

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ
В. о. декана факультету комп'ютерних
інформаційних технологій
Ігор ЯКИМЕНКО
"_____" _____ 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
В. о. проректора з науково-
педагогічної роботи
Віктор ОСТРОВЕРХОВ
"_____" _____ 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій
Святослав ПИТЕЛЬ
"_____" _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни **«Проектування комп'ютерних систем на основі
графічних процесорів»**

ступінь вищої освіти – бакалавр

галузь знань – 12 “Інформаційні технології”

спеціальність – 123 “Комп'ютерна інженерія”

освітньо-професійна програма – „Комп'ютерна інженерія”

Кафедра комп'ютерної інженерії

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабораторні (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Залік (сем.)	Екз. (сем.)
Денна	4	7	26	12	2	10	100	150	7	-
Заочна	4	7	8	4	-	-	138	150	7	-

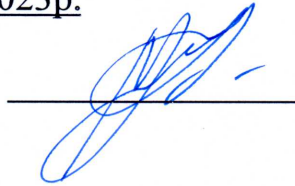
Тернопіль – ЗУНУ
2023

Робочу програму склав к.т.н., доцент кафедри КІ

Олег ПЩУН

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії,
протокол №1 від 28 серпня 2023р.

Завідувач кафедри



Леся ДУБЧАК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Комп'ютерна
інженерія», протокол №1 від 28 серпня 2023 р.

Голова ГЗС



Олег БЕРЕЗЬКИЙ

Гарант ОП



Леся ДУБЧАК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
" Проектування комп'ютерних систем на основі графічних процесорів "

1. Опис дисципліни «Проектування комп'ютерних систем на основі графічних процесорів»

Дисципліна «Проектування комп'ютерних систем на основі графічних процесорів»	Галузь знань, спеціальність, ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 12 „Інформаційні технології”	Статус дисципліни – вибіркова Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів: 3	Спеціальність – 123 „Комп'ютерна інженерія”	Рік підготовки: <i>Денна</i> - 4 <i>Заочна</i> – 4 Семестр: <i>Денна</i> – 7 <i>Заочна</i> – 7
Кількість змістових модулів – 4	Ступінь вищої освіти - бакалавр	Лекції: <i>Денна</i> - 26 год., <i>Заочна</i> – 8 год. Лабораторні заняття: <i>Денна</i> - 12 год. <i>Заочна</i> – 4 год.
Загальна кількість годин – <i>Денна</i> – 150 год., <i>Заочна</i> - 150 год.		Самостійна робота: <i>Денна</i> – 100 год. <i>Заочна</i> – 138 год. Тренінг, КППЗ – 10 год. Індивідуальна робота: <i>Денна</i> - 2 год.
Тижневих годин: <i>Денна</i> : 1 семестр – 12 год., з них аудиторних – 3 год.		Вид підсумкового контролю <i>Денна</i> : 7 семестр – залік <i>Заочна</i> : 7 семестр – залік

2. Мета й завдання дисципліни

" Проектування комп'ютерних систем на основі графічних процесорів "

2.1. Мета вивчення дисципліни

Метою курсу «Проектування комп'ютерних систем на основі графічних процесорів» є - отримання знань та навиків розробки програмних систем, які призначені для обробки з допомогою графічних процесорів.

В процесі роботи студенти отримують знання щодо принципів обробки даних з допомогою центрального та графічного процесорів для розуміння принципу роботи сучасних систем. Додатково студенти отримують знання щодо підходів до розробки розпаралелених алгоритмів та отримують практичні навички для програмної реалізації.

2.2 Завдання вивчення дисципліни

Завданням дисципліни визначається тим, щоб дати студентам теоретичну та практичну підготовку із проектування, розробки та програмної реалізації програмних систем з допомогою графічних процесорів.

В результаті вивчення дисципліни «Проектування комп'ютерних систем на основі графічних процесорів» студенти повинні:

знати: сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення на основі графічних процесорів, підходи до розпаралелення алгоритмів для їх подальшого виконання на графічних процесорах.

вміти: розробляти програмне забезпечення в середовищі Google Colab, застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей, застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно -технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності, розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типове для спеціальності обладнання.

3. Програма навчальної дисципліни

«Проектування комп'ютерних систем на основі графічних процесорів»

Змістовий модуль 1. Поняття складності обчислювальних задач

Тема 1. Вступ. Поняття складності обчислювальних задач.

Класифікація обчислювальних задач. Підходи до декомпозиції складних задач. Підходи до виконання складних програм. Технологія CUDA

Література: 1, 2.

Тема 2. Види розпаралелення обчислювальних задач.

