

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан математичного факультету

С.І. Гоменюк
(ініціали та прізвище)
«01» вересня 2025 р.

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Blockchain-технології

підготовки _____ магістрів _____

денної форми здобуття освіти

освітньо-наукова програма _____ Комп'ютерні науки _____

спеціальності _____ Комп'ютерні науки _____

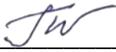
галузі знань _____ Інформаційні технології _____

ВИКЛАДАЧ: Миронова Наталя Олексіївна, к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних наук
Чорний Кирило Павлович, асистент кафедри комп'ютерних наук

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри комп'ютерних наук

Протокол № 1 від 25 серпня 2025 р.
Завідувач кафедри комп'ютерних наук

Погоджено
Гарант освітньо-наукової програми


_____ Г. М. Шило
(підпис) (ініціали, прізвище)


_____ С.І. Гоменюк
(підпис) (ініціали, прізвище)

2025 рік



Зв'язок з викладачем: Миронова Наталя Олексіївна

E-mail: natali.myronova@gmail.com

Сезн ЗНУ повідомлення: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=15126>

Телефон (кафедра): 289-12-57

Кафедра комп'ютерних наук, ауд. №39, 1 корпус ЗНУ

1. Опис навчальної дисципліни

Дисципліна «Blockchain-технології» є вибірковим освітнім компонентом для здобувачів магістерського рівня спеціальності 122 Комп'ютерні науки, освітньо-наукової програми Комп'ютерні науки.

У даному курсі розглядаються фундаментальні концепції та практичні механізми роботи децентралізованих систем, зокрема основи побудови розподілених реєстрів. Детально вивчається структура блоку, застосування криптографічних примітивів, таких як хешування (SHA-256), цифрові підписи та дерева Меркла для забезпечення цілісності даних. Особлива увага приділяється механізмам досягнення консенсусу в мережі без довіри, включаючи Proof of Work (PoW) та Proof of Stake (PoS), а також архітектурі P2P-мереж. Курс охоплює розробку смарт-контрактів на мові Solidity для платформи Ethereum, вивчення життєвого циклу контрактів, механізмів газу та роботи з віртуальною машиною Ethereum (EVM). Здобувачі опановують створення децентралізованих застосунків (DApps) з інтеграцією фронтенд-частини через Web3-провайдери, розглядають питання безпеки, аудиту вразливостей (Reentrancy, Overflow) та основи децентралізованих фінансів (DeFi).

Метою вивчення дисципліни «Blockchain-технології» є оволодіння теоретичними основами та практичними навичками роботи з ключовими механізмами операційних систем: управління процесами, файловими операціями, міжпроцесною комунікацією через канали та сокети, а також використанням спільної пам'яті для ефективної взаємодії програм.

У результаті вивчення дисципліни «Blockchain-технології» здобувач освіти повинен **знати**:

- архітектуру та принципи функціонування публічних та приватних блокчейн-мереж;
- математичні основи криптографії в блокчейні: хеш-функції, асиметричне шифрування, дерева Меркла;
- алгоритми консенсусу (PoW, PoS, BFT) та методи вирішення проблеми візантійських генералів;
- синтаксис та типи даних мови Solidity, особливості роботи EVM;
- стандарти токенів (ERC-20, ERC-721) та архітектуру смарт-контрактів;
- принципи взаємодії клієнтської частини з блокчейном через бібліотеки Ethers.js/Web3.js;
- методики аудиту безпеки та типові вразливості смарт-контрактів;
- основи функціонування DeFi-протоколів та корпоративних блокчейн-



рішень (Hyperledger).

Вміти:

- проектувати та реалізовувати структуру власного прото-блокчейну з механізмами валідації;
- програмно моделювати процеси майнінгу та вибору валідаторів у мережі;
- розробляти, тестувати та розгортати смарт-контракти в середовищах Remix та Hardhat;
- створювати токени стандартів ERC-20 та реалізовувати логіку їх передачі;
- розробляти веб-інтерфейси для взаємодії з блокчейном та інтегрувати крипто-гаманці (Metamask);
- проводити базовий аудит коду на предмет безпеки та оптимізації витрат газу;
- конфігурувати приватні блокчейн-мережі для корпоративних потреб.

Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	денна форма здобуття освіти
Статус дисципліни	Вибіркова
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	4
Кількість годин	120
Лекційні заняття	12
Лабораторні заняття	22
Самостійна робота	86
Консультації	За розкладом, дистанційно: https://meet.google.com/ins-srkc-wyy
Вид підсумкового семестрового контролю:	залік
Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=15126

2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
Компетентності		
ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.	пояснення, обговорення, виконання завдань лабораторних та самостійних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування
ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	пояснення, обговорення, виконання завдань лабораторних та самостійних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування
ЗК05. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.	самостійна робота з документацією, дослідницькі завдання, читання технічних статей, робота з онлайн-ресурсами	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування
СК01. Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук.	пояснення, обговорення, виконання завдань лабораторних та самостійних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування
СК02. Здатність формалізувати предметну область певного проєкту у вигляді відповідної інформаційної моделі.	пояснення, обговорення, виконання завдань лабораторних та самостійних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування
СК03. Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.	пояснення, обговорення, виконання завдань лабораторних та самостійних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування
СК06. Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук.	пояснення, обговорення, виконання завдань лабораторних та самостійних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування
СК07. Здатність розробляти програмне забезпечення відповідно до	пояснення, обговорення, виконання завдань лабораторних та	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт,



сформульованих вимог з урахуванням наявних ресурсів та обмежень.	самостійних робіт	опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування
Результати навчання		
РН1. Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань.	пояснення, демонстрування, виконання завдань лабораторних та самостійних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування
РН2. Мати спеціалізовані вміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.	пояснення, демонстрування, виконання завдань лабораторних та самостійних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування
РН6. Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи.	пояснення, демонстрування, виконання завдань лабораторних та самостійних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування
РН10. Проектувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення	пояснення, демонстрування, виконання завдань лабораторних та самостійних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування
РН19. Аналізувати сучасний стан і світові тенденції розвитку комп'ютерних наук та інформаційних технологій	пояснення, демонстрування, виконання завдань лабораторних та самостійних робіт	Поточний контроль: захист лабораторних та самостійних робіт, опитування Підсумковий контроль: підсумкове тестування



3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основи технології та архітектура смарт-контрактів

Тема 1. Вступ до блокчейну та криптографічні основи

Визначення поняття блокчейну та його ключові властивості: децентралізація, незмінність, прозорість. Історія розвитку та класифікація мереж (Public, Private, Consortium). Криптографічні засади: хеш-функції (SHA-256), асиметричне шифрування та цифрові підписи. Структура блоку та організація даних через дерева Меркла.

Тема 2. Механізми консенсусу та мережева архітектура

Проблема візантійських генералів у розподілених системах. Алгоритми досягнення узгодженості: Proof of Work (майнінг, складність, атака 51%) та Proof of Stake (стейкінг, валідатори, slashing). Архітектура P2P-мереж та поширення блоків. Поняття форків та масштабованості ланцюгів.

Тема 3. Платформа Ethereum та мова програмування Solidity

Архітектура Ethereum: Віртуальна машина Ethereum (EVM) та поняття стану. Економіка мережі: газ (gas), ліміти та ціна транзакції. Основи мови Solidity: типи даних, модифікатори, події (events) та обробка помилок. Життєвий цикл смарт-контракту та стандарти токенів (ERC-20, ERC-721).

Змістовий модуль 2. Децентралізовані екосистеми та корпоративні рішення

Тема 4. Розробка децентралізованих застосунків (DApps)

Архітектура DApp: взаємодія фронтенду з блокчейном. Роль Web3-провайдерів та бібліотек (Ethers.js / Web3.js). Інтеграція з крипто-гаманцями (Metamask). Професійні середовища розробки: Hardhat та Foundry. Тестування та автоматизація деплою контрактів у тестові мережі.

Тема 5. Децентралізовані фінанси (DeFi) та безпека

Основи DeFi: децентралізовані біржі (DEX), пули ліквідності та автоматизовані маркет-мейкери (AMM). Аналіз безпеки смарт-контрактів: типові вразливості (Reentrancy, Overflow, Front-running). Методи аудиту коду та використання бібліотек безпечних стандартів (OpenZeppelin).

Тема 6. Корпоративні блокчейни та перспективи технології

Особливості Enterprise-рішень. Фреймворк Hyperledger Fabric: архітектура каналів, приватність даних та організація консенсусу в закритих мережах. Майбутнє блокчейну: рішення другого рівня (L2), Zero-Knowledge Proofs (ZKP) та концепція Web 3.0.

