



Інформаційно-комунікаційні технології в освіті

УДК 004.942

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.17843398>

Web-орієнтований програмний комплекс організації хмарних обчислень у педагогічній діяльності

Павленко Віталій Данилович

Доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютеризованих систем та програмних технологій, НУ «Одеська політехніка», м. Одеса, Україна, 65044,
email: pavlenko_vitalij@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-5655-4171>

Ілуца Андрій Сергійович

Аспірант кафедри комп'ютеризованих систем та програмних технологій, НУ «Одеська політехніка», м. Одеса, Україна, 65044,
email: ilutsa.a.s@op.edu.ua, <https://orcid.org/0009-0007-3445-8481>

Прийнято: 14.11.2025 | Опубліковано: 30.11.2025

Анотація: Метою є створення інтегрованого web-орієнтованого програмного комплексу організації хмарних обчислень, який поєднує можливості роботи з програмним кодом для розробки інструментальних засобів (PaaS) та використання готових інструментальних засобів у вигляді GUI-інтерфейсів (SaaS) для забезпечення ефективної організації навчального процесу, підвищення його інтерактивності та доступності. Такий підхід забезпечує ефективну організацію навчальної діяльності, надаючи студентам і викладачам можливість виконувати практичні та лабораторні завдання, проводити експерименти, аналізувати дані, створювати власні освітні сценарії та співпрацювати у спільних проєктах у режимі реального часу. Комплекс орієнтований на створення освітнього простору, використання якого дозволяє



перетворити звичайні завдання на елементи інтерактивного навчального процесу, де кожен студент не лише споживає готову інформацію, а й активно формує власний освітній досвід. Завдяки хмарній реалізації користувач отримує доступ до інструментів із будь-якого пристрою, без обмежень, пов'язаних із технічними ресурсами чи операційною системою. Це створює рівні можливості для всіх учасників освітнього процесу, сприяє цифровій інклюзії та дозволяє ефективно організовувати дистанційне і змішане навчання. Особливо важливим є вплив комплексу на формування цифрової компетентності - вміння працювати з даними, алгоритмами, програмними інструментами, а також ефективно взаємодіяти у командах. Викладач отримує інструмент для побудови навчальних курсів, у яких теоретичні знання поєднуються з експериментом, а навчальний процес набуває ознак дослідницької діяльності. Також, комплекс має ниску переваг по відношенню до існуючих аналогів, а саме: можливість створення GUI-інтерфейсів для керування параметрами експериментів та зв'язувати їх з програмним кодом; можливість проводити експерименти, використовуючи віддалені сенсори (датчики). У підсумку, застосування комплексу дозволяє досягти якісно нового рівня організації навчання в умовах цифрової трансформації.

Ключові слова: *web-платформа, дистанційна освіта, цифрова освіта, PaaS, SaaS, хмарні технології, хмарні обчислення.*

Web-oriented software complex for organizing cloud computing in pedagogical process

Pavlenko Vitaliy

Doctor of Technical Sciences, Professor of department «Computerized systems and software technologies», Odesa Polytechnic National University, Odesa,

Ukraine, 65044, email: pavlenko_vitalij@ukr.net,

<https://orcid.org/0000-0002-5655-4171>



Plutsa Andrii

PHD student of department «Computerized systems and software technologies»,
Odesa Polytechnic National University, Odesa, Ukraine, 65044, email:
ilutsa.a.s@op.edu.ua, <https://orcid.org/0009-0007-3445-8481>

Abstract: *The goal is to create an integrated web-oriented software complex for organizing cloud computing, which combines the capabilities of working with program code for developing tools (PaaS) and using ready-made tools in the form of GUI interfaces (SaaS) to ensure effective organization of the educational process, increase its interactivity and accessibility. This approach ensures effective organization of educational activities, providing students and teachers with the opportunity to perform practical and laboratory tasks, conduct experiments, analyze data, create their own educational scenarios and collaborate on joint projects in real time. The complex is focused on creating an educational space, the use of which allows you to transform ordinary tasks into elements of an interactive educational process, where each student not only consumes ready-made information, but also actively forms his own educational experience. Thanks to cloud implementation, the user gets access to tools from any device, without restrictions related to technical resources or operating system. This creates equal opportunities for all participants in the educational process, promotes digital inclusion and allows for effective organization of distance and blended learning. The impact of the complex on the formation of digital competence is especially important - the ability to work with data, algorithms, software tools, as well as to effectively interact in teams. The teacher receives a tool for building training courses in which theoretical knowledge is combined with experimentation, and the educational process acquires the characteristics of research activity. Also, the complex has a number of advantages over existing analogues, namely: the ability to create GUI interfaces to control experiment parameters and link them to program code; the ability to conduct experiments using remote sensors (sensors). As a result, the use of the*



complex allows you to achieve a qualitatively new level of organization of training in the conditions of digital transformation.

***Keywords** web-platform, distance education, digital education, PaaS, SaaS, cloud technologies, cloud computing.*

Постановка проблеми. Освіта XXI століття стрімко змінюється під впливом цифрових технологій та зростання обсягів інформації. Особливо гостро ці зміни проявилися в період пандемій та інших надзвичайних ситуацій, коли виникла критична необхідність у стабільних, віддалених цифрових рішеннях, здатних забезпечити безперервність навчання.

Стрімка цифровізація освіти актуалізувала потребу у віддалених хмарних середовищах, що здатні інтегрувати навчальну, дослідницьку та практичну діяльність студентів. Сучасний освітній процес дедалі частіше потребує не лише доступу до електронних ресурсів, а і можливості проводити експерименти, працювати з даними, моделювати процеси та взаємодіяти з комплексними інструментами у реальному часі.

Наявні віддалені хмарні рішення, попри широкий функціонал окремих інструментів, здебільшого залишаються фрагментованими: вони підтримують лише окремі аспекти освітньої діяльності та не забезпечують повного циклу роботи з даними: отримання та обробка даних, моделювання, аналіз та представлення результатів. У багатьох випадках студенти та викладачі змушені використовувати кілька несумісних між собою засобів, що ускладнює організацію навчального процесу, знижує ефективність досліджень і створює додатковий технічний бар'єр.

