

**Міністерство освіти і науки України**  
**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря**  
**Сікорського»**  
**Фізико-технічний інститут**

**Технологія блокчейн та розподілені системи**

**Лабораторна робота 1**

**«Розгортання систем Ethereum та криптовалют»**

**Виконали:**

Студенти групи ФБ-42мп

Алькова Аліна, Юлія Легойда, Рябко Дмитро

**Ethereum** – провідна загальнодоступна блокчейн-мережа, яка запровадила смарт-контракти, децентралізовані застосунки (dApp) та інші децентралізовані рішення для криптовалютної галузі.

Нативна криптовалюта мережі Ethereum, Ether (ETH), є основною криптовалютою для забезпечення роботи застосунків, побудованих на основі цього блокчейну.

Ether є другою після Bitcoin (BTC) найбільшою криптовалютою у світі за ринковою капіталізацією. Хоча багато людей часто порівнюють Ethereum і Bitcoin, ці дві технології суттєво відрізняються в реалізації технології блокчейну.

На відміну від Bitcoin, платформа Ethereum призначена не лише для збереження або передавання вартості. Її блокчейн надає розробникам потужні інструменти для створення та розгортання власних інтероперабельних (сумісних) децентралізованих активів і послуг.

Основна концепція мережі Ethereum та різноманітних сценаріїв її застосування полягає в тому, що центральних органів влади, які б керували мережею, немає. Натомість, користувачі Ethereum колективно підтримують і захищають блокчейн.

Творець Ethereum, Віталік Бутерін, одного разу порівняв Bitcoin із кишеньковим калькулятором, а Ethereum – зі смартфоном. Концепція Bitcoin означає, що цей актив може дуже добре виконувати одну функцію – передавати вартість.

З іншого боку, розробники Ethereum можуть створювати складні застосунки з майже безмежними можливостями.

## **Технічна функціональність: як працює Ethereum (ETH)?**

Перше, про що варто пам'ятати — Ethereum працює на основі технології блокчейн. Це розподілений реєстр, який зберігає всі транзакції та дії, що відбуваються в мережі. Блоки в цьому ланцюгу містять транзакції, дані смарт-контрактів та підтвердження їх виконання.

### **Смарт-контракти.**

Смарт-контракти — це основний інструмент Ethereum. Це програми, що автоматично виконують задані умови. Наприклад, смарт-контракт може виконати певну транзакцію, коли застосовуються умови, прописані в коді, такі як передача коштів або відправлення повідомлення. Ці контракти розгортаються та виконуються на блокчейні, що робить їх прозорими, незмінними та захищеними від стороннього втручання. Наявність смарт-контрактів укріпила курс Ethereum.

### **Ethereum Virtual Machine (EVM).**

Ethereum Virtual Machine (EVM) — це середовище виконання, яке працює на всіх вузлах мережі. EVM дозволяє виконувати смарт-контракти однаково на всіх вузлах мережі, що гарантує однакові результати закриття угод по всьому світу. Це ключовий

компонент, який робить можливими працездатність децентралізованих додатків.

## **Ключові компоненти мережі криптовалюти Ефіріум**

### **Транзакції за газ.**

Кожна дія в мережі Ethereum, незалежно від того, це виконання смарт-контракту чи проста транзакція, потребує обчислювальних ресурсів. Ці ресурси оплачуються в ефірі (ETH), криптовалюті, що використовується в мережі. Вартість обчислень вимірюється в «газі». Газ — це одиниця, яка визначає, скільки ETH coin потрібно для виконання певної операції.

### **Консенсусний механізм.**

До нещодавнього часу Ethereum використовував механізм консенсусу Proof-of-Work (PoW), аналогічний тому, що є в Bitcoin. Однак Ethereum перейшов на Proof-of-Stake (PoS) через оновлення Ethereum 2.0. У PoS вузли мережі, які володіють ETH, стали валідаторами і підтверджують транзакції, отримуючи за це винагороду. Цей механізм більш енергоефективний та забезпечує вищу масштабованість мережі, утримує та підвищує курс Ефіріума.

