

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

МЕХАНІКО-МАТЕМАТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра алгебри і комп'ютерної математики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

_____ Харитонов О.М

« ____ » _____ 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Технології розподілених обчислень
для студентів**

галузь знань	01 «Освіта/Педагогіка»
спеціальність	«014 Середня освіта (за предметними спеціальностями)»
предметна спеціальність	014.04 «Середня освіта (Математика)»
освітній рівень	перший (бакалавр)
освітня програма	«Математика»
вид дисципліни	дисципліна вільного вибору студента

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	8
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладачі: Головинський Андрій Леонідович, к.ф.-м.н., доцент

Пролонговано: на 20 /20 н.р. () « » 20 р.
на 20 /20 н.р. () « » 20 р.

КИЇВ – 2020

Розробник Головинський А.Л. к.ф.-м.н., доцент

ЗАТВЕДЖЕНО

Зав. кафедри алгебри і комп'ютерної математики

(підпис)

Петравчук А.П.

Протокол № від 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією механіко-математичного факультету

Протокол від “ ____ ” _____ 2020 року № ____

Голова науково-методичної комісії _____ професор, д.ф.-м.н. Олійник А.С.
(підпис)

1. Мета дисципліни – ознайомлення з архітектурою високопродуктивних паралельних обчислювальних систем, видами розподілених обчислювальних систем, спеціалізованими мережами для міжвузлового обміну, основними методами паралельного програмування, підходами та алгоритмами для розв’язання прикладних математичних задач на мультипроцесорних системах.

2. Попередні вимоги до опанування навчальної дисципліни:

1. Знати основні поняття, факти і теореми лінійної алгебри, алгебри і теорії чисел, дискретної математики, теорії ймовірностей, математичного аналізу, основні навички з програмування, архітектури комп’ютерних систем.

2. Вміти активно використовувати та творчо застосовувати зазначені вище знання в процесі опрацювання матеріалу курсу «Технологія розподілених обчислень».

3. Володіти елементарними навичками роботи з множинами, функціями, знаходити ймовірності подій, обчислювати основні характеристики випадкових величин, знати матричне числення, вміти будувати і реалізовувати алгоритми обробки даних різної структури, працювати з бібліотеками чисельних методів.

3. Анотація навчальної дисципліни.

Навчальна дисципліна «Технології розподілених обчислень» є складовою освітньої програми підготовки фахівців за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 01 Освіта зі спеціальності 014 Середня освіти освітньої програми «Математика». Дана дисципліна є вибірковою. В курсі «Технологія розподілених обчислень» висвітлюються базові відомості, поняття, архітектура паралельних обчислювальних систем, мереж передачі даних і методи паралельного програмування, бібліотеки обміну даними між паралельними процесами, клієнт-серверна модель обчислень, розподілені агентні системи. Висвітлюються підходи на алгоритми для розв’язання прикладних задач, зокрема, розглядаються: задача руху N тіл, сіткові методи, природний паралелізм, гранулярність паралелізму та закон Амдала.

Викладається у **8 семестрі 4 курсу** в обсязі **90 год.** (3 кредити ECTS¹) зокрема: лекції – всього 14 год., лабораторних 12 год., консультації 4 год., самостійна робота – 60 год. У курсі передбачено 2 змістових модулі та 2 модульні контрольні роботи. Завершується дисципліна заліком у восьмому семестрі.

4. Завдання (навчальні цілі):

формування здатності розв’язувати складні задачі та практичні проблеми у математиці або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів математики, статистики й комп’ютерних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов; набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у математиці, відповідно до освітнього рівня «Бакалавр». Зокрема, професійне оволодіння компетентностями:

- 1) Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1);
- 2) Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2)
- 3) Знання й розуміння предметної області та професійної діяльності (ЗК-3)
- 4) Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК-4);
- 5) Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій (ЗК-6);
- 6) Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК-7)
- 7) Здатність до пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел (ЗК-8);

¹ кредитів ECTS – кредит кратний 30 годинам.

- 8) Здатність приймати обґрунтовані рішення (ЗК-9);
- 9) Здатність працювати в команді (ЗК-10);
- 10) Здатність працювати автономно (ЗК-11);
- 11) Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків (ЗК-12);
- 12) Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні (ЗК-13);
- 13) Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя (ЗК-14);
- 14) Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів) (ЗК-15);
- 15) Здатність до адаптації та дії в новій ситуації (ЗК-16).
- 16) Здатність формулювати проблеми математично та в символній формі з метою спрощення їхнього аналізу й розв'язання (СК-1);
- 17) Здатність подавати математичні міркування та висновки з них у формі, придатній для цільової аудиторії, а також аналізувати та обговорювати математичні міркування інших осіб, залучених до розв'язання тієї самої задачі (СК -2);
- 18) Здатність до кількісного мислення (СК-3);
- 19) Здатність розробляти і досліджувати математичні моделі явищ, процесів та систем (СК-4)
- 20) Здатність застосовувати спеціалізовані мови програмування та пакети прикладних програм (СК-5);
- 21) Здатність до комунікації з фаховими спільнотами державною (українською) мовою (СК-6).