Відсутність узгодженого, інтерактивного хмарного середовища, у якому було б можливо одночасно навчатися, проводити експерименти, аналізувати дані та презентувати результати, формує проблему сучасної освіти. Саме ця фрагментованість перешкоджає цілісному формуванню таких навичок як:



уміння працювати з даними, досліджувати реальні процеси, критично мислити та застосовувати знання на практиці. Це є критично важливими для роботи в умовах інформаційного суспільства.

Проблема полягає у відсутності хмарних програмних засобів, які здатні об'єднати різні аспекти навчальної й дослідницької діяльності в єдиному хмарному середовищі, забезпечити безперервність роботи з даними та надати студентам можливість розробки інструментальних засобів та моделювання реальних процесів в інтерактивному середовищі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Хмарні сервіси забезпечують доступ до обчислювальних потужностей, серверів, сховищ даних, мережевої інфраструктури і аналітичних інструментів та реалізують декілька моделей надання хмарних послуг, головними з яких є Software as a Service (SaaS) та Platform as a Service (PaaS) [1-5]. SaaS дає користувачу готові інструментальні засоби та інтерфейси, тоді як PaaS надає середовище для розробки та тестування. Поєднання цих моделей створює унікальні можливості як для навчального процесу, так і для наукових досліджень.

Зокрема, поєднання моделей Platform as a Service (PaaS) та Software as a Service (SaaS) може створювати унікальне середовище, де користувач може одночасно працювати як із програмним кодом, так і з готовими інтерфейсними рішеннями. Для освітньої практики це означає, що студенти, які мають схильність до програмування, можуть удосконалювати алгоритми та створювати власні модулі, тоді як інші користувачі зосереджуються на роботі з інтерфейсами, зберігаючи можливість брати участь у дослідницьких чи навчальних проєктах.

Особливість такого підходу полягає у його універсальності. Він відкриває нові можливості для поєднання наукових досліджень і навчання, для організації спільних студентських проєктів, для розробки практико-орієнтованих завдань. Хмарні сервіси долають бар'єри між різними рівнями користувачів: вони



однаково доступні і студенту-першокурснику, і досвідченому викладачу, і науковцю, що працює над складним дослідницьким завданням.

Сучасні дослідження підтверджують ефективність віддалених лабораторій та хмарних сервісів у вищій освіті, однак більшість рішень реалізована лише в одному із двох форматів - або як готові інструменти типу SaaS, або як середовища для роботи з кодом, притаманні PaaS, без їх поєднання.

У роботах [6-7] показано, що віддалені лабораторії сприяють активному навчанню та розширюють доступ студентів до експериментальної діяльності. Проте ці рішення працюють виключно як SaaS-інструменти, де користувач має доступ до готової інфраструктури, але не може змінювати або розширювати функціональність на рівні програмного коду. Навіть у складних апаратно-орієнтованих комплексах, інтегрованих з IoT [7], користувачі отримують лише інтерфейс доступу, але не повноцінне середовище розробки.

Подібна ситуація спостерігається у огляді віртуальних комп'ютерних лабораторій [8], де акцент робиться на потребі віддаленого доступу до інструментів програмування під час таких обмежень, як пандемії. Такі рішення належать до класу PaaS, але не пропонують інтегрованих графічних інтерфейсів або готових навчальних модулів, характерних для SaaS. Тобто користувач може працювати з кодом, але не має можливості запускати або комбінувати вже створені інструментальні засоби.

В статті [9] розглянуто питання аналітики в хмарних лабораторіях, де основна увага приділяється збору та обробці навчальних даних, а також моніторингу активності студентів. Запропоновані інструменти відносяться до SaaS сервісів, оскільки надають готовий функціонал без можливості програмного розширення, властивого PaaS сервісам. У результаті, відсутнє єдине стандартизоване середовище, що поєднує інструменти аналізу, виконання та управління лабораторними й освітніми процесами.



Розвиток віддалених лабораторій у спеціалізованих галузях, зокрема кібербезпеці [10] та інженерії керування [11], підтверджує зростання попиту на хмарні інструменти. Але всі розглянуті рішення мають фіксовану структуру та не передбачають можливості комбінувати власні програмні модулі з розробленими інтерфейсами, що є ключовим недоліком відсутності PaaS-компонента.

У роботах [12-15] аналізуються підходи до вибору хмарного програмного забезпечення та створення ефективного освітнього середовища. Доведено, що хмарні сервіси забезпечують мобільність, доступність і гнучкість навчання. Водночас усі досліджені рішення орієнтовані або на використання готових інструментів (SaaS), або на окремі сервіси, які не дозволяють гнучко розробляти власні інструментальні модулі у вигляді GUI-інтерфейсів (PaaS).

Сьогодні у якості хмарних платформ активно використовуються такі інструменти як:

- Project Jupyter - популярний інструмент для хмарних обчислень, орієнтований на Python, без підтримки спільної роботи, створення GUI та інтеграції з апаратурою.
- Google Colab базується на Jupyter, додає хмарну інфраструктуру та можливість ділитися проєктами з користувачами, але теж обмежений Python і не підтримує створення GUI або інтеграцію апаратних засобів (сенсори та інше).
- OnlineGDB підтримує багато мов (C, C++, Java, Python, JavaScript тощо) і зручний для тестування коротких програм, проте не забезпечує соціальної взаємодії, створення GUI та підключення сторонніх апаратних засобів.
- MATLAB Online надає потужні обчислювальні засоби та графіки, але не дозволяє створювати користувацькі інтерфейси, працювати спільно або підключати сенсори. Також обмежений власною мовою MATLAB.



Це більше інтерактивні блокноти, ніж платформи для проведення експериментів і роботи з результатами обробки даних. Вони використовуються як редактори та середовища виконання переважно для однієї мови програмування, не забезпечуючи можливість працювати над програмним кодом проєктів на декількох мовах програмування та не надаючи можливості взаємодіяти з вже реалізованими GUI-інтерфейсами для хмарних обчислень, що дуже важливо у міждисциплінарних дослідженнях. Також, наразі в існуючих програмних засобах відсутня можливість інтеграції сторонніх апаратних засобів у вигляді різних сенсорів та іншої апаратури, яка дозволяє проводити експерименти та збирає дані експериментів.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Виходячи за аналізу, існує потреба у створенні програмних засобів що підтримуватиме хмарні обчислення одночасно за двома концепціями: PaaS та SaaS. Це дасть можливість ефективно працювати у дослідницьких і навчальних напрямках як з програмним кодом на таких мовах програмування як Python, JavaScript для удосконалення або розробки інструментальних засобів, так і з вже реалізованими інструментальними засобами у вигляді GUI-інтерфейсів, що значно підвищить доступність для здобувачів освіти. Також, важливою частиною є соціальна складова, яка дозволить створити стандартизоване єдине середовище та спростити обмін даними між науковцями, підвищити продуктивність наукових досліджень та освітніх процесів, чого немає у існуючих рішеннях.

