МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра кібербезпеки

Затверджено
На засіданні кафедри кібербезпеки
факультету прикладної математики та
інформатики
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(Протокол № 15/23 від 29 серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри .

Венгерський П.С.

Силабус з навчальної дисципліни
“Програмування паралельних обчислень”,
що викладається в межах ОПП Кібербезпека першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з спеціальності 125 – кібербезпека та захист інформації

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Програмування паралельних обчислень
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, Україна, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра кібербезпеки
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	12 – інформаційні технології 125 – кібербезпека та захист інформації
Викладачі дисципліни	Пелешко Дмитро Дмитрович, Професор кафедри кібербезпеки
Контактна інформація викладачів	Dmytro.peleshko@lnu.edu.ua Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 380. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації проводять раз на тиждень згідно з оприлюдненим розкладом консультацій викладача. Можливі онлайн консультації через Zoom чи Microsoft Teams. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/course/prohramuvannia-paralelnykh-obchyslen
Інформація про дисципліну	Дисципліна “Програмування паралельних обчислень” є вибірковою дисципліною з спеціальності 125 – кібербезпека та захист інформації для освітньої програми Кібербезпека, яка викладається в 5-му семестрі в обсязі 3-х кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Курс спрямований на формування у студентів професійних компетентностей, розвиток системи знань про розпаралелювання процесів обробки інформації.
Мета та цілі дисципліни	Метою курсу є: 1. формування розуміння основ паралельного оброблення інформації та використання метрик оцінювання ефективності розпаралелювання; 2. формування практичних навичок для багато процесового/багато потокового розпаралелювання та побудови сервісів розподіленої обробки в системах.
Література для вивчення дисципліни	1. Паралельні та розподілені обчислення. Вибрані розділи: Навч. посібник до кредитного модуля «Паралельні та розподілені обчислення» / Автори Корочкін О.В.. Русанова О.В. – К.: КПІ імені Ігоря Сікорського, 2020. – 123 с. 2. Parallel Programming with MPI. www.cs.usfca.edu. 3. Паралельні та розподілені обчислення: навчальний посібник для вищих закладів освіти / К.Т. Кузьма, О.В. Мельник. – Миколаїв: ФОП Швець В.М., 2020. – 172 с. 4. Saurav Kumar. Multi-Threading in Java. https://tipsontech.medium.com/multi-threading-in-java-b33620ce7b0a

	5. Reetesh Kumar. Java Multithreading Introduction. https://medium.com/@reetesh043/java-multithreading-introduction-f060ad716185 6. TheDotNet Office. Learn Multithreading and Parallel Programming in C# and .Net. https://www.udemy.com/course/learn-multithreading-and-parallel-programming-in-c-and-net/?utm_source=adwords&utm_medium=udemyads&utm_campaign=DSA_Catchall_la.EN_cc.ROW&utm_content=deal4584&utm_term=_._ag_88010211481_._ad_535397282064_._kw__._de_c_._dm__._pl__._ti_dsa-406594358574_._li_1012859_._pd__._&matchtype=&gad_source=1&gclid=Cj0KCQiAwbitBhDIARIsABfFYIIpXZT7JNeXz-k9zjmTFoC0dvmdTUOYqKym9rhMytmpSDsrUhFFES0aAv5VEALw_wcB Додаткова 7. E. Agafonov. Multithreading in C# 5.0 Cookbook. Packt Publishing. 2013. 268p 8. Качко О. Г. Навчальний посібник з дисципліни "Паралельне програмування" / О. Г. Качко. – Харків : ХНУРЕ, 2016. – 404 с. – ISBN 978-966-659-213-5. – 18.05 9. Жуков І.А., Корочкін О.В. Паралельні та розподілені обчислення. Навч. посібник. Друге видання. – К.: Корнійчук, 2014. – 284 с. //comsys.kpi.ua 10. Krauss, Kirk J (2018). "Threading for Performance". Develop for Perfor 11. Pllana Sabri. Programming multicore and many-core computing systems/ Sabri Pllana, Fatos Xhafa.Wiley, 2017. – 528 12. Multithreading in Java. https://www.geeksforgeeks.org/multithreading-in-java/ 13. S. Cleary. Concurrency in C# Cookbook: Asynchronous, Parallel, and Multithreaded Programming 2nd Edition. O'Reilly, 2014, 268p
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 90 годин. Аудиторних занять: 48 год., з них 16 год. лекцій та 32 год. лабораторних робіт. Самостійної роботи: 42 год. К-ть кредитів: 3
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення навчальної дисципліни студент має набути таких компетентностей: **знати:** • основні сучасні комп'ютерні технології розпаралелювання (MPI, Posix threads, OPENMP, Cuda); • принципи і методи розпаралелювання алгоритмів; принципи побудови і роботи багатопроцесорних обчислювальних систем (CPU,GPU); • основні методи оцінки ефективності паралельних алгоритмів. **вміти:** • застосовувати знання у практичних ситуаціях; • розробляти паралельні алгоритми; • оцінювати ефективність роботи паралельних алгоритмів; • програмувати за допомогою технологій MPI, Posix threads, OPENMP, Cuda для багатопроцесорних обчислювальних систем;