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання за необхідності	Відсоток у підсум- ковій оцінці з дисциплі- ни
Код	Результат навчання			
РН 1.1	Знати: різновиди високопродуктивних обчислювальних систем, архітектуру кластерної системи, паралельних систем збереження даних, будову обчислювальних вузлів, архітектуру міжвузлової мережі.	лекція, самостійне опрацювання	Іспит, контрольна робота №1, опитування під час практичних занять	10%
РН 1.2	Знати: основні поняття про паралельні обчислення, природний паралелізм, закон Амдала, гранулярність паралелізму.	лекція, самостійне опрацювання	Іспит, контрольна робота №1 опитування під час практичних	10%

			занять	
PH 1.3	Знати поняття систем зі спільною та розподіленою пам'яттю, симетричною мультипроцесорністю, засоби моделювання спільної пам'яті.	лекція самостійне опрацювання	Іспит, контрольна робота №2 опитування під час практичних занять	10%
PH 1.4	Знати основні поняття пов'язані з бібліотекою передачі повідомлень MPI, клієнт-серверною архітектурою та агентою моделлю обчислень.	лекція, самостійне опрацювання	Іспит, контрольна робота №2, опитування під час практичних занять	5%
PH 2.1	Уміти знаходити прискорення реалізації паралельного алгоритму відносно послідовного, проводити профілювання паралельної програми і визначати найбільш активні її частини.	Практичне заняття самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, самостійна аудиторна робота, модульна контрольна робота №1, Іспит	15%
PH 2.2	Уміти реалізовувати паралельні алгоритми, зокрема розпаралелювати навчання нейронних мереж-класифікаторів, рекурентних мереж та моделей глибокого навчання.	практичне заняття самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, самостійна аудиторна робота, модульна контрольна робота №1, Іспит	20%
PH 2.3	Уміти визначати гранули паралелізму та реалізовувати паралельні варіанти алгоритмів за допомогою бібліотек передачі повідомлень MPI.	Практичне заняття самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, самостійна аудиторна робота, модульна контрольна робота №2, Іспит	15%
PH 2.4	Уміти реалізовувати розподілені агентні моделі обчислень за допомогою засобів системи Voins.	практичне заняття самостійне опрацювання	перевірка індивідуальних завдань, самостійна аудиторна робота, контрольна робота №2, Іспит	10%
PH 3.1	Здатність обґрунтовувати власний погляд на задачу та формулювати робочі гіпотези, спілкуватися з колегами з питань застосування математичних методів та теорій	Лекція, практичне заняття, самостійна робота	активна робота на лекції, практичних заняттях, усні відповіді	2.5%
PH 3.2	Вироблення навиків командної роботи	Лекція, практичне заняття, самостійна робота	активна робота на лекції, практичних заняттях, усні відповіді	2.5%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни з програмними результатами

Результати навчання дисципліни	Програмні результати навчання									
	PH 1.1	PH 1.2	PH 1.3	PH 1.4	PH 2.1	PH 2.2	PH 2.3	PH 2.4	PH 3.1	PH 3.2
PH-1. Знає основні етапи історичного розвитку математичних знань і парадигм, розуміє сучасні тенденції в математиці.	+	+	+	+						
PH-2. Розуміє фундаментальну і прикладну математику на рівні, необхідному для досягнення інших вимог освітньої програми.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-3. Має навички використання спеціалізованих програмних засобів комп'ютерної та прикладної математики і використовувати інтернет-ресурси.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-4. Використовує усно і письмово професійну українську мову.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-8. Оперує базовими категоріями та поняттями математики.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-10. Застосовує міжнародні й національні стандарти та досвід у професійній діяльності.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PH-26. Здатний оцінювати та розвивати власні математичні й методичні компетентності, усвідомлювати відповідальність за їх рівень.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки.

