ІНТЕГРАЦІЯ SMART DATA SPACE З БЛОКЧЕЙН-ПЛАТФОРМОЮ OKP4 ДЛЯ МОНЕТИЗАЦІЇ ВУГЛЕЦЕВИХ ВИКИДІВ

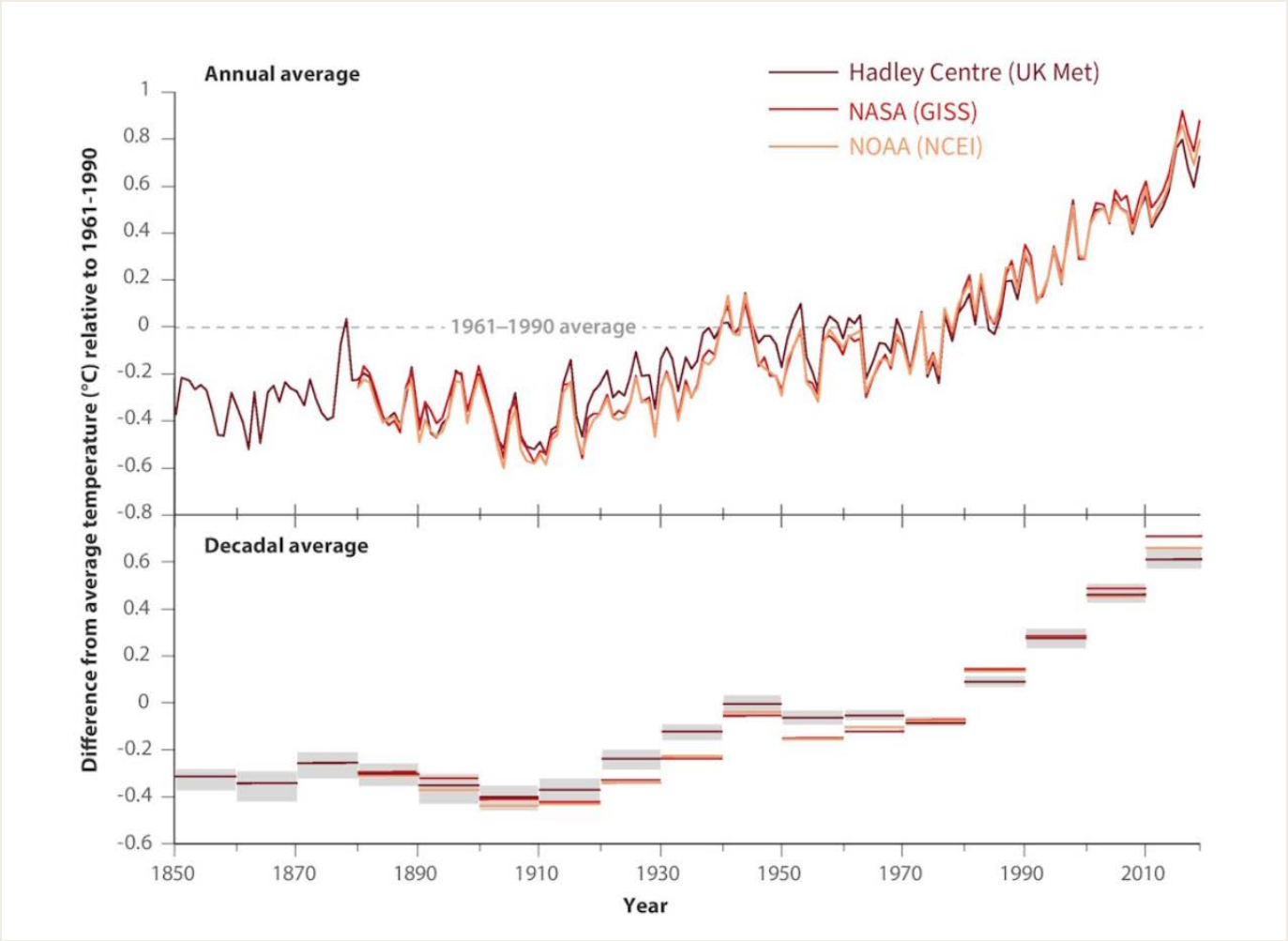
Автор: Шелемей Я.О.
Керівник: Гороховський К.С.
Національний університет «Києво-Могилянська академія»

План роботи

- Проблематика вуглецевих викидів
- Математична модель парникового ефекту
- Основи блокчейну: хешування та смарт контракти
- Огляд Smart Data Space і OKP4
- Інтеграція даних про вуглецеві викиди у мережу OKP4

Проблематика вуглецевих викидів

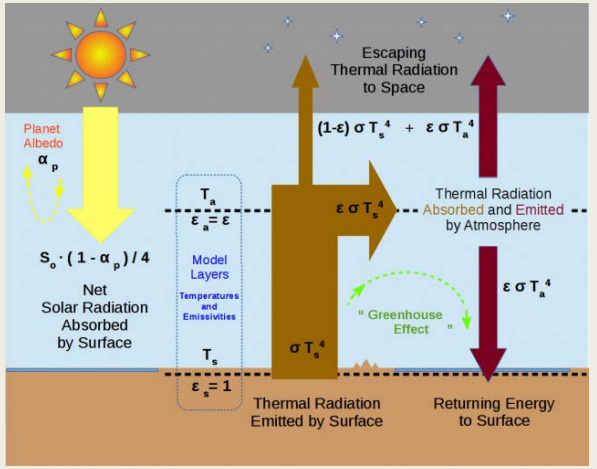
- Середня температура на землі зростає: починаючи з кінця 19 століття середня температура на землі зросла на 1 градус цельсія, основний ріст відбувся протягом останніх 40 років
- Зменшення об’єму льодових щитів: **NASA** стверджує що у період між 1993 та 2019 роком льодові щити Антарктики та Гренландії зменшувалися щороку на 148 та 279 мільярдів тон щорічно відповідно
- Ріст рівня моря: За останнє століття рівень моря зріс на 20 см, при чому, як у і випадку з температурою, основний ріст припав на останні десятиліття



Вуглекислий газ

- **Вуглекислий газ (CO_2):** найбільш поширений парниковий газ, який утворюється при спалюванні викопного палива (вугілля, нафти, природного газу, тощо), деревини та інших органічних матеріалів. Він також виділяється під час дихання живих організмів.
- На даний момент, концентрація CO_2 в атмосфері становить приблизно 0.041% (410 частин на мільйон). Хоча ця частка і здається незначною, вона має надсуттєвий вплив на кліматичну систему Землі. CO_2 є одним з головних парникових газів, відповідальних за парниковий ефект. За оцінками, близько 25-30% парникового ефекту створюється саме за рахунок CO_2. Водяна пара найбільше впливає на парниковий ефект, але вона є частиною природного циклу, тоді як концентрація CO_2 значно зросла через антропогенні фактори.