Поняття синхронізації, потоків, процесів. Послідовні та паралельні задачі. Складність обчислень паралельних задач.

Література: 1, 8.

Змістовий модуль 2. Архітектури високопродуктивних обчислювальних систем

Тема 3. Поняття багатопоточності.

Розпаралелення програм на рівні потоків та процесів. Сучасні бібліотеки для розпаралелення на рівні потоків.

Література: 3, 9.

Тема 4. Архітектури високопродуктивних обчислювальних систем.

Класифікація архітектур високопродуктивних обчислювальних систем.

Література: 4, 15.

Змістовий модуль 3. Основи технології CUDA.

Тема 5. CUDA. Ядро.

Ядро CUDA. Оголошення функцій з використанням CUDA. Поняття хоста девайса.

Література: 5, 6.

Тема 6. CUDA: Потоки та типи пам'яті.

Функції для роботи з потоками в CUDA. Робота з потоками в CUDA. Паралелізм на рівні потоків

Література: 10.

Тема 7. CUDA: робота з блоками та потоками.

Програмне отримання ідентифікаторів блоку та потоків на стороні відеокарти.

Література: 11.

Тема 8. CUDA: Атомарні операції та синхронізація потоків

Приклади атомарних операцій. Підходи до синхронізації потоків в центральному та графічних процесорах.

Література: 11

Змістовий модуль 4. Практичне використання технології CUDA.

Тема 9. CUDA: обробка зображень.

Опрацювання зображень з використанням технології CUDA.

Література: 1, 2, 10.

Тема 10. Алгоритми сортування даних з допомогою CUDA та графічних процесорів.

Особливості використання підходів CUDA для забезпечення швидкого виконання алгоритмів сортування інформації.

Література: 7.

Тема 11. Робота з нейронними мережами на основі технології CUDA.

Класифікація штучного інтелекту. Види нейронних мереж. Сучасні інструменти та бібліотеки для класифікації даних. Особливості використання GPU для задач класифікації.

Література: 7.

4. Структура залікового кредиту дисципліни «Проектування комп'ютерних систем на основі графічних процесорів»

(денна форма навчання)

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Тренінг, КПЗ	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1						
Тема 1. Вступ. Поняття складності обчислювальних задач	3	1	9		2	опитування
Тема 2. Види розпаралелення обчислювальних задач	2	1	9			опитування
Тема 3. Поняття багатопоточності	2	1	10	1		опитування
Змістовий модуль 2						
Тема 4. Архітектури високопродуктивних обчислювальних систем	2	1	10		2	опитування
Тема 5. CUDA. Ядро	2	1	10			опитування
Змістовий модуль 3						
Тема 6. CUDA: Потоки та типи пам'яті	2	2	9		3	опитування
Тема 7. CUDA: робота з блоками та потоками	2	1	9	1		опитування
Тема 8. CUDA: Атомарні операції та синхронізація потоків	2	1	9			опитування
Змістовий модуль 4						
Тема 9. CUDA: обробка зображень	3	1	8		3	опитування

Тема 10. Алгоритми сортування даних з допомогою CUDA та графічних процесорів	2	1	9			опитування
Тема 11. Робота з нейронними мережами на основі технології CUDA.	2	1	8			опитування
Разом	26	12	100	2	10	

(заочна форма навчання)

Тема	Кількість годин				
	Лекції	Лабораторні заняття	ІРС	Тренінг, КПЗ	Самостійна робота
Змістовий модуль 1					
Тема 1. Вступ. Поняття складності обчислювальних задач	1				12
Тема 2. Види розпаралелення обчислювальних задач	1				13
Тема 3. Поняття багатопоточності					13
Змістовий модуль 2					
Тема 4. Архітектури високопродуктивних обчислювальних систем	1				12
Тема 5. CUDA. Ядро	1	1			13
Змістовий модуль 3					
Тема 6. CUDA: Потoki та типи пам'яті	1	1			12
Тема 7. CUDA: робота з блоками та потоками		1			13
Тема 8. CUDA: Атомарні операції та синхронізація потоків	1				12
Змістовий модуль 4					
Тема 9. CUDA: обробка зображень	1	1			13
Тема 10. Алгоритми сортування даних з допомогою CUDA та графічних процесорів	1	1			12
Тема 11. Робота з нейронними мережами на основі технології CUDA.					13
Разом	8	4	0	0	138

5. Тематика лабораторних занять

Лабораторна робота №1.

Тема: CUDA: Інсталювання та основи технології.

Мета: Ознайомитись інструментами для запуску задач під CUDA.

Питання для обговорення:

1. Синтаксис Python для запуску CUDA задач
2. запуск задач у хмарному середовищі
3. запуск задач в локальному середовищі

Література: 1, 2.

