

<https://doi.org/10.31891/2219-9365-2026-86-32>

УДК 004.42:004.5

БАРАБАШ Олег

Національний технічний університет України «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського»

<https://orcid.org/0000-0003-1715-0761>

e-mail: bar64@ukr.net

СВИНЧУК Ольга

Національний технічний університет України «Київський політехнічний університет імені Ігоря Сікорського»

<https://orcid.org/0000-0001-9032-6335>

e-mail: 7011990@ukr.net

ІНТЕРАКТИВНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ МОБІЛЬНИЙ ЗАСТОСУНОК ДЛЯ ОПАНУВАННЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ АЛГОРИТМІЧНИХ СТРУКТУР

Статтю присвячено актуальному питанню цифровізації технічної освіти, а саме створенню спеціалізованого мобільного застосунку для вивчення алгоритмів та структури даних. Перед розробкою застосунку було проаналізовано ряд наукових робіт та існуючих мобільних та десктопних застосунків, щоб виявити їхні недоліки. Аналіз показав, що в більшості застосунків відсутні завдання для перевірки знань, обмежений доступ до навчальних матеріалів через необхідність у придбанні платної підписки, відсутній переклад на українську мову. Тому метою роботи розробка мобільного застосунку, адаптованого для опанування основ алгоритмізації та вивчення структур даних за допомогою механізмів гейміфікації, який буде корисним інструментом як для студентів під час вивчення дисципліни, так і допоміжним засобом для викладачів.

В основу розробки покладено модель гейміфікованого мобільного навчання, що передбачає вивчення основ алгоритмізації у вигляді послідовних інтерактивних уроків. Даний підхід базується на трикомпонентній структурі: візуалізація навчального матеріалу через відеоконтент, відтворення знань у тестовій формі, керування ігровою валютою. Такий алгоритм вивчення дисципліни спрямований на підвищення рівня емоційної залученості студентів під час навчання. Для візуалізації прогресу здобувачів було впроваджено систему із семи досягнень. Особливістю даного застосунку є те, що можна швидко та легко керувати навчальним контентом. Для цього створено адміністративну панель у формі веб-сторінки, яка дозволяє керувати темами та тестами. Панель адміністратора також дозволяє вносити зміни в навчальні матеріали будь-коли, гарантуючи їх точність та актуальність. Практичне впровадження запропонованого застосунку дозволить підвищити якість опанування складних технічних тем завдяки поєднанню мобільності, наочності та ігрової стимуляції.

Ключові слова: програмне забезпечення, інформаційна система, алгоритми, структури даних, графі, візуалізація, мобільне навчання, гейміфікація, ігрові ресурси, мобільний застосунок.

BARABASH Oleg, SVYNCHUK Olha

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

INTERACTIVE EDUCATIONAL MOBILE APPLICATION FOR LEARNING FUNDAMENTAL ALGORITHMIC STRUCTURES

This article addresses the relevant issue of digital transformation in technical education, specifically the development of a specialized mobile application for studying algorithms and data structures. Prior to development, a series of scientific papers and existing mobile and desktop applications were analyzed to identify their limitations. The analysis revealed that most applications lack knowledge assessment tasks, have restricted access to educational materials due to paid subscription models, and lack Ukrainian localization. Therefore, the aim of this work is to develop a mobile application adapted for mastering the fundamentals of algorithmization and data structures through gamification mechanisms. This application is intended to serve as a valuable tool for students during their coursework and as an auxiliary resource for instructors.

The development is based on a gamified mobile learning model that involves studying the basics of algorithmization through sequential interactive lessons. This approach follows a three-component structure: visualization of educational material via video content, knowledge reproduction through testing, and management of in-game currency. This learning algorithm is designed to increase the level of students' emotional engagement during the educational process. To visualize learners' progress, a system of seven achievements was implemented. A distinctive feature of this application is the ability to manage educational content quickly and easily. For this purpose, a web-based administrative panel was created, enabling the management of topics and tests. The admin panel also allows for real-time updates to educational materials, ensuring their accuracy and relevance. The practical implementation of the proposed application will enhance the quality of mastering complex technical topics by combining mobility, clarity, and gamification.

Keywords: software, information system, algorithms, data structures, graphs, visualization, mobile learning, gamification, game resources, mobile application.

