



Національний університет "Києво-могилянська академія"  
Факультет інформатики

# Кваліфікаційна робота

## "Розробка веб-платформи для винагороду за переробку сміття з використанням блокчейн-технологій ICP та Solana"

**Виконав:** студент ІПЗ-4 Гаврилук Володимир

Дмитрович

**Науковий керівник:** Кирило Семенович Гороховський

# Актуальність проблеми

# 3

Відсотки сміття в Україні **йде на переробку**

Це призводить погіршення якості повітря, води, ґрунтів,  
зниження біорізноманіття

# Актуальність проблеми

Впровадження блокчейн-технологій надає:

- **Прозорість і довіра**

У проєкті, пов'язаному з екологією та переробкою, важливо, щоб учасники могли довіряти даним про підтвердження переробки

- **Токенізація як мотивація**

Блокчейн дає змогу впровадити гнучку та надійну систему винагород за участь у переробці на основі utility токенів та NFT

- **Спільнота**

Члени Web3-ком'юніті вдало підходять під опис цільової аудиторії: відповідальна і прогресивна міська молодь.

# Завдання

- Дослідити усі можливості блокчейну ICP для побудови веб-годатків
- Розробити та розгорнути на ньому гейміфіковану платформу для мотивації користувачів за ресайклінг
- Спроектувати смарт-контракти для токенів, котрі користувач отримуватиме за свої зусилля
- Інтегрувати блокчейн Solana, написавши аналогічні смарт-контракти для розподілу винагород
- Забезпечити авторизацію за допомогою Internet identity та Solana wallet
- Забезпечити механізм перевірки доказу переробки

# Базовий flow користувача

## 1. Зробити фото-доказ переробки

Користувач повинен зробити фотографію на переробній станції зі сміттям, як доказ ресайклингу

## 2. Завантажити фото на платформу

Далі, користувач має авторизуватись за допомогою обраного ним метода і завантажити фото з описом

## 3. Пройти перевірку

Після завантаження доказу, платформа перевіряє за допомогою OpenAI API валідність

## 4. Отримати токени

Після проходження перевірки, користувач відразу отримує 1000 PoR токенів

## 5. Придбати за них купон на знижку

Коли користувач назбирає достатню кількість токенів, він зможе придбати купон (NFT) на знижку

## 6. Скористатись знижкою

Для цього він має показати згенерований QR-code, який має відсканувати представник бренду

# Опис технічних аспектів

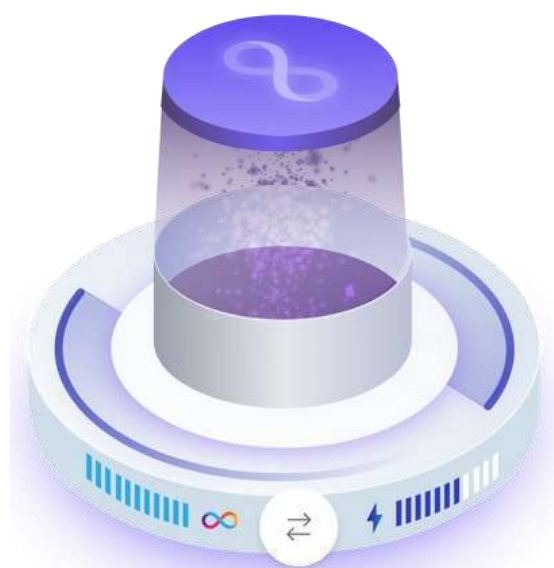
# Internet computer protocol

**Інтернет-комп'ютер (Internet Computer)** — це публічна блокчейн-мережа. Вона у мільйони разів потужніша та здатна замінити хмарні сервіси й традиційні ІТ-рішення.



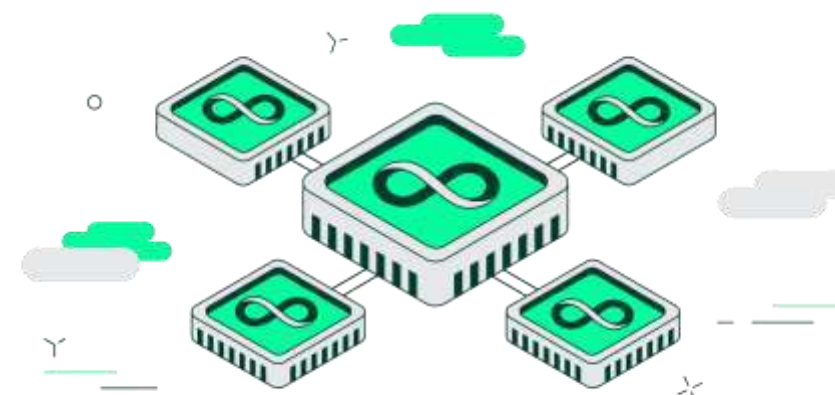
## Interoperability

ICP надає можливість робити HTTPS-запити на Web2 сервіси, вирішуючи “The oracle problem”



## Reverse gas model

Витрати на газ оплачують розробники. Кінцеві користувачі отримують доступ до децентралізованих застосунків (dapps) без використання токенів



## Canister-based architecture

Смарт-контракти, що працюють на ICP, є потужною еволюцією традиційних смарт-контрактів і називаються каністерами (canisters). Це обчислювальні одиниці, які поєднують у собі як код, так і дані.



