

**Савіцький Р.С.**

Державний університет «Житомирська політехніка»

**Петрук О.О.**

Державний університет «Житомирська політехніка»

## РОЗРОБКА ПРОТОТИПУ ВЕБДОСТУПНОГО ІГРОВОГО СИМУЛЯТОРУ

Важливим завданням сучасного цифрового світу є створення доступних вебдодатків, зокрема веб-доступних ігрових симуляторів. Ігрові симулятори дозволяють навчати та зацікавлювати відвідувачів довше і якісніше. Водночас постає проблема з вебдоступністю в проєктах, так як навчання має бути необмеженим для маломобільних груп населення. Вебдоступний ігровий симулятор – це вебдодаток, який поєднує в собі елементи симуляції з гейміфікацією, тобто застосуванням ігрових методів. Симулятори використовують для різноманітних цілей, таких як навчання, тренування, вирішення проблем або розваги. Застосунок імітує сценарії або ситуації, що дають змогу користувачам отримати певний досвід чи навички, використовуючи інтерактивний та захоплюючий підхід. Ігрова симуляція, у свою чергу, полягає в застосуванні елементів гри, таких як бали, рівні, досягнення, конкурси тощо, для стимулювання участі та мотивації користувачів. Важливо зазначити, що симулятори повинні бути доступні для всіх користувачів, включаючи людей з обмеженими можливостями. Це означає, що симулятор повинен бути розроблений з урахуванням принципів вебдоступності, таких як використання альтернативного тексту для зображень, чітких і лаконічних заголовків і навігації, а також доступних форм і полів вводу. Вебдоступний ігровий симулятор може бути використаний у навчальних цілях, де студентам надається можливість взаємодіяти з віртуальними ситуаціями або завданнями, щоб отримати навички або знання. Було проаналізовано функціональні можливості симулятора та обґрунтовано основні підходи до його побудови. Спроєктовано вебдоступний ігровий симулятор, який дозволяє користувачеві навчатись та покращувати розуміння механік бою та стратегій розвитку персонажів.

У результаті було отримано діючий прототип вебдоступного ігрового симулятора, що демонструє основні принципи роботи застосунку. Основу системи становить сервер, який взаємодіє з користувачами в браузері. Програмне забезпечення для сервера створено за допомогою мови програмування Node.js, TypeScript і фреймворка Nest.js. Для створення клієнтського інтерфейсу було використано React, Next.js.

**Ключові слова:** вебдоступність, ігровий симулятор, механіка бою, стратегія розвитку.

**Постановка проблеми.** Вебдоступні ігрові симулятори (тут і надалі симулятори) стають все більш популярними завдяки здатності поєднувати зацікавлення та освітні цілі. Симулятори можуть використовуватися для навчання людей будь-якого віку та з різним досвідом у широкому спектрі тем, тому він має відповідати хоча б базовим вимогам з вебдоступності (WCAG) [1]. Ігрові симулятори дозволяють зберігати фокус на основному матеріалі, що є важливим для різних вікових груп.

До терміну ігрових симуляторів звертались низка вчених, зокрема Концедайло В. В. та Вакалюк Т. А., під ігровими симуляторами розуміють «інтерактивні програми, що повністю або частково моделюють певні реальні процеси або системи, які захоплюють та мотивують студентів за допомогою веселого й цікавого ігрового досвіду,

де студенти можуть виконувати різні ролі в різноманітних реалістичних обставинах та використовуються в освітньому процесі, коли реальна практика неможлива або недоступна» [2]. З цього визначення будемо виходити в поточному дослідженні.