Метою є розробка web-орієнтованого програмного комплексу організації хмарних обчислень, який поєднує можливості роботи з програмним кодом для розробки інструментальних засобів та використання готових інструментальних засобів у вигляді GUI-інтерфейсів для забезпечення ефективної організації навчального процесу, підвищення його інтерактивності та доступності.

Результати дослідження. Розроблено web-орієнтований програмний комплекс [16-18] для підвищення ефективності учбового та дослідницького

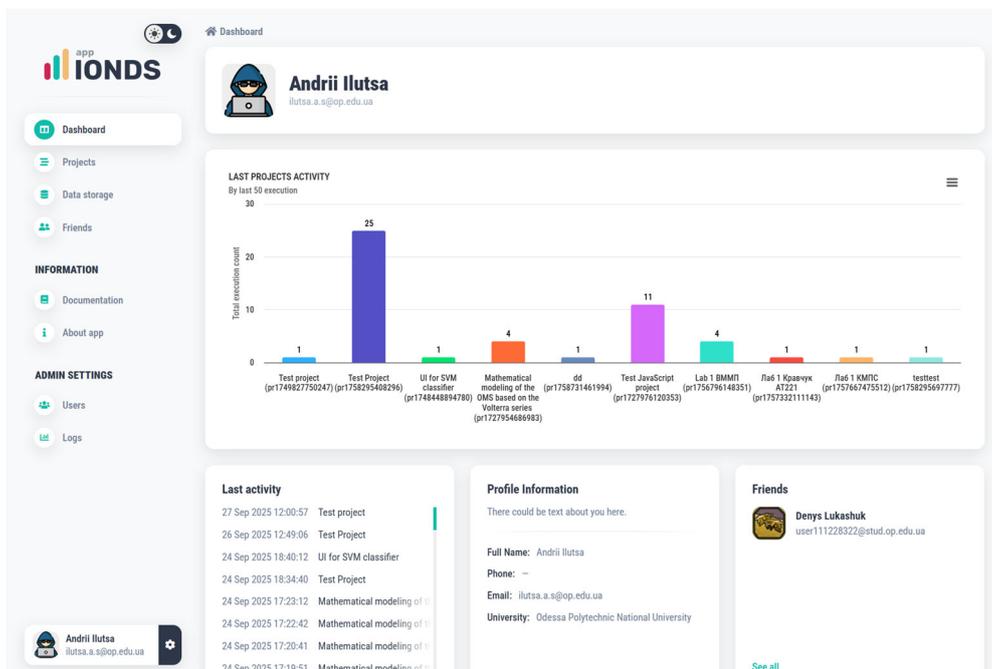
процесу, що реалізується завдяки поєднанню двох моделей організації хмарних обчислень: PaaS (платформа як сервіс) і SaaS (програмне забезпечення як сервіс). Розроблений комплекс становить унікальне рішення, адже він поєднує в собі дві концепції організації роботи - створення власних інструментальних засобів та користування готовими у вигляді GUI-інтерфейсів. Саме ця подвійність робить його універсальним: він однаково підходить як для студентів, так і для досвідчених дослідників, що володіють навичками програмування.

На сторінці входу користувачі можуть отримати доступ до функцій комплексу, ввівши своє ім'я користувача та пароль. Також, для доступу до функцій комплексу користувачам доступна авторизація за допомогою Google-провайдера.

Головна сторінка (рис. 1) комплексу виконує роль інформаційної панелі.

Рисунок 1

Головна сторінка сервісу



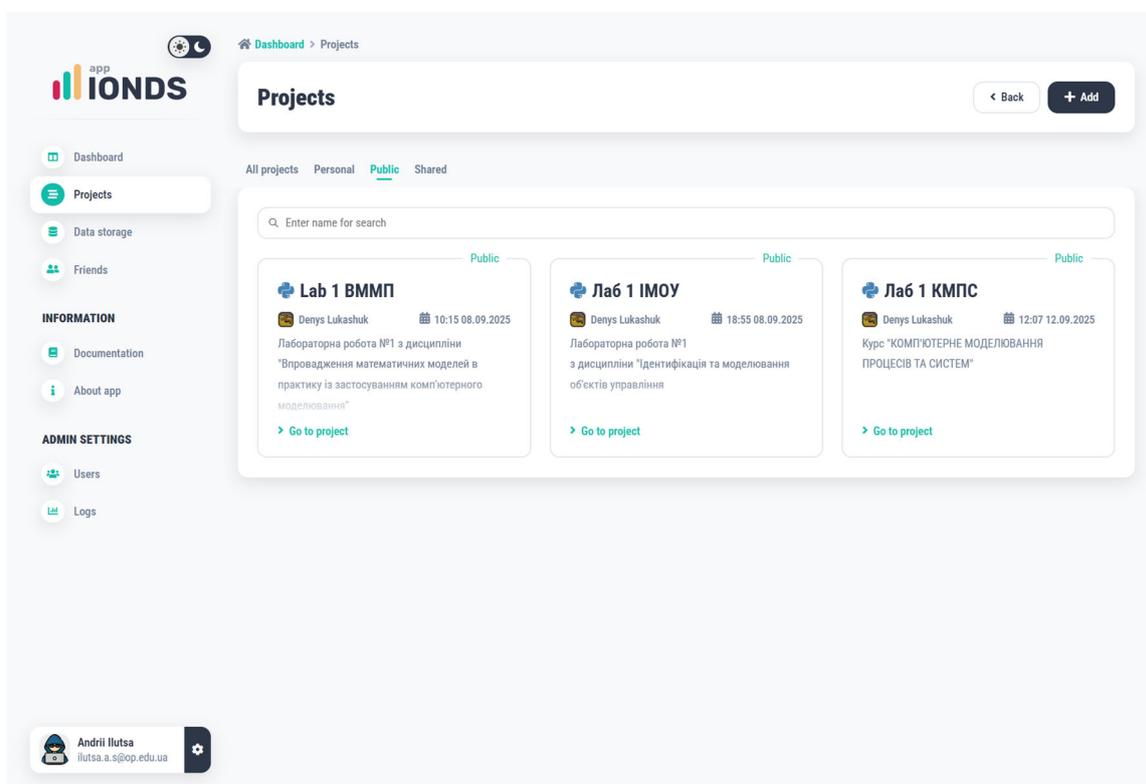
Вона об'єднує всі ключові дані для користувача: статистика виконання проєктів, остання активність акаунту, перелік власних проєктів, перелік обраних акаунтів, особиста інформація профілю. Крім того, на цій сторінці користувачі можуть

перейти до повного списку обраних користувачів та проєктів, натиснувши відповідні посилання або кнопки.

