Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЄВО-МОГИЛЯНСЬКА АКАДЕМІЯ»
Кафедра мережних технологій факультету інформатики

ПОНЯТТЯ І ВИДИ СТЕЙБЛКОІНІВ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В УКРАЇНСЬКІЙ БАНКІВСЬКІЙ СИСТЕМІ

Текстова частина до курсової роботи
за спеціальністю «Комп'ютерні науки» 122

Керівник курсової роботи
к.т.н., доц.
Невмержицький Є.І.
_____
"____" _____ 2021 р.

Виконала студентка КН-3
Васильєва Т.Є
"____" _____ 2021 р.

2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЄВО-МОГИЛЯНСЬКА АКАДЕМІЯ»

Кафедра інформатики факультету інформатики

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри інформатики,

доцент, к.ф.-м.н.

_____С. С. Гороховський

(підпис)

„____”_____2021 р.

ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

на курсову роботу

студентці 3 року навчання БП «Комп'ютерні науки»

Васильєвій Тетяні Євгенівні

на тему:

Поняття і види стейблкоінів та перспективи їх використання в українській банківській системі

Зміст ТЧ до курсової роботи:

1. Індивідуальне завдання
2. Анотація
3. Вступ
4. Принципи роботи і властивості технології блокчейн
5. Поняття криптовалют і їх порівняльна характеристика з фіатними грошима
6. Поняття і види стейблкоінів, світова практика застосування
7. Перспективи використання стейблкоінів у банківській системі України. Законодавчі і технологічні аспекти
8. Практична частина
9. Висновок
10. Перелік використаної літератури

Дата видачі „___” _____ 2021 р.

Керівник _____
(підпис)
Завдання отримав _____
(підпис)

Календарний план

№	Назва етапу	Термін виконання	Примітка
1	Отримання теми курсової роботи	12.10.2020	
2	Пошук тематичної літератури	23.01.2021	
3	Ознайомлення з літературою	26.01.2021	
4	Вивчення принципів роботи мережі блокчейн	17.02.2021	
5	Створення плану роботи	01.03.2021	
6	Написання теоретичної частини	14.03.2021	
7	Написання умов до програмної частини проекту	05.04.2021	
8	Розробка проекту	12.04.2021	
9	Перевірка виконаної частини з керівником	05.05.2021	
10	Робота над помилками, виправлення	10.05.2021	
11	Створення презентації	12.05.2021	
12	Захист роботи	18 – 29.05.2020	

ЗМІСТ

Анотація

Ця робота розглядає принципи роботи мережі блокчейн, її переваги та недоліки. Описане поняття стейблкоіну, його використання в банківській системі України. Реалізовано власний стейблкоін.

ВСТУП

Сьогодні про технологію блокчейн чув майже кожен. Хтось захоплюється ціною Біткоіна, яка кожен день досягає нових вершин, інші створюють нові і нові прогнози, коли ж вже знеціниться ця “мильна бульбашка”.

На жаль, за цим інформаційним шумом багато людей втрачають розуміння принципів роботи цієї технології, її масштабів, потенціалу, та просто математичної краси.

Ціллю цієї роботи є дослідження технології блокчейну за допомогою наукового підходу. Визначення основних понять технології та правил їх взаємодії. Дослідження перспектив використання технології блокчейн у банківській системі України та розробка власного стейблкоіну на основі смарт-контракту ERC-20 для пропозиції альтернативної версії національної валюти та створення криптогривні.

1. Принципи роботи і властивості технології блокчейн

1.1 Що таке блокчейн?

Блокчейн – вибудуваний за певними правилами безперервний послідовний ланцюжок блоків (зв'язний список), що містить певну закодовану інформацію.

Технологія блокчейн є розподіленою системою обміну даними, в якій всі учасники обробки операцій поєднані єдиними алгоритмами для збереження пересилання, обробки і підтвердження операцій із даними. Дані формуються в блоки і доєднуються до єдиного ланцюга блоків, утворюючи зв’язний список із блоків даних зашифрованих за певним однаковим криптографічним алгоритмом.

1.2 Технічна складова. Термінологія

Для детальнішого дослідження основ цієї технології потрібно ввести певний перелік формулювань та визначень, які складатимуть описову систему цієї наукової роботи.

База даних – сукупність даних, організованих за характеристикою цих даних та взаємозв’язками між їх елементами.

Децентралізована база даних – база даних, що розподіляє навантаження між кількома машинами та використовує певні складні алгоритми для збалансування вхідних та вихідних запитів для найкращого часу відгуку.

У децентралізованих системах кожен вузол приймає своє рішення. Остаточна поведінка системи – це сукупність рішень окремих вузлів. Зверніть увагу, що не існує жодної сутності, яка централізовано керує системою обміну інформації.

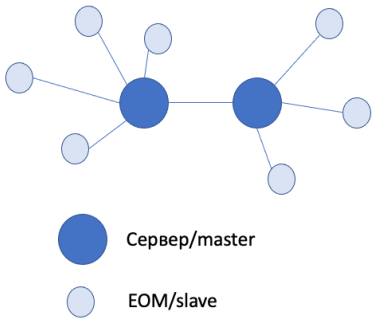

Рис.1 – Децентралізована система

Характеристики децентралізованої системи

- Відсутність глобального центрального вузла керування: кожен вузол не залежить один від одного.
- Кілька центральних блоків (комп'ютери / вузли / сервери): більше одного центрального блоку, який може прослуховувати з'єднання з інших вузлів.
- Залежна відмова компонентів: одна відмова центрального вузла призводить до відмови частини системи; але не всієї системи.

Хеш-функція, або геш-функція – функція, що перетворює вхідні дані будь-якого (як правило великого) розміру в дані фіксованого розміру.

Хешування – перетворення вхідного масиву даних довільної довжини у вихідний бітовий рядок фіксованої довжини. Такі перетворення також називаються хеш-функціями, або функціями хешування, а їхні результати називають хешем, хеш-кодом, хеш-сумою, або дайджестом повідомлення (*message digest*).

Криптографія з відкритим ключем або **асиметрична криптографія** – це криптографічна система, яка використовує пари ключів: відкриті ключі (які можуть бути відомі іншим) та приватні ключі (невідомі нікому, окрім власника).

Генерація таких пар ключів залежить від криптографічних алгоритмів, які базуються на математичних задачах, що називаються односторонніми функціями.

Приватний ключ має бути конфіденційним, задля безпепки; відкритий ключ може бути відкрито розповсюджений без загроз.

У такій системі будь-яка особа може зашифрувати повідомлення, використовуючи відкритий ключ передбачуваного одержувача, але це зашифроване повідомлення можна розшифрувати лише за допомогою приватного ключа одержувача.

Якщо отримане повідомлення не пов'язане із публічним ключем отримувача, він не може розшифрувати повідомлення і передає його іншим учасникам мережі.