Парниковий ефект



- Для довгохвильового випромінювання поверхні Землі використовується закон Стефана-Больцмана:

$$F = \sigma T^4$$

Де σ – стала Стефана– Больцмана

- Формула для обчислення щільності інфрачервоного потоку з верхньої частини атмосфери:

$$F \uparrow = \epsilon\sigma T_a^4 + (1-\epsilon)\sigma T_s^4$$

- Формула для обчислення щільності інфрачервоного потоку з верхньої частини атмосфери:

$$F \uparrow = \epsilon\sigma T_a^4 + (1-\epsilon)\sigma T_s^4$$

- Формула для нульового чистого випромінювання, що потрапляє на поверхню:

$$\frac{1}{4}S_0(1-\alpha_p) + \epsilon\sigma T_a^4 + \sigma T_s^4 = 0$$

Парниковий ефект

- Енергетична рівновага Землі може буде виведена з наведених вище рівнянь:

$$2\epsilon\sigma T_a^4 - \epsilon\sigma T_s^4 = 0$$

- Звідси виведемо:

$$T_a = \frac{T_s}{2^{1/4}} = \frac{T_s}{1.189} \text{ та } T_s = \left[\frac{S_0(1-\alpha_p)}{4\sigma}\frac{1}{1-\frac{\varepsilon}{2}}\right]^{1/4}$$

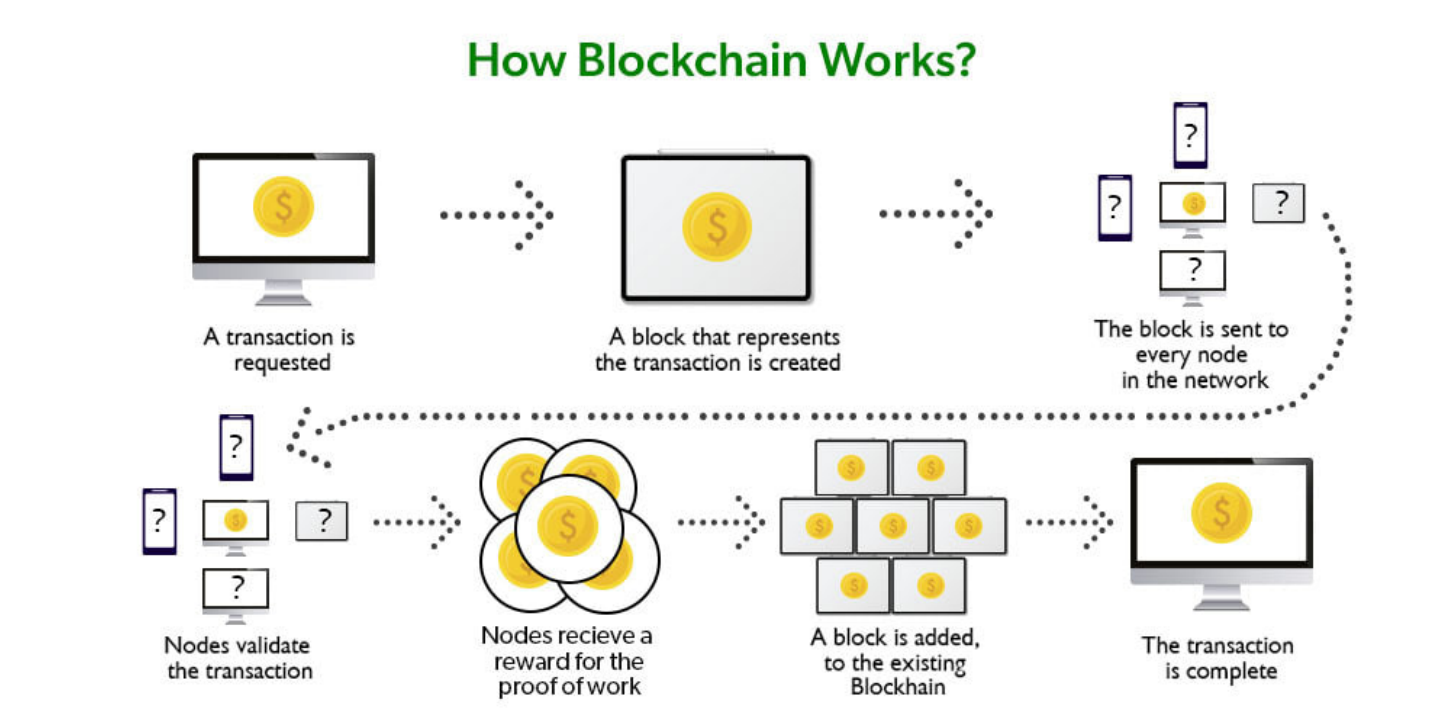
- Спрощуємо для $\varepsilon = 0$

$$T_e = \left[\frac{S_0(1-\alpha_p)}{4\sigma}\right]^{1/4} = \left[T_e\frac{1}{1-\frac{\varepsilon}{2}}\right]^{1/4}$$

ε	T_s (K)	T_s (C)
0	254.8	-18.3
0.78	288.3	15.2
0.80	289.5	16.4
0.82	290.7	17.6
1	303.0	29.9

Парниковий ефект

- Спрощуємо, оскільки припускаємо що $\varepsilon = 1$
- $T_s = T_e 2^{1\backslash 4} = 1.189 T_e$
- $T_{\mathrm{a}} = T_e$
- Тепер застосуємо це для Землі
- $T_e = 255K = -18C$
- Для ε=1
- $T_e = 303K = 30C$
- При ε=0.78 $T_e = 288.3K$ $T_{\mathrm{a}} = 242.5K$



Блокчейн

- **Блокчейн** - це технологія розподіленого реєстру, яка дозволяє зберігати інформацію в захищеній, незмінній та прозорій формі. Вона складається з послідовних блоків, які містять набір даних про транзакції. Кожен блок зв'язаний з попереднім за допомогою криптографічних хешів, створюючи ланцюжок (блокчейн), що унеможливлює зміну даних без виявлення

Основні характеристики блокчейну:

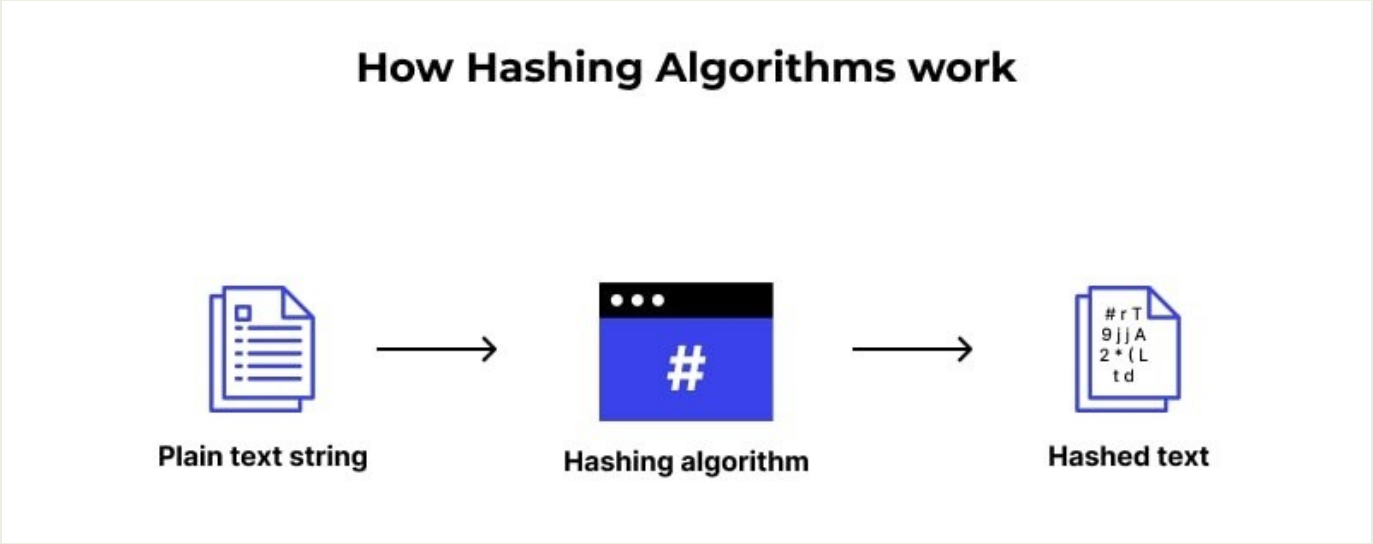
Розподілений реєстр: Дані зберігаються одночасно на багатьох комп'ютерах (вузлах) у мережі. Кожен вузол має копію всього ланцюжка блокчейну.

