

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан математичного факультету



С.І. Гоменюк
(ініціали та прізвище)

«01» вересня 2025 р.

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ПАРАЛЕЛЬНІ ТА РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ

підготовки бакалаврів

денної та заочної форм здобуття освіти

освітньо-професійна програма «Комп'ютерні науки»

спеціальності 122 Комп'ютерні науки

галузі знань 12 Інформаційні технології

ВИКЛАДАЧ: Гоменюк С. І., д.т.н., професор, декан математичного факультету
Добровольський Г. А., к.т.н., доцент 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

Г. М. Шило

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

Н. В. Матвіїшина

2025 рік

Зв'язок з викладачем: Гоменюк Сергій Іванович

Е-mail: gserega71@gmail.com

Сезн ЗНУ повідомлення: <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=6373>

Телефон (кафедра): 289-12-57

Інші засоби зв'язку: Viber

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

Зв'язок з викладачем: Добровольський Геннадій Анатолійович

Е-mail: gen.dobr@gmail.com

Телефон (кафедра): 289-12-57

Інші засоби зв'язку: Viber

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

1. Опис навчальної дисципліни

Курс присвячений теоретичним основам і практичним методам організації паралельних та розподілених обчислень. Розглядаються моделі паралелізму, архітектури багатопроцесорних і кластерних систем, механізми синхронізації та комунікації. Особливу увагу приділено алгоритмам для багатопотокових і розподілених середовищ, питанням узгодженості даних, відмовостійкості та масштабованості.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Паралельні та розподілені обчислення» є оволодіння знаннями основних архітектур паралельних обчислювальних систем, ознайомлення із сучасними засобами їх реалізації, їх перспективами розвитку, ознайомлення з будовою та програмуванням розподілених обчислювальних систем, формування навичок та вмінь з їх використання в локальних та глобальних обчислювальних мережах.

Матеріал курсу спирається на знання та вміння отримані під час вивчення дисциплін «Архітектура обчислювальних систем», «Алгоритми та структури даних» «Комп'ютерні мережі», «Операційні системи» і «Методи обчислень». Компетентності, отримані під час вивчення дисципліни «Паралельні та розподілені обчислення», необхідні для виконання кваліфікаційної роботи бакалавра.

Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Статус дисципліни	Нормативна	
Семестр	7-й	7-й
Кількість кредитів ECTS	4	4
Кількість годин	120	120
Лекційні заняття	28 год.	8 год.
Лабораторні заняття	28 год.	6 год.
Самостійна робота	64 год.	106 год.
Консультації	Згідно розкладу: дистанційно	
Вид підсумкового семестрового контролю:	іспит	
Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=6373	

2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
Компетентності		
ЗК2 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях ЗК3 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності ЗК6 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями ЗК8 Здатність генерувати нові ідеї (креативність) СК3 Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх	лекція-візуалізація, пояснення, демонстрування, дискусія, аналіз, виконання завдань практичних робіт	Поточний контроль: захист практичних та самостійних робіт, опитування, тестування Підсумковий контроль: тестування

ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем СК9 Здатність реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер, включаючи бази даних, знань і сховища даних, виконувати розподілену обробку великих наборів даних на кластерах стандартних серверів для забезпечення обчислювальних потреб користувачів, у тому числі на хмарних сервісах СК16 Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації		
Результати навчання		
ПР9 Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук ПР10 Використовувати інструментальні засоби розробки клієнт-серверних застосувань, проектувати концептуальні, логічні та фізичні моделі баз даних, розробляти та оптимізувати запити до них, створювати розподілені бази даних, сховища та вітрини даних, бази знань, у тому числі на хмарних сервісах, із застосуванням мов веб-програмування ПР16 Виконувати паралельні та розподілені обчислення, застосовувати чисельні методи та алгоритми для паралельних структур, мови паралельного програмування при розробці та експлуатації паралельного та розподіленого програмного забезпечення	лекція-візуалізація, пояснення, дискусія, аналіз, виконання завдань практичних робіт	Поточний контроль: захист практичних та самостійних робіт, опитування, тестування Підсумковий контроль: тестування

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні визначення, паралельні алгоритми

Тема 1. Визначення основних понять.

Визначення паралельної програми. Визначення розподіленої програми. Синхронізація доступу до ресурсів. Балансування навантаження. Накладні витрати. Масштабованість. Надлишковість і відмовостійкість. Показники продуктивності. Приклади паралельної реалізації методів обчислень.

Prompt engineering для LLM.

Змістовий модуль 2. Типові структури паралельних та розподілених програм.

Тема 2. Типові структури паралельних та розподілених програм

Клієнт–Сервер. Peer-to-Peer. Публікація–Підписка, Map–Reduce. Паралелізм за завданнями. Ферма завдань. Паралелізм даних, конвеєрна обробка. Bulk Synchronous Parallel. Tuple Space. Подійно-орієнтована модель. Модель акторів.

Технологія багатопоточного програмування в python.