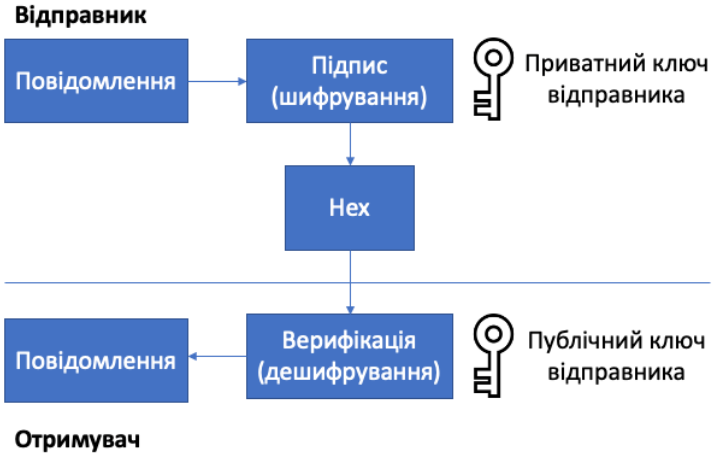

Рис 2. – Схематичне зображення принципу роботи технології пари публічних / приватних криптографічних ключів

В асиметричній схемі шифрування ключів кожен може зашифрувати повідомлення за допомогою відкритого ключа, але розшифрувати таке повідомлення може лише власник відповідного приватного ключа. Безпека системи залежить від секретності закритого ключа, який не повинен стати відомим будь-кому іншому.

Криптографічні хеш-функції – це виділений клас **хеш-функцій**, який об’єднаний за властивостями придатності для використання в криптографії.

До криптографічним хеш-функцій ставляться такі **вимоги**:

1. **Опір пошуку першого прообразу**

   При наявності хешу h має бути важко знайти яке-небудь повідомлення m, таке що h = hash(m).

   Ця властивість пов'язана з поняттям односторонньої функції. Функції, у яких відсутня ця властивість, уразливі для атак знаходження першого прообразу.

2. **Опір пошуку другого прообразу**

   При наявності повідомлення m1, має бути важко знайти інше повідомлення m2 (не рівне m1) таке, що hash(m1) = hash(m2).

   Це властивість іноді називається слабким опором пошуку колізій.

   Функції, у яких відсутня ця властивість, уразливі для атак пошуку другого прообразу.

3. **Стійкість до колізій**

   Колізією для хеш-функції називається така пара значень m та m', m<>m', для якої H(m) = H(m').

   Стійкість хеш-функції до колізій означає, що немає ефективного поліноміального алгоритму, що дозволяє знаходити колізії.

   Для криптографії важливо, щоб значення хеш-функції сильно змінювалися при щонайменшій зміні аргументу (лавинний ефект).

   Значення хешу не повинно повідомляти навіть про окремі біти аргументу.

4. **Псевдовипадковість**

   Має бути важко відрізнити генератор псевдовипадкових чисел на основі хеш-функції від генератора випадкових чисел.

Mempool (скорочення пам’яті та пулу) – це механізм для зберігання інформації про непідтверджені зміни у блокчейн-мережі.

Це виглядає як зал очікування для транзакцій, які ще не були зашифровані за стандартами мережі в стандартний блок даних і не доєднані до мережі блокчейн.

Блок – одиниця зашифрованої інформації за допомогою певного криптографічного алгоритму хешування за стандартами певної мережі блокчейн. Представлений у вигляді 16 розрядного хешу.

В блоці зашифрований певний перелік змін даних, які користувачі вносили у memory pool блокчейну за останні t хвилин.

У кожного блоку є свій унікальний хеш. Він складається з поточного хешу блоку і хешу попереднього блоку.

Поточний хеш блоку – це поєднання Pk отримувача даних та результату виконання умовної функції Sign (Message, Sk), зашифровані у 16 розрядній формі, де:

- Message – вхідні дані, які шифруються в блок.
- Sk – секретний ключ відправника.
- Pk – публічний ключ отримувача.

Перша частина хешу блоку, це результат функції цифрового підпису, Sign(Message, Sk), яка поєднує зміни даних у мережі та інформацію про їх відправника. Таким чином мережа визначає справжнього відправника та майже унеможливлює махінації із мережею, оскільки секретний ключ можна вгадати лише перебором 2^256 варіантів ключів.

Хеш – це математичний код, який унікально ідентифікує кожен блок у блокчейні.

Тепер ми можемо дати визначення: **блокчейн** – ланцюг блоків із певною інформацією, які зашифровані за однаковими стандартами криптографічного асиметричного хешування вхідних даних. В блокчейні зберігається інформація про всі зміни та обміни даних, які були записані в ланцюг учасниками мережі.

Тобто це зв’язний список, елементи якого складаються з хешу-вказівника на минулий елемент списку (блокчейна), зашифрованих за стандартами мережі вхідних даних, які містить даний елемент списку, та хешу блоку, який є результатом обчислення алгоритму консенсусу про додавання даного блоку до блокчейну.

Будь-який блокчейн ініціалізується **genesis-блоком**, у якого хеш попереднього блоку дорівнює нулю.

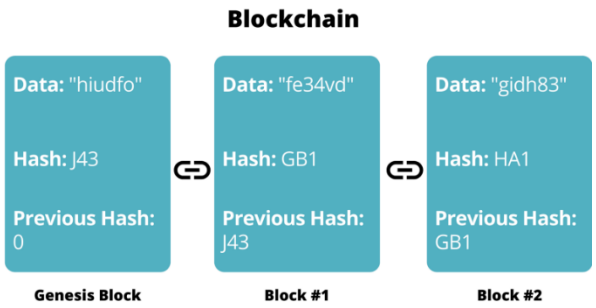

*Рис 3. - Схематичне зображення зв’язного списку із зашифрованими даними (**blockchain**)*

Нода (мережевий вузол) – це точка, де повідомлення можна створити, отримати або передати.

В блокчейні нодою вважається ЕОМ, на якому зберігається увесь блокчейн (повна нода), або його частина (неповна нода).

Алгоритм консенсусу – це механізм, який дозволяє користувачам або машинам координувати роботу в розподіленому середовищі. Потрібно забезпечити, щоб усі агенти в системі могли домовитись про одне єдине рішення щодо валідності блоку до вимог блокчейн-ситеми, навіть якщо деякі агенти зазнають невдачі. Іншими словами, система повинна бути стійкою до несправностей.

Правила алгоритму консенсусу визначаються стандартами блокчейн-мережі, проте функціональна задача залишається тією самою: підтвердити, що створений блок був створений саме за уніфікованими стандартами мережі.

Блокчейн мережа (платформа) – децентралізована база даних, яка складається із певних ЕОМ (нод), які зберігають інформацію про всі зміни у мережі у вигляді зв’язного списку блоків із зашифрованою інформацією про дані зміни.

Задачею учасників мережі є підбір певних значень хеш-функцій за стандартизованими алгоритмами консенсусу для додавання нового блоку до загальновизнаного блокчейну.

Після того, як учасник мережі заявляє, що правильний хеш було підбірано, та вхідні дані готові до приєднання до загального блокчейну, інші учасники мережі обчислюють надані значення хеш-суми та перевіряють, чи дійсно створений блок було захешовано відповідно загальновизнаного алгоритму консенсусу.

Майнінг – обробка операцій із підбору хешів для доєднання нового блоку у блокчейн. Зазвичай, за даний процес хешування нових вхідних даних, учасники мережі отримують винагороду.

Смарт-контракт – комп'ютерний алгоритм, призначений для формування правил обробки, шифрування, та передачі інформації іншим учасникам даної мережі блокчейн. Найчастіше мова йде про застосування технології блокчейну. У більш вузькому сенсі під смарт-контрактом розуміється набір функцій і даних (поточний стан), що знаходяться за певною адресою в блокчейні.

1.3 Основні властивості технології блокчейн

Отже, ми розібрали як технічно влаштований сам блокчейн та що таке блокчейн-мережа.

Тепер знаючи особливості технічної реалізації, є можливість виділити ряд суттєвих переваг технології блокчейн в організації даних.

