


КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему Система прийняття рішень у виробничих процесах
сільськогосподарського підприємства

Галузь знань 12 – Інформаційні технології
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки
Шифр і назва спеціальності

Виконав: студент 2 курсу, група КНм-20-1


Підпис

М.В. Яковчук
Ініціали, прізвище

Керівник: к.ф-м.н., доцент кафедри КН


Підпис

В.Ц. Михалевський
Ініціали, прізвище

Нормоконтроль: к.т.н., доцент кафедри КН


Підпис

Р.О. Багрій
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри КН, д.т.н., професор


Підпис

О.В. Бармак
Ініціали, прізвище

02 грудня 2021 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерних наук

Освітній ступінь магістр

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
комп'ютерних наук


(підпис)

д.т.н., професор О.В. Барма
« 01 » вересня 2021 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

1. Тема кваліфікаційної роботи магістра: «Система прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства»
2. Завдання видано студенту Яковчук Микола Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові)
3. Керівник роботи к.ф-м.н., доцент Міхалевський Віталій Цезарійович
(прізвище, ім'я, по батькові)
4. Затверджені наказом університету від « 25 » серпня 2021 р. № 102
5. Зміст пояснювальної записки (перелік задач) та вихідні дані:

Мета роботи – розробка системи прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства. Об'єктом дослідження є процес впровадження системи прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства. Предметом дослідження є децентралізовані блокчейн-структури, системи оптимізації управління та перевірки її ефективності.

Реферат

Кваліфікаційна робота магістра призначена використанню децентралізованих систем у виробництві. В даному випадку в аграрній сфері.

Актуальність теми. Сучасні методи обробки даних дозволяють застосовувати інформаційні технології в різних сферах людської діяльності, зокрема в аграрному секторі. В динамічних умовах прийняття рішень та оперативних корегувань діяльності необхідна методологія оперативного аналізу поточної ситуації для отримання необхідних результатів. Найперспективнішими для ведення бізнесу є децентралізовані системи на основі блокчейну. Областями використання децентралізованих систем є виробництво та логістика. Таким чином попит на програмну реалізацію таких систем є доволі високий.

Метою дослідження є розробка системи децентралізованого управління аграрним підприємством з використанням технології блокчейн.

Для отримання зазначеного результату було поставлено **задачу** дослідження процесу управління підприємством із залученням децентралізованої системи та розробки технології укладання смарт-контрактів між різними суб'єктами предметної області.

При цьому передбачено розв'язок таких **підзадач**:

- розробка первинної структури блокчейн мережі;
- дослідження відмінності між децентралізованою та централізованою системою управління підприємством;
- вдосконалення технології управління підприємством із залученням децентралізованої системи блокчейн;
- проектування системи та розробка програмного продукту з можливістю масштабування;
- демонстрація застосування децентралізованої системи для оптимізації процесів в аграрному підприємстві;
- оптимізація залучених обрахункових потужностей системи;
- формування методологій роботи системи смарт-контрактів.

Проаналізувавши наведені вимоги стає зрозуміло, що хорошим варіантом модернізації виробництва буде впровадження децентралізованої системи управління виробництвом.

Об'єктом дослідження є процес впровадження системи прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства.

Предметом дослідження є система з набором вхідних даних, отриманих із предметної області сільськогосподарського виробництва та дослідження ефективності впровадження децентралізованих систем у промислове виробництво.

Однією з ефективних технологій в промисловому виробництві є система побудови децентралізованих додатків Blockchain, запропонована в 2008 Сатоші Накамото для вирішення задачі підвищення відмовостійкості розподілених систем. Протягом декількох років технологія Blockchain стала стрімко набирати популярність. Її можна охарактеризувати як децентралізовану розподілену базу даних, де кожен з елементів цієї структури має можливість підключитися до мережі та запустити виконання транзакційного коду. Для збереження історії транзакцій використовуються спеціалізовані блоки, що утворенні з врахуванням максимальної безпеки збереження інформації. Блоки, які вже потрапили в систему Blockchain, слабо маніпулюються. Для входу в систему Blockchain потрібно провести верифікацію цього блоку кожним елементом децентралізованої системи. Технологія Blockchain дає змогу вирішувати комплекс проблем, пов'язаних з безпекою, швидкістю та доступністю. Системи, які базуються на децентралізованих вузлах, викликають зацікавленість серед малого та середнього бізнесу, постільки зменшуються ризики при взаємодії елементів мережі.

Наукова новизна:

– вперше розроблено схему організації системи децентралізованого управління з урахуванням предметної області сільськогосподарського виробництва;

– вдосконалено та модернізовано принцип використання смарт-

контрактів в децентралізованій системі;

– набула подальшого розвитку методологія процесу поступового переходу малого та середнього бізнесу на децентралізовані системи управління.

Методами дослідження виступають: порівняння, аналізу, класифікації, узагальнення, прикладних даних.

Практична значимість дослідження базується на прикладних та практичних системах управління сільськогосподарським підприємством з використанням даних, взятих із реально функціонуючих підприємств. Тестування показало, що проведене дослідження є актуальним і потрібним в сучасних реаліях.

Достовірність отриманих результатів гарантується проведенням ретельного тестування розробленої системи на різних етапах розробки. Достовірність виконаної роботи підтверджується статистичним аналізом ефективності розробленої системи.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи. Робота протестована в віртуальному середовищі на базі набору реальних даних, що містило Web-додаток з використанням блокчейну та технології смарт-контракту.

Основні практичні та наукові досягнення доповідались на XIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021». (Хмельницький, 15 – 16 жовтня 2021 року Хмельницький національний університет), доповідь на тему: «Система прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства».

За темою кваліфікаційної роботи магістра автором була подана одна наукова стаття: Яковчук М.В. Порівняння ефективності управління в децентралізованих та централізованих системах / Яковчук М.В., Міхалевський В.Ц., Скрипник Т.К. // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – Хмельницький, 2021. – №5.

За темою роботи опубліковані тези: Яковчук М.В. Система прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства / Яковчук

М.В., Міхалевський В.Ц., Скрипник Т.К. // Збірник наукових праць за матеріалами XIII всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021». – Хмельницький, 2021 – С.408-409.

Структура та обсяг виконаної роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається із завдання, реферату, змісту, вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань із 40 найменувань та додатків. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 98 сторінки, з них 75 сторінок основного тексту та 23 сторінок додатків. В роботі наведено 38 рисунки та 2 таблиці.

Ключові слова: система оптимізації, блокчейн, децентралізовані системи, смарт-контракти, інформаційна технологія, web-додаток, Node.js, Ganache.

Зміст

Перелік скорочень	4
Вступ.....	5
Розділ 1	9
Аналіз наявних систем оптимізації виробництва в сільському господарстві	9
1.1 Аналіз систем технологій оптимізації виробництва	9
1.2 Порівняльний аналіз переваг та недоліків існуючих рішень	13
1.3 Методологічні підходи до вирішення задачі	17
1.4 Постановка задачі	20
Висновки до розділу 1	21
Розділ 2	23
Моделі та методи технології прийняття рішень в децентралізованій системі на базі блокчейн	23
2.1 Технологія децентралізації Blockchain	23
2.2 Ланцюг блоків в блокчейн структурі.....	24
2.3 Алгоритми консенсусу в блокчейні.....	25
2.3.1 Аналіз алгоритму Proof of Work	26
2.3.2 Аналіз алгоритму Proof of Stake.....	28
2.3.3 Порівняння алгоритмів PoW і PoS.....	29
2.4 Види блокчейну	31
2.5 Блокчейн платформа Ethereum	32
2.6 Блокчейн платформа Bitcoin.....	33
2.7 Використання транзакцій в децентралізованій мережі.....	34
2.8 Порівняння технологій децентралізації Ethereum та Bitcoin	35
2.9 Використання смарт-контрактів.....	39
Висновки до розділу 2	41
Розділ 3	43
Розробка системи прийняття рішень в децентралізованій мережі	43
3.1 Вибір платформи для реалізації смарт-контракту.....	43

3.2 Побудова приватної мережі блокчейн.....	48
3.3 Проблеми, розв’язувані в рамках створення середовища приватної мережі блокчейн.....	54
3.4 Структура розроблювальної блокчейн системи	55
3.5 Опис структури розроблювального смарт-контракту.....	56
3.6 Опис роботи веб додатку для розроблювальної системи децентралізованих прийнять рішень.....	57
3.7 Варіанти модернізації веб-додатку	60
Висновки до розділу 3	61
Розділ 4	62
Дослідження ефективності роботи системи на практиці	62
4.1 Інтеграція розробленої програми в аграрний сектор	62
4.2 Обробка та аналіз тестових наборів даних.....	63
4.3 Постановка експерименту та отримані результати	63
4.4 Оцінка ефективності розробленої системи для вирішення задачі.....	65
4.5 Технологія впровадження децентралізованої системи прийняття рішень в аграрне підприємство	69
Висновки до розділу 4	75
Загальні висновки.....	77
Перелік посилань.....	79
Додатки	

Перелік скорочень

Скорочення, термін, позначення	Пояснення
PoW	Алгоритм Proof of Work (підтвердження про роботу)
PoS	Алгоритм Proof of Stake (доказ виконаної частини)
KPM	Кваліфікаційна робота магістра
RFC	Remote procedure call (віддалений процедурний виклик)
DApp	Decentralized application (децентралізовані сервер-клієнтські додатки)
ECDSA	Elliptic Curve Digital (алгоритм підпису цифрового)
DSA	Digital Signature Algorithm (алгоритм цифрового підпису)
AMD	Advanced Micro Devices
EEC	Enterprise Ethereum Client
DCT	Docker Content Trust
TUF	The Update Framework

Вступ

Починаючи з середини 2000-х років, розвиток мобільного зв'язку та інтернет комунікацій почав себе проявляти особливо відчутно. Технологія Wi-Fi, поява технологій мобільного інтернету 3G, а незабаром й 4G, надав можливість мати інтернет з собою, де б не перебував користувач. Завдяки цьому, сфера розваг та бізнесу отримали новий поштовх у плані зв'язку, що дозволяє застосувати новітній тип зв'язку в повному обсязі.

Найбільш помітною зміною в житті суспільства стали інтернет-сервіси, що забезпечують послуги певної компанії на відстані. Це дозволяє не тільки зберегти існуючу клієнтську базу, а й отримати нову, що в свою чергу надає більші прибутки бізнесу.

В Україні за останні роки було створено багато продуктових компаній, які займаються різноманітними операціями по виробництву і розповсюдженню виробленого товару та які розробили власні інтернет-сервіси і додатки з наданням своїх послуг заради зручного відслідкування товару. Щоправда у сфері сільського господарства це ще не освоєно в достатній мірі через, що послуги логістики є досить дорогими та дискомфортними, що заважає такому типу бізнесу якісно розвиватись. Враховуючи високий попит на продукцію сільського господарства, проблема оптимізації виробництва та поставок піднялась на новий рівень. Таким чином, було вирішено створити інформаційну технологію оптимізації виробництва в сільському господарстві, аби допомогти господарствам будувати більш оптимізовані та раціональні шляхи для власної логістики, оскільки ця проблема є актуальною та потребує рішення.

Актуальність теми. Сучасні методи обробки даних дозволяють застосовувати інформаційні технології в різних сферах людської діяльності, зокрема в аграрному секторі. В динамічних умовах прийняття рішень та оперативних корегувань діяльності необхідна методологія оперативного аналізу поточної ситуації для отримання необхідних результатів. Найперспективнішими для ведення бізнесу є децентралізовані системи на основі блокчейну. Областями

використання децентралізованих систем є виробництво та логістика. Таким чином попит на програмну реалізацію таких систем є доволі високий.

Метою дослідження є розробка системи децентралізованого управління аграрним підприємством з використанням технології блокчейн.

Для отримання зазначеного результату було поставлено **задачу** дослідження процесу управління підприємством із залученням децентралізованої системи та розробки технології укладання смарт-контрактів між різними суб'єктами предметної області.

При цьому передбачено розв'язок таких **підзадач**:

- розробка первинної структури блокчейн мережі;
- дослідження різниці між децентралізованою та централізованою системою управління підприємством;
- вдосконалення технології управління підприємством із залученням децентралізованої системи блокчейн;
- проектування системи та розробка програмного продукту з можливістю масштабування;
- демонстрація застосування децентралізованої системи для оптимізації процесів в аграрному підприємстві;
- оптимізація залучених обчислювальних потужностей системи;
- формування методологій роботи системи смарт-контрактів.

Проаналізувавши наведені вимоги стає зрозуміло, що хорошим варіантом модернізації виробництва буде впровадження децентралізованої системи управління виробництвом.

Об'єктом дослідження є процес впровадження системи прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства.

Предметом дослідження є система з набором вхідних даних, отриманих із предметної області сільськогосподарського виробництва та дослідження ефективності впровадження децентралізованих систем у промислове виробництво.

Однією з ефективних технологій в промисловому виробництві є система побудови децентралізованих додатків Blockchain, запропонована в 2008 Сатоші Накамото для вирішення задачі підвищення відмовостійкості розподілених систем. Протягом декількох років технологія Blockchain стала стрімко набирати популярність. Її можна охарактеризувати як децентралізовану розподілену базу даних, де кожен з елементів цієї структури має можливість підключитися до мережі та запустити виконання транзакційного коду. Для збереження історії транзакцій використовуються спеціалізовані блоки, що утворенні з врахуванням максимальної безпеки збереження інформації. Блоки, які вже потрапили в систему Blockchain, слабо маніпулюються. Для входу в систему Blockchain потрібно провести верифікацію цього блоку кожним елементом децентралізованої системи. Технологія Blockchain дає змогу вирішувати комплекс проблем, пов'язаних з безпекою, швидкістю та доступністю. Системи, які базуються на децентралізованих вузлах, викликають зацікавленість серед малого та середнього бізнесу, постільки зменшуються ризики при взаємодії елементів мережі.

Достовірність отриманих результатів гарантується проведенням тестування розробленої системи на різних етапах розробки. Достовірність виконаної роботи підтверджується статистичним аналізом ефективності розробленої системи.

Наукова новизна:

– вперше розроблено схему організації системи децентралізованого управління з урахуванням предметної області сільськогосподарського виробництва;

– вдосконалено та модернізовано принцип використання смарт-контрактів в децентралізованій системі;

– набула подальшого розвитку методологія процесу поступового переходу малого та середнього бізнесу на децентралізовані системи управління.

Методами дослідження виступають: порівняння, аналіз, класифікація, узагальнення, статистичних даних.

Практична значимість дослідження базувалось на прикладних та практичних системах управління сільськогосподарським підприємством з використанням даних взятих із робочих підприємств. На основі тестування проведене дослідження є актуальним і потрібним в сучасних реаліях.

Достовірність результатів забезпечується проведеним аналізом ефективності та тестування розробленої системи.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи робота протестована в віртуальному середовищі на базі набору реальних даних, що містило Web-додаток з використанням блокчейну та технології смарт-контракту.

Розділ 1

Аналіз наявних систем оптимізації виробництва в сільському господарстві

1.1 Аналіз систем технологій оптимізації виробництва

З розвитком мобільних мереж, покриття дозволило мати доступ до інтернету в найвіддаленіших точках України. Рівень складності процесів у виробничому плануванні і виробництві постійно зростає. Цим спричинено збільшення попиту на вироблену продукцію. Такий стрімкий розвиток індустрії призвів до можливості оптимізувати процеси у виробництві. Інтернет-сервіси набувають шаленої популярності через доступність і зручність управління системою на відстані. Технології оптимізації упорядковують використання задач. Чим якісніше такі системи підбирають оптимальні варіанти дій, тим більші прибутки приносить бізнес.

На сьогоднішній день активно відбувається пошук та аналіз способів покращення наявних систем. Серед них перспективним є напрямок аналізу раціонального планування, який враховує:

- наявну техніку;
- вільні робочі бригади;
- природні катаклізми;
- оптимальні логістичні маршрути;
- оптимальні торгівельні процеси.

Планування маршруту є однією з фундаментальних проблем управління логістикою. Серед наявних досліджень значущим моментом виділяють врахування надзвичайних ситуацій які можуть відбутись на маршруті [1]. Більша частина існуючих робіт по оптимізації маршрутів основним фактором обирають найважливіший параметр - час.

Глобалізоване виробництво та розподіл сільськогосподарських завдань принесли нову віху щодо розвитку та оптимізації вже наявних систем. Зростання

кількості питань, пов'язаних з оптимізацією внутрішніх процесів підприємств, викликало величезну потребу для ефективного рішення трекінгу процесів, що виступає як важливий інструмент управління якістю та забезпечує належну безпеку процесу в ланцюжку виробництва сільськогосподарської продукції.

Блокчейн одна з основних технологій, яка може забезпечити інноваційність рішення для відстеження продуктів у сільському господарстві та ланцюгах постачання продуктів харчування. Сучасні ланцюги поставок сільськогосподарської продукції є складною екосистемою, що включає певну кількість зацікавлених сторін, що ускладнює перевірку важливих критеріїв, як країна походження, етапи розвитку сільськогосподарських культур, відповідність стандартам якості та моніторинг врожайності. Смарт-контракти Ethereum можуть ефективно відстежувати та забезпечувати безперервну інтеграцію господарських операцій та робочих процесів для стабільних поставок сільськогосподарської продукції [6].

З розвитком мобільних мереж, покриття дозволило мати доступ до інтернету в найвіддаленіших точках України. Рівень складності процесів у виробничому плануванні і виробництві постійно зростає. Що спричинено зростаючим попитом на вироблену продукцію. Такий стрімкий розвиток індустрії призвів до можливості оптимізувати процеси у виробництві. Інтернет сервіси набувають шалену популярність через вигідність і зручність управління системою на відстані. А технології оптимізації все краще та оптимальніше упорядковують задачі. Чим якісніше та оптимальніше такі системи підбирають оптимальні варіанти дій тим більші прибутки принесе бізнес. Країни які вже почали інтеграцію інформаційних технологій в своє сільське господарство у недалекому майбутньому отримають значні прибутки. Серед таких країн Аргентина, Австралія, Бразилія. В Україні Агро промисловість теж розпочала процеси з активним введенням цифрових систем для допомоги в управлінні і плануванні [7].

Аграрний сектор має великий потенціал для модернізації та оптимізації виробництва, що в загальному може стати проривним для економіки в цілому.

Саме завдяки ньому в країну надходить значний потік валюти [1]. Після скасування мит які обмежували поставки продукції в Європу для виробництва відкрились нові ринки збуту. Попит на аграрну продукцію є високим і провівши модернізацію системи управління ми зможемо отримати ще кращі результати. Також залучення інформаційних технологій надає хороші умови пасивного і впевненого розвитку малих та середніх агропідприємств та фермерських господарств. Наприклад, технологія блокчейн [9] спростить доступ до нових ринків збуту та знизить бюрократичне навантаження на підприємство, спростить комунікацію з постачальниками та покупцями.

Рисунок 1.1 ілюструє загальний огляд архітектури системи Аграрного підприємства.

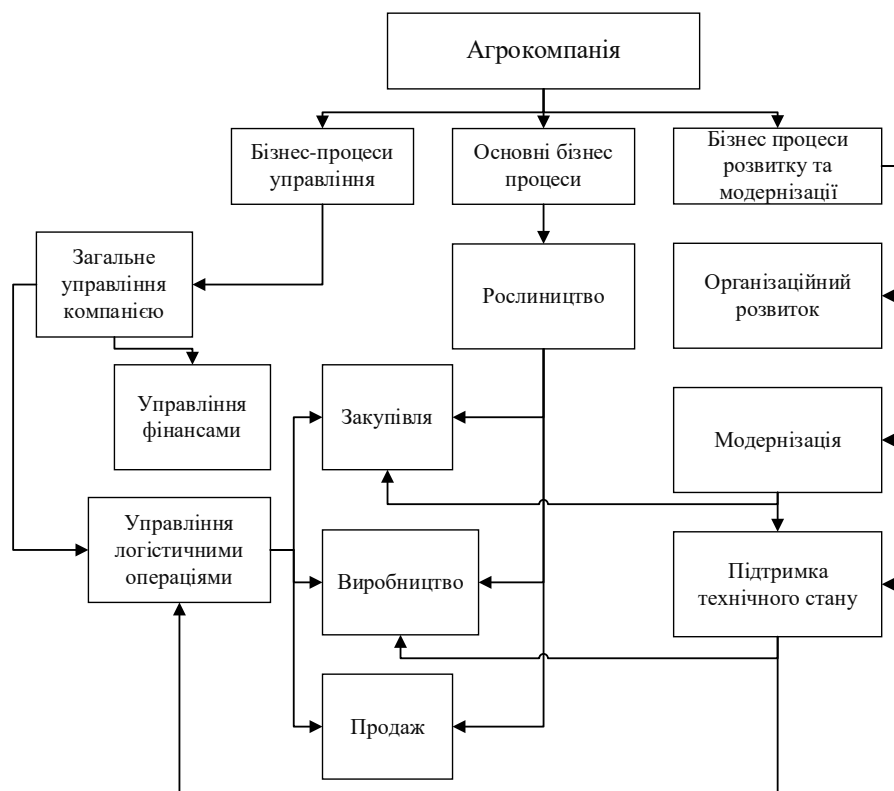


Рисунок 1.1 – Схема роботи звичайного агропідприємства

Використання розумних контрактів на базі блокчейну гарантує перевіреність інформації, для всіх зацікавлених сторін. Так як блокчейн є незміною, децентралізованою спільною публічною книгою транзакцій. Всі угоди про продаж продукції між зерновим елеватором та фермером, загальний обсяг

продукції реєструються. Дані транзакції можна в будь-який час перевірити. Обсяг реалізованого зерна між суб'єктами господарювання із погодженими умовами не можна змінювати. Крім того, зерна різних критеріїв якості не можна змішувати разом для продажу, оскільки загальний обсяг продукції відомий для всіх зацікавлених сторін. Такий рівень контролю процесів дозволить розвантажити організаційний сегмент бізнесу, що в подальшому позитивно вплине на об'єми виробленої та збутої продукції.

Значні території родючої землі дозволяють використовувати великі площі для введення сільського господарства, що в поєднанні з новітніми технологіями дозволить значно збільшити об'єми виробництва. Аналітики аграрних підприємств про це знають і охоче вкладають кошти в подальший розвиток систем.

Аналіз сучасного стану в сільськогосподарському виробництві України показує що найбільше витрат припадає саме на процес збирання та транспортування [2]. Так як експорт аграрної продукції став одним з основних елементів торгівельної діяльності України це є критичним для нашої економіки. Дані проблеми потребують швидкого і якісного вирішення. Основну роль мають нести інноваційні впровадження у виробництво. Одним з головним напрямом інноваційної в аграрному секторі є впровадження електронних систем управління наявним персоналом. Що призведе до підвищення продуктивності виробництва з метою зниження витрат на опрацювання, збереження і транспортування одиниці продукції [11]. На сьогоднішній день активно відбувається пошук та аналіз способів покращення вже наявних систем. Серед них перспективними є децентралізація за допомогою технології блокчейн [10] та напрямом аналізу раціонального планування який враховує:

- наявну техніку;
- вільні робочі бригади;
- оптимальні маршрути;
- оптимальні варіанти продажу.

Планування маршруту є однією з фундаментальних проблем управління логістикою. Серед наявних досліджень значущим моментом виділяють врахування надзвичайних ситуацій які можуть відбутись на маршруті [3]. Більша частина існуючих робіт по оптимізації маршрутів основним фактором обирають час. Однак безпеку маршруту також слід враховувати як одну з головних цілей, враховуючи вразливість людей та техніки в надзвичайних ситуаціях [5].

1.2 Порівняльний аналіз переваг та недоліків існуючих рішень

Сучасні сільськогосподарські інструменти згруповані відповідно до обсягу завдань, які вони виконують, та частоти їх застосування. Програмне забезпечення для управління сільськогосподарськими підприємствами використовується для оптимізації та управління логістичною та виробничою діяльністю [12]. Програмне забезпечення допомагає в процесах автоматизації сільськогосподарської діяльності:

- управління записами;
- зберігання даних;
- моніторинг сільськогосподарської діяльності;
- спрощення графіків виробництва та роботи;
- аналіз можливих модернізацій виробництва;
- сформування оптимальних маршрутів;
- підтвердження виконання завдання.

Програмне забезпечення налаштоване відповідно до конкретних вимог фермерського господарства, оскільки кожна фірма виконує певну діяльність [10]. Варто відзначити, що сільське господарство це вузькоспеціалізована діяльність, тому зазвичай в програмних системах передбачається можливість масштабування. Доволі легко для масштабування піддається система блокчейну. Розкидання навантаження по всій системі позитивно впливає на безпеку і швидкодію [7].

Розумні контракти Ethereum мають потенціал для глобальної трансформації системи продажу сільськогосподарських та харчових продуктів у єдине ціле зображено на Рисунку 1.2.

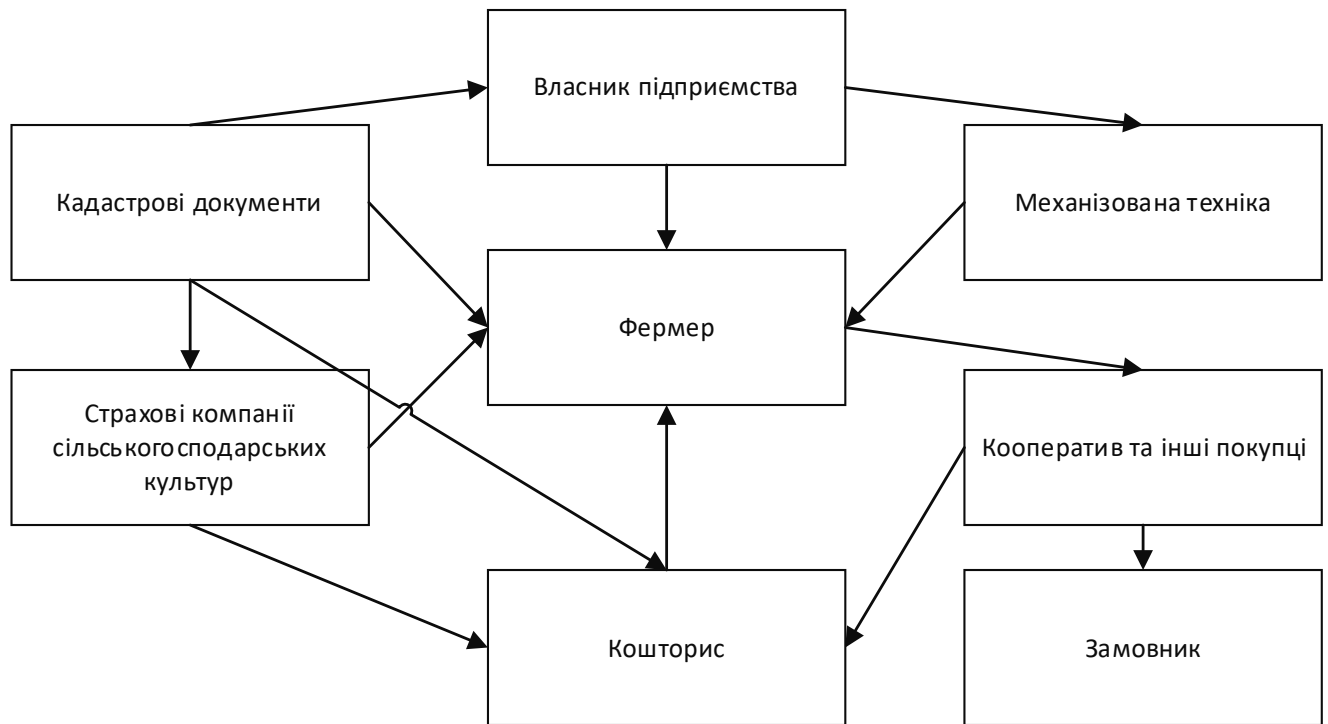


Рисунок 1.2 – Структура роботи смарт-контракту

Це розумна система, яка гарантує якість товару, що поставляється до кінцевого споживача. Рішення побудовані на його базі зосереджені на використанні розумних контрактів автономно на загальнодоступній блокчейн платформі Ethereum. Виконання функцій смарт-контракту та коду здійснюється тисячами вузлів, що розташовані по всьому світу, результати виконання узгоджуються усіма вузлами цієї структури [6]. Варто відзначити, що вузли це те, що становить мережу блокчейн. Видобуток вузла може виконуватись будь-якою обчислювальною машиною, яка збирає, перевіряє, та здійснює транзакції. Вузли також зберігають дані та результат цих транзакцій у бухгалтерській книзі, яка відтворюється і синхронізовано усіма вузлами. У системі блокчейна розумні контракти отримують транзакції в формі викликів функцій, а також дозволяють учасники здійснювати постійний моніторинг, відстеження. В разі чого отримувати відповідні сповіщення про порушення [8].