7.1. Форми оцінювання студентів:

- оцінювання впродовж навчального періоду:

1. Виконання завдань, винесених на самостійну роботу: PH2.1, PH2.2, PH2.3, PH2.4 – 8 балів/4 бали;
2. Модульна контрольна робота 1: PH1.1, PH1.2, PH2.1, PH2.2 – 20 балів/12 балів;
3. Модульна контрольна робота 2: PH1.3, PH1.4 PH2.3 – 20 балів/12 балів;
4. Розв'язання задач на практичних заняттях: PH2.1, PH2.2, PH2.3, PH2.4, PH3.1, PH3.2, – 12 балів/7 балів;

- підсумкове оцінювання: іспит.

- максимальна кількість балів, які можуть бути отримані: 40 балів;
- результати навчання, які будуть оцінюватись: PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4, PH2.1, PH2.2, PH2.3, PH2.4;
- форма проведення і види завдань: письмова робота.

7.2. Організація оцінювання:

Самостійна робота передбачає активну самостійну роботу по розв'язанню задач і по формулюванню основних теоретичних положень під час практичних занять, при цьому кожен студент отримує індивідуальне завдання, яке він повинен виконати за невеликий проміжок часу (складність завдання пропорційно відведеному часу).

Критично-розрахунковий мінімум балів за навчання впродовж семестру становить **20** балів, рекомендований мінімум, розрахований з урахуванням специфіки дисципліни становить **35** балів. Студенти, які протягом семестру набрали сумарно меншу кількість балів ніж рекомендований мінімум **35** балів для підвищення балів отримують можливість написати додаткову контрольну роботу

та доскласти домашні завдання. Мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали, тобто, якщо оцінка студента на заліку є нижчою від мінімального порогового рівня (24 бали), то бали за залік не додаються до семестрової оцінки (вважаються рівними нулю), а підсумкова оцінка із дисципліни є незадовільною, тобто залік не зараховується.

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Модульна контрольна робота №1: на 5-му тижні 2 семестру 4-го курсу.
2. Модульна контрольна робота №2: на 9-му тижні 2 семестру 4-го курсу.
3. Оцінювання завдань самостійної роботи за РН2.1 на 3-му тижні, за РН2.2 на 6 тижні, за РН2.3 на 12 тижні.

Форма заліку – письмово-усна. Білет складається із 5 завдань, перші два з яких є теоретичними, три інших – задачі. Кожне завдання оцінюється від 0 до 7 балів. Додатково від 0 до 5 балів студент отримує за усне опитування. Всього за залік можна отримати від 0 до 40 балів

Терміни проведення форм оцінювання:

1. Модульна контрольна робота №1: на 5-му тижні 1 семестру 3-го курсу.
2. Модульна контрольна робота №2: на 9-му тижні 1 семестру 3-го курсу.
3. Оцінювання завдань самостійної роботи за РН2.1 на 3-му тижні, за РН2.2 на 6 тижні, за РН2.3 на 12 тижні.

Форма заліку – письмово-усна. Білет складається із 5 завдань, перші два з яких є теоретичними, три інших – задачі. Кожне завдання оцінюється від 0 до 7 балів. Додатково від 0 до 5 балів студент отримує за усне опитування. Всього за залік можна отримати від 0 до 40 балів.

У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання та перездачі форм контролю здійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесу в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка” (2018), <http://www.univ.kiev.ua/pdfs/official/Organization-of-the-educational-process.pdf>.

7.3 Шкала відповідності оцінок:

Відмінно/ Excellent	90 – 100
Добре/ Good	75 – 89
Задовільно/ Satisfactory	60 – 74
Не задовільно/ Fail	0 – 59
Зараховано/ Passed	60 – 100
Не зараховано/ Fail	0 – 34

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин				
		Лекції	Практичні заняття	Самост. робота	Модульна контрольна	Інші форми контролю
Змістовий модуль 1 „Архітектура високопродуктивних обчислювальних систем ”						
1	Основні архітектури мультипроцесорних	8	8	34		

	систем, мережі передачі даних					
2	Системи збереження даних	8	8	36	2	
Змістовий модуль 2 „Паралельне програмування”						
3	Основні поняття паралельних обчислень	8	6	26		
4	Розв’язання прикладних задач з використанням бібліотек паралельних обчислень	4	4	26	2	
Всього годин		28	26	122	4	

Загальний обсяг 180 годин, у тому числі:

лекції – 28 годин,

практичні заняття – 26 годин,

консультації – 4 годин,

самостійна робота – 122 годин.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. S. Kurgalin. A Practical Approach to High-Performance Computing. Springer, 2019, 220 p.
2. R. Trobec. Introduction to Parallel Computing: From Algorithms to Programming on State-of-the-Art Platforms, Springer, 2018, 268 p.

Додаткові:

1. Georg Hager, Gerhard Wellein, Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, Chapman&Hall/CRC, 2011, 321 p.
2. T. Stierling. High Performance Computing. 2017, 718 p.