Переваги технології

- **Децентралізація**

  Блокчейн-мережа не має єдиного центру керування, що значно ускладнює монополізацію мережі єдиним учасником, який може підроблювати блоки та вводити інших учасників мережі в оману.

- **Покращена безпека**

  Блокчейн може істотно змінити спосіб збереження та шифрування важливої інформації. Створюючи запис, який неможливо змінити і який шифрується наскрізно, блокчейн допомагає запобігти шахрайству та несанкціонованій діяльності. Проблеми конфіденційності також можна вирішити на блокчейні, знеособлюючи особисті дані та використовуючи лише публічні/приватні ключі для ідентифікації користувачів. Інформація зберігається в мережі комп'ютерів, а не на одному сервері, що ускладнює взламування даних хакерами.

- **Прозорість операцій**

  Блокчейн використовує децентралізовану базу даних, будь-які зміни даних записуються однаково в декількох місцях. Усі учасники мережі з дозволеним доступом бачать одну і ту ж інформацію одночасно, що забезпечує повну прозорість. Усі транзакції реєструються в загальновідомий блокчейн та мають позначення часу та дати. Це дозволяє учасникам переглянути всю історію транзакцій та виключає будь-яку можливість для шахрайства, оскільки неможливо без схвалення інших учасників мережі створити новий блок.

- **Миттєва простежуваність**

Блокчейн створює аудиторський шлях, який документує походження даних на кожному кроці їх шляху. У блокчейн-мережі майже неможливо підробити потік даних та вставити інформацію в блокчейн в обхід консенсусу мережі.

- **Підвищена ефективність та швидкість**
  Процеси схвалення додавання нової інформації в систему можуть забирати багато часу. Впорядкувавши ці процеси за допомогою блокчейну, обмін даними можна завершити швидше та ефективніше. Не потрібно узгоджувати кілька різних записів, тому внесення та врегулювання даних значно пришвидшується.

Проте технологія блокчейн має і ряд недоліків.

Недоліки технології блокчейн

- **Проблема масштабованості**
  Блокчейн є складним у масштабуванні. Чим більше людей або вузлів приєднується до мережі, тим більше вона сповільнюється, і тим більше часу потрібно на створення нових блоків.
- **Деякі блокчейн-рішення споживають занадто багато енергії**
  Учасники мережі хешують вхідні дані та додають їх до блокчейну за певну винагороду. Проте із кожним новим блоком, майнерам потрібно вирішувати математичну задачу із підбору нового хеша складнішу, за попередню, що означає витрату ще більшої кількості енергії для створення нового блоку*.
  **Проте існують алгоритми консенсусу, які вирішили дану проблему.*
- **Блокчейн не може відредагувати дані в блоку – дані незмінні**
  Незмінність даних завжди була одним з найбільших недоліків блокчейну. Зрозуміло, що від цього виграють кілька типів систем, включаючи логістичні системи, фінансові системи тощо. Однак, при бажанні відредагувати внесені в блок дані, це буде неможливо зробити, через основну логіку роботи технології блокчейн.

2. Поняття криптовалют та їх порівняльна характеристика з фіатними грошима

Гроші є вимогою будь-якої фінансової операції і є загальновизнаним еквівалентом цінності у всьому світі.

Раніше для торгівлі та обміну використовувалися лише **фіатні гроші** – випущений урядом певної країни законний платіжний продукт без внутрішньої вартості. Наразі, фіатні гроші – пануючий тип грошей. Для багатьох паперові купюри та монети – це єдина форма грошей, яку вони коли-небудь знали.

Однак, як нам показала історія, гроші еволюціонують. Поява технології блокчейн та криптовалют – це фундаментальне оновлення світових систем грошей та вартості. Побудовані на децентралізованих мережах блокчейнів, цифрові валюти, такі як біткоін (BTC) та ефір (ETH), не контролюються єдиним урядовим органом і пропонують значні можливості для фінансових операцій у всьому світі.

2.1 Що таке криптовалюта?

Криптовалюта – це цифрова або віртуальна валюта, яка підкріплена криптографією, що робить майже неможливим підробку або подвійні витрати коштів у такій системі. Багато криптовалют є децентралізованими мережами, заснованими на технології блокчейн – розподіленим реєстром даних, що підтримується розрізненою мережею комп'ютерів. Визначальною особливістю криптовалют є те, що вони, як правило, не видаються жодним центральним органом влади, що робить їх теоретично несприйнятливими до втручання чи маніпуляцій уряду або третіх сторін.

2.2 Що таке фіатні гроші?

Фіатні гроші – це різновид валюти, що випускається урядом і регулюється центральним органом – центральним банком. Такі валюти діють як

законний платіжний засіб і не забезпечуються фізичним товаром. Натомість вони базуються на кредиті економіки.

Фіатні валюти, такі як долар США, фунт або євро, визначають свою вартість завдяки силам попиту та пропозиції на ринку. Такі валюти завжди ризикують знецінитися через гіперінфляцію, оскільки починаючи з 1971 (відміна золотого стандарту) вони не пов’язані з будь-якими фізичними резервами, такими як товари.

2.3 Переваги та недоліки фіатних грошей та криптовалют

Переваги фіатних грошей

Фіатні гроші залишаються законним платіжним засобом у більшості країн, частково тому, що вони є стабільними та контрольованими.
На відміну від інших форм грошей, таких як криптовалюти та товарні валюти, фіатні валюти відносно стабільні.

Стабільність дозволяє фіатним грошам діяти як засіб зберігання вартості та сприяння обміну. Він також може бути використаний для надання числового рахунку.

Посилений контроль дозволяє центральним банкам управляти різними економічними змінними, такими як ліквідність, процентні ставки та кредитна пропозиція, щоб забезпечити стійку та стабільну економіку.

Недоліки фіатних грошей

Хоча фіатні гроші вважаються стабільною валютою, проте це не завжди так. Економічне спадання протягом багатьох років висвітлило деякі недоліки, пов'язані з фіатними грошима. Той факт, що посилений контроль центрального банку часом майже не зупиняє інфляцію чи рецесію, змусив більшість людей вважати, що золото може бути набагато стабільнішою валютою з огляду на його обмежену пропозицію. Поняття контролю центральних банків над

економікою та постійне зростання світових цін створюють потребу в криптовалютах.

Переваги криптовалют

- Криптовалюти глобально доступні, оскільки зберігаються у віртуальному вигляді у мережі Інтернет.
- Швидкий час розрахунків – ще один атрибут, який продовжує прискорювати широке впровадження віртуальних валют. На відміну від інших електронних систем розрахунків готівкою, які займають дні для обробки транзакцій, розрахунки криптовалютами можуть здійснюватись миттєво.
- Зниження комісійних за проведення транзакцій зробило криптовалюти кращим способом переказу грошей через кордон. Переказ грошей за допомогою інших банківських шлюзів може бути досить дорогим, враховуючи кількість комісій, що стягуються при проведенні транзакції.
- Конфіденційність – ще один аспект, який зробив криптовалюту популярною, а саме знеособленість даних. Користувачам не потрібно ділитися своєю особистістю, щоб мати змогу здійснювати транзакції. Наприклад, існують альткоїни, основними функціями яких є підтримка конфіденційності (анонімності) людей, які проводять транзакції.

Недоліки криптовалют

- Криптовалюти – це нова складна технологія, яка незрозуміла масам. Це одна з причин, чому деякі країни та регуляторні органи продовжують уникати їх. Відсутність знань про те, як користуватися криптоактивами, є ще однією перепоною, яка продовжує стримувати перспективи цифрових валют.
- Той факт, що неможливо повернути транзакцію назад після її здійснення – ще одна причина, яка змусила більшість людей уникати криптовалюти.

