

Міністерство освіти і науки України
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «КИЄВО-МОГИЛЯНСЬКА АКАДЕМІЯ»
Кафедра Інформатики Факультету Інформатики



Застосування технології блокчейн у державному секторі

Керівник курсової роботи

(підпис)

“ ____ ” _____ 2021 р.

Виконав студент

Мережко Д. Р.

“ ____ ” _____ 2021 р.

Київ 2021

Тема: Застосування технології блокчейн у державному секторі

Календарний план виконання роботи:

/п	Назва етапу курсового проекту (роботи)	Термін виконання етапу	Примітка
1.	Отримання завдання на курсову роботу від наукового керівника.	23.10.2020	
2.	Огляд технічної літератури за темою роботи.	01.11.2020	
3.	Аналіз можливих проблем державного сектору, визначення об'єкту оптимізації та розроблюваного застосунку.	25.11.2020	
4.	Детальний розгляд існуючих рішень, що застосовують блокчейн.	20.12.2020	
5.	Створення Software Design Document застосунку, проектування архітектури застосунку.	15.01.2021	
6.	Початок програмування застосунку, вивчення технологій, що сприяють оптимізації задачі.	15.02.2021	
7.	Вивчення деталей взаємодії суб'єктів обраної галузі в державному секторі. Опис зібраної інформації у роботі.	30.02.2021	
8.	Закінчення програмування застосунку, тестування.	18.04.2021	
9.	Аналіз отриманих результатів, корегування практичної частини.	22.04.2021	
10.	Корегування роботи з науковим керівником.	28.04.2021	
11.	Створення слайдів для презентації.	02.05.2021	
12.	Остаточне оформлення доповіді та слайдів.	04.05.2021	
13.	Захист курсової роботи.	3 24.05.2021	

Студент _____
 Керівник _____
 “ ”

Зміст

Вступ	4
РОЗДІЛ 1: Технологія блокчейн, теоретична частина	5
2.1 Описання технології загалом	5
2.2 Описання принципів функціонування	6
РОЗДІЛ 2: Властивості блокчейну та приклади застосування технології.....	9
2.1 Властивості	9
2.2 Приклади сфер використання блокчейн	9
2.2.1 Фінансовий сектор, криптовалюти.....	10
2.2.2 Логістика, бізнес.....	10
2.2.3 Нерухомість.	10
2.3 Застосування блокчейну у державному секторі в Україні та світі.	
2.2.4 Застосування у світі.....	12
2.2.5 Використання в державному секторі України.....	12
2.2.5.1 Stellar & НБУ	12
2.2.5.2 CETAM.....	13
2.2.5.3 BLOOQLY.....	14
2.4 Зміна принципів державного регулювання	14
РОЗДІЛ 3: Практична частина.....	17
3.1 Аналіз проблеми	17
3.2 Запропоновані методи розв’язання існуючих проблем.....	19
3.3 Описання запропонованого програмного продукту	21
3.4 Визначення засобів реалізації.....	30
Висновки	35
Список використаних джерел	36

Додатки	37
Додаток А. Software Design Description застосунку для земельного кадастру.	37

Вступ

Технологія блокчейн вже декілька років все швидше стає більш широко застосованою у багатьох сферах бізнесу, промисловості та фінансових інстанціях по всьому світу завдяки своїм властивостям та рішенням, що допомагають забезпечувати безпеку, швидкість та зручність у транзакціях. Саме тому темою курсової роботи було обрано використання блокчейну у державному секторі, оскільки властивості, які містить у собі ця технологія, є необхідними для результативного та найбільш ефективного функціонування такого механізму як держава.

У дослідженні розглянуто, яким є положення справ у сфері державного регулювання та застосування технологій, та як вони можуть бути використані державним сектором. Буде описано приклади тих проектів, що вже реалізовані, або перебувають у розробці, як в Україні, так і у світі загалом.

Конкретним напрямком дослідження є розгляд питання використання земельного кадастру України та розробки програмного застосунку, що використовував би у своїй роботі технологію блокчейн та допоміг би успішно працювати із земельним кадастром, перенісши у зазначену сферу ті аспекти технології, за які вона отримала такий високий рівень довіри, на кшталт прозорості, безпеки та швидкості передачі інформації.

У курсовій роботі буде проведено фундаментальний аналіз самої технології блокчейн, а також обґрунтування переваг використання неї, розглянуто проблеми, які постають на даний момент у зазначеній сфері та розгляд рішень, що існують зараз. Також буде описаний проект застосунку, що міг би зазначені проблеми вирішити.

РОЗДІЛ 1: Технологія блокчейн, теоретична частина

2.1 Описання технології загалом

Blockchain (з англ. *ланцюг блоків*) – це неперервний ланцюг, пов’язаних між собою певним правилом, блоків, що містять у собі інформацію.

Блокчейн - це, по суті, розподілена база даних, в якій інформація дублюється для кожного з учасників, що підключені до мережі блокчейну. Кожен блок у ланцюгу містить ряд попередніх транзакцій, і кожного разу, коли на блокчейні відбувається нова транзакція, її запис додається до книги кожного учасника. Децентралізована база даних, якою керують багато учасників, відома як Distributed Ledger Technology (DLT).

Блокчейн - це тип DLT, в якому транзакції записуються з незмінним криптографічним підписом, тобто хеш-кодом. Хешування - це процес перетворення заданого ключа в інше значення. Хеш-функція використовується для генерації нового значення відповідно до математичного алгоритму. Ця процедура надійно захищає інформацію, записану у блок.

Це означає, що якби один блок в одному ланцюжку був змінений, було б відразу очевидно, що він був підроблений. Якщо хакери хотіли зіпсувати систему блокчейнів, їм довелося б змінити кожен блок у всіх розподілених версіях ланцюжка.

Такі блокчейни, як Bitcoin та Ethereum, постійно зростають, оскільки блоки додаються до ланцюга, що значно підвищує його безпеку.

У кожному блоці містяться три елементи:

- Дані
- Nonce - 32-бітове число, що міститься у заголовку блоку і генерується випадково, при створенні нового блоку
- Хеш - 256-бітове число, прив'язане до nonce.

Коли створюється перший блок ланцюжка, за допомогою попси генерується криптографічний хеш. Тоді інформація, що міститься у цьому блоці вважається підписаною хешем і, відповідно, зашифрованою.

Отже, кожен блок містить інформацію про попередні транзакції, а також посилання на інші блоки, що означає, що історія попередніх дій не може бути підроблена.

2.2 Описання принципів функціонування

Головною рисою блокчейну є те, що це P2P(peer-to-peer) система, працездатність якої залежить від того, як всередині мережі визначені правила взаємодії між усіма учасниками. Цей механізм в контексті блокчейну називається *консенсусом*. В децентралізованій системі, де немає керуючого органу, консенсус є важливою складовою, тому було розроблено декілька основних алгоритмів консенсусу.

- Proof-of-work – вид консенсусу, алгоритм якого дозволяє учасникам системи перевіряти результат транзакції, якщо було публічно продемонстровано докази виконаної роботи. PoW вважається найпростішим за своєю суттю на найбільш стабільним алгоритмом, якщо розглядати його анонімність, але і найбільш «затратним» у контексті обчислень.
- Proof-of-stake – вид консенсусу, що полягає в тому, що учаснику необхідно навести докази того, що він володіє певною сумою коштів, у тій системі, валідатором якої він хоче стати. При чому чим більша кількість монет у учасника, тим вище котиється його голос при голосуванні.
- Proof-of-importance – вид консенсусу, алгоритм якого винагороджує користувачів, які активно здійснюють транзакції у мережі, спираючись на PoS. За допомогою PoI, вузли повинні надавати певну суму валюти, щоб мати право створювати блоки, а також обираються для створення блоку пропорційно оцінці, що кількісно визначає їхній внесок у мережу.

• Byzantine Fault Tolerance - алгоритм, що базується на «задачі про генералів» і передбачає проходження валідації навіть тоді, коли деякі вузли у мережі виведені з ладу або намагаються завдати шкоди системі, посиляючи хибні повідомлення. Існують інші варіації, які полегшують вирішення проблеми, включаючи використання цифрових підписів або введення обмежень у спілкуванні між вузлами в мережі.

Також є інші популярні типи консенсусу, такі як Federated Byzantine Agreement, Delegated Proof-of-Stake та ін., але для найкращого загального розуміння технології розглянуто саме ці.

Нижче наведена діаграма, що наглядно демонструє принципи функціонування блокчейну на прикладі проведення транзакції.

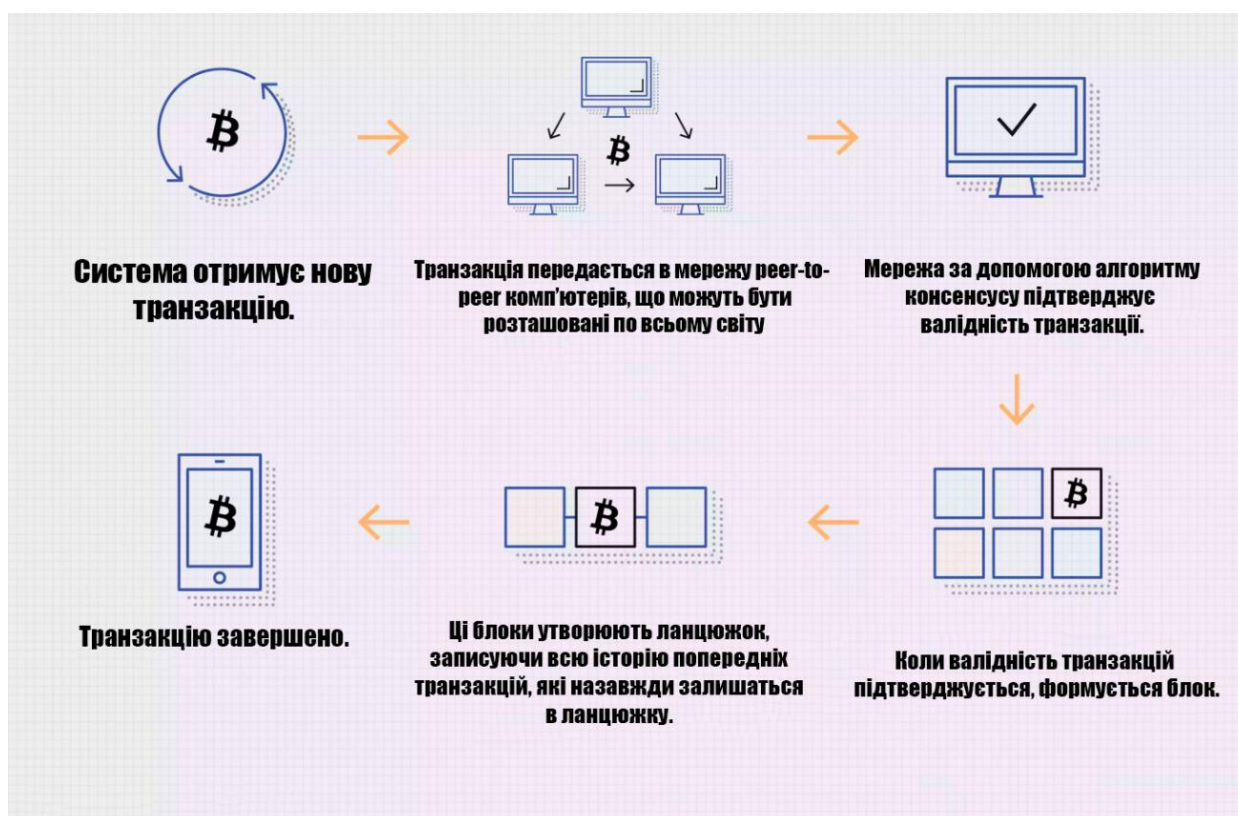


Рис. 1.1 Проведення транзакції

У свою чергу, взаємодія часто відбувається на основі смарт-контрактів. Смарт-контракти - це програми, що зберігаються на блокчейні, і працюють, коли виконуються заздалегідь визначені умови. Зазвичай вони

використовуються для автоматизації виконання угоди, щоб усі учасники могли одразу бути впевненими в результаті, без участі посередника або втрати часу. Вони також можуть автоматизувати робочий процес, запускаючи наступну дію, коли умови виконуються. Це перевіряється за допомогою відповідних функцій у програмі, і якщо усе збігається із заданими зразками, то транзакція може бути виконана і відстежена (наприклад, в мережі Ефіріум – за допомогою etherscan.io).