### **Шардинг.**

Ethereum 2.0 також впровадив технологію шардингу для підвищення масштабованості. Шардинг дозволяє розділити блокчейн на кілька паралельних ланцюгів (шардів), які можуть обробляти транзакції одночасно, тим самим значно збільшуючи пропускну здатність мережі.

### **Децентралізовані додатки (dApps).**

Розробники використовують Ethereum для створення децентралізованих додатків, які працюють на блокчейні. Ці додатки можуть бути різноманітними: від фінансових сервісів (DeFi) до ігор і соціальних мереж. Оскільки dApps працюють на децентралізованій мережі, вони більш стійкі до цензури та збою, ніж традиційні централізовані додатки. Завдяки цьому ETH – найпопулярніша **криптовалюта в Україні** після BTC.

### **ERC-20 та ERC-721 токени.**

Ethereum підтримує створення власних криптовалют або токенів через стандарти ERC-20 (для взаємозамінних токенів) та ERC-721 (для невзаємозамінних токенів, NFT). Ці токени можуть використовуватися в dApps і торгуватися на різних платформах, що позитивно впливає на курс ETH.

Таким чином, Ethereum є складною, багатофункціональною платформою, яка забезпечує інфраструктуру для створення та роботи

децентралізованих сервісів у глобальному масштабі. Завдяки цьому у Ефіріум ціна має всі перспективи до зростання та масштабування.

## **Solana**

**Solana** – це відкрита платформа блокчейн, створена для забезпечення масштабованості та швидкості. Вона дозволяє створювати та впроваджувати децентралізовані застосунки (dApps) та здійснювати масштабні транзакції без втрати продуктивності і з низькими витратами. Завдяки унікальним рішенням, таким як Proof of History та Sealevel, Solana виділяється серед інших блокчейн-платформ, таких як Ethereum чи Bitcoin. Платформа створена для глобального впровадження блокчейн-технологій, усуваючи бар'єри, пов'язані з витратами, швидкістю та масштабованістю.

Solana була заснована у 2017 році Анатолієм Яковенко, інженером-програмістом із досвідом роботи в компанії Qualcomm. Ідея створення Solana виникла через необхідність покращити продуктивність блокчейнів, які обмежувалися низькою пропускнуою здатністю та високими витратами на транзакції. Яковенко разом із командою розробив унікальний підхід до синхронізації часу в блокчейні, що стало основою для Solana. Назва проєкту походить від Solana Beach – мальовничого пляжу в Каліфорнії, де Яковенко проводив багато часу.

## **Як працює ідея Яковенка?**

Яковенко хотів вирішити головну «трилему» блокчейн-технологій: як зробити їх одночасно швидкими, децентралізованими та якісними. Для цього він вигадав новий алгоритм – **proof-of-history**, який, на відміну від найвідоміших – **proof-of-stake** і **proof-of-work**, зробив процес опрацювання транзакцій у блокчейні більш швидким і захищеним. Ось як працює система: щоб додати блок інформації до бази даних блокчейн, треба аби майнери досягли консенсусу – вирішили, що і в якій послідовності записувати. Різні блокчейни працюють із різними алгоритмами консенсусу. Наприклад, Ethereum використовує найпопулярніший алгоритм – proof-of-work.

**Proof-of-work** працює так: усі майнери обчислюють задачу за певний проміжок часу. Коли один майнер знайде правильну відповідь, інші мають звіритися з ним. Вони досягнуть консенсусу і запишуть блок інформації лише тоді, коли більшість учасників мережі підтвердить початкову відповідь.

Перевагою цього алгоритму є те, що за правильні відповіді майнери отримують винагороду в криптовалюти. Мінус – цей процес вимагає багато електроенергії.

