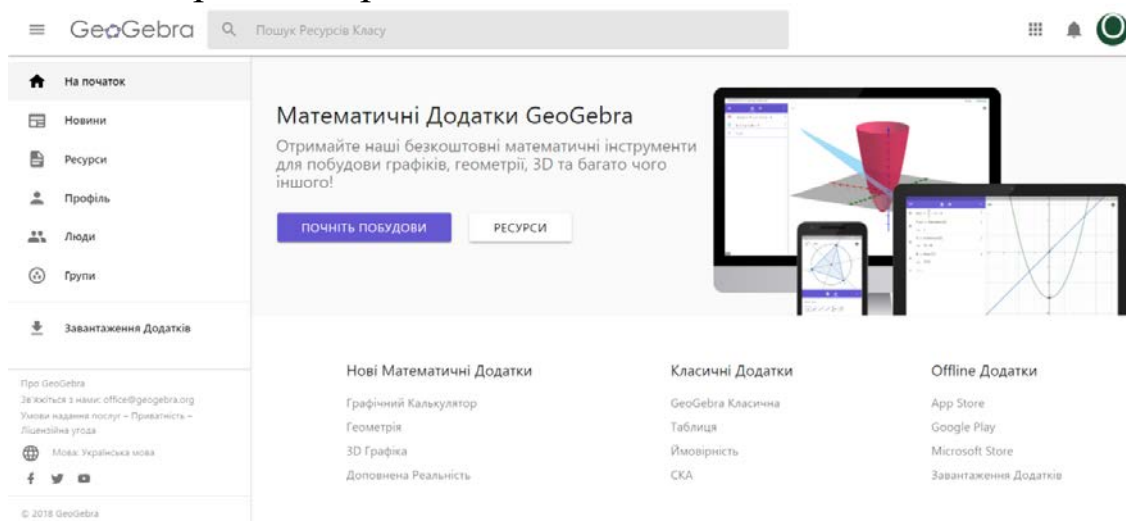


Рис. 194. Стартова сторінка хмаро орієнтованого сервісу GeoGebra

GeoGebra може використовуватися як інструмент для вивчення статистики, що допомагає студентам виконувати аналіз даних, здійснювати висновки та досліджувати ймовірнісні моделі.

Середовище GeoGebra дозволяє здійснювати імпорт даних з уже наявних таблиць даних. Набори даних можливо завантажити з сторінки MEI (Mathematics Education Innovation, – <http://mei.org.uk/data-sets>), які потрібно спочатку завантажити до програми MS Excel, після чого здійснити копіювання та вставлення даних в середовище GeoGebra [22]. Крім того, наявні

інструменти для здійснення аналізу однієї змінної, регресійний аналіз двох змінних, аналіз багатьох змінних.



Рис. 195. Сторінка MEI (Mathematics Education Innovation)

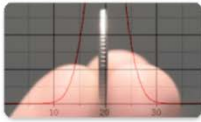
GeoGebra надає студентам власний калькулятор ймовірностей (Probability Calculator), що може використовувати функцію для вивчення даних, обчислення ймовірних моделей, а також прийняття запитів та рішень про основні статистичні висновки з даних. Крім того, у GeoGebra представлення даних використовується як динамічний інструмент для аналізу в кінці кожного дослідження при вирішенні статистичних завдань [28].

MapleCloud – це потужний математичний web-інструмент, що призначений для вирішення низки популярних математичних задач. Даний сервіс спрямований не тільки на окремі розрахунки, а на розв’язання задач з алгебри, математичного аналізу, аналітичної геометрії та інших дисциплін, що пов’язані з ними.

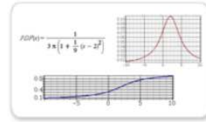
Нагадаємо, що Maple – потужне математичне програмне забезпечення, що поєднує в собі математичний механізм з інтерфейсом, що дозволяє надзвичайно легко аналізувати, досліджувати, здійснювати візуалізацію даних та повноцінне розв’язання складних задач.

На сторінці MapleSoft розміщено перелік математичних додатків (<https://www.maplesoft.com/products/StudentApps>), що можуть бути використанні студентами, що вивчають математику та дисципліни суміжні з нею, а також онлайн-калькулятори, що розділені по структурним категоріям [18].