Сторінка проєктів (рис. 2) надає доступ до публічних проєктів, особистих проєктів користувача та проєктів, якими поділилися з користувачем. Карта проєкту, яка відображається на сторінці, містить короткий опис: назву, дату останнього редагування, автора та короткий огляд проєкту. На цій сторінці користувачі можуть створювати нові публічні або приватні проєкти.

Рисунок 2

Сторінка переліку проєктів

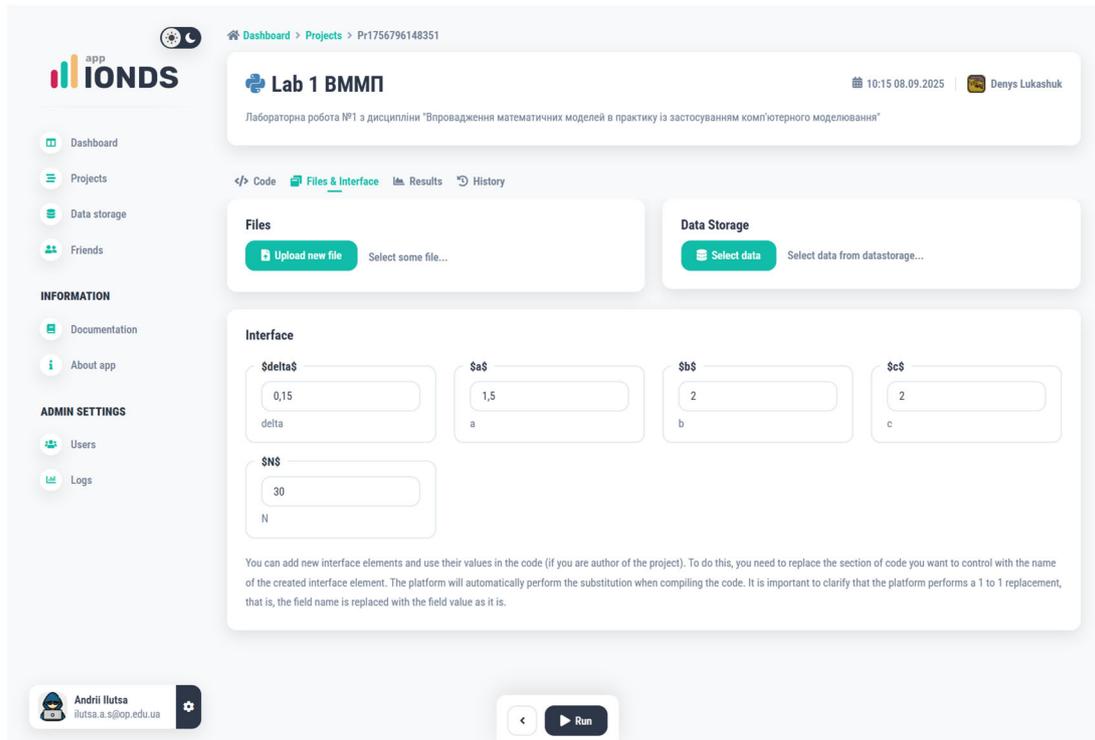


Коли користувач відкриває певний проєкт, він потрапляє на його сторінку (рис. 3). Її функціональність залежить від того, чи є користувач автором, чи просто переглядачем.



Рисунок 3

Сторінка проєкту



Якщо користувач є автором, він може: редагувати код, конструювати або використовувати інтерфейс для налаштування параметрів досліджень, запускати обчислення, переглядати результати досліджень у текстовому та графічному форматах. Якщо проєкт належить іншому досліднику і є публічним, користувач не може його змінювати, але має змогу запускати код, змінювати параметри досліджень (якщо для проєкта створено інтерфейс) та переглядати результати у текстовому та графічному форматах.

Таким чином, сторінка проєкту стає робочим простором, де дослідження або розробляються автором, або використовуються дослідником. Також, приватними проєктами можна ділитися з іншими користувачами, що дозволить проводити спільні дослідження. У таких користувачів ці проєкти відображаються у окремій вкладці, та мають трохи обмежені права управління, на відміну від приватних.



На прикладі мобільної версії програмних засобів бачимо, як конструктор інтерфейсів надає користувачу веб-інструмент, який дозволяє створювати графічні поля для керування параметрами експериментів, задавати їх типи, ідентифікатор та опис (рис. 4). Після створення елементів інтерфейсу, користувач має можливість працювати з ними та задавати значення параметрів експерименту (рис. 3).

Рисунок 4

Вікно створення елемента інтерфейсу

Add new interface element

Select the required field type and fill all required fields

Type of data

Single Multiple **Select**

Name of the field

Just some name

Description of the field

Just some description

Values list for this field (comma separated)

Just some description

Cancel **+ Add element**

Після цього користувач зв'язує ці елементи з відповідними змінними у скрипт-кодi. Зв'язок здійснюється через спеціальні синтаксичні конструкції (маркери) у вигляді унікальних позначень, що задавалися при створенні полів у конструкторі інтерфейсу, які в подальшому автоматично замінюються відповідними значеннями, вказаними користувачем у створеному інтерфейсі