Рисунок 1.3 ілюструє загальний огляд архітектури системи автоматизації відстеження виробленої продукції.

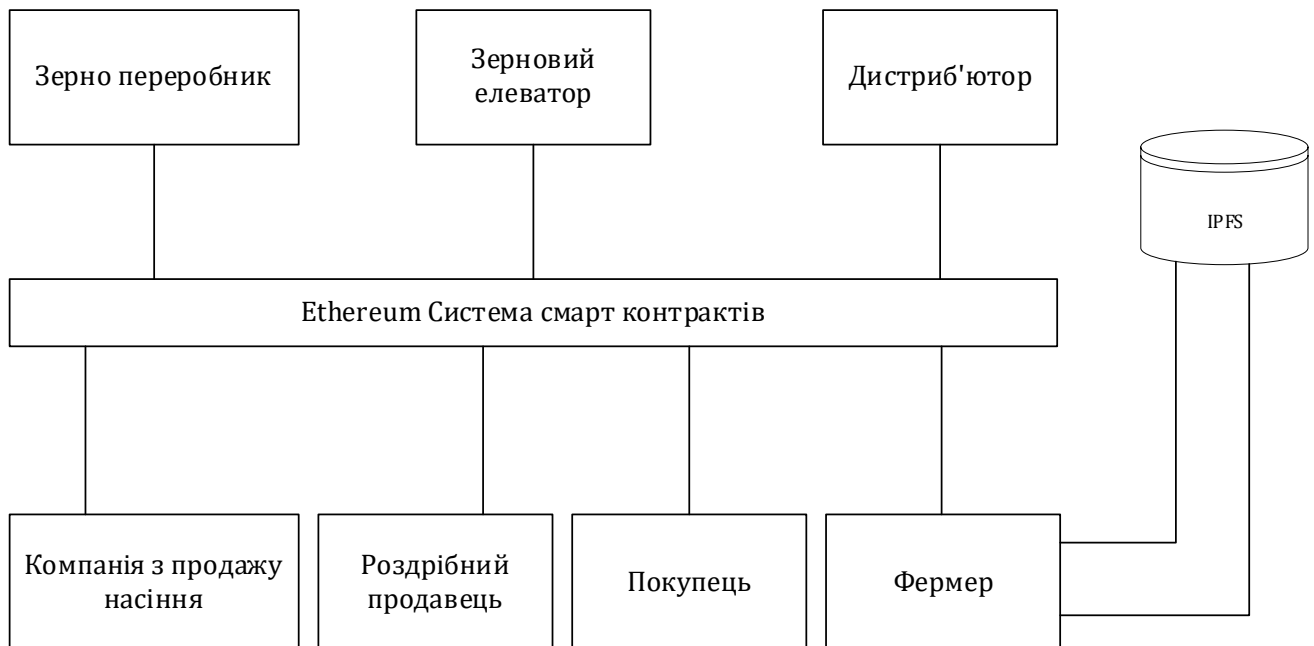


Рисунок 1.3 – Архітектура системи автоматизації відстеження продукції за допомогою смарт-контрактів Ethereum

Кожна організація-учасниця має роль, асоціацію та взаємодію зі смарт контрактом. Участь беруть сім сутностей їх роль узагальнено:

- компанія з продажу насіння – це організація, яка виробляє величезну кількість сертифікованого насіння, видає ідентифікатори на партію продукції, що продається певному фермеру. Насіннева компанія продає продукцію через блокчейн, оскільки це полегшує фермерам доступ до купівлі посадкового матеріалу у вигляді насіння, добрив та інших поживних речовин які підтримують сільськогосподарське виробництво [25];

- фермер – працює з землею. Веде моніторинг за зростанням врожаю [7]. Співпрацює з компаніями та зерновими елеваторами;

- зерновий елеватор – це аграрний об'єкт, який зберігає зерно. Оператор зернового елеватора визначає сорт, якість зерна і закупає зерно у фермера.

При зберіганні зерна слід враховувати такі фактори: температура, вологість та тривалість зберігання [6];

– дистриб'ютор – сховище, яке здійснює покупки кінцевих продуктів з елеватора. Сутність, яка бере участь у процесі розповсюдження харчових продуктів для широкого кола продавців;

– роздрібний продавець – зазвичай купує готову продукцію у дистриб'ютора партіями з ідентифікаторами і продає споживачам у невеликій кількості. Стандартні ідентифікатори зберігають ієрархічну структуру відносин, що забезпечує можливість відстеження продукту;

– покупець – це кінцевий користувач, який купує та споживає продукт у роздрібного продавця;

– зернопереробник – купує зерно з елеватора, очищає зерно, аналізує зерно на наявність вологи, усуває сторонні матеріали та перероблює необроблене зерно [26].

За останній час Україна значно нарощує об'єми виробництва в сільському господарстві [1]. Роста і ефективність проте впливає низка негативних чинників наведених в Таблиці 1.2. Більшість перелічених проблем можна вирішити якщо вчасно провести модернізацію систем організації. Переведення систем організації завдань та логістики на децентралізовану платформу блокчейн позитивно вплине на ефективність виконаних завдань, покращить комунікацію між різними робочими групами.

До головних негативних недоліків можна відвести:

– застаріле обладнання – більшість техніки є фізично застарілою. І потребує оновлення;

– малий обсяг техніки – кількість техніки фізично не здатна покрити наявні вимоги до перевезень;

– низька підготовка транспорту для перевезення – технічний стан більшості транспорту знаходиться в критичному стані. І потребує капітального ремонту;

- низька ефективність транспортної системи – вибір неоптимальних маршрутів транспортування продукції призводить до затримок в часі;
- затягування строків транспортування – через неефективну організацію втрачається дорогоцінний час на виконання логістичних операцій;
- відсутність відповідних пристроїв – нехватка інноваційних пристроїв для збереження і переміщення врожаю;
- неправильна експлуатація – втрати зерна під час збирання врожаю, які спричинені дефіцитом транспортних засобів і несвоєчасним вивезенням продукції;
- низький організаційний рівень – відсутність комунікації в реальному часі негативно впливає на організаційний рівень.

1.3 Методологічні підходи до вирішення задачі

В минулих підрозділах було вивчено предметну область, проведено аналіз наявних технологій для оптимізації і покращення виробництва [12]. Дізнавшись переваги та явні недоліки по організації сільського господарства, можна орієнтуватись на такі варіанти вирішення задач:

- задіяти потенціал оптимізації та масштабування системи управління та комунікацій при переведенні управління в цифровий формат;
- впровадити технологію блокчейн заради збільшення ефективності виробництва та комунікації;
- оптимізувати логістичні структури за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення.

Можна вважати, що впровадження спеціалізованого програмного забезпечення на базі блокчейну вирішить або спростить наявні проблеми.

Заради вирішення поставлених задач було проаналізовано наявні методи організації управління. Особливості методології загального вирішення поставлених задач зображено на Рисунку 1.4.

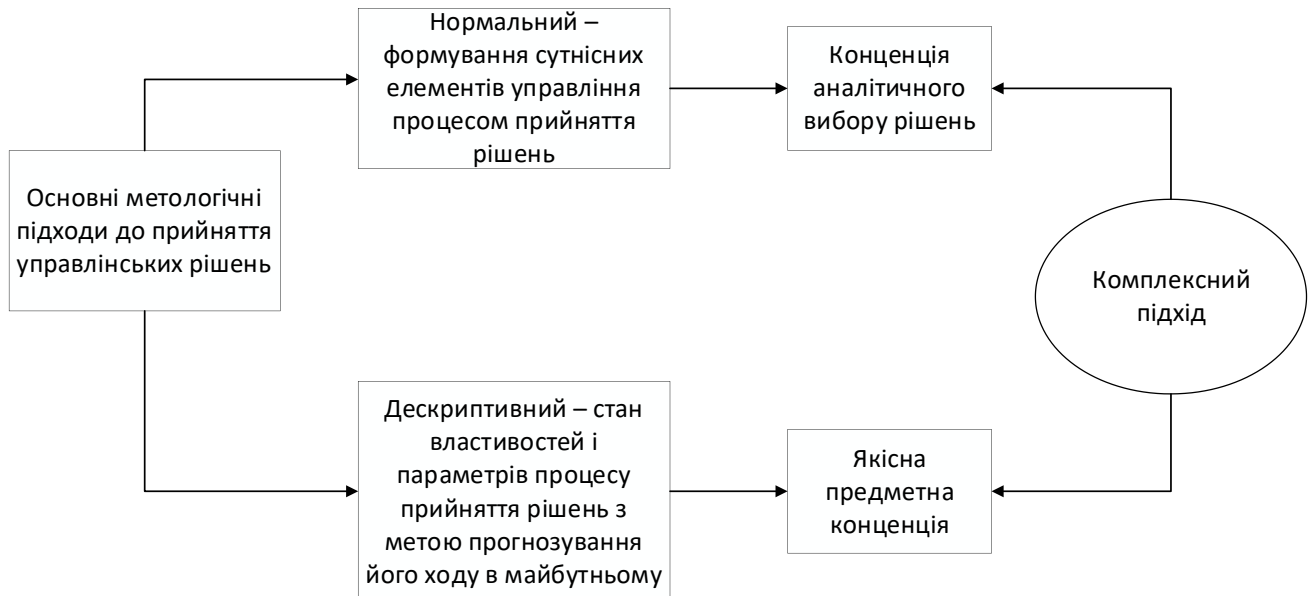


Рисунок 1.4 – Методологічні підходи до вирішення практичних задач

Мульти-методологічний підхід відміно підходить для успішного вирішення складних проблем, або комбінованого використання системних методологій. Він представляє актуальну область дослідження в рамках сучасних вимог до структури управління. Що виникли як методологічні відповіді на зростаючу складність, неоднорідність і динаміку задач.

Зростання складності та різноманітності управлінських проблем на сучасних підприємствах потребує все більшого розмаїття моделей, методів і методологій. При творчому вирішенні цих складних, мінливих і багатовимірних проблем управління, тобто проблемних ситуацій, були розроблені різні системні методології проблемних ситуацій, структурування.

Важливе значення відводиться на оцінку наявності та використання ресурсів для опрацювання поставленого завдання. Екстенсивний розвиток та екстенсивне використання наявних ресурсів фокусується на впровадженні в бізнес-процеси додаткових резервних ресурсів. Вони можуть бути представленими у вигляді додаткового часу, або додаткових тимчасових ресурсних резервів. Рисунок 1.5 демонструє систему факторів, які впливають на рішення, що приймаються.

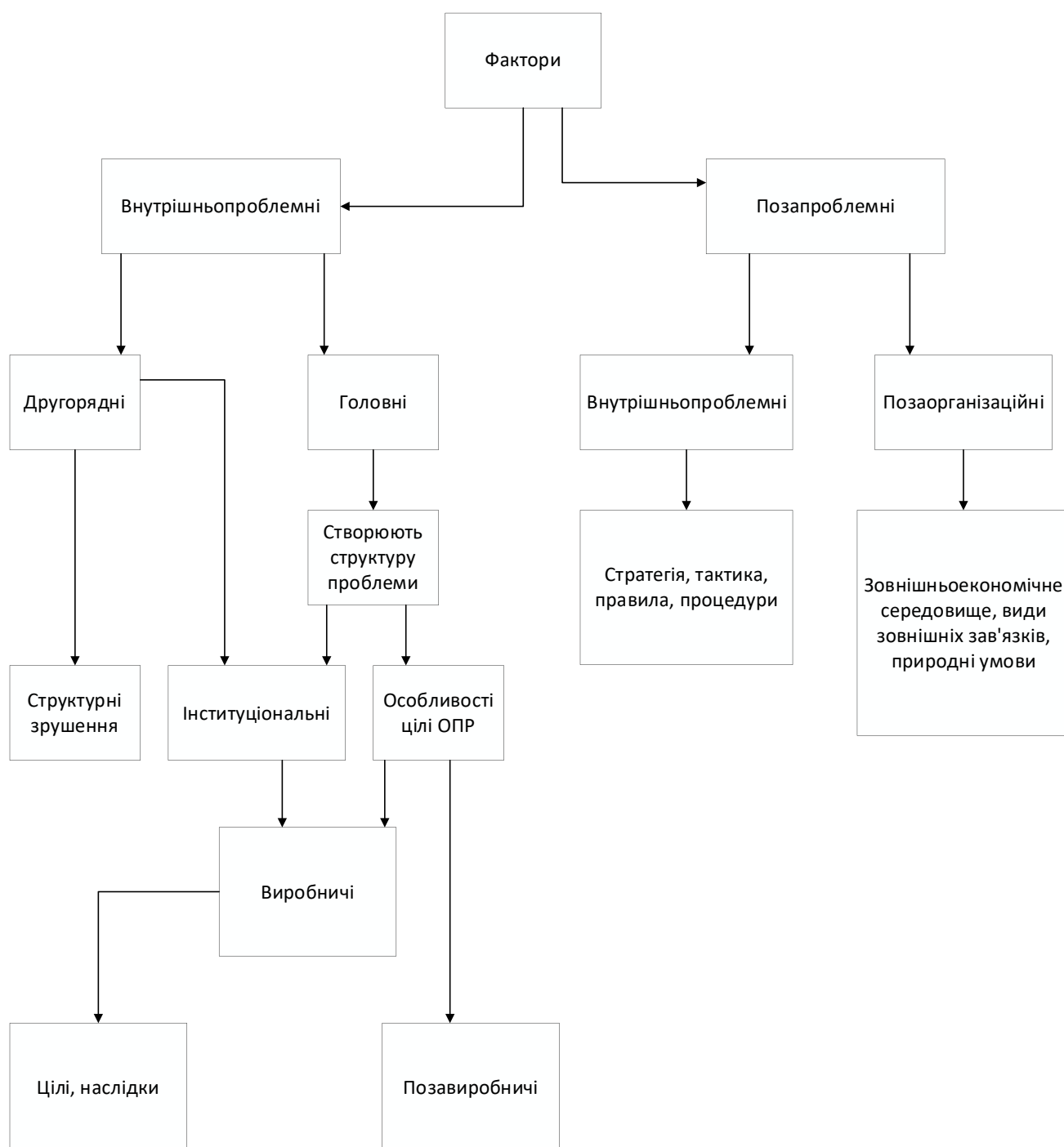


Рисунок 1.5 – Основні групи факторів, що впливають на прийняття рішення

Їх можна поділити на дві структурні групи. В першу групу потрапляють фактори, що формують структуру проблеми ухвалення рішення. До них

належать інституційні та особисті цілі, альтернативні рішення та їх наслідки, темпи поширення інформації, час на прийняття рішення, розміри витрат на підтримку наявної інфраструктури.

1.4 Постановка задачі

Використовуючи інтернет-сервіс як поширений вид надання послуг, можна не тільки осучаснити компанію, а й надати їй популярності для закріплення на ринку. Автоматизовані системи управління дозволяють фірмам ефективніше керувати обладнанням та за менший кошт, оскільки всі процеси контролюються розробленою комп'ютерною мережею, яка чітко й швидко відслідковує усе обладнання та в разі чого перелаштовує його на більшу ефективність. Людські ресурси в цьому плані й дорожчі, і менш дієві, навіть якщо це досвідчений керівник.

Дослідження, проведені в ході аналізу предметної області, наводять до висновків про ефективність децентралізованої системи комунікацій між різними елементами однієї організації. Наявні на теперішній час матеріали занадто мало виділяють уваги для оптимізації процесів на основі блокчейну.

Об'єктом дослідження є методи покращення ефективності виробництва за допомогою оптимізації на основі децентралізованої системи блокчейн.

Метою дослідження є модернізація та оптимізація програмної системи по управлінню сільським господарством.

Заради досягнення мети потрібно успішно виконати наступні завдання:

- провести аналіз існуючих методів оптимізації виробництва;
- провести аналіз системи блокчейн;
- розробити проектування інформаційної системи на основі дослідження;
- створити програмну реалізацію системи;
- провести тести програмної реалізації системи;
- провести аналіз результатів.

Розроблювану систему можна представити як дієвий засіб для вирішення базових проблем в логістиці, плануванні виробничих та бізнес процесів в сільському господарстві. Створена система, дозволить легко масштабувати виробництво, швидко та безпечно встановлювати виробничі зв'язки між різними типами бізнесу.

Висновки до розділу 1

За результатами досліджень було визначено доцільність використання децентралізованих систем для оптимізації прийняття рішень у виробництві.

На основі проведеної роботи було визначено, що найкращим варіантом для впровадження децентралізованої системи управління є технологія Blockchain.

Спершу було проаналізовано предметну область. Було чітко описано структуру області. Ознайомились з сферою сільськогосподарських виробництв. При роботі було охарактеризовано та описано загальну структуру предметної області та базову організацію процесів функціонування децентралізованих систем. В результаті аналізу були сформовані тези на оптимізацію та покращення системи. Потім було проаналізовано уже існуючі варіанти вирішення проблеми. Провели аналіз використаних алгоритмів побудов оптимальних маршрутів. Навели приклади існуючих систем побудови оптимальної логістики та бізнес процесів. За допомогою проведених досліджень вивели вимоги і завдання для подальшого вдосконалення програмної системи. Пізніше було виконано опис запланованих модифікацій для подальшого впровадження в цифрову систему.

На основі опрацьованої інформації було вирішено розробити власну модифікацію технології децентралізації з фокусом на сільське господарство. Модифікований продукт має задовільнити потреби в якісній платформі прийняття бізнес рішень. Однією із ідей запропонованої системи є розміщення договорів на децентралізованій платформі для виконання, зберігання результатів

та впровадження традиційних процесів страхування за допомогою смарт-контрактів.

Забезпечення безпеки смарт-контрактів на основі Blockchain допоможе страховим компаніям у виявленні шахрайства, а також легкої обробки та врегулювання претензій. Додаткова оцінка претензій буде ініційована смарт-контрактами, якщо це буде схвалено страховиком. Існуючі системи страхування є складними та мають обмеження, якими можна легко скористатися. Це надає можливість для злочинців пред'являти повторювані претензії до страховиків. Технологія Blockchain може забезпечити безпечну координацію між страховиками для боротьби з шахрайством. Записи зберігаються в криптографічно захищеному розподіленому обліковому записі, і будь-яка зловмисна діяльність порушить або зупинить транзакцію, тим самим запобігаючи шахрайству. Основна перевага використання смарт-контрактів полягає в тому, що вони усувають необхідність розгляду претензій знову і знову і спрощує подання претензій [13].

Розділ 2

Моделі та методи технології прийняття рішень в децентралізованій системі на базі блокчейн

2.1 Технологія децентралізації Blockchain

Блокчейн - це цифровий реєстр, що реалізується в розподіленій системі, так що інформацію в середині неможливо зламати. Структура такої системи немає централізованого органу управління. На своєму базовому рівні блокчейн дозволяє спільноті користувачів записувати транзакції в спільній книзі в межах цієї системи, так, що при нормальній роботі мережі blockchain жодна транзакція не може бути змінена після публікації. Фундаментальні концепції блокчейну були закладені Сатоші Накамото в технології криптовалют. У 2008 році ідеї блокчейна були поєднані з кількома іншими технологіями та обчислювальними концепціями для створення сучасних криптовалют. Першою такою криптовалютою на основі блокчейна став Bitcoin. У блокчейні Bitcoin міститься інформація, що представляє дані про електронні статки. Блокчейн фіксує будь-яку транзакцію, дозволяючи всім учасникам мережі перевірити дійсність виконаної операції. Кожна з зацікавлених сторін може зберегти копію реєстру, що запобігає випадковій втраті даних через збої. Блокчейн підтримується та керується децентралізованою групою учасників. Криптографічні механізми шифрування, та повна децентралізація робить блокчейн стійким до спроб модифікації блоків або підробки транзакцій. На рисунку 2.1 продемонстровано роботу ланцюгової архітектури блокчейн.



Рисунок 2.1 – Ланцюгова архітектура блокчейн-системи

На рисунку 2.1 зображено структуру блоків в хронологічному ланцюгу. Кожен блок зберігає інформація про часові операції, що мають перевірятись зацікавленими сторонами в мережі. Погодивши консенсус блок потрапляє на зберігання в реєстр блокчейну і вже не може бути зміненим.

2.2 Ланцюг блоків в блокчейн структурі

Будь-яка блокчейн структура складається з блоків. Де блоки це фундаментальна одиниця для проведення транзакцій всередині мережі. Первинний блок є основою блокчейн мережі. Кожен блок складається з переліку транзакцій, в яких він був задіяний, та заголовку. В заголовку блоку зберігається важлива інформація про хеш теперішнього блоку, хеш минулого блоку, що в загальному утворює складну структурну мережу між блоками. Кожен заголовок є унікальним, саме це захищає блок від підробки. Щоб підтвердити право володіння блоком використовується унікальний цифровий підпис. Такий підпис використовується для підпису всіх подій та транзакцій всередині мережі.

При виконанні транзакції проходить перевірка її формату та підпису, в разі коли операція проходить успішно, транзакція вважається успішно виконаною. Транзакція не буде успішно проведеною, якщо значення заголовка не збігається з значенням хешу [14]. Зазвичай на створення нового блоку іде 12 хвилин, проте якщо блок було згенеровано швидше, то цільове число зменшують. Ця операція виконується заради ускладнення цілі для збереження постійної швидкості і відв'язки від загальної потужності мережі. Фінальний результат операції хешування неможливо передбачити, саме тому немає чіткого алгоритму пошуку результату, тільки підбором. В блоку службової інформації буде змінюватись хеш до того часу, поки він не задовільнить вхідну умову. Якщо з різних частин буде надсилатись один блок декілька разів, відбудеться процес розгалуження, що призведе до паралельного розвитку декількох віток. Такий процес вирішується вибором найскладнішої вітки. Якщо вітки однакової

довжини, обирається та, яка була раніше створеною. В процесі така вітка стане головною достовірною віткою.

Принцип роботи достовірного ланцюга зображено на рисунку 2.2.

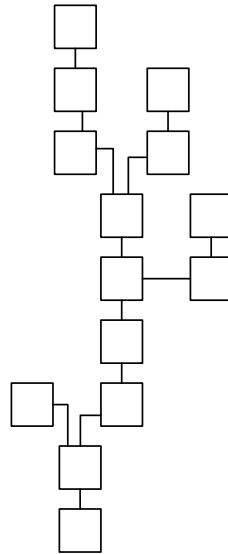


Рисунок 2.2 – Архітектура достовірного ланцюгу

Гілка, яка була відхилена, втрачає свої транзакції і вони повертаються у чергу до наступного блоку.

2.3 Алгоритми консенсусу в блокчейні

У децентралізованих системах консенсус - це метод, завдяки якому мережа встановлює джерело істини. Використовуючи технологію блокчейн виникає важливий вибір в питанні вибору ефективного протоколу консенсусу. Коли централізовані системи визначають джерело істини певним контрольованим органом, децентралізовані системи орієнтуються на масив незалежних систем, щоб взаємодіяти в рамках єдиної мережі. Вузли єдиної системи мають мати аналогічний обчислювальний алгоритм, завдяки якому можна дійти до певної згоди на рахунок істинності та точності записаних даних. Консенсус блокчейну міститься в твердженні, що всі вузли працюють з

типізованим однаковим розподіленим реєстром. Алгоритм консенсусу - це правила, за якими відбувається генерація блоків у блокчейні. Залежно від алгоритму, що використовується, в одних блокчейнах працює механізм майнінгу для видобутку нової інформації, а в інших стейкінг, одні мережі працюють швидше, але схильні до централізації, інші повільніше, але їх складно взяти під контроль недобросовісним учасникам мережі. Децентралізовані системи мають взаємодіяти з криптографічною системою одна одної, щоб досягти повного консенсусу. Основним завданням консенсусу є отримання високого рівня відмовостійкості. Важливо розуміти відмінності між PoW, PoS, PoA та іншими алгоритмами консенсусу, щоб правильно оцінити перспективи блокчейн-проекту, його простоту до масштабування.

2.3.1 Аналіз алгоритму Proof of Work

Proof of Work - алгоритм консенсусу, який призначений для збереження безпеки децентралізованих систем. Основною метою якого є запобігання використанню зловмисником обчислювальної потужності системи. Перша концепція була представлена в 1993 році пізніше Адам Бек розробив на її основі алгоритм Hashcash, який повинен захищати електронну пошту від спаму.

Система виконує хешування інверсії при надсиланню всередині мережі. Проте перевірка коректності хеш-суми виконується швидко з залученням однократного прорахунку SHA-1. У 2004 році Хел Фіні, запропонував використовувати PoW для уніфікації електронних валют. Завдяки ідеї “багаторазового запиту на підтвердження роботи” з залученням алгоритму SHA-256 система отримала надійний захист. Пізніше Proof-of-Work (PoW) використовувався також у блокчейні інших криптовалют: Litecoin, Ethereum (до запуску оновлення, багаторічного переходу на PoS), Bitcoin Cash, Dash, Dogecoin, Monero та Zcash, Bitcoin Gold.

Принцип роботи PoW полягає в наступному: мережі вузлів (майнери), щоб підтвердити транзакції та не дозволити іншим учасникам виконувати одні

та ті ж дії двічі, повинні вирішувати складні математичні задачі (хеш-функції). Нода, яка перша знайшла рішення, отримує винагороду. При цьому складність вирішення завдання захищає від можливих небезпек у вигляді DDoS-атак. Якщо б задачі були занадто легкими, злочинці могли легко зламати мережу, що б завдало непомірної шкоди для децентралізованої системи. Принцип роботи алгоритму Proof of Work продемонстровано на рисунку 2.3.

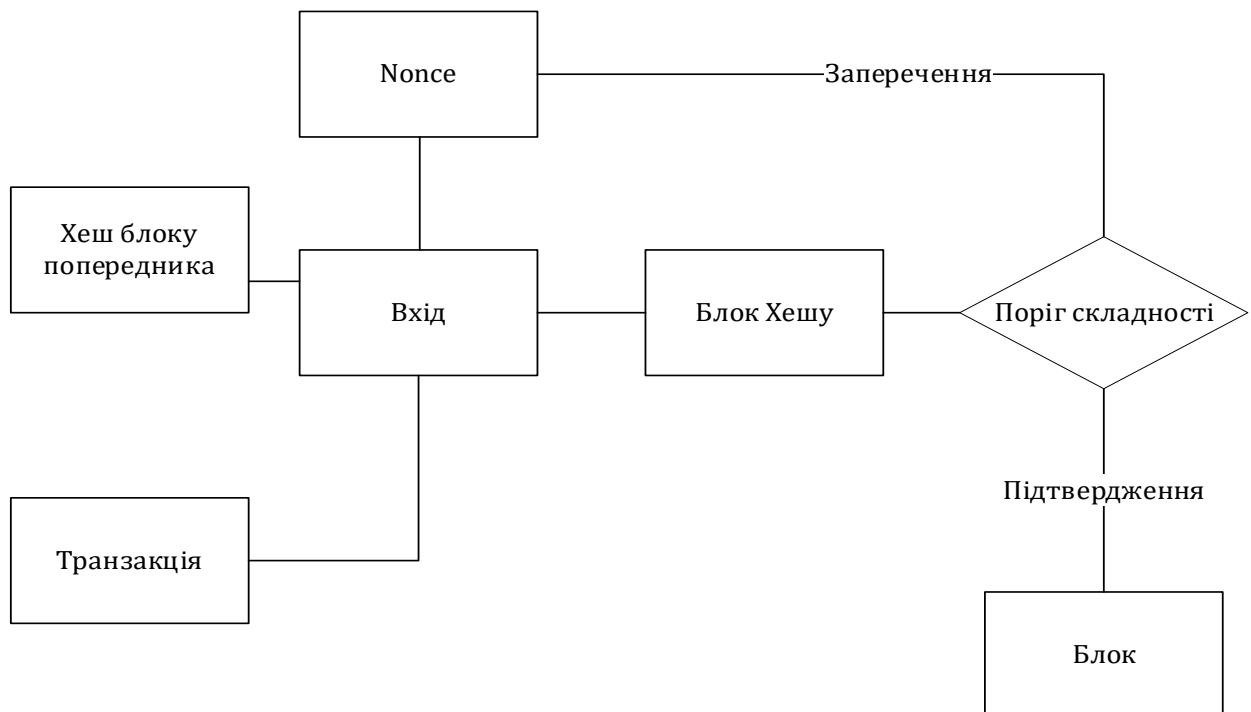


Рисунок 2.3 – Архітектура алгоритму Proof of Work

З рисунку можна визначити, що алгоритм має потенціал до подальшої модернізації. Проте система побудована на базі PoW має певні недоліки:

- робота такої мережі доволі енергозатратна;
- поступове збільшення важкості виконання транзакції;
- низька швидкість виконання транзакцій.