Вебдоступні ігрові симулятори можуть бути цінним інструментом для онлайн-навчання. Симулятори допомагають користувачам краще засвоювати та запам'ятовувати інформацію щодо механік бою та стратегій розвитку персонажів, перетворюючи процес навчання на інтерактивну гру. Вебдоступні ігрові симулятори можуть відтворювати реальні ситуації в складних віртуальних середовищах, де користувач може експериментувати з механіками бою, вдосконалювати свої навички і вирішувати проблеми у безпечному

і контрольованому середовищі симулятора. Таке використання вебдоступних ігрових симуляторів забезпечує можливості навчання шляхом спроб і помилок, що може бути набагато ефективніше, ніж просте вивчення теорії.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За останні роки спостерігається значне зростання кількості досліджень, присвячених вебдоступним ігровим симуляторам. Це пов'язано з зростанням популярності ігор в цілому, визнанням потенціалу вебдоступних ігрових симуляторів для: покращення навчання, підвищення мотивації та зацікавленості. Такі симулятори використовуються в широкому спектрі галузей, зокрема, освіта, охорона здоров'я, бізнес, навколишнє середовище тощо. За даними Google Scholar, станом на 11 березня 2024 року за запитом "гейміфіковані вебсимулятори" ("gamified web simulations") було знайдено 21 900 статей. За останні 5 років кількість статей по даній тематиці збільшилась на 150%, за останні 3 роки кількість статей збільшилась на 75%. У статтях, присвячених вебдоступним ігровим симуляторам, розглядається широкий спектр тем. Використанням гейміфікованих вебсимуляторів для покращення навчання в різних предметних областях, підвищення мотивації учнів займався Макаревич О. О. [3], вирішенням проблем застосування гейміфікації у навчальному процесі Лященко Т. О. [4], гейміфікацією як методом формування стійкої мотивації до занять фізичною культурою займалися Никифорова Л. А., Тітова Г. В. [5], особливостями викладання навчального матеріалу з елементами гейміфікації у вищих медичних закладах займалися Юрій Р. Ф., Краснова А. А., Тиравська Ю. В. [6], гейміфікацію ігрових механік для мотивації персоналу вивчала Сергеева Л. [7], гейміфікацією бізнес-процесів менеджменту персоналу досліджували Варіс І. О., Кравчук О. І., Зайцева П. О. [8], дослідження доступності в навчальних проєктах розглянуто в роботі [9].

**Постановка завдання.** Мета роботи полягає в розробці прототипу вебдоступного ігрового симулятора навчання основних механік бою та стратегій розвитку персонажів.

**Виклад основного матеріалу.** Вебдоступний ігровий симулятор – це вебдодаток, який поєднує в собі елементи гри та симуляції для досягнення певних цілей [10]. Він може бути використаний для навчання, тренування, розваги або сприяти вирішенню певних завдань. Головною метою вебдоступного ігрового симулятора є залучення користувачів і створення мотивації через вико-

ристання гейміфікації – включення ігрових елементів, таких як рахунок, рівні, досягнення та змагання, для стимулювання участі та досягнення результатів.

Симулятор може складатися з різних компонентів, залежно від конкретної мети та функціональності. Ось деякі з можливих складових [11]:

1. Інтерактивна ігрова оболонка, що містить інтерфейс, схожий на ігровий, з використанням графіки, анімації та звуків, щоб створити захоплюючу атмосферу.

2. Система досягнень та нагород, зокрема віртуальні медалі, значки або інші відзнаки, які користувачі можуть отримувати за досягнення цілей або завдань.

3. Прогресія та розвиток. Користувачі можуть починати з базового рівня та розвивати свої навички або досягати нових цілей, отримуючи додаткові можливості або рівні.

4. Соціальні функції, такі як можливість взаємодії та змагатися з іншими користувачами. Це може включати лідерські дошки, можливість обговорення та співпрацю.

5. Завдання та виклики, які користувачі повинні виконати, щоб просунутися вперед або отримати винагороду.

6. Можливості персоналізації. Користувачі можуть мати можливість налаштувати свої профілі, персонажів або інші аспекти гри відповідно до своїх вподобань.

7. Відстеження прогресу та аналітика.

8. Доступність для всіх користувачів. Додавання контрастних кольорів, можливість рухатись по сайту за допомогою клавіш, мультимовність.

Компоненти можуть бути комбіновані та адаптовані в залежності від конкретної мети та аудиторії використання вебдоступного ігрового симулятора.