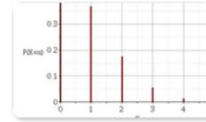
Online Calculators for Probability and Statistics



Coin Tosses



Continuous Distributions



Discrete Distributions

Рис. 196. Онлайн-калькулятори на сторінці MapleSoft, що використовуються для вирішення завдань зі статистики та теорії ймовірності

Крім того, наявна потужна система онлайн допомоги, що містить теоретичний блок, та блок практичного застосування. Онлайн допомога структуризована за розділами дисциплін, серед яких наявний розділ «Статистика та аналіз даних». На сторінці розміщено посилання на додаткові освітні курси (платні), програмні продукти (Maple, Maple Academic, Maple Professional, Maple Student Edition, Maple Personal Edition), посилання на освітні вебінари (запис на заплановані вебінари та записані вебінари, що відбулися) [18].

MapleCloud дає змогу поширювати власні документи та інші додатки Maple іншим користувачами, навіть якщо в них не встановлено жодного з них. Сервіс доступний через довільний веб-браузер як зі стаціонарних комп'ютерів так і з інших мобільних пристроїв. У браузері можливо здійснити перегляд або пошук з колекції матеріалів Maple, читати документи та працювати з додатками Maple. MapleNet забезпечує математичну підтримку додатків, обмін документами Maple, калькуляторами та іншими технічними додатками, проте активне його використання потребує оплати.

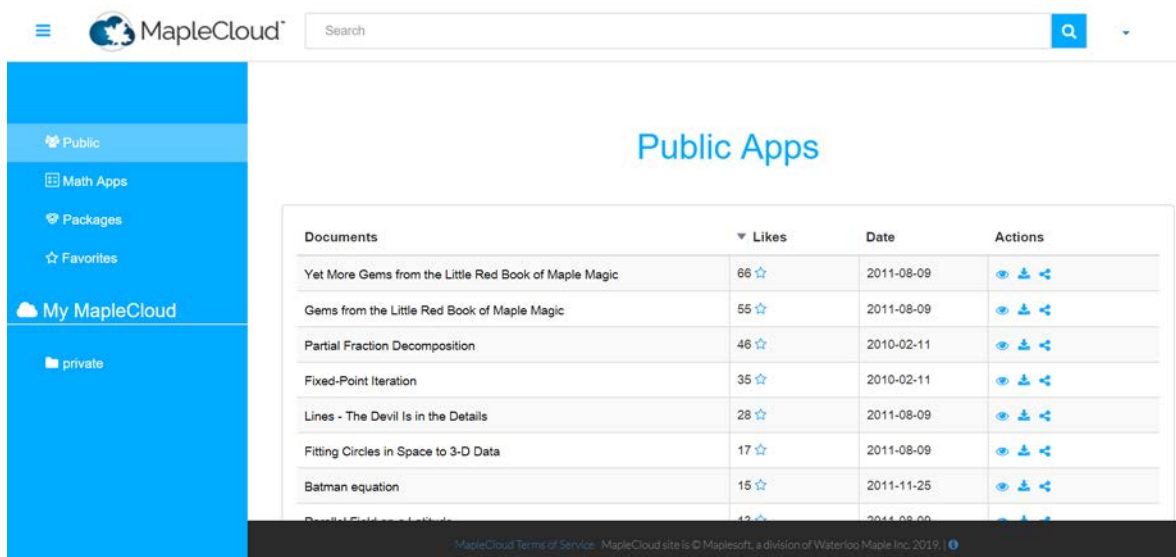


Рис. 197. Середовище MapleCloud (<https://maple.cloud>)

MapleCloud дозволяє отримати безкоштовний повний доступ через Maple Player. Після завантаження та інсталяції Maple Player з'являється можливість роботи в автономному режимі. Користувачі, що використовують встановлену програму Maple, отримують доступ та миттєве завантаження документів з MapleCloud [18].

У MapleCloud наявні численні математичні додатки, що дають змогу проводити різної складності обчислення в таких галузях як статистика, фізика, інженерія та ін.

Варто зазначити, що студенти ЗВО можуть використовувати інтерактивні документи MapleCloud, а не лише переглядати їх, а також ефективно застосовувати інструменти для онлайн навчання без вимоги придбання програмного ліцензійного забезпечення [18].