У разі певної помилки транзакції, єдине, що можна зробити, – це попросити скасування транзакції в одержувача.

- Волатильність є безумовно найбільшим недоліком, яка спричиняє нестабільність у ціні певного криптоактиву.

2.4 Різниця між фіатними грошима та криптовалютами

Хоча як фіатні гроші, так і криптовалюти можуть бути використані як платіжний засіб, є деякі відмінності.

Законність

Уряди випускають фіатні валюти, що регулюються центральним банком – офіційним представником валюти у глобальній валютній системі. Фіатні гроші вважаються законним платіжним засобом, оскільки вони часто є офіційним засобом здійснення операцій. Уряди час від часу контролюють обмін грошової маси та проводять політику, яка впливає на їх вартість.

В свою чергу криптовалюти – це лише цифрові активи, що діють як засіб обміну, над яким уряди не мають контролю. Аспект децентралізації означає, що жоден центральний орган не може контролювати чи впливати на вартість криптовалюти.

Частина країн заборонила криптовалюти через побоювання, що деякі з них використовуються для підживлення незаконних дій, таких як тероризм та відмивання грошей.

Матеріальність

Криптовалюти не є фізичним активом, оскільки вони працюють в Інтернеті як віртуальні монети. Фіатні гроші, з іншого боку, мають фізичний аспект, оскільки вони можуть існувати як монети та купюри. Фізичний аспект фіатних грошей часом представляє чимало викликів, оскільки пересування великих сум є досить складною задачею.

Біржовий аспект

Криптовалюти існують у цифровій формі, оскільки вони створюються комп’ютерами і діють як приватні фрагменти коду. Таким чином, засоби обміну є суто цифровими. Навпаки, фіатні гроші можуть існувати як у цифровій, так і у фізичній формі. Послуги електронних платежів дозволяють людям переказувати фіатні гроші цифровим способом.

Емісія

Основна різниця між фіатними грошима та криптовалютою пов'язана з пропозицією. Фіатні гроші мають необмежену пропозицію, що означає відсутність обмежень з боку центральної влади щодо кількості, в якій вони можуть виробляти гроші.

Більшість криптовалют мають обмеження щодо емісії, а це означає, що існує певна кількість монет, які коли-небудь будуть згенеровані системою. Наприклад, загальна кількість біткоін-монет, які коли-небудь будуть випущені, становить 21 мільйон.

З фіатними грошима неможливо визначити кількість грошей в обігу в певний момент часу, але з криптовалютами це можливо.

Зберігання

Віртуальний аспект криптовалют означає, що вони можуть існувати лише в Інтернеті, тим самим зберігаючись у цифрових гаманцях, які зазвичай називають криптовалютними гаманцями. Хоча більшість цифрових гаманців стверджують, що пропонують безпечне зберігання, деякі з них були зламані, в результаті чого люди втрачали значну кількість коштів.

З іншого боку, універсальність фіатних грошей означає, що їх можна зберігати у різних формах. Наприклад, постачальники платежів, як PayPal, дозволяють людям зберігати фіатні гроші в цифровій формі.

3. Поняття і види стейблкоінів, світова практика застосування

Стейблкоін – це новий клас криптовалют, який намагається запропонувати цінову стабільність і підтримується фізичним резервним активом.

Стейблкоіни набули популярності, оскільки вони перейняли найкраще від обох типів валют – миттєву обробку транзакцій, безпеку та конфіденційність криптовалютних платежів, а також стабільний курс від фіатних грошей. Особливість стейблкоіну в тому, що прив’язаний до певного курсу, який оголошує регуляторний орган.

3.1 Що таке стейблкоін?

Стейблкоін – це інший тип цифрового токену або криптовалюти, який намагається імітувати або прив’язати свою ринкову вартість до іншого активу або зовнішнього регулятора. Його ціна може бути прив'язана до ціни таких товарів, як золото, нафта, газ та інші запаси, або до вартості державних емісійних грошей, таких як долари, євро, єна тощо.

Як тип криптовалюти, стейблкоіни також здійснюють операції за допомогою технології блокчейн. Вони також прагнуть виконувати ті самі функції традиційних грошей та цифрових активів, які можуть бути використані для здійснення платіжних операцій. Стейблкоіни підпадають під категорію платіжних засобів, що використовуються як одиниця рахунку, засіб обміну та сховище вартості.

Однак, на відміну від деяких фіатних валют, які дуже сприйнятливі до інфляції, та інших криптовалют, таких як Bitcoin (BTC) та Ethereum (ETH), які відомі як дуже волатильні активи, стейблкоіни призначені для досягнення стабільності ціни на такий актив.

3.2 Які існують методи прив’язки курсу стейблкоіна до фізичного активу?

Щоб подолати розрив між фіатними грошима та ціновою стабільністю криптовалюти, стейблкоіни прив'язують свою цінність за допомогою різних механізмів. Давайте розглянемо чотири категорії.

1. **Токени із прив’язкою до фіатної валюти**

   Цей тип стейблкоінів підтримується існуючою державною емісією, такою як долар США (USD), часто у співвідношенні 1: 1. Це означає, що еквівалентні фіатні гроші зберігаються під заставу кожної випущеної цифрової монети. Одним з хороших прикладів є Tether (USDT), де 1 USDT завжди оцінюється в 1 USD.

   Стейблкоіни, що підтримуються фіатними валютами, є найпопулярнішим та найпоширенішим видом на сьогодні. Однак такі криптовалюти централізовані та керуються централізованими групами та організаціями зі своїми правилами та протоколами. Тому доводиться шукати емітента, якому можна довіряти. Втрачається головна перевага криптовалют – децентралізація та неможливість шахрайства.

2. **Стейблкоіни підкріплені реальними товарами**

   Ці стейблкоіни схожі на фіатні гроші, але замість фіатних грошей цей тип використовує інші види взаємозамінних активів та товарів як актив для підкріплення своєї цінності. Сюди входять дорогоцінні метали та мінерали, такі як золото, срібло, алмази; цінні товари, такі як нафта та природний газ; ексклюзивна нерухомість та багато іншого. Одним з хороших прикладів є криптовалюта з підтримкою нафти Венесуели, яка називається Petromoneda або Petro (PTR).

3. **Стейблкоіни забезпечені криптовалютою**

Тут замість фіатних грошей стейблкоін підтримується криптовалютами. Оскільки він використовує криптовалюти в якості забезпечення, весь процес на блокчейні децентралізовано. Часто криптовалютні стейблкоіни прив'язані до співвідношення 1: 2.

Таким чином, на пропозицію не вплинуть екстремальні коливання цін. Прикладом цього є Dai (DAI), який забезпечений заставою на платформі Maker.

4. Алгоритмічні стейблкоіни

Ці стейблкоіни не підтримуються ні фіатними грошима, ні криптовалютою. Натомість вони підтримують стабільність та емісію за допомогою алгоритму. Смарт-контракти відповідають за управління схемою попиту та пропозиції та гарантують стабільність цін на стабільні валюти.

Алгоритмічна система буде генерувати нові монети, якщо стабільний курс торгів буде занадто високим. В іншому випадку система буде купувати монети на ринку, щоб скоротити конвертації. Прикладом такої валюти є Primecoin (XPM).