Для створення інтерактивної оболонки для користувачів було вирішено обрати готовий всесвіт "Покемонів", який дуже популярний у світі, тому гарантовано що проєктом будуть цікавитись не тільки громадяни України, а ще й люди з усього світу, тому доцільно буде зробити мультимовність в проєкті. Для отримання основних даних про покемонів було вирішено обрати PokeAPI. PokeAPI – це безкоштовний вебAPI для отримання даних про Покемонів, що надає доступ до різноманітної інформації, включаючи їхні характеристики, типи, атаки, здібності, зображення тощо [12]. Це корисний ресурс для розробників вебсайтів, мобільних додатків або будь-яких інших проєктів, пов'язаних з Покемонами, які потребують доступу до даних про персонажів.

Для отримання винагород було вирішено реалізувати систему досягнень таких як, накопичення певної кількості покемонів, перемога в битвах тощо. Ці завдання поділяються на декілька етапів, від самого простого до самого складного. Для перегляду інших отриманих або не отриманих досягнень, користувач може перейти на окрему сторінку, де може переглядати всі доступні досягнення. Процент виконаних досягнень буде зараховуватись користувачеві, інші можуть переглядати процент досягнень, які є у користувача.

Для реалізації прогресу та розвитку була створена оффлайн арена, де користувач може перевіряти різні комбінації покемонів для отримання кращого бойового досвіду. Оффлайн арена підіймає зацікавленість до навчальної платформи, а також дозволяє працювати без обмеження інтернету, а отже прибирає один з можливих факторів доступності.

Соціальні функції були реалізовані у вигляді списку лідерів у вебсимуляторі. Кожен користувач може переглядати власну та сторонню статистику. Статистика включає наявність покемонів, історію битв, процент виконаних досягнень, а також зображення профілю. Користувач може зв'язатися з іншим користувачем по електронній пошті.

Для доступності було реалізована можливість проходити симулятор за допомогою лише одного з інструментів: клавіатури, комп'ютерної миші або тачпаду. Також була додана українська та англійська мови для різних типів користувачів, виконано контраст з кольорами, щоб кожен користувач мав змогу працювати з додатком без обмежень, зокрема це допоможе покращити якість роботи для людей з когнітивними обмеженнями.

Додаток складається з бекенд та фронтенд частини. Для реалізації клієнтської частини вебдоступного ігрового симулятора було використано

React.js [13], фреймворк для серверної обробки Next.js з використанням TypeScript [14].

Базуючись на вибраному стеку було спроектовано базову клієнт-серверну архітектуру з особливостями побудови вебдоступного ігрового симулятора. Саме поточний стек дозволив побудувати застосунок, яким можуть користуватись без обмежень велика кількість користувачів.

Симулятор складається з трьох незалежних сервісів, кожен з яких налічує 3–4 модулі. Загалом імплементовано 10 модулів. Кожен з модулів відповідає функціоналу на діаграмі прецедентів, а також реалізовує критерії доступності WCAG на рівні 2.1 (AA) (див. рис. 1). Цікавими модулями є модуль авторизації та аутентифікації. Новий користувач може зареєструватися у вебдоступний ігровий симулятор, і отримати випадкового покемона і 20 монет для подальшого розвитку.

Зареєстрованому користувачеві дається змога детальніше дізнатися про всесвіт покемонів, вивчаючи і вдосконалюючи його. Зареєстрований користувач може відвідувати симуляції онлайн арени, де ознайомитись з стратегіями розвитку персонажу (покращення за рахунок бою та тактик), користувач може змагатися проти інших користувачів, і отримувати нагороди за перемоги у битвах у вигляді рейтингу та монет. Якщо користувач не хоче втрачати рейтинг в арені, є можливість тренування навичок у оффлайн арені, де представленні покемони різних типів та здібностей. Симуляція тренування у оффлайн арені спрямована на покращення та розвиток механік бою. Існує система винагород у вигляді монет. Монети дозволяють покращувати властивості покемонів, або ж придбати нового в залежності від розвитку стратегічних цілей. Одним з варіантів використання є зілля, яке покращує характеристики на один матч. Також існує система винагород та