## Internet identity

Internet Identity (II) — це автентифікаційна система, нативна для блокчейну ICP

# Solana

Була розроблена Solana-програма на фреймворку Anchor (Rust) і зегнлоєна в мережу devnet

```

declare_id!("4jwVxfKwLtXhAkPxpWuiZMHB5deB4U7At6mkCrZUGonX");

#[program]
pub mod por_nft {
    use super::*;

    pub fn mint_nft(
        ctx: Context<MintNft>,
        name: String,
        symbol: String,
        uri: String,
    ) -> Result<> {
        let authority_seeds: &[&[u8]] = &[&[b"mint-authority", &[ctx.bumps.program_authority]]];

        create(CpiContext::new(
            ctx.accounts.associated_token_program.to_account_info(),
            Create {
                payer: ctx.accounts.mint_authority.to_account_info(),
                associated_token: ctx.accounts.token_account.to_account_info(),
                authority: ctx.accounts.mint_authority.to_account_info(),
                mint: ctx.accounts.mint.to_account_info(),
                system_program: ctx.accounts.system_program.to_account_info(),
                token_program: ctx.accounts.token_program.to_account_info(),
            },
        ))?;

        mint_to(
            CpiContext::new_with_signer(
                ctx.accounts.token_program.to_account_info(),
                MintTo {

```

Код смарт контракту на  
Anchor

Program Account

Address: 4jwVxfKwLtXhAkPxpWuiZMHB5deB4U7At6mkCrZUGonX

Balance (SOL): 0.00114144

Executable: Yes

Executable Data: 6weN7rJbo4yXBXJwcZ161xvfQ9F9FUhagxwR5MqW5mhm

Upgradeable: Yes

Verified Build: Verified Builds only available on Mainnet

Security.txt: Program has no security.txt

Last Deployed Slot: 381,333,564

Upgrade Authority: AwaK517Auv1Y4K5RFVx8QJWtpHPAAYrSUFGaImG21kDy

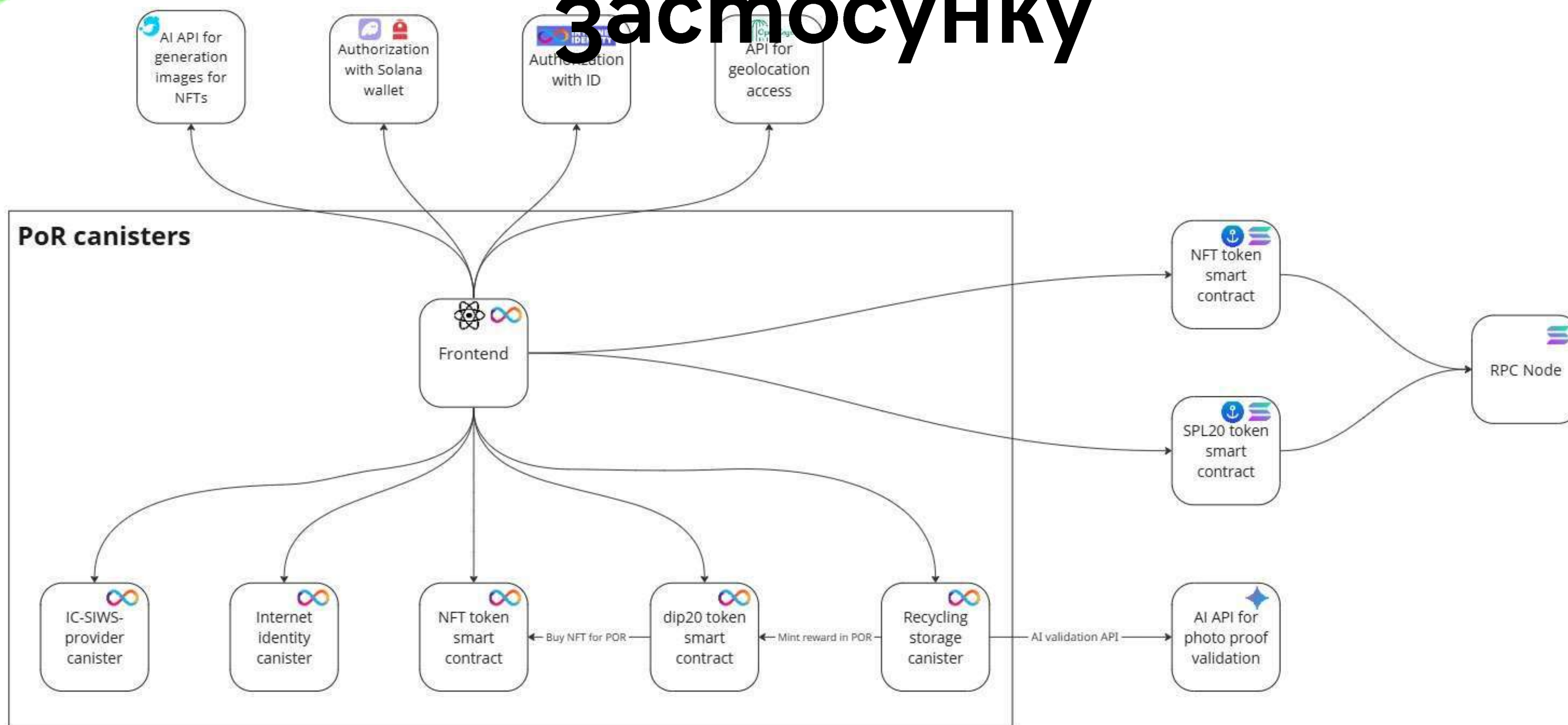
History Security Verified Build Tokens Domains