Стаття надійшла до редакції / Received 26.03.2026

Прийнята до друку / Accepted 30.04.2026

Опубліковано / Published 31.05.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© БАРАБАШ Олег, СВИНЧУК Ольга

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Впровадження мобільних технологій та елементів гейміфікації в навчальний процес закладів освіти є пріоритетним завданням в умовах цифрової трансформації освіти. Зростає потреба в адаптації методів

та засобів викладання дисциплін до потреб нового покоління учнів та студентів. Питання використання мобільних інформаційно-комунікаційних технологій як засобу навчання інформатичних дисциплін майбутніх інженерів-педагогів з цифрових технологій розглядається в роботах [1-2]. Досліджуються інноваційна педагогічна технологія гейміфікація, що інтегрує методики ігрового дизайну з освітніми цілями, забезпечує мотиваційне підкріплення, стимулює інтерес до пізнання, сприяє емоційному залученню та створює передумови для реалізації творчого потенціалу здобувачів освіти [3]. Надаються рекомендації педагогам щодо застосування елементів гейміфікації в освітньому процесі [4-5]. Окрема увага приділяється застосуванню гейміфікованих платформ Kahoot та Quizizz задля залучення здобувачів освіти та формування креативного мислення [6]. Проте, попри високу ефективність даних засобів, вони мають обмежений функціонал щодо специфіки викладання технічних дисциплін. Це зумовлює розробку та впровадження спеціалізованих мобільних застосунків та гейміфікованих платформ, які будуть адаптовані під конкретні дисципліни. Перехід від загальноосвітніх платформ до вузькопрофільних застосунків є актуальним завданням для забезпечення ефективного засвоєння навчального матеріалу, а особливо для технічних дисциплін.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Швидкий розвиток цифрових технологій робить використання мобільних пристроїв базовим елементом сучасної освіти України. Це створює новий вектор викладання – перехід до створення власних прикладних мобільних застосунків для вивчення освітніх компонентів. Такий підхід дозволить враховувати особливості дисципліни та рівня підготовки студентів.

Розглядається застосування мобільних додатків у процесі навчання математичних дисциплін [7]. Виявлено, що використання мобільних додатків не є панацеєю в навчанні і не замінять сформовані у студентів знання, вміння і навички. Однак при грамотному підборі програм вони можуть бути дуже корисними і стати помічниками в навчальному процесі, корисним елементом самоосвіти.

У роботі [8] авторами здійснено комплексний аналіз процесу фахової підготовки студентів комп'ютерних спеціальностей задля визначення ефективних стратегій підготовки ІТ-спеціалістів. Виявлено, що мобільні технології та гейміфікація відкривають широкі можливості для їхньої реалізації в освітньому процесі.

Розглянуто основні положення та принципи технології гейміфікації та зроблено висновок, що це є одним з актуальних напрямів розвитку освітніх технологій [9].

У статті [10] розкрито роль навчальної дисципліни «Алгоритми та структури даних» при формуванні алгоритмічного мислення студентів ІТ-спеціальностей. Проаналізовано підходи до організації освітнього процесу та виявлено, що ефективним є впровадження гібридного підходу до викладання, що поєднує класичні методи з інноваційними освітніми практиками – візуалізацією, адаптивними технологіями, інтерактивними інструментами та проєктною діяльністю.

Аналіз наукових праць [7-10] підтверджує, що сучасна методика викладання дисциплін переходить до активного використання мобільних технологій, які стають ефективним інструментом для розвитку алгоритмічного мислення завдяки інтерактивності та адаптивності.

Розглянемо існуючі застосунки та платформи, які дозволяють самостійно опанувати основи алгоритмізації [11-12]:

- «Data Structures & Algorithms» надає теоретичний матеріал в поєднанні з графічними компонентами;
- «DSA Simplified» має безкоштовні теми лише для структур даних, для алгоритмів потрібно оформлювати платну підписку, з функціоналу наявний лише перегляд теорії та програмного коду;
- «Algorithms: Explained and Animated» (для iOS та Android) майже не містить теоретичного матеріалу, спрямований на візуалізації різноманітних алгоритмів та структур даних;
- «DSA Visualizer» забезпечує візуалізацію лише окремих алгоритмів, які представлені у вигляді сітки з блоками, пропонуючи перегляд теоретичних матеріалів з великою кількістю слайдів та прикладів коду;
- гейміфікована платформа «Mimo» демонструє функціонал, який дозволяє вивчати теми за рівнями та містить завдання на перевірку знань, але тільки з основ програмування.

Узагальнюючи результати аналізу найбільш відомих мобільних застосунків, можна виділити такі недоліки:

- відсутність або фрагментарність теоретичної бази;
- брак завдань для перевірки знань;
- відсутність особистих кабінетів, що унеможливує моніторити свій прогрес;
- обмежений доступ до навчальних матеріалів через необхідність у придбанні платної підписки.

Окремо було проаналізовано відомі десктопні аналоги:

- VisuAlgo – забезпечує візуалізацію алгоритмів із можливістю самостійної зміни вхідних даних та анімацію процесів роботи з масивами, стеками та чергами; містить систему тестування з генерацією випадкових питань за вивченими алгоритмами [13];

- Algorithm Visualizer – надає інструментарій для писання програмного коду (JS, C++, Java) з подальшою покроковою візуалізацією в рамках обраної структури даних [14];

- LeetCode – пропонує інтерактивні картки з теоретичним матеріалом та практичними завданнями на написання коду та автоматизованою перевіркою через Unit-тести [15].