Алгоритм консенсусу **proof-of-stake** відрізняється тим, що дає право записати блок інформації групі людей, яка заплатить за це більше. Ця модель потребує менше електроенергії, але концентрує управління в руках вузького кола учасників.

Яковенко вирішив поєднати алгоритм proof-of-stake із власною розробкою – **proof-of-history**. Щоб зекономити час на

підтвердження часу кожної транзакції так званими валідаторами, Solana самостійно призначає часові штампи, завдяки яким можна швидше досягти часового консенсусу.

Порівняно з Bitcoin та Ethereum – Solana є більш «зеленим» блокчейном, адже витрачає менше енергії.

## **Solana – характеристики**

Solana має кілька унікальних характеристик, які роблять її особливою у світі блокчейнів:

### **1. Proof of History (PoH)**

Proof of History – це інноваційне рішення, яке дозволяє синхронізувати час у блокчейні. Завдяки цьому механізму Solana може обробляти тисячі транзакцій на секунду, що робить її однією з найшвидших платформ на ринку. Один блок інформації у мережі Solana створює за 0,4 секунди, Ethereum – за 10 секунд, а Bitcoin – за 10 хвилин.

### **2. Низька плата за транзакцію**

Середня вартість однієї транзакції в мережі Solana становить лише 0,00025 USD у Ethereum – 25–53 USD, залежно від ціни на електроенергію. Це робить Solana ідеальним рішенням для користувачів, які потребують швидких і недорогих операцій.

### **3. Висока пропускна здатність**

Solana може обробляти до 50 000 транзакцій на секунду (TPS). Це значно більше, ніж Ethereum чи Bitcoin, які обробляють відповідно близько 30 і 7 TPS.



#### **4. Sealevel**

Це паралельний runtime, який дозволяє одночасно обробляти багато смарт-контрактів. Завдяки цьому Solana може підтримувати складніші застосунки та операції без зниження продуктивності.

#### **5. Глобальний стан**

Solana підтримує один глобальний стан, що означає, що всі застосунки на платформі працюють в одному цілісному середовищі. Це полегшує інтеграцію і забезпечує більшу прозорість.

### **Як працює Solana?**

Основою роботи Solana є згаданий раніше механізм Proof of History (PoH). Це рішення дозволяє створити “годинник” у блокчейні, який впорядковує транзакції у часі. У традиційних блокчейнах, таких як Bitcoin, вузли спочатку повинні узгодити час, перш ніж підтвердити транзакції. У мережі Solana цей крок було усунуто, що значно прискорює її роботу.

### **Proof of Stake (PoS)**

Solana також використовує механізм Proof of Stake, який дозволяє користувачам стейкати токени SOL. Учасники мережі можуть делегувати свої токени валідаторам, які підтверджують транзакції. У свою чергу вони отримують винагороду у вигляді нових tokenів SOL та частки транзакційних комісій.

## **Solana – застосування**

Solana знаходить застосування у багатьох сферах, таких як:

### **1. DeFi (децентралізовані фінанси)**

Solana дозволяє створювати децентралізовані біржі, платформи для кредитування та інші фінансові застосунки. Прикладом є Serum – децентралізована біржа на основі мережі Solana.

### **2. NFT**

Solana стала популярною у світі NFT завдяки своїй швидкості та низьким витратам. Багато проєктів NFT обирають Solana замість Ethereum.

### **3. Блокчейн-ігри**

Solana є ідеальним рішенням для ігор на основі блокчейну, які потребують великої кількості швидких транзакцій.

### **4. Транскордонні платежі**

Завдяки низьким витратам і швидким транзакціям Solana є чудовим рішенням для міжнародних платежів.

## **Скільки коштує Solana?**

Ціна Solana (SOL) змінюється залежно від ситуації на ринку криптовалют. Вартість цієї криптовалюти визначається попитом і пропозицією, а також розвитком екосистеми Solana. Варто регулярно перевіряти актуальні курси, щоб приймати обґрунтовані інвестиційні рішення. Станом на 19 березня 2025 року, курс SOL

становить 130.57 USD. Купівля Solana проста і доступна для всіх. Ви можете зробити це на криптовалютних біржах, таких як Binance, Coinbase або Kraken. Достатньо створити обліковий запис, підтвердити свою особу та здійснити покупку за допомогою кредитної картки, банківського переказу або інших методів оплати.