Transaction History

TRANSACTION SIGNATURE	BLOCK	AGE	TIMESTAMP	RESULT
bTmirYAYn1oug12VsYyXzrHUTsFnTtH8FASRCv5NBMDQab3P8GvH99GdYdFy...	382,141,852	9 hours ago	May 20, 2025 at 14:14:47 UTC	Success
pkW9HTs9VXeJcUrX05FqL7jxdtaQ8VKsk1SzpKWk9X00XUvVEQ85NwUVX3C...	382,141,358	9 hours ago	May 20, 2025 at 14:11:33 UTC	Success

Програма в Solana explorer

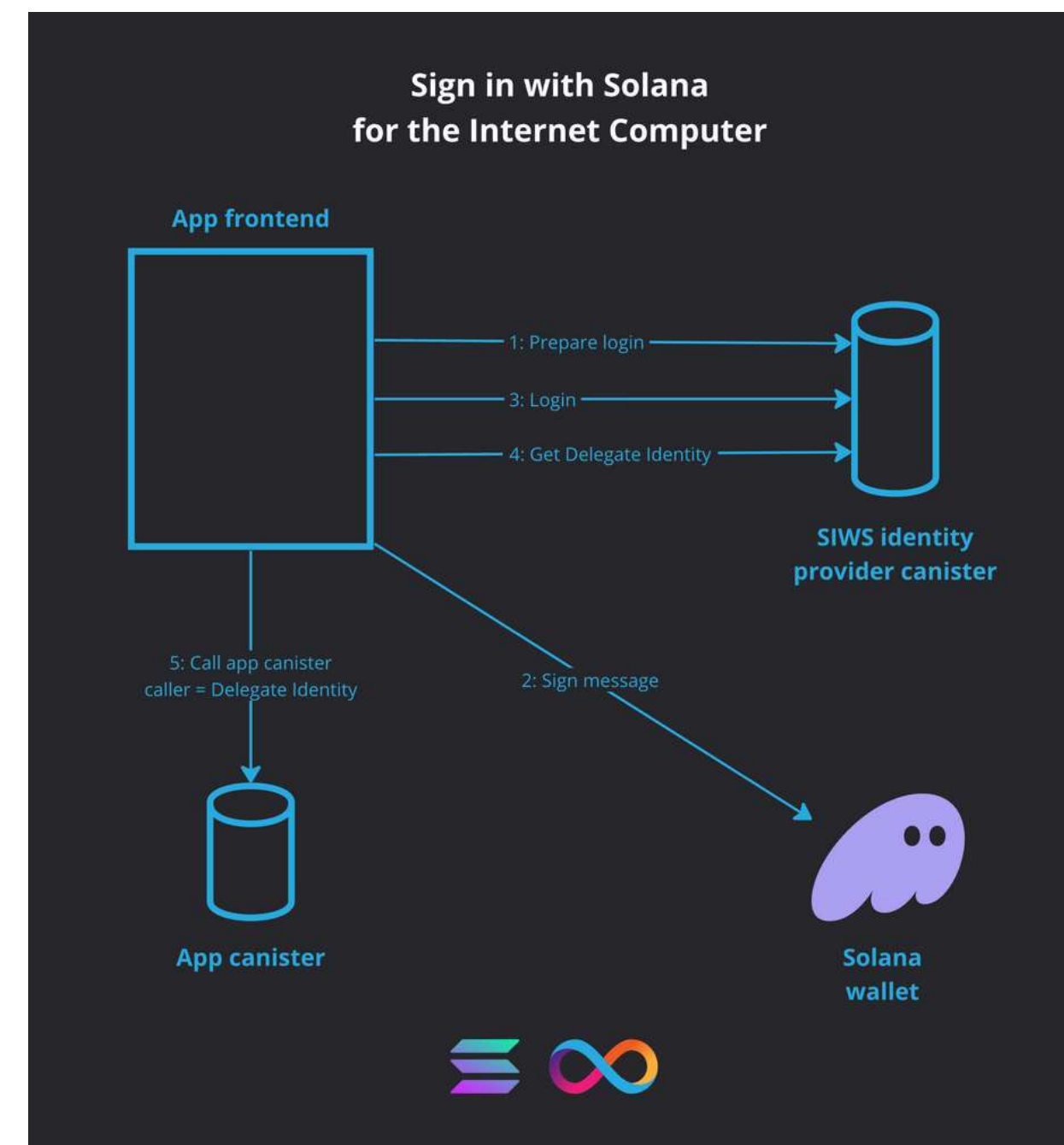
# Архітектура застосунку



# Інтеграція Solana wallet і Internet identity

ic-siws інтегрує автентифікацію через гаманець Solana у застосунки Internet Computer за допомогою каністри з підтримкою SIWS та фронтенд-бібліотеки ic-siws-js:

- Фронтенд використовує ic-siws-js, щоб надіслати запит на SIWS-повідомлення для входу до каністри.
- Каністра генерує та повертає SIWS-повідомлення.
- ic-siws-js запитує в користувача підписати це повідомлення за допомогою його гаманця Solana.
- Підписане повідомлення надсилається назад через ic-siws-js до каністри.
- Каністра перевіряє підпис і видає делеговану ідентичність IC (Principal).
- Фронтенд використовує цю делеговану ідентичність для автентифікованих викликів до інших каністр.