	• компіляції і запуск послідовних і паралельних програм з використанням систем черг на багатопроцесорних обчислювальних системах; • вирішення ресурсоємних обчислювальних задачі на багатопроцесорних обчислювальних системах Курс забезпечує набуття таких компетентностей: ІК, ЗК 1, ЗК 2, ЗК 3, ЗК 5, ФК 2, ФК 3, ФК 9, ФК 11; та програмних результатів навчання: ПРН 1, ПРН 2, ПРН 3, ПРН 4, ПРН 5, ПРН 6, ПРН 9, ПРН 10, ПРН 11, ПРН 12, ПРН 13, ПРН 15, ПРН 15, ПРН 17, ПРН 18, ПРН 19, ПРН 20, ПРН 33, ПРН 34.
Ключові слова	Розподілені системи, граф «операції-операнди», таксономія Фліна, багатопотоковість та багатоядерність, алгоритм Деккера, семафори дейкстри, моделі складності та продуктивності паралельних обчислень, віртуалізація, клієнт-сервер
Формат курсу	Очний
Теми	Теми подані у Схемі курсу нижче
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці 5 семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базові знання з таких дисциплін як: • Алгоритми та структури баз даних • Операційні системи та комп'ютерні мережі. • Безпека комп'ютерних мереж • Програмування
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції, опитування теоретичного матеріалу під час лабораторних робіт, контрольна робота (модуль).
Необхідне обладнання	Комп'ютерний клас із вільно-доступним програмним забезпеченням, локальна комп'ютерна мережа, доступ до Internet мережі.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням: • написання двох контрольних робіт (модулів): по 25% семестрової оцінки кожен (максимальна кількість балів 50) і оцінювання лабораторних робіт (максимальна кількість балів 50). Підсумкова максимальна кількість балів – 100. **Академічна доброчесність**: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недобро-

	чесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахуванння викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. **Відвідання занять** є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та практичні зайняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів визначених для виконання всіх видів письмових робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом. **Література.** Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих. **Політика виставлення балів.** Враховуються бали набрані при поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.
Питання до контролю	1. Паралельні і послідовні обчислення 2. Класи сучасних паралельних комп'ютерів 3. Способи організації паралельних обчислювальних систем 4. Таксономія Фліна 5. Класифікація розподілених систем 6. Категорії розподілених систем 7. Гомогенні та гетерогенні системи 8. Відкриті розподілені системи 9. Слабо- та сильнозв'язні системи 10. Режими роботи розподілених ОС 11. Мікроядро 12. ПЗ проміжного рівня 13. MPP-системи 14. Функціональні характеристики масивно-паралельних систем 15. Асиметрична багатопроцесорна взаємодія 16. Характеристики розподілених систем 17. Типи прозорості є в розподілених системах 18. Програмні компоненти розподілених систем 19. Модель віддаленого виклику процедур RPC 20. Поняття служби 21. Сервіс-орієнтована архітектура 22. Агенти 23. Взаємодія клієнт-сервер без з'єднання 24. Модель взаємодії клієнт-сервер 25. Процес і багатопроцесорність 26. Взаємодія та взаємовиключення процесів 27. Потоки і багатопотковість 28. Синхронізація потоків 29. Контекст потоку 30. Стани потоків 31. Багатопотоковість і багатоядерність 32. Алгоритм Деккера та семафори Дейкстри 33. Засоби паралельного програмування