4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття /роботи	Назва теми	Кількість годин о/д. ф.	Згідно з розкладом
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Лекція	Розробка власного прото-блокчейну (Python/Node.js).	2	тиждень 1,2
Лабораторна робота	Реалізація криптографічних примітивів та структури блоку.	2	тиждень 1
Лабораторна робота	Створення ланцюга (Chain) з механізмом валідації та перевірки цілісності.	2	тиждень 2
Лекція	Реалізація механізмів консенсусу (PoW та PoS симуляція).	2	тиждень 3,4
Лабораторна робота	Proof of Work (PoW). Програмна реалізація алгоритму майнінгу: робота з параметром складності (difficulty), пошук nonce та перевірка обчислювальної роботи.	2	тиждень 3
Лабораторна робота	Proof of Stake (PoS). Моделювання вибору валідатора на основі частки володіння (stake), реалізація логіки «ваги» голосу та механізму покарань за некоректні блоки (slashing).	2	тиждень 4
Лекція	Смарт-контракти та токенизація (Remix IDE).	2	тиждень 5,6
Лабораторна робота	Написання базової бізнес-логіки в Remix IDE.	2	тиждень 5
Самостійна робота		46	тиждень 1-5
Лабораторна робота	Створення та локальне розгортання токена стандарту ERC-20.	2	тиждень 6
Лекція	Розробка клієнтської частини DApp (React + Ethers.js).	2	тиждень 7,8
Лабораторна робота	Створення веб-інтерфейсу та підключення крипто-гаманця.	2	тиждень 7
Лабораторна робота	Реалізація повної взаємодії фронтенду зі смарт-контрактом.	2	тиждень 8
Лекція	Аудит безпеки та взаємодія з DeFi протоколами.	2	тиждень 9,10
Лабораторна робота	Пошук та виправлення типових вразливостей (Reentrancy, Overflow).	2	тиждень 9
Лабораторна робота	Програмна взаємодія з DeFi-протоколами (свопи, пули ліквідності).	2	тиждень 10
Лекція	Конфігурація та запуск приватної мережі (Docker).	2	тиждень 11
Лабораторна робота	Розгортання та конфігурація приватної блокчейн-мережі.	2	тиждень 11
Самостійна робота		40	тиждень 6-11

Методичні рекомендації до лабораторних занять розміщено у СЕЗН ЗНУ Moodle на сторінці освітнього компонента «Blockchain-технології»

5. Види і зміст контрольних заходів

Вид заняття/ роботи	Вид контрольного заходу	Зміст контрольного заходу*	Критерії оцінювання та термін виконання	Усього балів
Поточний контроль (III семестр)				
Лабораторна робота	Захист лабораторної роботи №1	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Виконання та завантаження звіту у СЕЗН ЗНУ, усне опитування, тиждень 1	7
Лабораторна робота	Захист лабораторної роботи №2	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Виконання та завантаження звіту у СЕЗН ЗНУ, усне опитування, тиждень 2	8
Лабораторна робота	Захист лабораторної роботи №3	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Виконання та завантаження звіту у СЕЗН ЗНУ, усне опитування, тиждень 3	10
Самостійна робота		Розміщено в СЕЗН ЗНУ		5
Лабораторна робота	Захист лабораторної роботи №4	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Виконання та завантаження звіту у СЕЗН ЗНУ, усне опитування, тиждень 4	7
Лабораторна робота	Захист лабораторної роботи №5	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Виконання та завантаження звіту у СЕЗН ЗНУ, усне опитування, тиждень 5	8
Лабораторна робота	Захист лабораторної роботи №6	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Виконання та завантаження звіту у СЕЗН ЗНУ, усне опитування, тиждень 6	10
Самостійна робота		Розміщено в СЕЗН ЗНУ		5
Усього за поточний контроль				60
Підсумковий контроль				
Залік	Тестування	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Усні відповіді на запитання лектора	40
Усього за підсумковий контроль				40

Шкала оцінювання ЗНУ: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		



6. Основні навчальні ресурси

Рекомендована література

1. Bashir, I. Mastering Blockchain: A deep dive into distributed ledgers, consensus protocols, smart contracts, DApps, and more. 4th ed. Birmingham : Packt Publishing, 2023. 854 p.
2. Zheng Z., Xie S., Dai H. Blockchain Technology: Principles and Applications Singapore: Springer Nature, 2024. 462 p.
3. Xu X., Weber I., Staples M. Blockchain Design and Applications 2nd ed. – Singapore : Springer, 2023. 380 p.
4. Harvey C. R., Ramachandran A., Santoro J. DeFi and the Future of Finance. – Hoboken : John Wiley & Sons, 2021. 224 p.
5. Mohanty, D. Ethereum for Architects and Developers: With Case Studies and Code Examples in Solidity. 2nd ed. New York : Apress, 2020. 327 p.
6. Solorio K., Kumpera R., Jensen H. J. Hands-On Smart Contract Development with Solidity and Ethereum: From Design to Deployment. Sebastopol : O'Reilly Media, 2020. 256 p.
7. Singhal B., Dhameja G., Panda P. S. Beginning Blockchain: A Beginner's Guide to Understanding the Mind-Blowing World of Blockchain. 2nd ed. New York : Apress, 2023. 480 p.