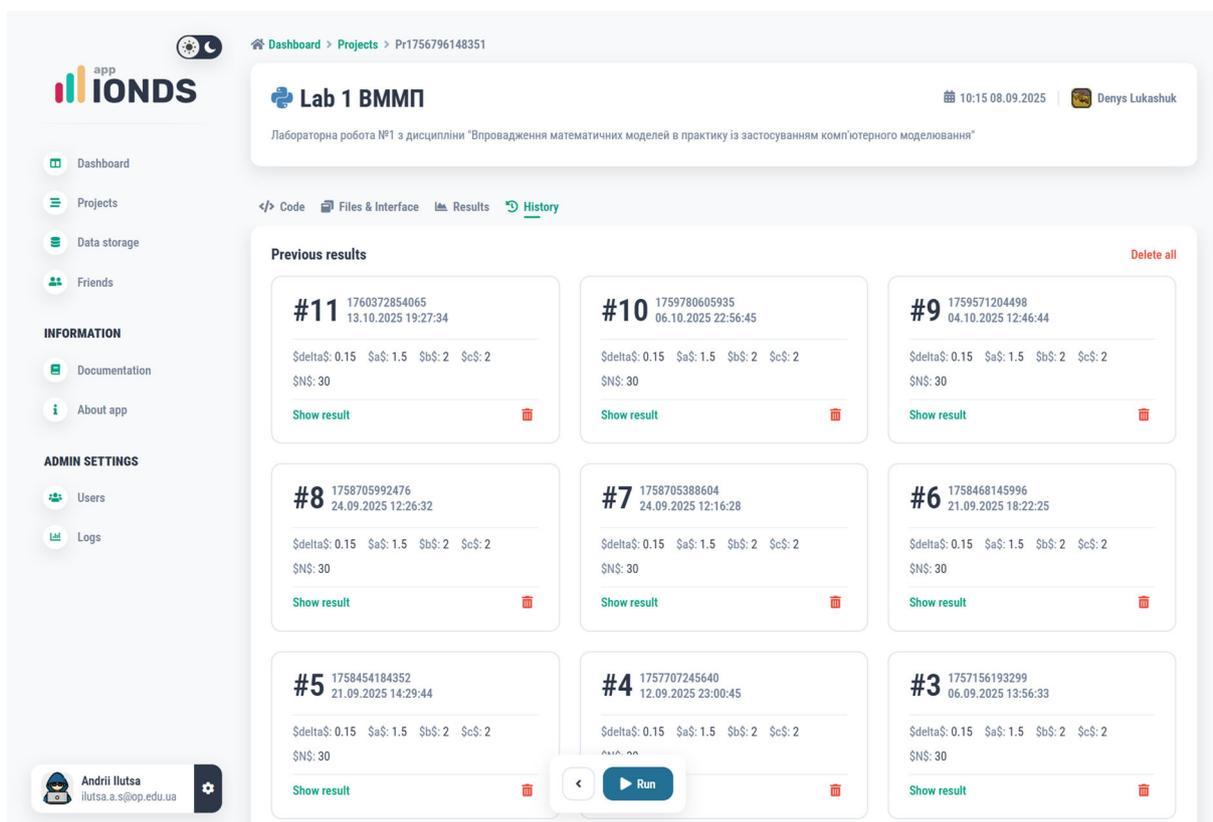
На сторінці проєкту є можливість ознайомитись с архівом обчислень (рис. 5), який зберігає усі минулі виконання скрипт коду з датою, часом та



параметрами виконання. Також, користувач має можливість у будь який момент відобразити результати виконання архівного запису без потреби обчислення знову.

Рисунок 5

Приклад зберігання результатів попередніх досліджень



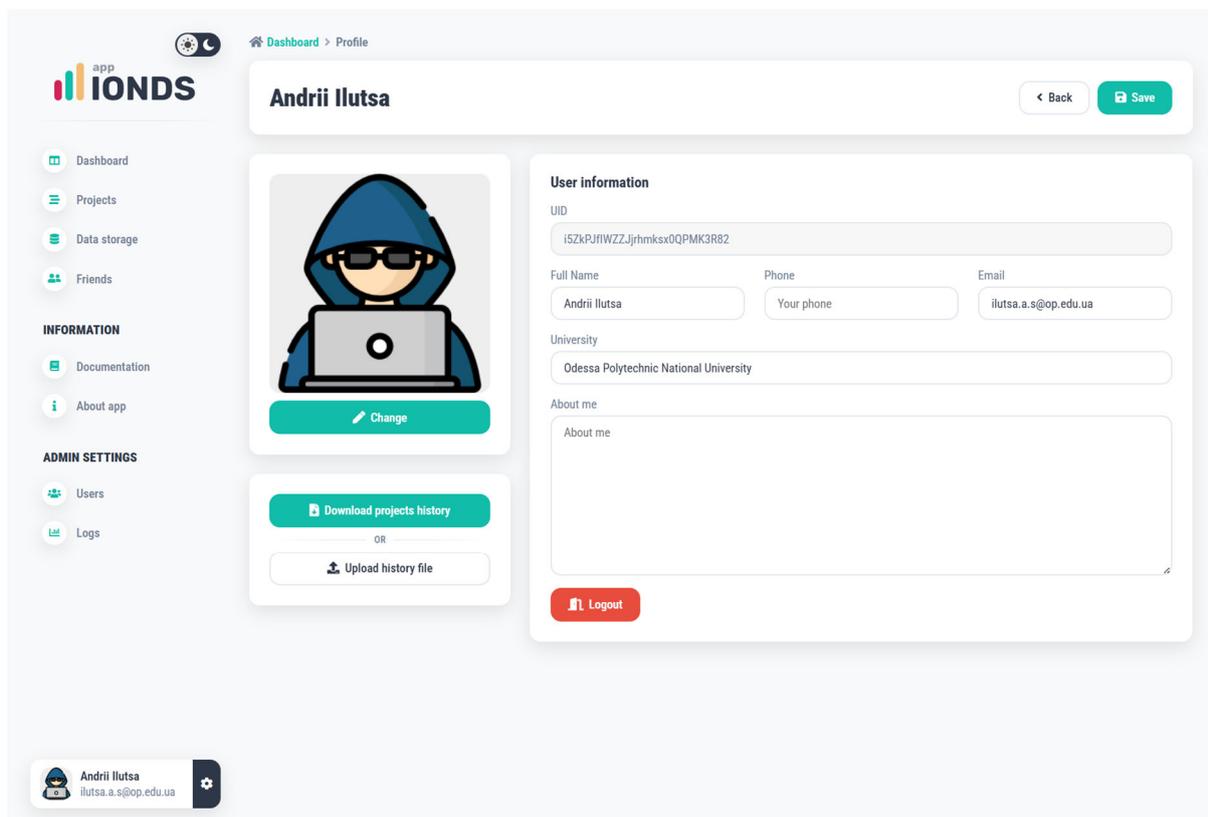
Сторінка користувача (рис. 6) використовується для ознайомлення та редагування особистої інформації користувача, а саме: фото користувача (аватар), ім'я, телефон, email, заклад освіти, інформація про користувача. Також, знаходячись на сторінці з налаштуваннями акаунту користувач має змогу вивантажувати, або завантажувати файл з результатами досліджень, переданий йому іншим користувачем. Для того, щоб вивантажити результати своїх досліджень, користувач повинен натиснути кнопку «Download projects history» (рис. 6), після чого на його комп'ютер буде завантажено JSON-файл, у котрому структуровано зберігаються усі результати досліджень. Цей файл можна



передати іншому користувачу для завантаження та отримання доступу до відповідних результатів досліджень.