Лабораторна робота №2.

Тема: CUDA: Ядра та компілювання програм.

Мета: Навчитись писати та запусками власні програми з допомогою CUDA

Питання для обговорення:

1. Функції для роботи зі стрічками
2. Функції для роботи з масивами
3. Функціональний підхід в програмуванні

Література: 1, 4, 8.

Лабораторна робота №3.

Тема: CUDA: Потоки та типи пам'яті.

Мета: Ознайомитись із роботою з потоками.

Питання для обговорення:

1. Поняття потоків
2. Типи пам'яті
3. Патери проектування

Література: 4, 8, 16.

Лабораторна робота №4.

Тема: CUDA: Атомарні операції та синхронізація потоків.

Мета: Набуття практичних навичок забезпечення синхронізації потоків в CUDA.

Питання для обговорення:

1. синхронізація потоків
2. види потоків
3. основні задачі синхронізації.

Література: 4, 8.

Лабораторна робота №5.

Тема: CUDA: Робота із зображеннями.

Мета: Навчитись працювати із зображеннями в CUDA

1. Основні бібліотеки CUDA для опрацювання зображень
2. Забезпечення багатопоточності

3. Функції для роботи із зображеннями

Література: 4, 8.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Комплексні практичні індивідуальні завдання (КПЗ) виконуються самостійно кожним студентом згідно з варіантом, отриманим у викладача.

Варіанти КПЗ з дисципліни «Проектування комп'ютерних систем на основі графічних процесорів»:

Реалізувати опрацювання зображень з допомогою графічних процесорів використовуючи такі алгоритми

№ варіанту	Тема
1	Медіанний фільтр, Порогова фільтрація
2	Гаусовий фільтр, Сегментація методом водоподілу
3	Коригування яскравості. Алгоритм сегментації k-means
4	Коригування контрастності. Алгоритм сегментації “розумні ножиці”
5	Гаусовий фільтр, Сегментація методом водоподілу
6	Медіанний фільтр, Порогова фільтрація
7	Коригування яскравості, Алгоритм сегментації k-means
8	Коригування контрастності, Алгоритм сегментації “розумні ножиці”
9	Гаусовий фільтр, Порогова фільтрація
10	Операція «Dilate», Сегментація методом водоподілу
11	Операція «Erode», Алгоритм сегментації k-means
12	Медіанний фільтр, Порогова фільтрація
13	Коригування яскравості, Алгоритм сегментації k-means
14	Коригування контрастності, Алгоритм сегментації “розумні ножиці”
15	Гаусовий фільтр, Порогова фільтрація
16	Операція «Dilate», Сегментація методом водоподілу
17	Операція «Erode», Алгоритм сегментації k-means
18	Коригування яскравості. Алгоритм сегментації k-means
19	Коригування контрастності. Алгоритм сегментації “розумні ножиці”
20	Гаусовий фільтр, Сегментація методом водоподілу

7. Самостійна робота студентів

(денна форма навчання)

№ п/п	Тематика
1	Класифікація обчислювальних кластерів
2	Грід та хмарні обчислення.
3	CUDA: Атомарні операції та синхронізація потоків
4	Робота з нейронними мережами на основі технології CUDA.
5	CUDA. Ядро
6	CUDA: Потоки та типи пам'яті
7	CUDA: робота з блоками та потоками
8	Архітектури високопродуктивних обчислювальних систем
9	CUDA: обробка зображень
10	CUDA: Атомарні операції та синхронізація потоків
11	CUDA: Ядра та компілювання програм

(заочна форма навчання)

№ п/п	Тематика
1	Класифікація обчислювальних кластерів
2	Грід та хмарні обчислення.
3	CUDA: Атомарні операції та синхронізація потоків
4	Робота з нейронними мережами на основі технології CUDA.
5	CUDA. Ядро
6	CUDA: Потоки та типи пам'яті
7	CUDA: робота з блоками та потоками
8	Архітектури високопродуктивних обчислювальних систем
9	Класифікація обчислювальних кластерів
10	CUDA: Атомарні операції та синхронізація потоків
11	CUDA: Ядра та компілювання програм
12	CUDA: обробка зображень
13	Грід та хмарні обчислення.
14	CUDA: Атомарні операції та синхронізація потоків
15	Робота з нейронними мережами на основі технології CUDA.
16	Види розпаралелення обчислювальних задач

8 Організація та проведення тренінгу з дисципліни «Системи автоматизованого проектування в комп'ютерних системах і мережах»

№п/п	Вид роботи	Порядок проведення тренінгу
1	Аналіз сучасних підходів	- вибір середовища програмування - вибір мови програмування

	розпаралелення задач	
2	Проектування розпаралеленої програми на основі технології CUDA (згідно завдання)	<ul style="list-style-type: none"> - постановка задачі; - проектування процесу реалізації завдання - розподіл на рівні потоків
3	Реалізація веб – додатку (згідно завдання)	<ul style="list-style-type: none"> - реалізація завдання у вибраному середовищі

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У навчальному процесі застосовуються: лекції, в тому числі з використанням мультимедіапроектора та інших ТЗН; практичні заняття; індивідуальні заняття, самостійна робота студента, робота в Інтернет.