# ICP smart contracts

Було реалізовано смарт-контракти (каністри) на мові Rust для ICP блокчейну. Каністра storage по суті виконує роль бекенда і БД, використовуючи stable structs, каністри nft і dip20 реалізують логіку токенів для винагород, мають виклики один одного

```
Module hash 059bef807d8a59e9748a5af74f666f828649a644493760d8bfd8c8ab
Upgraded code for canister storage, with canister ID bw4dl-smaaa-aaa
Deployed canisters.
URLs:
  Frontend canister via browser:
    frontend:
      - http://by6od-j4aaa-aaaaa-qaadq-cai.localhost:4943/ (Recommended)
      - http://127.0.0.1:4943/?canisterId=by6od-j4aaa-aaaaa-qaadq-cai (Legacy)
    internet_identity:
      - http://rdmx6-jaaaa-aaaaa-aaadq-cai.localhost:4943/ (Recommended)
      - http://127.0.0.1:4943/?canisterId=rdmx6-jaaaa-aaaaa-aaadq-cai (Legacy)
  Backend canister via Candid interface:
    backend: http://127.0.0.1:4943/?canisterId=bd3sg-teaaa-aaaaa-qaaba-cai&id=bkyz2-fmaaa-aaaaa-qaaaq-cai
    dip20: http://127.0.0.1:4943/?canisterId=bd3sg-teaaa-aaaaa-qaaba-cai&id=be2us-64aaa-aaaaa-qaabq-cai
    ic_siws_provider: http://127.0.0.1:4943/?canisterId=bd3sg-teaaa-aaaaa-qaaba-cai&id=b77ix-eeaaa-aaaaa-qaada-cai
    internet_identity: http://127.0.0.1:4943/?canisterId=bd3sg-teaaa-aaaaa-qaaba-cai&id=rdmx6-jaaaa-aaaaa-aaadq-cai
    nft: http://127.0.0.1:4943/?canisterId=bd3sg-teaaa-aaaaa-qaaba-cai&id=br5f7-7uaaa-aaaaa-qaaca-cai
    storage: http://127.0.0.1:4943/?canisterId=bd3sg-teaaa-aaaaa-qaaba-cai&id=bw4dl-smaaa-aaaaa-qaacq-cai
```

```
#[update]
async fn store_data(image: Vec<u8>, comment: String, location: String, created_at: u128) -> String {
    let principal_id = caller().to_string();
    let recycle_data = RecycleData { image, comment, location, principal_id: principal_id.clone(), created_at };

    let mut storage = STORAGE.lock().unwrap();
    let user_records = storage.entry(principal_id.clone()).or_insert(vec![]);
    user_records.push(recycle_data);
    reward_user(caller()).await;
    principal_id
}
```

Приклад коду каністри store\_data

Результат build'у проекту з  
dfx

# Frontend і API інтеграції

Frontend був написаний на фреймворку React.js з Typescript і TailwindCSS для UI-частини. Працює так само в каністрі. Взаємодіє з каністрами на Rust через Candid interface. Додатково додано інтеграції з сервісами DeepAI (для генерації картинок при мінмі NFT) і OpenCagedata для визначення геолокації


```
storage.did M x
storage > storage.did
16 type Result_1 = variant { Ok : User; Err : text };
17 type User = record {
18   name : text;
19   description : text;
20   created_at : nat;
21   image : text;
22   principal_id : text;
23   location : text;
24 };
25 service : () -> {
26   create_brand : (Brand) -> (Result);
27   create_or_get_user : (text) -> (User);
28   get_all_recycle_data : () -> (vec RecycleDataWithoutImage) query;
29   get_brand_with_employees : (text) -> (opt record { Brand; vec User }) query;
30   get_brands_by_principal : (text) -> (vec Brand) query;
31   get_recycle_data : (text) -> (vec RecycleDataWithoutImage) query;
32   get_user : (text) -> (opt User) query;
33   store_data : (blob, text, text, nat) -> (text);
34   update_user : (text, text, text, text) -> (Result_1);
35   user_works_for_brand : (text, text) -> (bool) query;
36 }
37
```