PoW став проривом для свого часу і дозволив запуснути перші криптовалюти. Він робить загальну децентралізовану систему стабільною та захищеною перед обличчям загроз. Так, криптовалюти системи практично

неможливо зламати. Для цього знадобляться величезні обчислювальні ресурси щоб хоч мінімально отримати контроль над мережею.

2.3.2 Аналіз алгоритму Proof of Stake

Proof of Stake алгоритм отримання консенсусу, представлений у 2011 році як альтернатива PoW [15]. Мета даного алгоритму виправити основні недоліки PoW, зокрема низьку швидкість і слабку масштабованість мережі. У 2012 цей алгоритм був вперше інтегрований у блокчейн криптовалюти PPCoin (нині PeerCoin). Сьогодні на базі PoS працюють такі блокчейни, як Cardano, Binance Chain, IOTA, Nano, TRON, TomoChain та Ziliqa. А в грудні 2020 року після кількох років розробки мережа Ethereum також розпочала перехід із PoW на PoS у рамках запуску версії Ethereum 2.0.

Алгоритм PoS як і PoW використовується задля отримання консенсусу в децентралізованій системі. У PoS немає майнінгу. Замість розв'язання математичних завдань нові транзакції відбуваються за рахунок стейкінгу механізму, що дозволяє додавати нові блоки за рахунок доказу володіння певною часткою цієї мережі. Особливості архітектури алгоритму Proof of Stake зображено на рисунку 2.4.

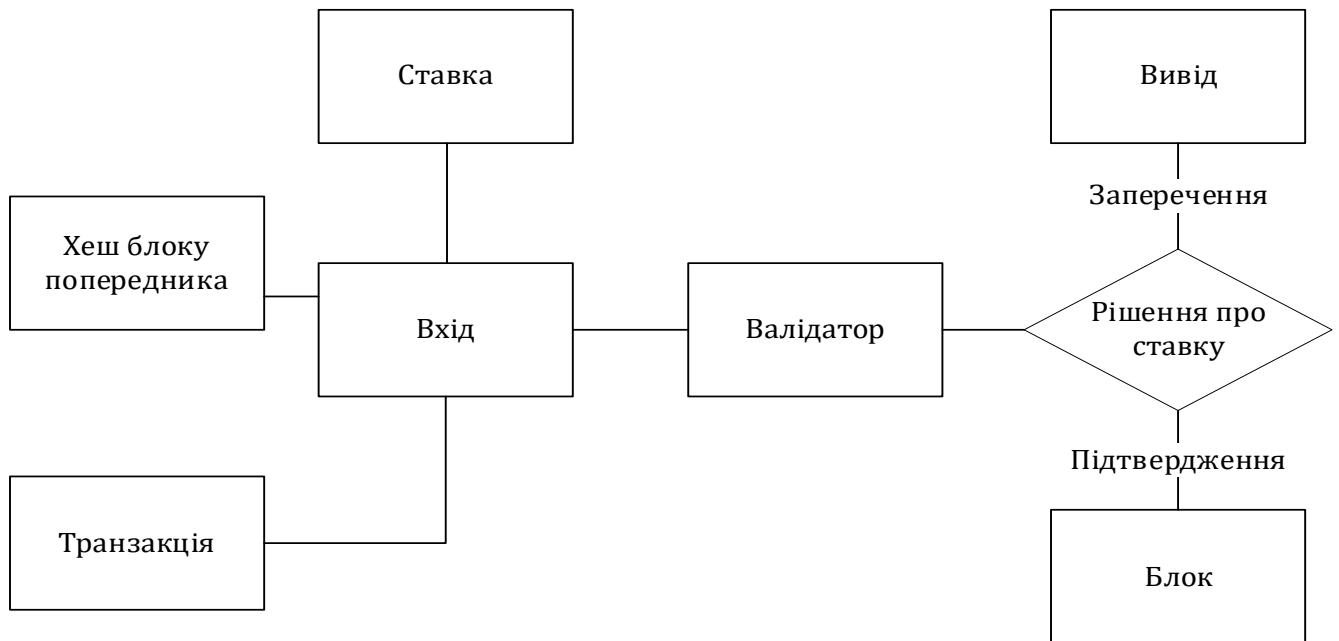


Рисунок 2.4 – Архітектура алгоритму Proof of Stake

Ноди такої мережі називаються валідаторами. Валідатори відповідають за утворення нових транзакцій та сформування нових інформаційних блоків, щоб в подальшому надіслати іншим членам системи та уточнити інформацію про мережу та наявні транзакції. Це означає, що кожна транзакція має бути хронологічно записана та розподілена на серію підключених пристроїв. Такі пристрої називаються вузлами. Ці вузли спілкуються один з одним у межах мережі та передають інформацію про транзакції та нові блоки.

2.3.3 Порівняння алгоритмів PoW і PoS

Проаналізувавши область використання децентралізованих систем можна побачити що 80% вже активних систем активно використовують консенсус Proof of Work. Проте низка недоліків PoW консенсусу, а саме надмірне використання обчислювальних потужностей потребує доволі значних затрат електроенергії на підтвердження транзакцій, або генерацію нових блоків. Найкращий приклад такого неефективного використання ресурсів це біткоїн. На підтримку

функціоналу мережі витрачаються величезні ресурси. Інколи обсяги спожитої електроенергії досягають рівня окремих країн. Проте ці проблеми можна вирішити впровадженням більш гнучких та економних алгоритмів.

Завдяки впровадженню алгоритма Proof of Stake перевіряючі валідатори уже не мають залучати величезні обсяги обчислювальної техніки заради підтвердження транзакції. Що в свою чергу виводить такі переваги як:

- економія енергії на роботу побудованої мережі;
- простота масштабування системи;
- для проведення дестабілізації роботи системи потребуються залучення великої кількості вкладених фінансів;
- більша безпека транзакцій;
- впровадження більшої пікової пропускної спроможності;
- можливість утворення нових типів смарт-контрактів.

Відмінність характеристик алгоритмів узагальнено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики різних алгоритмів консенсусу

Характеристика	Proof of Work	Proof of Stake
Вид алгоритму	Кінцевий	Кінцевий
Ресурсозатратність	Дуже висока	Помірна
Масштабованість	Відміна	Відміна
Придатність до використання в публічних мережах	Придатний	Придатний
Відмовостійкість	55%	60%

Можна стверджувати, що дані алгоритми чудово підходять для впровадження в децентралізовану виробничу систему.

2.4 Види блокчейну

На сьогоднішній день сформувалось декілька ключових типів блокчейн систем. Насамперед різниця полягає в доступі до даних про транзакції. Існують як загальнодоступні так і приватні мережі [16].

Загальнодоступні блокчейн-системи дозволяють приєднатись в будь-який час будь-якому користувачу. Найчастіше в даному типі блокчейн системи всі транзакції проходять через декілька глибоких систем криптографічних перевірок. Висока ефективність таких систем досягається постійним оновленням проміжних протоколів, що запобігає негативним впливам на систему. Це є ключовою функцією в створені незалежних децентралізованих систем з мінімальним технічним обслуговуванням. Такі мережі надають однакові права для всіх користувачів. Де кожен з них може вільно виконувати основні функції системи. Недоліками такого типу системи є високий рівень обчислювальної спроможності, та низький рівень безпеки. Що є важливими нюансами при використанні такої системи на корпоративному рівні [27].

Приватні блокчейн-системи мають доволі схожу архітектуру з загальнодоступними, але підтвердження транзакцій і перегляд реєстрів має лише організація що надає послуги блокчейн. По рівню безпеки така система є менш захищеною так як організація може вільно змінювати реєстр на свій погляд. Також такі системи мають менший рівень шифрування [28].

Приватні мережі мають різні спеціалізовані підтипи. Певні організації які вирішили налаштувати ексклюзивну мережу для своїх вигід. Такі мережі використовуються задля контролю над ресурсами мережі. Доступ до управління мережею теж обмежується по аналогії до приватних корпоративних мереж, але щоб стати учасником потрібно отримати запрошення від вже наявних клієнтів. Великим плюсом таких мереж є величезна гнучкість до різних вхідних умов. В такій мережі всі вузли вільно взаємодіють між собою. В процесі перевірки транзакції проходить додаткова перевірка на незмінність повідомлення під час передачі.

2.5 Блокчейн платформа Ethereum

Ethereum є глобальною відкритою системою для організації та створення масових децентралізованих систем та бізнес логіки на базі блокчейну [17]. Технологія має за мету створення єдиного віртуального системно-інформаційного середовища, основні завдання якого виконуються нодами та вузлами, що складаються з самих користувачів платформи Ethereum. Поява технології Ethereum спростила сам процес створення децентралізованих програмних систем під різні задачі: від систем управління бізнесом до систем управління безпілотними апаратами. Система показує ідеальну відмовостійкість.

Ethereum надає можливість доволі просто розгорнути більшість видів децентралізованих систем. В основі системи лежить модульність та повна можливість модифікувати фінальний продукт. Транзакції відбуваються з використанням цифрових активів. В середині системи вона містить назву “gas”, кількість використаного “gas” залежить від самого користувача. При малих об’ємах транзакція буде відбуватись довше, при більших швидше.

Основною відмінністю від інших децентралізованих систем є інтегрована система смарт-контрактів. Смарт контракти – протоколи що базуються на математичних алгоритмах з автоматичністю виконання поставлених задач та можливістю повного контролю над процесом транзакції. Такий тип контрактів дозволяє укласти домовленості які виконуються самостійно, домовленості між різними сторонами транзакції записуються у код договору. Сам код та записані угоди містяться розподілено в системі блокчейн. За ходом виконання транзакції слідує сам код, тому такі транзакції є легко відстежуваними і незворотніми.

Смарт-контракти спрощують виконання транзакцій між анонімними клієнтами без посередників. Виконання укладеної транзакції відбувається всіма користувачами децентралізованої мережі. Стан мережі постійно розширюється, щоб записати результати виконання смарт-контракту.

Особливості структури блоку Ethereum зображено на рисунку 2.5.

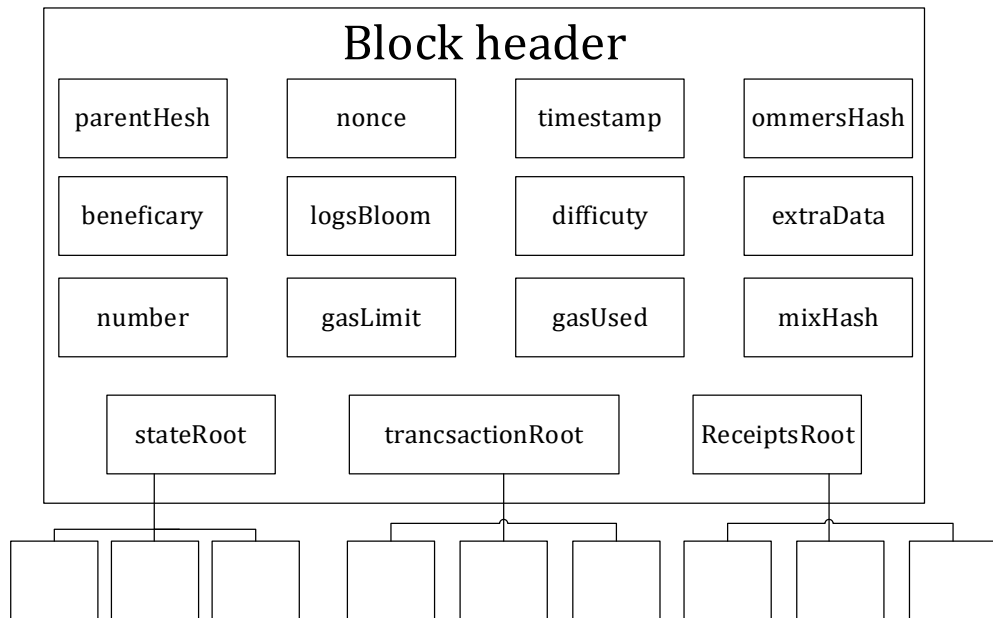


Рисунок 2.5 – Архітектура алгоритму Proof of Stake

Важливо зазначити, що система блокчейн відслідковує незвичні зміни в структурі уже укладеного смарт-контракту, що збільшує безпеку системи перед модифікованими транзакціями або пакетами. Саме через цей механізм транзакцію уже неможливо відмінити. Це є великою проблемою, якщо договір або виконані процеси потрібно визначити недійсними.

2.6 Блокчейн платформа Bitcoin

Система Bitcoin є прикладом найбільш широко залученої і відомої блокчейн системи. Дана програмна система використовує криптографію з відкритим ключем для створення та перевірки цифрових підписів своїх транзакцій. Користувач із закритим ключем може без проблем підписати транзакцію та відправити її на опрацювання. Користувачі можуть створити онлайн-гаманець, або прив'язати свої активи до фізичного обладнання, що буде містити приватні ключі.

Використання криптографії з відкритим ключем є доволі широкою темою. Спеціальний алгоритм підпису, який використовує Bitcoin має назву

Elliptic Curve Digital (ECDSA). Він належить до різновидів цифрового підпису DSA і використовує криптографію з еліптичною кривою. Цифрові підписи є важливим елементом для структури Bitcoin, саме за допомогою цих підписів відбувається процес перевірки на справжність транзакцій.

В алгоритмі більшість повідомлень шифрується за допомогою хеш-функції. Таким чином, повідомлення може досягати будь-якої довжини. Алгоритм за замовчуванням має довжину шифрування в 256 біт. В побудові хешу використовується функція SHA-256. В технології Bitcoin майже всі операції в блоках хешуються двічі. Спершу подвійним SHA-256, а пізніше з використанням RIPEMD-160.

Основною метою даної системи є безпека. Для її отримання залучаються всі наявні ресурси. Такий підхід позитивно впливає на безпеку системи, але вимагає величезних обчислювальних потужностей.

2.7 Використання транзакцій в децентралізованій мережі

Транзакції містять декілька ключових елементів, необхідних для забезпечення безпеки утвореної операції. Згенерована транзакція включає в себе:

- вхідні дані, що містять точне значення кількості активів, що будуть відправлені на іншу адресу. Вхідні дані включають унікальний хеш попередньої транзакції, з якої надходять монети, і цей хеш діє як хеш-показчик на минулу транзакцію;

- вихідні дані, що вказують на кількість активів, які надсилаються на певну адресу (відкритий ключ);

- унікальний ідентифікатор, що необхідний для відстеження вже активних транзакцій;

- підписи покупця та замовника складають основу транзакції. Без підписів транзакція не сприймається мережею як дійсна;

- метадані зберігають додаткову інформацію про розмір транзакції, кількість входів і виходів, унікальний хеш, який можна використовувати як

унікальний ідентифікатор і параметр часу заморозки транзакції. Цей параметр можна використовувати для тимчасового блокування транзакції до виконання певних умов.

Вхідними та вихідними даними може бути більш ніж одна адреса. Комісія за транзакції додається в систему заради запобігання атак. Це ускладнює процес перевантаження мережі для потенційного зловмисника. Для розрахунку комісії за транзакцію використовуються значення Gas. Кожен обчислювальний крок коштує 1 Gas. Максимальна кількість кроків є обмеженою в часі.

2.8 Порівняння технологій децентралізації Ethereum та Bitcoin

Хоч дані технології і мають на меті вивести процес децентралізації на новий рівень. Проте ключова задача в них доволі різна. Bitcoin використовується лише як децентралізована онлайн-валюта і має на меті замінити фізичні активи. Тоді як технологія Ethereum може використовуватися для розробки інших програмних систем, що мають на меті впровадження децентралізованої мережі. Це робить Ethereum універсальним інструментом, що є доволі гнучким до подальших модифікацій.

Обидві технології Bitcoin та Ethereum використовують однакову криву та схему підпису, а саме secp256k1 і ECDSA. Різниця полягає в алгоритмах блокчейну та у виді використаної хеш-функції. У Bitcoin широко застосовується алгоритм хешування SHA 256, тоді як в мережі Ethereum використовуються Кессак 256 або Кессак 512. Алгоритм хешування Кессак є глибокою модифікацією SHA3. Різниця між двома алгоритмами полягає в загальному трактуванні класу алгоритмів. SHA-256 є конструкцією Меркла-Дамгарда, а Кессак підпадає під виконання функції губки. Робота алгоритму шифрування SHA 256 зображено на рисунку 2.6.

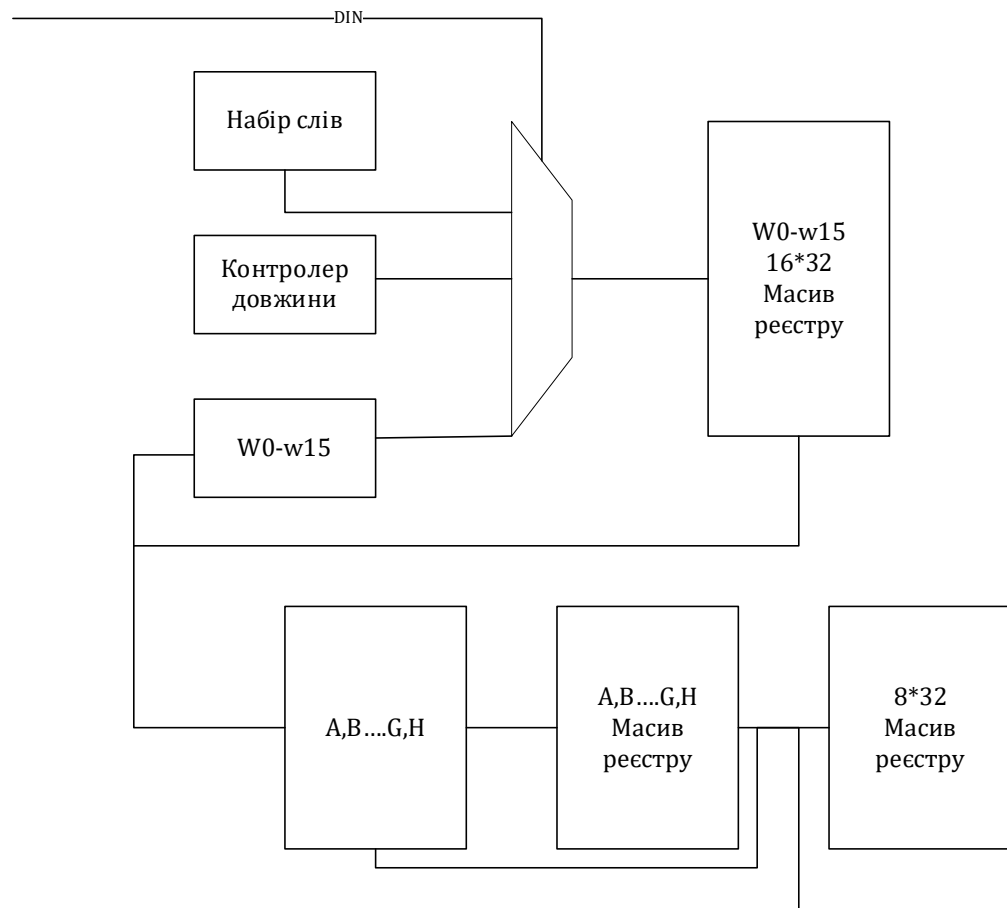


Рисунок 2.6 – Принцип роботи SHA-256

Обидві ці функції є доволі безпечними і надають високий рівень безпеки оскільки обидва алгоритми використовують ECDSA для підписів, використовують аналогічну криву, мають схожі ключі і мають однакову довжину хешу. Bitcoin іноді використовує стиснену форму відкритого ключа та іншим способом обчислює адреси в транзакціях. У Ethereum є свій особливий спосіб для точного обчислення адреси. Bitcoin використовує відкритий ключ як адресу і має можливість використовувати іншу хеш-функцію для створення меншого хеша довжиною 160 біт. Ця довжина в 160 біт дорівнює розміру адреси в Ethereum. Підписи в даних системах майже однакового розміру, 512 і 520 біт. Проте Ethereum має трохи довший підпис через додаткове поле для виконуваного коду.

Транзакції з Bitcoin мають обмежений простір для зберігання додаткових даних. Тривалість процесів майнінгу і транзакцій серйозно відрізняється.

Мережа Ethereum працює набагато швидше, ніж мережа Bitcoin. Система Ethereum може обробляти 2 рази більше транзакцій в секунду, ніж система побудована на базі Bitcoin. Коли мережа Ethereum перейде на алгоритм Proof-of-Stake, час блокування транзакції має зменшитися до 4 секунд. Bitcoin в середньому має час блокування в 10 хвилин. Даний час прямо впливає на час консенсусу в рамках мережі. На опрацювання транзакції користувача в кожній мережі вимагається різна кількість часу. У технології Bitcoin це займає близько години при середньому навантаженні системи, а транзакція в середині технології Ethereum відбудеться протягом 3 хвилин. Як можна помітити транзакції всередині мережі Ethereum відбуваються значно швидше.

Зараз процес майнінгу в мережах двох криптовалют дуже схожий. Обидві використовують алгоритм Proof-of-Work. Коли Ethereum повноцінно перейде на алгоритм Proof-of-Stake, процес добування нового блоку кардинально зміниться. Добувачі нового блоку більше не повинні доводити, що саме вони вирішили задачу. Натомість валідатор запропонує готовий блок випадковому користувачу.

В обох криптовалютних системах добувачі отримують винагороду у вигляді нових токенів за опрацьований ними блок.

Процес майнінгу є доволі енергозатратним та потребує багато обчислювальної потужності. Алгоритм Proof-of-Stake не ставить за факт потребу в постійних обрахунках, завдяки чому споживання електроенергії буде помітно зменшене. Енерговитрати зображено на рисунку 2.7.

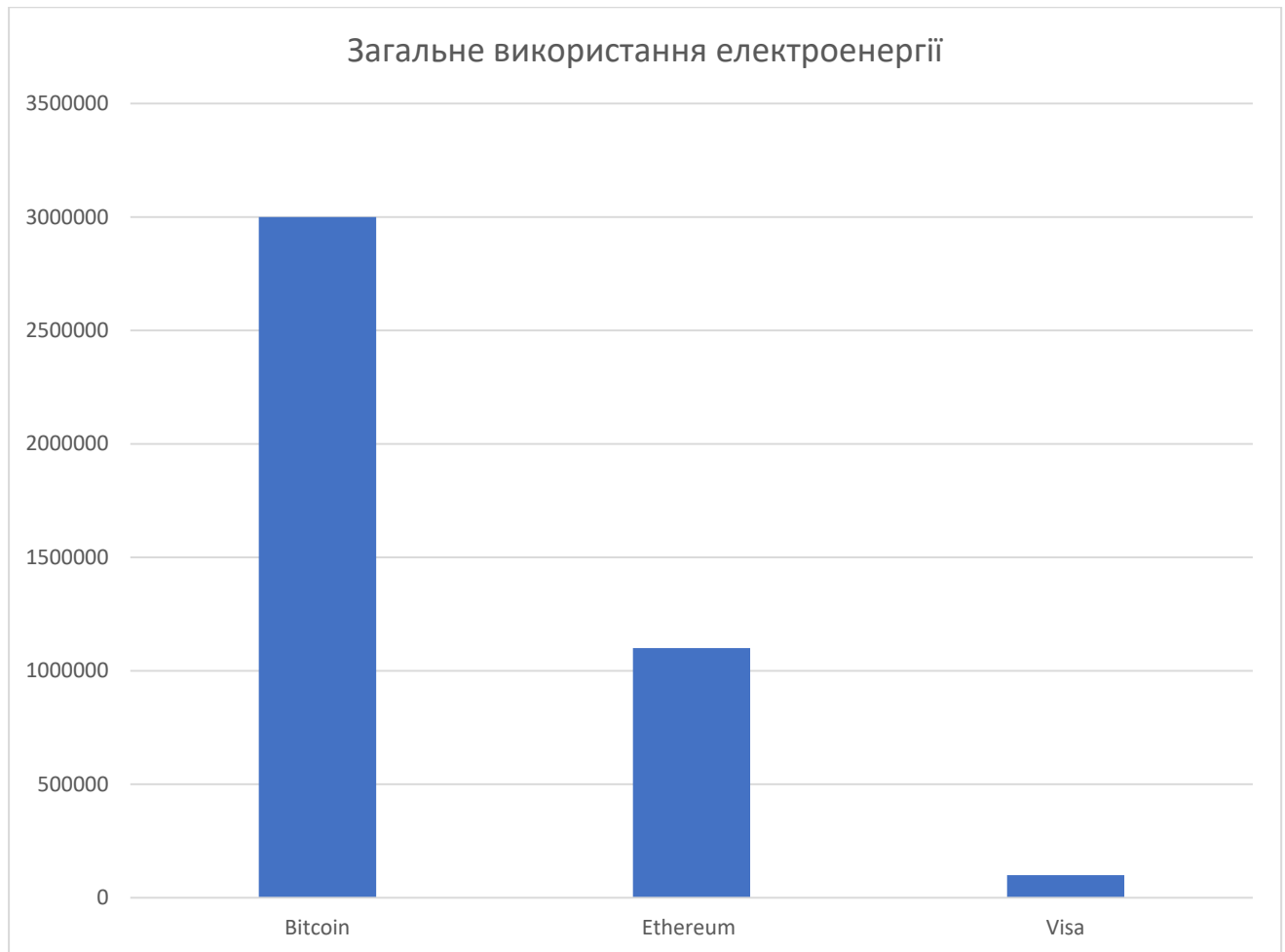


Рисунок 2.7 – Енерговитрати на роботу системи

Технологія Ethereum - це більше, ніж просто онлайн-валюта завдяки організованій системі можна запросто розпаралелити навантаження між елементами мережі, що відкриває безліч нових варіантів використання. Перехід від алгоритму Proof-of-Work до Proof-of-Stake дасть Ethereum поштовх, який йому потрібен для подальшого розвитку. Різниця між технологіями децентралізації наведена в таблиці 2.2:

Таблиця 2.2 – Порівняння різних технологій децентралізації

Порівняння	Bitcoin	Ethereum
Застосування	Онлайн валюта	Децентралізовані платформи
Довжина ключів	Відкритий ключ = 512 біт	Відкритий ключ = 512 біт
	Приватний ключ = 256 біт	Приватний ключ = 256 біт

		Адреса = 160 біт
Хеш-функція	SHA-256	Кецсак-256 or Кецсак-512
Розмір підпису	512 bits (64 bytes)	520 біт (65 байт)
Використана крива	secp256k1	secp256k1
Схема підпису	ECDSA	ECDSA
Безпека	128 біт	128 біт
Час блоку	10 хвилин	12 секунд
Час консенсусу	≈ 1 година	≈ 3 хвилини
Час на транзакцію	7 за секунду	15 за секунду
Майнінг	Proof-of-Work	Proof-of-Work to Proof-of-Stake
Винагорода за майнінг	12,5 Bitcoin на 1 блок	3 Ethereum
Максимум токенів	$21 * 10^{14}$	18 мільйонів на рік
Споживання енергії на рік	≈ 3,2 млн домогосподарств	≈ 1,1 млн домогосподарств

Проаналізувавши дані можна дійти висновку, що технологія Ethereum є більш доцільнішою у використанні при побудові децентралізованих систем управління. Вона покриває більшість поставлених задач.

2.9 Використання смарт-контрактів

Можливості використання смарт-контрактів є доволі значущими. Зазвичай вони широко впроваджуються в системах, що потребують підтвердження певної дії. Для виконання поставлених завдань підходить мультипідпис – один із найпростіших видів смарт-контракту. Завдяки його

можливостям [18] можна забезпечити безпеку транзакції замороживши цифрові ресурси на певний час.

Смарт-контракти часто використовують у сфері розподілу певних товарів або надання послуг. Користувачі смарт-контракту в разі невдалого завершення транзакції нічого не втрачають. Після провалу термінів контракту всі цифрові активи автоматично повертаються до власника. Якщо поставлена задача буде успішно виконана, відбудеться передача цифрових активів від замовника до виконавця. Взаємодія між різними елементами системи зображена на рисунку 2.8.