Scilab – пакет прикладних математичних програм, що являє собою потужне середовище для технічних та наукових розрахунків, а саме для розв'язання нелінійних рівнянь та систем, розв'язання задач лінійної алгебри, розв'язання задач оптимізації; диференціювання та інтегрування; обробка експериментальних даних (інтерполяція, апроксимація, метод найменших квадратів).

Крім того, що він містить значний арсенал математичних функцій, також дозволяє створення нових, використовуючи мови програмування такі як C, C++, Fortran та інші. Scilab успішно працює на різних версіях операційних систем, таких як: Linux, Windows, Mac OS.

Scilab був спроектований як відкрита система, в яку користувачі можуть додавати свої типи даних та операції. Також наявні інструменти для побудови 2D й 3D графіки, анімації [31].

На офіційній сторінці Scilab (<https://www.scilab.org>) завжди можна завантажити останню версію програми. Програмне забезпечення надається безкоштовно. Крім того, на сторінці розміщено низку електронних підручників (серед них підручники зі статистики, машинного навчання, моделювання, оптимізації та інші категорії), приклади застосування Scilab у розв'язанні різногалузевих задач, сервіси Scilab, а також хмаро орієнтований додаток від Scilab [31].

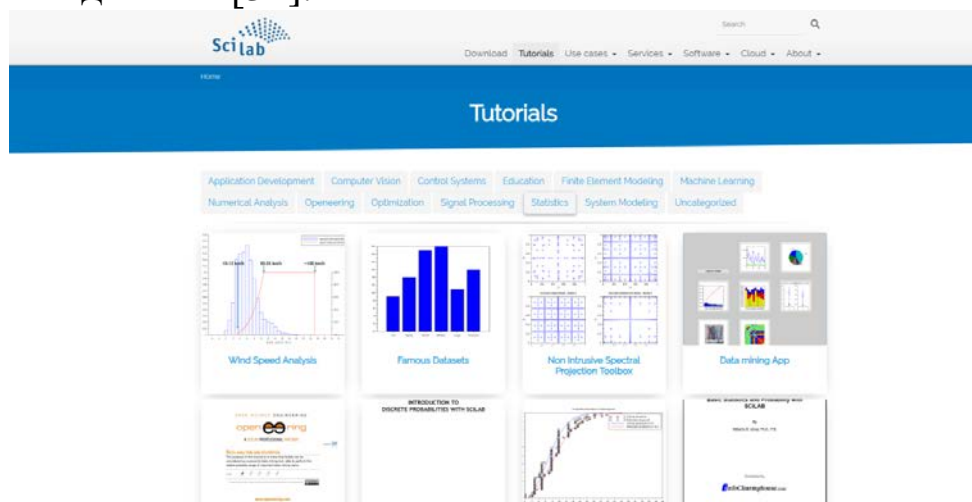


Рис. 198. Сторінка Scilab, розділ «Підручники»

Scilab пропонує Scilab Cloud, що дозволяє додатку запуск власних алгоритмів з боку сервера та відображення користувацького інтерфейсу у довільному веб-браузері, що супроводжує нові можливості для розгортання наукових та імітаційних додатків. Scilab Cloud використовує централізацію даних, що використовує додаток, а також приховування коду від кінцевого користувача, що забезпечує захист інтелектуальної власності.

Scilab Cloud Solutions реалізовано як:

- веб- додаток (web application), – простий доступ та ідентифікація, можливості налаштування та управління, можливість створення вкаладок для складніших додатків, інтерактивний ввід даних та їх візуалізація;
- Scilab Cloud API, – в хмарі додаток поширюється як сервіс з відкритим інтерфейсом прикладного програмування (API),

що може вільно використовуватися для інтерпретації коду в хмарах в якості SaaS (програмне забезпечення як послуга) [29];