Децентралізація: Блокчейн не має центрального органу керування. Всі рішення приймаються консенсусом між вузлами. Такий підхід забезпечує високу надійність і безпеку, оскільки зміна даних на одному вузлів не впливає на інші.

Незмінність: Після додавання блоку до блокчейну його неможливо змінити або видалити. Незмінність блоків забезпечується криптографічними хешами, які пов'язують кожен блок з попереднім

Хешування SHA-256

- **Хешування** — це процес перетворення даних будь-якого розміру на фіксованого розміру хеш за допомогою спеціальних криптографічних алгоритмів. Один з найбільших відомих алгоритмів хешування є **SHA-256** (**Secure Hash Algorithm 256-bit**), який часто використовується в блокчейнах, таких як **Bitcoin**.



Основні характеристики алгоритму

Фіксований розмір хешу: Незалежно від розміру вхідного повідомлення, вихід завжди має розмір 256 біт.

Односторонність: Неможливо відновити початкове повідомлення з його хешу.

Широкий розподіл: Маленька зміна вхідного повідомлення призводить до значних змін хешу.

Попередня обробка даних

Додавання заповнювачів: Вхідні дані доповнюються одиничним бітом 1, після чого додається достатня кількість нулів, щоб довжина результату стала кратною - 512 бітам, за винятком останніх 64 бітів.

Заповнення довжини повідомлення: Останні 64 біти заповнюються двійковим представленням початкової довжини вхідного повідомлення (у бітах).

Декомпозиція блоку

Для кожного блоку M ∈ {0, 1}^512, 64 слова по 32 біти кожне конструюються наступним чином:

- Перші 16 отримуються шляхом розділення **M на блоки по 32 біти M = W1||W2|| · · · ||W15||W16**
- Решта 48 отримуються за формулою: $\mathbf{Wt = \sigma_1(Wt-2) + Wt-7 + \sigma_0(Wt-15) + Wt-16, 17 \leq t \leq 64}$

σ_0 і σ_1 — це побітові операції:

$$\mathbf{\sigma_0(x) = (x \gg 7) \oplus (x \gg 18) \oplus (x \gg 3)}$$

$$\mathbf{\sigma_1(x) = (x \gg 17) \oplus (x \gg 19) \oplus (x \gg 10)}$$

де:

$\gg$ - циклічний зсув вправо

$\oplus$ - побітове виключне АБО (XOR).

Обчислення Хешу

Використовуються вісім початкових констант (фіксовані хеш-значення), які представляють перші 32 біти дробових частин квадратних коренів перших восьми простих чисел (2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19):

a_2^(0) = 0x6a09e667

b_3^(0) = 0xbb67ae85

c_5^(0) = 0x3c6ef372

d_7^(0) = 0xa54ff53a

e_{11}^(0) = 0x510e527f

f_{13}^(0) = 0x9b05688c

g_{17}^(0) = 0x1f83d9ab

h_{19}^(0) = 0x5be0cd19

Обчислення Хешу

Наступним кроком вісім 32-бітних змінних (A, B, C, D, E, F, G, H) ініціалізуються значеннями з початкового хешу:

(a, b, c, d, e, f, g, h) = (a_2^(t−1), b_3^(t−1), c_5^(t−1), d_7^(t−1), e_{11}^(t−1), f_{13}^(t−1), g_{17}^(t−1), h_{19}^(t−1))

Обчислення Хешу

Основний цикл обробки 64 кроків для кожного блоку використовує функції змішування та додавання:

$$T1 = h + \Sigma_1(e) + Ch(e, f, g) + Ki + Wi$$

$$T2 = \Sigma_0(a) + Maj(a, b, c)$$

$$h = g$$

$$g = f$$

$$f = e$$

$$e = d + T1$$

$$d = c$$

$$c = b$$

$$b = a$$

$$a = T1 + T2$$

де:

$\Sigma_0(x) = (x \gg 2) \oplus (x \gg 13) \oplus (x \gg 22)$

$\Sigma_1(x) = (x \gg 6) \oplus (x \gg 11) \oplus (x \gg 25)$

$Ch(x, y, z) = (x \,\&\, y) \oplus (\neg x \,\&\, z)$

$Maj(x, y, z) = (x \,\&\, y) \oplus (x \,\&\, z) \oplus (y \,\&\, z)$

Ki - константи, що використовуються для кожного кроку і представляють перші 32 біти дробових частин кубічних коренів перших 64 простих чисел.

Обчислення Хешу

Після чого обчислюються нові значення початкових констант:

$$a_2^{(t)} = a_2^{(t-1)} + a$$

$$b_3^{(t)} = b_3^{(t-1)} + b$$

$$c_5^{(t)} = c_5^{(t-1)} + c$$

$$d_7^{(t)} = d_7^{(t-1)} + d$$

$$e_{11}^{(t)} = e_{11}^{(t-1)} + e$$

$$f_{13}^{(t)} = f_{13}^{(t-1)} + f$$

$$g_{17}^{(t)} = g_{17}^{(t-1)} + g$$

$$h_{19}^{(t)} = h_{19}^{(t-1)} + h$$

Обчислення Хешу

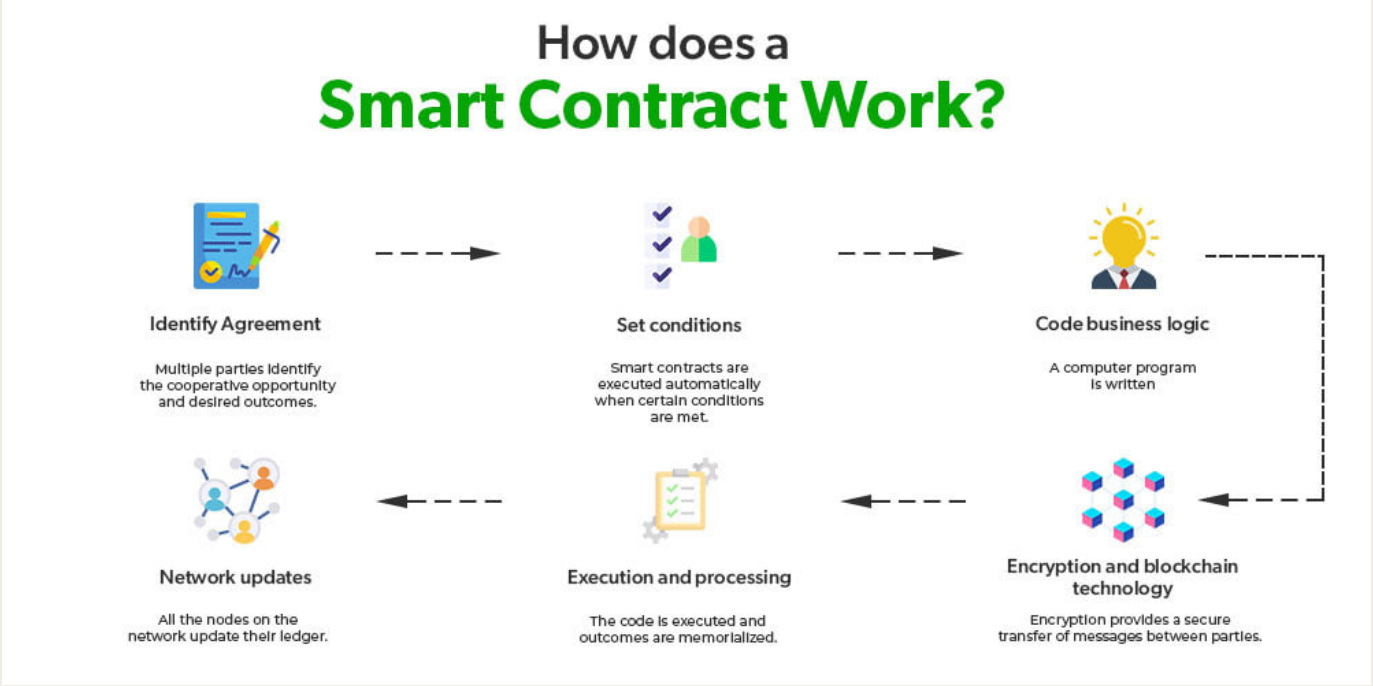
Після обробки всіх блоків остаточні значення з’єднуються для формування хешу. Хеш значення є конкатенацією змінних a_2N, b_3N, c_5N, d_7N, $e_{11}N$, $f_{13}N$, $g_{17}N$, $h_{19}N$ після обробки останнього блоку:

$$\boldsymbol{H = a_2^{(N)} \| b_3^{(N)} \| c_5^{(N)} \| d_7^{(N)} \| e_{11}^{(N)} \| f_{13}^{(N)} \| g_{17}^{(N)} \| h_{19}^{(N)}}$$

У результаті бачимо, що алгоритм SHA-256 використовує складні побітові операції та криптографічні функції для створення надійного та стійкого до колізій хешу. Це робить його ідеальним для використання в блокчейнах та інших системах, де потрібна висока безпека даних.

Смарт контракти

Смарт-контракти - це програми, що зберігаються на блокчейні, які автоматично виконують умови договору при виконанні певних умов. Вони дозволяють автоматизувати процеси проводячи транзакції і угоди без третіх осіб, та забезпечують високу надійність і безпеку угод



Основні переваги смарт-контрактів

Автоматизація: Смарт-контракти виконуються автоматично при дотриманні визначених умов.

Безпека: Завдяки використанню блокчейн-технології смарт-контракти захищені від підробок і втручання.

Прозорість: Умови та результати виконання смарт-контрактів доступні всім учасникам мережі.

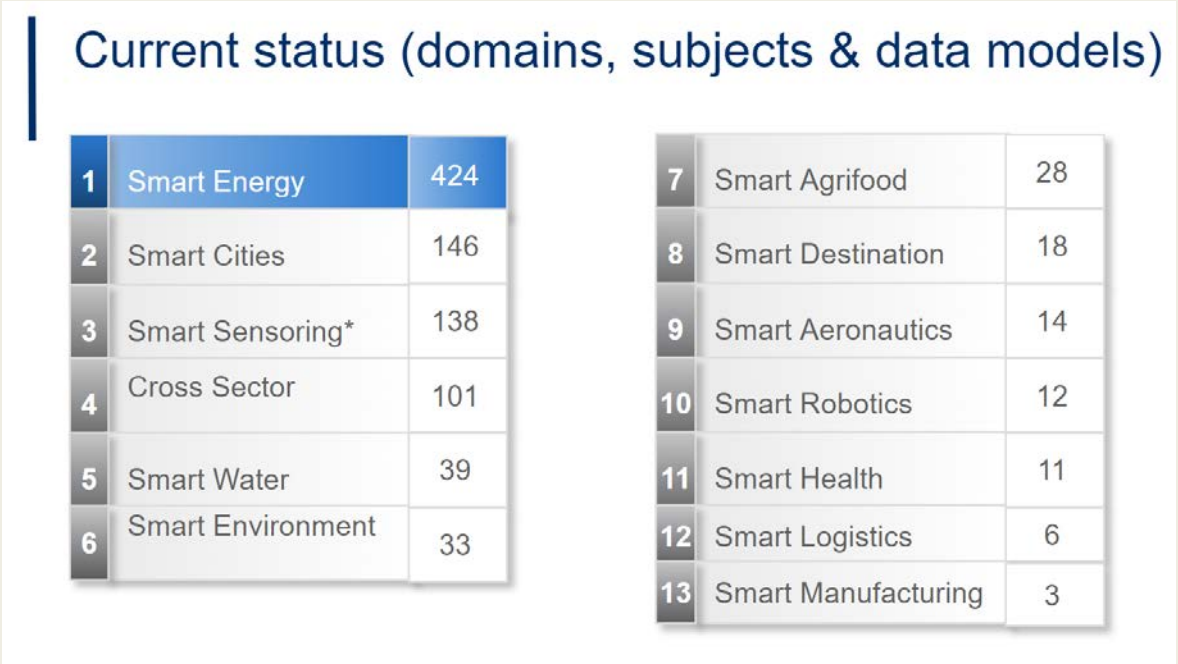
Незмінність: Після того, як смарт контракт записаний в блокчейн, його неможливо змінити. Це забезпечує високий рівень безпеки та довіри до контракту.

Економічна ефективність: Використання смарт контрактів знижує витрати на ведення бізнесу, оскільки вони усувають необхідність у посередниках і зменшують витрати на аудит.

Smart Data Space

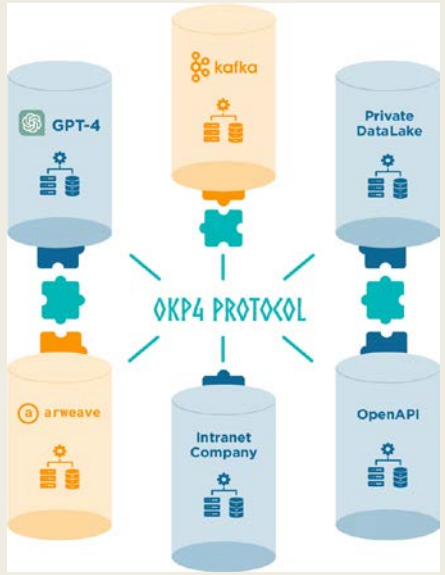
Smart Data Space – місце для зберігання і структурування **Smart Data Models**.

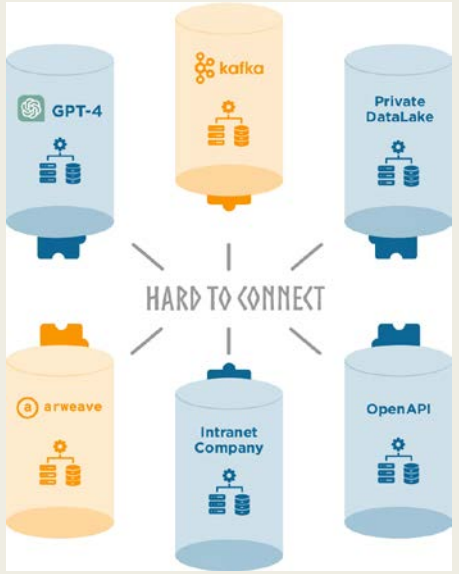
Smart Data Models - це спільна ініціатива, яка розвивається за підтримки Фонду **FIWARE, TMForum**, **IUDX** та **OASC**, а також інших осіб та організацій. Ця програма створює безкоштовні відкриті моделі даних з відкритими ліцензіями, що дозволяють безкоштовне використання, модифікацію та обмін модифікаціями



AXONE (OKP4)

- **Axone (Колишня назва платформи - *OKP4)*** - це публічний блокчейн на основі механізму консенсусу доказу частки володіння, побудований для спільного використання даних із мінімальним рівнем довіри.