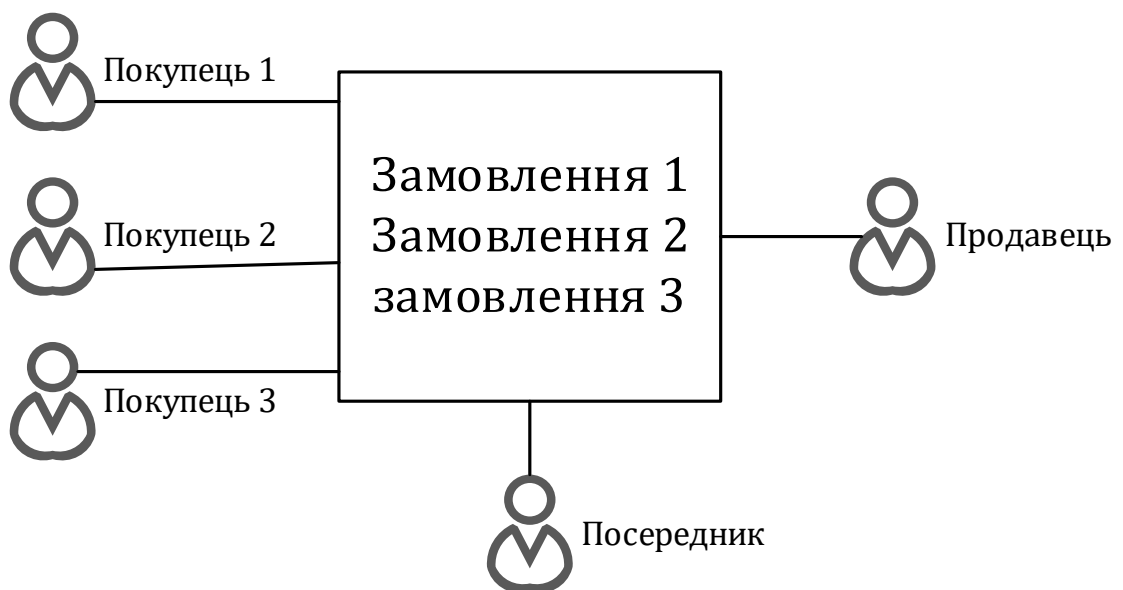


Рисунок 2.8 – Взаємодія елементів смарт-контракту

На сьогоднішній день однією із основних задач смарт-контрактів є автоматизація процесу створення безпечних договорів, де кожна з сторін захищена від махінацій. Одним із прикладів вдалого використання смарт-контрактів є управління ланцюгом поставок. Залучення технології дозволяє тримати під контролем процес доставки товару від ланки створення продукту до відвантаження та надходження до замовника. Процес укладання смарт-контракту зображено на рисунку 2.9. Інформація про події, що відбуваються із замовленням, зберігається в системі блокчейн.



Рисунок 2.9 – Процес підпису смарт-контракту

Аграрна промисловість є потенційною сферою використання системи смарт-контрактів. Зростає залежність від глобальних ланцюгів поставок до великомасштабних систем продажу товару, таких як супермаркет. Ланцюги постачання в аграрному виробництві не зазнавали цифрової трансформації, що є причиною величезних затримок в постачанні. Впровадження технології дозволить пришвидшити регулювання робочих процесів всередині підприємства. Полегшення процесу утворення бізнес-зв'язків між фермером та споживачем призведе до створення нових ринків збуту, що забезпечить приріст доходів. Для малих підприємств такі оптимізації позитивно вплинуть на загальні витрати при укладанні договорів та спростять процес виходу на місцеві та глобальні ринки.

Смарт-контракти в найближчому часі будуть тісно інтегровані в системи і процеси, що нас оточують. З кожним роком кількість сфер з інтеграцію смарт-контрактів все більшатиме.

Висновки до розділу 2

В даному розділі було описано технологію, яка допоможе ефективно модифікувати систему прийняття рішень в сільськогосподарському секторі. В

процесі аналізу було описано основні функції різних типів організації децентралізованих блокчейн-систем. Було переглянуто їхні плюси та мінуси у використанні в різних типах підприємства. В підрозділах було описано складові елементи блокчейну, визначено його структуру та принцип роботи. Було досліджено недоліки використання PoW та PoS алгоритмів. Та було запропоновано систему, що зменшує негативний вплив на операції користувача. Було розглянуто таку популярну мережу як Ethereum та її складову - смарт-контракт. Проаналізувавши наявну інформацію, було вирішено, що це хороша технологія для впровадження в систему прийняття рішень в аграрному виробництві. З її допомогою процес укладання вигідних договорів стане швидшим, безпечнішим та зручнішим. Що дозволить в подальшому позитивно вплинути на організацію та роботу мережі.

Цей розділ проливає світло на методи та містить основні функціональні системи майбутньої розроблювальної децентралізованої системи прийняття рішень. Модифіковані типи моделей є необхідними для організації оптимальної системи, що будуть в подальшому застосовані під час впровадження вимог, алгоритмів та програмної реалізації продукту для виконання пакету поставлених завдань.

Розділ 3

Розробка системи прийняття рішень в децентралізованій мережі

3.1 Вибір платформи для реалізації смарт-контракту

Розроблені системи на основі платформи Ethereum побудовані з використанням фреймворків заради спрощення підключення до мов високорівневого програмування. Для взаємодії між блокчейном і внутрішньою логікою сервера використовується фреймворк Web3.js. Він дозволяє швидко та надійно інтегрувати підтримку блокчейн розрахунків. Технологія Web3.js має важливу можливість асинхронного виклику, що базується на технології Promise. Це дозволяє прив'язатись до певних даних та в будь-який момент їх витягнути з системи без втрати роботоспроможності системи.

Для сформування нових типів смарт-контрактів розробники технології Ethereum розробили систему Solidity. Це доволі гнучка система реалізації смарт-контрактів. Розробники, що працюють із Solidity, можуть писати додатки, які реалізують бізнес-логіку, що самовиконується, включену в смарт-контракти. В пакеті інструментів Solidity включений компілятор, який розбиває код високого рівня на прості інструкції, такі як «помістити дані в реєстр», «додати дані з двох реєстрів», «перейти до інструкції в точці пам'яті». Приклад реалізації смарт-контракту зображено на рисунку 3.1.

```
// SPDX-License-Identifier: GPL-3.0

pragma solidity >=0.4.21 <0.7.0;

contract Migrations {
    address public owner;
    uint public last_completed_migration;

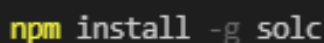
    constructor() public {
        owner = msg.sender;
    }
    modifier restricted() {
        if (msg.sender == owner) _;
    }
    function setCompleted(uint completed) public restricted {
        last_completed_migration = completed;
    }
}
```

Рисунок 3.1 – Приклад смарт контракту написаного мовою Solidity

Вона створена як комбінація основних методик C++ і Python і націлена на роботу з віртуальною машиною Ethereum [19]. Solidity є цілком типізованою мовою програмування, що підтримує наслідування класів. Solidity використовує велику кількість концепцій програмування, які існують в інших мовах. Наприклад, Solidity має змінні, функції, класи, арифметичні операції, маніпуляції з рядками тощо. За допомогою Solidity ми можемо створювати контракти для розробки різних задач:

- платформи голосування;
- системи формування замовлень на виробництво;
- краудфандинг системи;
- сліпих аукціонів;
- систем управління організацією.

Впровадження системи контрактів слід виконувати на останній випущеній версії Solidity. Через постійні оновлення з виправленням критичних багів вона є надійною базою для побудови своєї мережі. Крім того, регулярно вводяться критичні зміни, а також додаються нові функції. Вести процес розробки смарт-контракту є можливим на більшості операційних платформах. Існують клієнти під системи сімейства Windows, Mac OS та Linux. Для встановлення пакету Solidity необхідно виконати команду що зображена на рисунку 3.2:



```
npm install -g solc
```

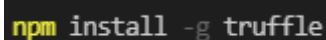
Рисунок 3.2 – Команда встановлення пакету Solidity

Наступним кроком буде встановлення плагіну управління блокчейном Truffle. Це середовище розробки децентралізованих систем, засноване на блокчейні Ethereum і використовується для розробки розподілених додатків.

Truffle - це єдине рішення для створення та впровадження dApps на базі Ethereum. Він впроваджує та реалізовує:

- вбудовану систему компіляції смарт-контрактів, та управління бінарними файлами;
- тестування контрактів на наявність логічних колізій;
- розширюваний сценарій розгортання та міграції;
- розгортання в будь-якій кількості публічних і приватних мереж;
- управління пакетами за допомогою EthPM;
- консоль для прямого зв'язку з мережею блокчейн;
- гнучко налаштовуваний конвеєр збірки;
- зовнішній запуск сценаріїв в середовищі Truffle.

Структура розробки представляє сучасні технології налагодження смарт-контрактів [24]. Вказавши унікальний хеш транзакції для процесу налагодження Truffle, можна відтворити існуючу транзакцію в блокчейні, перемикаючись на виклики, або однокрокові виконання байт-коду. Інші середовища розробки та відлагодження поступаються функціоналом перед Truffle. Найчастіше вони дозволяють тільки створити тестові сценарії, з допомогою яких розробник може експериментувати з транзакціями в наявній тестовій мережі. Тести написані в спеціальній модифікації мови програмування JavaScript зі структурою фреймворка Truffle. Що дозволяє напряду обмінюватись інформацією з смарт-контрактом, коли він розгорнутий в одній із мереж Ethereum [32]. Для встановлення пакету використовують команду зображену на рисунку 3.3.



```
npm install -g truffle
```

Рисунок 3.3 – Команда встановлення пакету Truffle

Фреймворк Truffle дає змогу упаковувати смарт-контракти, сценарії міграції, конфігурації та тести в спеціалізований контейнер Truffle. Дані ретельно перевіряються перед виведенням вікна транзакції, щоб забезпечити

сумісність з системою тестування. Розробник може створити до 50 контейнерів для проведення тестування транзакцій. Сценарій тесту повинен бути розгорнутим та передбачати умови регресійного тесту смарт-контракту.

За основну платформу внутрішньої логіки було взято серверне середовище виконання Node.js. Він відповідає основним вимогам до реалізації серверної бізнес-логіки:

- надійність;
- безпека;
- простота в масштабуванні;
- легкість до модифікацій;
- висока швидкодія.

Node.js є середовищем виконання з відкритим сирцевим кодом, призначеним для розробки прикладних рішень в сферах хмарних обчислень і хостингу [29]. Node.js використовується для програмування на стороні сервера і в першу чергу розглядається як платформа для запуску веб-програм поза браузером клієнта. Кожен браузер має свою вбудовану версію двигуна JavaScript. Node.js побудовано на стандартизованому двигуну JavaScript V8 від компанії Google. Принцип роботи паттерну MVC показано на рисунку 3.4.

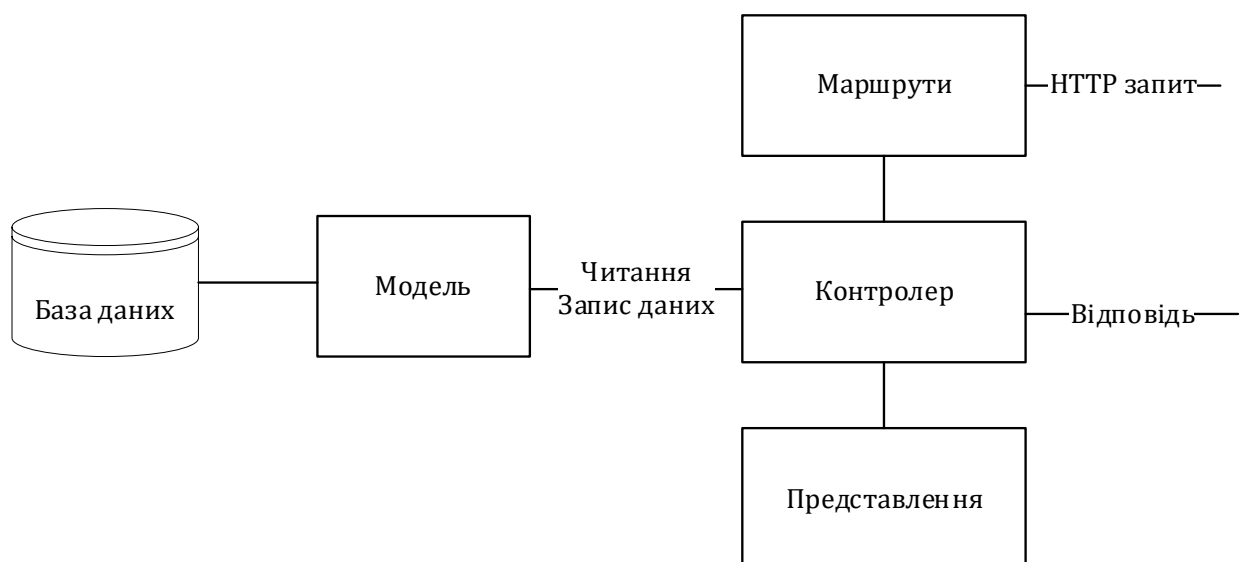


Рисунок 3.4 – Робота паттерну MVC в Node.js

Це призводить до того, що цілі сайти можна запускати за допомогою уніфікованого «стеку», що робить розробку та обслуговування системи швидкими та простими, дозволяючи зосередитися на досягненні бізнес-цілей проекту. Той факт, що Node.js розповсюджується з повністю відкритим сирцевим кодом та дозволяє вільно себе модифікувати, означає, що він безкоштовний у використанні і постійно налаштовується та вдосконалюється глобальною спільнотою розробників. Важливо розуміти, що насправді це не фреймворк або бібліотека, а повноцінне середовище виконання. Він надає вільний доступ до Web-API, що дозволяє розробнику отримати можливість модифікувати головні механізми JavaScript. Ці фактори роблять Node.js гнучким і простим у розгортанні, функції, якого допомагають оптимізувати та прискорити розроблювальний проект програми. Механізм роботи Node.js сприяє його популярності серед розробників. У той час як більшість альтернативних середовищ виконання використовують багатопотокові моделі обробки, Node.js робить все це в одному потоці [30].

Під час багатопотокової обробки кожен сервер має обмежений пул потоків, до яких він може отримати доступ. Тому щоразу, коли сервер отримує запит, він витягує потік з пулу і призначає номер цьому запиту, щоб подбати в подальшому про його обробку. В такому випадку обробка є синхронною та послідовною, що означає, що виконується одна операція за раз.

При багатопотоковій обробці потік вибирається щоразу, коли надходить запит, доки не будуть використані всі можливі потоки. Коли це відбувається, сервер повинен чекати, поки не з'явиться вільний потік. Це призведе до втрати швидкодії та подальшої неефективності додатку, що негативно вплине на досвід роботи клієнтів та втрати потенційних майбутніх замовників. Особливо це відчутно, якщо програма має працювати з великою кількістю одночасних запитів від клієнтів [31]. Проте Node.js використовує однопотокову обробку. Однопотокова архітектура має можливість працювати та масштабуватися набагато швидше та ефективніше, ніж багатопотокові процеси.

3.2 Побудова приватної мережі блокчейн

Для створення приватної мережі блокчейн використовується технологія Ganache. Вона призначена для швидкого розгортання програм на платформах Ethereum і Corda. Ganache постачається з внутрішньою реалізацією блокчейна Ethereum на двигуні JavaScript. Платформу можна ефективно використовувати протягом загального циклу розробки децентралізованої системи управління, що в подальшому дозволяє розгортати та тестувати децентралізовану систему у детермінованому середовищі на наявність логічних колізій [22]. Використання системи Ganache можливе у вигляді повноцінного інтерфейсу та терміналу. Версія з повноцінним інтерфейсом є стаціонарним додатком, що встановлюється на сервер або ноду в мережі та надає підключення до технології Ethereum. Термінальна версія системи Ganache є менш ресурсозатратною, проте більш складною в початковому налаштуванні.

В командному рядку Ganache-CLI містяться всі можливості повноцінної версії системи. Ganache-CLI є подальшим розвитком технології TestRPC, що надає швидкий і налаштований емулятор локальної децентралізованої системи блокчейн. Це дозволяє здійснювати виклики в блокчейн без накладних витрат на запуск фактичного вузла Ethereum [35]. Також до плюсів використання даної технології можна віднести:

- транзакції відбуваються миттєво;
- відсутність витрат на транзакцію;
- облікові записи можна в будь-який момент скинути;
- ціна на проведення транзакції в середині мережі чітко регульована;
- зручний та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Обидві версії Ganache можуть бути встановлені на операційні системи Windows, Linux та Mac. Завантажити програмне середовище для розгортання децентралізованої системи блокчейн можна з репозиторію Ganache або офіційного сайту. Встановивши додаток, перед нами відкриється інтерфейс

налаштування приватного блокчейну. Процес створення нового тестового блокчейн-середовища продемонстровано на рисунку 3.5.

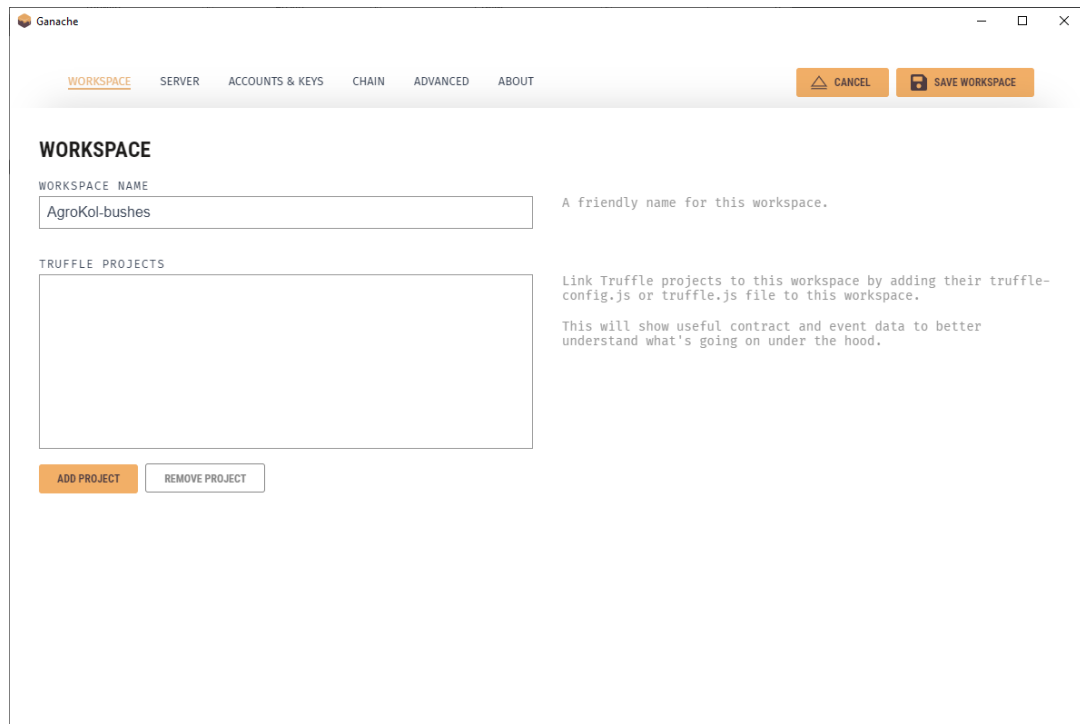


Рисунок 3.5 – Процес створення нового блокчейн-середовища

На рисунку 3.5 зображено необхідність вказати робочу назву проекту. У налаштуванні власного блокчейну, користувачу потрібно встановити значення для даних аргументів, що продемонстровано на рисунку 3.6:

- `hostname` ім'я сервера. Через те, що проєкт буде запускатись локально, то значенням аргумента вкажемо «localhost»;
- `port number` вказує на відкритий для підключень номер порту за допомогою якого сервер прийматиме RFC-з'єднання зі сторони бекенду сайту;
- `network id` відображає внутрішній номер сервісу Ganache, надає захист від підключення сторонніх вузлів, що синхронізовані з сторонніми децентралізованими мережами.

Налаштувавши ці дані, ми зможемо підключатись та взаємодіяти з побудованою блокчейн-мережею. Транзакції, що надсилатиме бекенд, будуть перевірені та проаналізовані на достовірність в мережі блокчейн [23].

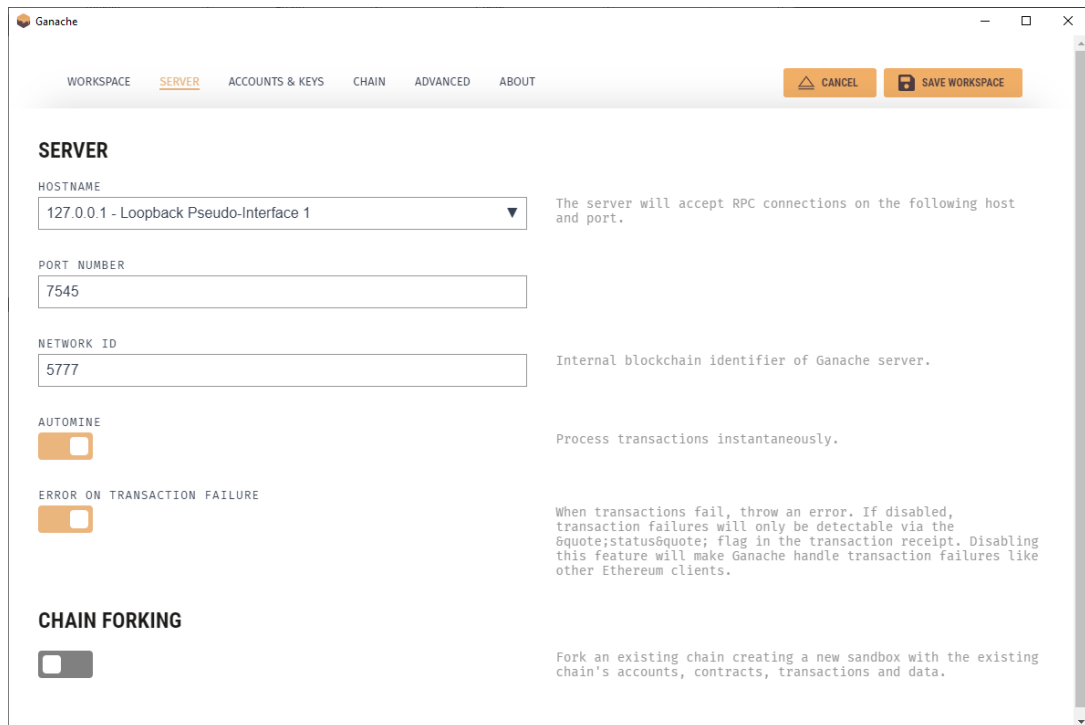


Рисунок 3.6 – Демонстрація процесу налаштування власної блокчейн мережі за допомогою системи Ganache

У вкладці «Accounts & Keys» можна додатково налаштувати кількість аккаунтів на старті та стартовий баланс криптовалюти на кожному з створених аккаунтів. Що зображено на рисунку 3.7.

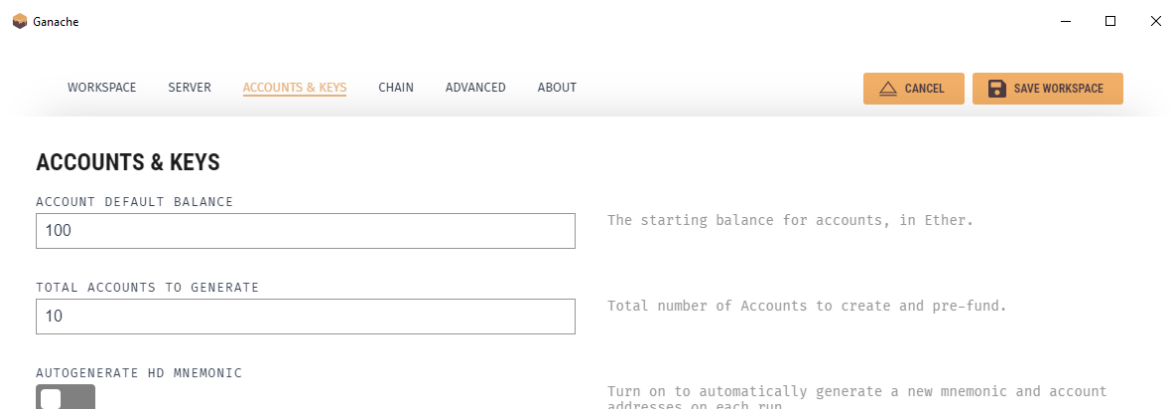


Рисунок 3.7 – Налаштування кількості аккаунтів та їхнього балансу

Після налаштування мережі, Ganache створює локальну тестову блокчейн мережу з переліком тестових гаманців. Кількість криптовалютних активів є фіктивною і призначеною для використання в тестовому проекті [33].

Створена приватна блокчейн-система міститиме обмежену кількість акаунтів з встановленою тестовою сумою на рахунку, що наведено в рисунку 3.8:

- index номер акаунта в наявній приватній мережі;
- address унікальний ідифікаційний номер рахунку, що складається з згенерованої комбінації цифр і букв;
- tx count відображає кількість успішних транзакцій даного акаунту в рамках приватної мережі;
- balance кількість доступних коштів, що прив'язані до акаунта користувача.

ACCOUNTS	BLOCKS	TRANSACTIONS	CONTRACTS	EVENTS	LOGS
CURRENT BLOCK 0 GAS PRICE 2000000000 GAS LIMIT 5721975 HARDFORK MUIRGLACIER NETWORK ID 5777 RPC SERVER HTTP://127.0.0.1:7545 MINING STATUS AUTOMINING WORKSPACE AGROKOL-BUSHES					
MNEMONIC impact depth burst cost alter anxiety faculty wild own agent infant pledge					HD PATH m/44'/60'/0'/0'/0/account_index
ADDRESS	0x673E2A627B7e2b537beD07282D8a3A4D39DB0f2b	BALANCE	100.00 ETH	TX COUNT	INDEX
				0	0
ADDRESS	0xf6F7eCD98CF55433D1dab5a330aDDdc7f43A25A	BALANCE	100.00 ETH	TX COUNT	INDEX
				0	1
ADDRESS	0x72aC41ebDAcc004C6E3Dd4ca89844C36522f4813	BALANCE	100.00 ETH	TX COUNT	INDEX
				0	2
ADDRESS	0x48789D52913dF29B4c2D50c51f48db97FBB77570	BALANCE	100.00 ETH	TX COUNT	INDEX
				0	3
ADDRESS	0xada84304Ec5670433502b58AAC8786Be74E71614	BALANCE	100.00 ETH	TX COUNT	INDEX
				0	4
ADDRESS	0x1B8A92A224081939B829AFE1827c9EAA22eb2ad6	BALANCE	100.00 ETH	TX COUNT	INDEX
				0	5
ADDRESS	0x88Ed81ce7334395988524E73e2ec2012D19001C0	BALANCE	100.00 ETH	TX COUNT	INDEX
				0	6

Рисунок 3.8 – Локальна приватна блокчейн-система

Щоб розпочати повноцінно оперувати згенерованими тестовими акаунтами, ми маємо підключити додатково менеджер гаманців. Для цієї мети

ідеально підходить гаманець Metamask. Metamask є веб-розширенням для браузера для спрощення взаємодії між децентралізованими системами [21].

Завантажити Metamask можна з офіційного магазину веб-додатків. Після встановлення додатку його потрібно підключити до створеного блокчейну, що зображено на рисунку 3.9.