Candid інтерфейс каністри  
storage

```
const authClient = await AuthClient.create();
const identity = authClient.getIdentity();
const storageActor = createStorageActor(storageCanisterId, {
  agentOptions: {
    identity,
  },
});
const dip20Actor = createDip20Actor(dip20CanisterId, {
  agentOptions: {
    identity,
  },
});

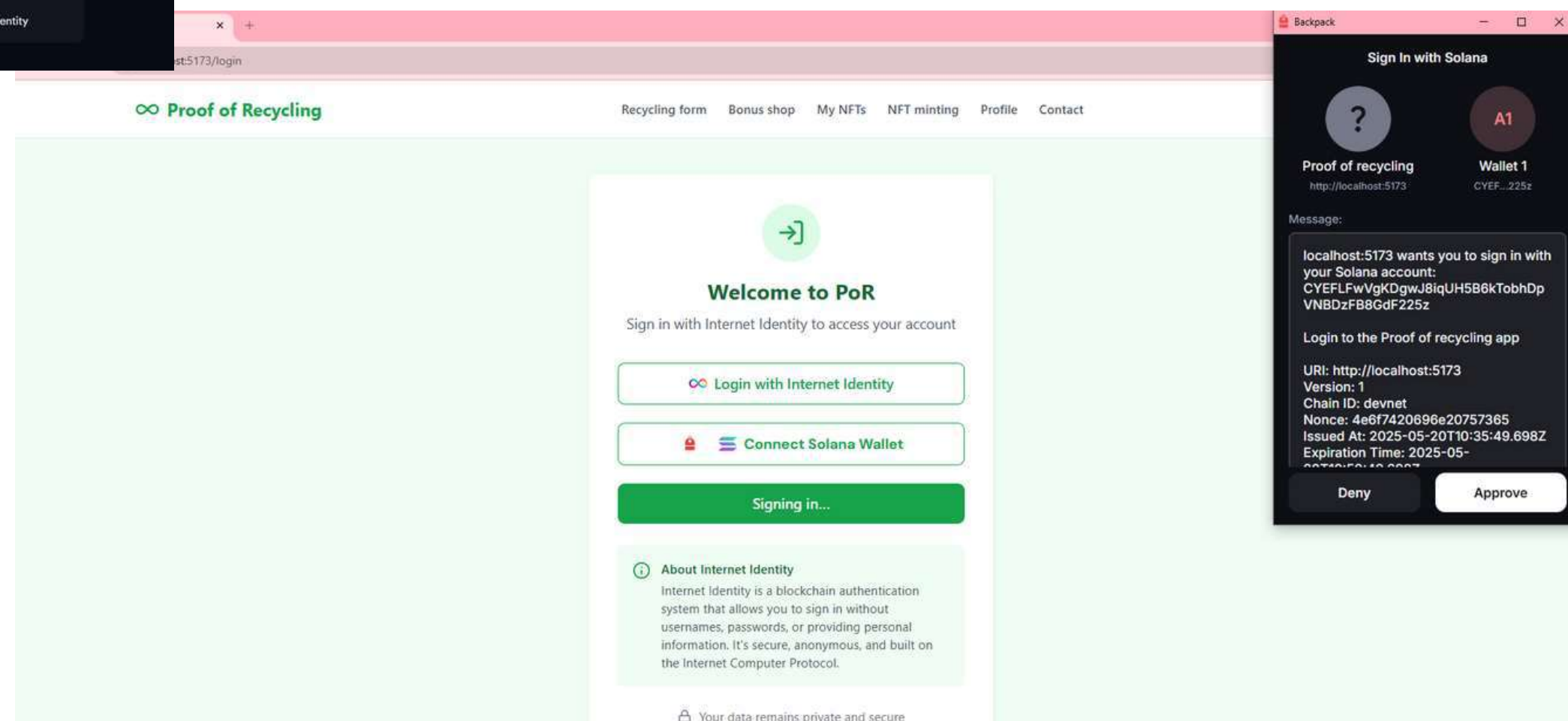
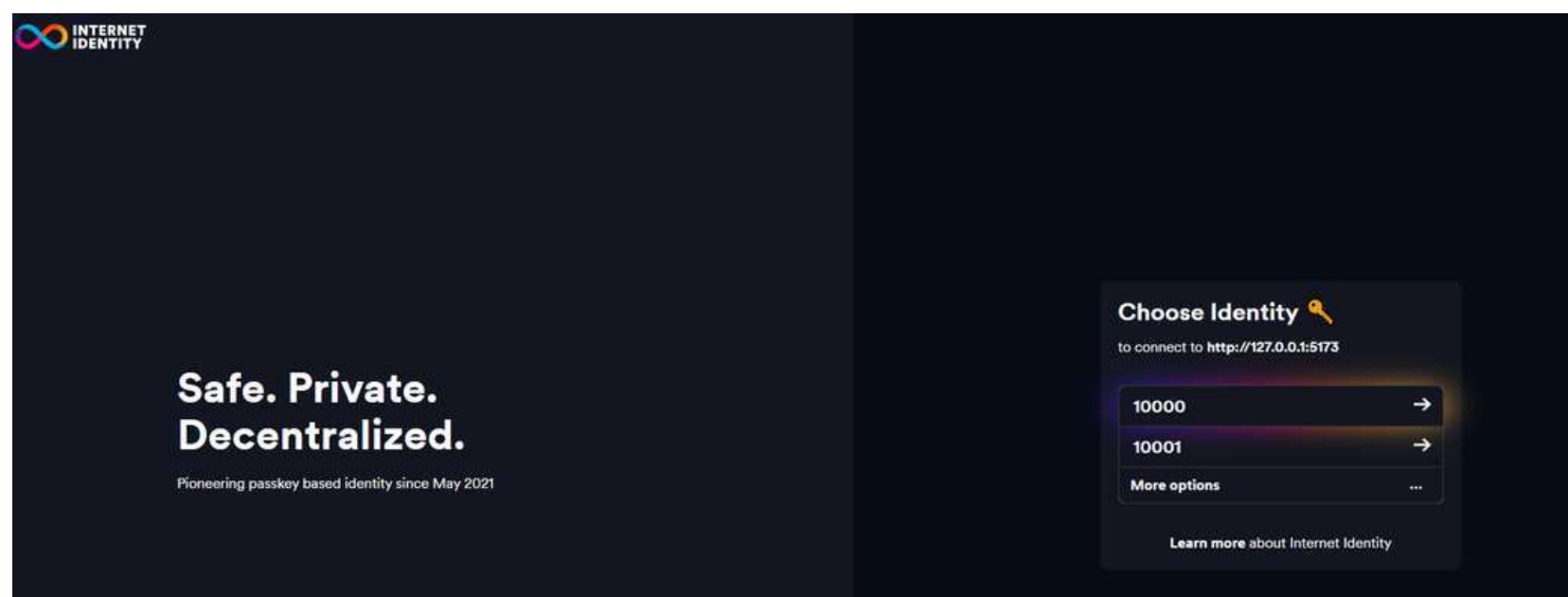
await storageActor.store_data(byteArray, formData.comment, formData.location, new Date().getTime());
const mintRes = await dip20Actor.mint(identity.getPrincipal().toString(), BigInt(1000));
toastNotifications.success('Recycling data stored successfully!');
```

Виклик на UI

The background is a solid green color. On the left and right sides, there are decorative white wavy lines that resemble a stylized topographic map or a series of concentric, irregular curves. These lines are more densely packed on the left and right edges and become sparser towards the center.