Приклади використання:

Сільське господарство: оптимізація поливу, управління посівами за допомогою супутників, покращення догляду за ґрунтами.

Промисловість: автоматизування, утилізація викидів, слідкування за якістю продуктів, симуляція процесів, оптимізація виробництва.

Охорона здоров'я: персоналізована медицина, розвиток боротьби з раком, онлайн медицина, епідеміологія.

Штучний інтелект: створення баз даних та обчислювальних мереж для машинного навчання, створення інструментів для машинного навчання здатного забезпечувати конфіденційність використаних даних, керування моделями.

Чотири головні джерела управління в Axone

Управління протоколом: Axone встановлює основні правила та регламенти, що керують його блокчейном. Це надає основу для всіх інших рівнів та визначає основні принципи його функціонування.

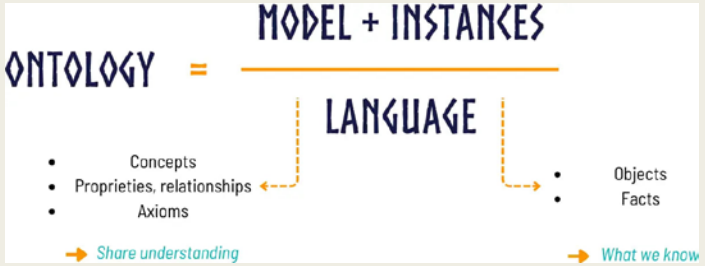
Правила зони: Правила зони встановлюють межі певної області у дата-всесвіті, де діють правила управління. Кожна зона має свій набір правил, призначених для її конкретної функції.

Згода на ресурси: Згоди визначають угоди щодо використання ресурсів у межах зон. Це включає цифрові ресурси та послуги, і дозволяє встановлювати межі та умови для їхнього використання.

Угоди: Угоди між сторонами створюють спільне розуміння та узгодження стосовно майбутніх дій або результатів. Це означає, що сторони добровільно приймають та дотримуються умов, викладених угодою, демонструючи свою готовність до співпраці та повагу до прав та обов'язків, визначених у контракті

Онтології

Онтологія - це визначення структури даних та взаємозв'язків між ними в контексті криптовалютного середовища. Іншими словами це спрощена модель світу, що описує об'єкти, їх атрибути та зв'язки, допомагає стандартизувати і узгоджувати дані між різними блокчейнами, протоколами та смарт-контрактами



Переваги онтологій

***Стандартизації термінології*:** завдяки стандартизації вдається запобігти непорозумінь між учасниками

Взаємозамінності систем і інструментів: продумана та якісна онтологія дозволяє забезпечити взаємодію між різними системами та інструментами, що полегшує обмін знаннями між різними сторонами та дозволяє взаємозаміняти системи та інструменти

Покращення дослідження та аналізу даних: завдяки точному опису взаємозв'язків і концепцій у певній області вдається покращити якість аналізу даних

Структурування даних: дані організовані логічно, послідовно та систематично, завдяки чому спрощується доступ до них, обробка та аналіз

```python
import requests
import json
import http.client

def get_oauth2_token():
    url = "https://keyrock.nosc-ua-dih.app/oauth2/token"
    headers = {
        "Content-Type": "application/x-www-form-urlencoded"
    }
    data = {
        "username": "yaroslav@test.com",
        "password": 'Sw2#s]:PwBB)$L"',
        "grant_type": "password",
        "client_id": "9486fd82-b235-4307-8016-9c0059da1cb3",
        "client_secret": "22c78fc0-4874-4698-965c-bb4b2568f32b"
    }
    response = requests.post(url, headers=headers, data=data)
    if response.status_code == 200:
        token = json.loads(response.text)["access_token"]
        return token
    else:
        return None

if __name__ == "__main__":
    token = get_oauth2_token()
    if token:
        print("Access token:", token)
    else:
        print("Failed to get access token")
```

ІНТЕГРАЦІЯ SMART DATA SPACE З БЛОКЧЕЙН-ПЛАТФОРМОЮ OKP4: ОТРИМАННЯ ДАНИХ

```
conn = http.client.HTTPSConnection("ds1.nosc-ua-dih.app")

payload = ""

headers = {
    'User-Agent': "insomnia/9.1.1",
    'X-Auth-token': get_oauth2_token()
}

conn.request("GET", "/ngsi-ld/v1/entities?type=AgriCarbonFootprint", payload, headers)

res = conn.getresponse()
data = res.read()

# print(data.decode("utf-8"))

# Виведення даних у зручному для читання форматі
print(json.dumps(data.decode("utf-8"), indent=4))
```

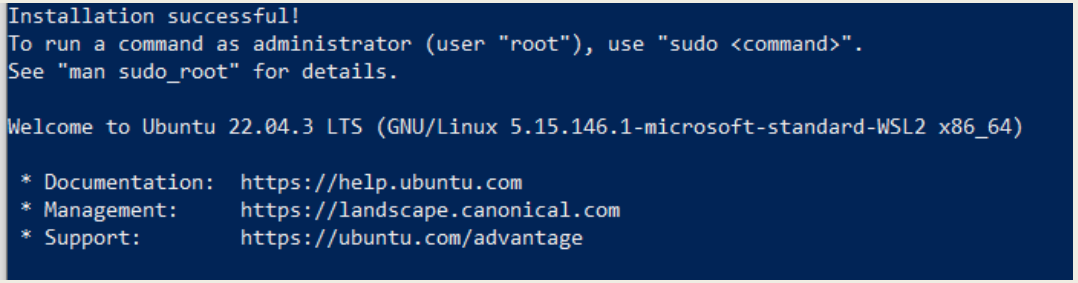
ВИКОНАННЯ HTTPS ЗАПИТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ОТРИМАНОГО ТОКЕНУ

Інтеграція отриманих даних з блокчейн платформою OKP4: підготовка інструментів

Встановлення WSL:

Відкриваємо Windows PowerShell від імені адміністратора та вводимо відповідну команду:

wsl –install



Налаштовуємо Ubuntu

- Відкриваємо щойно встановлений застосунок. Створюємо користувача системи заповнюючи логін та пароль для входу після чого актуалізуємо залежності за допомогою наступних команд.

sudo apt upgrade

sudo apt install curl tar

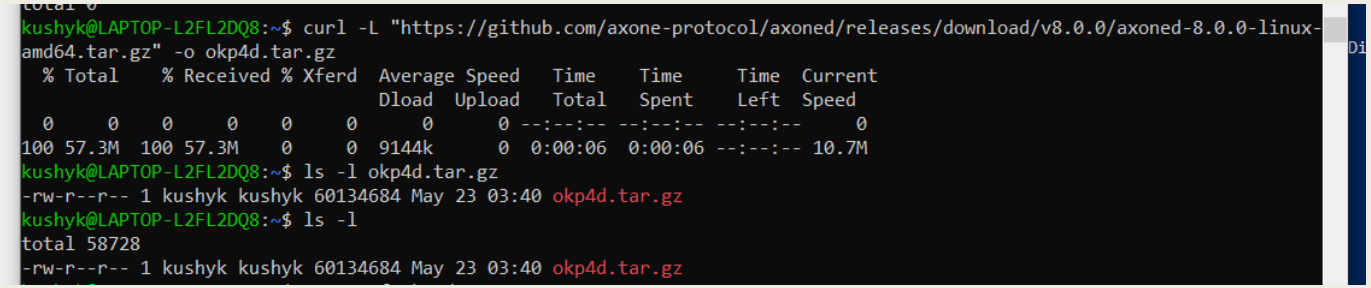
Завантаження та встановлення OKP4 CLI

curl -L "https://github.com/axone-protocol/axoned/releases/download/v8.0.0/axoned-8.0.0-linux-amd64.tar.gz" -o okp4d.tar.gz

В результаті її виконання завантажується архів з необхідними нам даними.