Інформаційні ресурси

1. Ethereum Developer Documentation – Офіційний портал для розробників: концепції мережі, архітектура EVM та посібники з розробки. <https://ethereum.org/en/developers/docs/>
2. Solidity Language Portal – Повна технічна документація мови програмування смарт-контрактів Solidity. <https://docs.soliditylang.org/>
3. OpenZeppelin Contracts & Security – Стандарти безпечних смарт-контрактів (ERC-20, ERC-721) та інструменти для аудиту безпеки. <https://docs.openzeppelin.com/>
4. Hardhat Documentation – Професійне середовище розробки, тестування та деплою смарт-контрактів на базі JavaScript/TypeScript. <https://hardhat.org/docs>
5. Ethers.js Library – Документація найсучаснішої бібліотеки для взаємодії з блокчейном Ethereum через Web3-інтерфейс. <https://docs.ethers.org/v6/>
6. Hyperledger Fabric Documentation – Офіційний ресурс для вивчення корпоративних (permissioned) блокчейн-рішень від Linux Foundation. <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/>



7. Регуляції і політики курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків.

Відвідування усіх занять є обов'язковим. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених даною дисципліною. Пропуски та запізнення на заняття є недопустимими.

Політика академічної доброчесності

Кожний студент зобов'язаний дотримуватися принципів академічної доброчесності. Письмові завдання з використанням часткових або повнотекстових запозичень з інших робіт без зазначення авторства – це *плагіат*. Використання будь-якої інформації (текст, фото, ілюстрації тощо) мають бути правильно процитовані з посиланням на автора! Якщо ви не впевнені, що таке плагіат, фабрикація, фальсифікація, порадьтеся з викладачем. До студентів, у роботах яких буде виявлено списування, плагіат чи інші прояви недоброчесної поведінки можуть бути застосовані різні дисциплінарні заходи (див. посилання на Кодекс академічної доброчесності ЗНУ в додатку до силабусу). Неприпустиме складання роботи, виконаної іншою особою.

Використання комп'ютерів/телефонів на занятті

Використання мобільних телефонів, ноутбуків та інших гаджетів під час лекційних та лабораторних занять дозволяється виключно у навчальних цілях (з активованим режимом «без звуку»).

Комунікація

Комунікація викладача зі студентами здійснюється безпосередньо на заняттях та додатково за допомогою месенджерів, електронної пошти і в СЕЗН Moodle (форум курсу, приватні повідомлення)



ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ НА 2025-2026 н.р. доступний за адресою: <https://surl.li/vlweoj>

НАВЧАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ. Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до Положення про організацію та методику проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів Запорізького національного університету: <https://surl.li/wdzjrl>

ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН. Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (у тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Процедура повторного вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ: <https://surl.lu/hfjbya>

ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ: <https://surl.li/qgacqa>

Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до:

Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: <https://surl.li/unwzzm>

Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: <https://surl.lu/xkxmuz>

ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА. Кабінет практичного психолога **Маргі Ірини Вадимівни** – навч. корп. №4, каб. №235 (понеділок, середа, четвер 9.00-11.00, 13.00-15.00), навч. корп. №9 (ІННІ) каб.57 (п'ятниця 9.00-11.00, 13.00-15.00), гуртожиток №6 (вул. Добролюбова, 19, середа 9.00-11.00, 13.00-15.00). Попередній запис за тел.: 228-76-48, (099) 253-78-73 щоденно з 9 до 15.

УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ Запорізького національного університету: **Банах Віктор Аркадійович**



Електронна адреса: y_banakh@znu.edu.ua

Гаряча лінія: тел. (061) 227-12-76, факс 227-12-88

РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.

Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Спеціалізована допомога: (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: <https://surl.li/ivcwiw>

РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ

НАУКОВА БІБЛІОТЕКА: <http://library.znu.edu.ua>. Графік роботи абонементів: понеділок-п`ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ (СЕЗН ЗНУ):
<https://moodle.znu.edu.ua>.

Посилання для відновлення паролю:
<https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015>.

ЦЕНТР ІНТЕНСИВНОГО ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ:
<http://sites.znu.edu.ua/child-advance/>