- зв'язок Google таблицями (link with Google Spreadsheet), – можливість використовувати макроси Scilab в Google таблицях, подібно тому як макроси у MS Excel + VBA. Після застосування макросів Scilab до власних даних в електронній таблиці Google, відкривається доступ до спільної роботи Gsuite.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Benson Vladlena, Morgan Stephanie. Student Experience and Ubiquitous Learning in Higher Education: Impact of Wireless and Cloud Applications // Creative Education. – Vol.4, No.8A. – 2013. – P.1-5. – [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.scirp.org/journal/ce/> – Title from the screen.
2. Biswas Sourya. How Can Cloud Computing Help In Education? / Sourya Biswas. – [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.cloudtweaks.com/2011/02/how-can-cloud-computing-help-in-education/>. – Title from the screen.
3. Britto Marwin. Cloud Computing in Higher Education / Marwin Britto // Library Student Journal. – [Electronic Resource]. – Mode of access : <http://www.librarystudentjournal.org/index.php/ljsj/article/view/289/321>. – Title from the screen.
4. canvas [Electronic Resource] – Mode of access : URL : <https://www.canvaslms.com/higher-education/>. – Title from the screen.
5. CYPHER Learning [Electronic Resource] – Mode of access : URL : <http://www.cypherlearning.com/>. – Title from the screen.
6. Fundacion German Sanchez Ruiperez and IBM Implement a Cloud Computing Solution for Education [Electronic Resource] – Mode of access : URL : http://goliath.ecnext.com/coms2/gi_0199-13346074/Fundacion-German-Sanchez-Ruiperez-and.html. – Title from the screen.
7. Gallagher S. VMware Private Cloud Computing with vCloud Director / Simon Gallagher, Joe Baguley, Aidan Dalgleish. – Indianapolis : Wiley, 2013. – 432 p.
8. Google Cloud. URL: <https://cloud.google.com/>.
9. Google Data Studio. URL: <https://datastudio.google.com/>
10. Google Dataset Search. URL: <https://datasetsearch.research.google.com/>.
11. Google Public Data. URL: <https://www.google.com/publicdata/directory?hl=en>.
12. IBM Cloud Academy [Electronic Resource] – Mode of access : URL : <http://www.ibm.com/solutions/education/cloudacademy/us/en>. – Title from the screen.

13. iSpring [Electronic Resource] – Mode of access : URL : <http://www.ispringsolutions.com/>. – Title from the screen.
14. Jenhani Amor. Cloud computing in German Higher educational institutions. – Koblenz, am 20. – 2011. – 71 p.
15. learnernation [Electronic Resource] – Mode of access : URL : <http://www.learnernation.com/>. – Title from the screen.
16. Lepi K. The Future of Higher Educational and Cloud Computing [Electronic Resource] / Katie Lepi. – Mode of access : URL : <http://www.edudemic.com/2013/02/higher-educational-and-cloud-computing>. – Title from the screen.
17. Liu Jiayi. Cloud computing modernizes education in China [Electronic Resource] – Mode of access : URL : <http://www.zdnet.com/cn/cloud-computing-modernizes-education-in-china-7000015196/>. – Title from the screen.
18. Maplesoft. URL: <https://www.maplesoft.com/>
19. Marks, Eric A. Executive's guide to cloud computing / Eric A. Marks, Bob Lozano. – John Wiley & Sons, Inc., 2010. – 285 p.
20. Marshall Cavendish Online [Electronic Resource] – Mode of access : URL : <http://www.lead.com.sg/LEAD/LoginHTML/casestudies.html>. – Title from the screen.
21. McCollum C. Middle school using cloud computing for down-to-earth education [Electronic Resource] / Carmen McCollum. – Mode of access : URL : http://www.nwitimes.com/news/local/lake/hobart/middleschool-using-cloud-computing-for-down-to-earth-education/article_377a141f-b5f7-56e9-b3af-8dd408781e13.html. – Title from the screen.
22. MEI. URL: <http://mei.org.uk/>
23. Moodle [Electronic Resource] – Mode of access : URL : www.moodle.com – Title from the screen.
24. Neo lms [Electronic Resource] – Mode of access : URL : <https://www.neolms.com/>. – Title from the screen.
25. Next generation learning system [Electronic Resource] – Mode of access : URL : <https://www.geen.io/>. – Title from the screen.
26. NMC Horizon Project // NMC Sparking innovation, learning and creativity [Electronic Resource]. – Mode of access : URL :

http://www.nmc.org/horizon-project&usg=ALkJrhi_umgcuMkE7qAYCFxq40U_huokqQ. – Title from the screen.