Проте зазначені платформи [13-15] орієнтовані на десктопні версії браузерів і є незручними для ефективного використання на смартфонах.

Аналіз вітчизняного ринку програмного забезпечення свідчить також про дефіцит україномовних мобільних застосунків, спрямованих на вивчення алгоритмів та структур даних. Тому розробка застосунку, який буде корисним інструментом для студентів під час вивчення основ алгоритмізації і допоміжним засобом для викладачів, є актуальним завданням.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою дослідження є розробка мобільного застосунку, адаптованого для опанування основ алгоритмізації та вивчення структур даних за допомогою механізмів гейміфікації. Розподіл навчального матеріалу на інтерактивні етапи забезпечить підвищення ефективності засвоєння профільних дисциплін незалежно від часу та місця перебування.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- спроектувати архітектуру застосунку, що включає структуру навчальних модулів, візуалізованих у вигляді інтерактивного графа;

- розробити систему гейміфікації, щі базуватиметься на використанні ігрових ресурсів;

- створити адміністративну веб-панель для керування навчальними матеріалами та моніторингом активності користувачів.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

В основу розробки покладено модель гейміфікованого мобільного навчання, що передбачає вивчення основ алгоритмізації у вигляді послідовних інтерактивних уроків. Даний підхід базується на трикомпонентній структурі:

- візуалізація навчального матеріалу через відеоконтент;

- відтворення знань у тестовій формі;

- керування ігровою валютою.

Такий алгоритм вивчення дисципліни спрямований на підвищення рівня емоційної залученості студентів під час навчання.

На рисунку 1 зображена діаграма розгортання компонентів системи між серверною та клієнтською частинами.

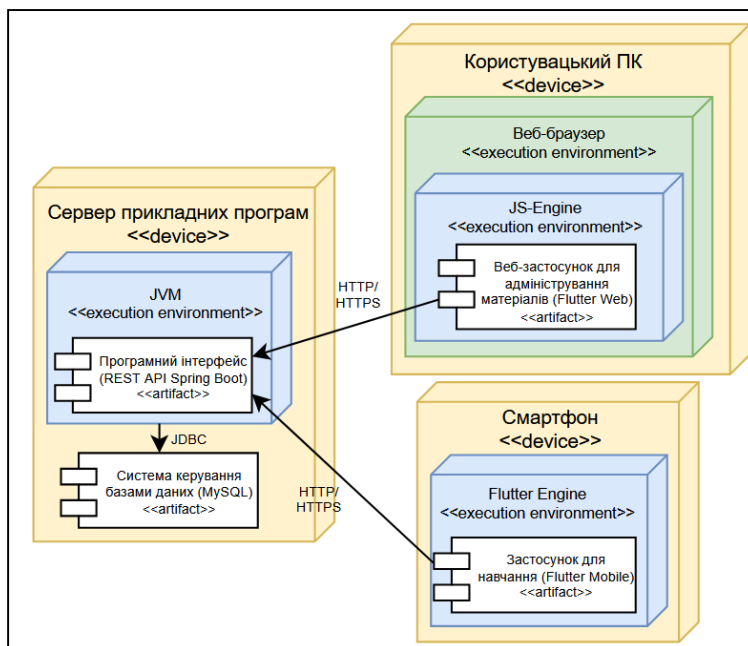


Рис. 1. Діаграма розгортання системи

У даній системі програмне забезпечення виконується на трьох вузлах:

- сервер – забезпечує зберігання бази даних користувачів, обробку логіки нарахування ігрових ресурсів та синхронізацію прогресу;
- смартфон (з операційними системами iOS та Android) – основний інструмент взаємодії студента з навчальним матеріалом;
- користувацький комп'ютер – забезпечує доступ до веб-інтерфейсу для керування структурою курсу.

Процес взаємодії із застосунком розпочинається з етапу авторизації та екскурсії для швидкого ознайомлення з вмістом та функціоналом. Після створення власного акаунту користувач може змінювати налаштування (керування вібрацією, відтворення звуків, анімації, вибір мови), обрати наявний чи купити новий аватар, який виступає анімованим роботом.

Вивчення дисципліни «Алгоритми та структури даних» розподілене на дві секції – «Алгоритми» та «Структури даних». Кожна секція складається з тем, які в свою чергу містять кілька послідовних нумерованих лекцій (уроків), візуалізованих на інтерактивному графі (рис. 2). Використання деревоподібної структури графа дозволяє студенту наочно оцінити обсяг курсу та слідкувати за тим, скільки тем вже пройдено, а скільки ще ні. Доступ до нових тем надається за умови проходження попередніх, що гарантує послідовність вивчення матеріалу. Особливістю застосунку є те, що вивчення різних алгоритмів супроводжується невеликими відеоінструкціями, що забезпечує максимальну наочність під час вивчення тем:

- основи структур даних;
- сортування та пошук;
- дерева і графи.