Важливою відмінністю між звичайною угодою і смарт-контрактом є те, що останні безпосередньо контролюють активи. Смарт-контракти кодуються для підтвердження того, що домовленості виконуються із обох сторін. Коли умови дотримані, розумний контракт не рекомендує (людині), що транзакція має відбуватися, ідентифікує, що умови виконані і автоматично проводить транзакцію. Ось чому смарт-контракти настільки інноваційні; вони автоматизують угоди та усувають необхідність у посереднику, такому як адвокат або банк.

На наведеній схемі можна побачити, як людина взаємодіє зі смарт-контрактами.



Рис. 1.2 Смарт-контракт

РОЗДІЛ 2: Властивості блокчейну та приклади застосування технології

2.1 Властивості

Технологія має декілька характерних властивостей, що дозволяють ефективно використовувати її у різних сферах. До таких властивостей можна віднести:

- Програмованість – можливість написання програм, що будуть функціонувати в мережі блокчейну та виконувати певні задачі (як приклад – написані на Ethereum смарт – контракти можуть бути використані у абсолютно різних сферах).
- Надійний - усі записи в базі – зашифровані, і жоден з учасників не має права самовільно змінювати ці дані, так само як і немає центрального органа, що міг би впливати на мережу або використати зміни на власну користь.
- Анонімний – особистість учасників не розкривається, дані щодо будь-яких дій зашифровані хешем.
- Єдиний - усі учасники мережі погоджуються валідувати записи одне одного.
- Незмінний - жоден із раніше провалідованих записів не може бути зміненим.
- Розподілений - усі учасники мають копію для підтримання прозорості та уникнення можливості шахрайства.

2.2 Приклади сфер використання блокчейн

Переваги технології дозволяють використовувати її у багатьох галузях, при чому застосувати її можна практично будь де, де є необхідність зберігати або передавати інформацію. Нижче наведені найяскравіші приклади.

2.2.1 Фінансовий сектор, криптовалюти.

Банківський сектор – це перша сфера, де почав використовуватись блокчейн, наразі обсяги торгів цифровими грошима лише збільшуються, а банківські системи по всьому світу поступово запроваджують блокчейн у своїх послугах. Так, міжнародний банк Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA) став першим, що видав корпоративний кредит сумою 75 млн. євро за допомогою блокчейн-технологій.

2.2.2 Логістика, бізнес.

Велика кількість фінансів втрачається корпораціями, через помилки в описанні вимог до транспортування товарів. Блокчейн почав використовуватись як технологія для запобігання цьому, а також велика кількість компаній звертається до блокчейн розробників, щоб забезпечити безпеку даних та ефективний обмін ними. Наприклад, мережа магазинів Walmart наразі використовує блокчейн Hyperledger для відстеження місця знаходження своїх товарів.

2.2.3 Нерухомість.

Оскільки ринок нерухомості часто є місцем із широкими можливостями для шахрайства та введення людей в оману, блокчейн є логічним рішенням для забезпечення чесності, а такі особливості як швидка реєстрація угод, однозначна верифікація особистості та простий документообіг є важливими складовими для цього. Наприклад, 2016 року у Швеції засновано пілотний проект із продажу нерухомості через смарт контракти, а блокчейн у оренді квартир активно застосовується у Airbnb.

Інші можливі сфери застосування:

Переведення документообігу на електронну основу із використанням блокчейну, що унеможливить будь яку підробку даних та допоможе уникнути збігів, прострочення або неправомірну заміну документів.

- Державні системи охорони здоров'я: оптимізація обігу ліків, виписування рецептів та збереження історій хвороби.
- Системи для електронного оподаткування: унеможливила б незаконно виставлені локальними компаніями тарифів, завдяки чому б мешканці могли б оподатковуватись за такими відсотками, що відповідають визначеним законом, за відповідними лічильниками.

2.3 Застосування блокчейну у державному секторі в Україні та світі.

У сучасному світі спостерігається тенденція до збільшення довіри компаній, що можуть бути корисними у запровадженні оптимізаційних рішень або нових концепцій, з боку держави. Відбувається приватизація публічних функцій, а їх реалізація розподіляється між бізнесами, що беруть на себе зобов'язання реалізувати ці рішення. Внаслідок цього запровадження таких функцій стає децентралізованим. Наприклад, уряд Великої Британії звернувся до приватної компанії "Everledger" із проханням створити електронний реєстр діамантів із застосуванням блокчейну, і замовлення було успішно виконано.

Блокчейн – це та технологія, що має саме ті можливості і властивості, які необхідні державі для ефективнішого функціонування та надають ті ресурси, що потрібні для захисту інформації та мінімізації помилок при її обробці, тому не дивно, що цікавість до технології з боку урядів багатьох країн істотно зросла за останні роки. Треба зазначити, що деякі блокчейн-рішення не завжди легко масштабувати для використання у цій сфері, а зацікавленість держав іноді випереджає рівень довіри серед великих мас населення і реальний рівень інтеграції технології у державні процеси. Однак, є успішні приклади впровадження блокчейну у державні системи по всьому світу.

2.2.4 Застосування у світі

Зазвичай, у державній сфері впроваджуються приватні блокчейн-платформи, в яких держава все ж таки де-факто є керуючим органом, що виражається у таких преференціях як, наприклад створення блоків тільки певною кількістю визначених керуючих вузлів-валідаторів.

- У Нідерландах за участі компаній Prescript, SNS Bank та Deloitte державну систему виписування ліків для важкохворих було переведено в застосунок, що використовує блокчейн. Програма контролює всю історію хвороби, призначені ліки та дозування. Для аутентифікації використовується сервіс IDiN, який надається нідерландським банком та є засобом підключення до мережі блокчейну.
- У Гані у 2016 році був запущений пілотний проект земельного кадастру, в якому застосовується блокчейн. Проект має назву «Bitland» та використовує open-source блокчейн платформу Graphene. Для забезпечення проекту використовуються CADASTRAL – спеціально розроблений токен, який дозволяє реєструвати право власності, здійснювати продаж та купівлю землі, тощо.
- У 2017 році в штаті Делавер, США, місцева адміністрація у співпраці з Pillsbury Winthrop Shaw Pittman LLP презентували проект, що регулює діяльність компаній, що передбачає цифрову реєстрацію, відстеження руху акцій та керування спілкуванням утримувачів акцій. Система працює на основі блокчейн і дані про транзакції зберігаються у розподіленій базі.

2.2.5 Використання в державному секторі України

2.2.5.1 Stellar & НБУ

Національний Банк України почав співпрацю із блокчейн-платформою “Stellar”, яка призначена для взаємодії всередині фінансового сектору.

Кінцевою метою проекту є створення за допомогою блокчейну єдиної системи для обігу цифрових валют та випуску власного криптоактиву.

Між “Stellar Development Foundation” та Міністерством цифрової трансформації було підписано документ, що передбачає подальшу співпрацю та створення середовища із обігу віртуальних активів та цифрових валют в Україні.

Національний криптоактив матиме назву CBDC, а акцент у розробці буде робитись на взаємодію зі “Stellar”. Розробка такого середовища та співпраця з “SDF” розглядалася Національним Банком протягом декількох років.

2.2.5.2 CETAM

Найяскравішим прикладом застосування блокчейну в Україні є **CETAM** – Система електронних торгів арештованим майном. Вона була заснована 2015 року та мала на меті перевести процес реалізації майна, що було вилучено внаслідок судових рішень, на основу блокчейну. Продаж майна проводиться шляхом відкритих електронних торгів.

У 2017 році систему було переведено на блокчейн, та відбувся перший у світі аукціон, із застосуванням цієї технології. Для співпраці було залучено компанію BitFury.

В якості платформи була обрана платформа Echonum з open-source кодом, яка використовується для створення приватних блокчейнів. При такому підході створювати нові блоки може тільки заздалегідь визначена група вузлів, а система працює не як віртуальна децентралізована машина, а за рахунок потужностей вузлів-валідаторів.

Echonum використовує тип консенсусу Byzantine fault tolerance, а також є суттєво швидшим у порівнянні із публічними блокчейнами, маючи можливість обробляти від 3 до 5 тисяч транзакцій в секунду.

Завдяки впровадженню блокчейну, за весь час роботи CETAM було продано 25 064 лота загальною вартістю 6,7 млрд. гривень.

2.2.5.3 BLOOQLY

Іншим прикладом, що вже існує в Україні є компанія Blooqly, що наразі розробляє блокчейн-проекти і для державних, і для комерційних структур. Blooqly має власну блокчейн платформу, що була створена спеціально для швидкої та зручної розробки застосунків державного сектору.

Зараз компанія займається підтримкою власної розробки у кооперації з Міністерством Освіти України, мета якого полягає у зручному та чесному запису дітей у чергу на отримання місця навчання у школах та дитячих садках. Blooqly надає можливість використання як приватного, так і публічного блокчейну, а також консорціуму для певних рішень, які мають незвичну специфікацію.

Черга у дитячий садок, розроблена компанією, надає можливість звільнити педагогів від роботи щодо обробки кожної заяви від батьків, визначення правильності та чесності черги дітей, а також перевірки правильності документів, оскільки усі ці функції покладаються на саму платформу. Вихователю необхідно тільки підписати документи про зарахування дитини.

2.4 Зміна принципів державного регулювання

У всьому світі також спостерігається тренд на впровадження нових технологій у різні галузі: від сфери обслуговування до державних торгів. Звісно, уряди країн не можуть закривати очі на стрімкий розвиток комп'ютерної техніки та на зручність, яку надають можливості цифровізації багатьох процесів. Тому, не є дивним, що держава залучає бізнес для

налагодження взаємодії із населенням шляхом впровадження інструментів, які б полегшили якусь із сфер життя населення.

Проте, окрім спрощення життя громадян (що виражається у запровадженні можливостей електронної сплати податків, реформування систем обліку документів, шляхом створення додатків, таких як «Дія», тощо), держава є прямим бенефіціаром від таких рішень стосовно діджиталізації та нововведень. При чому технологія блокчейн є надзвичайно яскравим прикладом того, як держава може виграти від запровадження технологій.

Звісно, мірою успіху певного нововведення є його успішність з фінансової точки зору. У випадку блокчейну, його введення було б максимально виправданим, оскільки це призвело б до найбільш ефективного розподілення фінансів, їх руху через економічну систему та локального використання. Головні властивості блокчейну - це прозорість і безпека, а це саме ті характеристики, що необхідні для ефективного функціонування держави загалом та місцевих органів управління зокрема. Саме такі властивості могли б забезпечити мінімізацію можливості введення громадян в оману шляхом несправедливого присвоєння коштів, корупційної складової або інших видів фінансових злочинів. Таке положення справ дозволило б максимізувати ефективність використання коштів, тоді як зросте кількість грошей, що лишатимуться в економіці і не будуть виведені з неї незаконним шляхом.

Водночас, при стрімкому розвитку технологій та цифровізації документів, фінансової сфери, тощо, пропорційно збільшується ризик хакерських атак, або альтернативних шляхів викрадення даних. Блокчейн справляється і з цією проблемою, оскільки дані не можуть бути змінені або вкрадені третьою особою, через принципи самої ідеї розподілених систем

Децентралізація є трендом, який суттєво вплине і на державу і на її систему регулювання. Через те, що рішення стосовно дій у певній сфері між

двома суб'єктами зараз повинно узгоджуватись ще й із третьою стороною (державним органом), що є відповідальним за цю галузь, витрачається багато часу та потужностей. Перенісши відповідальність та розподіливши обов'язки між суб'єктами децентралізованої системи один раз, держава зробить взаємодію із галуззю прозорою та ефективною, а також із центрального органу, що був відповідальним за конкретну сферу, буде знята завантаженість, що дозволить більш комфортно з ним взаємодіяти громадянам, які звернулися із проблемою із галузі, яка, наприклад, ще не переведена на електронну основу.