27. Oracle Taleo Cloud Service [Electronic Resource] – Mode of access : URL : <http://www.oracle.com/index.html>. – Title from the screen.
28. Pratt, D., Davies, N., & Connor, D. (2011). The role of technology in teaching and learning statistics. In C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), Teaching statistics in school mathematics-challenges for teaching and teacher education (pp. 97-107). New York: Springer Science+Business Media B.V. 2011.
29. Saket Choudhary, Vishnu Raj, K. Sanmugasundaram, Gyan Singh Patel, Kannan K. Moudgalya. (2013). Scilab on Cloud and Textbook Companion Project: A Web 2.0 Service for Open Source Education. 438-443. 10.1109/CLOUDCOM-ASIA.2013.92. URL: https://www.researchgate.net/publication/263928675_Scilab_on_Cloud_and_Textbook_Companion_Project_A_Web_20_Service_for_Open_Source_Education Masud, A.H., Huang, X.: An E-learning System Architecture based on Cloud Computing. World Academy of Science, Engineering and Technology 62, 71–76 (2012)
30. Schoology [Electronic Resource] – Mode of access : URL : www.schoology.com. – Title from the screen.
31. Scilab. URL: <https://www.scilab.org>
32. Vakaliuk Tetiana. Advantages and disadvantages of use cloud data warehouse / Tetiana Vakaliuk, Mariya Medvedyeva // Journal L'Association 1901 "SEPIKE". – Frankfurt, Deutschland. – Poitiers, France. – Los Angeles, USA. – Edition 11. – 2015. – P. 104-106.
33. Vakaliuk Tetiana. Creating presentations for cloud services / Tetiana Vakaliuk // Journal L'Association 1901 "SEPIKE". – Osthofen, Deutschland. – Poitiers, France. – Los Angeles, USA. – Edition 05. – 2014. – P. 84-88.
34. Vakaliuk Tetiana. Using coverage of cloud technology in higher education in the works of foreign scholars / Tetiana Vakaliuk // British Journal of Science, Education and Culture, 2014, No.2. (6) (July-December). Volume I. “London University Press”. London, 2014. – 410 p. – P. 295-299

35. [Vzdělávací centra](http://icstic.cz/). Microsoft® Partneri ve vzdělávání [Electronic Resource] – Mode of access : URL :<http://icstic.cz/>. – Title from the screen.
36. William Y. Chang. Transforming Enterprise Cloud Services / William Y. Chang, Hosame Abu-Amara, Jessica Sanford. – Springer, 2010. – 428 p.
37. Архіпова Т. Л. Технології «хмарних обчислень» в освітніх закладах / Т. Л. Архіпова, Т. В. Зайцева // Хмарні технології в освіті : матеріали Всеукраїнського науковометодичного Інтернет-семінару (Кривий Ріг – Київ – Черкаси – Харків, 21 грудня 2012 р.). – Кривий Ріг : Видавничий відділ КМІ, 2012. – С. 72.
38. Бас С.В. Wolfram|Alpha: можливості застосування у навчанні вищої математики студентів економічних спеціальностей. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : – <https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/NZ-PMFMTO/article/viewFile/365/353>
39. Биков В. Ю. Теоретико-методологічні засади створення і розвитку сучасних засобів та е-технологій навчання // Розвиток педагогічної і психологічної наук в Україні 1992–2002 : зб. наук. праць до 10-річчя АПН України / Академія педагогічних наук України. – Частина 2. – Х. : ОВС, 2002. – С. 182–199.
40. Биков В. Ю. Хмарні технології, ІКТ-аутсорсинг і нові функції ІКТ підрозділів освітніх і наукових установ // Інформаційні технології в освіті. – №10. – 2011. – С. 8-23.
41. Вакалюк Т.А. Можливості використання хмарних технологій в освіті // Актуальні питання сучасної педагогіки. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Острог, 1-2 листопада 2013 року). – Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2013. – С. 97–99.
42. Вакалюк Т.А. Хмарні технології в освіті. Навчально-методичний посібник для студентів фізико-математичного факультету. – Житомир: вид-во ЖДУ, 2016. – 72 с.
43. Вакалюк Т. А. Вибір хмарної платформи для проектування хмаро орієнтованого навчального середовища для підготовки бакалаврів інформатики // Наукові записки. Випуск 8. Серія: Проблеми методики фізико- математичної і технологічної освіти. Частина 3. Кіровоград: КДПУ ім. В.Винниченка, 2015. С. 3–7.