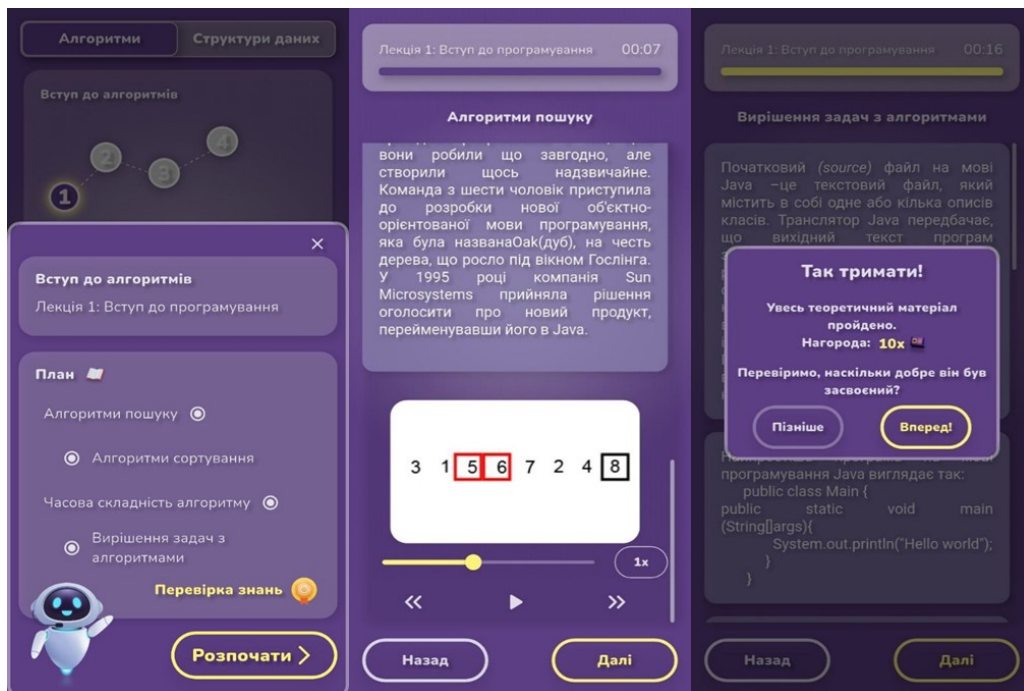


Рис. 2. Приклад лекції для вивчення теоретичного матеріалу

Застосунок спрямований на вивчення алгоритмічних структур з елементами гейміфікації. Успішне проходження нових тем конвертується в ігрові бали та віртуальні досягнення, що стимулює подальший прогрес студентів.

Для забезпечення зворотного зв'язку в системі передбачено три типи ігрових ресурсів:

- вентилятори – валюта, яка виступає в ролі «рівня енергії», тобто в разі невірної відповіді на тестове питання вона зменшується. Повне вичерпання цього ресурсу блокує проходження тесту та потребує повторного опрацювання теоретичного матеріалу. Це мотивує користувачів якісніше вивчати теорію;
- хеш-ключі – валюта, яка дозволяє системі приховати пропущений день навчання та зберегти показник streaks;
- байти – універсальна валюта, яку користувач отримує за опрацювання теоретичного матеріалу та може за її допомогою купити інші типи валюти, що розвиває у користувача навички стратегічного планування власного навчання.

Активність користувача визначається серіями успіху – streaks. Якщо користувач проходить кожного дня хоча б 1 лекцію, то система реєструє цю кількість днів нараховує бонуси кожного 7 дня. Якщо є буде хоча

б один пропуск, серія обнуляється і розпочинається нова після проходження нової лекції. Такий показник регулярності створює додаткову ігрову мотивацію для щоденного проходження лекцій.

Після вивчення теоретичного матеріалу студенту пропонується пройти 4 тести для перевірки знань. За невірну відповідь система відраховує один вентилятор. Для того, щоб лекція була повністю пройдена, користувач може допустити не більше двох помилок. Якщо помилок більше, то надається можливість придбати вентилятори для продовження навчання. Після успішного вивчення лекції користувач отримує досягнення та винагороду.

Логіку роботи застосунку та порядок нарахування винагород представлено на рисунку 3. Діаграма послідовності описує процес взаємодії користувача із застосунком та внутрішню логіку обробки подій. Передбачені такі ключові етапи:

- ініціалізація та перевірка ігрових ресурсів (вентиляторів);
- когнітивний етап;
- цикл тестування;
- збереження результатів.