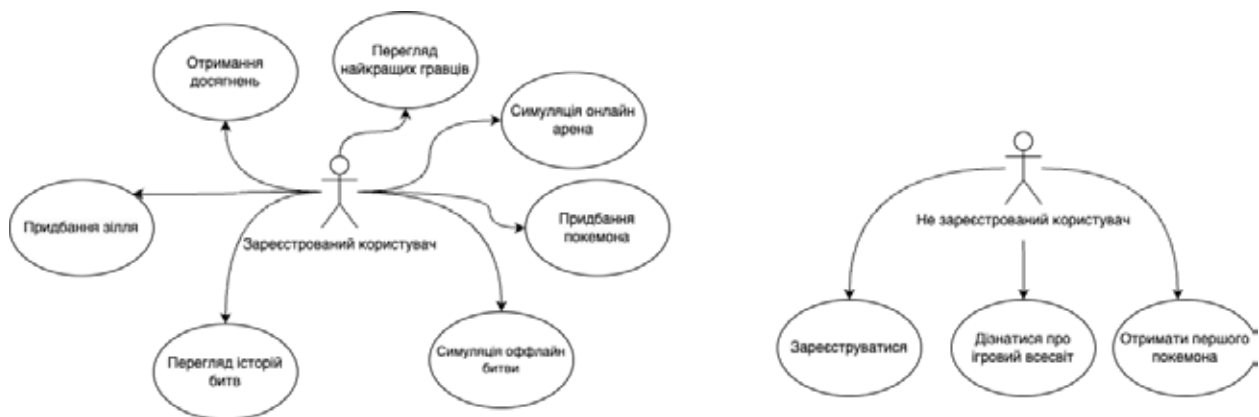


Рис. 1. Діаграма прецедентів

статистики, яка відображає різноманітну інформацію, зокрема, рейтинг покемонів, найкращих гравців, відсоток виграних битв тощо.

При більш детальному огляді інтерфейсу, що є важливим для визначення відповідності критеріям WCAG 2.1, варто звернути увагу на вхідний екран, де користувач має змогу побачити опис про весь світ симулятора, після чого отримує першого покемона. Навігація відбувається за допомогою клавіатури, що дозволяє великій групі маломобільних користувачів працювати з симулятором. А також система сфокусована на діях таким чином, щоб незрячі користувачі відчували сценарій і могли отримати всю інформацію за допомогою систем екранного читання.

Користувач може скористатись меню для навігації по вебдоступному ігровому симулятору. Першим елементом є посилання на контент, таким чином люди з обмеженими руховими активностями мають змогу розпочати працювати відразу з контентом, що відповідає правилам WCAG. Далі розміщений пошук, меню зі швидким доступом до всіх можливих функціональностей системи, кнопкою виходу. Основний контент – це список з горизонтальною навігацією, яка складається з назви, картинки, що містить альтернативний текст та пагінацію (див. рис. 2).

Користувач може керувати покемонами декількома варіантами. Зокрема, в бібліотеці шукати покемонів по імені, по номеру в пошуку, який завжди доступний у верхньому меню. Інший спосіб, це на сторінці покемона перейти за допомогою виділених окремих навігаційних елементів

(див. рис. 3). На сторінці покемона також вказаний тип покемона, ім'я, вага, ріст, статистика. Потрібно звернути увагу, що користувач може керувати фоном та іншими кольоровими елементами на сторінці. Зокрема, кожен покемон має власний колір. Базовий колір, що продемонстровано на рисунку 3 не є гарним варіантом (немає відповідності AA), тому буде надана рекомендація змінити його.

Важливим елементом симулятора є онлайн та офлайн арена. В онлайн арені користувачеві представленні противники, з якими він може почати битву. Перед битвою користувач може обрати зілля на битву (див. рис. 4).