Щоб безпечно зберігати свої токени SOL, варто обрати відповідний криптовалютний гаманець. Ви можете обрати:

- апаратні гаманці (наприклад, Ledger, Trezor) – найкраще рішення для довгострокового зберігання;
- програмні гаманці (наприклад, Phantom, Exodus) – зручні у використанні додатки для комп'ютерів і смартфонів;
- онлайн-гаманці (наприклад, Kriptomat) – дозволяють швидко купувати, продавати і обмінювати токени.

## **Solana (SOL) – переваги та недоліки**

### **Переваги:**

- **низькі транзакційні збори** – ідеально для частих користувачів
- **висока пропускна здатність** – чудово підходить для великих застосунків та ігор на основі блокчейну. швидкість роботи – час підтвердження транзакції становить менше секунди
- **масштабованість** – можливість обслуговувати мільйони користувачів без зниження продуктивності.

### **Недоліки:**

- **недостатня децентралізація** – деякі критикують Solana за відносно централізовану модель валідаторів
- **новизна на ринку** – порівняно з Ethereum чи Bitcoin Solana має коротшу історію і менш усталену позицію
- **технічні проблеми** – у минулому траплялися перебої в роботі мережі.

## Bitcoin

**Bitcoin** з'явився у 2009 році як перша децентралізована цифрова валюта, створена Сатоші Накамото. Його головна мета полягала в тому, щоб забезпечити peer-to-peer передачу вартості без участі посередників, таких як банки. Ця система задумувалася як "цифрове золото" з обмеженою емісією у 21 мільйон монет, що підкреслює її фокус на збереженні вартості.

На противагу цьому Ethereum, запущений у 2015 році Віталіком Бутерінім, вийшов за рамки простої валюти. Він став платформою для смарт-контрактів і децентралізованих додатків, пропонуючи розробникам інструменти для створення програмованих угод та складних систем на базі блокчейну. Ether, нативна криптовалюта Ethereum, використовується не лише для транзакцій, а й як "паливо" для виконання смарт-контрактів. Таким чином, уже на рівні мети видно суттєву різницю: Bitcoin зосереджений на одній функції, тоді як Ethereum пропонує універсальну платформу з широкими можливостями.

Одним із ключових аспектів, що визначають розгортання цих систем, є механізм консенсусу. Bitcoin використовує Proof of Work, де майнери за допомогою обчислювальних потужностей вирішують складні математичні задачі для додавання нових блоків до блокчейну. Цей процес енергоємний, але забезпечує високу безпеку мережі завдяки розподіленій природі обчислень. Ethereum, у свою чергу, спочатку також базувався на Proof of Work, але у 2022 році, після оновлення під назвою "The Merge", перейшов на Proof of Stake. У цій моделі валідатори "ставлять" свої монети Ether для підтвердження транзакцій, що значно знижує енергоспоживання і підвищує швидкість обробки. Ця еволюція підкреслює гнучкість Ethereum як системи, що розвивається, на відміну від Bitcoin, який залишається консервативним у своїй основі. Різні механізми консенсусу впливають на те, як ці мережі розгортаються та функціонують, а також ускладнюють ідею заміни одного механізму іншим через їхню фундаментальну несумісність.

Архітектура цих систем також суттєво відрізняється. Bitcoin має просту структуру: його блокчейн — це ланцюжок блоків, де зберігається інформація про транзакції. Для обробки цих транзакцій використовується скриптова мова, яка, однак, не є Тюрінг-повною, тобто не дозволяє виконувати складні обчислення чи програмувати логіку, як у звичайних мовах програмування. Це обмеження робить Bitcoin стабільним і безпечним, але менш гнучким. Ethereum, навпаки, побудований навколо Ethereum Virtual Machine — віртуальної машини, яка виконує смарт-контракти, написані на Тюрінг-повних мовах, таких як Solidity. Завдяки цьому розробники можуть створювати складні додатки, від

децентралізованих фінансових систем до ігор, що робить Ethereum значно складнішим і багатофункціональним.