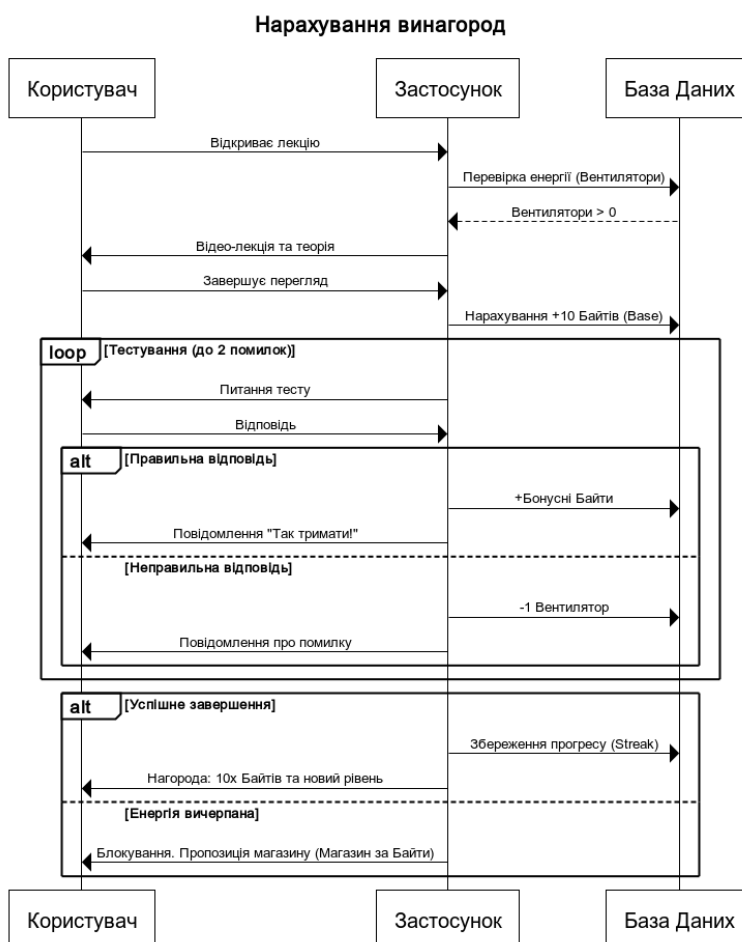


Рис. 3. Діаграма послідовності взаємодії компонентів застосунку при проходженні навчального модуля

Для візуалізації прогресу здобувачів було впроваджено систему із семи досягнень:

- джуніор – опанування базового рівня та всіх алгоритмів;
- міدل – успішне вивчення всіх структур даних;
- сеньйор – повне виконання всіх завдань курсу;
- стажер – успішне завершення першої тематичної секції;
- марафонець – підтримка безперервної серії занять протягом 30 днів;
- архітектор – ефективне накопичення та використання ігрової валюти;
- незламний – використання механізмів відновлення прогресу після вимушеної перерви.

На рисунку 4 представлено зображено IDEF0 діаграму рівня A0, яка складається з п'яти блоків і надає детальне уявлення компонентів системи, їхні зв'язки та логіку взаємодії між ними. Чотири блоки залежать від дій користувача. П'ятий блок є останнім, оскільки система нараховує винагороди після аналізу всіх попередніх.



Рис. 4. IDEF0 діаграма рівня A0 застосунку

Особливістю даного застосунку є те, що можна швидко та легко керувати навчальним контентом. Для цього створено адміністративну панель у формі веб-сторінки, яка дозволяє керувати темами та тестами. Адміністратор може бути лише один і першочергово він додається розробником. Після авторизації йому надається можливість створювати лекції, для яких має бути тема, план, текст теоретичного матеріалу, графічні компоненти та блок перевірки знань (рис. 5). Графічні компоненти завантажуються у вигляді GIF-картинок, які за замовчуванням програються автоматично. Також ними можна керувати:

- ставити на паузу;
- змінювати швидкість відтворення;
- просуватись по кроках вперед/назад;
- тягнути повзунок вперед/назад аби повернутись до потрібного місця в анімації.

Панель адміністратора дозволяє вносити зміни в навчальні матеріали будь-коли, гарантуючи їх точність та актуальність.