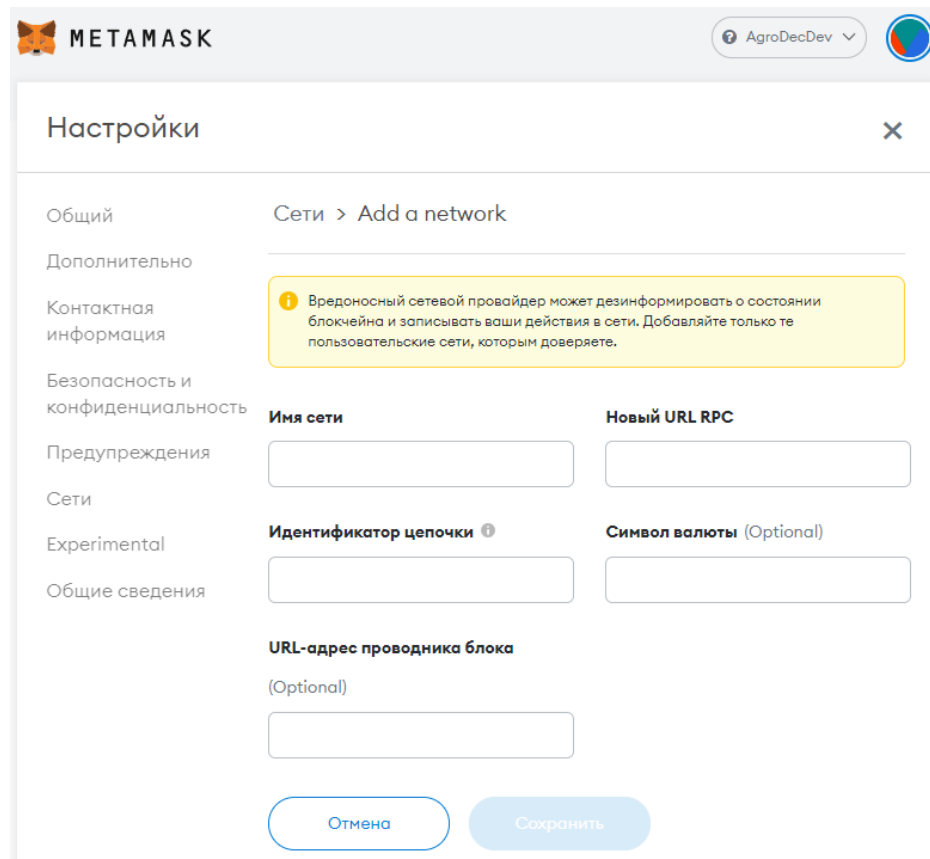


Рисунок 3.9 – Підключення блокчейн-мережі до веб-гаманця Metamask

Щоб підключити Metamask до блокчейн-системи потрібно:

- вказати назву мережі блокчейн;
- надати актуальну адресу на децентралізовану систему;
- вказати унікальний індифікатор, що використовується для цифрового підпису та перевірки проведених смарт-контрактів;
- вказати тип валюти, що використовується для обміну.

Закінчивши підключення веб-гаманця Metamask до нашої децентралізованої блокчейн-системи варто підключити готовий тестовий акаунт з Ganache системи [20]. Для проведення ідифікації користувача варто скопіювати унікальний ключ акаунта з відомостей продемонстровано на рисунку 3.10.

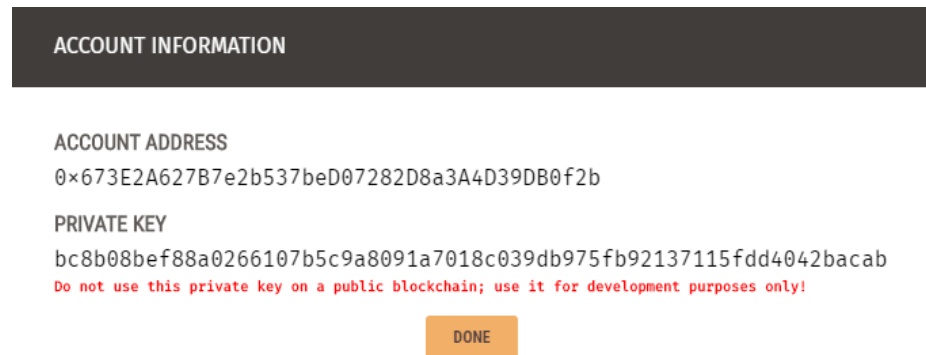


Рисунок 3.10 – Приватний ключ акаунта в системі Ganache

Заповнивши інформацію про акаунт в системі Metamask ми імпортуємо дані про наявні валюти та транзакції в гаманець, що продемонстровано на рисунку 3.11.

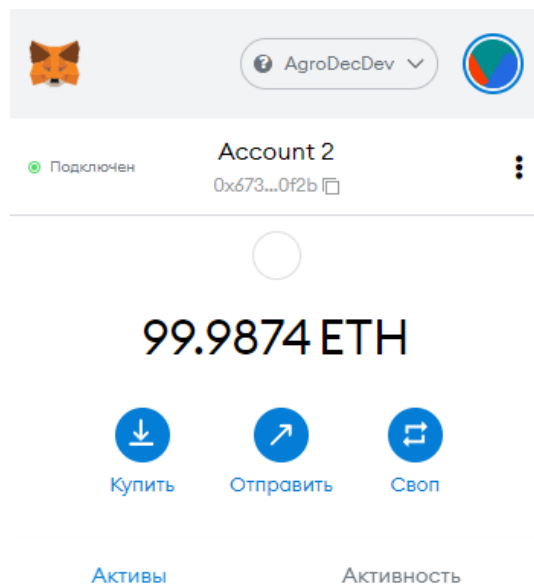


Рисунок 3.11 – Підключений тестовий акаунт

Як ми можемо помітити, було успішно імпортовано дані про наявні кошти на тестовому акаунті. Що дозволяє створювати і переглядати інформацію про наявні смарт-контракти [34].

3.3 Проблеми, розв'язувані в рамках створення середовища приватної мережі блокчейн

На сьогоднішній день, список задач, який може бути вирішений за допомогою приватної мережі блокчейн, є відносно великим. До нього можна віднести:

Зручне створення власного блокчейну. Користувач отримує зручний та дружній інтерфейс, завдяки якому процес створення блокчейну стає швидшим та комфортнішим. Також, у середовищі Ganache враховано всі фактори та налаштування, щоб майбутній блокчейн працював коректно та без перебоїв.

Відслідковування аккаунтів та транзакцій. Цей функціонал надає можливість користувачі слідкувати за різноманітними аккаунтами та транзакціями у новоствореній мережі, що дозволяє забезпечити безпеку та прозорість роботи крипомережі.

Швидкість та безпека. Транзакції виконуються миттєво, а якщо транзакція за певними причинами виглядає підозрілою, обліковий запис, який її виконав, можна в один момент повністю скинути, щоб криптовалюта не потрапила в погані руки.

Ціна на транзакції чітко врегульована. На відміну від відкритих децентралізованих систем, приватна децентралізована система має чіткі комісії таконстанту ціну транзакції, через що користувач завжди знає, скільки він матиме коштів після проведення транзакції, на відміну від відкритих систем, де ціна та комісії залежать від навантаження мережі.

Операції відбуваються в локальній мережі. Це дозволяє мінімізувати витрати транзакції, включно до нуля, що корисно для розробки та тестування. Коли система буде розширюватись, можна надавати невисокі комісії, оскільки ми працюватимемо як приватна мережа з невеликою кількістю користувачів.

3.4 Структура розроблювальної блокчейн системи

Смарт-контракт – код, у якому описані правила написані мовою Solidity, які будуть використовувати сторони, укладаючи даний контракт.

В розробленні такого типу контрактів найчастіше використовують веб-середовище програмування під назвою Remix, зображений на рисунку 3.12.

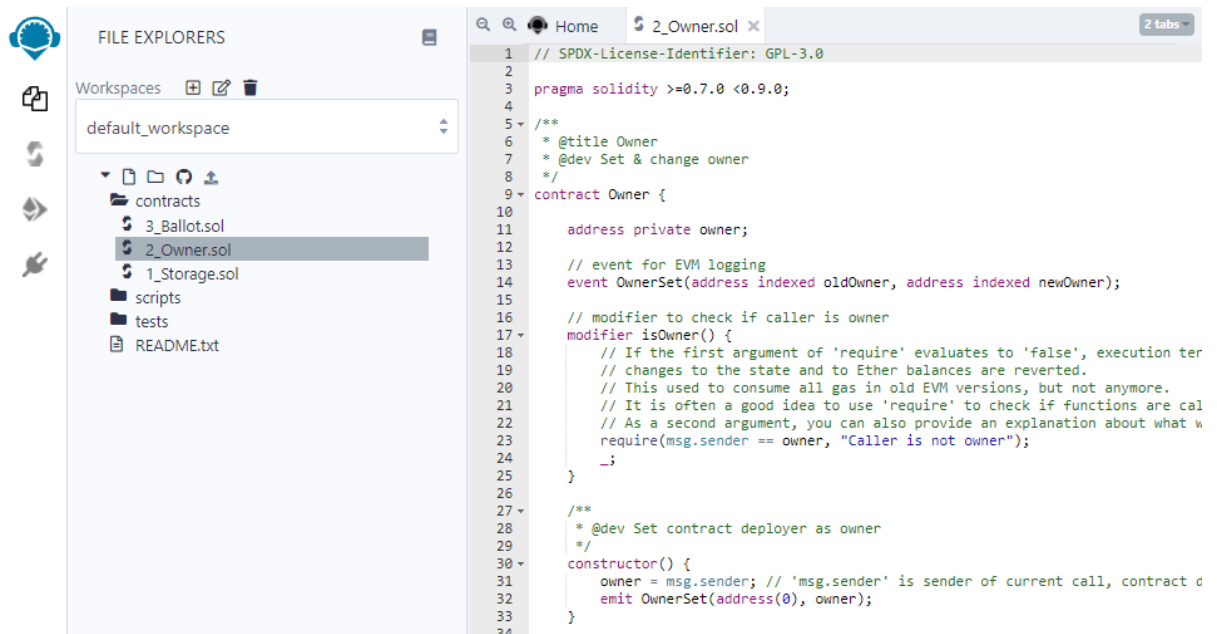


Рисунок 3.12 – Середовище розробки Remix

Це середовище є спеціалізованим для виконання такої роботи, адже воно спрощує написання коду на мові Solidity й процес розміщення в мережу майбутнього блокчейну. Для публікації розробленого смарт-контракту, необхідно його компілювати в машинний код (також відомий як байт-код), який потім вноситься та зберігається у блокчейн-системі. Результатом публікації є адреса, яка використовується для доступу до методів новоствореного смарт-контракту.

Написаний смарт-контракт вказує правила відношень між клієнтом та аграрною компанією. Реалізовані наступні методи:

– реєстрація в системі блокчейн користувача типу «фермер», «постачальник», «магазин», «клієнт»;

- управління замовленням довіреними особами;
- перегляд реєстру авторизованих осіб, які мають право на управління замовленнями;
- за допомогою шифрування можна безпечно пересилати дані, які може розшифрувати лише адресат за допомогою дешифруючого коду, який має він і лише він.

В майбутньому функціонал смарт-контракту буде збільшено. На даний момент реалізовано основні функції, які дозволяють групам людей у мережі пересилати дані захищеними способами та захищати перегляд конфіденційних даних людьми зі злочинними намірами.

3.5 Опис структури розроблювального смарт-контракту

Смарт-контракт складається з трьох основних структур: інформація про товар, бізнес-покупець, відомості про власника фермерського бізнесу. Приклад структури опису смарт-контракту зображено на рисунку 3.13.

```

struct ProductInfo {
    string productName;
    string productionDate;
    address productionAddress;
    string brandName;
    number price;
}

struct BusinessBuyer {
    address businessAddress;
    string businessPhoneNumber;
}

struct ProductionInfo {
    string productionName;
    address productionAddress1
    ProductionInfo[] products;
}

```

Рисунок 3.13 – Структури для опису смарт-контракту

Відомості мають три поля: ім'я власника, адреса розміщення фермерської ділянки, продукти виробництва, які виготовляє певний власник фермерського бізнесу.

У свою чергу, інформація про товар містить п'ять полів: назва виготовленого продукту, дата виробництва, місце, адреса потужностей виробництва, бренд, під яким будуть продавати певний товар та вказану виробником ціну.

Бізнес-покупець має два поля: адреса розташування бізнесу, телефон, який служить як засіб зв'язку.

3.6 Опис роботи веб додатку для розроблювальної системи децентралізованих прийнять рішень

Під час написання програми для взаємодії з блокчейн-системою використовувалось середовище виконання Node.js та мова програмування JavaScript. Простота в підключенні.

Завітавши на сайт, користувач, що не підключив гаманець Metamask, отримає повідомлення про необхідність вийти в свій акаунт. Ethereum зображено на рисунку 3.14. Для подальшого доступу до мережі смарт-контрактів.

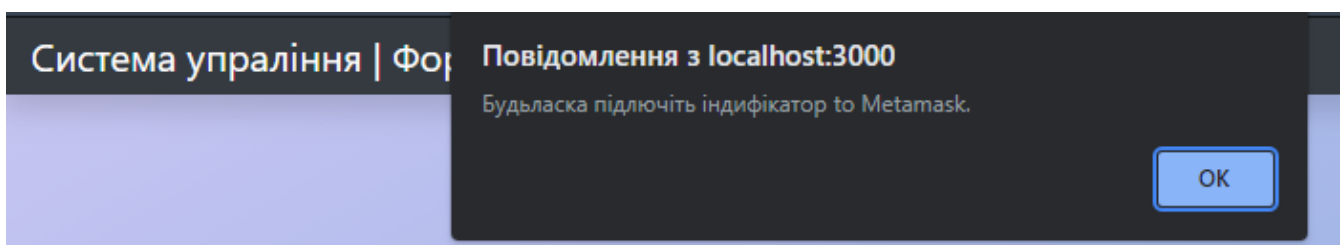
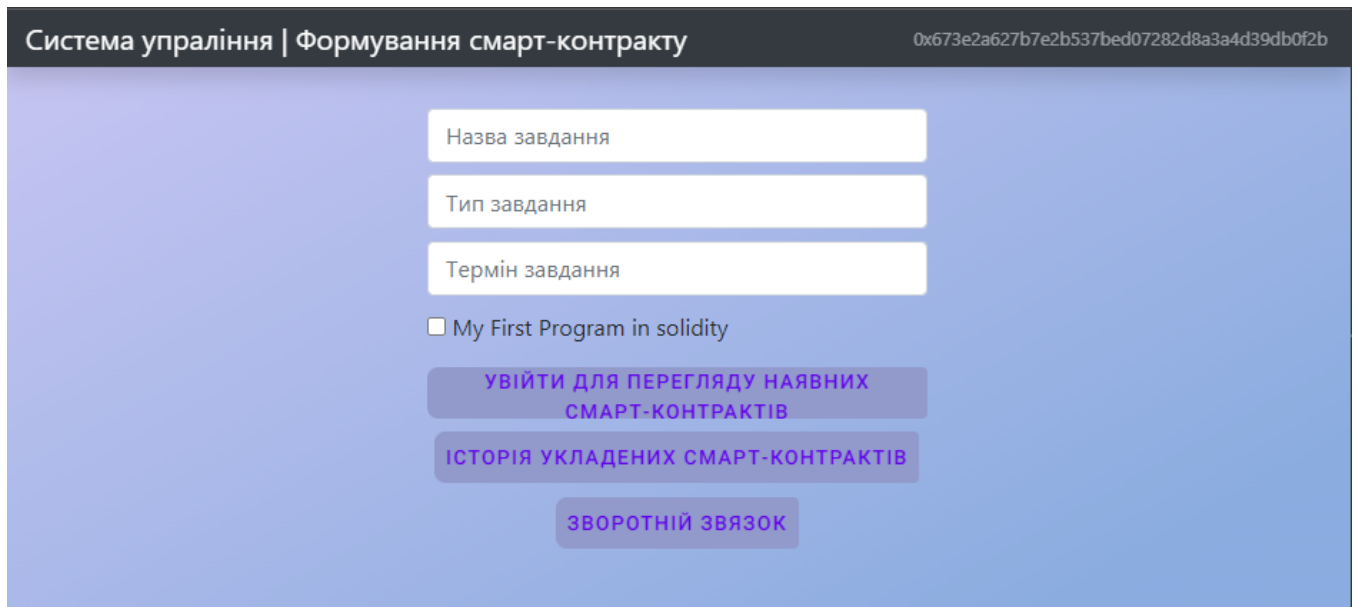


Рисунок 3.14 – Потреба в ідентифікації користувача

При успішній автентифікації відкриється доступ до самої системи управління смарт контрактами, що зображена на рисунку 3.15. Де користувач може заповнити вхідні дані поставленої задачі. Після чого система підбере оптимальний смарт-контракт і запропонує його підписати для замовника.



Система управління | Формування смарт-контракту 0x673e2a627b7e2b537bed07282d8a3a4d39db0f2b

Назва завдання

Тип завдання

Термін завдання

My First Program in solidity

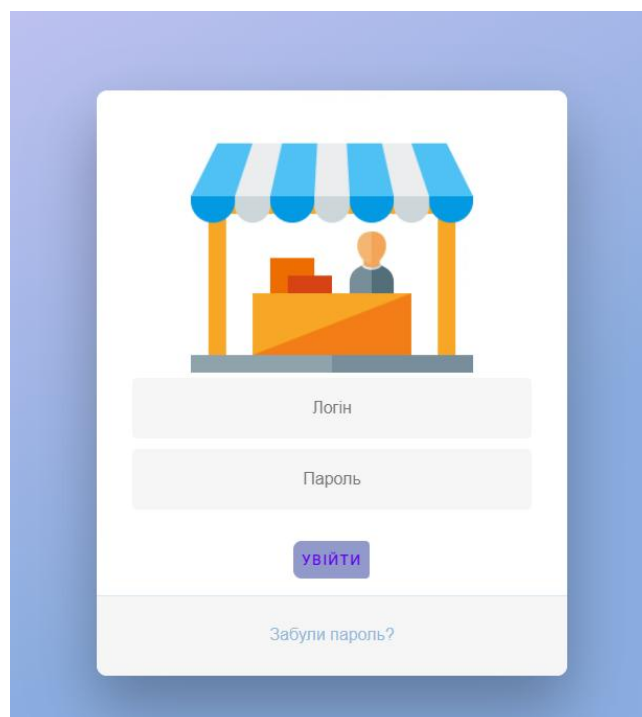
УВІЙТИ ДЛЯ ПЕРЕГЛЯДУ НАЯВНИХ СМАРТ-КОНТРАКТІВ

ІСТОРІЯ УКЛАДЕНИХ СМАРТ-КОНТРАКТІВ

ЗВОРОТНІЙ ЗВ'ЯЗОК

Рисунок 3.15 – Головне меню швидкого створення смарт-контрактів

Для перегляду підписаних смарт контрактів передбачається зручне меню навігації. Але для перегляду укладених та виконаних смарт контрактів потрібно додатково увійти в систему. Це зроблено для збільшення рівня безпеки та конфіденційності, що зображено на рисунку 3.16.



Логін

Пароль

УВІЙТИ

Забули пароль?

Рисунок 3.16 – Панель логіну до Admin-панелі перегляду укладених смарт-контрактів

Після успішного підтвердження особистості відкриється доступ до перегляду уже підписаних смарт-контрактів рисунок 3.17.

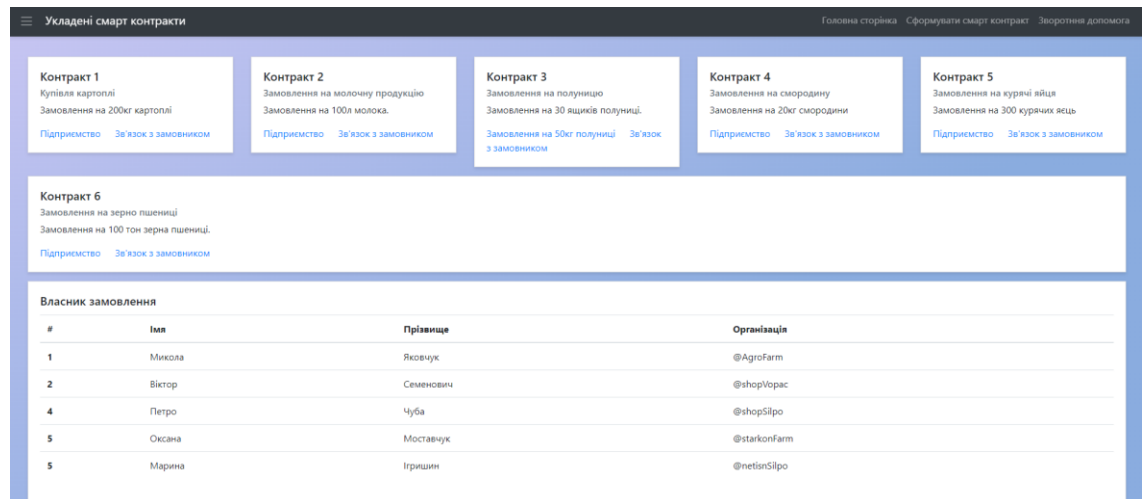


Рисунок 3.17 – Панель управління укладеними смарт-контрактами

При фіксуванні багів або недобросовісних користувачів передбачається панель зворотного зв'язку з адміністрацією проекту, рисунок 3.18.

Рисунок 3.18 – Панель зворотного зв'язку

Розроблена система відзначається високим рівнем надійності та пропускну здатністю. Також містить елементи для подальшої модернізації.

3.7 Варіанти модернізації веб-додатку

Розроблена система має потенціал до використання в інших предметних областях. Подальша модернізація додатку дозволить використовувати розроблену програмну платформу в інших прикладних системах. Що розширить область використання додатку з врахуванням вимог нових областей. Проте модернізація структури смарт-контрактів має виконуватись до процесу повноцінного запуску платформи. Так як однією з головних проблем децентралізованих систем є те, що ключові елементи, які вже задіяні в роботі платформи, не можуть бути зміненими.

Виявлені помилки та проблеми з безпекою зазвичай не потребують оновлення структури самих смарт-контрактів. Зміни вносяться на рівні базових функцій технічного стеку, на якому працюють розроблені системи DApps. Процес модифікації має відбуватися швидко на різних рівнях, щоб зберегти функціональність роботи блокчейн-системи. Для впровадження змін під час роботи системи вводиться проксі-прошарок, що опрацьовує вхідні запити та на льоту формує новий модифікований смарт-контракт. Процес зображено на рисунку 3.19.

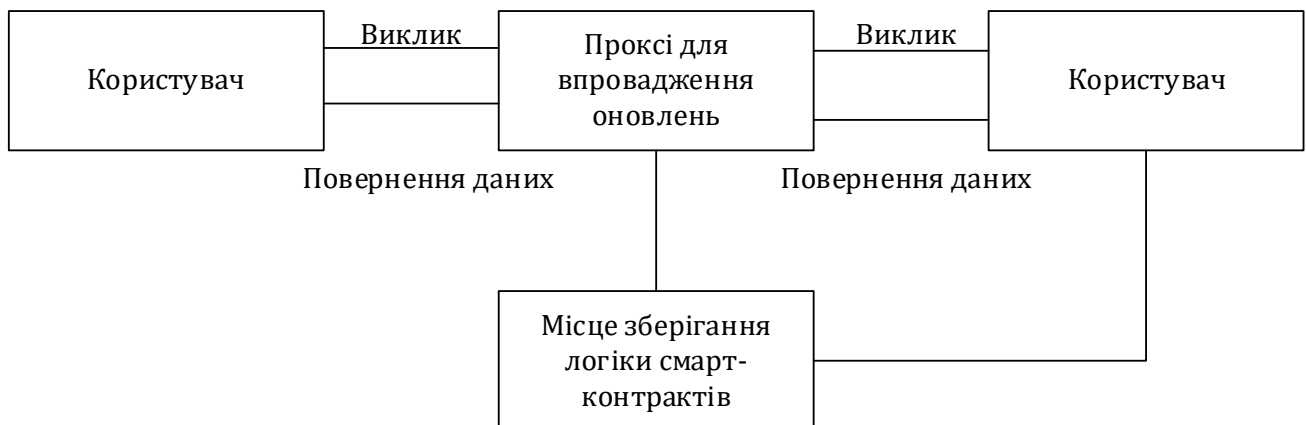


Рисунок 3.19 – Структура системи для модернізації смарт-контрактів

Висновки до розділу 3

Під час виконання даного розділу були розглянуті теоретичні та практичні бази основних знань про блокчейн-системи та процес створення власної децентралізованої системи. Для пришвидшення розроблення блокчейн платформи було застосовано фреймворк Ganache, що дозволяє використовувати зручний інтерфейс для полегшення процесу створення тестової локальної децентралізованої мережі блокчейн. Технологією для реалізації серверної бізнес логіки було обрано технологію Node.js. На її основі вийшов зручний та легко-розширювальний веб-додаток, що запросто працює з системою Solidity.

Для взаємодії між блокчейном та бекендом веб-додатку використався фреймворк Web3.js, що дозволив спростити передачу інформації між різними API програмного продукту.

Блокчейн-система надає можливість майбутнім користувачам швидко й безпечно проводити різноманітні транзакції, укладати угоди та пересвідчуватись в тому, що конфіденційна інформація не потрапить в чужі руки, що забезпечує стабільність та прозорість роботи бізнесів. Потрібно зауважити, що інтеграція блокчейн-системи вимагає кваліфікаційного персоналу та часу.

Основною метою розроблюваної системи є створення блокчейн-системи, яка дозволяє оптимізувати та спростити процес прийняття рішень та замовлень товарів між аграрними підприємством та клієнтами-покупцями і, як результат, зменшити час на укладання договорів та здешевити витрати на логістичні послуги. Що в кінцевому результаті вплине на ціну товару, що надасть економічні переваги бізнесу, який скористався послугами через розроблену систему.

Розділ 4

Дослідження ефективності роботи системи на практиці

4.1 Інтеграція розробленої програми в аграрний сектор

Розробивши тестову програмну реалізацію децентралізованої системи систему було прийнято рішення інтегрувати її в місцеве аграрне виробництво. В нинішній час, як ніколи необхідна можливість відстеження продуктів у ланцюжку постачання сільськогосподарської продукції. Заводам потрібен захист інформації від злочинців, які можуть нею маніпулювати для здобуття власної вигоди через махінації з фінансовою документацією.

Процес збору, передачі та управління важливою інформацією шляхом точного визначення походження, різноманітного обміну інформацією в ланцюжку поставок, дозволяє повністю контролювати потік виготовлюваної продукції. Проаналізувавши сучасну практику відстеження в ланцюжку поставок сільського господарства, можна дійти до висновку, що дана практика потерпає від фрагментації даних і централізованого контролю, який є вразливим до модифікації даних та їх управління. Через це, було вирішено інтегрувати нову розроблену систему в аграрний сектор.

Оскільки ми вже маємо готову архітектуру системи, нам залишилось лише створити алгоритми, які будуть використовувати створені смарт-контракти на практиці. Один із таких алгоритмів може мати такий вигляд:

1) Клієнт (бізнес-покупець) надає запит до підприємства, сповіщаючи фермерську фірму про замовлення.

2) Якщо підприємство, на яке надано запит, за певними причинами відсутнє в загальному системному списку довірених юридичних осіб, алгоритм завершує роботу та повідомляє клієнта про ситуацію.

3) Якщо підприємство, на яке надано запит, є в загальному системному списку довірених юридичних осіб, то підприємство отримує всі дані щодо замовлення через дешифрування інформації запиту.

4) Підприємство створює свій запит в якості відгуку, де вказано товар, адресу замовника та ціну замовлення, повідомляючи таким чином адресата про виконання замовлення.

4.2 Обробка та аналіз тестових наборів даних

В якості тестових наборів даних було взяті замовлення на локальній системі. Вони представлені у вигляді смарт-контрактів з тестовими даними, які наближені до реальних.

Перед тим, як застосовувати ці тестові дані, була проведена попередня обробка. Вона полягає у тому, щоб ці дані пройшли валідацію та перевірку на цілісність та коректність, тобто, не може бути, наприклад, замовлення без назви підприємства, на яке проводиться замовлення, або відсутній список товарів, які клієнт хоче замовити. Також зверталась увага на цілісність посилань, аби попередити випадки, коли замовлення мав виконувати заданий фермер, а фактично було дано або неправильне посилання (інший фермер), або взагалі відсутнє (ні до чого не посилається).

Після виконання попередньої обробки, дані були проаналізовані методом перегляду, чи дані є наближеними до реальних, чи представляють собою так звану «dummy data» (дурнуваті дані). Наприклад, потрібно, щоб продукт називався як «Terry's Natural Milk», а не «awsdsd dsdsd ddfddfd». Це дозволяє розрізнити поля даних і на етапі тестування розрізнити причини помилки на невеликих обсягах вибіркового даних.

4.3 Постановка експерименту та отримані результати

В створеному експерименті брали участь добровольці – менеджери малого бізнесу (фермерського підприємства) та середнього бізнесу (мережі супермаркетів). Мережа супермаркетів створює смарт-контракти на необхідні для неї продукти, які мають бути доставлені в найкоротший час.

Під час виконання замовлень традиційним методом, тобто все відбувалось через бухгалтерські системи, які є вкрай застарілими та повільними. Також, це включає у собі довгу та тяжку роботу з паперами, яка занадто зменшує ефективність праці та швидкість обробки замовлень.