44. Вакалюк Т. А. Види та призначення електронних засобів навчання // Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології у виробництві та освіті: стан, досягнення, перспективи розвитку: матеріали Всеукраїнської науково-практичної Internet-конференції. – Черкаси, 2014. – С. 110–112.
45. Вакалюк Т. А. Використання інформаційно-комунікаційних технологій в загальноосвітніх школах для підвищення якості освіти / Вакалюк Т. А., Шевельова М. К. // Інформаційно-комунікаційні технології як засіб підвищення якості освіти/ Зб. наук. гр. [ред. кол.: В.Є. Берека (гол) та ін.]. – Хмельницький : Видавництво ХОІППО, 2015. – С. 40-45.
46. Вакалюк Т. А. Можливості використання хмарних сховищ// Інформаційно-комунікаційні технології навчання: тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції, 23 травня 2014 р. / МОН України, Уманський ДПУ імені Павла Тичини; гол. ред. Ткачук Г.В. – Умань : ФОП Жовтий О.О., 2014. – С. 19–22.
47. Вакалюк Т. А. Можливості використання хмарних технологій в освіті // Актуальні питання сучасної педагогіки. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції (м. Острог, 1-2 листопада 2013 року). – Херсон : Видавничий дім «Гельветика», 2013. – С. 97–99.
48. Вакалюк Т. А. Необхідність створення хмаро орієнтованого навчального середовища для підготовки бакалаврів інформатики // Звітна наукова конференція Інституту інформаційних технологій і засобів навчання НАПН України : Матеріали наукової конференції. – Київ : ІТЗН НАПН України, 2014. – С. 9-11.
49. Вакалюк Т. А. Огляд існуючих моделей хмарних послуг для використання у вищих навчальних закладах // Тези доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції «Інформаційно-комп'ютерні технології – 2016» (22–23 квітня 2016 р.). – Житомир : ЖДТУ, 2016. – С. 215-217.
50. Вакалюк Т. А. Основні поняття хмаро орієнтованого навчального середовища / // Нові інформаційні технології для всіх "ІТЕА 2014": збірка праць Дев'ятої міжнародної конференції. – Режим

доступу

<http://issuu.com/iteaconf/docs/itea2014ua1/1?e=5444579/11083293>

51. Вакалюк Т. А. Переваги використання електронних посібників у навчальних закладах України / Вакалюк Т. А., Кончаківський Ю. О. // Комп'ютер у школі та сім'ї. – № 4 (116). – 2014. – С. 22–24.
52. Вакалюк Т. А. Перспективи використання хмарних технологій у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів України / Т. А. Вакалюк, В. В. Поліщук // Педагогіка вищої та середньої школи. – Випуск 46. – Кривий Ріг, 2015. – С. 114-119.
53. Вакалюк Т. А. Перспективи використання хмаро орієнтованого навчального середовища у підготовці бакалаврів інформатики // Матеріали доповідей на науково-практичного семінару “Хмарні технології в сучасному університеті” (ХТСУ-2015): Черкаси, 24 березня 2015 р. – Черкаси: ЧДТУ, 2015. – С. 5-6.
54. Вакалюк Т. А. Підходи до створення різних видів навчального середовища у закладах зарубіжжя // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – II(16), Issue: 33. – BUDAPEST, 2014. – P. 38-41.
55. Вакалюк Т. А. Теоретичні підходи до проектування хмаро орієнтованого навчального середовища у вітчизняній та зарубіжній літературі // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія №2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання: Зб. наук. праць /Редрада. – К.: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. – № 17 (24). – С. 90-94
56. Вакалюк Т. А. Хмарний сервіс для створення документів з можливістю надання прав спільного доступу декільком користувачам // Психолого-педагогічні проблеми сільської школи : збірних наукових праць Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини / [ред. кол. : Побірченко Н. С. (гол. ред.) та інші]. – Умань : ФОП Жовтий О. О., 2014. – Випуск 48. – С. 65–70.
57. Вакалюк Т. А. Хмаро орієнтоване навчальне середовище: категорійно-понятійний апарат // Науковий вісник Ужгородського національного університету: Серія «Педагогіка. Соціальна робота». – № 35. – Ужгород, 2015. – С. 38-41.