Змістовий модуль 3. Синхронізація в паралельних програмах

Тема 3. Синхронізація в паралельних програмах

М'ютекси, семафори, умовні змінні, події, бар'єри, черги. Синхронізація в розподілених програмах: Синхронізація часу. Алгоритми взаємовиключення. Синхронізація доступу до даних. Бар'єри та узгоджений запуск. Черги повідомлень і брокери. Алгоритми консенсусу.

Функції python для програмування циклу подій та неблокуючих обчислень.

Змістовий модуль 4. Синхронізація в розподілених програмах

Тема 4. Синхронізація в розподілених програмах

Синхронізація часу. Синхронізація доступу до даних. Алгоритми взаємовиключення: схема з координатором, алгоритм Рікарта–Агравали, алгоритм Лампорта, «token ring», стохастичні та адаптивні підходи.

Робота з комп'ютерними мережами в python.

Змістовий модуль 5. Алгоритми взаємовиключення та консенсусу.

Тема 5. Алгоритми взаємовиключення та консенсусу.

Бар'єри та узгоджений запуск. Proof-of-Work, Proof-of-Stake, Practical Byzantine Fault Tolerance, Raft, Paxos, Tendermint HotStuff.

Змістовий модуль 6. Кібербезпека розподілених програм

Тема 6. Кібербезпека розподілених програм

Проблематика кібербезпеки розподілених інформаційних систем. Типові загрози. Автентифікація та авторизація в розподілених системах. Захист мережевої взаємодії. Безпека сервісів і API. Моніторинг, аудит та реагування на інциденти. Практичні аспекти та типові помилки.

Змістовий модуль 7. Подійно-орієнтоване програмування

Тема 7. Типові шаблони структури подійно-орієнтованих програм

Цикл обробки подій. Обробники подій та зворотні виклики. Підписка/Сповіщення.
 Реактивні потоки. Машина станів. Асинхронні черги задач. Черги повідомлень.
 Робота з чергами Kafka в python. Робота з чергами RabbitMQ в python.

Змістовий модуль 8. Модель акторів

Тема 8. Модель акторів

Основи моделі акторів, порівняння з іншими моделями, основні компоненти акторної системи, приклади реалізацій, використання у розподілених системах, патерни проєктування з акторами, приклади програмування,

Бібліотеки python для програмування акторів.

4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття /роботи	Назва теми	Кількість годин		Згідно з розкладом
		о/д. ф.	з.ф.	
Лекція	Тема 1. Визначення основних понять.	2	0,5	тиждень 1
Лабораторне заняття	Тема 1. Дослідження паралельної програми	2	1	тиждень 1
Самостійна робота	Prompt engineering для LLM	7	8	тиждень 1
Лекція	Тема 2. Типові структури паралельних та розподілених програм	2	1	тиждень 2
Лабораторне заняття	Тема 1. Дослідження паралельної програми	2		тиждень 2
Самостійна робота	Prompt engineering для LLM	7	8	тиждень 2
Лекція	Тема 2. Типові структури паралельних та розподілених програм	2	0,5	тиждень 3
Лабораторне заняття	Тема 2 Типові помилки багатопоточних програм	2	1	тиждень 3
Самостійна робота	Технологія багатопоточного програмування в python.	8	8	тиждень 3
Лекція	Тема 3. Синхронізація в паралельних програмах	2	0,5	тиждень 4
Лабораторне заняття	Тема 2 Типові помилки багатопоточних програм	2		тиждень 4
Самостійна робота	Технологія багатопоточного програмування в python.	8	8	тиждень 4
Лекція	Тема 4. Синхронізація в розподілених програмах	2	0,5	тиждень 5
Лабораторне заняття	Тема 3. Синхронізація в паралельних програмах	2	1	тиждень 5
Самостійна робота	Функції python для програмування циклу подій та неблокуючих обчислень.	9	8	тиждень 5

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Силабус навчальної дисципліни
Паралельні та розподілені обчислення



Лекція	Тема 4. Синхронізація в розподілених програмах	2	1	тиждень 6
Лабораторне заняття	Тема 3. Синхронізація в паралельних програмах	2	1	тиждень 6
Самостійна робота	Функції python для програмування циклу подій та неблокуючих обчислень.	7	8	тиждень 6
Лекція	Тема 5. Алгоритми взаємовиключення та консенсусу.	2	1	тиждень 7
Лабораторне заняття	Тема 3. Синхронізація в паралельних програмах	2		тиждень 7
Самостійна робота	Робота з комп'ютерними мережами в python.	7	8	тиждень 7
Лекція	Тема 5. Алгоритми взаємовиключення та консенсусу.	2	1	тиждень 8
Лабораторне заняття	Тема 4. Синхронізація в розподілених програмах	2	1	тиждень 8
Самостійна робота	Синхронізація в розподілених програмах	7	8	тиждень 8
Лабораторне заняття	Тема 4. Синхронізація в розподілених програмах	4		тиждень 9
Самостійна робота	Програмування веб-служб в python.	7	8	тиждень 9
Лекція	Тема 6. Кібербезпека розподілених програм	2	1	тиждень 10
Лабораторне заняття	Тема 5. Черги повідомлень	2	1	тиждень 10
Самостійна робота	Робота з чергами Kafka в python.	7	8	тиждень 10
Лекція	Тема 6. Кібербезпека розподілених програм	2	1	тиждень 11
Лабораторне заняття	Тема 5. Черги повідомлень	2		тиждень 11
Самостійна робота	Робота з чергами RabbitMQ в python.	7	8	тиждень 11
Лабораторне заняття	Тема 7. Типові шаблони структури подійно-орієнтованих програм	4		тиждень 12
Самостійна робота	Бібліотеки python для програмування акторів.	7	9	тиждень 12
Лабораторне заняття	Тема 8. Модель акторів	2		тиждень 13
Самостійна робота	Бібліотеки python для програмування акторів.	7	9	тиждень 13