# Демонстрація застосування

# Авторизація



# Робота на платформі


Звичайний користувач

Recycling form Bonus shop My NFTs NFT minting Profile Contact

Location fetched successfully!

## Submit Your Recycling Proof

Photo Proof of Recycling \*



Location \*

Zhytomyr, Ukraine

[Determine location automatically.](#)

Comment

recycled 2 of glass bottle caps

Submit Recycling Proof

Партнер

## Create New NFT Reward

Create a new NFT reward that users can redeem with their recycling tokens. Fill out the form below to mint a new NFT to the platform.


NFT Name \*

3% Off for massage

Description \*

Get 3% off for massage from best massagers in Kyiv.

NFT Image \*



Generate image with AI

NFT Type \*

Discount Freebie Merchandise Environmental Impact Experience ✓

Create NFT

# NFT

**Recycling Bonus Shop**  
Exchange your recycling tokens for exclusive NFTs that can be used for discounts and special offers at participating stores.

Your PoR Balance: 500 Tokens

Confirm Exchange

Are you sure you want to exchange 2500 tokens for "3% Off for massage" NFT?

This action cannot be undone. The NFT will be minted to your connected wallet.

Cancel Confirm Exchange

**Confirm Transaction**

SOL

Transaction preview

A2: Wallet 1 HShdH...9gNRy

Send 0.01818998 SOL

Receive 1 POR

BSjXS...dPdxr

Receive 0.0151156 SOL


6tyb9...PrCjV

Receive 0.00103008 SOL

Deny Approve

Tap here to back up your recovery phrase

3% Off for massage



Send

Description

Get 3% off for massage from best massagers in Kyiv.

Attributes

Active true

Createdat 1747750280934

Category

Token cost

Portfolio Explore

SOLSCAN Blockchain Sign in

3% Off for massage

Sponsored: Solpot.com: On-Chain SOL Games. Free Solana Daily Case - No Wager Required! Open Now

Search transactions, blocks, programs and tokens

Buy Exchange Play

Fungible Asset Overview

Name: 3% Off for massage (POR)

Status: PRIMARY MARKET MUTABLE

Royalty: 0%

VIEW ORIGINAL

Creator (0) Attributes (5)

Profile Summary

Token address: F5VB5BidUSEWYhmaFubxMHD2xaHUXF7u6UQfouTn753w

Mint Authority: AUVSRJWk1CAAdWa88e5FsNHxiTxwAbNjbyBSoK6Avp8Wm

Freeze Authority: AUVSRJWk1CAAdWa88e5FsNHxiTxwAbNjbyBSoK6Avp8Wm


Update Authority: BSjXSDh3DEhzESJEHT7Q9PCngGNu96VDTK4Ye2odPdxr

Owner Program: Token Program

SOL Balance: 0.001461 SOL

Token Extensions: FALSE

Available



Experiences

**3% Off for massage**


Get 3% off for massage from best massagers in Kyiv.