Якщо користувач виграє, він отримує монети та рейтингові бали, противник, відповідно, втрачає рейтингові бали. Якщо користувач реєструється та отримує першого покемона, він автоматично потрапляє в арену. У користувача є змога отримати додаткові монети за наявності сильного покемону. Також вебдоступний ігровий симулятор дозволяє планувати різні стратегії бою та розвитку покемона.

В оффлайн арені (див. рис. 5) користувач може змагатися проти ботів, отримувати додаткові монети в битвах. Оффлайн арена повністю відповідає вимогам AA WCAG 2.1 для маломобільних користувачів, а також спрямована на покращення розуміння механік бою.

Також у кожного користувача є особистий профіль, де є змога отримати повну статистику, перелік покемонів, а також налаштування щодо доступності та навчання (див. рис. 6).

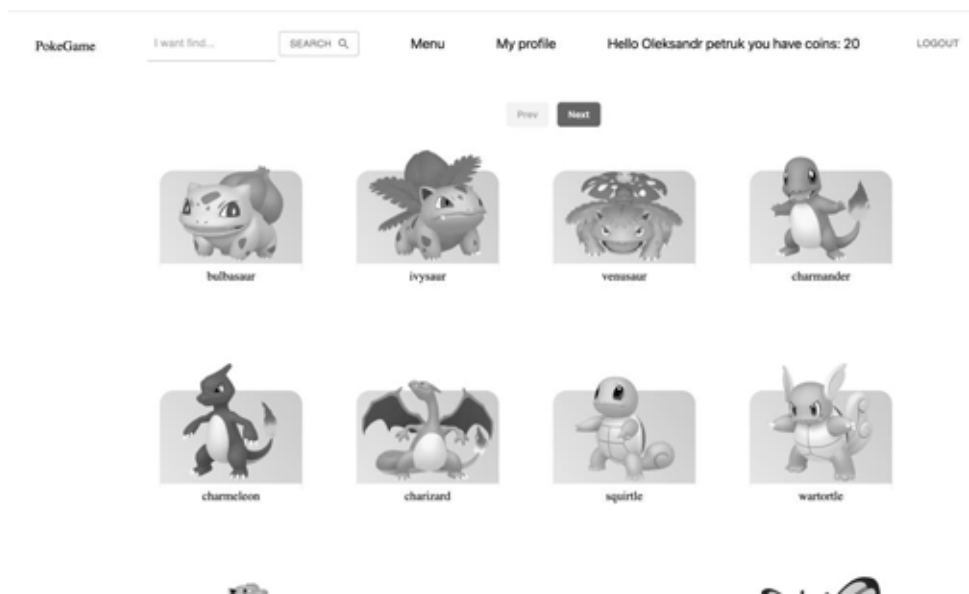


Рис. 2. Бібліотека покемонів та навігаційні елементи

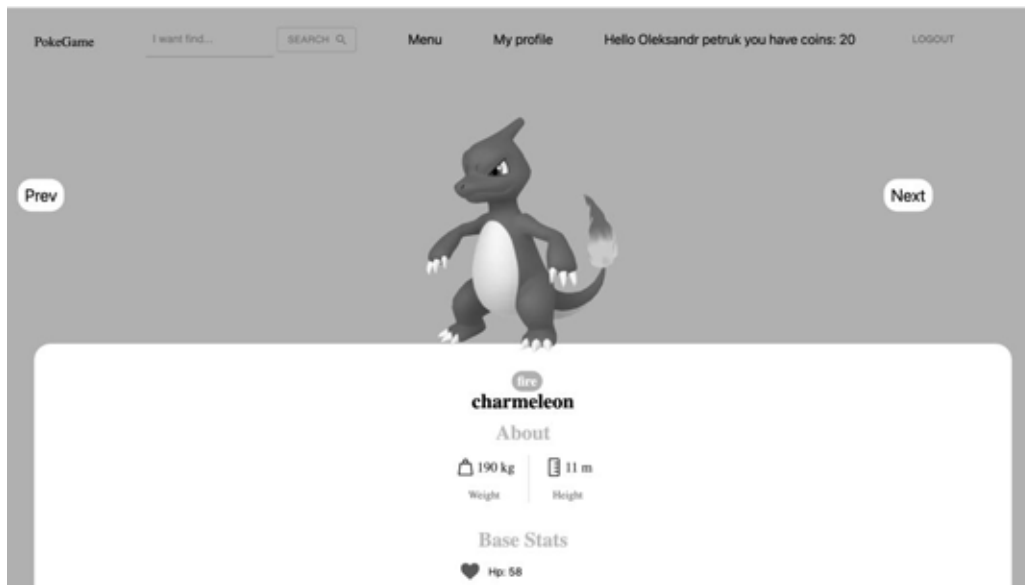


Рис. 3. Сторінка покемона з одним типом