Методичні рекомендації до практичних та самостійних занять розміщено СЕЗН ЗНУ Moodle на сторінці дисципліни.

5. Види і зміст контрольних заходів

Вид заняття/роботи	Вид контрольного заходу	Зміст контрольного заходу*	Критерії оцінювання та термін виконання*	Усього балів
Поточний контроль				
Практичне заняття №1	Практична робота 1	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Повний захист виконаного завдання оцінюється в 8 балів, тільки зданий звіт - 6 балів	10
Практичне заняття №2	Практична робота 2	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Повний захист виконаного завдання оцінюється в 8 балів, тільки зданий звіт - 6 балів	10
Практичне заняття №3	Практична робота 3 Самостійна робота	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Повний захист виконаного завдання оцінюється в 8 балів, тільки зданий звіт - 6 балів	10
Практичне заняття №4	Практична робота 4	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Повний захист виконаного завдання оцінюється в 8 балів, тільки зданий звіт - 6 балів	10
Практичне заняття №5	Практична робота 5	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Повний захист виконаного завдання оцінюється в 8 балів, тільки зданий звіт - 6 балів	10
Практичне заняття №6	Практична робота 6	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Повний захист виконаного завдання оцінюється в 8 балів, тільки зданий звіт - 6 балів	10
Усього за поточний контроль				60
Підсумковий контроль				
Залік	Теоретичне завдання	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	40 тестових питань (вибір правильної відповіді з декількох можливих) – по 0.5 бала	20
	Практичне завдання	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	Індивідуальне завдання	20
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. Гоменюк С. І., Чопоров С. В., Аль-Атамнех Б. Г. Математичне моделювання геометричних об'єктів у паралельних комп'ютерних системах : монографія. Херсон : Гельветика, 2019. 112 с.
2. Корочкін О. В., Русанова О. В. Паралельні та розподілені обчислення. Вибрані розділи : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 123 с.
3. Минайленко Р. М. Паралельні та розподілені обчислення : навч. посіб. Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2021. 153 с.
4. Паралельні та розподілені обчислення : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНУ, 2025. 153 с.
5. Соловей О. Л. Технології розподілених систем та паралельних обчислень : конспект лекцій. Київ : КНУБА, 2024. 98 с.
6. Jones, A. Advanced RabbitMQ: Comprehensive Messaging and Integration Frameworks. Walzone Press, 2025. 217 p.
7. Pacheco P. S., Malensek M. An Introduction to Parallel Programming. Cambridge : Morgan Kaufmann, 2022. 468 p.
8. Prompt Engineering Guide. 2025.
9. Roestenburg, R., Bakker, R., & van der Leek, R. P. G. Akka in Action. Second Edition. Shelter Island: Manning Publications, 2023. 450 p.
10. Tornow, D. Think Distributed Systems. New York: Manning Publications, 2025. 192 с.
11. Tanenbaum A. S., Maarten van Steen. Distributed Systems: Principles and Paradigms. 3rd ed. New York : Pearson, 2017. 672 с.
12. Hwu W. W., Kirk D. B., El H. I. Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach. 4th ed. Cambridge : Morgan Kaufmann, 2023. 551 p.

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 (наприклад, Telegram), електронної пошти і в СЕЗН Moodle (форум курсу, приватні повідомлення)

Визнання результатів неформальної та інформальної освіти

Здобувачі освіти мають право на визнання результатів навчання, отриманих поза межами формальної освітньої програми (неформальна та інформальна освіта). Результати можуть бути зараховані як виконання окремих тем, розділів, видів навчальних занять, завдань самостійної роботи, за умови їх відповідності програмним результатам навчання.

Успішне проходження курсів на онлайн платформах (наприклад, Prometheus, Coursera, edX, Udemy тощо), зміст яких корелює з тематикою дисципліни та вказаних в електронному курсі дисципліни в СЕЗН ЗНУ на платформі Moodle, може бути зараховано згідно з правилами визначеними в Положенні ЗНУ Про порядок визнання результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та / або інформальної освіти (<https://surl.li/gachqj>).

ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

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

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 методiku 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 **Марті 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: v_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/ivcwih>

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/>