Технічна реалізація цих відмінностей впливає на процес розгортання нод — комп'ютерів, які підтримують мережу. Наприклад, як зазначається на сайті у методичних вказівках, для запуску повної ноди Bitcoin потрібно завантажити весь блокчейн, який на сьогодні перевищує 500 ГБ даних, і налаштувати клієнт, наприклад, Bitcoin Core. Цей процес відносно простий, але вимагає стабільного інтернету та продуктивних дисків через велику кількість дрібних файлів. У той же час Ethereum навантажує систему набагато сильніше, адже крім транзакцій зберігає дані про стан смарт-контрактів. Встановлення ноди Ethereum, як описано на тому ж сайті, включає додавання спеціального репозиторію та запуск клієнта, такого як Geth, що робить процес складнішим і більш вимогливим до ресурсів.

Щодо продуктивності та масштабованості, ці системи також демонструють різні підходи. Bitcoin обробляє приблизно 7 транзакцій за секунду через обмеження розміру блоку в 1 МБ, що призводить до затримок при високому навантаженні. Ethereum, після переходу на Proof of Stake, досягає швидкості до 30 транзакцій за секунду в базовій мережі, а з використанням рішень другого рівня, таких як Arbitrum чи Optimism, цей показник може зростати в рази. На практиці, ноди цих криптовалют по-різному впливають на обладнання: Bitcoin менш вимогливий до дисків, тоді як Ethereum через складну структуру даних створює більше навантаження. Автор сайту навіть радить використовувати окремі

диски для кількох нод, щоб уникнути проблем із затримками, що підкреслює технічні відмінності в їхній роботі.

Питання взаємозаміни модулів між Bitcoin і Ethereum є центральним у цьому аналізі. Модулі Bitcoin, такі як механізм Proof of Work чи структура транзакцій, жорстко заcodedовані й оптимізовані під його головну мету — безпечну передачу вартості. Заміна цього механізму на Proof of Stake, як в Ethereum, порушила б економічну модель майнінгу, яка є основою Bitcoin, і вимагала б повного перепису протоколу. Так само додавання Ethereum Virtual Machine до Bitcoin неможливе без зміни його фундаментальних принципів, адже проста скриптова мова не підтримує складні обчислення. З іншого боку, Ethereum завдяки своїй модульній архітектурі дозволяє впроваджувати оновлення, як-от перехід на PoS, але ці модулі не можуть бути перенесені в Bitcoin через різні підходи до криптографії, обробки даних і навіть філософії систем. Як показує практика розгортання нод, навіть базові компоненти, такі як формат блоків чи вимоги до зберігання даних, настільки різні, що їхня інтеграція потребувала б створення нової системи, а не модифікації існуючої.

Отже, Bitcoin є простою, стабільною платформою з акцентом на безпеці та незмінності, тоді як Ethereum — гнучкою системою, яка постійно розвивається і підтримує програмованість.

## Таблиця порівняння

|                 | Ethereum              | Bitcoin        | Solana                |
|-----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|
| Архітектура     | Модульна, EVM         | Монолітна      | Паралельна (Sealevel) |
| Консенсус       | PoS                   | PoW            | PoH + PoS             |
| Масштабованість | Обмежена (L2 рішення) | Низька (7 TPS) | Висока (50,000+ TPS)  |
| Час блоку       | ~12 сек               | ~10 хв         | ~0,4 сек              |
| Смарт-контракти | Solidity, сумісний    | Відсутні       | Rust, C               |
| Сумісність      | EVM-екосистема        | Відокремлена   | Власна екосистема     |