Зважаючи на зазначені фактори, можна сказати, що цифровізація і інтеграція новітніх технологій у державне регулювання неминуче змінять принципи керування, і блокчейн може зіграти в цьому вирішальну роль.

РОЗДІЛ 3: Практична частина

3.1 Аналіз проблеми

За визначенням із Земельного кодексу України, Державний земельний кадастр представляє собою реєстр, у якому міститься інформація про земельні ділянки, деталі щодо правил користування ними та прав, які мають власники. Також зазначається правовий статус землі, її класифікація, місце розташування, процедура надання або припинення дії права власності на цю землю, а також розподіл ділянок серед землекористувачів.

Наразі реалізація цієї системи із застосуванням технології блокчейн вже існує в Україні, однак є ряд питань, які є досі не вирішеними. Наприклад, сам голова Державного земельного кадастру зазначав, що треті особи незаконно отримували можливість змінювати код системи, що надало їм змогу змінювати цільове призначення об'єктів нерухомості та земель. Окрім цього, можливим було через загальну вразливість системи «обнулити» всю систему Держгеокадастру, при чому усі важливі дані могли б бути втраченими.

Іншою проблемою є неповноцінна інтеграція блокчейну у сервіси, що надає держава, які в свою чергу пов'язані із кадастром, і те, що реєстр нерухомого майна Міністерства юстиції і реєстр земель Держгеокадастру не об'єднані в один, а є розрізненими, зловмисники мали можливість по декілька разів здійснювати приватизацію земельних ділянок. Також проблемою є те, що ніким не гарантується актуальність Державної земельної кадастрової карти, тому дані про земельні ділянки у кадастрі можуть бути простроченими або просто не відповідати дійсності.

Окрім перелічених питань, система Держгеокадастру стикнулася із ще однією проблемою: через зазначений доступ до програмного коду зловмисники могли змінити цільове призначення землі і провести незаконні дії із нею, придбати за заниженими цінами або уникнути повнорозмірної

сплати певного податку. Наприклад, для комерційних об'єктів земельний податок є меншим, ніж для промислових. Цією схемою широко користувалися і система не мала задовільного рівня захисту, щоб неправомірних дій такого характеру не відбувалося. Це стало причиною того, що бюджет не отримував ту кількість коштів, яку мав би.

Окрім зміни призначення промислових та комерційних об'єктів, у небезпеці опинилися також об'єкти природно-заповідного фонду. Землі такого призначення змінювалися для, начебто, сільськогосподарського використання, через що території, що були парковими зонами або заповідниками, злочинно передавалися у руки зловмисників, чим наносилося ушкодження не тільки бюджету, а й природному фонду. Звісно, тоді як у базу могли вноситися зміни, корупційна складова питання тільки погіршувалася, створюючи сприятливий клімат для отримання хабарів посадовцями, відповідальні за рішення, пов'язані із землею. Однак, виявилось, що кадастр переведений на блокчейн не повністю. В результаті змін технологія була запроваджена тільки перевірка виписки про землю. Цей міграційний етап є лише першим із трьох запланованих державою.

Отже, перехід на блокчейн не можна назвати повноцінним, оскільки це не відповідає дійсності. Ключові процеси земельного кадастру, електронна база даних користувачів та історія транзакцій досі не застосовують блокчейн. На основі цієї технології наразі працює лише процедура перевірки виписок із кадастру, що означає, що сама організація зберігання даних не застосовує розподілені системи та бази даних і досі може бути атакована хакерами, використана посадовими особами у власних цілях або просто змінена.

Важливим фактором також є те, що Кабінет Міністрів України часто не може забезпечити повного доступу нотаріусів до даних кадастру. Як зазначив Центр ДЗК, була прийнята та набула чинності постанова від 20.10.2020, про те, що Кабінет Міністрів України не може в повній мірі забезпечити підключення нотаріусів до Державного земельного Кадастру, згідно угод,

укладених між нотаріусами та адміністраторами ДЗК. Хоча, нотаріуси, як суб'єкти правових відносин, мають бути забезпечені доступом до ресурсу, через який здійснюються операції із землею. Задля цього була спрощена процедура надання цього доступу, але є непоодинокі випадки, коли нотаріуси так і не отримали доступу до кадастрової карти.

3.2 Запропоновані методи розв'язання існуючих проблем

Задля того, щоб розв'язати зазначенні проблеми, необхідно, щоб програмний продукт, що контролював би облік земельних ділянок, був повністю позбавлений можливості зламу або підміни даних. Оскільки основною проблемою існуючого рішення є те, що за допомогою вразливостей системи зловмисники могли змінити дані про призначення землі, її власника або ціну, необхідно розробити засоби захисту від подібних атак.

Саме із цією ціллю пропонується використання технології блокчейн. Оскільки звичайні бази даних можуть бути схильні до того, що можуть бути зламані зловмисниками, наскільки б захищеними не були. Також не можна виключати той факт, що засоби доступу до бази даних можуть бути передані зловмисникам або бути проданими незаконним шляхом. Врешті-решт, алгоритм входу у базу даних зводиться до того, що користувач вводить логін та пароль. Головна проблема такого підходу у тому, що ці дані хоч і можуть бути зашифровані, але все одно можуть бути розповсюджені (наприклад із передачею використаних ключів шифрування).

Через описане вище, найкращим виходом із ситуації було б використання децентралізованої бази даних із використанням валідації кожним з вузлів. Такий підхід взагалі позбавив би можливості зловмисників проникнути у сховище даних, бо будь яка спроба зміни, необхідної для прозорого функціонування сервісу, інформації була б одразу відхилена іншими вузлами-валідаторами. Алгоритм шифрування працює таким чином,

що навіть отримавши дані для адміністративного входу на сайт земельного кадастру, зловмисник ніяк не зможе змінити уже введені продавцем або покупцем дані, оскільки ця інформація уже буде записана у блоки, які будуть поєднані між собою у ланцюжку.

Проблему неповноцінної інтеграції технології блокчейн у систему контролю земельних операцій можна вирішити тим, що запровадити її у логіку зміни основної інформації щодо ділянок. Це означає, що шифруватися і записуватися у блоки будуть не виписки про власника, а сама транзакція, яка стосується покупки ділянки іншим громадянином, реєстрації нової ділянки, підтвердження або відхилення запиту на реєстрацію від імені посадової особи або нотаріуса. Таким чином, зловмисник, навіть заволодівши даними для адміністративного входу, не зможе ніяк вплинути на процес передачі землі від одного власника до іншого.

Також, оскільки відбувається передача повноважень із контролю землі від центральних органів Головних обласних управлінь Держгеокадастру територіальним громадам, необхідно забезпечити доступ до цього ресурсу і представникам цих громад та надати цим користувачам порталу змогу здійснювати ухвалу реєстрації землі.

Окрім цього, нотаріус повинен мати змогу зареєструватися на ресурсі, вказати свою роль, та мати змогу надавати ухвалу на реєстрацію земельних ділянок. Взаємодія з нотаріусами може здійснюватися за рахунок повідомлень про статус їх реєстрації на електронну пошту або номер телефону.

Концепція проекту земельного кадастру також полягає в тому, що він є орієнтованим на місцеві громади. Це означає, що від громади може бути зареєстрована уповноважена особа, яка б здійснювала регулювання реєстрації землі (переглядала надані документи та надавала б дозвіл або відмовляла у реєстрації). Дані про ділянку вносяться у блокчейн за

допомогою смарт-контракту і усі подальші дії з даною ділянкою мають бути провалідованими іншими вузлами децентралізованої платформи. Кожна область України стає вузлом-валідатором, що має підтвердити правильність транзакції, що відбувається на її території. Утворюється всеукраїнська мережа, яка здійснює обробку транзакцій, що поступають від територіальних громад. Також, при необхідності, можливе дублювання структури мережі обласних вузлів на рівень територіальних громад.

Отже, пропонується реалізувати клієнт-серверний застосунок, що мав би вигляд веб-сайту, на якому б відображалася інформація про земельні ділянки, можна було б реєструвати землю, виставляти її на продаж, здійснювати покупку (передачу прав власності), а також були б реалізовані можливості доступу та відповідних дій із ухвалення реєстрації для представників територіальних громад та нотаріусів.

Транзакції, такі як реєстрація користувача, операція із ділянкою або ухвалення реєстрації ділянки, мають здійснюватися із застосуванням технології блокчейн (найважливіші дані формуватимуть ланцюжок). Пропонується використати засоби Ethereum, які надають широкі можливості для написання смарт-контрактів мовою Solidity та роблять розробку максимально зручною. Вид платформи – корпоративна із властивостями публічної, тобто інформація про землю відкрита, її можуть переглядати користувачі, а взаємодія відбувається через вузол територіальної громади. Вид консенсусу – гібридний, proof-of-stake + proof-of-importance, кожна область отримуватиме кошти відповідно до транзакцій, які вона обрахувала, а також за допомогу в обрахунках іншим областям.

3.3 Описання запропонованого програмного продукту

Відповідно до визначених проблем та способу їх вирішення, було розроблено програмний продукт, який демонструє основні ідеї та принципи,

на основі яких може бути реалізований проект прозорого та децентралізованого Державного земельного кадастру. Нижче наведені основні функції, які має розроблений веб-сайт.

Головна сторінка сайту являє собою меню, в якому користувач може обрати, які дії він хоче виконати:

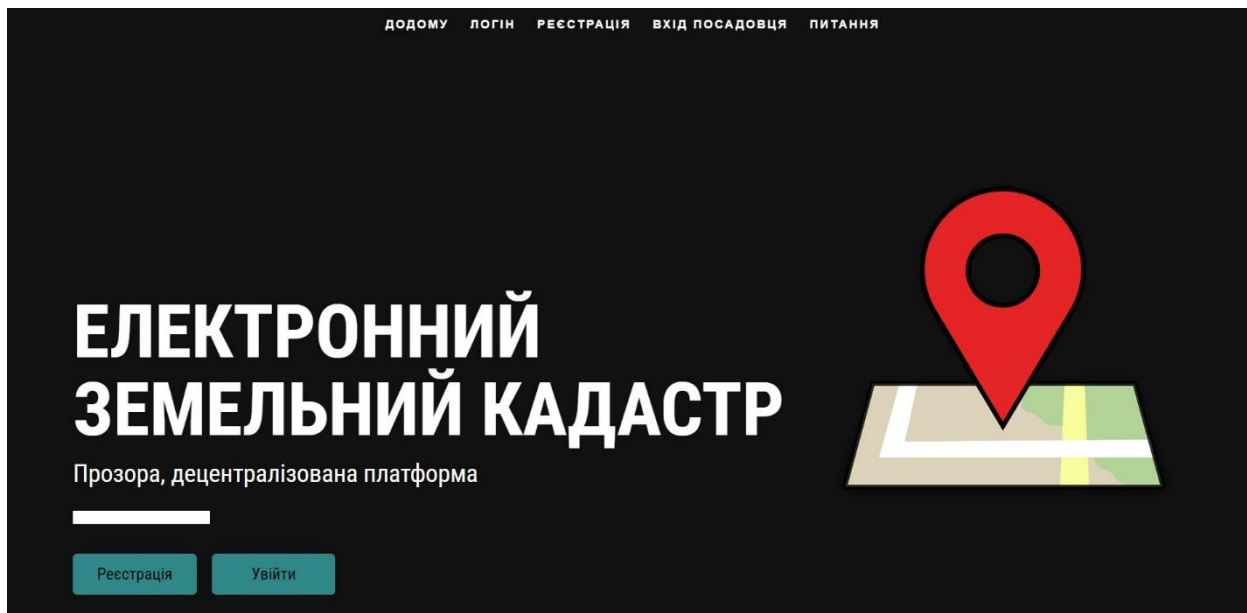


Рис. 3.1 Титульна сторінка

При прокручуванні сторінки вниз, користувач має змогу продивитися, які земельні ділянки, є в кадастрі на даний момент:

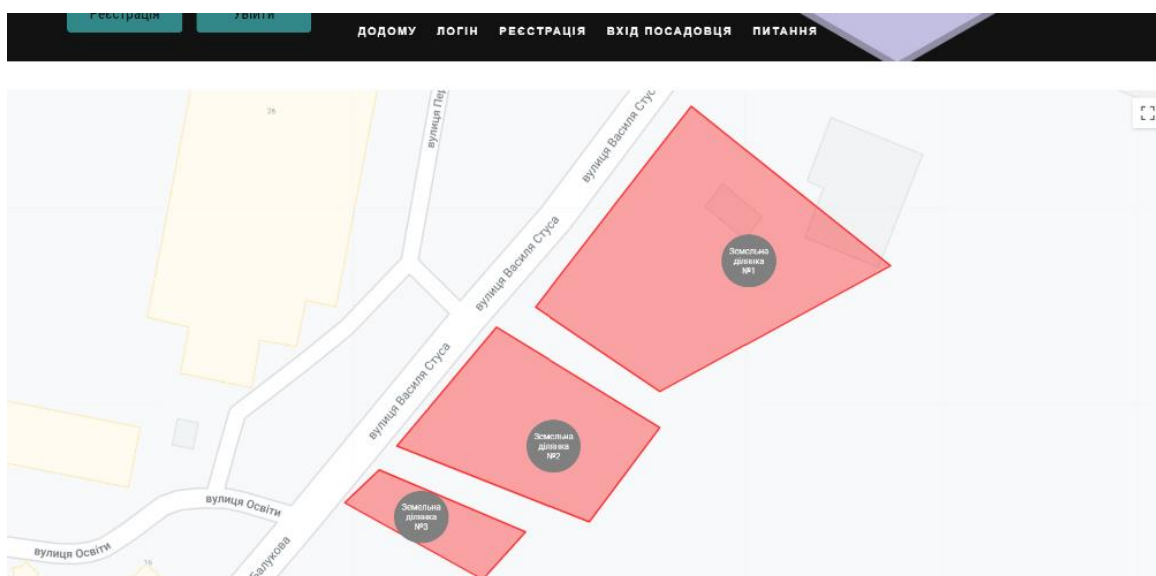


Рис. 3.2 Інформація на мапі

При натисненні кнопки «Додому» у верхньому меню відбувається перехід на цю сторінку. При натисненні на «Логін» або «Реєстрація» відбувається перехід на відповідні сторінки:

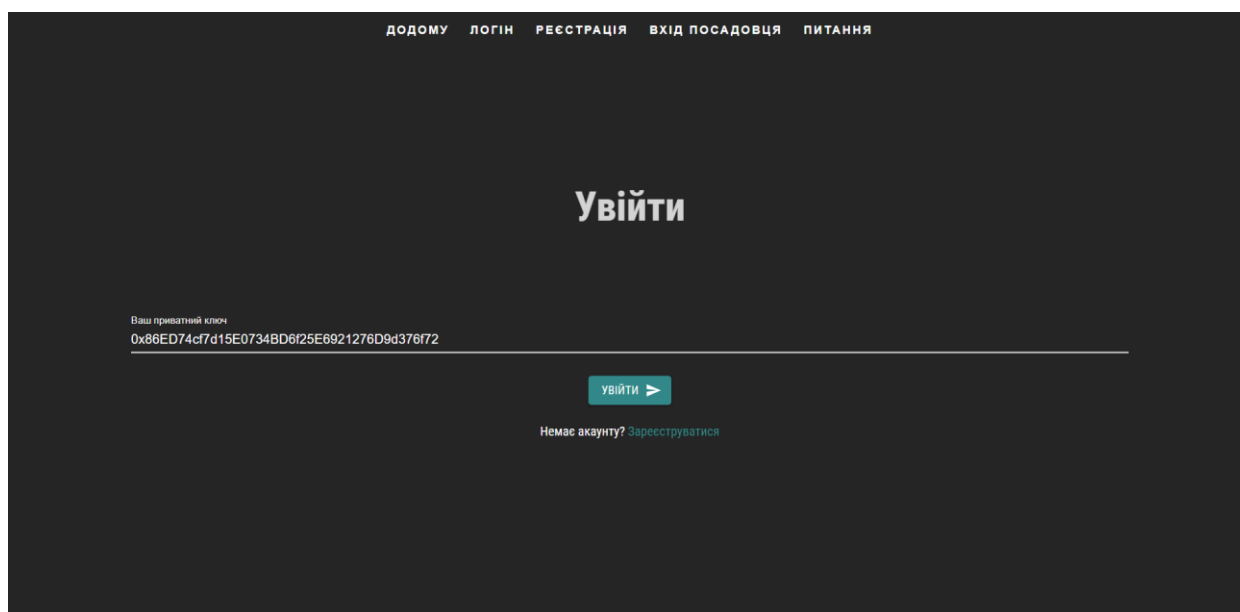


Рис. 3.3 Сторінка логіну

При введенні необхідних даних та підключення до мережі, відбувається транзакція, в результаті якої у ланцюжок записується новий користувач:

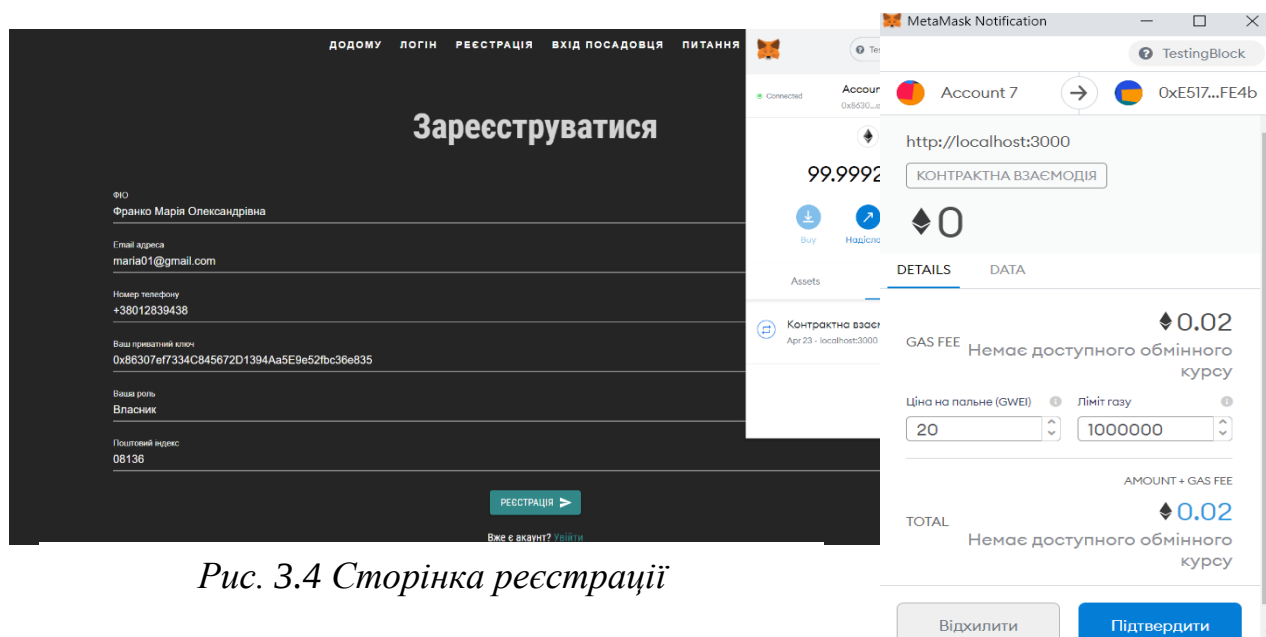


Рис. 3.4 Сторінка реєстрації

Відповідні кошти за обчислення транзакції передаються на рахунок акаунту територіальної громади.

Коли користувач зареєструвався, він може увійти у свій акаунт та приступити до продажу або покупки землі. При чому вхід може відбутися тільки тоді, коли цей акаунт безпосередньо підключений до мережі блокчейна.



Рис. 3.5 Відповідність акаунтів

Коли здійснено вхід до акаунту, користувач має змогу продивитися землі, що перебувають у його власності, знаходяться на ринку в даний момент або зареєструвати землю. Ця сторінка також доступна при натисканні пункту верхнього меню «Землі»:

ДОДОМУ ЗЕМЛІ ПРОФІЛЬ ВИХІД ПИТАННЯ									
МОЇ ЗЕМЛІ			ДОСТУПНО				ЗАРЕЄСТРУВАТИ		
ID ділянки	ФІО	Номер на кадастровій карті	Розташування	Призначення	Ціна	Документи	Фотографії	Статус підтвердження	Статус доступності
3809150371557	Борисов Олег Вікторович	2	Київська обл., с. Крюківщина, вул. Стуса 28	Сільськогосподарське	2	Download Document	VIEW IMAGES	Approved	Unavailable

Рис. 3.6 Доступні землі

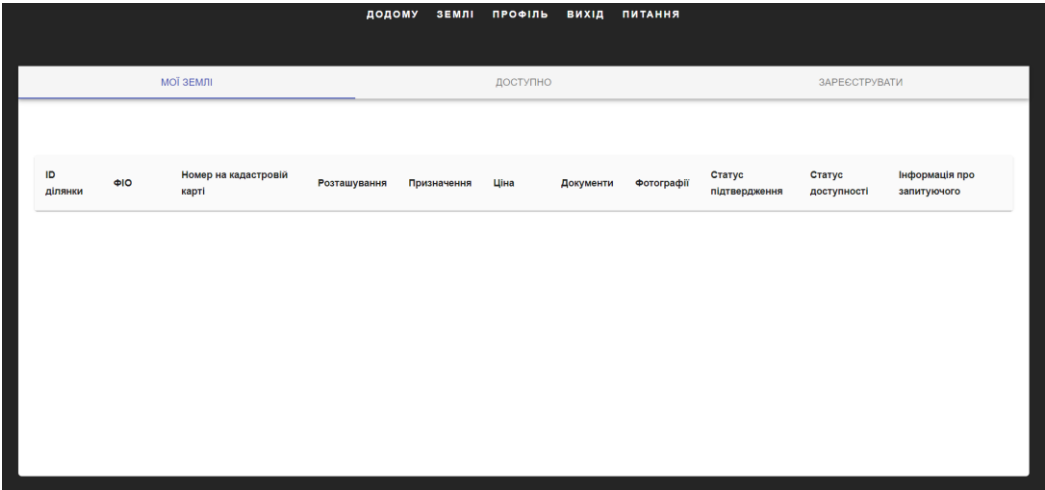


Рис. 3.7 Землі користувача

ДОДОМУЗЕМЛІПРОФІЛЬВИХІДПИТАННЯ

МОЇ ЗЕМЛІДОСТУПНОЗАРЕЄСТРУВАТИ

Інформація про власника

ФІО власника

Уведіть ФІО

Приватний ключ

0x86ED74cd7d15E0734BD6f25E6921276D9d376f72

Емаїл власника

Уведіть Email власника

Контактний телефон

Уведіть контактний телефон

Номер паспорту

Уведіть номер паспорту

Чи є ви представником тер. громади

Уведіть свою посаду

Вулиця

Уведіть адресу прописки

Область

Рис. 3.8 Реєстрація землі, інформація власника

Відомості про землю

ID землі

Уведіть ID землі відповідно до кадастрової карти

Адреса

Уведіть адресу

Призначення

Уведіть призначення землі

Поштовий індекс

Уведіть поштовий індекс

Площа (у кв. м)

Уведіть площу

Ціна (у ГГН)

Уведіть ціну землі

Завантажити документи

Вибрати файл

Файл не вибрано

Завантажити фотографії

Вибрати файли

Файл не вибрано

☐ Я погоджуюсь на обробку персональних даних

Рис. 3.9 Реєстрація землі, інформація про ділянку

При натисканні кнопки «Профіль», користувач бачить інформацію, яку він надав про себе, а також баланс свого гаманця:

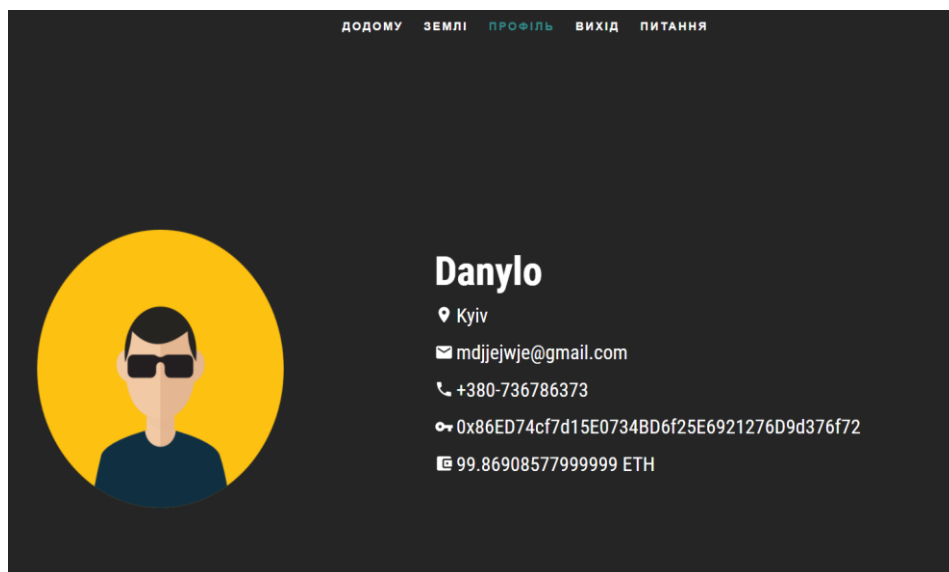


Рис. 3.10 Профіль користувача

При реєстрації землі користувачем, він відправляє дані про ділянку до уповноваженого органу. Нотаріус або представник територіальної громади у своєму акаунті бачить запит користувача і, перевібивши документи, підтверджує або відхиляє реєстрацію. При цьому всі дані про землю зберігаються у блокчейні, як тільки користувач натискає «Зареєструвати». Через це уповноважена особа ніяк не може змінити ці дані або неправомірно їх використати.

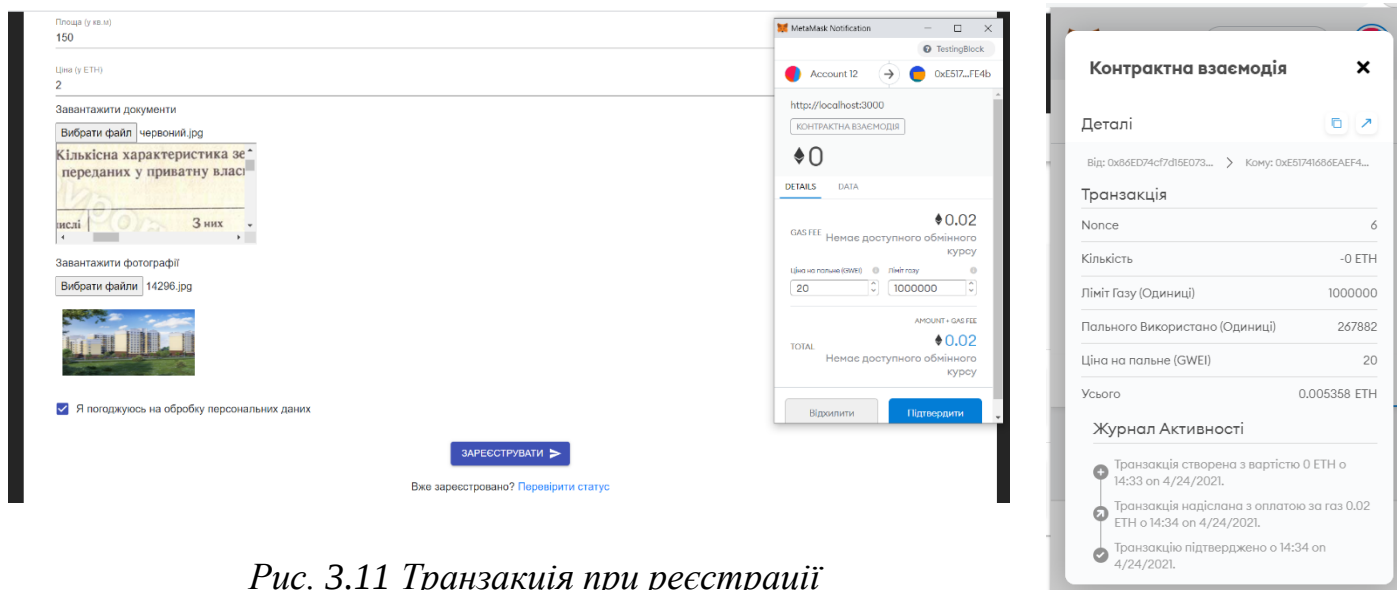


Рис. 3.11 Транзакція при реєстрації

Пункт меню «Вхід посадовця» перенаправляє користувача на введення даних, якщо він є нотаріусом або головою територіальної громади.

Рис. 3.12 Вхід посадовця

Якщо при реєстрації користувач вказує, що він є нотаріусом та може це підтвердити, то на вказаний ним номер приходить СМС-повідомлення, в якому надаються логін та пароль від одного зі створених акаунтів нотаріусів.

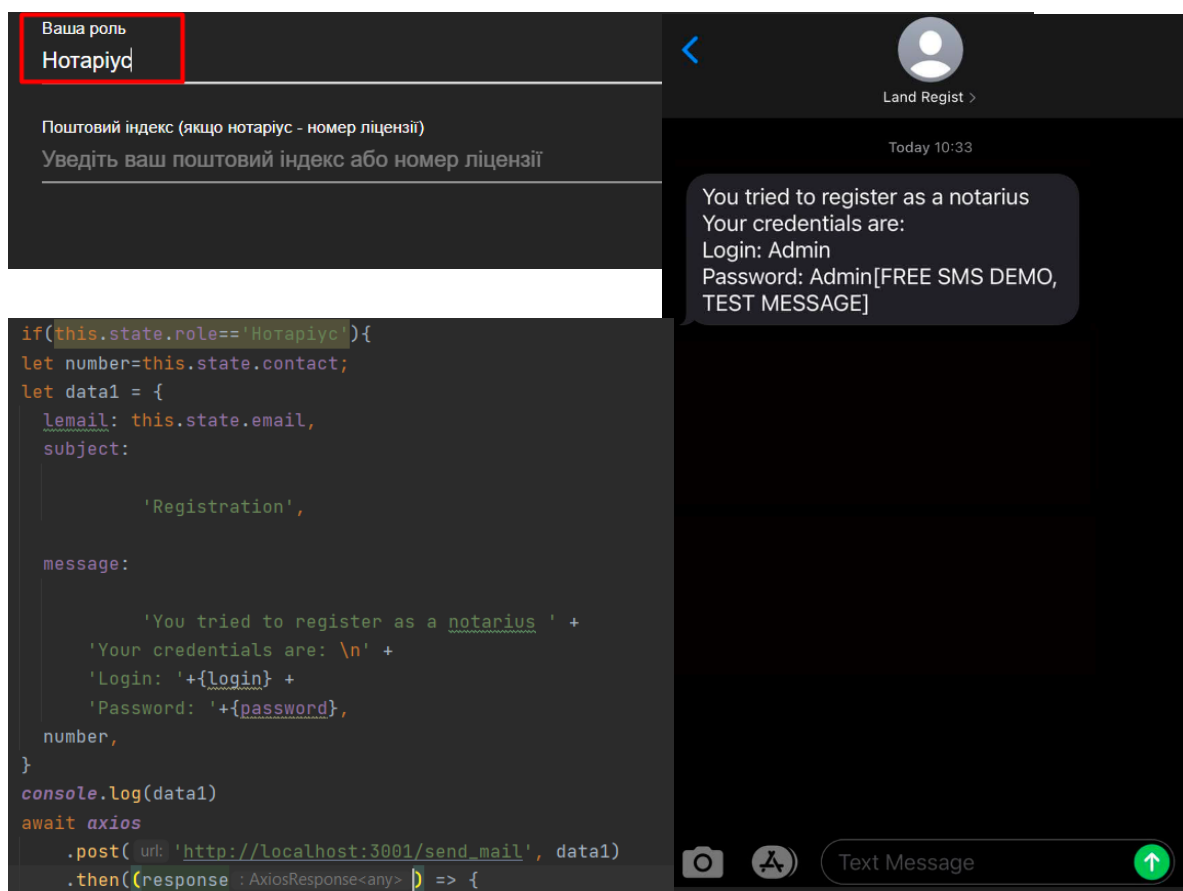


Рис. 3.13 Реєстрація нотаріуса

Інформація про ділянку передається в акаунт уповноваженої особи, яка може відхиляти або підтверджувати реєстрацію:

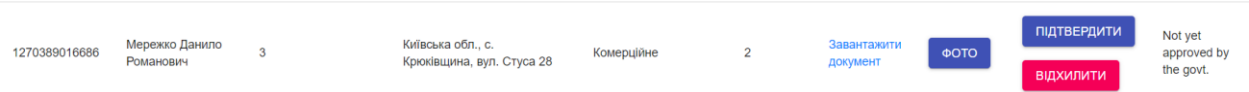


Рис. 3.14 Підтвердження реєстрації землі

Після того, як реєстрація ділянки була затверджена уповноваженою особою, власник може виставити її на продаж, натиснувши відповідну кнопку. Після цього ділянка з’явиться у списку тих, що продаються:

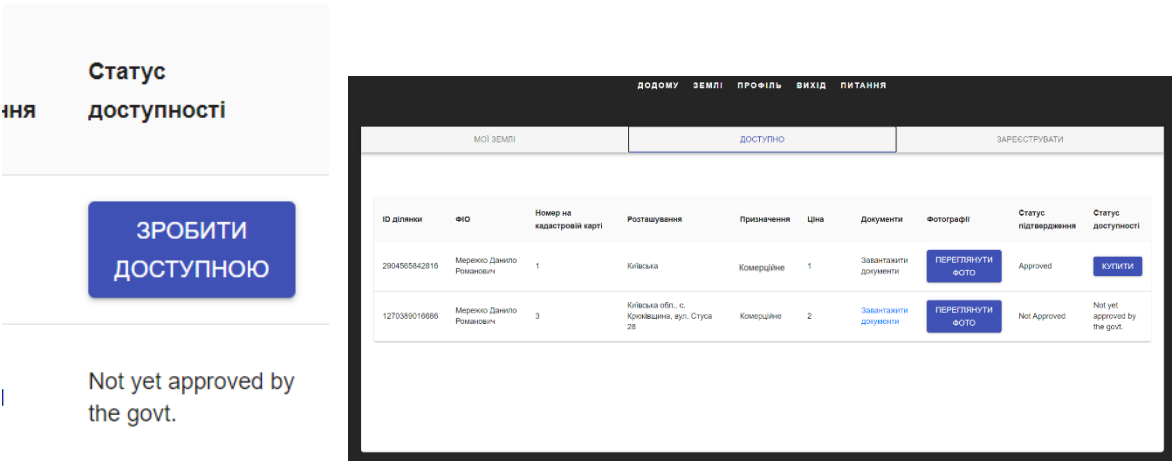


Рис. 3.15 Доступність ділянки після підтвердження

Тепер, якщо інший користувач хоче купити відповідну ділянку, він звертається напряму до власника, не залучаючи третю сторону. Натиснувши кнопку «Купити», покупець відправляє запит продавцю, який може