За допомогою команди: ***ls –l***

перевіримо чи все добре і дані збереглися без помилок



Завантаження та встановлення OKP4 CLI

Розпакуємо отриманий архів за допомогою команди:

Tar -tzf okp4d.tar.gz

Встановимо **OKP4 CLI** запустивши:

sudo mv target/release/axoned-8.0.0-linux-amd64.tar.gz /usr/local/bin/

Впевнимося в успішності встановлення використовуючи:

okp4d version

Отримуємо версію **okp4d**, що означає що встановлення відбулося успішно

Встановлення WebAssembly (WASM)

Cargo install wasm-pack
curl –proto ‘=https’ –tlsv1.2 -sSf https://sh.rustup.rs | sh
source $HOME/.cargo/env
sudo apt update
sudo apt install build-essential
sudo apt install pkg-config libssl-dev
rustup target add wasm32-unknown-unknown

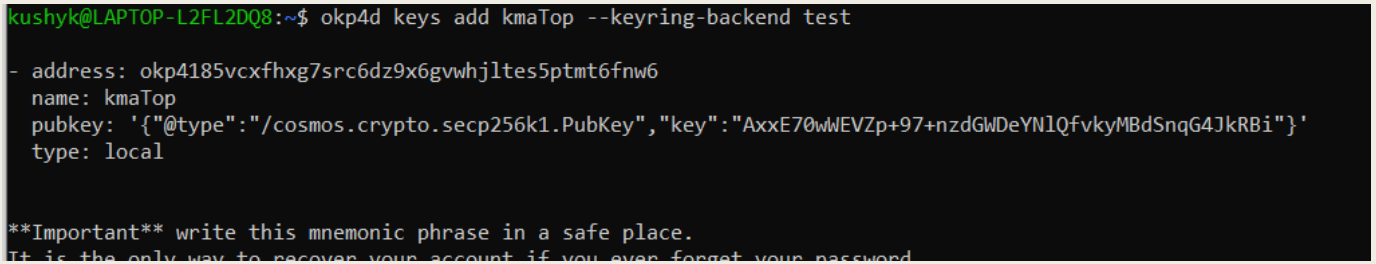
Додавання даних у блокчейн AXONE

Задля виконання задачі скористаємося послугами **OKP4 Objectarium**

OKP4 Objectarium – це компонент інфраструктури **OKP4** мережі, яка забезпечує зберігання та управління об'єктами (даними) у вигляді **JSON**. Основна функція **Objectarium** – це надання децентралізованого рішення для зберігання даних, яке підтримує різноманітні формати і типи інформації.

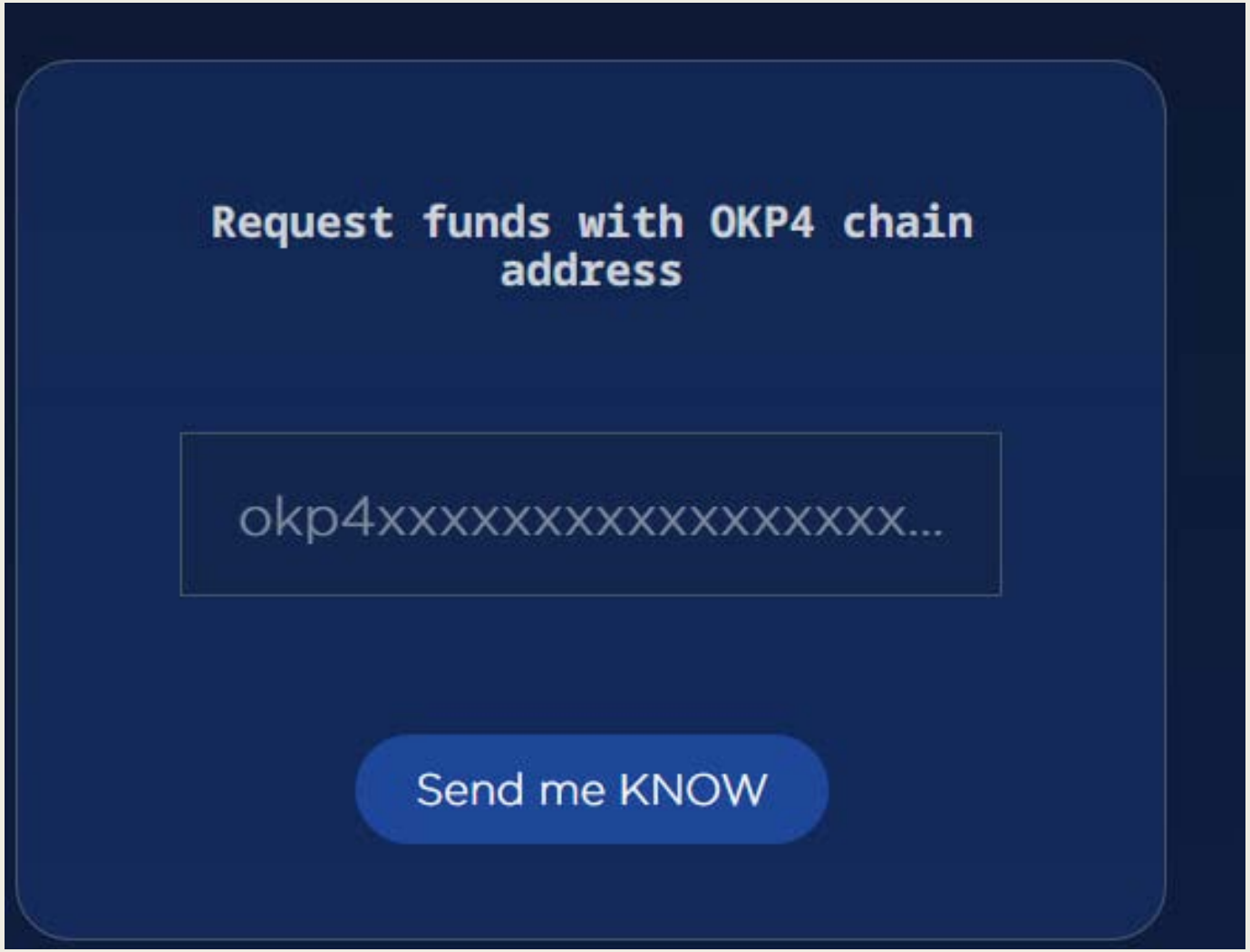
Створення гаманця

- *okp4d keys add "wallet-name" --keyring-backend test*
- Зберігаємо дані у полі **address**



Поповнення гаманця

- Потрібно поповнити гаманець за допомогою безкоштовних тестових токенів, для цього перейдемо за посиланням https://faucet.okp4.network/



Перевіряємо чи зарахувалися токени

okp4d query bank balances okp4185vcxfhxg7src6dz9x6gvwhjltes5ptmt6fnw6 --node https://api.drunemeton.okp4.network/rpc

Створення екземпляру Objectarium

- *okp4d tx wasm instantiate 50 *
- *> --label "my-storage" *
- *> --from okp4185vcxfhxg7src6dz9x6gvwhjltes5ptmt6fnw6 *
- *> --admin okp4185vcxfhxg7src6dz9x6gvwhjltes5ptmt6fnw6 *
- *> --gas 1000000 *
- *> --chain-id "okp4-drunemeton-1" *
- *> --node https://api.drunemeton.okp4.network/rpc *
- *> --keyring-backend test *
- *>'{"bucket":"my-bucket"}'*