У процесі вивчення дисципліни " Проектування Інтернет додатків для комп'ютерної інженерії " використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточні опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- презентації результатів виконання завдань та досліджень;
- оцінювання результатів КППЗ;
- завдання на лабораторному обладнанні;
- ректорська контрольна робота;
- екзамен.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

В процесі вивчення дисципліни " Проектування комп'ютерних систем на основі графічних процесорів " використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студента:

- поточне опитування;
- підсумкове тестування по кожному змістовому модулю;
- ректорська контрольна робота;
- підсумкова оцінка за комплексне практичне індивідуальне завдання;
- підсумковий письмовий екзамен.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни " Проектування комп'ютерних систем на основі графічних процесорів " визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

7 семестр

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3	Разом
30 %	40 %	30 %	100%
1. Усне опитування під час заняття (8 тем по 5 балів = 40 балів) 2. Письмова робота = 60 балів	1. Усне опитування під час заняття (3 теми по 10 балів = 30 балів) 2. Письмова робота = 70 балів	1. Написання та захист КПЗ = 80 балів. 2. Виконання завдань під час тренінгу = 20 балів	100

Шкала оцінювання:

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	Задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	Незадовільно	FX (незадовільно, з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно, з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	collab	1, 2, 3, 4
2.	python	5,6,7,8,9
3.	sublimetext	3,4,5,6,10

Рекомендовні джерела інформації

1. Березький О.М. Методи, алгоритми та програмні засоби опрацювання біомедичних зображень: монографія / [О.М. Березький, Ю.М. Батько, К.М. Березька, С.О. Вербовий, Т.В. Дацко, Л.О. Дубчак, І.В. Ігнатєв, Г.М. Мельник, В.Д. Николук, О.Й. Піцун]; під наук. ред. Березький О.М., Тернопіль . ТНЕУ «Економічна думка», 2017. - 330 с
2. Berezsky O. GPU – based biomedical image processing / O. Berezsky, O. Pitsun, L. Dubchak, P. Lyaschynsky, P. Lyaschynsky // Proceedings of XIV International Conference

Perspective Technologies and methods in mems design (MEMSTECH 2018) 18-22 April, 2018, Lviv-Polyana, Ukraine, pp. 96- 99

3. Ryan N Gutenkunst, dadi.CUDA: Accelerating Population Genetics Inference with Graphics Processing Units, *Molecular Biology and Evolution*, Volume 38, Issue 5, May 2021, Pages 2177–2178.

4. Duane Storti. *CUDA for Engineers: An Introduction to High-Performance Parallel Computing* 1st Edition/ Addison-Wesley Professional; 1st edition (November 2, 2015) – 452 p.

5. Xu, Derong, Y. Luo, C. Montag, Y. Hao, and J. Qiang. Full Range Tune Scan Studies Using Graphics Processing Units With CUDA in EIC beam-beam simulations. No. BNL-222292-2021-COPA. Brookhaven National Lab.(BNL), Upton, NY (United States), 2021..

6. Brian Tuomanen *Hands-On GPU Programming with Python and CUDA: Explore high-performance parallel computing with CUDA* 1st Edition, Kindle Edition – 2018

7. Jaegeun Han, Bharatkumar Sharma, *Learn CUDA Programming* - Packt Publishing (September 27, 2019) – 508p.

8. Bhaumik Vaidya. *Hands-On GPU-Accelerated Computer Vision with OpenCV and CUDA: Effective techniques for processing complex image data in real time using GPUs* Kindle Edition - Packt Publishing; 1st edition (September 26, 2018) – 382 p.

9. Pitsun O. Multi-threaded Parallelization of Automatic Immunohistochemical Image Segmentation. In: Hu, Z., Wang, Y., He, M. (eds) *Advances in Intelligent Systems, Computer Science and Digital Economics IV. CSDEIS 2022. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol 158. Springer, Cham

10. Aslam, Maria, Omer Riaz, Shahzad Mumtaz, and Ali Daniyal Asif. "Performance comparison of GPU-based jacobi solvers using CUDA provided synchronization methods." *IEEE Access* 8 (2020): 31792-31812.