58. Гаврилюк О.Д. Особливості підготовки бакалаврів статистики // Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Серія: Педагогіка. – № 1 (20). – Мелітополь, 2018. – 309 с. – С. 250-255.
59. Гаврилюк О.Д. Хмарні технології у навчальному процесі // Актуальні питання сучасної інформатики: Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю "Сучасні інформаційні технології в освіті та науці" (10-11 листопада 2016 р.) / за ред. Т. А. Вакалюк. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2016. – Вип. 3. – 292 с. – С. 261-263.
60. Жалдак А.В. Оперативна обробка даних за допомогою використання туманних технологій. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://compi.com.ua/operativna-obrobka-danih-za-dopomogoyu-vikoristannya-tumannih.html>. – Назва з екрану.
61. Кисельов Г. Д. Застосування хмарних технологій в дистанційному навчанні / Г. Д. Кисельов, К. В. Харченко // Системный анализ и информационные технологии: 15-я международная научно-техническая конференция "САИТ-2013", 27–31 мая 2013, Киев, Украина : материалы. – К. : УНК"ИПСА" НТУУ"КПИ", 2013. – С. 351.
62. Лавріщева К. М. Індустріальний підхід до розробки і виконання прикладних систем в гетерогенних розподілених середовищах / К. М. Лавріщева, А. Ю. Стеняшин // International Conference "Parallel and Distributed Computing Systems". – 2013. – С. 196–204.
63. Литвинова С. Г. Хмарні технології в управлінні дошкільними навчальними закладами / Информационно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере Выпуск 8. – Симферополь : ФЛП Бондаренко О.А., 2013. – С.99-101.
64. Литвинова С. Г. Етапи, методологічні підходи та принципи розвитку хмаро орієнтованого навчального середовища загальноосвітнього навчального закладу / С. Г. Литвинова // Комп'ютер у школі та сім'ї. – № 4 (116). – 2014. – С. 5–11.
65. Литвинова С. Г. Поняття й основні характеристики хмаро орієнтованого навчального середовища середньої школи / Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – №2 (40). –

- С. 26-41. – Режим доступу до журн. : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/970/756>.
66. Литвинова С. Г. Хмарні технології в управлінні дошкільними навчальними закладами // Информационно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере Выпуск 8. – Симферополь : ФЛП Бондаренко О.А., 2013. – С. 99-101.
67. Мігунова І. А. Використання хмарних технологій у процесі управління навчальним закладом Режим доступу: http://osvita.ua/school/lessons_summary/administration/43072/.
68. Семеріков С. О. Хмарні технології навчання: витоки / О. М. Маркова, С. О. Семеріков, А. М. Стрюк // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – №2 (46). – С. 29-44. – Режим доступу до журн. : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1234/916#.VfFO4NLtmko>.
69. Стрюк А. М. Система хмаро орієнтованих засобів навчання як елемент інформаційного освітньо-наукового середовища ВНЗ / А. М. Стрюк, М. В. Рассовицька // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2014. – №4 (42). – С. 150-158. <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1087/829>.
70. Хмарні технології. Переваги і недоліки. <https://valtek.com.ua/ua/system-integration/it-infrastructure/clouds/cloud-technologies>.
71. Шишкіна М. П. Systems of computer mathematics in the cloud-based learning environment of the educational institution [Електронний ресурс] / . П. Шишкіна, У. П. Когут, М. В. Попель // Science and Education a New Dimension. Pedagogy and Psychology. – 27 (II(14)). – pp. 75-78. – Режим доступу : <http://lib.iitta.gov.ua/6499/1/article-science-edu.pdf>.
72. Шишкіна М. П. Хмаро орієнтоване освітнє середовище навчального закладу: сучасний стан і перспективи розвитку досліджень [Електронний ресурс] / М. П. Шишкіна, М. В. Попель // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2013. – №5 (37). – С. 66-80. – Режим доступу до журн. : <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/903/676>.