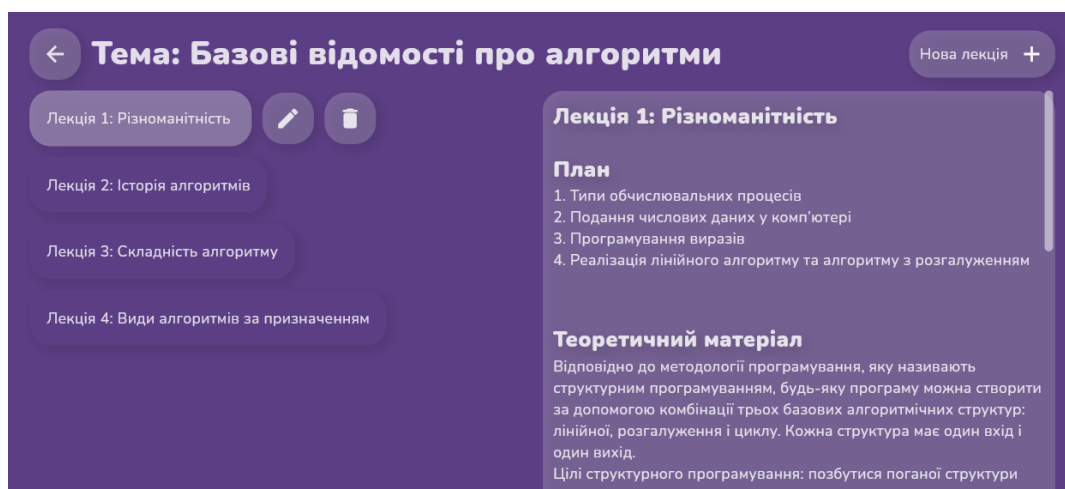


Рис. 5. Створення матеріалу лекції

Адміністратором може бути викладач, якому надана можливість відстежувати тривалість вивчення користувачами навчального матеріалу. Дана статистика допомагає оцінити рівень зацікавленості студентів та актуалізувати матеріали в подальшому. Також адміністратор має доступ до інформації про користувачів, а саме: ім'я, електронна пошта, дата реєстрації, список вивчених модулів із датою проходження та витраченим часом.

Гнучкість адміністративної панелі дозволяє в майбутньому розширити навчальний курс основ алгоритмізації спеціалізованими модулями, наприклад, з вивчення фрактальних алгоритмів [16] та їх практичного застосування або особливостей цифрових представлень дійсних чисел [17].

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШОГО РОЗВИТКУ У ДАНОМУ НАПРЯМІ

У результаті проведеного дослідження було реалізовано інтерактивний мобільний застосунок для вивчення основ алгоритмізації. Застосунок спрямований на вивчення алгоритмічних структур з елементами гейміфікації. Успішне проходження нових тем конвертується в ігрові бали та віртуальні досягнення, що стимулює подальший прогрес студентів. Особливістю даного застунку є те, що можна швидко та легко керувати навчальним контентом через адміністративну панель. Викладач-адміністратор може вносити зміни в навчальні матеріали будь-коли, гарантуючи їх точність та актуальність, та моніторити прогрес користувачів. Застосунок має практичну цінність для студентів закладів вищої освіти, викладачів та абітурієнтів, забезпечуючи ефективне цифрове середовище для опанування базових компетенцій у сфері програмування.

У подальшому планується розширення контенту застосунку задачами підвищеної складності, що базуються на математичному апараті фрактальних функцій та специфічних властивостях систем числення [18].