3.3 Переваги стейблкоіну

Як і тисячі криптовалют, доступних сьогодні на ринку, стейблкоіни також прагнуть забезпечити розвинені функції традиційних грошей. Давайте розглянемо деякі їх суттєві переваги.

1. Цінова стабільність

Стейблкоіни розроблені, щоб мати стабільну вартість та низьку волатильність. Вартість фіатних грошей та основних криптовалют щодня переживає різкі сплески і падіння, саме тому стейблкоіни є прекрасним варіантом для людей, які шукають шляхи збереження свого багатства.

Такі люди можуть зберігати свої кошти в активі, без ризиків їх втрати через інфляцію.

2. Конфіденційність та децентралізація

Стейблкоіни є різновидом криптовалюти. Отже, це означає, що вони мають ті самі технологічні переваги, що і системи криптовалют.

Хоча криптовалюти мають децентралізований характер, все ще може існувати потреба у зв'язках з банківською системою фіатної валюти.

3. Програмована валюта

Стейблкоіни програмовані, тому правила їх функціонування можуть бути розроблені та розширені з урахуванням потреб користувачів.

Одним із поширених способів використання стейблкоінів є програми лояльності. Компанія будує свою програму на основі своїх стейблкоінів, які об’єднані єдиними правилами генерації для кожного користувача. Так користувачі можуть легко та швидко перевірити кількість своїх бонусних віртуальних активів та завжди знати правила отримання винагороди, бути впевненими у чесності системи.

4. Перспективи використання стейблкоінів у банківській системі України

Спочатку визначимо, що собою являє банківська система України. Банківська система є складовою економічної системи держави. Вона включає Національний банк України, комерційні банки, різноманітні фінансові установи.

Банківська система виконує такі функції як створення грошей та регулювання грошової маси, трансформаційну та стабілізаційну функції. Однією з найголовніших функцій банківської системи є створення грошей, а також регулювання грошової маси. Кількість грошей, які знаходяться в обігу має змінюватись залежно від того, як змінюється попит на гроші.

НБУ регулює обсяг грошової маси та виступає емітентом валюти країни.

Емісія грошей – це випуск в обіг нових грошових знаків, НБУ має монопольне право емісії національної валюти та організації її обігу. Його задача – забезпечити кількість грошей в обігу, що потрібна для обслуговування процесів економіки. НБУ отримує еквівалентний обсяг іноземної валюти або ліквідних фінансових інструментів через валютний, фондовий та кредитний канали. Гроші вилучаються з обігу використовуючи ті ж канали.

НБУ визначає правила введення валюти в обіг, визначає правила зберігання і перевезення грошових знаків, займається організуванням інкасації, визначає порядок ведення касових операцій для банків, підприємств і організацій тощо.

НБУ – центральний банк України. Він здійснює регулювання обсягу грошової маси, застосовуючи відповідні інструменти, а саме: визначення та регулювання норм обов'язкових резервів для комерційних банків; процентну політику; рефінансування комерційних банків; операції з цінними паперами на відкритому ринку; депозитну політику; управління золотовалютними резервами; регулювання імпорту й експорту капіталу.

Саме НБУ забезпечує функціонування платіжної системи та організовує міжбанківські розрахунки.

Проте світ рухається вперед, а цифровізація змінює економічну діяльність, зменшує роль готівки та стимулює нові цифрові технологічні форми грошей. Тому замість друкованих гривень, або гривень випущених для оплати за стандартами SWIFT можна використовувати стейблкоіни від НБУ з курсом гривні 1:1 з прив'язкою до фіатної валюти або криптовалюти – криптогривня. (Створення криптогривні розглядається в практичній частині).

Переваги такої валюти

- Відв'язка від долара в системі міжнародних транзакцій.
- Відв'язка від стандарту SWIFT на користь більш швидких транзакційних систем, заснованих на технології блокчейн.
- Зменшення навантаження на фізичний грошовий оборот, а отже й зменшення витрат на випуск гривень.
- Криптогривня не має терміну придатності, оскільки вона представлена у вигляді набору бітів на серверах учасника блокчейн-мережі.
- Криптогривню неможливо підробити, оскільки вона записана в єдиний список (блокчейн) всіх випущених криптогривень.
- Цю валюту неможливо знищити, оскільки дані про кількість випущених криптогривень та інформація про вартість кожної випущеної криптогривні записані в кількох базах даних учасників блокчейн-мережі.

Проте є і певні недоліки такі як:

- Необхідність фінансових внесків, а також часу для модернізації платіжної інфраструктури.
- Руйнування існуючих звичок населення, та популяризацію нового платіжного засобу.
- Можливі кібератаки на створену систему, що призведе до її недієздатності.

5. Практична частина

Для демонстрації можливостей стейблкоінів було розроблено приклад стейблкоіна на основі Smart-контракту ERC20. Розроблений стейблкоін підкріплений певною кількістю ефірів (у прикладі тестових монет із мережі Ropsten). Емісія регулюється напряму регуляційним органом монети, а капіталізація кожної монети становить 1:2 у відношенні до курсу вартості 1 ETH.

5.1 Використані технології

5.1.1 Ethereum Platform & Ethereum Smart-контракти

Ethereum – криптовалюта і платформа для створення децентралізованих онлайн-сервісів на базі блокчейну (децентралізованих додатків), що працюють на базі смарт-контрактів.

Реалізована як єдина децентралізована віртуальна машина.

Мережа використовує алгоритм KECCAK-256 для шифрування даних і створення нових блоків у блокчейн-мережі.

Keccak – це сімейство хеш-функцій, яке базується на конструкції sponge (sponge construction), а отже – це сімейство sponge-функцій.

Блокчейн-платформа Ethereum використовує консенсус типу Proof-of-Work. Обрахунок консенсусу побудований на алгоритмі під назвою GHOST – «Жадібне-і-Найбільш-Вагоме-з-Відомих-Дочірніх-Дерев» (Greedy Heaviest Observed Subtree), який обирає найваліднішим найдовший запропонований валідний ланцюг блоків для приєднання до основного блокчейну в мережі.

Смарт-контракти Ethereum розробляються на одній з мов, спроектованих для трансляції в байт-код віртуальної машини Ethereum: Solidity (схожий на Ci або JavaScript), Vyper і Serpent (схожі на Python), LLL (низькорівнева версія Lisp), Mutan (заснований на Go).

Сторони підписують смарт-контракт, використовуючи методи, аналогічні підписанню відправки коштів в діючих криптовалютних мережах. Після підписання сторонами, контракт зберігається в блокчейні та вступає в силу. Для забезпечення автоматизованого виконання зобов'язань договору обов'язково потрібно середовище існування (ноди блокчейна Ethereum), яка дозволяє повністю автоматизувати виконання пунктів контракту. Це означає, що смарт-контракти зможуть існувати тільки всередині середовища, що має безперешкодний доступ виконуваного коду до об'єктів смарт-контракту.

Всі умови контракту повинні мати програмний опис і уніфіковану логіку виконання. У зв'язку з цим смарт-контракти мають завдання формалізації найбільш простих взаємин, що складаються з невеликої кількості умов. Маючи безперешкодний доступ до об'єктів контракту, розумний контракт відстежує за вказаними умовами досягнення або порушення пунктів і приймає самостійні рішення, грунтуючись на запрограмованих умовах. Таким чином, основний принцип смарт-контракту полягає в повній автоматизації і достовірності виконання договірних відносин.