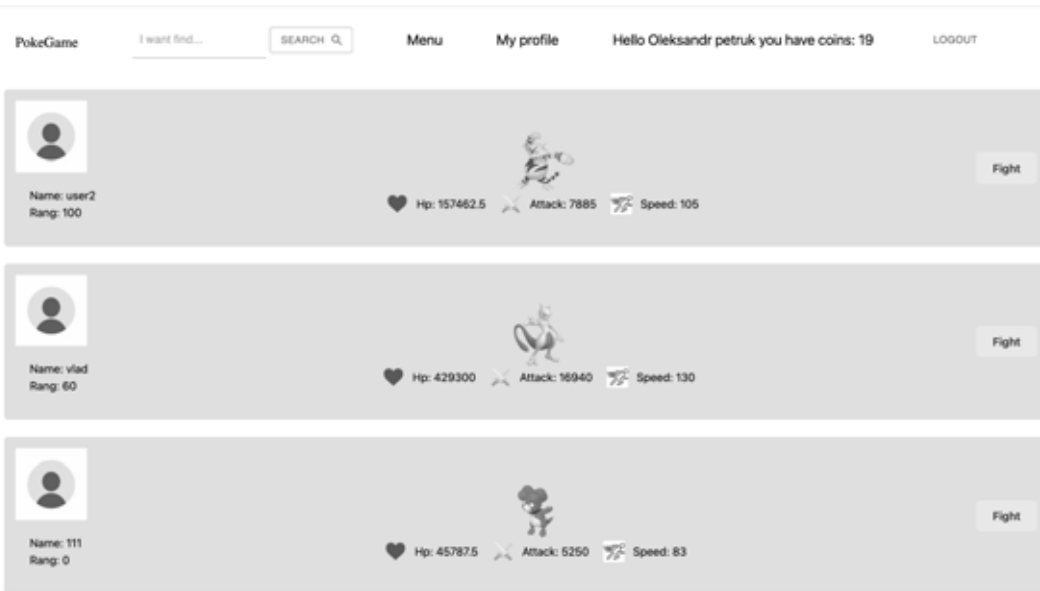


Рис. 4. Сторінка арени

Серед інших особливостей імплементації веб-доступності було створення декількох мов у симуляторі, контрастні кольори для людей з проблемним зором, оптимізація для людей з когнітивними обмеженнями, додана можливість проходити симулятор як на мобільних пристроях так і в комп'ютерах з можливістю навігації як мишою або клавіатурою.

Додатково було проведено експеримент, в якому проходили симуляцію студенти з обмеженими можливостями. Студентам вдалось покращити базового покемона та зрозуміти основи механік бою.

**Висновки.** У результаті було отримано прототип веб-доступного ігрового симулятора. Основу

системи становить сервер, який взаємодіє з користувачами симулятору, взаємодія клієнтів з сервером виконується за через REST API. Розроблений симулятор є дуже гнучким і доступним для всіх користувачів. Прототип симулятору навчає основним механікам бою, а також стратегіям розвитку персонажів.