Література

1. Ткачук В., Семеріков С. Теорія та методика використання мобільних технологій навчання інформатичних дисциплін у підготовці інженерів-педагогів з цифрових технологій. Теорія та методика електронного навчання. Кривий Ріг : Видавничий відділ Криворізького національного університету, 2021. Т. 12. Вип. 1 (12). 340 с. <https://doi.org/10.31812/123456789/4363>
2. Sobchuk V., Zamrii I., Barabash O., Musienko A., Lukova-Chuiko N. Methodological Aspects of Teaching Mathematical Modeling in the System of University Education. *Interdisciplinary Studies of Complex Systems*. 2022. No 21. P. 59-87. <https://doi.org/10.31392/iscs.2022.21.059>
3. Задорожна О., Карлінська Я., Товстоган В., Предик А., Овчаренко О. Гейміфікація освітнього процесу як складова ІКТ у розвитку креативності здобувачів освіти. *Наукові інновації та передові технології*. 2025. № 8 (48). С. 1-14. [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-8\(48\)-1914-1927](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-8(48)-1914-1927)
4. Candel E. C., de-la-Peña C., Yuste B. C. Pre-service teachers' perception of active learning methodologies in history: Flipped classroom and gamification in an e-learning environment. *Education and Information Technologies*. 2024. Vol. 29, no. 3. P. 3365-3387. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11924-0>
5. Colomo-Magaña E., Colomo-Magaña A., Cívico-Ariza A., Basgall L. Pre-service primary teachers' perceptions of gamification as a methodology. *Journal of Technology and Science Education*. 2024. Vol. 14, no. 1. P. 109-122. <https://doi.org/10.3926/jotse.22>
6. Maraza-Quispe B., Traverso-Condori L. C., Torres-Gonzales S. B., Reyes-Arco R. E., Tinco-Túpac S. T., Reyes-Villalba E., Carpio-Ventura J. D. R. Impact of the use of gamified online tools: A study with Kahoot and Quizizz in the educational context. *International Journal of Information and Education Technology*. 2024. Vol. 14, no. 1. P. 132-140. <https://doi.org/10.18178 /ijiet.2024.14.1.2033>
7. Шищенко І. В., Чкана Я. О., Мартиненко О. В. Перспективи застосування мобільних додатків у фаховій підготовці майбутніх учителів математики. *Науковий вісник Ужгородського університету: збірник наукових праць; серія: Педагогіка. Соціальна робота*. 2021. Вип. 1 (48). С. 444-449. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2021.48.444-449>
8. Малихін О. В., Ярмольчук Т. М. Актуальні стратегії навчання у професійній підготовці фахівців з інформаційних технологій. *Інформаційні технології та засоби навчання*. 2020. Т. 76, № 2. С. 43–57. <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.2682>
9. Переяславська С. О., Смагіна О. О. Гейміфікація як сучасний напрям вітчизняної освіти. *New Pedagogical Approaches in STEAM Education : Electronic Scientific Professional Journal – Open Educational Environment of Modern University I, Special Edition*. 2019. С. 250–260. <http://hdl.handle.net/123456789/6423>
10. Вітковська І., Крамар Ю. Формування алгоритмічного мислення студентів ІТ-с. спеціальностей. *Адаптивні системи автоматичного управління*. 2025. Т. 2, № 47. С. 77-86. <https://doi.org/10.20535/1560-8956.47.2025.340178>
11. Abdal M., Mohamed T., Jan S., Khan F., Khattak A. A Comparative Analysis of Mobile Application Development Approaches. *Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences*. 2021. Vol. 58, no. 1. P 35-45. [https://doi.org/10.53560/PPASA\(58-1\)717](https://doi.org/10.53560/PPASA(58-1)717)
12. Nie L., Said K., Ma L., Zheng Y., Zhao Y. A systematic mapping study for graphical user interface testing on mobile apps. *IET Software*. 2023. Vol. 17. P. 249-267. <https://doi.org/10.1049/sfw2.12123>
13. Dixit R. K., Yalagi P. S. Visualization Based Intelligent Tutor System to Improve Study of Computer Algorithms. *Journal of Engineering Education Transformations*. 2017. Vol. 30, no. 3. P. 157-163. <https://doi.org/10.16920/jcet/2017/v30i3/110557>
14. Vateha F., Simonak S. Comparative Visualization of Algorithms and Data Structures. *Computing and Informatics*. 2025. Vol. 44, no. 2. P. 336-365. https://doi.org/10.31577/cai_2025_2_336

15. Malik S., Rana A. A study of competitive programming platform with its need and benefits. JIMS81 International Journal of Information Communication and Computing Technology. 2022. Vol. 10, no. 2. P. 573-578. <https://doi.org/10.5958/2347-7202.2022.00006.8>
16. Svychnuk O., Barabash O., Nikodem J., Kochan R., Laptiev O. Image compression using fractal functions. Fractal and Fractional. 2021. Vol. 5, No. 2. 31. <https://doi.org/10.3390/fractalfract5020031>
17. Barabash O., Koptiika O., Zamrii I., Sobchuk V., Musienko A. Fraktal and Differential Properties of the Inversor of Digits of Qs-Representation of Real Number. Modern Mathematics and Mechanics. Fundamentals, Problems and Challenges (ISSN 1860-0832). Springer International Publishing AG, 2019. P. 79-95. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96755-4_5
18. Barabash, O.V., Musienko, A.P., Sobchuk, V.V., Lukova-Chuiko, N.V., Svychnuk, O.V. Distribution of Values of Cantor Type Fractal Functions with Specified Restrictions. Chapter in Book "Contemporary Approaches and Methods in Fundamental Mathematics and Mechanics". Editors Victor A. Sadovnichiy, Michael Z. Zgurovsky. Publisher Name: Springer, Cham, Switzerland AG 2021. P. 433-455. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50302-4_21