Зберігаємо адресу смрат контракту

okp4d query tx 1114722D2696E64C80C9764BDF6A5D233038837AFD7AC888E49FABDFF639B899

*node https://api.drunemeton.okp4.network/rpc *

*--output json *

| jq '.events[] | select(.type == "instantiate").attributes[] | select(.key == "_contract_address").value'

```
kushyk@LAPTOP-L2FL2DQ8:~$ okp4d query tx 1114722D2696E64C80C9764BDF6A5D233038837AFD7AC888E49FABDFF639B899 \
--node h> --node https://api.drunemeton.okp4.network/rpc \
> --output json \
> | jq '.events[] | select(.type == "instantiate").attributes[] | select(.key == "_contract_address").value'
"okp410emt4hxmeyr8mjxayyt8huelzd7fpntmly8vus5puelqde6kn8xqsednk9"
```

```
kushyk@LAPTOP-L2FL2DQ8:~$ echo "[{\"id\":\"urn:ngsi-ld:AgriCarbonFootprint:01b2a90d-3c40-4f13-8537-d2e04e5f6337\",\"type
\":\"AgriCarbonFootprint\",\"https://smartdatamodels.org/dataModel.Agrifood/hasAgriCrop\":{\"type\":\"Relationship\",\"o
bject\":\"urn:ngsi-ld:AgriCrop:bd4c1d19-081b-4f95-ae66-cbeab5ba28b1\"},\"https://smartdatamodels.org/dataModel.Agrifood/
hasAgriParcel\":{\"type\":\"Relationship\",\"object\":\"urn:ngsi-ld:AgriParcel:8313680f-8155-41b2-8ccb-5d07bc39d125\"},\
"carbonFootprint\":{\"type\":\"Property\",\"value\":{\"value\":5,\"accuracyPercent\":10,\"minValue\":1,\"unitText\":\"To
ns\"}},\"estimationEndAt\":{\"type\":\"Property\",\"value\":{\"@type\":\"DateTime\",\"@value\":\"2017-05-04T12:30:00Z\"}
},\"estimationStartAt\":{\"type\":\"Property\",\"value\":{\"@type\":\"DateTime\",\"@value\":\"2017-05-04T12:30:00Z\"}},\
"hasAgriParcelOperation\":{\"type\":\"Relationship\",\"object\":\"urn:ngsi-ld:AgriParcelOperation:17f06e2c-6fea-4d8c-ae9
0-316bfdaf4b32\"},\"hasAgriYield\":{\"type\":\"Relationship\",\"object\":\"urn:ngsi-ld:AgriYield:837ab51a-46a1-4743-8d0f
-eaf79f39525c\"}},{\"id\":\"urn:ngsi-ld:AgriCarbonFootprint:04d01771-a612-47f5-aa68-b0e25bb32ab9\",\"type\":\"AgriCarbon
Footprint\",\"https://smartdatamodels.org/dataModel.Agrifood/hasAgriCrop\":{\"type\":\"Relationship\",\"object\":\"urn:n
gsi-ld:AgriCrop:bd4c1d19-081b-4f95-ae66-cbeab5ba28b1\"},\"https://smartdatamodels.org/dataModel.Agrifood/hasAgriParcel\"
:{\"type\":\"Relationship\",\"object\":\"urn:ngsi-ld:AgriParcel:8313680f-8155-41b2-8ccb-5d07bc39d125\"},\"carbonFootprin
t\":{\"type\":\"Property\",\"value\":{\"value\":5,\"accuracyPercent\":10,\"minValue\":1,\"unitText\":\"Tons\"}},\"estima
tionEndAt\":{\"type\":\"Property\",\"value\":{\"@type\":\"DateTime\",\"@value\":\"2017-05-04T12:30:00Z\"}},\"estimationS
tartAt\":{\"type\":\"Property\",\"value\":{\"@type\":\"DateTime\",\"@value\":\"2017-05-04T12:30:00Z\"}},\"hasAgriParcelO
peration\":{\"type\":\"Relationship\",\"object\":\"urn:ngsi-ld:AgriParcelOperation:436844d6-858c-48a3-8de3-1172e287ff71\
```