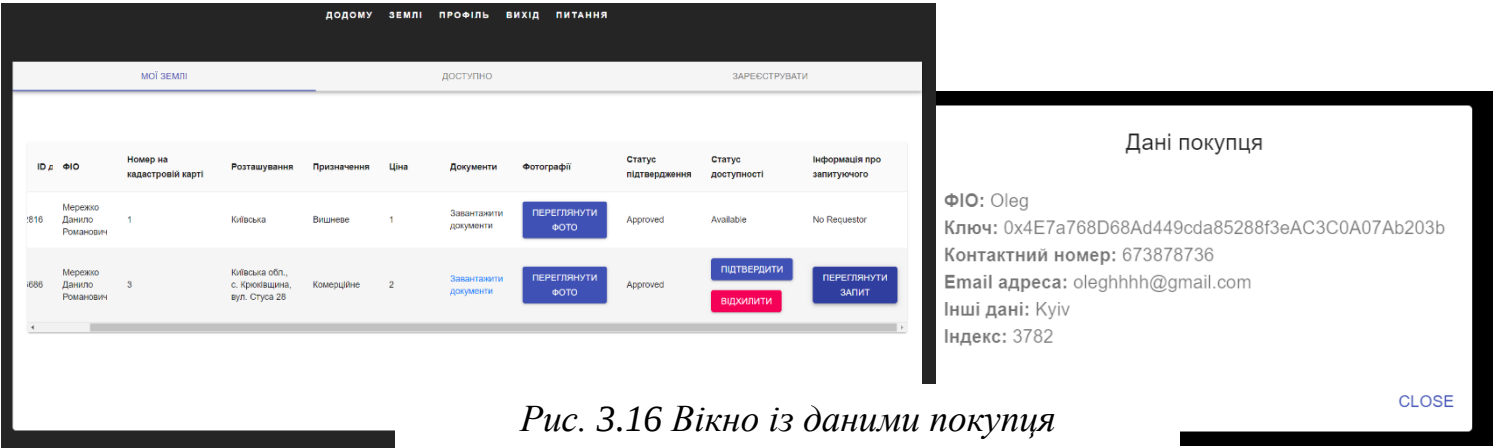


Рис. 3.16 Вікно із даними покупця

переглянути інформацію про покупця та дозволити передачу землі у власність.

Коли продавець підтверджує запит, покупець може переглянути деталі ще раз та отримати землю, натиснувши кнопку «Отримати права».

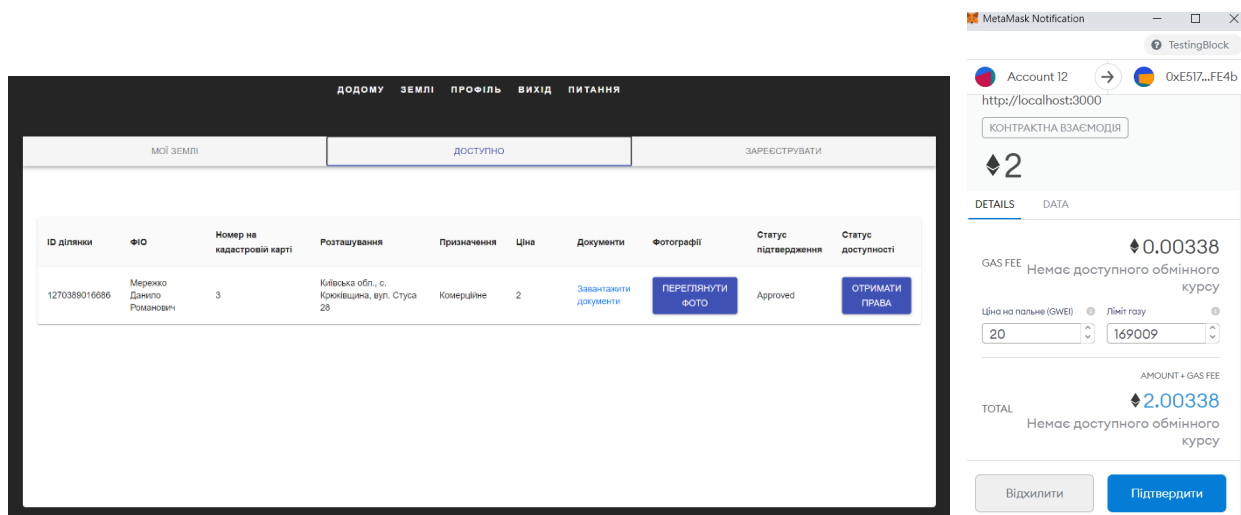


Рис. 3.17 Отримання прав на землю та

Дані про ціну були записані у блокчейн при реєстрації землі, тому при отриманні прав власності ця ціна лишається незмінною, завдяки чому можна уникнути злочинів із незаконним придбанням ділянок за безцінок. Після вищезазначених операцій ділянка з'являється у списку власних земель.

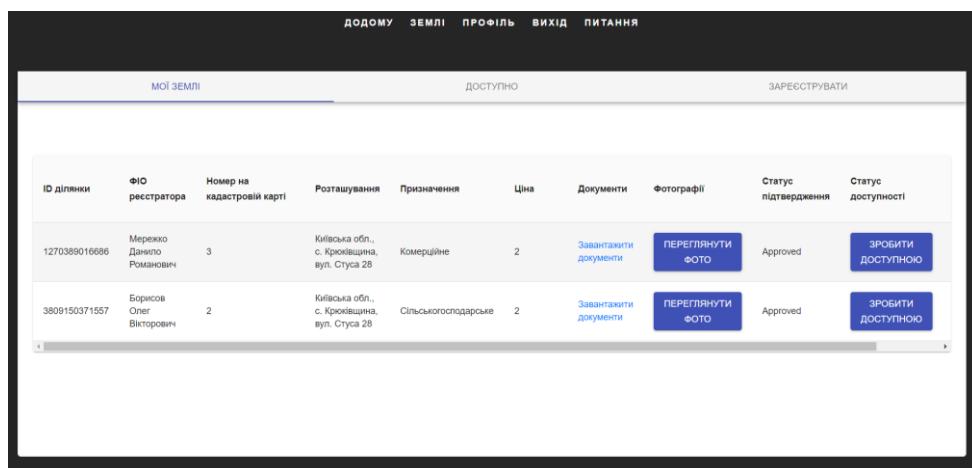


Рис. 3.18 Придбані землі користувача

3.4 Визначення засобів реалізації

- Мовою реалізації фронтенд-частини проекту був обраний JavaScript із застосуванням засобів фреймворку React JS. Такий вибір обумовлений тим, що застосунки React надзвичайно гнучкі, а сам фреймворк надає надзвичайно широкі можливості для реалізації різноманітних функцій. Наприклад, у проекті використано Google Maps Api, який може напряду взаємодіяти із застосунком.

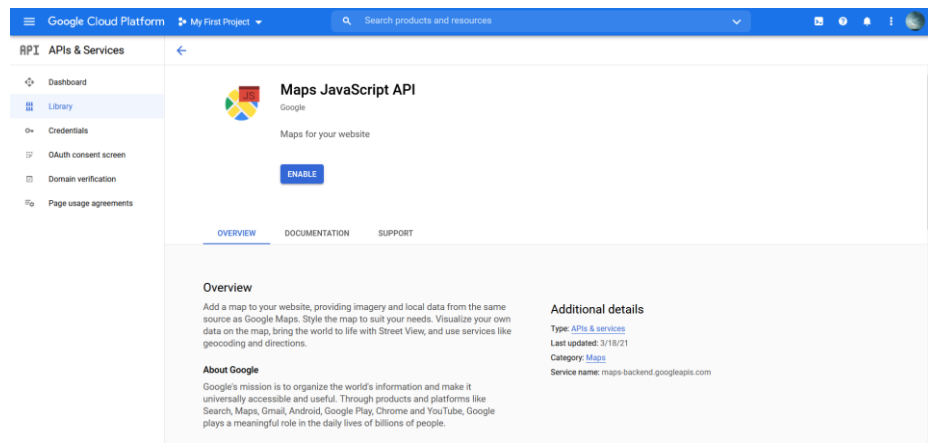


Рис. 3.19 Google Maps API

- Це забезпечено засобами бібліотеки google-map-react і значно спрощує інтеграцію та використання мап на сайті. Фреймворк дуже добре забезпечений бібліотеками, що часто оновлюються, що розширює можливості використання. Іншою перевагою React є те, що розроблений застосунок є дуже «легким», тобто сторінки та запити оброблюються доволі швидко, порівняно з іншими фреймворками.
- Для серверної частини застосунку використовується node.js, оскільки має широку підтримку бібліотек та дозволяє швидко та ефективно розробляти застосунки. Також до node.js доволі легко підключити зовнішні модулі, які б упорались із визначеними завданнями швидше, ніж засобами стандартних бібліотек.

- Для того, щоб ініціалізувати застосунок, необхідно у терміналі перейти у директорію проекту та ввести команду
`curl -X POST http://localhost:3001/authority_registration`
Вона додає у базу даних представника територіальної громади із відповідними даними та дає можливість користувачам реєструватись.
- Для написання смарт-контрактів було використано мову високого рівня Solidity. Цей вибір обумовлений тим, що було вирішено використовувати Ethereum, у середовищі якого легко вести розробку смарт-контрактів, що змінюють домовленості та реальні контракти на папері. Засобами мови передається інформація про користувачів, про їх реєстрацію, про реєстрацію земельних ділянок, а також про перехід від одного власника до іншого. Смарт-контракти не взаємодіють напряду із фронтенд-частиною програми, а передають дані у json-форматі на сервер. LandRegistry.sol відповідає за реалізацію вищезазначених функцій, а Migrations.sol необхідний для обліку контрактів, які уже були завантажені в мережу.
- Для доступу фронтенд-частини до даних користувачів, що успішно зареєструвались, використовується MongoDB; при логіні усі необхідні деталі засобами React копіюються із БД і порівнюються із приватним ключем акаунту, який підключений до MetaMask на даний момент. При спробі зміни даних у MongoDB, веб-сайт повідомить, про те, що дані не співпадають і користувач не зможе здійснити жодних транзакцій.
- Щоб мати можливість відправляти логін та пароль на мобільний телефон нотаріусам, які зареєструвались на веб-сайті, використовується Vonage API (колишній Nexmo). Платформа надає певну кількість тестових повідомлень безкоштовно, а також інтеграція API у код доволі проста та дозволяє відправляти SMS-повідомлення при виконанні користувачем певних дій на сайті.

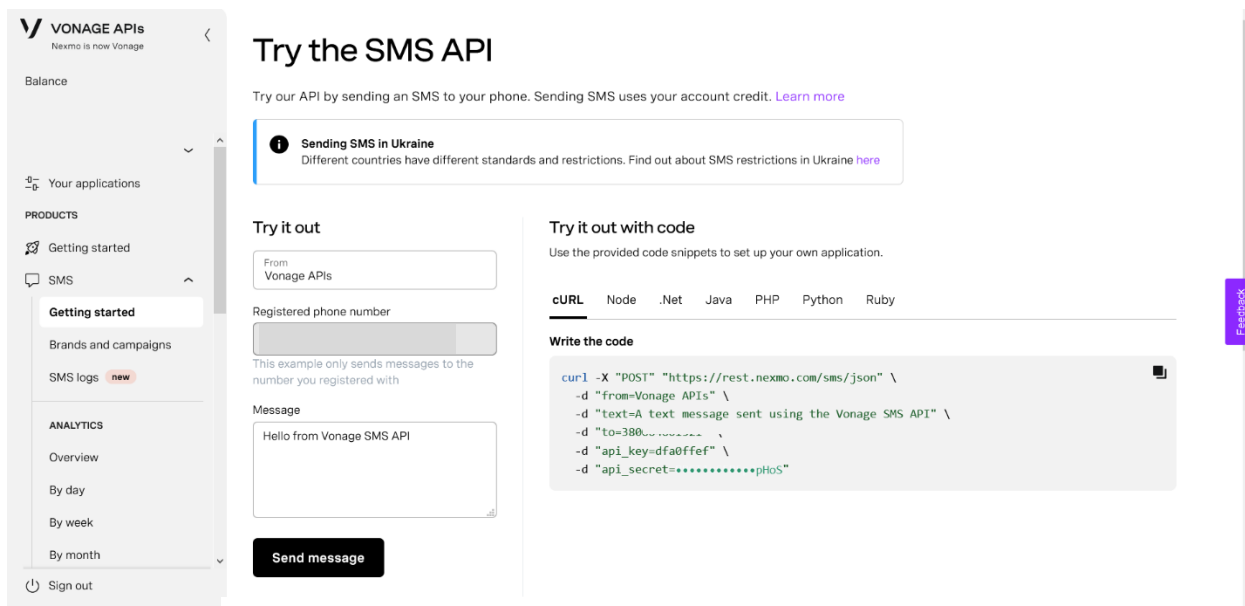


Рис. 3.20 Vonage API

- Для компіляції, міграції та тестування смарт-контрактів був використаний фреймворк Truffle, за допомогою якого також був виконане завантаження контрактів у мережу. За допомогою цього фреймворку задається стандартна структура з папок contracts та migrations та файл truffle-config.js, що використовується для конфігурації truffle-проекту, та в якому містяться дані, що будуть використані під час підключення до локальної блокчейн-мережі. Це найбільш доступне рішення, що дозволяє зручно працювати зі смарт-контрактами, коли необхідна постійна взаємодія з ними. Налаштування Truffle є найбільш гнучким серед інших фреймворків та дозволяє швидко перебудувати проект, якщо це необхідно.