Рисунок 6

Сторінка керування профілем користувача

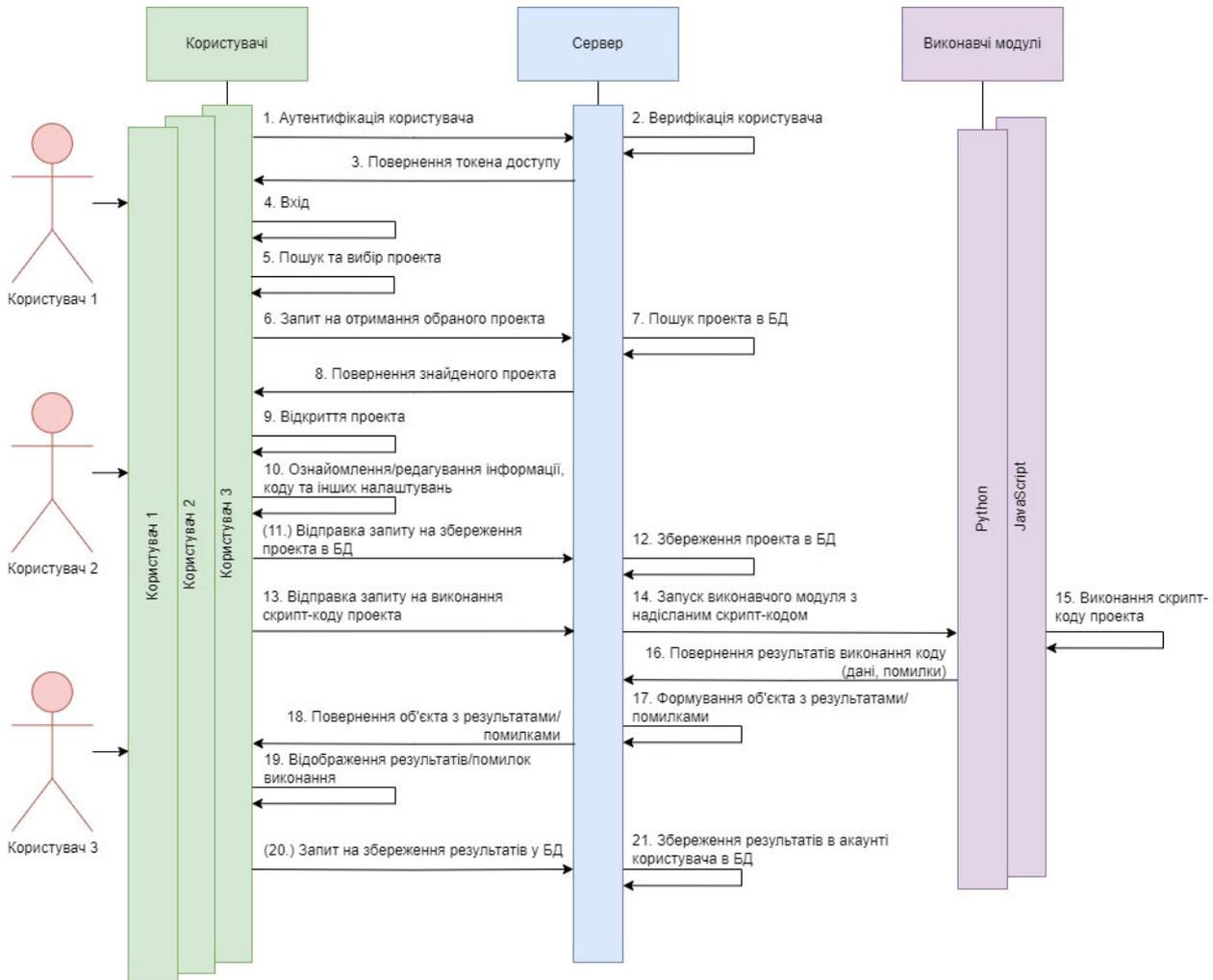


Також на платформі доступна окрема сторінка сховища даних експериментів, основним завданням якої є зберігання та організація результатів експериментів, отриманих з сенсорів, у єдиній базі, з якої дані можуть бути повторно використані у різних дослідницьких сценаріях. Данні експерименту зберігаються за принципом категорій (папок), у межах яких групуються окремі експерименти. Завдяки цьому дослідник отримує не лише сховище, а й інструмент управління результатами експериментів.

Якщо узагальнити, то процес взаємодії користувача з платформою, починаючи від авторизації та завершуючи отриманням результатів досліджень, включає послідовність дій, зображену на рисунку 7.

Рисунок 7

Процес роботи з програмними засобами



Принцип роботи комплексу побудований таким чином, щоб максимально спростити вхід у середовище. Користувач може авторизуватися, використовуючи звичайний обліковий запис або акаунт Google, і вже з перших хвилин отримує доступ до своїх проєктів, експериментів та результатів. Студент не витрачає час на встановлення складних програм чи налаштування середовища на комп'ютері, а відразу переходить до змістовної частини навчання. Такий підхід підвищує мотивацію, оскільки від самого початку створюється відчуття результативності й швидкого просування вперед.

У межах роботи над проєктом студент отримує можливість як створювати власні сценарії обчислень, так і користуватися готовими. Завдяки цьому, можуть



ефективно співіснувати студенти з різним рівнем підготовки: ті, хто робить перші кроки у програмуванні або зосереджуються на використанні готових інтерфейсів і простому введенні параметрів, тоді як більш підготовлені користувачі можуть працювати у вбудованому редакторі коду, створювати власні інструментальні засоби, вдосконалювати код і експериментувати з новими підходами. Таким чином, досягається принцип диференціації навчання, який є бажаним в педагогіці, але важко реалізується на практиці.