До перспектив подальших досліджень відносимо експертну оцінку відповідності WCAG, яким має відповідати веб-доступний ігровий симулятор. Експертну оцінку варто провести на різних групах маломобільних користувачів, зокрема з когнітивними та навчальними відхиленнями.

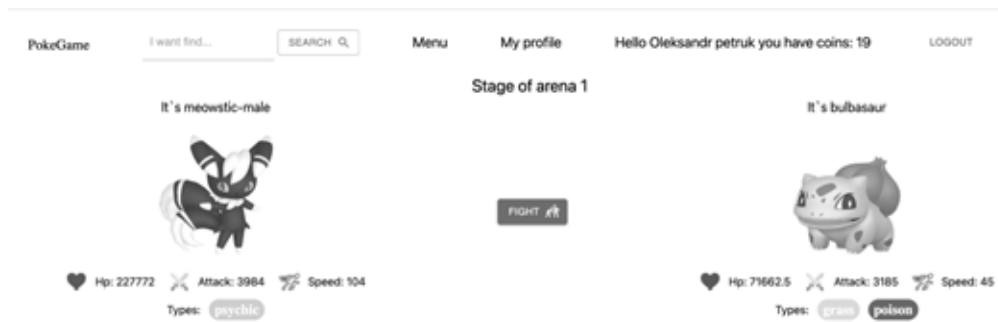


Рис. 5. Сторінка офлайн арени

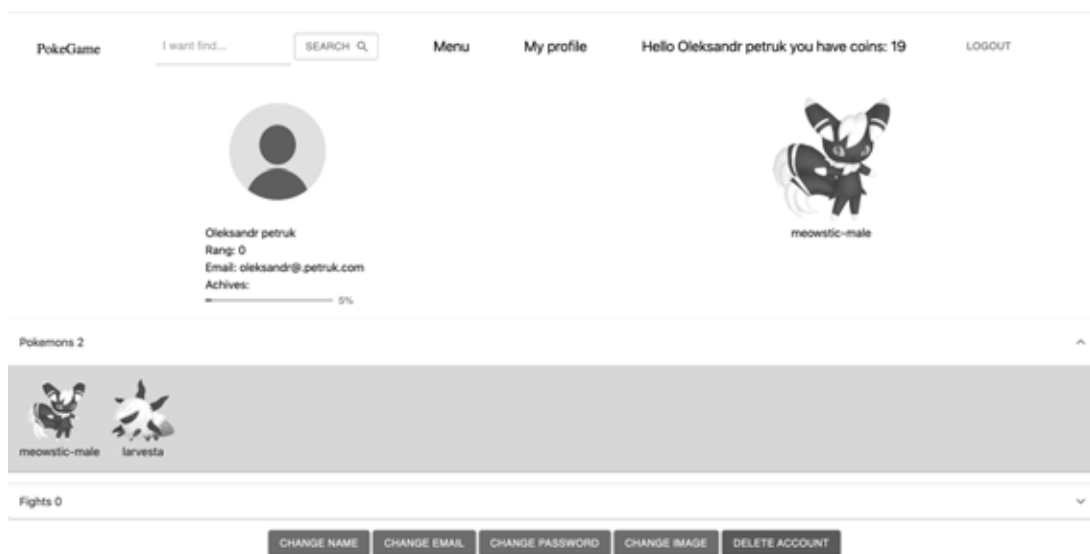


Рис. 6. Особиста сторінка користувача

### Список літератури:

1. Настанови з вебдоступності (WCAG) 2.1. URL: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>.
2. Концедайло В. В., Вакалюк Т.А. Критерії добору ігрових симуляторів для формування професійних компетентностей майбутніх інженерів-програмістів. Інформаційні технології і засоби навчання. 2018. № 3 (65). С. 133-151. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/2039/1347>
3. Макаревич О. О. Гейміфікація як невід’ємний чинник підвищення ефективності елементів дистанційного навчання. Молодий вчений. № 2(6). 2015. С. 279-282. Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv\\_2015\\_2%286%29\\_73](http://nbuv.gov.ua/UJRN/molv_2015_2%286%29_73)
4. Лященко Т. О., Гришуніна М. В., Пічкур В. Р. Гейміфікація як одна з інноваційних форм навчального процесу. Управління розвитком складних систем. Вип. 35. 2018. С. 113–123. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss\\_2018\\_35\\_16](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Urss_2018_35_16)
5. Никифорова (Прокоф’єва) Л. А., Тітова Г. В. Гейміфікація як метод формування стійкої мотивації до занять фізичною культурою. Сучасні методи та форми організації освітнього процесу у закладах вищої освіти. Одеса. 2022. С. 172-177. URL: <http://dspace.pdpu.edu.ua/bitstream/123456789/15334/1/Prokofieva%20L%202022.pdf>
6. Юрій Р. Ф., Краснова А. А., Тиравська Ю. В. Особливості викладання навчального матеріалу з елементами гейміфікації у вищих медичних закладах. Академічні візії. Вип. 16. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.7639134>
7. Сергеева Л. Гейміфікація: ігрові механіки для мотивації персоналу. Теорія та методика управління освітою. 2014. № 2 (14). URL: <https://goo.gl/yANJjm>.
8. Варіс І. О., Кравчук О. І., Зайцева П. О. Гейміфікація бізнес-процесів менеджменту персоналу. Бізнес Інформ. № 4. 2023. С. 189-196. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2023-4-189-196>
9. Савіцький Р. С. Безбар’єрність вебпорталів освітніх навчальних закладів України. Технічна інженерія, Вип. 1 (91), 2023. 172–177. URL: [https://doi.org/10.26642/ten-2023-1\(91\)-172-177](https://doi.org/10.26642/ten-2023-1(91)-172-177)

10. Development of farm simulation application, an example for gamification in higher education. URL: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20173282262>