Об'єкти смарт-контракту

- **Підписанти** – сторони смарт-контракту, які приймають або відмовляються від умов з використанням електронних підписів. Прямим аналогом є підпис відправника коштів в мережі Bitcoin, яка підтверджує внесення транзакції в ланцюжок блоків.
- **Предмет договору**. Предметом договору може бути тільки об'єкт, що знаходиться всередині середовища існування смарт-контракту, або ж повинен забезпечуватися безперешкодний, прямий доступ смарт-контракту до предмету договору без участі людини.
- **Умови.** Умови смарт-контракту повинні мати повний математичний опис, який можливо запрограмувати в середовищі існування смарт-контракту. Саме в умовах описується логіка виконання пунктів предмета договору.

- **Децентралізована платформа.** Для розподіленого зберігання смарт-контракту необхідний його запис в блокчейні цієї платформи.
- **Середовище для роботи смарт-контрактів.** Для того, щоб смарт-контракти могли існувати, потрібні певні умови:
    - Використання широко поширених методів електронного підпису на основі публічних і приватних ключів (асиметричне шифрування).
    - Існування відкритих та децентралізованих сторонам контракту баз даних для виконуваних транзакцій, робота яких повністю виключає людський фактор.

5.1.2 Smart-контракт ERC20. Визначення. Документація

Одним з найважливіших стандартів смарт-контрактів на Ethereum є ERC-20, який став технічним стандартом, що використовується для всіх смарт-контрактів на блокчейні Ethereum.

ERC-20 визначає загальний перелік правил обробки, шифрування, та передачі даних, яких повинні дотримуватися всі учасники створеної блокчейн-мережі на основі технології Ethereum.

Отже, стандарт розробки ERC-20 дозволяє розробникам усіх типів точно прогнозувати, як будуть функціонувати нові токени в загальній системі Ethereum. Це спрощує та полегшує завдання розробників, оскільки вони можуть продовжувати свою роботу, знаючи, що кожен новий проект не потребуватиме переробки кожного разу, коли випускається новий токен, доки токен відповідає правилам.

Для реалізації смарт-контрактів використовується об’єктно-орієнтована мова високого рівня **Solidity**.

Solidity має статичну типізацію, підтримує успадкування, імпотування бібліотек та визначені користувачем складні типи. Solidity дозволяє створювати

смарт-контракти для краудфандингу, аукціонів, гаманців із багатьма підписами та створенню власних платіжних засобів.

Нижче наведено функції, які повинен реалізовувати ERC-20 із використанням мови Solidity.

```
pragma solidity ^0.6.0;

interface IERC20 {

   function totalSupply() external view returns (uint256);
   function balanceOf(address account) external view returns (uint256);
function allowance(address owner, address spender) external view returns
(uint256);

    function transfer(address recipient, uint256 amount) external returns
(bool);
    function approve(address spender, uint256 amount) external returns (bool);
    function transferFrom(address sender, address recipient, uint256 amount)
external returns (bool);


    event Transfer(address indexed from, address indexed to, uint256 value);
    event Approval(address indexed owner, address indexed spender, uint256
value);
}
```

Рис 4. – Визначення базових функцій стандарту ERC-20 на мові програмування Solidity

Getters

```
function totalSupply() external view returns (uint256);
```

Рис 5. – Визначення функції-гетеру totalSuply()

Повертає кількість існуючих токенів. Ця функція є геттером і не змінює стан контракту.

```
function balanceOf(address account) external view returns (uint256);
```

Рис 6. – Визначення функції-гетеру balanceOf()

Повертає кількість токенів, що належать address (account). Ця функція є геттером і не змінює стан контракту.

Стандарт ERC-20 дозволяє адресі надавати припущення іншій адресі, щоб мати можливість отримувати з неї маркери. Цей геттер повертає залишок кількості токенів, які відправник зможе витратити від імені власника. Ця функція є геттером і не змінює стан контракту, і за замовчуванням повинна повертати нуль.

Функції

```
function transfer(address recipient, uint256 amount) external returns (bool);
```

Рис 7. – Визначення функції transfer()

Переміщує amount токенів з функції адреси абонента (msg.sender) на адресу одержувача. Ця функція проводить подію Transfer, визначену нижче. Повертає true, якщо переміщення було успішним.

```
function approve(address spender, uint256 amount) external returns (bool);
```

Рис 8. – Визначення функції approve()

Встановлення розміру allowance, який spender може передати з функції балансу абонента (msg.sender). Ця функція проводить подію Approval. Функція повертає значення, яке показує чи успішно була транзакція успішно підтвердженою.

```
function transferFrom(address sender, address recipient, uint256 amount)
external returns (bool);
```

Рис 9. – Визначення функції transferFrom()

Переміщення amount токенів від sender до recipient.

Події (Events)

Рис 10. – Визначення події Transfer()

Ця подія відбувається, коли кількість токенів (значення) надсилається з адреси from на адресу to.

У випадку генерації нових токенів, передача, як правило, відбувається з from 0x00..0000, тоді як у випадку спалення токенів передача здійснюється to 0x00..0000.

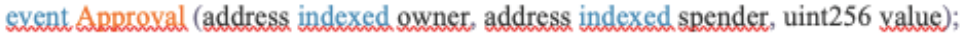

Рис 11. – Визначення події Approval()

Ця подія проводиться, коли owner схвалює кількість токенів (value) для використання spender.

Базова імплементація ERC20 токена

```
pragma solidity ^0.6.0;

interface IERC20 {

    function totalSupply() external view returns (uint256);
    function balanceOf(address account) external view returns (uint256);
    function allowance(address owner, address spender) external view returns
(uint256);

    function transfer(address recipient, uint256 amount) external returns
(bool);
    function approve(address spender, uint256 amount) external returns (bool);
    function transferFrom(address sender, address recipient, uint256 amount)
external returns (bool);


    event Transfer(address indexed from, address indexed to, uint256 value);
    event Approval(address indexed owner, address indexed spender, uint256
value);
}


contract ERC20Basic is IERC20 {

    string public constant name = "ERC20Basic";
    string public constant symbol = "ERC";
    uint8 public constant decimals = 18;


    event Approval(address indexed tokenOwner, address indexed spender, uint
tokens);
    event Transfer(address indexed from, address indexed to, uint tokens);
```

Рис 12. – Частина базової імплементації ERC20 токена

```
    mapping(address => uint256) balances;

    mapping(address => mapping (address => uint256)) allowed;

    uint256 totalSupply_;

    using SafeMath for uint256;


   constructor(uint256 total) public {
    totalSupply_ = total;
    balances[msg.sender] = totalSupply_;
    }

    function totalSupply() public override view returns (uint256) {
    return totalSupply_;
    }

    function balanceOf(address tokenOwner) public override view returns
(uint256) {
        return balances[tokenOwner];
    }

    function transfer(address receiver, uint256 numTokens) public override
returns (bool) {
        require(numTokens <= balances[msg.sender]);
        balances[msg.sender] = balances[msg.sender].sub(numTokens);
        balances[receiver] = balances[receiver].add(numTokens);
        emit Transfer(msg.sender, receiver, numTokens);
        return true;
    }

    function approve(address delegate, uint256 numTokens) public override
returns (bool) {
        allowed[msg.sender][delegate] = numTokens;
        emit Approval(msg.sender, delegate, numTokens);
        return true;
    }
```

Рис 13. – Частина базової імплементації ERC20 токена

```
    function allowance(address owner, address delegate) public override view
returns (uint) {
        return allowed[owner][delegate];
    }

    function transferFrom(address owner, address buyer, uint256 numTokens)
public override returns (bool) {
        require(numTokens <= balances[owner]);
        require(numTokens <= allowed[owner][msg.sender]);

        balances[owner] = balances[owner].sub(numTokens);
        allowed[owner][msg.sender] = allowed[owner][msg.sender].sub(numTokens);
        balances[buyer] = balances[buyer].add(numTokens);
        emit Transfer(owner, buyer, numTokens);
        return true;
    }
}

library SafeMath {
    function sub(uint256 a, uint256 b) internal pure returns (uint256) {
      assert(b <= a);
      return a - b;
    }

    function add(uint256 a, uint256 b) internal pure returns (uint256) {
    uint256 c = a + b;
      assert(c >= a);
      return c;
    }
}
```

Рис 14. – Частина базової імплементації ERC20 токена

5.2 Реалізація власного стейблкоіну на базі блокчейн-платформи Ethereum за технологічним стандартом ERC20

Форма випуску грошей може відрізнятися від фіатної. Тому у якості прикладу альтернативи фіатній версії гривні було розроблено спрощенну реалізацію цифрової версії гривні – ERC20 токен Crypto UAH.