Особливе місце у роботі комплексу посідає конструктор інтерфейсів, який дозволяє будувати візуальні елементи для введення даних та їх подальшого опрацювання. Наприклад, викладач може створити інтерфейс, де студент вводитиме параметри експерименту, а система автоматично транслюватиме ці значення у програмний код. У такому випадку студент фактично взаємодіє з програмою, не заглиблюючись у складний синтаксис мови програмування. Це важливо для педагогічної практики, оскільки дозволяє залучати до роботи навіть тих, хто не має попереднього досвіду програмування. Водночас для більш просунутих студентів відкривається перспектива аналізувати, яким чином дані інтерфейсу пов'язані зі змінними у коді, і таким чином поглиблювати розуміння програмних процесів.

Завдяки такій організації робота у середовищі може набувати різних форм. Для одних студентів це буде інструмент для практичного засвоєння основ програмування - вони писатимуть код, перевірятимуть його роботу та одразу бачитимуть результати. Для інших це може стати середовищем для виконання експериментів, де вони вводитимуть параметри, запускатимуть обчислення й аналізуватимуть отримані дані. І перший, і другий підхід однаково цінні з педагогічної точки зору, адже створюють умови для активного навчання, експериментування та набуття практичного досвіду.

Окремої уваги заслуговує аспект колаборативності. Середовище побудоване так, щоб проекти можна було копіювати, редагувати й поширювати



серед інших користувачів. Це створює основу для командної роботи, що надзвичайно важливо у сучасній освіті. Студенти можуть брати за основу готовий проєкт, змінювати його, вдосконалювати, додавати нові функції. Такий підхід відповідає принципу спільного конструювання знань, коли освітній результат формується у процесі взаємодії та співпраці.

Важливим педагогічним ефектом є також повторюваність експериментів. Усі дані та налаштування зберігаються у середовищі, що дозволяє студентам повернутися до будь-якого етапу роботи, відтворити експеримент і перевірити свої гіпотези ще раз. У традиційному освітньому процесі це далеко не завжди можливо, особливо коли йдеться про лабораторні роботи, що потребують спеціального обладнання. Хмарне середовище усуває цю проблему: усе необхідне вже доступне в браузері, а студенти можуть повторювати досліди стільки разів, скільки вважають за потрібне. Це підсилює ефект навчання через практику та сприяє глибшому розумінню матеріалу.

Варто відзначити, що комплекс інтегрує у навчальний процес сучасні наукові практики, зокрема можливість роботи з віддаленими сенсорами. Це відкриває новий рівень міждисциплінарності: студенти не лише виконують абстрактні завдання, але й працюють із реальними даними з сенсорів, отримуючи досвід, наблизений до наукових досліджень. Такий підхід особливо цінний у підготовці майбутніх дослідників, а також сприяє розвитку практичних умінь аналізу даних у студентів різних спеціальностей.

Важливим аспектом педагогічної доцільності використання комплексу є його універсальність у різних навчальних дисциплінах. Він не обмежується однією галуззю знань чи спеціальністю, а навпаки - створює умови для інтеграції у широкий спектр освітніх програм. Це дає змогу говорити про нього як про міждисциплінарний інструмент, що може однаково ефективно використовуватися у багатьох професійно орієнтованих дисциплінах.



У курсах інформатики комплекс може виконувати функцію віртуальної лабораторії програмування. Завдяки вбудованому редактору студенти отримують можливість одразу працювати з програмним кодом, перевіряти його роботу і спостерігати результат у наочній формі. На відміну від традиційного підходу, коли для кожної лабораторної роботи необхідно встановлювати спеціальні середовища розробки, новий комплекс дозволяє працювати у звичайному браузері, що суттєво спрощує організацію навчального процесу.

У гуманітарних дисциплінах комплекс може використовуватися для роботи з даними та аналізу результатів досліджень. Студенти, які не мають ґрунтовної підготовки у програмуванні, можуть вводити дані через прості інтерфейси та отримувати результати у вигляді графіків і таблиць.

Особливу роль комплекс може відігравати у дистанційній та змішаній освіті. У цих формах навчання ключове значення має доступність та інтерактивність. Завдяки роботі у хмарному середовищі студенти можуть підключатися до занять з будь-якого місця, працювати над спільними завданнями, виконувати індивідуальні проєкти. Викладач, у свою чергу, отримує можливість відслідковувати прогрес студентів, перевіряти їх результати, давати зворотний зв'язок у режимі реального часу. Це створює умови для більш тісної взаємодії, навіть коли навчання відбувається дистанційно та робить комплекс зручним інструментом для дистанційного та змішаного навчання, що особливо актуально в умовах глобальних викликів - пандемій, воєнних конфліктів, масових міграцій.

У підсумку можна зазначити, що педагогічна цінність розробленого комплексу полягає у його здатності створювати інтегроване освітнє середовище, яке об'єднує різні рівні користувачів, забезпечує повторюваність і доступність досліджень, розвиває цифрові компетентності та формує умови для співпраці. Це повноцінний педагогічний інструмент, що відповідає сучасним вимогам до освіти і створює перспективу для її подальшої еволюції.



Висновки. Розроблено web-орієнтований програмний комплекс організації хмарних обчислень, який відкриває нові можливості для організації навчального процесу у вищій і середній освіті. Поєднання концепцій PaaS і SaaS у розробленому комплексі забезпечує новий рівень інтеграції у роботі з даними, поєднуючи гнучкість програмування з доступністю готових інструментальних засобів у вигляді GUI-інтерфейсів. Це дозволяє користувачеві працювати як на рівні коду, створюючи власні інструментальні засоби, так і на рівні готових GUI-інтерфейсів, що забезпечують швидку побудову навчальних сценаріїв. Завдяки цьому навчальний процес стає гнучким і доступним для користувачів із різним рівнем підготовки та спеціалізацією.

Комплекс створює середовище співпраці, де студенти й викладачі можуть взаємодіяти, обмінюватися проектами, обговорювати результати. Така модель повністю відповідає сучасним уявленням про педагогіку, де головним результатом стає не просто засвоєння знань, а розвиток здатності вчитися, працювати в команді та мислити критично.