Виходячи з цього, було узгоджено положення про інтеграцію тестового середовища децентралізованої мережі, яке побудовано на технології блокчейн. Результат тестування підтвердив гіпотезу про ефективність децентралізованої системи. За результатами досліджень було встановлено наступне:

- розроблена децентралізована система є швидкою, фактично як тільки запит відправлявся, інша сторона отримувала сповіщення про нього;

- дані, які надсилаються обидвома сторонами мали шифрування, що не дозволяло тестовим стороннім користувачам перехопити її та робити маніпуляції;

- дані згруповані коректно та в організованому вигляді, що дозволяє оформлювати звітності ефективніше й з меншими витратами часу та людського ресурсу;

- система є надійною – система обробляла сотні запитів в секунду і не дала жодного збою або помилки, оскільки все пов'язано та правильно оформлено;

- система надає цілісність даних – оскільки ланку блоків неможливо видалити або змінити, то обидві сторони мають вірні дані щодо їх транзакцій, які є верифіковані та можуть бути застосовані в утворенні звітностей;

- ефективність системи є високою – за словами клієнта, замовлення були виконанні на 30% швидше, ніж традиційним методом.

Також встановлено, що персоналу стало легше та комфортніше працювати, оскільки вони позбавлялись великої долі паперової роботи та дискомфорту зі старим бухгалтерським програмними забезпеченням. Щодо користувача системи (фермера) – було звернуто увагу на швидкість отримання запитів. Раніше доводилось чекати до чотирнадцяти годин на кожне замовлення, після тестування системи час на отримання замовлення – до однієї хвилини.

Економія часу суттєва. Також отримувані дані знаходяться в читабельному форматі.

4.4 Оцінка ефективності розробленої системи для вирішення задачі

Управління ланцюгами поставок у сільському господарстві є складнішим, ніж ланцюги поставок в інших предметних областях, оскільки сільськогосподарське виробництво залежить від таких факторів, як погода, шкідники та хвороби, які важко передбачити та контролювати. Відсутність відстеження в ланцюжку постачання сільськогосподарської продукції призводить до уповільнення фінансових операцій і часто інтенсивної ручної роботи. Крім того, підробки можуть з'являтися на кожному етапі ланцюга поставок і призводити до небезпечних наслідків для всіх зацікавлених сторін бізнесу, продавців і споживачів.

Проаналізувавши дані, які були отримані під час тестування, ми вивели їх у графічний формат вигляду діаграм, де порівнювались метрики ефективності та витрат часу робочого процесу централізованого та децентралізованого управління. Гістограми порівняння наведено на рисунках 4.1- 4.3.

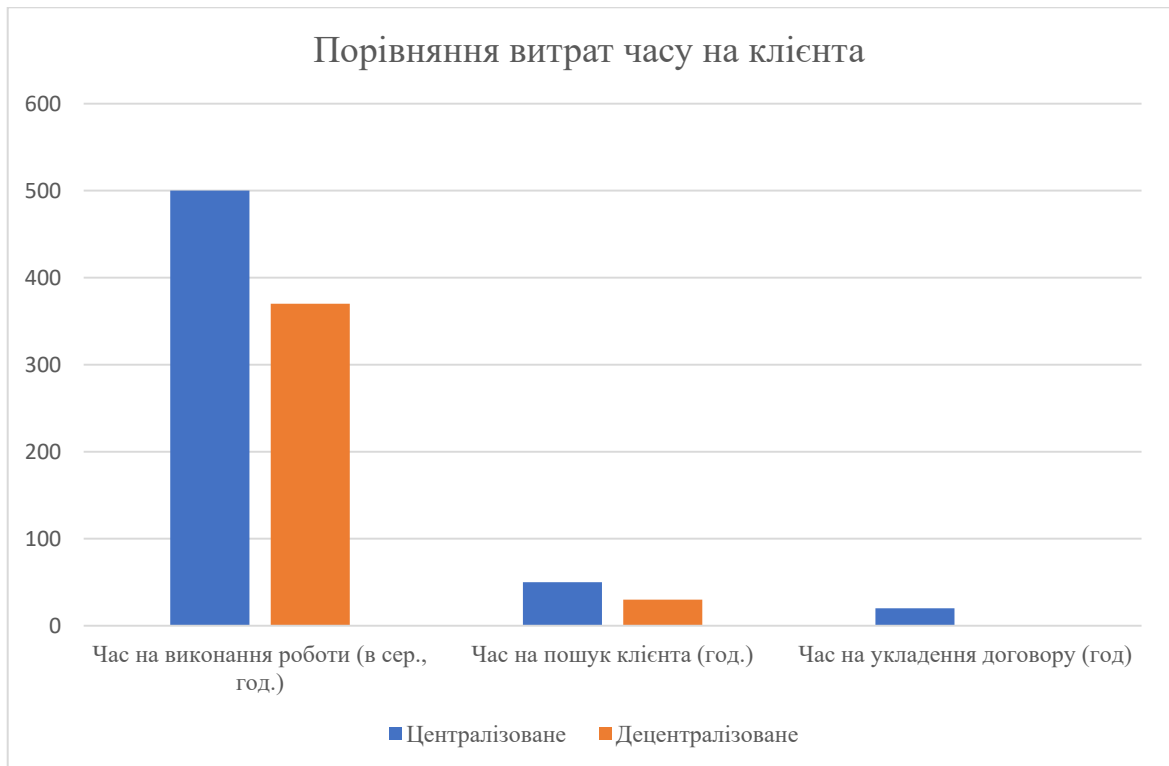


Рисунок 4.1 – Діаграма порівняння моделей управління по витрат часу на клієнта

Як можна помітити, у випадку використання децентралізованого методу підбору час на укладання смарт-контракту мінімальний. Все, що потрібно від клієнта – це увійти в гаманець, обрати вигідний запропонований контракт і встановити цифровий підпис. Після чого в рахунку зарезервуються кошти, які після підтвердження успішного виконання договору повноцінно спишуться з рахунку.

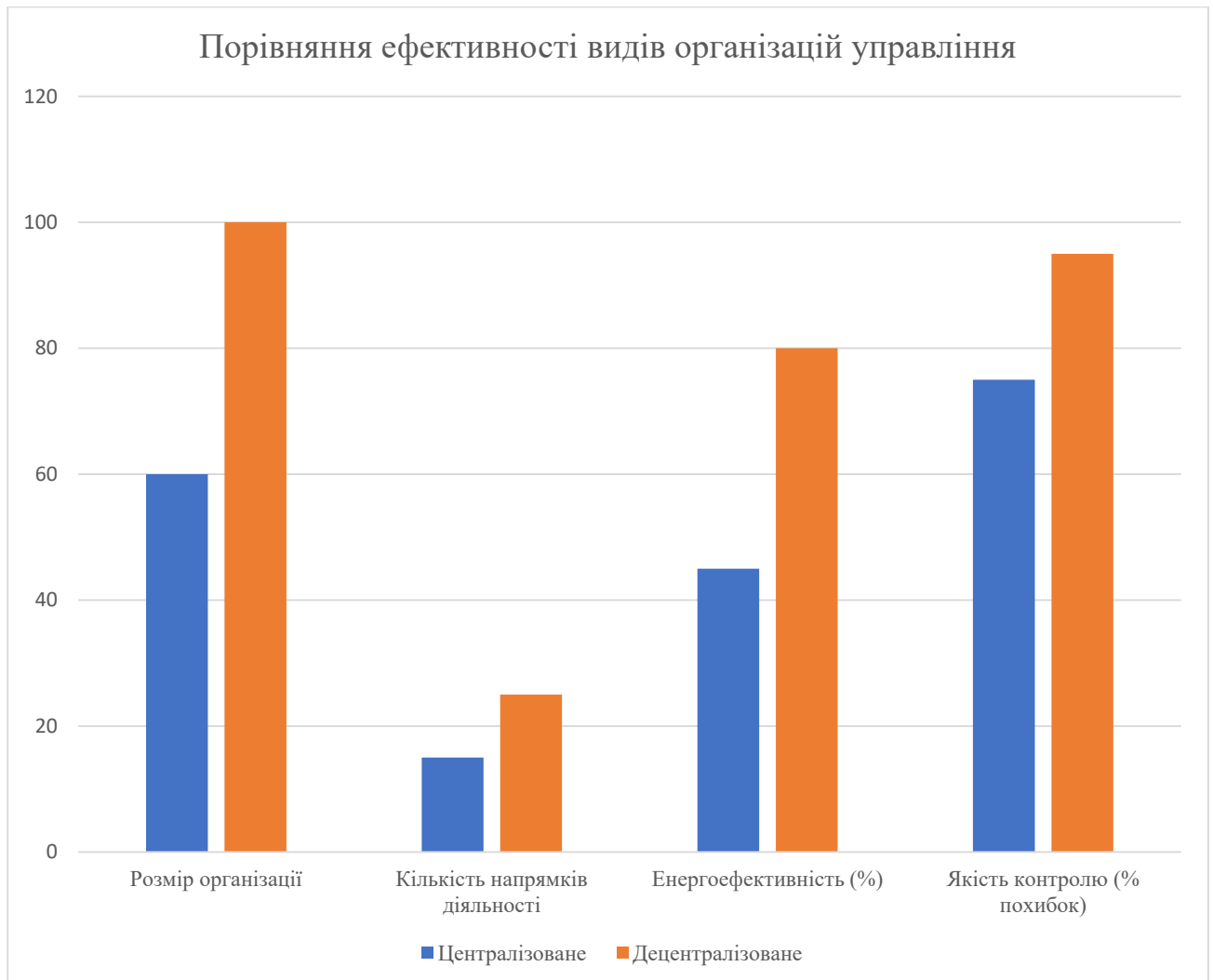


Рисунок 4.2 – Діаграма порівняння моделей управління

Впровадження смарт-контрактів позитивно вплинуло на загальну енергозатратність мережі. Кількість спожитої енергії зменшилась майже в 2 рази. Що дозволило укладати більшу кількість договорів за однаковий проміжок часу. Ефективність роботи місцями виросла в рази при рівних енерговитратах.

Була вирішена проблема сільськогосподарських ланцюгів–поставок, що виникала при транспортуванні продукції між декількома замовниками. Дані транзакції можна відстежити за допомогою криптографічного відбитка, прикріпленого до кожного смарт-контракту, або транзакції, що дозволяє відстежити переміщення фізичного продукту по ланцюжку поставок від виробника до споживача.

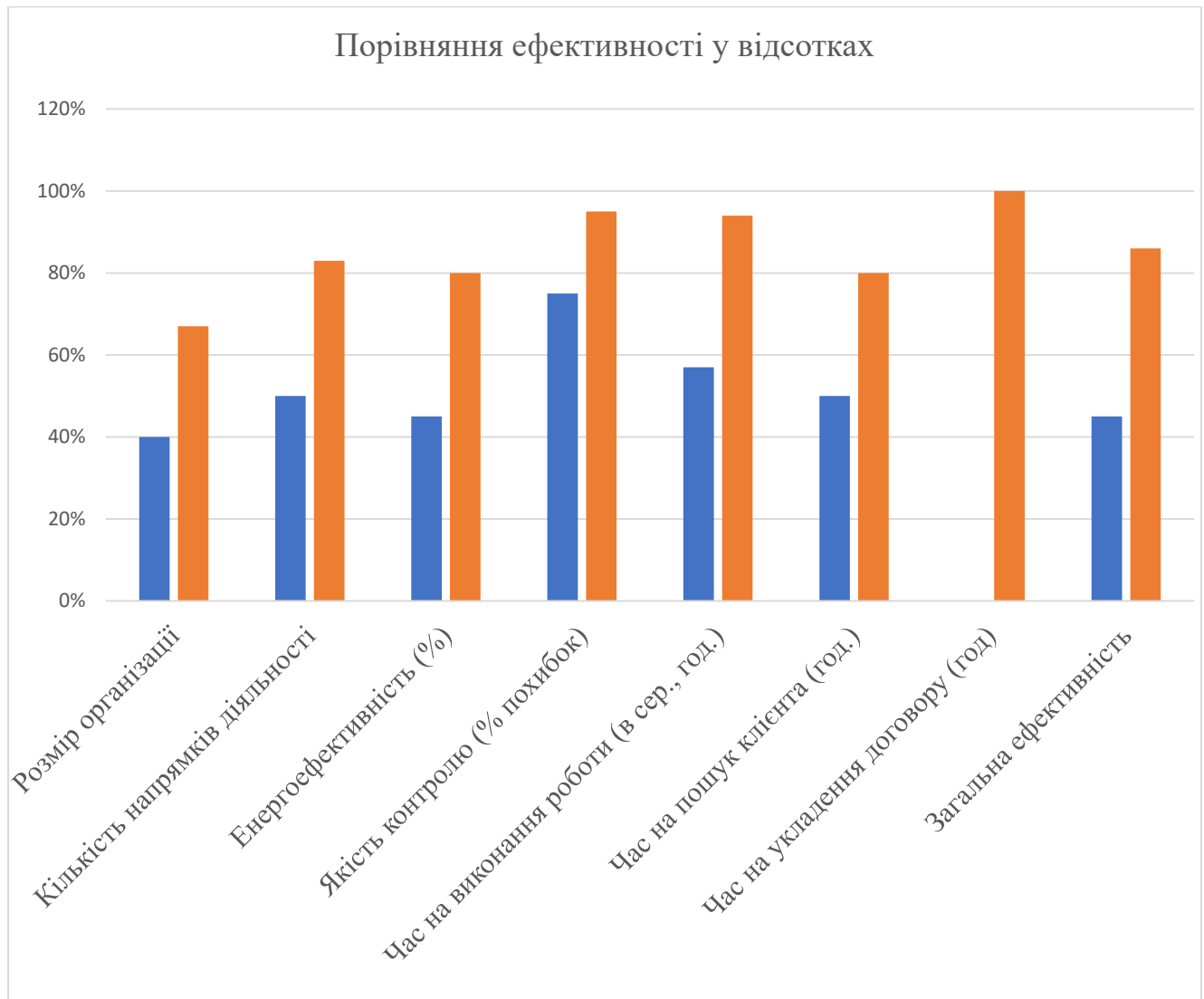


Рисунок 4.3 – Діаграма порівняння моделей управління по ефективності
робочого процесу у відсотках

Отримані результати демонструють значний приріст ефективності через впровадження децентралізованої системи. Смарт-контракти забезпечують високий рівень надійності укладених договорів та надають гарантію на виконання укладеної домовленості. Побудована система на базі технології блокчейн, покращує показники бізнес-процесів для всіх учасників ланцюга поставок. Смарт-контракти виключають людський фактор з оцінки страхових повернень, що робить процес оформлення страхових повернень простішим, швидшим і прозорішим. Смарт-контракти також мінімізують ризики неправдивих претензій і корупції серед постачальників страхових послуг,

оскільки жоден учасник не зможе змінити страхові поліси після їх узгодження з блокчейн-мережею.

4.5 Технологія впровадження децентралізованої системи прийняття рішень в аграрне підприємство

Беручи за основу механізм роботи системи, що був розроблений у попередньому підрозділі, було обрано технологію впровадження системи на підприємство.

На даний момент існує велика кількість стандартів та методологій інтеграції програмних додатків у виробництво, у сфері впровадження децентралізованих інформаційних систем найбільшого поширення набули специфікації організації The Enterprise Ethereum Alliance (EEA), що складається із корпорацій-лідерів у сфері розробки прикладного програмного забезпечення. The Enterprise Ethereum Alliance – це організація, що займається регламентацією методів та специфікацій розробки децентралізованих програмних застосунків із подальшим їх впровадженням у роботу підприємства. Метою EEA є поширення блокчейну Ethereum у якості відкритого стандарту задля оптимізації роботи компаній за допомогою розробки стандартів, що описують архітектуру серверної і клієнтської сторін інформаційної системи, а також взаємодію між ними. Сьогодні, стандарти EEA активно інтегруються у проекти таких компаній, як Advanced Micro Devices (AMD), JP Morgan, Microsoft тощо [37].

Описана у даній кваліфікаційній роботі децентралізована система була розроблена у відповідності до специфікації EEA, що передбачає використання Ethereum у вигляді Enterprise Ethereum Client (EEC) – імплементації Ethereum-клієнта відповідно до наданих стандартів, що визначає атрибути його функціонування та способи впровадження [38]. Усі вимоги, зазначені у даній специфікації, поділяються на:

– вимоги до протоколу, які визначають атрибути та якість роботи системи в цілому. Наприклад, вимога до протоколу SMRT-030 визнає, що усі

клієнти ЕЕС повинні підтримувати смарт-контракти розміру, що становить як мінімум 24,576 байтів – при невиконанні даної вимоги одним із клієнтів, існує ризик збою у функціонуванні усього блокчейну;

– вимоги до клієнта, які не впливають на функціонування усіх компонентів системи, проте при невірному виконанні, клієнт не зможе працювати всередині блокчейну. Наприклад, вимога JRPC-050 визначає, що усі клієнти повинні імплементувати підтримку JSON-RPC API. Невиконання даної вимоги не завадить роботі блокчейну Enterprise Ethereum.

Клієнти ЕЕС використовуються для взаємодії із блокчейном, розробленим відповідно до стандарту Enterprise Ethereum Permissioned Blockchain (EERPВ). Перевагою цієї технології для використання на підприємстві є використання контрактів дозволу. Даний підхід надає змогу використовувати методи визначення того, чи давати дозвіл на вхідні виклики із зовні, або чи є певна транзакція дійсною. Результати викликів даних функцій записуються у кеш системи задля мінімізації їх частоти та підвищення швидкодії системи без зниження рівня її безпеки. Також, відповідно до специфікацій ЕЕС, клієнти у розробленій системі мають можливість використання як алгоритму консенсусу PoS, так і PoW.

Оскільки відповідні методи описані у бібліотеках, зазначених при розробці прикладного додатку, із точки зору кінцевого користувача системи прийняття рішень у виробничих процесах сільського господарства, впровадження даної Enterprise Ethereum інформаційної системи не відрізняється від інтеграції будь-якого іншого розподіленого додатку. Використання специфікацій ЕЕА гарантує ефективне впровадження децентралізованої інформаційної системи у реальне підприємство. При розробці Ethereum клієнта були використані інтеграційні бібліотеки, що дозволило впровадити програмний комплекс на базі блокчейну в організацію роботи місцевої аграрної компанії за допомогою зручного веб-інтерфейсу користувача, що включає в себе панелі авторизації, створення та управління смарт-контрактами тощо.

Для розгортання системи зазвичай використовують технологію контейнерів Docker. Це нова контейнерна технологія, що має на меті надати просте рішення для розгортання програми разом із залежними додатками. Вона представляє собою повністю автономне середовище, що формується у вигляді контейнеру. Контейнери є повністю ізольованими між собою і мають індивідуальний мережевий інтерфейс. Ізоляція виконуваного рішення схожа по принципу роботи до віртуальної машини, але без додаткових обчислювальних витрат на виконання гостьової операційної системи поверх операційної системи сервера. Схема роботи технології контейнерів Docker зображена на Рисунку 4.4.

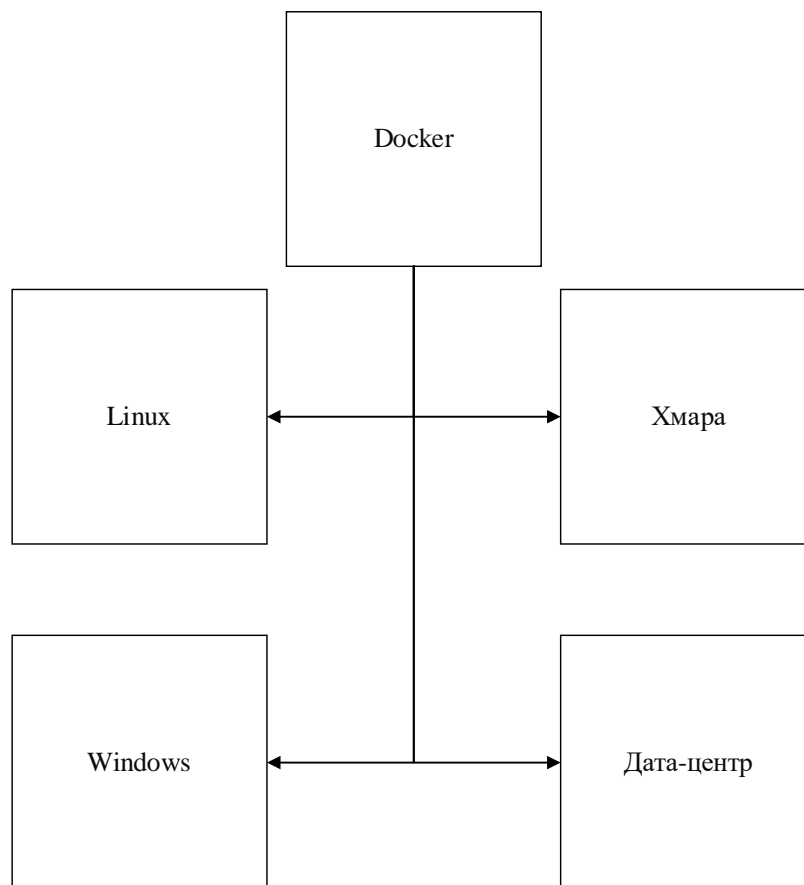


Рисунок 4.4 – Схема роботи технології Docker

Мінімальні обчислювальні витрати досягаються шляхом спільного використання ядра з операційною системою сервера, коли віртуальні машини запускають ядро гостьової операційної системи на гіпервізорі. Реалізовано контейнеризацію через простори імен ядра Linux і групи керування. Що дозволяє

процесам бути ізольованими одним від одного при обмежених ресурсах з незначними витратами обчислювальної потужності системи. Дані процеси показано на Рисунку 4.5.

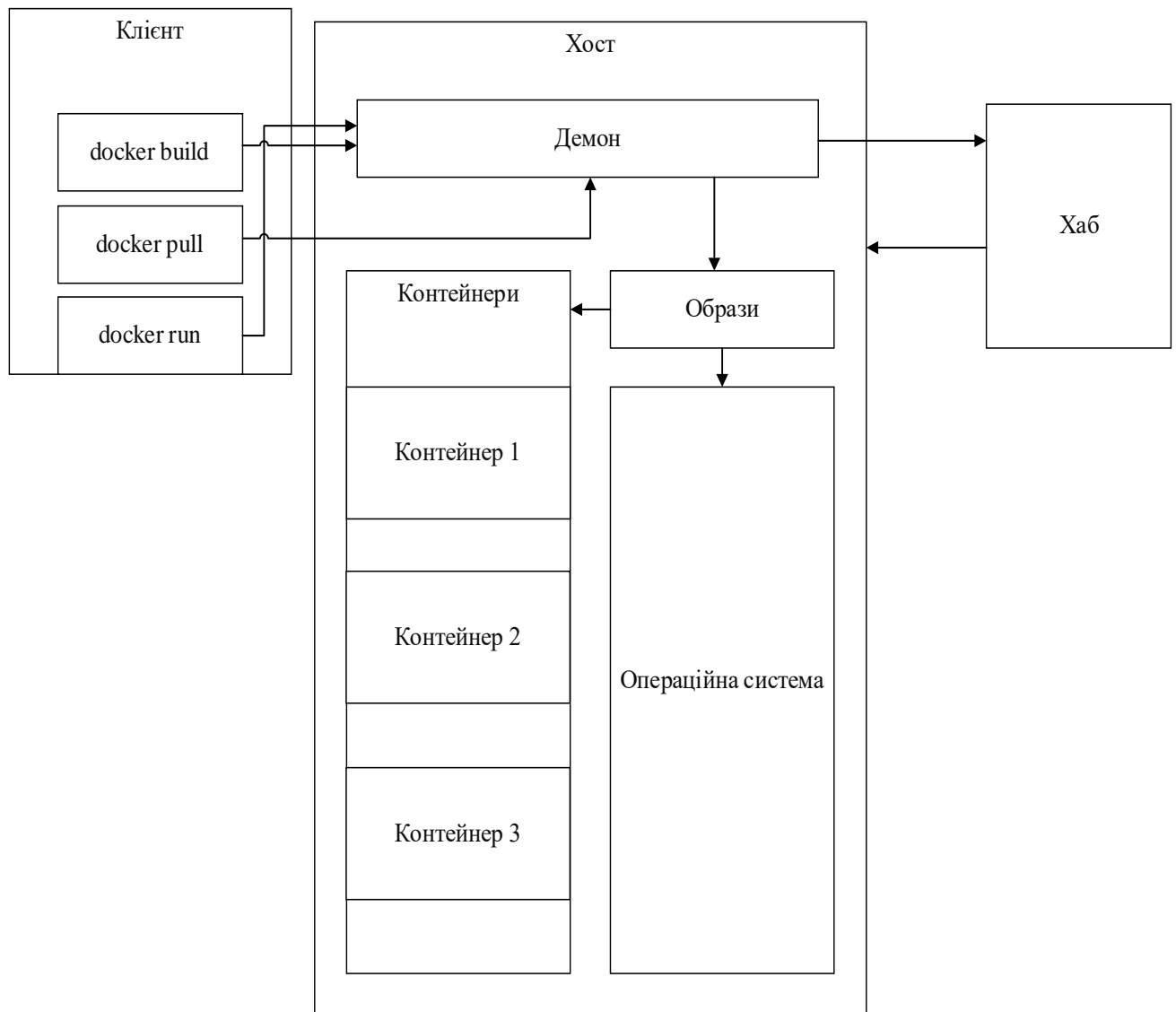


Рисунок 4.5 – Схема клієнтів системи контейнерів Docker

Хоч Docker виграє у плані швидкодії, але VM (віртуальна машина) однозначно є більш безпечними ніж Докери оскільки VM може надати істинну ізоляцію. Розширене ядро може перетворитись у можливість контейнер вийти із ізоляції й отримати привілейований доступ через вразливості ядра.

Крім просторів імен і cgroups, файлова система контейнерів Docker забезпечується файловою системою Advanced Multilayered Unification Filesystem. AuFS, як багат шарова файлова система над однією або кількома існуючими файловими системами, створює копію файлу, коли процесу потрібно змінити файл. У децентралізованій системі немає центральної влади. Рішення приймаються або самостійно кожним вузлом, або вузлами у вигляді сукупності. Децентралізована система стійка до помилки, оскільки якщо ви навіть видалите вузол або їх сукупність, система все одно працюватиме нормально. Щоб зняти систему, потрібно нейтралізувати усі наявні вузли. Загалом, розподілені системи розроблені, щоб витримувати високі робочі навантаження.

Docker зазвичай використовується разом із сервером-реєстром, де зберігаються образи Докера. Docker Hub і Quay.io є популярними публічними реєстрами. Коли користувач витягає образи, йому потрібно буде вказати репозиторій звідки потрібно витягати, тому що немає вбудованого методу для перевірки цілісності та видавця отриманих даних. Оскільки Інтернет є ненадійним засобом спілкування, важливо перевіряти, чи не були отримані дані підроблені. Для вирішення даної проблеми, Docker представив протокол Docker Content Trust (DCT) у версії 1.8 двигуна Docker. DCT дозволяє користувачу використовувати ті самі команди Docker, плавно інтегруючи перевірку підпису в робочий процес.

Коли користувач вперше взаємодіє із образом за допомогою команд Docker, автоматично встановлюється довіра автоматично з постачальником образів. Подальші взаємодії з тим самим постачальником потребує перевірку на валідність підпису. Ця модель відома як довіра на перше використання, яка схоже на модель перевірки довіри SSH. Реалізація протоколу DCT здійснюється шляхом інтеграції Notary в клієнт Докера і його рушію. Notary це окремий проект команди безпеки Docker, яка прагне зробити Інтернет більш безпечним, надавши людям можливість легко публікувати та верифікувати різноманітний контент.

Під капотом, Notary використовує The Update Framework (TUF), котра є гнучкою структурою безпеки, яку розробники можуть інтегрувати з будь-якою системою оновлення програмного забезпечення. TUF забезпечує захист від підробок, обслуговування даних через ненадійні дзеркала, захист від атак даунгрейду (пониження версії) та повторюваних атак.

При використанні з Docker використовувані термінології для клавiш дещо відрізняються, хоча використання концептуально те саме. З Docker Content Trust, документація визначає лише два основних ключі:

- ключ тегування, який використовується для підпису даних для особи репозиторії;

- автономний ключ, який є кореневим ключем для всіх ключів тегування.

Ці ключі тегів є синонімами цільових/делегованих ключів, а оффлайнний ключ є кореневим. Використовуючи TUF і ключі, протокол DST може забезпечити захист від деяких поширених форм атак, коли зловмисник знаходиться в привілейованій мережі, коли користувачі надають дозвіл на підключення до DST на свої Docker інсталляції.