Було розроблено два смарт-контракти:

- UAH_ERC20 для визначення базових операцій та інших параметрів смарт-контракту для створення токенів криптогривні;
- UAH_ERC20_Sell для реалізації механізму продажу криптогривні із визначенням ціни криптогривні за співвідношенням 1:1 до реального курсу гривні.

Нижче наведено інтерфейс для взаємодії із смарт-контрактом для випуску в обіг заданої користувачем кількості криптогривень.

У поле _SETUPSUPPLY потрібно вписати кількість валютних одиниць, які бажає випустити емітор (в нашому випадку НБУ).

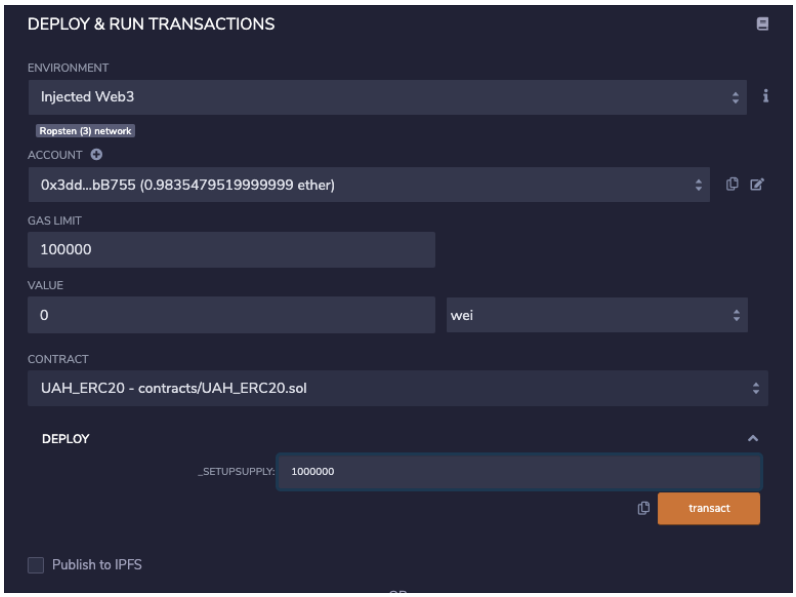

Рис 15. – Інтерфейс для створення 1000000 нових екземплярів криптогривень

В результаті виконання коду контракту буде згенеровано 1000000 нових екземплярів токенів CUAH та перераховано на рахунок власника даного смарт-контракту.

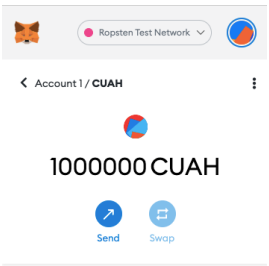

Рис 16. – Згенеровані токени на акаунті користувача-власника

Тепер ми маємо визначити механізм взаємодії із нашими токенами для сторонніх користувачів. Для цього ми використаємо смарт-контракт UAH_ERC20_Sell.

У полі _TOKENCONTRACT потрібно надати публічний ключ смарт-контракту у мережі Ethereum, який визначає кількість випущених токенів та правила взаємодії із даними токенами за стандартами ERC-20.

У полі _TOKENPRICE потрібно задати ціну, яка буде встановлена на кожний токен, із яким буде оперувати смарт-контракт UAH_ERC20_Sell.

У _TOKENCONTRACT визначено публічний ключ на смарт-контракт UAH_ERC20, а у якості курсу криптогривні _TOKENPRICE визначено еквівалент 1 гривні у криптовалюті eth (1 CUAH = 0.00001059277 ETH).

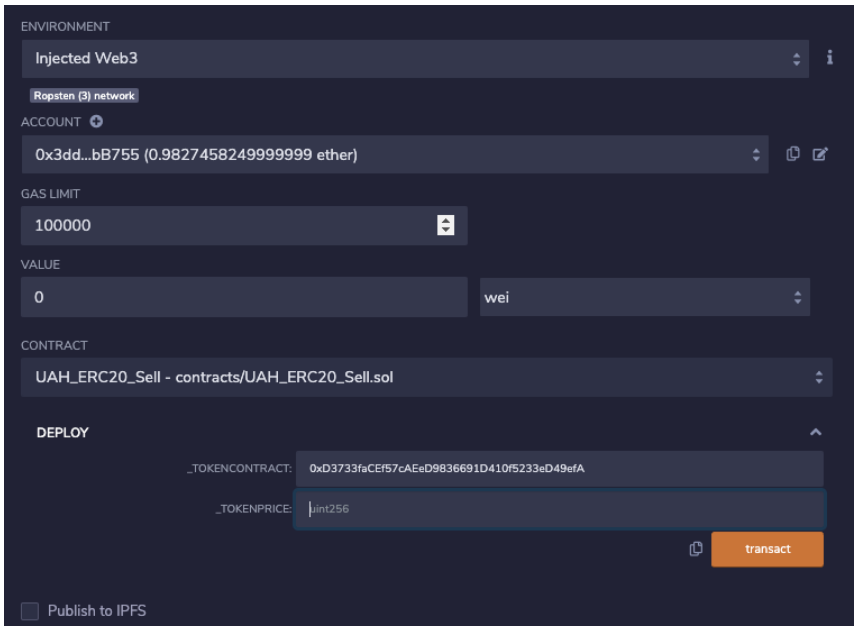

Рис 17. – Завантаження смарт-контракту UAH_ERC20_Sell у мережу Ethereum

Після завантаження контракту з’явиться можливість використовувати інтерфейс для обміну криптогривень (токенів CUAH) на криптовалюту ETH за курсом 1 CUAH = 0.00001059277 ETH).