Хмарна архітектура та мінімальні системні вимоги, робить розроблений комплекс максимально доступним для здобувачів освіти у бідь яких сценаріях (пандемії, військовий стан, блекауту тощо). Перевагою комплексу є також його універсальність, він може бути ефективно використаний у найрізноманітніших освітніх напрямках - від технічних і природничих до гуманітарних і соціальних дисциплін. У кожному з них він виконує свою функцію: лабораторії програмування, інструмента для аналітичної роботи, платформи для моделювання ситуацій або дослідницького середовища для міждисциплінарних проектів. Така гнучкість робить його придатним для широкого впровадження в навчальний процес різних закладів освіти.

З точки зору подальшого розвитку, потенціал комплексу полягає у додаванні більшої кількості мов програмування, удосконаленні системи візуалізації даних, створенні бібліотек готових навчальних модулів.



Наразі програмні засоби вже впроваджені та використовуються в Національному університеті "Одеська політехніка" в навчальному процесі кафедри Комп'ютеризованих систем управління та програмних технологій де здобувачі у рамках курсу "Комп'ютерне моделювання процесів та систем" виконують практичні завдання.

Розроблений комплекс є ефективним поєднанням педагогічної інновації та технічної розробки, що відкриває нові можливості для розвитку освітнього процесу та підготовки студентів до активної участі у цифровому майбутньому.

Список використаних джерел

1. Попазова А. В. Хмарні сервіси. *7th International scientific and practical conference "Science, society, education: topical issues and development prospects"*. Kharkiv, Ukraine, 7-9 June 2020. с. 383-386. URL: https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2020/06/SCIENCE-SOCIETY-EDUCATION_TOPICAL-ISSUES-AND-DEVELOPMENT-PROSPECTS_7-9.06.20.pdf.
2. Грищук А., Хімко Я. Хмарні технології: поняття, особливості використання. *Збірник матеріалів VII Всеукраїнської науково-практичної конференції "Теоретико-прикладні проблеми правового регулювання в Україні"*. Україна, Львів, 8 грудня 2023. с.137-139. URL: <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi77/0057142.pdf#page=137>.
3. Kollipara P. An Overview on Cloud Computing. *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*. Vol.4. No.8. 2021. pp. 35-37. URL: <https://journal.ijresm.com/index.php/ijresm/article/view/1147>.
4. Mohammed C. M., Zeebaree, S. R. Sufficient comparison among cloud computing services: IaaS, PaaS, and SaaS. *International Journal of Science and Business*. Vol.5. No.2. 2021. pp. 17-30. URL: <https://ijsab.com/wp-content/uploads/667.pdf>.



5. Nadeem F. Evaluating and ranking cloud IaaS, PaaS and SaaS models based on functional and non-functional key performance indicators. *IEEE Access*. Vol.10. 2022. pp. 63245-63257. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3182688>
6. Antoine Van den Beemt, Suzanne Groothuijsen, Leyla Ozkan & Will Hendrix. Remote labs in higher engineering education: Engaging students with active learning pedagogy. *Journal of Computing in Higher Education*. Vol.34. No.2. 2022. pp. 367–389. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12528-022-09331-4>
7. Guerrero-Osuna H. A., García-Vázquez F., Ibarra-Delgado S., et al. Developing a cloud and IoT-integrated remote laboratory to enhance Education 4.0: An approach for FPGA-based motor control. *Applied Sciences*. Vol.14. No.22. 2024. pp. 10115. DOI: <https://doi.org/10.3390/app142210115>
8. Susanto D., Ferdiana R., Sulisty S. Cloud-based virtual computer laboratory implementation – Object-oriented programming classes. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*. Vol.11. No.1. 2022. pp. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.22146/jnteti.v11i1.3475>
9. Elmoazen R., Saqr M., Khalil M. et al. Learning analytics in virtual laboratories: A systematic literature review of empirical research. *Smart Learning Environments*. Vol.10. No.23. 2023. pp. 1-20. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00244-y>
10. Otoum N., Maqousi A., Alauthman M., Almomani A. Remote labs in cybersecurity education. *International Journal of Cloud Applications and Computing (IJCAC)*. Vol.15. No.1. 2025. pp. 1-27. DOI: <https://doi.org/10.4018/IJCAC.383300>
11. Zamarreño, J.M., Ríos, J.C., Alonso, G. Virtual and remote laboratory as a complementary support in control education. *Discover Education*. Vol.4. No.1. 2025. pp. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.1007/s44217-025-00848-1>
12. Holovnia O.S., Oleksiuk V.P. Selecting cloud computing software for a virtual online laboratory supporting the Operating Systems course. *CTE Workshop Proceedings*. Vol.10. pp. 216-227. DOI: <https://doi.org/10.55056/cte.116>



13. Галицький О. В., Микитенко П. В., & Малюх Є. В. Організація дистанційного та змішаного навчання в закладах вищої освіти засобами хмарних сервісів. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. 208. 2022. с. 106-111. DOI: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2023-1-208-106-111>
14. Моцик Р., Коломієць Н., Ящук О. Використання хмарних сервісів у створенні ефективного цифрового освітнього середовища. *Педагогічна освіта: теорія і практика*. 38. 2025. 157-170. DOI: <https://doi.org/10.32626/2309-9763.2025-38-157-170>
15. Ковальова К., Лисенко Н., Федоренко О. Застосування хмарних технологій у процесі навчання математики. *Технології електронного навчання*. 6. 2022. с. 25–33. URL: <https://texel.ddpu.edu.ua/index.php/tixel/article/view/54>
16. Pavlenko V., Ilutsa A., Kravchenko Y. Eye-tracker signals processing in system identification of human oculomotor apparatus with using cloud technologies. *WSEAS Transactions on Signal Processing*. Vol.20. 2024. pp. 125-137. DOI: <https://doi.org/10.37394/232014.2024.20.13>.
17. Ілуца А.С., Гідулян В.І., Павленко В.Д. Поєднання сервісів PaaS та SaaS на платформі для хмарних обчислень для застосувань у нейронауках. *Вісник ДНУ імені Олеся Гончара. Серія: Ракетно-космічна техніка*. 34(2). 2025. с. 131-139. DOI: <https://doi.org/10.15421/452522>.
18. IONDS – Платформа для організації хмарних обчислень. URL: <https://about.ionds.app>.