Протокол Docker Content Trust забезпечує належний захист проти деяких поширених атак. Проте є деякі обмеження щодо його рішень через розроблений дизайн безпеки. На проектні рішення впливають цілі, поставлені командою розробників та різноманітних переконань в тому, що має бути пріоритетним під час захисту системи. Одним із недоліків протоколу є обмежений захист від компрометації серверу. Коли Docker стягує образ, воно перевіряє через Notary сервер щоб переконатись у цілісності образу та верифікувати постачальника певного образу Докера. Якщо перевірка закінчується провалом, то команда докера викликає термінальний збій. Потрібно зауважити, що по звичайним налаштуванням DST надає довіру при першому використанні. Тому, якщо користувач стягує образ вперше, яким може виявитись підробка й який посилається на інший корінь метаданих, то команда все одно спрацює. Якщо не вийде підробити образ, то злодій може намагатись понизити версію образу, яка містить певні необхідні вразливості для майбутньої атаки. Також, зловмисник

може зловживати надання довіри першим користувачем через витік серверу (фактично його опублікування, а саме посилання на нього), яке дозволятиме багатьом новим користувачам отримувати доступ до серверу й його використовувати, оскільки всім був наданий доступ першого користувача, який зазвичай призводить до вкрай негативних наслідків. Ще одним недоліком є потенційна атака на відмову сервісу (DoS – Denial of Service). Якщо підпис образу Докера не змогла пройти перевірку, то Docker викликає термінальний збій, як було сказано раніше. Це може бути використаними зловмисником, який знаходиться на привілейованій позиції мережі щоб блокувати сервер Notary. У результаті, системний адміністратор може відмовитись від перевірки підпису якщо він/вона знаходиться під тиском часу. Хоча це протирічить визначеній поведінці дизайні (термінальний збій означає, що робота не має бути продовжена ніяким чином), організаційні вимоги та/або людський фактор можуть обійти цей контроль.

Висновки до розділу 4

Виконавши аналіз основних метрик, які демонструють різноманітні фактори централізованого та децентралізованого управління організацією, можна прийти до твердження, що децентралізована система управління є швидшою та має більшу ефективність над централізованою. Це досягається завдяки можливості керувати більшою кількістю персоналу та оптимізації процесів виконання роботи з клієнтом, починаючи від пошуку і закінчуючи наданнями необхідних йому послуг. В даному випадку децентралізована система представляється блокчейном, завдяки якому відбувається менше паперової роботи та загалом швидший процес укладання договорів. Саме тому, для виконання цієї магістерської кваліфікаційної роботи ми реалізуємо децентралізовану систему управління прийняттям рішень.

У розділі ми описали процес підготовки та проведення експериментів, щоб визначити доцільність та ефективність розробленої децентралізованої

системи для подальшої інтеграції у аграрний сектор. Можна зробити висновок, що новостворена система має добрі відгуки користувачів та є рекомендованою до застосування, має попит серед підприємств агропромислового сектору. Було відзначено швидкість, прозорість, надійність та безпеку системи, що є вкрай важливими для ведення бізнесу.

Загальні висновки

В кваліфікаційній роботі магістра досліджено системи оптимізації прийняття рішень у виробництві за допомогою децентралізованих систем.

Мета даного дослідження полягала в оптимізації процесів прийняття важливих бізнес-угод між різними об'єктами предметної області. Дане дослідження було сфокусованим на вирішенні проблеми значної неповоротності систем управління виробництвом та базувалось на технологіях децентралізації, щоб розробити уніфіковану платформу децентралізованого управління.

В проведеному науковому дослідженні було виділено важливість впровадження децентралізованої системи управління за допомогою смарт-контрактів для оптимізації процесів управління. Проведене дослідження показало переваги децентралізованої мережі над централізованою в сфері прийняття рішень для аграрного підприємства. За результатами виконаних теоретичних та практичних досліджень було розроблено програмну систему для спрощення процесу підбору оптимального рішення у виробничих процесах аграрного підприємства. Відштовхуючись від отриманих результатів протягом дослідження були успішно виконані задачі:

- розробка первинної структури блокчейн-мережі та дослідження відмінності між децентралізованою та централізованою системою управління підприємством;

- вдосконалення технології управління підприємством із залученням децентралізованої системи блокчейн та проектування системи та розробка програмного продукту з можливістю масштабування;

- демонстрація застосування децентралізованої системи для оптимізації процесів в аграрному підприємстві, оптимізація залучених об'єктових потужностей системи, формування методів роботи системи смарт-контрактів.

Отже, було вирішено поставлену проблему процесу оптимізації прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства на основі технології децентралізованого управління блокчейн.

Отримані наукові результати доповідались на XIII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021» (Хмельницький, 15 – 16 жовтня 2021 року, Хмельницький національний університет), доповідь на тему: «Система прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства».

За темою кваліфікаційної роботи магістра було опубліковано наукову статтю та тези.

Перелік посилань

1. Україна ввійшла в трійку найбільших експортерів сільськогосподарської продукції в ЄС. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.eurointegration.com.ua/news/2020/01/12/7105023/>

2. Організація та технології збирання зернових та ранніх олійних культур у 2017 році: рекомендації виробництву. Запоріжжя: Інститут олійних культур НААН, 2017. – 33 с

3. W. Yi and L. Ozdamar, A dynamic logistics coordination model or evacuation and support in disaster response activities, European Journal of Operational Research, vol. 179, no. 3, pp. 1177–1193, 2007.

4. Комплексний план заходів щодо поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

http://dsznzoda.gov.ua/sites/default/files/loadfiles/trud/bezpeka/okonchatelnyy_ompleksn._plan_1.2.pdf

5. Саблук П. Т. Аграрна реформа в Україні (здобутки, проблеми і шляхи їх вирішення) / П. Т. Саблук, В. Я. Месель-Веселяк, М. М. Федоров // Економіка АПК. – 2009. - №12. – С. 3-13.

6. M. Thakur and K. A.-M. Donnelly, Modeling traceability information in soybean value chains, J. Food Eng., vol. 99, no. 2, pp. 98–105, 2010

7. J. Storoy, M. Thakur, and P. Olsen, The TraceFood framework — Principles and guidelines for implementing traceability in food value chain, J. Food Eng., vol.115, no. 2, pp. 41–48, 2013

8. M. A. Khan and K. Salah, IoT security: Review, blockchain solutions, and open challenges, Future Gener. Comput. Syst., vol. 82, pp. 395–411, May 2018.

9. M. E. Peck, Blockchains: How they work and why they’ll change the world, IEEE Spectr., vol. 54, no. 2, pp. 26–35, Sep. 2017.

10. D. Mao, Z. Hao, F. Wang, and H. Li, Innovative blockchain-based approach for sustainable and credible environment in food trade: A case study in Shandong Province, China, Sustainability, vol. 10, no. 2, p. 3149, 2018.

11. H. Hasan and K. Salah, Blockchain-based proof of delivery of physical assets with single and multiple transporters, *IEEE Access*, vol. 6, no. 1, pp. 46781–46793, Dec. 2018.
12. K. Salah, M. Rehman, N. Nizamuddin, and A. Al-Fuqaha, Blockchain for AI: Review and open research challenges, *IEEE Access*, vol. 7, pp. 10127–10149, 2019.
13. Paul, S.; Joy, J.I.; Sarker, S.; Shakib, A.-A.-H.; Ahmed, S.; Das, A.K. An Unorthodox Way of Farming without Intermediaries Through Blockchain. In *Proceedings of the 2019 International Conference on Sustainable Technologies for Industry 4.0 (STI)*, Dhaka, Bangladesh, 24–25 December 2019; pp. 1–6.
14. Що таке blockchain і для чого він потрібен – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://nachasi.com/2017/06/02/blockchain-faq>.
15. Що таке алгоритм Proof of Stake: огляд, стейкінг, порівняння с PoW – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://info.exmo.me/ru/obuchenie/pruf-of-stake>.
16. Что такое технология блокчейна? – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ibm.com/ru-ru/topics/what-is-blockchain>.
17. Ethereum – глобальная платформа с открытым кодом для децентрализованных приложений – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ethereum.org/ru>
18. Мультипідпис (Multisig) — [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://exbase.io/uk/wiki/multipidpis>.
19. Solidity – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.soliditylang.org/en/latest/>.
20. The Inventors of the Internet Are Trying to Build a Truly Permanent Web – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.wired.com/2016/06/inventors-internet-trying-build-truly-permanent-web/>
21. Q. Zhu and P. Zhou, The System Architecture for the Basic Information of Science and Technology Experts Based on Distributed Storage and Web Mining, pp. 527-530, 2012.

22. S.M. Nabavinejad and M. Goudarzi, "Faster MapReduce Computation on Clouds through Better Performance Estimation", *IEEE Transactions on Cloud Computing*, no. 99, pp. 1-1, 2017.
23. Shitang Yu, Kun Lu, Zhou Shao, Yingcheng Gou and Bo Zhang, "A High Performance Blockchain Platform for Intelligent Devi", *IEEE International Conference on Hot Information-Centric Networking*, 2018.
24. John Domingue, Michelle Bachler and Kevin Quick, "Smart Blockchain Badges for Data Science Education", *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*.
25. D. Tse, B. Zhang, Y. Yang, C. Cheng, and H. Mu, "Blockchain application in food supply information security," in *Proc. IEEE Int. Conf. Ind. Eng. Eng. Manage. (IEEM)*, Dec. 2017, pp. 1357–1361.
26. P. Lucena, A. P. Binotto, F. da Silva Momo, and H. Kim, "A case study for grain quality assurance tracking based on a blockchain business network," (2018), arXiv:1803.07877. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1803.07877>
27. R. Kamath, "Food traceability on blockchain: Walmart's pork and mango pilots with IBM," *J. Brit. Blockchain Assoc.*, vol. 1, no. 2, p. 3712, 2018.
28. N. Nizamuddin, H. Hasan, and K. Salah, "IPFS-blockchain-based authenticity of online publications," in *Proc. Int. Conf. Blockchain (ICBC) (Lecture Notes in Computer Science)*. Seattle, WA, USA: Springer, 2018.
29. Davis, J., Thekumparampil, A., Lee, D.: Node. fz: fuzzing the server-side event-driven architecture. In: *Proceedings of the Twelfth European Conference on Computer Systems*, pp. 145–160. ACM 2017
30. Patnaik, N., Sahoo, S.: Javascript static security analysis made easy with jsprime. *Blackhat USA 2013*
31. Sen, K., Kalasapur, S., Brutch, T., Gibbs, S.: Jalangi: a selective record-replay and dynamic analysis framework for Javascript. In: *Proceedings of the 2013 9th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering*, pp. 488–498. ACM 2013

32. Atzei N, Bartoletti M, Cimoli T. A survey of attacks on Ethereum smart contracts (SoK). In: Maffei M, Ryan M., eds. 6th Conf. on Principles of Security and Trust (POST). 10204 of LNCS. Springer; 2017; Uppsala, Sweden: 164-186.
33. Zhou E, Hua S, Pi B, et al. Security Assurance for Smart Contract. In: Aguiar R, Pujolle G., eds. 9th IFIP Int. Conf. on New Technologies, Mobility and Security (NTMS)IEEE; 2018; Paris, France: 1-5
34. Maximilian Wöhler and Uwe Zdun, "Smart Contracts: Security Patterns in the Ethereum Ecosystem and Solidity", University of Vienna
35. What is Gas?", What is Gas?. Gas & Transaction Fees My Ether Wallet Help & Support, Sep 2017, [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://kb.myetherwallet.com/gas/what-is-gas-ethereum.html>.
36. Bitcoin wiki. Elliptic curve digital signature algorithm. [Електронний ресурс] Режим доступу: https://en.bitcoin.it/wiki/Elliptic_Curve_Digital_Signature_Algorithm.
37. Enterprise Ethereum Alliance. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://entethalliance.org/eea-members>.
38. Enterprise Ethereum Alliance Client Implementation Notes. [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://entethalliance.github.io/client-spec/implementing.html#dfn-enterprise-ethereum-client>.
39. Яковчук М.В. Порівняння ефективності управління в децентралізованих та централізованих системах / Яковчук М.В., Міхалевський В.Ц., Скрипник Т.К. // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – Хмельницький, 2021. – №5.
40. Яковчук М.В. Система прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства / Яковчук М.В., Міхалевський В.Ц., Скрипник Т.К. // Збірник наукових праць за матеріалами XIII всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021». – Хмельницький, 2021 – С.408-409.

Додатки

Додаток А

Фрагмент програмного коду

```
@Component({
  selector: 'app-requests',
  templateUrl: './requests.component.html',
  styleUrls: ['./requests.component.css']
})
export class RequestsComponent implements OnInit {
  model:any={
    user:"",
    postId:"",
    description:"",
    amount:0,
    receiver:"",
    balance:0,
    donorsCount:0,
    finalized: false
  }
  constructor(private data:DataService,private http:HttpClient) {

  }
  ngOnInit() {
    this.model.postId=this.data.post._id;
    this.model.balance=this.data.post.balance;
  }
  sendRequest(){
    this.model.user = JSON.parse(localStorage.getItem('userInfo')).username;
    this.model.postId = JSON.parse(localStorage.getItem('post'))._id;
    this.model.AgroCount = JSON.parse(localStorage.getItem('post')).Agro.length;

    this.http.post("/api/addRequest",this.model)
      .subscribe(res=>{
        console.log(res);
      },err=>{
        console.log(err);
      });
  }
}
sendPost() {
```

```

if (this.model.publicKey === '') {
  this.message = 'use metamask to continue'
  return;
}
if (this.model.user === '') {
  this.message = 'log in first'
  return;
}
this.http.post('/addPost',this.model).subscribe(res => {

  this.message = "post added"
}, err => {
  this.message = "error"
  return;
});
this.message = "done"
console.log('this',this.message)
this.model = {
  user: "",
  header: "",
  needed: 0,
  description: "",
  publicKey: '',
  balance: 0,
  donors: []
};
this.getPosts();
window.location.reload();
}

getPosts() {
  this.http.get("/getPosts").subscribe(res => {
    this.Posts = res;
    console.log('Posts', this.Posts)
  }, err => {
    this.message = "error"
    return;
  })
}

setReciever(post) {
  localStorage.setItem('post',JSON.stringify(post));
  setTimeout(()=> {

```

```
        window.location.reload()
    }, 1000)
}
flipOn(i){
    this.flip[i]=false
    var index=".card"+i
    $(index).addClass('animated flipOutY ');
    setTimeout(()=> {
        $(index).removeClass('animated flipOutY ');
        this.flip[i]=true;
    }, 600)
}
flipOf(i){
    var index=".card"+i
    $(index).addClass('animated flipOutY ');
    setTimeout(()=> {
        $(index).removeClass('animated flipOutY ');
        this.flip[i]=false;
    }, 600)
}

setPost(post) {
    localStorage.setItem('post',JSON.stringify(post));
}

}
```

Додаток Б
Ксерокопії наукових публікацій, виконаних при роботі над
кваліфікаційною роботою магістра

(ксерокопії титульної сторінки, сторінки змісту та всіх сторінок із публікацією)

Перелік наукових публікацій

1. Яковчук М.В. Система прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства / Яковчук М.В., Міхалевський В.Ц., Скрипник Т.К. // Збірник наукових праць за матеріалами XIII всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021». – Хмельницький, 2021 – С.408-409.

2. Яковчук М.В. Порівняння ефективності управління в децентралізованих та централізованих системах / Яковчук М.В., Міхалевський В.Ц., Скрипник Т.К. // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – Хмельницький, 2021. – №5.

Міністерство освіти і науки України
Хмельницький національний університет



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
за матеріалами XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції
«Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2021»

15-16 жовтня 2021

Хмельницький 2021

Левчик Т. С., Собко О. В., Житкевич В. В., Міхалевський В. Ц. Метод автоматизованого діагностування хвороб рослинних культур.....	359
Манзюк Е. А., Скрипник Т. К. Система цільової кластеризації на послідових даних.....	364
Матвійчук І. І., Багрій Р. О., Скрипник Т. К. Моделювання web-орієнтованих систем	367
Мельник В. С., Міхалевський В. Ц., Скрипник Т. К. Інформаційна система для комплексної обробки деревини.....	372
Огнєвий О. В., Медведчук В. Ю., Медведчук Н. К. Основні принципи організації і особливості відеоконференцзв'язку	375
Онишко О. Г. Метод та програмні засоби препроцесінгу вхідного текстового контенту	379
Radiuk P. M. A mental model approach for making decisions in it project management	381
Пасічник О. А. Програмна система методу вимірювання лінійних переміщень за аналізом зображень	385
Павловський В. І., Савосько О. М. Виявлення шкідливого трафіку за використанням глибинного навчання	390
Пасічник О. А., Ющенко В. Б., Скрипник Т. К. Інформаційні технології як засіб автоматизації та оптимізації маркетингових кампаній в соціальних мережах.....	395
Петровський С. С. Метод зваженої оцінки успішності навчання у школі.....	398
Рожков Д. В., Петровський С. С., Скрипник Т. К. Інформаційна система організації обігу нормативних документів	401
Скрипник Т. К., Манзюк Е. А. Метод машинного навчання для визначення якості перекладу текстової інформації.....	404
Ющенко В. Б., Скрипник Т. К., Пасічник О. А. Інформаційні технології у соц-медіа: PR, реклама, лідогенерація	406
Яковчук М. В., Міхалевський В. Ц., Скрипник Т. К. Система прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства.	408
Яшина О. М., Мартинюк О. Р. Система управління якістю у розробці програмних продуктів	410

УДК 004.4

Яковчук М. В., Міхалевський В. Ц., Скрипник Т. К.

*Хмельницький національний університет***СИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСАХ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА**

Виконано дослідження по можливості оптимізації процесів у сільському виробництві на основі загальних даних про підприємство. Система уникає недоліки простого планування так як враховує фактори які потенційно впливають на ефективність виробництва, не вимагає знань у сфері проектування та інженерії, є простою у розвертанні на вже наявному виробництві. Система має чітко визначену модель, яка враховує знання про місцевість, наявні ресурси, та робочий персонал.

A study on the possibility of optimizing processes in rural production on the basis of general data about the enterprise. The system avoids the disadvantages of simple planning as it takes into account the factors that potentially affect the efficiency of production, does not require knowledge in the field of design and engineering, is easy to deploy in existing production. The system has a clearly defined model that takes into account knowledge of the area, available resources, and staff.

Розробка системи прийняття рішень у виробничих процесах підприємства є важким завданням. Традиційні підходи до підбору оптимального шляху не враховують безліч факторів, які можуть негативно вплинути на ефективність виробництва. Створення сучасної системи для спрощення взаємодії між певними елементами виробництва дозволить значно пришвидшити виконання робітничих задач. Що унеможливує часовий простій на виробництві. Спрощення процесу масштабування системи дозволяє модифікувати виробництво на льоту без втрати ефективності роботи.

Одним із методів вирішення цієї задачі є побудова незалежної децентралізованої системи на базі блокчейну. Таке рішення розвантажить основні елементи управління виробничими процесами. Впровадження системи на основі блокчейну дозволяє використовувати смарт контракти, де кожен з елементів на пряму взаємодіє з іншими учасниками системи. Така система гарантує якість виконуваних процесів на всіх рівнях. Найдорожчим фактором в ресурсному плані є надзвичайні ситуації. Планування оптимального маршруту з врахуванням таких подій дозволить мінімізувати ризики при виконанні завдання. Багатоцільову модель планування маршруту можна побудувати з урахуванням як фактору часу, так і коефіцієнта безпеки маршруту. Ціль такої моделі полягає в тому щоб мінімізувати загальний час виконання операції з максимізацією безпекою на маршруті.

Загалом підхід до вирішення багато об'єктивної задачі про найкоротший шлях полягає у перетворенні до одно цільової задачі про найкоротший шлях на основі методу вагової суми. Однак складність використання методу вагової суми полягає в знаходженні обґрунтованих вагових коефіцієнтів, щоб відобразити важливість кожного елементу в задачі багатоцільової оптимізації. Для вирішення цієї проблеми ми використовуємо евристичний метод.

У статичному варіанті спочатку було виділено шляхи які не відповідають умовам безпеки, а потім використовуємо алгоритм Дейкстри щоб знайти найкоротший шлях. Різне розташування вихідних вузлів вплине на результати багатоцільової моделі планування маршруту.

На малюнку 1 показаний контраст безпеки маршруту, отриманий за допомогою багатоцільової моделі від шести різних вузлів. З малюнку видно, що безпека за оптимальним маршрутом зменшується з часом подорожі, тобто з відстанню від вихідного вузла до вузла призначення.

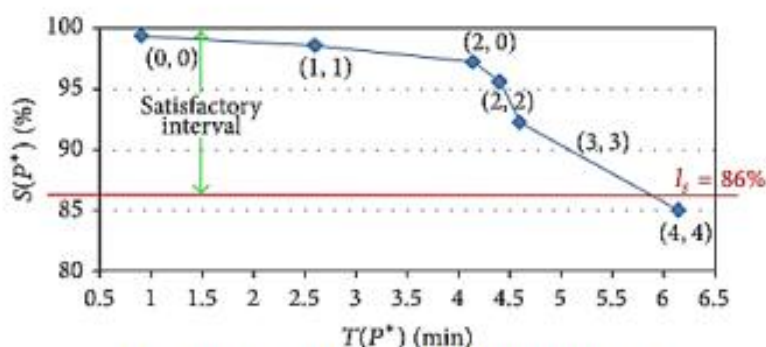


Рисунок 1 – Контраст безпеки маршруту

Реалізація системи показує адаптивність та універсальність розробленого фреймворку до різних вхідних даних, простоту в розгортанні системи в хмарі або на локальному сервері. Модульність системи дозволяє зручно її масштабувати під потреби виробництва. А децентралізація системи збільшує безпеку виконання процесів. Представлений тип продукту реалізує децентралізовану модульну систему управління виробництвом. Що задовольняє вимоги ефективного керування обладнанням. Отже, дана програмна система реалізує оптимізацію управління децентралізованим сільським виробництвом.

Перелік посилань

1. R. K. Ahuja, T. L. Magnanti, and J. B. Orlin, *Network Flows: Theory, Algorithms and Application*, Pearson Education, New York, NY, USA, 1993.
2. M. Gorge, "Crisis management best practice—where do we start from?" *Computer Fraud and Security*, vol. 2006, no. 6, pp. 10–13, 2006
3. S. J. Rennemo, K. F. Rø, L. M. Hvattum, and G. Tirado, "A three-stage stochastic facility routing model for disaster response planning," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 62, pp. 116–135, 2014.

УДК 004.75

DOI:

Яковчук М. В.

Хмельницький національний університет

ORCID ID: 0000-0003-1923-1979

e-mail: kolani4ua@gmail.com

Міхалевський В. Ц.

Хмельницький національний університет

ORCID ID: 0000-0002-8197-8005

e-mail: cezar_mv@ukr.net

Скрипник Т. К.

Хмельницький національний університет

ORCID ID: 0000-0002-8531-5348

e-mail: marine_1996@ukr.net

ПОРІВНЯННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ В ДЕЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ ТА ЦЕНТРАЛІЗОВАНИХ СИСТЕМАХ

У статті описано та досліджено різницю між децентралізованою та централізованою інформаційними системами. Вивчено ефективність використання та впровадження у виробництво нових технологій. Проаналізовано побудову систем на базі блокчейну та їх ефективність у вирішенні поставлених завдань. Сформувані висновки про тенденції, що впровадження децентралізації доводять потребу в цифрових системах управління. В той час, коли реалізація технології блокчейн значно спростила побудову нових децентралізованих систем, що є актуальною тенденцією в світі.

Ключові слова: система управління, оптимізація, об'єктно-орієнтоване програмування, блокчейн.

MYKOLA VIKTOROVYCH YAKOVCHUK, VITALY TSEZARIEVICH MIKHALEVSKY, TETYANA KAZIMIRIVNA SKRYPNYK
Khmelnitskyi National University

COMPARISON OF MANAGEMENT EFFICIENCY IN DECENTRALIZED AND CENTRALIZED SYSTEMS

This article describes and investigates the difference between a decentralized and a centralized information system. The efficiency of use and introduction of new technologies in production is studied. The construction of blockchain-based systems and their efficiency in solving the tasks are analyzed. Conclusions are formed about the tendency that the introduction of decentralization proves the need for digital management systems. At a time when the implementation of blockchain technology has greatly simplified the construction of new decentralized systems, which is a current trend in the world. The basis of blockchain technology is in a distributed information storage. It allows you to store important information simultaneously on many servers, and therefore keep them open and safe. For example, on the basis of this technology it is possible to store both the history of customers' bank transactions, voting results, and database of contracts, fingerprints or medical histories. And the information that stored simultaneously in many places, it is impossible to steal it, because in any case they can be restored from the original sources. As already mentioned, a blockchain, a block of transactions, is a structure for writing transaction groups. Transactions are carried out only when it is considered confirmed. It is reliable and convenient when it comes to making payments or the transfer of confidential data. So that the transaction is considered confirmed, its format and signatures must be verified. After that, the group transactions are recorded in a special block. In these blocks, all data is fast to verify. And in each subsequent information

about the previous is stored. For example, in transactions on cryptocurrencies, the chain contains blocks information about all actions ever performed with bitcoins. The block includes a header and a list of transactions. The title of the block has its own hash, previous block hash, transaction hash and other additional official information. The first thing that is specified in the transaction block is getting a commission that will be as a reward, so the user who actually and will create this block. For transactions in the block tree hashing was used.

Keywords: programming paradigm, object, function, object-oriented programming, functional programming, blockchain.

Вступ. Постановка проблеми

Управління системою виробництва є одним із основних процесів в організації ефективного підприємства. Науковими дослідженнями було доведено, що впровадження інноваційних інформаційних систем позитивно впливає на якість та ефективність взаємодії між різними елементами системи.

Створення ефективних систем управління є важливим для організацій різних розмірів та напрямів. Для компаній важливо визначити, як вони повинні структурувати організацію, щоб полегшити взаємодію між різними частинами системи. Рівні управління в організації допомагають сформувати структуру, яка встановлює рівні повноважень і ролі. Будь-яке виробництво починається з ідеї. Після втілення ідеї в дію та формування робочої системи вимірювання ефективності є важливим кроком для її подальшої роботи. Коли бізнес тільки розпочинає свою діяльність, доволі легко виміряти результативність, оскільки власник бере активну участь у повсякденній діяльності та прийнятті рішень бізнесу. Однак, оскільки бізнес зростає за рахунок збільшення обсягу продажів, додаткових продуктів і місць розташування, а також збільшення кількості співробітників, вимірювати ефективність організації стає все складніше. Власники та менеджери повинні розробляти організаційні системи, які забезпечують операційну ефективність, вимірювання продуктивності та досягнення організаційних цілей. Найбільш поширеними підходами є централізована і децентралізована системи управління.

Розробка програмної системи дозволяє спростити і пришвидшити виконання операцій в управлінських системах на будь-якому етапі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Дослідження засновані на наукових працях та дослідженнях у сфері розробки програмних систем управління та економічних дослідженнях доводять ефективність цифрових управлінських систем. Згідно з опрацьованими дослідженнями [1], покращення ефективності управління є важливою темою, від неї залежить рівень ефективності підприємства в цілому. В той час якісно реалізована програмна система забезпечує високий рівень безпеки та швидкодії. Програмна реалізація системи враховує індивідуальні важливі критерії кожної системи в залежності від предметної області. Однією з таких систем є блокчейн.

Блокчейн (Blockchain) [2, 3] дозволяє розповсюджувати дані в базі даних між кількома вузлами мережі в різних місцях. Це не тільки створює надлишковість, але й підтримує точність даних, що зберігаються в них, якщо хтось спробує змінити запис в одному екземплярі бази даних, інші вузли не будуть змінені, і таким чином поганий актор не зможе це зробити. Якщо один користувач підробить запис транзакцій то, всі інші вузли будуть посилатися один на одного і легко виявлять вузол з неправильною інформацією. Ця система допомагає встановити точний і прозорий порядок подій. Таким чином, жоден вузол мережі не може змінити інформацію, що зберігається в ньому. Через це інформація та історія транзакцій є незворотними. Таким записом може бути список транзакцій (наприклад, з криптовалютою), але блокчейн може містити різноманітну інформацію, як юридичні контракти, державні ідентифікації або інвентаризацію продуктів компанії.

Метою роботи є: порівняння та аналіз програмних методів управління підприємством на предмет модернізації та покращення ефективності виконання поставлених завдань.