Створення файлу з даними

- *echo "json data" > content.txt*

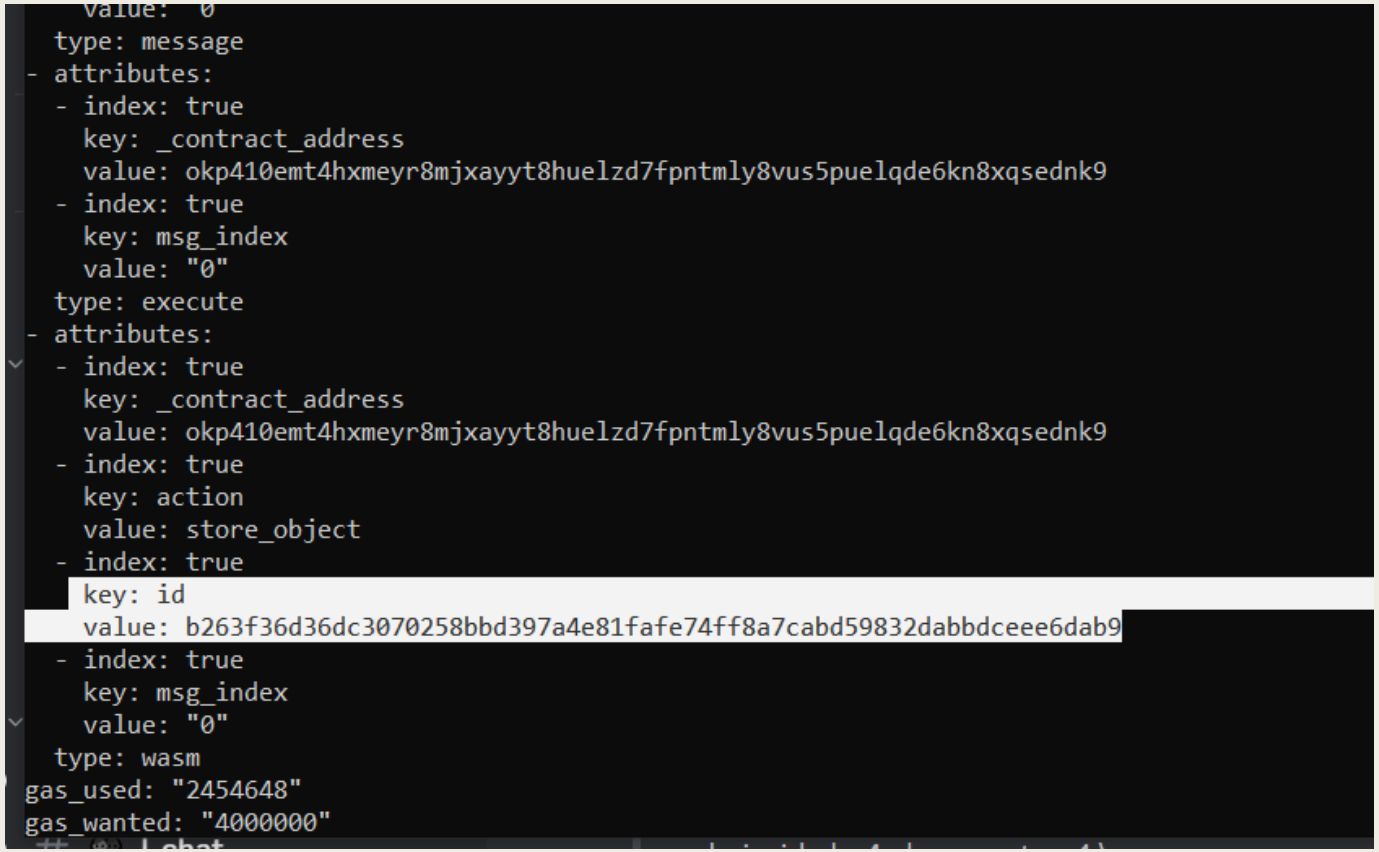
Виконання смарт контракту

- *okp4d tx wasm execute okp410emt4hxmeyr8mjxayyt8huelzd7fpntmly8vus5puelqde6kn8xqsednk9*
- *--from okp4185vcxfhxg7src6dz9x6gvwhjltes5ptmt6fnw6*
- *--gas 1000000 *
- *--chain-id okp4-drunemeton-1 *
- *--node https://api.drunemeton.okp4.network/rpc *
- *--keyring-backend test *
- *"{"store_object":{"data": "$(cat content.txt | base64 | tr -d '\n\r')", "pin":true}}"*

```
kushyk@LAPTOP-L2FL2DQ8:~$ okp4d tx wasm execute okp410emt4hxmeyr8mjxayyt8huelzd7fpntmly8vus5puelqde6kn8xqsednk9 \
--from o> --from okp4185vcxfhxg7src6dz9x6gvwhjltes5ptmt6fnw6 \
as 40000> --gas 4000000 \
> --chain-id okp4-drunemeton-1 \
> --node https://api.drunemeton.okp4.network/rpc \
> --keyring-backend test \
> '{"store_object":{"data": "'"$(cat content.txt | base64 | tr -d '\n\r')"'", "pin": true}}'
auth_info:
  fee:
    amount: []
    gas_limit: "4000000"
    granter: ""
    payer: ""
  signer_infos: []
  tip: null
```

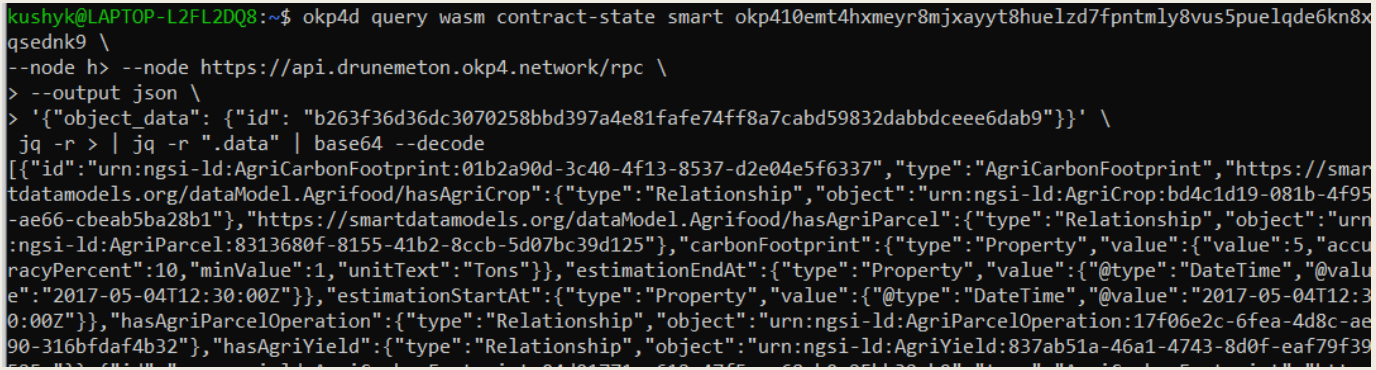
Отримання даних з блокчейну

- *okp4d query tx BAA8EF2A54C81EE44CBB598D35A4835DF334C889971652AF7337A72F68028C5A --node https://api.drunemeton.okp4.network/rpc*
- *Знаходимо поле* ***key id*** *і зберігаємо значення*



Отримання даних з блокчейну

- *okp4d query wasm contract-state smart okp410emt4hxmeyr8mjxayyt8huelzd7fpntmly8vus5puelqde6kn8xqsednk9 *
- *--node h> --node https://api.drunemeton.okp4.network/rpc *
- *> --output json *
- *> '{"object_data": {"id": "b263f36d36dc3070258bbd397a4e81fafe74ff8a7cabd59832dabbdceee6dab9"}}’*
- *jq -r > | jq -r ".data" | base64 --decode*



В РЕЗУЛЬТАТІ ПРОВЕДЕНИХ ДІЙ МИ СТВОРИЛИ ТА ПОПОВНИЛИ ГАМАНЕЦЬ, ПІД’ЄДНАЛИСЯ ДО МЕРЕЖІ OKP4, ЗБЕРЕГЛИ НЕОБХІДНІ ДАНІ, ЗБЕРЕГЛИ ЇХ У БЛОКЧЕЙН ВИКОРИСТАВШИ СМАРТ КОНТРАКТ, ТА ВПЕВНИЛИСЯ В УСПІШНО ДІЙ, ОТРИМАВШИ ВІДПОВІДНІ ДАНІ З МЕРЕЖІ

Висновки: теоретична частина

Актуальність проблеми глобального потепління: Робота підтверджує, що глобальне потепління є серйозною проблемою, зокрема через значний вплив вуглецевих викидів. Сільськогосподарський сектор робить вагомий внесок у цей процес, тому контроль та моніторинг викидів у цій сфері є важливими для зменшення негативного впливу на довкілля.

Математична модель парникового ефекту: В одному з розділів було розглянуто чинники парникового ефекту, вплив людської діяльності на це явище, та математичне обґрунтування причин існування парникового ефекту і перспектив зміни клімату внаслідок його впливу на середню температуру Землі.

Важливість технологій блокчейну та Smart Data Space: Технології блокчейну, зокрема платформа OKP4, дозволяють забезпечити прозорість та надійність даних про вуглецеві викиди, що є ключовим фактором для побудови довіри та ефективного управління цими даними. Використання Smart Data Space допомагає структурувати та стандартизувати дані, що сприяє їхньому кращому аналізу та використанню.

Принципи роботи технологій блокчейну та смарт контрактів: Блокчейн-технологія забезпечує розподілений реєстр, де дані зберігаються на багатьох комп'ютерах одночасно, що гарантує їхню безпеку та незмінність. Смарт-контракти, які є програмами, що автоматично виконують умови угоди при настанні певних обставин, забезпечують автоматизацію процесів, високу

Висновки: практична частина

Використання сучасних технологій авторизації та взаємодії з віддаленими сховищами даних, а саме мову програмування **Python**, бібліотек **requests**, **http.client**, **JSON** та сервером управління ідентифікацією та доступом **Keyrock.**

Роботу з командним рядком задля встановлення необхідних інструментів розробки і взаємодії з блокчейном.

Розгляд та практичне застосування блокчейн технології **AXONE (OKP4)** і **Cosmo SDK** задля створення транзакції, що містить в собі дані про вуглецеві викиди.

Написання смарт контракту з використанням мови програмування **Rust** та середовища розробки **RustRover.**

Створення та відправлення блокчейн транзакції з необхідними даними у блокчейн платформу OKP4.

Висновки

У результаті практичної реалізації інтеграції **Smart Data Space** з блокчейн-платформою **OKP4** було підтверджено зручність та ефективність використання блокчейн технологій для моніторингу та управління вуглецевими викидами та їхню перспективність, що відкриває нові можливості для сталого розвитку та боротьби зі зміною клімату.

Дякую за увагу!