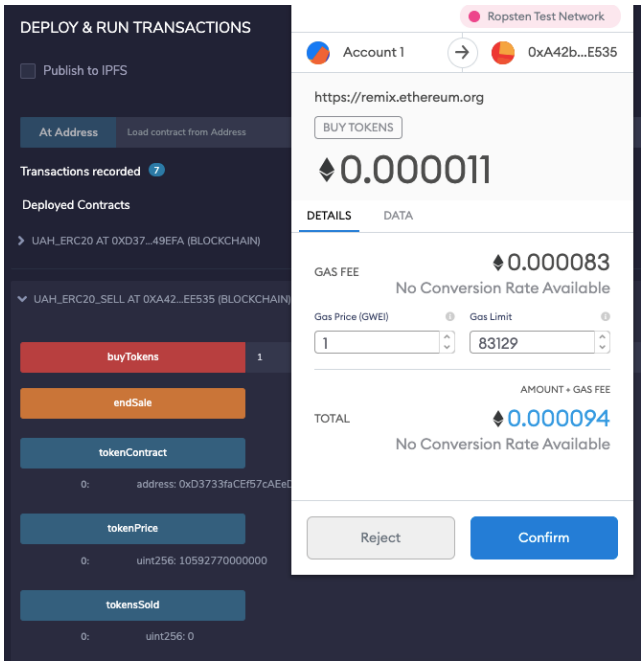

Рис 18. – Інтерфейс для купівлі токенів CUAH за криптовалюту ETH

Тепер на баланс даного контракту потрібно надіслати токени для продажу, щоб користувачі за надіслані ETH мали можливість отримати CUAH. buyTokens – функція купівлі _numberOfTokens CUAH за _tokenPrice ETH.

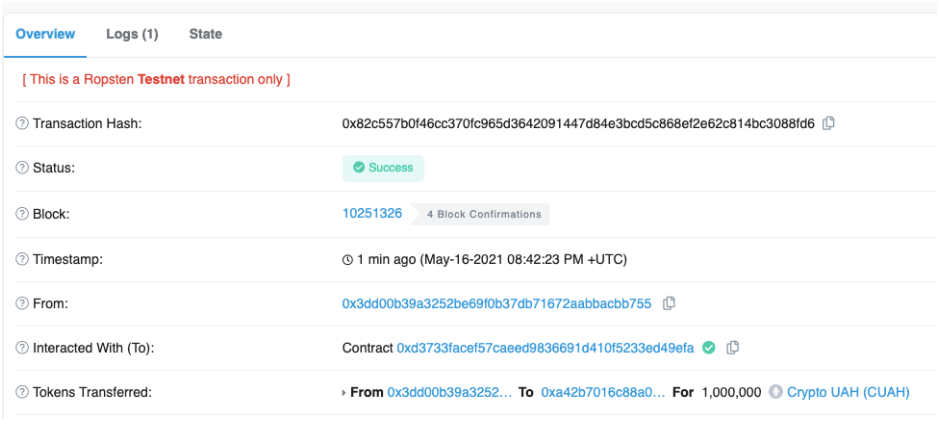

Рис 19. – Транзакція із переведенням 1000000 CUAH на баланс смарт-контракт для продажу валюти

Тепер виконавши транзакцію з рисунку 18 користувач за смарт-контрактом для купівлі отримає 1 CUAH за 0.00001059277 ETH.

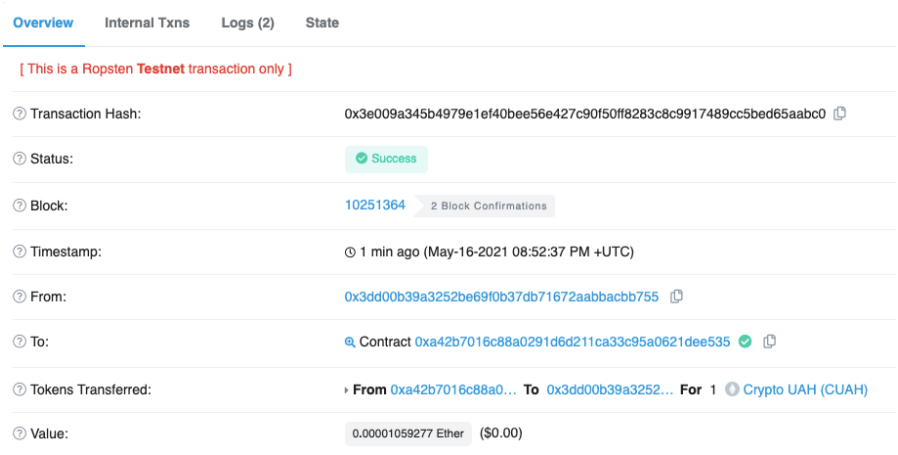

Рис 20. - Скріншот транзакції з отриманням 1 CUAH за 0.00001059277 ETH

ВИСНОВОК

В результаті проведеного дослідження було детально проаналізовано технології блокчейну та її складових. Покращено знання принципів роботи криптографічних алгоритмів та децентралізованих баз даних. Проаналізовано переваги та недоліки використання цієї технології та можливості її використання в банківській системі України на прикладі стейблкоіну. Досліджено сучасний спосіб роботи банківської системи України та можливе її покращення шляхом введення стейблкоіну – криптогривня. Визначено ряд недоліків імплементації та переваг.

Було реалізовано власний стейблкоін на базі блокчейн-платформи Ethereum за технологічним стандартом ERC20 – криптогривню.

У подальшому варто провести опитування статистично значимої вибірки населення України та визначити наскільки населення готове до впровадження нового виду валюти, це допоможе визначити чи є у неї шанс на існування в даний проміжок розвитку країни. В разі позитивної відповіді потрібно знайти вирішення вказаних недоліків імплементації та протестувати MVP.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. What Are Stablecoins? [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.gemini.com/cryptopedia/what-are-stablecoins-how-do-they-work#section-crypto-collateral-on-chain
2. The Difference Between Fiat Money and Cryptocurrencies? [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.fxempire.com/education/article/the-difference-between-fiat-money-and-cryptocurrencies-520616#:~:text=Governments%20issue%20fiat%20currencies%2C%20which,regulated%20by%20the%20central%20bank.&text=Cryptocurrencies%2C%20on%20the%20other%20hand,control%20or%20influence%20their%20value
3. Difference Between Fiat Currency and Cryptocurrency [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.goodreturns.in/classroom/difference-between-fiat-currency-and-cryptocurrency-1208124.html#:~:text=The%20medium%20of%20Exchange%3A%20The,a%20digital%20medium%20of%20exchange.&text=Cryptocurrencies%20are%20digital%20assets%20that,are%20not%20regulated%20by%20governments.
4. Top Disadvantages Of Blockchain Technology? [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://101blockchains.com/disadvantages-of-blockchain/
5. How blockchain technology could change our lives [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/581948/EPRS_IDA(2017)581948_EN.pdf
6. Арбузов С. Г., Колобов Ю. В., Міщенко В. І., Науменкова С. В. Золотий стандарт // Банківська енциклопедія. — Київ : Центр наукових досліджень Національного банку України : Знання, 2011. — 504 с. — (Інституційні засади розвитку банківської системи України). — ISBN 978-966-346-923-2.
7. Decentralized & Distributed Databases Explained – Which Is Better? [Електронний ресурс]. Режим доступу:

https://bitcoinexchangeguide.com/decentralized-distributed-databases-explained/

8. Data and Database Management: Centralized Versus Decentralized [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://tdan.com/data-and-database-management-centralized-versus-decentralized/5201
9. Банківська система України: поняття, функції, структура, роль у ринковій економіці. Реферат [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://osvita.ua/vnz/reports/bank/19876/
10. Fabian Vogelsteller, Vitalik Buterin, "EIP-20: ERC-20 Token Standard," *Ethereum Improvement Proposals*, №20, Листопад 2015. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://eips.ethereum.org/EIPS/eip-20.
11. Банківська система України: поняття, функції, структура, роль у ринковій економіці. Реферат [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://osvita.ua/vnz/reports/bank/19876/
12. ЕМІСІЯ ГРОШЕЙ [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://old.bank.gov.ua/control/uk/publish/article?art_id=123306