Acquired: No expiration

Expires: No expiration

Token Cost: 2500 Tokens

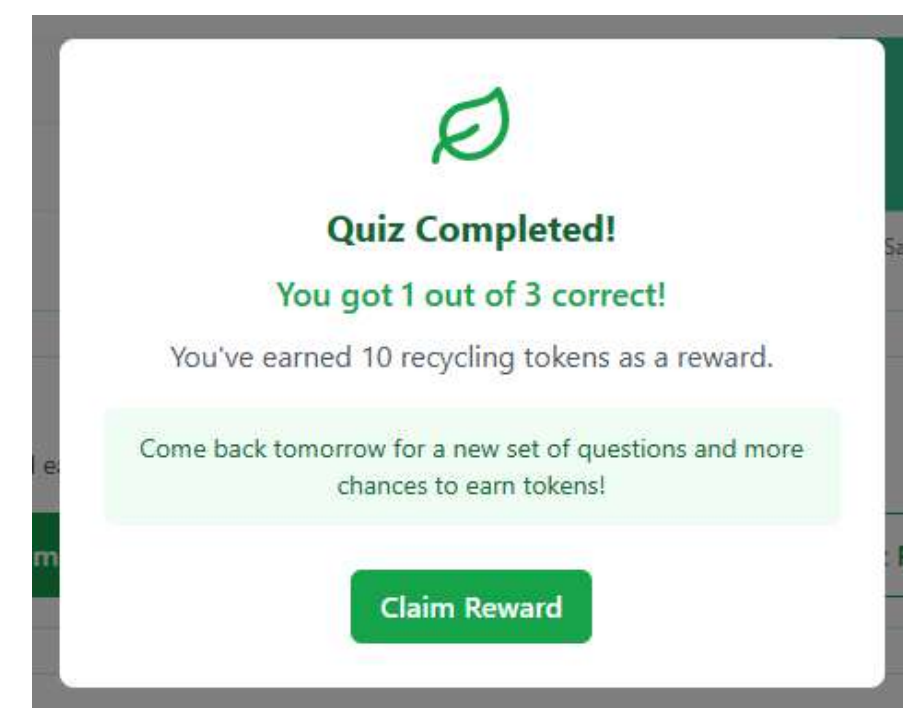
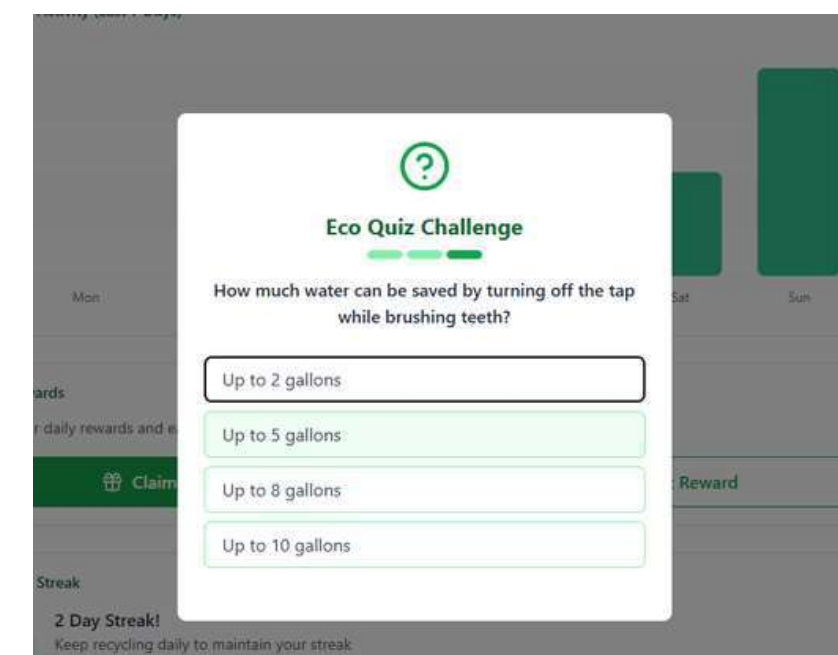
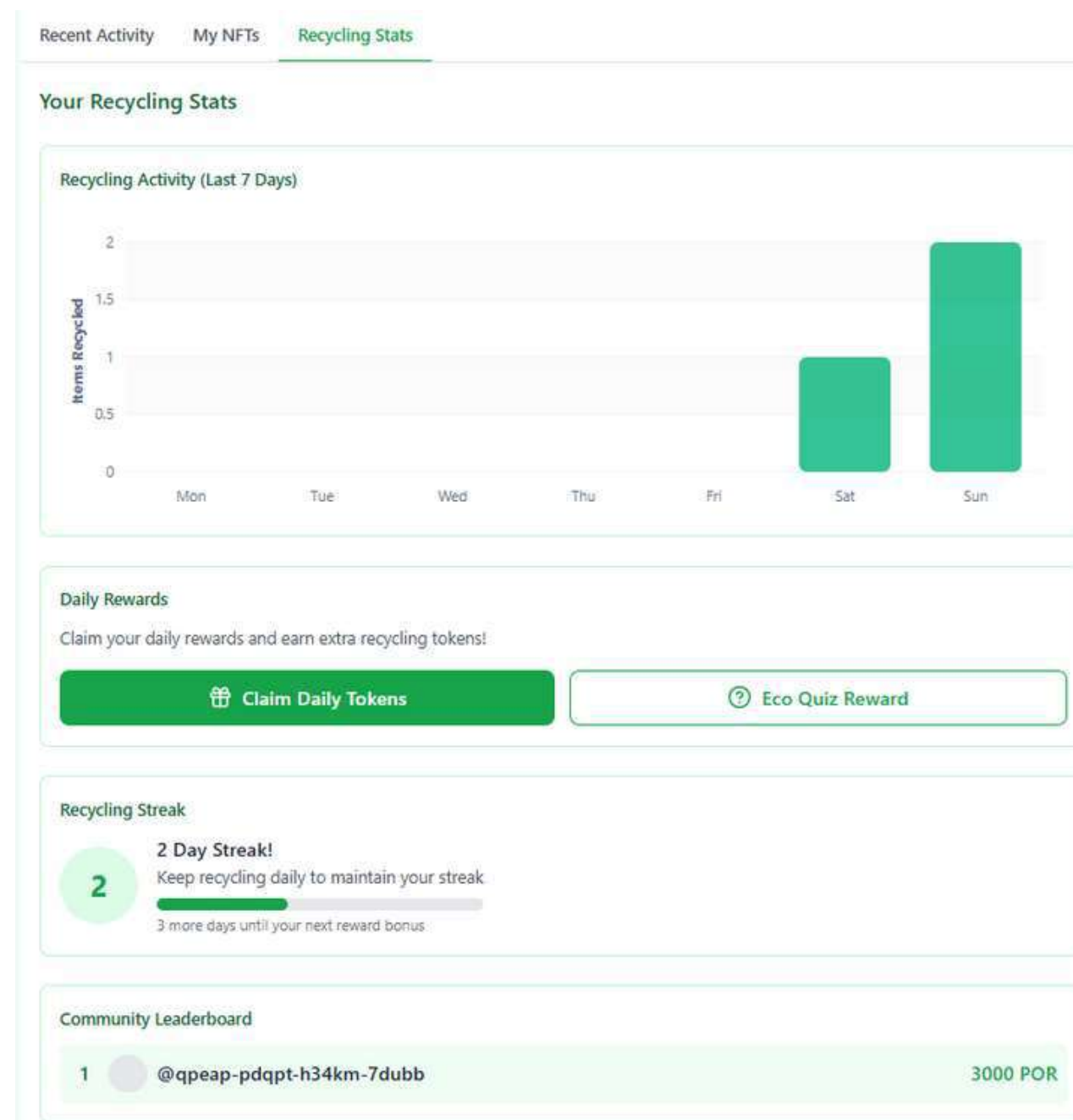
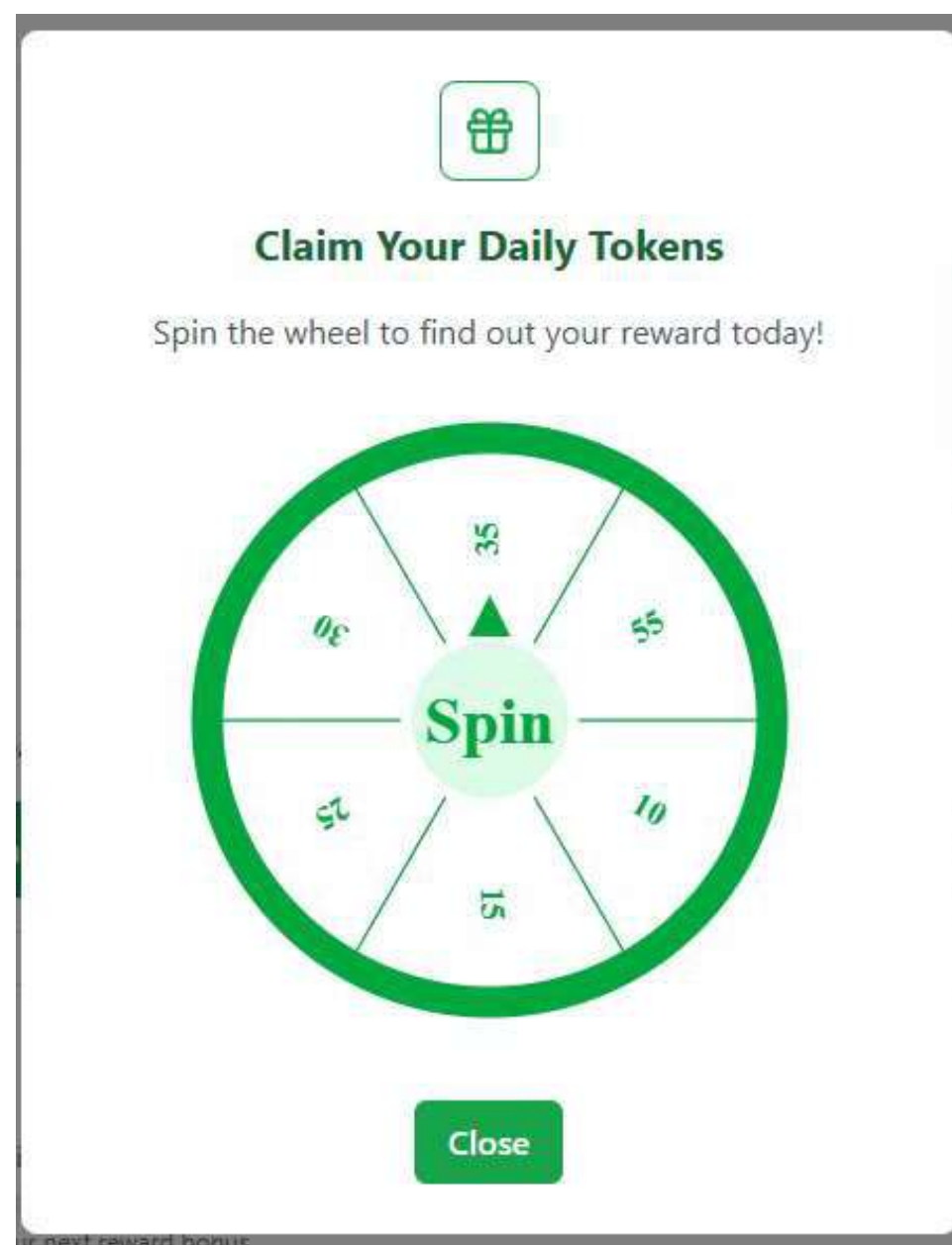
Redemption Details



Show this QR code to the cashier to redeem your reward

View on blockchain

# Гейміфікація



# Висновки і перспективи



ICP Ukraine Announcement

HACKATHON Let's try ICP! WINNERS

RANKING	PROJECT	PRIZE
Top 1	Proof of Recycle	\$2,000
Top 2	TABB BullBeary	\$1,500
Top 3	DAOGov Wallet	\$1,000
Crowd Favorite Award	GrindURUS	\$500

У результаті вдалось реалізувати гнучку платформу для мотивації ресайклінгу з елементами гейміфікації. Веб-гогаток має приємний інтерфейс і розгорнутий на блокчейні ICP. Також, вдалось додати кросчейнову функціональність, побудувавши Solana-програми на Anchor. З'ясовано головні переваги ICP, а також проаналізувати відмінності між блокчейнами з різними gas model.

Проект вже виграв хакатон "Let's try ICP", зайняв 2 місце на мозилянському стартап акселераторі, а також бере участь в хакатоні "Solana breakout"

У майбутньому планує інтегрувати ще більше блокчейнів (Ethereum, Binance Smart Chain та ін.), створити нативний мобільний гогаток.

Посилання на платформу

<https://2dwgp-naaaa-aaaa-qzypq-cai.icp0.io/>