References

1. Tkachuk, V. V., & Semerikov, S. O. (2021). Theory and methods of using mobile learning technologies of informatics disciplines in the training of digital technologies engineers-pedagogues. Theory and Methods of E-learning, 12(1), 340. <https://doi.org/10.31812/123456789/4363>
2. Sobchuk, V., Zamrii, I., Barabash, O., Musienko, A., & Lukova-Chuiko, N. (2022). Methodological Aspects of Teaching Mathematical Modeling in the System of University Education. Interdisciplinary Studies of Complex Systems, (21), 59–87. <https://doi.org/10.31392/iscs.2022.21.059>
3. Zadorozhna, O., Karlinska, Ya., Tovstohan, V., Predyk, A., & Ovcharenko, O. (2025). Gamification of the educational process as a component of ICT in the development of students' creativity. Scientific Innovations and Advanced Technologies, (8), 1–14. [https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-8\(48\)-1914-1927](https://doi.org/10.52058/2786-5274-2025-8(48)-1914-1927)
4. Candel, E. C., de-la-Peña, C., & Yuste, B. C. (2024). Pre-service teachers' perception of active learning methodologies in history: Flipped classroom and gamification in an e-learning environment. Education and Information Technologies, 29(3), 3365–3387. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11924-0>
5. Colomo-Magaña, E., Colomo-Magaña, A., Cívico-Ariza, A., & Basgall, L. (2024). Pre-service primary teachers' perceptions of gamification as a methodology. Journal of Technology and Science Education, 14(1), 109–122. <https://doi.org/10.3926/jotse.22>
6. Maraza-Quispe, B., Traverso-Condori, L. C., Torres-Gonzales, S. B., Reyes-Arco, R. E., Tinco-Túpac, S. T., Reyes-Villalba, E., & Carpio-Ventura, J. D. R. (2024). Impact of the use of gamified online tools: A study with Kahoot and Quizizz in the educational context. International Journal of Information and Education Technology, 14(1), 132–140. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2024.14.1.2033>
7. Shyshenko, I. V., Chkana, Ya. O., & Martynenko, O. V. (2021). Prospects of using mobile applications in the professional training of future mathematics teachers. Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series: Pedagogy. Social Work, (1), 444–449. <https://doi.org/10.24144/2524-0609.2021.48.444-449>
8. Malykhin, O. V., & Yarmolchuk, T. M. (2020). Current learning strategies in the professional training of information technology specialists. Information Technologies and Learning Tools, 76(2), 43–57. <https://doi.org/10.33407/itl.v76i2.2682>
9. Pereiaslavskaya, S. O., & Smahina, O. O. (2019). Gamification as a modern direction of domestic education. New Pedagogical Approaches in STEAM Education: Electronic Scientific Professional Journal – Open Educational E-Environment of Modern University, (Special Edition), 250–260. <http://hdl.handle.net/123456789/6423>
10. Vitkovska, I., & Kramar, Yu. (2025). Formation of algorithmic thinking of IT students. Adaptive Systems of Automatic Control, 2(47), 77–86. <https://doi.org/10.20535/1560-8956.47.2025.340178>
11. Abdal, M., Mohamed, T., Jan, S., Khan, F., & Khattak, A. (2021). A Comparative Analysis of Mobile Application Development Approaches. Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: A. Physical and Computational Sciences, 58(1), 35–45. [https://doi.org/10.53560/PPASA\(58-1\)717](https://doi.org/10.53560/PPASA(58-1)717)
12. Nie, L., Said, K., Ma, L., Zheng, Y., & Zhao, Y. (2023). A systematic mapping study for graphical user interface testing on mobile apps. IET Software, 17(3), 249–267. <https://doi.org/10.1049/sfv2.12123>
13. Dixit, R. K., & Yalagi, P. S. (2017). Visualization Based Intelligent Tutor System to Improve Study of Computer Algorithms. Journal of Engineering Education Transformations, 30(3), 157–163. <https://doi.org/10.16920/jeet/2017/v30i3/110557>
14. Vateha, F., & Simonak, S. (2025). Comparative Visualization of Algorithms and Data Structures. Computing and Informatics, 44(2), 336–365. https://doi.org/10.31577/cai_2025_2_336
15. Malik, S., & Rana, A. (2022). A study of competitive programming platform with its need and benefits. JIMS81 International Journal of Information Communication and Computing Technology, 10(2), 573–578. <https://doi.org/10.5958/2347-7202.2022.00006.8>
16. Svychnuk, O., Barabash, O., Nikodem, J., Kochan, R., & Laptiev, O. (2021). Image Compression Using Fractal Functions. Fractal and Fractional, 5(2), 31. <https://doi.org/10.3390/fractalfract5020031>
17. Barabash, O., Koptiika, O., Zamrii, I., Sobchuk, V., & Musienko, A. (2019). Fractal and Differential Properties of the Inversor of Digits of Qs-Representation of Real Number. Modern Mathematics and Mechanics: Fundamentals, Problems and Challenges, 79–95. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96755-4_5
18. Barabash, O. V., Musienko, A. P., Sobchuk, V. V., Lukova-Chuiko, N. V., & Svychnuk, O. V. (2021). Distribution of Values of Cantor Type Fractal Functions with Specified Restrictions. In V. A. Sadovnichiy & M. Z. Zgurovsky (Eds.), Contemporary Approaches and Methods in Fundamental Mathematics and Mechanics (pp. 433–455). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50302-4_21