- Щоб розпочати роботу зі смарт-контрактами, використовуються команди
truffle compile
truffle migrate
- Після чого в консолі проекту з'являється повідомлення про те, що контракт успішно завантажений у мережу.

- Для створення тестнету (тестової блокчейн-мережі, до якої підключатиметься застосунок) було використано Ganache, яке є тестовим середовищем, функціонування якого відбувається за допомогою фреймворку Truffle. Задавши необхідні дані у вікні налаштування клієнту, Ganache генерує тестнет, при цьому надаючи 10 ETH-акаунтів із балансом по 100 ETH на кожному. Це достатньо для комфортного тестування, а налаштування програми дозволяють конфігурувати truffle під необхідні задачі.

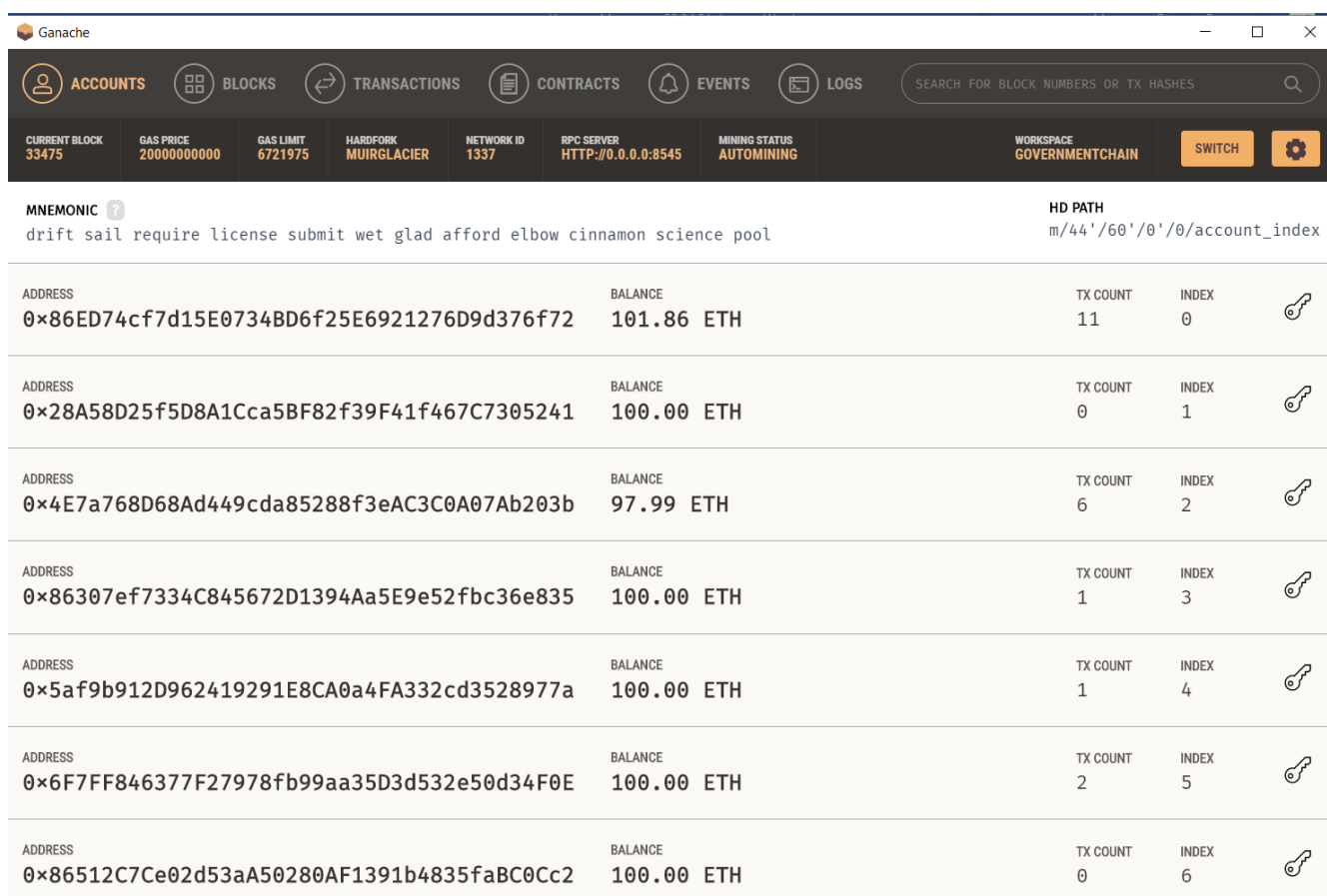


Рис. 3.21 Інтерфейс Ganache

- Для безпосередньої взаємодії тестової мережі із застосунком, використовується MetaMask – розширення браузера, яке дозволяє відправляти та отримувати активи у ETH, виступаючи в ролі гаманця користувача. Це найбільш простий спосіб взаємодії користувача із DAPP,

оскільки зручний інтерфейс та швидка взаємодія із мережею Ethereum значно спрощують роботу.

Для підключення до тестової мережі, встановленої та налаштованої у Ganache, необхідно налаштувати RPC у MetaMask, зазначивши порт та ID мережі, визначені у Ganache:

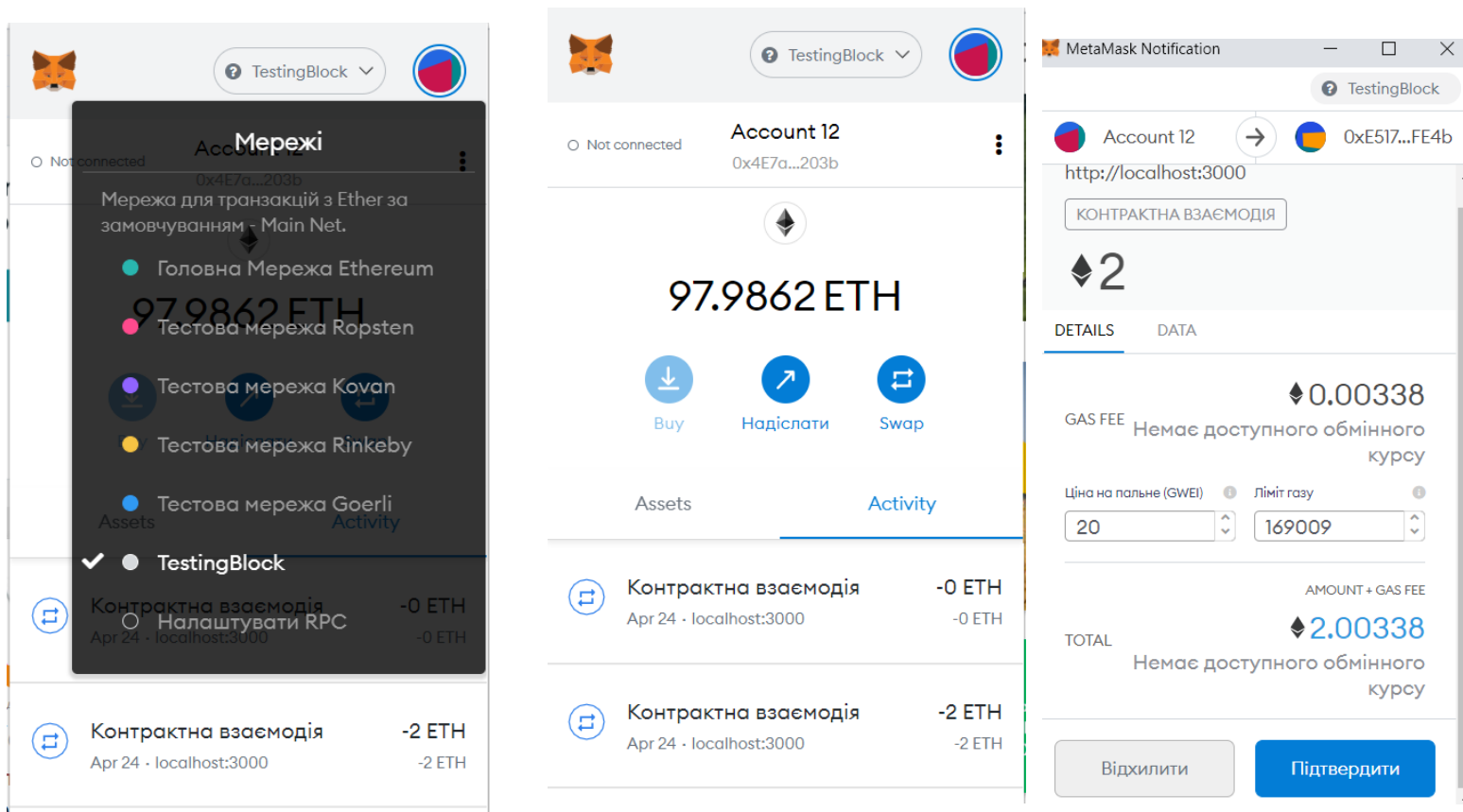


Рис. 3.22 Інтерфейс MetaMask

При отриманні звернення від смарт-контракту, MetaMask надає можливість відхилити або провести транзакцію.

Висновки

У даній роботі було розглянуто технологію блокчейн в цілому та можливості її застосування у державному секторі зокрема. Було розглянуто основні властивості цієї технології, а також механізм її функціонування.

У роботі був детально проаналізований потенціал технології блокчейн, який вона має для застосування у державному секторі. Було розглянуто основні проблеми цієї сфери, та головні галузі, у яких використання цієї технології було б доцільним та максимально ефективним. Приклади застосування блокчейну у державних проектах в Україні та світі свідчать про те, що рівень надання послуг установами, що його використали, значно покращився, а сама процедура їх надання спростилася. Можна сказати, що підхід та принципи технології блокчейн зможуть розв'язати велику кількість питань, що постають у державному секторі на даний момент.

Для демонстрації розглянутих рішень було розроблено застосунок, що представляє собою веб-сайт для роботи із державним земельним кадастром, який використовує платформу Ethereum для запису даних, які не можуть бути зміненими у подальшому використанні. Описано проблеми, які наразі існують у функціонуванні Державного земельного кадастру та розглянуто, як запропонований підхід зможе вирішити деякі з них.

Загалом, технологія блокчейн все більше інтегрується у різні сфери життя і державний сектор зокрема. Такі властивості як прозорість, розподіленість та незмінність є саме тим фундаментом, на якому держава, як структура, може функціонувати найбільш ефективно. Все ширше залучення бізнесу та приватних проектів у розробку електронних сервісів, що використовують блокчейн, свідчить про те, що відсоток застосування цієї технології у державному секторі у найближчі роки буде зростати.