	34. Бібліотека для паралельного програмування PVM (Parallel Virtual Machine) 35. MPI - інтерфейс обміну повідомленнями 36. Функціонувння MPI-програм 37. OpenMP - стандарт для програмування на масштабованих SMP-системах
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу

Тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література	Завдан-ня, год.	Термін виконання
1-2	**Тема 1. Паралельні архітектури** (Паралелізм, Таксономія Фліна , Паралельні системи, Багатопотоковість та багатоядерність)	лекція, Самостійнаробота лаб	[1-4, 6, 11]	2 6 4	2 тижні
3-4	**Тема 2. Розподілені системи** (Категорії розподілених систем, Операційні системи та їх розподіленість Режими роботи розподілених ОС, ПЗ проміжного рівня , Сучасні види розподілених систем) Організація розподілених обчислень	лекція, Самостійнаробота лаб	[1-4, 6, 11]	2 6 4	2 тижні
5	**Тема 3. Парадигми розпаралелювання**(Парадигми паралельного програмування, Модель паралельних обчислень у вигляді графа «операції-операнди» , Моделі складності та продуктивності паралельних обчислень, Методи розробки паралельних алгоритмів)	лекція, Самостійнаробота лаб	[1-4, 6, 11]	2 2 2	1 тиждень
6	**Тема 4. Синхронізація процесів та потоків** (Взаємне виключення паралельних процесів, Поняття ресурсу, Взаємодія та взаємовиключення процесів, Алгоритм Деккера та семафори Дейкстри) Використання багатопотоковості для обчислення математичних функцій	Самостійна робота лаб	[1-4, 6]	2 2	1 тиждень
7	**Тема 5. Модель процесів у Win32/64**(Обєкт ядра процес. Створення та завершення процесів)	лекція, Самостійнаробота лаб	[1-4, 6]	2 2 2	1 тиждень
8	**Тема 6. Модель потоків у Win32/64 (2 год**(Обєкт ядра потік. Створення та завершення процесів. Стек потоку, Планування потоків і пріоритет) Синхронізація потоків засобами C++	Самостійнаробота лаб	[1-4, 6]	2 2	1 тиждень
9-10	**Тема 7. Багатопотокові засоби C++** (Потоки бібліотеки C++, Стратегії виконання, Взаємні виключення, М'ютекс, RAII і синхронізація м'ютексами)	лекція, Самостійнаробота лаб	[1-4, 6, 11]	2 6 4	2 тижні

11-12	**Тема 8. Потокова модель у Java** (Потокова модель у Java, Реалізація синхронізації, Комунікація між потоками) Багатопотокове програмування засобами Java	лекція Самостійнаробота лаб	[7,8, 12]	2 6 4	2 тижні
13	**Тема 9. Потокова модель .NET Framework** (Потокова модель у C#, Реалізація синхронізації, Комунікація між потоками, Потокова модель у NET Framework) **Засоби синхронізації потоків в C#**	лекція, Самостійна робота лаб	[9, 10, 13]	2 2 2	1 тиждень
14	**Тема 10. Інтерфейси паралельного програмування** (Засоби паралельного програмування, Parallel Virtual Machine, Message Passing Interface, OpenMP)	Самостійнаробота лаб	[1-4, 6, 11]	2 2	1 тиждень
15-16	**Тема 11. Модель «Клієнт-Сервер** (Види клієнт-серверних архітектур, Мережева складова в архітектурі клієнт-сервер, Сокети, Приклади сокетного сервера і клієнта на протоколі TCP/IP) **Програмування клієнт-серверних додатків**	лекція, Самостійна робота лаб	[1-4, 6, 11]	2 6 4	2 тижні