11. T. Auer and M. Felderer. Gamified Internet of Things Testing within a Virtual Learning Environment – towards the Interactive Simulation Game “IoTCityLab”. *2020 IEEE 32nd Conference on Software Engineering Education and Training (CSEE&T)*, Munich, Germany, 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/CSEET49119.2020.9206175.
12. PokeApi. URL: <https://pokeapi.co/>
13. React.js. URL: <https://react.dev/>
14. TypeScript. URL: <https://www.typescriptlang.org/>

### **Savitskyi R.S., Petruk O.O. THE WEB-ACCESSIBLE GAMING SIMULATOR PROTOTYPE DEVELOPMENT**

*An important task in the modern digital world is to create accessible web applications, including web-accessible gaming simulators. Gaming simulators enable longer and higher-quality engagement of visitors. However, there is a challenge with web accessibility in projects, as learning should be unrestricted for mobile populations.*

*A web-accessible gaming simulator is a web application that combines simulation elements with gamification, utilizing gaming methods. Simulators are used for various purposes such as education, training, problem-solving, or entertainment. The application simulates scenarios or situations that allow users to gain specific experiences or skills using an interactive and engaging approach. Gaming simulation, in turn, involves the use of game elements such as points, levels, achievements, contests, etc., to stimulate user participation and motivation. It is important to note that simulators should be accessible to all users, including people with disabilities. This means that the simulator must be developed considering web accessibility principles, such as using alternative text for images, clear and concise headings and navigation, as well as accessible forms and input fields. A web-accessible gaming simulator can be used for educational purposes, where students are given the opportunity to interact with virtual situations or tasks to acquire skills or knowledge.*

*The functional capabilities of simulators have been analyzed. The main approaches to its construction have been justified. A web-accessible gaming simulator has been designed to allow the user to learn and improve their understanding of combat mechanics and character development strategies.*

*As a result, a functional prototype of a web-accessible gaming simulator has been obtained, demonstrating the basic principles of the application's operation. The core of the system is a server that interacts with users in the browser. The server software was developed using the Node.js programming language, TypeScript, and the Nest.js framework. React and Next.js were used to create the client interface.*

**Key words:** *web accessibility, gaming simulator, combat mechanics, development strategy.*