Список використаних джерел

1. 6 key blockchain features [Електронний ресурс]: 101 blockchains-trusted provider of enterprise blockchain research, advisory, training, and certification, стан на 12 березня 2021 - Режим доступу: <https://101blockchains.com/introduction-to-blockchain-features/> - Назва з екрану.
2. What is Blockchain [Електронний ресурс]: Euromoney learning, стан на 5 квітня 2021 – Режим доступу: <https://www.euromoney.com/learning/blockchain-explained/what-is-blockchain> - Назва з екрану.
3. Blockchain explained [Електронний ресурс]: Investopedia, стан на 12 березня 2021 – Режим доступу: <https://www.investopedia.com/terms/b/blockchain.asp> - Назва з екрану.
4. Consensus Mechanism (Cryptocurrency)[Електронний ресурс]: Investopedia, стан на 12 березня 2021 – Режим доступу: <https://www.investopedia.com/terms/c/consensus-mechanism-cryptocurrency.asp> - Назва з екрану.
5. Sam Daley, 30 Blockchain Applications and Real-World Use Cases Disrupting the Status Quo. 2021. 31 березня [Електронний ресурс]: builtin, стан на 5 квітня 2021 – Режим доступу: <https://builtin.com/blockchain/blockchain-applications> - Назва з екрану.
6. James Clavin, Blockchains for Government: Use Cases and Challenges / James Clavin, Sisi Duan, Haibin Zhang, Vandana P. Janeja, Karuna P. Joshi, Yelena Yesha, University of Maryland, Baltimore county [Електронний ресурс]: Digital Government: Research and Practice: інтернет-журн. – 2020. – Вип. 1. – Режим доступу: <https://dl.acm.org/doi/fullHtml/10.1145/3427097> - Назва з екрану.
7. Blockchain in Government and the Public sector [Електронний ресурс]: Consensus, стан 10 квітня 2021 – Режим доступу: <https://consensus.net/blockchain-use-cases/government-and-the-public-sector/> - Назва з екрану.
8. Блокчейн в державному секторі [Електронний ресурс]: BDO Україна, стан на 12 березня 2021 – Режим доступу: <https://www.bdo.ua/uk-ua/insights-2/information-materials/blockchain-in-the-public-sector> - Назва з екрану.
9. Government and public services [Електронний ресурс]: SettleMint, стан 10 квітня 2021 – Режим доступу: <https://www.settlemint.com/government-blockchain-use-cases/> - Назва з екрану.
10. Держгеокадастр [Електронний ресурс] : Головний сайт Держгеокадастру, стан 5 квітня 2021 – Режим доступу: <https://land.gov.ua/icat/kadastr-i-reiestratsiia/> - Назва з екрану.
11. Замовлення_витягу_з_Державного_земельного_кадастру [Електронний ресурс]: ДЗК: Електронні сервіси, стан на 21 квітня 2021 – Режим доступу: http://wikimap.dzk.gov.ua/wiki/Замовлення_витягу_з_Державного_земельного_кадастру - Назва з екрану.
12. Підключення нотаріусів до ДЗК [Електронний ресурс]: Центр Державного земельного кадастру, стан 24 квітня 2021 - Постанова - Режим доступу: <http://dzk.gov.ua/pidklyuchennya-notariusiv-do-as-dzk/> - Назва з екрану.

Додатки

Додаток А. Software Design Description застосунку для земельного кадастру.

Застосунок для роботи із земельним кадастром

1. Вступ

1.1 Мета

Метою SDD є специфікувати основні проблеми, які постають перед користувачем в обраній предметній області та запропонувати шляхи їх вирішення. Метою застосунку є створення автоматизованої системи для впорядкування відносин щодо земельних операцій, а саме: зміна призначення землі, відчуження, передача у спадок.

1.2 Предметна область

Буде розглянуто застосування блокчейну для реалізації застосунку для роботи із земельним кадастром.

1.3 Загальна ідея

Застосунок має функціонувати у вигляді сайту, який буде демонструвати основні принципи використання блокчейну в розрізі роботи з кадастром: перегляду інформації щодо земельних ділянок, а також здійснення операцій з ними (напр. запит на зміну власника).

2. Загальний огляд застосунку

2.1 Основні проблеми кадастру, вирішення яких є на меті проекту

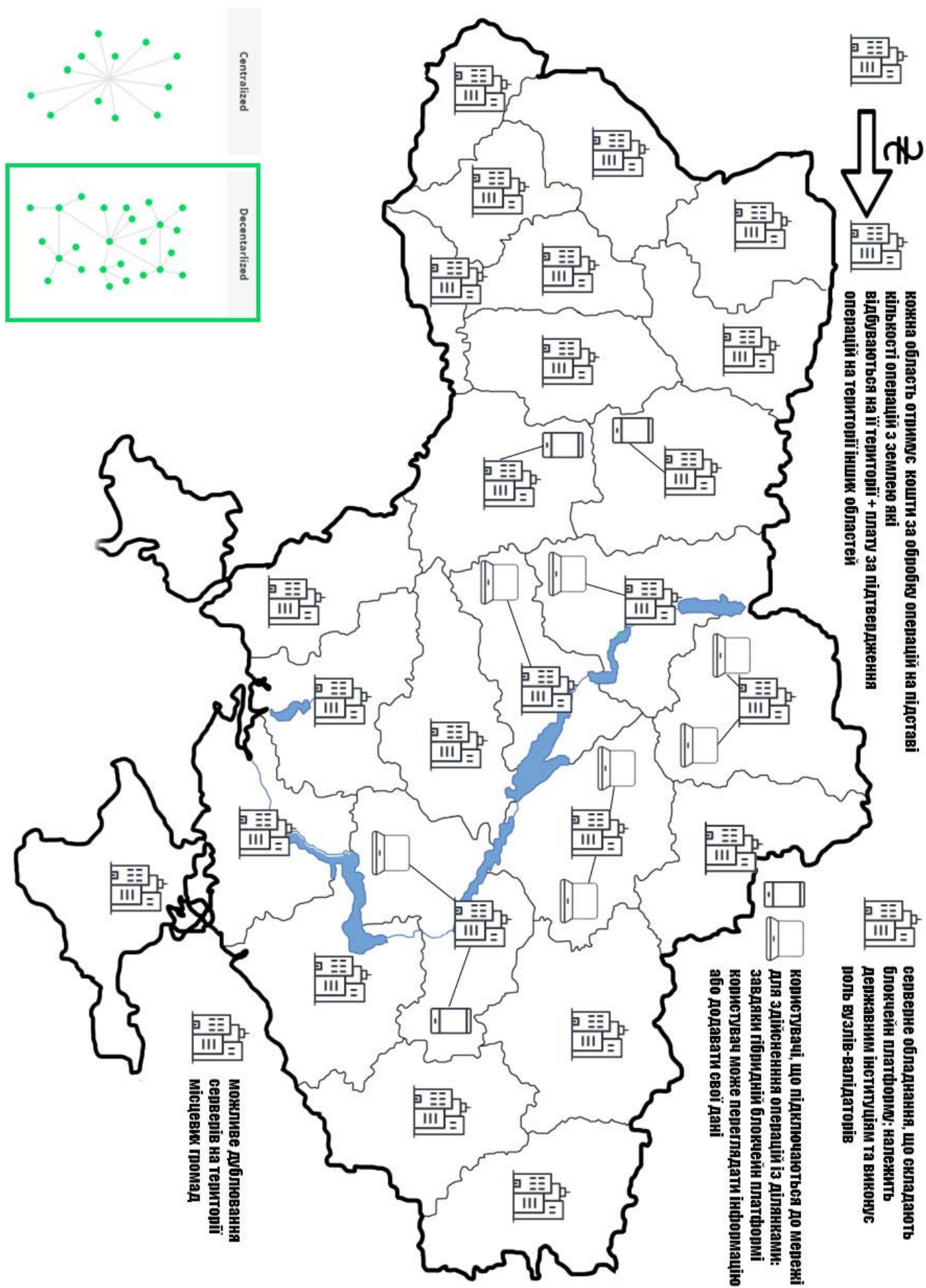
- Махінації із документами, перепродаж землі декільком суб'єктам одночасно.
- Корупційна складова, а саме – залежність питань землевпорядкування від суб'єктивного фактору (рішення посадових осіб, які є підставою для хабарництва).
- Випадки невідповідності фактичної геолокації земельних ділянок даним земельного кадастру.
- Наявність «білих плям» в земельному кадастрі тобто земельних ділянок, права на володіння, використання і розпорядження якими не визначено ні за приватними чи юридичними особами, ні за територіальними громадами, ні за державними установами.
- Залежність покупця і клієнта від третьої сторони.
- Можливість підробки даних.
- Відсутність гарантії, що угода здійснена вірно.
- Велика кількість часу, що витрачається на процедури.

2.2 Запропоновані рішення

- Використання технології блокчейн унеможливить будь які прояви шахрайства, оскільки сторони будуть взаємодіяти напряму між собою і занесені дані неможливо змінити, будь які зміни відбуваються виключно шляхом внесення додаткових даних. Для цього буде використана платформа Ethereum, що має широкі можливості для розробки застосунків.
- Час обробки запитів суттєво зменшиться.

- Для автоматизації роботи із кадастром будуть використовуватися смарт-контракти, написані засобами мови Solidity.
- Завдяки даним рішенням, робота з кадастром буде позбавлена корупційної складової, можливості підробки документів або оскарженню рішень між користувачами, оскільки інформацію щодо транзакцій завжди можна буде перевірити завдяки її збереженню у блокчейні.
- Для реалізації буде використано node.js та React.
- Для реалізації буде використано гібридну блокчейн-платформу, а саме корпоративну з властивостями публічної платформи (кожен може стати користувачем і переглянути інформацію з відкритим доступом, додати власні дані і запити). Сервери для обробки всієї інформації будуть знаходитись у кожній області України, з можливим дублюванням на території об'єднаних територіальних громад.
- Вид консенсусу гібридний – proof of stake + proof of importance (кожна область буде отримувати кошти за обробку операцій на підставі кількості операцій з землею які відбуваються на її території + плату за підтвердження операцій на території інших областей)

Нижче надається блок-схема орієнтовного розташування обладнання на території областей та ролей учасників та користувачів платформи:



Як вже було зазначено, високорівнева мова Solidity буде використана для написання смарт-контрактів, а фреймворк Truffle та додаток Ganache - для оптимізації роботи з ними і зручного тестування. Для використання застосунку в браузері та для підключення до публічної мережі децентралізованих додатків (DAPP) Ефіру буде використано розширення MetaMask.

3.1 Сторінка логіну

Титульна сторінка сайту є сторінкою входу, де можна зайти як відповідно до наступних ролей:

- власник земельної ділянки,
- звичайний користувач,
- сторона договору (покупець, продавець, орендар)
- представник держави,
- нотаріус,
- представник територіальної громади

3.2 Реєстрація операції з земельною ділянкою

Дані про земельні ділянки є загальнодоступними і отримуються на підставі супутникових карт.

При наявності прав щодо будь яких операцій із земельними ділянками, користувачеві буде запропоноване вікно, де можна буде ввести основну інформацію про операцію з земельною ділянкою, а також власні дані, які можуть бути перевірені системою в подальшій взаємодії з іншими учасниками операції.

3.3 Перегляд

Користувач може переглядати на мапі дані про земельну ділянку, яку він хоче купити або вчинити іншу дію (взяти в оренду, концесію), а також дані про її власника, призначення, використання у даний період часу і історія використання). Переглядати можна інформацію і про ті ділянки, що були виставлені на продаж, і ті, які вже є у володінні.

3.4 Профіль

Користувач може ввести контактну інформацію про себе, ту, що буде бачити покупець, якщо користувач стане власником. Також можна буде переглядати ділянки, що вже належать користувачеві і їх поточне призначення і використання.

3.5 Запити

Користувач зможе робити запити на придбання земельної ділянки, а також виставляти власну земельну ділянку на продаж, здачу в оренду.

4. Посилання

- <https://web3js.readthedocs.io/en/v1.3.0/>
- <https://metamask.io/>
- <https://www.trufflesuite.com/>
- <https://www.trufflesuite.com/ganache>