Виклад основного матеріалу

Централізована система управління (Centralized control system) — це бізнес-структура, в якій одна особа приймає важливі рішення і вирішує основний стратегічний напрямок діяльності компанії. Більшість малих підприємств централізовані, оскільки власник приймає всі рішення щодо продуктів, послуг, стратегічного напрямку та більшості інших важливих сфер. Однак бізнес не повинен бути малим, щоб бути централізованим. Корпорація Apple є прикладом бізнесу з централізованою структурою управління. У Apple більшу частину відповідальності за прийняття рішень покладає головний виконавчий директор. Apple вже давно розглядається як організація, яка підтримує високий рівень централізованого контролю над стратегічними ініціативами компанії, такими як розробка нових продуктів, ринки для роботи та придбання компаній. Багато підприємств у швидко змінних технологічних середовищах мають централізовану форму структури управління. Рішення, прийняті керівництвом нижчого рівня, обмежені в централізованому середовищі.

Представлення схеми роботи централізованої системи управління зображено на рисунку 1.

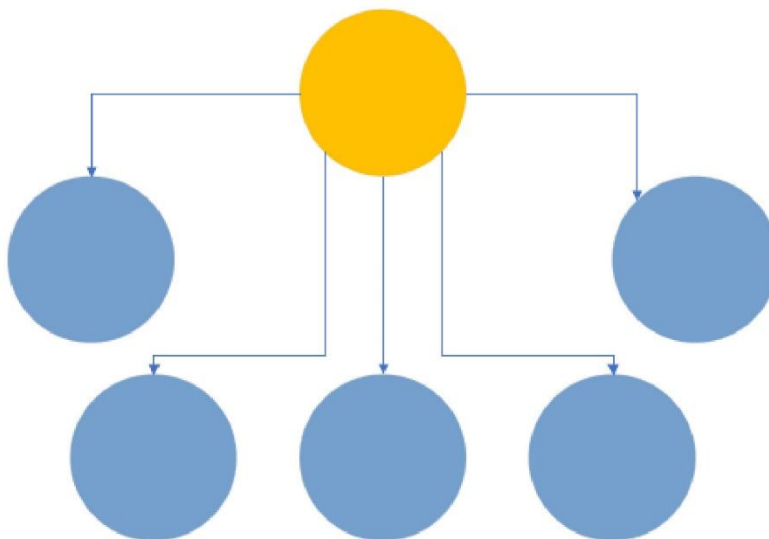


Рис. 1. Централізована система управління

До основних переваг централізованих систем над децентралізованими системами управління можна віднести:

- чіткість;
- контроль за напрямком діяльності підприємства;
- впорядковану реалізацію політики та ініціатив.

До основних критичних недоліків підприємств, які використовують централізовану систему управління можна віднести:

- обмежений зворотній зв'язок;
- негнучкість до змін внутрішніх або зовнішніх елементів.

Децентралізація (Decentralization) – не нова концепція [4]. При створенні технологічного рішення зазвичай розглядаються три основні архітектури мережі: централізована, розподілена та децентралізована. Хоча технології блокчейну часто використовують децентралізовані мережі, сама програма блокчейн не може бути просто децентралізована чи ні. Швидше, децентралізація є ковзаючим масштабом і його слід застосовувати до

всіх аспектів застосування блокчейн. Децентралізувавши керування ресурсами програми та доступ до них, можна досягти кращого та справедливого обслуговування. Децентралізація зазвичай має деякі компроміси, такі як нижча пропускна здатність транзакцій, але в ідеалі компроміси варті покращеної стабільності та рівня обслуговування, які вони створюють. Децентралізацію слід застосовувати там, де це має сенс. Те, що це блокчейн-додаток, не є гарантією того, що система має бути на 100% децентралізованою. Мета будь-якого блокчейн-рішення — забезпечити те, що потрібно користувачам цього рішення, і це може включати або не включати певні рівні децентралізації.

Децентралізована система управління (Decentralized control system) — вид робочої бізнес-структури [5], в якій прийняття рішень здійснюється на різних рівнях організації. Як правило, децентралізовані підприємства поділяються на менші сегменти або групи, щоб полегшити вимірювання ефективності компанії та окремих осіб у кожній з підгруп.

Багато підприємств працюють на ринках і галузях, які є висококонкурентними. Щоб бути успішним, компанія повинна наполегливо працювати над розробкою стратегічних конкурентних переваг, які відрізнятимуть компанію від аналогів. Щоб досягти цього, організаційна структура повинна дозволити організації швидко адаптуватися і використовувати можливості. Тому багато організацій використовують децентралізовану структуру управління, щоб зберегти конкурентну перевагу. Поява технології блокчейн і криптовалют відкрила великий простір можливостей, завдяки яким можуть працювати децентралізовані ринки.

Представлення схеми роботи децентралізованої системи управління зображено на рисунку 2.

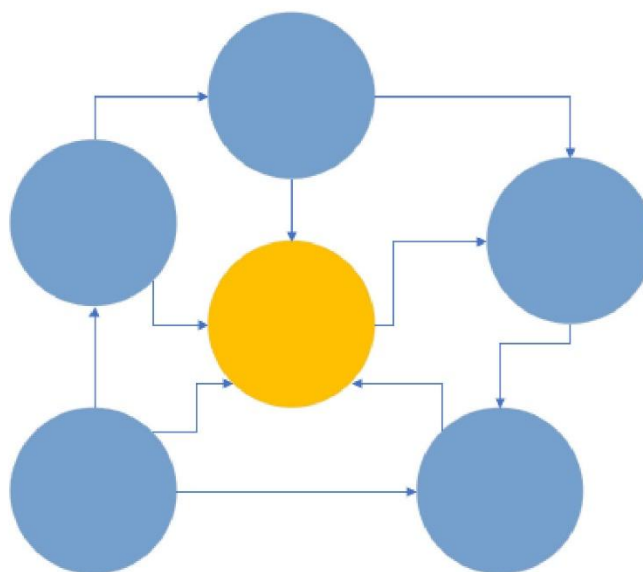


Рис. 2. Децентралізована система управління

Децентралізована бізнес-структура [6], в якій прийняття рішень здійснюється на різних рівнях організації є самостійною і взаємозамінною. Як правило, децентралізовані підприємства поділяються на менші сегменти або групи, щоб полегшити вимірювання ефективності компанії та окремих осіб у кожній з підгруп.

Децентралізоване управління має безліч переваг, таких як:

- швидке прийняття рішень і час реагування — важливо, щоб рішення приймалися та реалізовувалися вчасно. Для того, щоб залишатися конкурентоспроможними, організаціям важливо використовувати можливості, які вписуються в стратегію організації;

- краща здатність до розширення компанії — організаціям важливо постійно досліджувати нові можливості для надання товарів і послуг своїм клієнтам;

- оптимізує розподіл ресурсів;

- кваліфікований та спеціалізований менеджмент — організації повинні інвестувати в розвиток висококваліфікованих співробітників, здатних приймати обґрунтовані рішення, які допомагають організації досягати її цілей;

- зв'язок між винагородою та відповідальністю — можливості просування часто пов'язані з відповідним збільшенням компенсації. У децентралізованій організації підвищення винагороди часто відповідає збільшенню обов'язків, збільшенням повноважень щодо прийняття рішень та наглядом за іншими працівниками;

- краще використання керівництва нижчого та середнього рівня — для досягнення успіху в організації необхідно виконати багато завдань. Децентралізовані системи управління часто покладаються на керівництво нижчого та середнього рівня для виконання багатьох із цих завдань. Це дозволяє менеджерам отримати цінний досвід і знання в різних сферах.

Хоча децентралізована організаційна структура може бути перевагою для багатьох організацій, цей тип структури має також недоліки, зокрема:

- багато підприємств працюють на ринках і галузях, які є висококонкурентними. Щоб бути успішним, компанія повинна наполегливо працювати над розробкою стратегічних конкурентних переваг, які відрізнятимуть компанію від аналогів. Щоб досягти цього, організаційна структура повинна дозволити організації швидко збільшення адміністративних витрат через дублювання зусиль — оскільки потрібно приймати подібні рішення та виконувати дії в усіх підрозділах організації, децентралізовані організації схильні до дублювання зусиль, що призводить до неефективності та збільшення витрат;

- невідповідність операцій — коли автономія розподілена по всій організації, як це має місце в децентралізованих організаціях, у керівників підрозділів може виникнути спокуса налаштувати або змінити роботу підрозділу, щоб максимізувати ефективність і відповідати найкращим інтересам підрозділу. У цій структурі важливо забезпечити, щоб ярлики, використані одним підрозділом організації, не суперечили та не порушували роботу іншого підрозділу в організації;

- значна, якщо не майже повна залежність від керівників підрозділів або відділів—оскільки підрозділи децентралізованих організацій мають високий рівень автономії, відділ може стати оперативіо ізольованим від інших підрозділів організації, зосереджуючись виключно на пріоритетах підрозділу. Якщо керівники підрозділів або відділів не мають широкого досвіду чи навичок, відділ може бути в невідповідному становищі через обмежений доступ до інших експертів.

Основних недоліків децентралізованих систем управління допомагає позбутись блокчейн. За його допомогою з'являється можливість звучно масштабувати процеси в залежності від вимог виробництва. Основна ідея блокчейну полягає в децентралізації, що приводить до повної передачі управління рішеннями від чітко централізованої особи чи групи до розподіленої та розгалуженої мережі. Децентралізовані системи мають на меті зменшити рівень довіри, який учасники повинні виявляти один до одного, і стримувати їхню здатність змінювати повноваження чи встановлювати контроль один над одним способом, який погіршує функціональність мережі.

Висновки

У проведеному дослідженні було проведено порівняння та аналіз різних типів управління підприємством. Вивчено вплив інтеграції технології блокчейн в системи управління. Визначенні переваги та недоліки при побудові децентралізованої системи на базі блокчейну.

Результатами проведеного дослідження було отримано дані, що в залежності від предметної області як централізована система, так і децентралізована можуть бути ефективними. Проте при впровадженні системи побудованої на базі блокчейну значно збільшується ефективність саме в децентралізованій моделі управління. Такий підхід дозволяє поєднати плюси децентралізації та чітко керованої структури при збереженні високої ефективності.

Література

1. Kaiser K. Decentralization Reforms. Analyzing the Distributional Impact of Reforms. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://http://siteresources.worldbank.org/INTPSIA/Resources/4900231120845825946/3622>
2. Що таке blockchain і для чого він потрібен – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://nachasi.com/2017/06/02/blockchain-faq>
3. Proof of stake instead of proof of work – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bitcointalk.org/index.php?topic=27787.0>
4. Toward open manufacturing: A cross-enterprises knowledge and services exchange framework based on blockchain and edge computing – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IMDS-04-2017-0142/full/html>
5. Smart Contracts in 2021: What it is & Why matters? – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://research.aimultiple.com/smartcontracts/>
6. Block Height. Guide to Blockchain – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.investopedia.com/terms/b/block-height.asp>

References

1. Kaiser K. Decentralization Reforms. Analyzing the Distributional Impact of Reforms. - [Electronic resource]. - Access mode: <https://http://siteresources.worldbank.org/INTPSIA/Resources/4900231120845825946/3622>
2. What is a blockchain and why do you need it - [Electronic resource]. - Access mode: <https://nachasi.com/2017/06/02/blockchain-faq>
3. Proof of stake instead of proof of work - [Electronic resource]. - Access mode: <https://bitcointalk.org/index.php?topic=27787.0>
4. Toward open manufacturing: A cross-enterprises knowledge and services exchange framework based on blockchain and edge computing - [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IMDS-04-2017-042/full/html>
5. Smart Contracts in 2021: What it is & Why matters? - [Electronic resource]. - Access mode: <https://research.aimultiple.com/smartcontracts/>
6. Block Height. Guide to Blockchain - [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.investopedia.com/terms/b/block-height.asp>

Додаток В

Презентаційні матеріали

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА «СИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА»

Автор роботи :

ст. гр. КНм 20-1 Яковчук М. В.

Керівник роботи:

к. ф.-м.н., доцент Міхалевський В. Ц.

- **Метою дослідження** є розробка системи децентралізованого управління аграрним підприємством з використанням технології блокчейн.
- **Об'єктом дослідження** є процес впровадження системи прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства.
- **Предметом дослідження** є система з набором вхідних даних, отриманих із предметної області сільськогосподарського виробництва та дослідження ефективності впровадження децентралізованих систем у промислове виробництво.

Заради отримання зазначеного результату було поставлені такі задачі:

- розробити первинну структуру блокчейн мережі;
- дослідити відмінності між децентралізованою та централізованою системою управління підприємством
- вдосконалити технології управління підприємством із залученням децентралізованої системи блокчейн;
- спроектувати систему та розробити програмний продукт з можливістю масштабування;
- провести демонстрацію застосування децентралізованої системи для оптимізації процесів в аграрному підприємстві;
- оптимізувати залучені обрахункові потужності системи;
- сформулювати методологію роботи системи смарт-контрактів;

Наукова новизна отриманих результатів .

- вперше розроблено схему організації системи децентралізованого управління з урахуванням предметної області сільськогосподарського виробництва;
- вдосконалено та модернізовано принцип використання смарт - контрактів в децентралізованій системі;
- набула подальшого розвитку методологія процесу поступового переходу малого та середнього бізнесу на децентралізовані системи управління.

Практична значимість дослідження:

- практична значимість дослідження базується на прикладних та практичних системах управління сільськогосподарським підприємством з використанням даних, взятих із реально функціонуючих підприємств. Тестування показало, що проведене дослідження є актуальним і потрібним в сучасних реаліях.

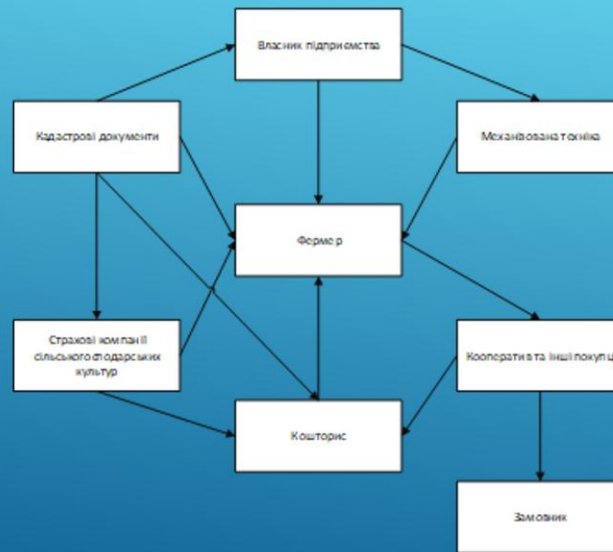
Достовірність:

- достовірність отриманих результатів гарантується проведенням ретельного тестування розробленої системи на різних етапах розробки. Достовірність виконаної роботи підтверджується статистичним аналізом ефективності розробленої системи.

Архітектура аграрного підприємства



Структура децентралізованої системи



Архітектура системи автоматизації відстеження продукції за допомогою смарт-контрактів Ethereum

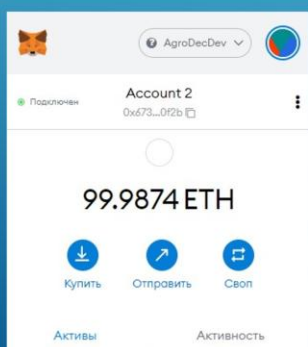


Ланцюгова архітектура блокчейн-системи



Використанні технології для розробки програмного продукту:

- Node.js
- Ganache
- JavaScript
- Ethereum
- Metamask
- Angular
- Truffle
- Solidity



ADDRESS	BALANCE	TRANSACTION INDEX	INDEX
0x473E2A62787e2b537be09728208a344039088f2b	100.00 ETH	0	0
0xf6f7eCD98CF5543301dab5a338a00ddc7f43A25A	100.00 ETH	0	1
0x72ac41eb0Acc08c6E30d4ca89844C36522f4813	100.00 ETH	0	2
0x48789052913dF298Ac2050c51f48d097F8B77570	100.00 ETH	0	3
0x4da84384Ec567043582b58AACB7868e74E7161A	100.00 ETH	0	4
0x18BA92A2248819398829AFE1827c9EA22eb2ad6	100.00 ETH	0	5
0x88E681ce7334395988524E73e2c2812D19001C0	100.00 ETH	0	6

```
// SPDX-License-Identifier: GPL-3.0
pragma solidity >=0.4.21 <0.7.0;

contract Migrations {
  address public owner;
  uint public last_completed_migration;

  constructor() public {
    owner = msg.sender;
  }
  modifier restricted() {
    if (msg.sender == owner) _;
  }
  function setCompleted(uint completed) public restricted {
    last_completed_migration = completed;
  }
}
```



My First Program in solidity

[УВІЙТИ ДЛЯ ПЕРЕГЛЯДУ НАЯВНИХ
СМАРТ-КОНТРАКТІВ](#)
[ІСТОРІЯ УКЛАДЕНИХ СМАРТ-КОНТРАКТІВ](#)
[ЗВОРОТНІЙ ЗВ'ЯЗОК](#)

Головне меню швидкого створення смарт-контрактів

Контракт 1

Купівля картоплі
Замовлення на 200кг картоплі

Підприємство Зв'язок з замовником

Контракт 2

Замовлення на молочну продукцію
Замовлення на 100л молока

Підприємство Зв'язок з замовником

Контракт 3

Замовлення на полуницю
Замовлення на 30 ящиків полуниці

Замовлення на 50кг полуниці Зв'язок з замовником

Контракт 4

Замовлення на смородину
Замовлення на 20кг смородини

Підприємство Зв'язок з замовником

Контракт 5

Замовлення на курячі яйця
Замовлення на 300 курячих яєць

Підприємство Зв'язок з замовником

Контракт 6

Замовлення на зерно пшениці
Замовлення на 100 тон зерна пшениці

Підприємство Зв'язок з замовником

Власник замовлення

#	Ім'я	Прізвище	Організація
1	Микола	Яковчук	@AgroFarm
2	Віктор	Семенович	@shopVopac
4	Петро	Чуба	@shopSilpo
5	Оксана	Моставчук	@starkonfarm
5	Марина	Ігришин	@netforSilpo

Панель управління укладеними смарт-контрактами

Висновки:

- була **розроблена** первинна структура блокчейн мережі та досліджено відмінності між децентралізованою та централізованою системою управління підприємством;
- було **вдосконалено** технології управління підприємством із залученням децентралізованої системи блокчейн та проектування системи і розробки програмного продукту з можливістю масштабування;
- проведена **демонстрація** застосування децентралізованої системи для оптимізації процесів в аграрному підприємстві, оптимізації залучених обчислювальних потужностей системи, формування методів роботи системи смарт-контрактів.

Дякую за увагу

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальное совпадение с одним документом 15.0%

Словари проверки: en_US, ru_RU, ua_UA. **Ошибок в документах: 13%**

ID: 97070 Название: Система прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства Добавлено в БД: 2021-11-23 Авторы: М.В. Яковчук Руководители: В.Ц. Міхалевський Консультанты: Опоненты:	Документ		Суммарное совпадение по Базе Данных	
	Символы	Лексемы	Символы	Лексемы
	88965	820	14536 (16%)	136 (17%)

Источник плагиата

ID	Описание	Наличие плагиата в документе	
		Символы	Лексемы
95887	Название: ЗВІТ з науково-дослідної практики Добавлено в БД: 2021-09-29 Авторы: Яковчук М.В. Руководители: Скрипник Т.К. Консультанты: Опоненты:	13608 (15.0%)	126 (15.0%)



Ім'я користувача:
Кафедра КН

ID перевірки:
1009477736

Дата перевірки:
02.12.2021 14:10:12 EET

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
02.12.2021 14:13:23 EET

ID користувача:
100005671

Назва документа: КРМ_ЯКОВЧУК_ПЗ_20211202 v2 Плагіат

Кількість сторінок: 87 Кількість слів: 14501 Кількість символів: 119908 Розмір файлу: 1.66 MB ID файлу: 1009491718

2.26% Схожість

Найбільша схожість: 1.55% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1009419501)

Не знайдено джерел з Інтернету

2.26% Джерела з Бібліотеки 10 Сторінка 89

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнено

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнено

83.4% Вилучень

Деякі джерела вилучено автоматично (фільтри вилучення: кількість знайдених слів є меншою за 8 слів та 0%)

1.52% Вилучення з Інтернету 72 Сторінка 90

83.4% Вилученого тексту з Бібліотеки 61 Сторінка 90

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи 4

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА ДО ЗАХИСТУ ЗА
РЕЗУЛЬТАТАМИ АНАЛІЗУ ЗВІТУ ПОДІБНОСТІ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Система прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства

Автор: Яковчук М.В., група КНМ-20-1

Спеціальність: 122 – Комп'ютерні науки

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: к.ф.-м.н., доц. кафедри КН Міхалевський В.Ц.

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) за програмою Anti-Plagiarism виявлені 15% запозичень вказують на документ автора роботи Яковчук М.В. та містять ЗВІТ з науково-дослідної практики.

2) За програмою UNICHECK виявлені 2,26% запозичень є фрагментарними – містять поширені конструкції, загальновідомі терміни, скорочення та визначення.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 15% і 2,26% відповідно, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КН



В. Ц. Міхалевський

Р. О. Багрій

О. В. Бармак



ВІДГУК ОПОНЕНТА

на кваліфікаційну роботу магістра

гр. КНМ-20-1 Яковчука Миколи Вікторовича за темою: Система прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства

1. Актуальність обраної теми

В кваліфікаційній роботі магістра було розроблено систему децентралізованого управління аграрним підприємством з використанням технології блокчейн. Тема роботи є актуальною на даний час, актуальність детально обґрунтована дослідженнями бізнес-процесів аграрної області та порівняльним аналізом існуючих систем управління із запропонованими технологічними підходами децентралізації для систем прийняття рішень.

2. Відповідність роботи предметній області спеціальності 122 Комп'ютерні науки та загальним вимогам до наукових робіт

Предметна область бізнес-процесів сільського виробництва дозволяє формалізацію, систематизацію, збір та аналіз даних про наявні системи прийняття рішень для аграрного підприємства, а розроблена система описує, аналізує та оптимізує архітектурні рішення на прикладі децентралізації виробничих процесів.

Кваліфікаційна робота відповідає вимогам стандарту до роботи магістра за спеціальністю 122 Комп'ютерні науки.

3. Повнота розкриття мети та завдань дослідження

Завдання дослідження повністю розкривають мету роботи. Запропоновано механізми оптимізації бізнес-процесів, розроблено систему децентралізованого управління аграрним підприємством з використанням технології блокчейн

4. Наявність наукової новизни

Наукова новизна підтверджена розробкою схеми децентралізованого управління, вдосконаленням та модернізацією принципу використання смарт-контрактів в децентралізованій системі, подальшим розвитком методології поступового переходу малого та середнього бізнесу на децентралізовані системи управління

5. Зміст кожного розділу роботи

В першому розділі проаналізована предметна область та сформована постановка задачі на розробку децентралізованої системи.

В другому розділі проаналізовано існуючу технологію та запропоновано і описано децентралізовану систему на основі блокчейн.

В третьому розділі розроблено програму в середовищі Node.js на мові JavaScript, наведено результати роботи програми, надано схему використання розробленої системи.

В четвертому розділі протестовано та проведено порівняння результатів роботи централізованої та децентралізованої систем. Наведено порівняльні діаграми і зроблена оцінка отриманих результатів.

6. Ступінь розкриття теми роботи

Тема роботи розкрита повністю. Достовірність отриманих результатів підтверджена проведенням системного аналізу та процесом тестування на основі діючого підприємства.

7. Якість оформлення кваліфікаційної роботи

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи магістра оформлена відповідно до норм. Мовних граматичних, синтаксичних помилок не виявлено.

8. Недоліки кваліфікаційної роботи

Явних недоліків в роботі не виявлено. Можна було б провести узагальнення роботи системи для інших сфер виробництва.

9. Загальний висновок (допускається чи не допускається до захисту), якої оцінки заслуговує кваліфікаційна робота.

Рекомендую допустити кваліфікаційну роботу до захисту.

Робота заслуговує на оцінку « відмінно ».



Опонент _____ д.т.н., проф. Валерій Мартинюк



ВІДГУК НАУКОВОГО КЕРІВНИКА

на кваліфікаційну роботу магістра

гр. КНМ-20-1 Яковчука Миколи Вікторовича за темою: Система прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства

1. Актуальність теми

Актуальність теми обґрунтована в повній мірі: досліджено бізнес-процеси аграрної області та зроблено порівняльний аналіз існуючих систем управління із запропонованими технологічними підходами децентралізації для систем прийняття рішень; зроблено висновок про необхідність розробки системи прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства.

2. Відповідність роботи предметній області спеціальності 122 Комп'ютерні науки та загальним вимогам до наукових робіт

В кваліфікаційній роботі магістра було розроблено систему децентралізованого управління аграрним підприємством з використанням технології блокчейн. Тема кваліфікаційної роботи магістра відповідає предметній області спеціальності 122 Комп'ютерні науки та вимогам до кваліфікаційної роботи магістра: 1) Виконавцем сплановано і реалізовано процес розробки комп'ютерної систем та програмного забезпечення, проведено тестування та порівняльний аналіз. 2) Виконавець обрав інформаційне середовище розробки та дослідження, що дозволило знайти правильне і ефективне рішення. Проаналізовано, оцінено та порівняно різні технології виробничих процесів з метою встановлення пріоритетів у відповідності з критеріями продуктивності та якості, що визначені завданням.

3. Професійні та особистісні якості магістранта

Магістрант володіє в достатній мірі професійними якостями дослідника: 1) Має здатність збирати, формалізувати, систематизувати і аналізувати потреби та вимоги до комп'ютерної системи, що розробляється. 2) Має здатність формалізувати предметну область проекту у вигляді відповідної інформаційної моделі.

Серед особистісних якостей магістранта слід виділити зосередженість, ініціативність, цілеспрямованість, здатність навчатися, нестандартність мислення.

4. Ступінь самостійності під час виконання кваліфікаційної роботи

Студент більшу частину роботи виконав самостійно. Особисто магістрантом досліджено предметну область, проведено порівняльний аналіз переваг та недоліків існуючих рішень; розроблено модель та впроваджено метод технології прийняття рішень в децентралізованій системі на базі блокчейн; наведено приклад побудови приватної мережі блокчейн; поставлено експеримент, отримано результати, проведено оцінку ефективності розробленої системи для вирішення завдання роботи.

5. Наукова новизна та оригінальність запропонованих підходів

У виконаній роботі наукова новизна присутня в достатній мірі. Інноваційний підхід проявлено в розробці схеми організації системи децентралізованого управління з урахуванням предметної області сільськогосподарського виробництва, а також в модернізації принципу використання смарт-контрактів в децентралізованій системі.

Результати дослідження доповідались на 1-й конференції та оприлюднені в 1-й науковій статті та 1-х тезах.

6. Ступінь оволодіння методами дослідження

Магістрант в достатній мірі оволодів методами дослідження, які були використані у роботі: порівняння, аналізу, класифікації, узагальнення.

7. Повнота та якість розкриття теми роботи

Тема роботи розкрита повністю в рамках поставлених завдань: розроблено систему прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства; досліджено процес впровадження системи прийняття рішень у виробничих процесах сільськогосподарського підприємства.

Вивчено і досліджено децентралізовані блокчейн-структури, систему оптимізації управління та перевірено її ефективність.

8. Логічність, послідовність, аргументованість, літературна грамотність викладу матеріалу

Магістрант матеріал виклав логічно, послідовно, аргументовано. Наводилися наявні розробки, ставилося задача та послідовно розв'язувалася. Для аргументації отриманих рішень проводилося теоретичне обґрунтування та порівняльний аналіз експериментів.

Літературна та граматична якість матеріалу на достатньому рівні.

9. Можливість практичного застосування кваліфікаційної роботи, окремих її частин


Результати кваліфікаційної роботи магістра можуть застосовуватися на практиці після налаштувань під конкретно запропоновану модель сільськогосподарського підприємства. Практична цінність роботи полягає в дослідженні прикладних та практичних систем управління сільськогосподарським підприємством з використанням даних, взятих із реально функціонуючих підприємств.

10. Висновок про можливість допуску кваліфікаційної роботи до захисту, на яку оцінку заслуговує робота

Рекомендую допустити кваліфікаційну роботу магістра до захисту.

Робота заслуговує на оцінку « відмінно ».

Науковий керівник _____



к.фіз.-мат.н., доц. Віталій Міхалевський