ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ
ІМЕНІ В.М.ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор Інституту кібернетики
імені В.М. Глушкова НАН України
академік НАН України

_____ Іван СЕРГІЄНКО

«29» вересня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Методи паралельних та розподілених обчислень

(ДВА.3.1.02)

для здобувачів освітньо-наукового рівня «доктор філософії»

галузь знань	**F "Інформаційні технології "**
спеціальність	**F1 "Прикладна математика"**
освітній рівень	**третій (освітньо-науковий)**
освітньо-наукова програма	**"Прикладна математика"**
вид дисципліни	**вибіркова**

Форма навчання	**денна / заочна**
Навчальний рік	**2025/2026**
Рік навчання	2
Кількість кредитів ECTS	2
Мова викладання, навчання та оцінювання	**українська**
Форма заключного контролю	**екзамен**

Викладач: **Хіміч Олександр Миколайович, д.ф.-м.н., професор, академік НАН України**

Пролонговано Вченою радою Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Навчальні роки пролонгації	Учений секретар	Підпис	№ протоколу	Дата протоколу
20____/20____ р.	_____	_____	_____	_____
20____/20____ р.	_____	_____	_____	_____
20____/20____ р.	_____	_____	_____	_____
20____/20____ р.	_____	_____	_____	_____

КИЇВ – 2025

©ХімічО.М.2025 рік

РОЗРОБНИК:
Заступник директора
д.ф.-м.н., професор, академік НАН України

_____ **Хіміч Олександр Миколайович**

Робочу програму розглянуто та схвалено на засіданні відділу чисельних методів та комп'ютерного моделювання

Протокол від "19" 09 20 25 року № 9

Завідувач відділу
академік НАН України, д.ф.-м.н. _____ **О.М. Хіміч**
(підпис)

Робочу програму ухвалено науково-методичною радою

Протокол від "22" вересня 20 25 року № 2

Голова науково-методичної ради
академік НАН України _____ **І.В. Сергієнко**
(підпис)

Робочу програму затверджено Вченою радою Інституту кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України

Протокол від "29" вересня 20 25 року № 15

Учений секретар _____ **А.І. Куляс**
(підпис)

Робочу програму погоджено з гарантом освітньої програми F1 Прикладна математика
"29" вересня 20 25 року

Гарант освітньої програми
доктор фізико-математичних наук _____ **В.М. Горбачук**
(підпис)

©ХімічО.М.2025 рік

1. **Мета дисципліни** спрямована на вивчення таоволодіння навиками розробки методівта технологій побудови та реалізації чисельних алгоритмів для паралельнихкомп'ютерів зі спільною, розподіленою пам'яттю MIMD-архітектури, чисельнихметодів для гібридних MIMD, SIMD-комп'ютерів та технологій хмарних і грід обчислень. Предмет дисципліни «Методи паралельних тарозподілених обчислень» включає в себе питання архітектури паралельних комп¢ютерів, систем комунікації, базових операцій паралельних обчислень та алгоритмів паралельних обчислень для базових задач обчислювальної математики (системи лінійних алгебраїчних рівнянь, алгебраїчної проблеми власних значень, систем звичайних диференціальних рівнянь).

2. Попереднівимогидоопануванняабовиборунавчальної дисципліни:

1. *Знати*: основні постановки задач та методи вирішення основних проблем обчислювальної математики.

2. *Вміти*: розробляти, аналізувати та застосовувати знання з чисельного аналізудля розв'язання базових задач обчислювальної математики (систем лінійних алгебраїчних рівнянь,алгебраїчної проблеми на власнізначення, систем звичайних диференціальних рівнянь)таприкладноїматематикизвикористаннямсучасних обчислювальних ресурсів.

3. Анотаціянавчальноїдисципіни:

Дисципліна «Методи паралельних тарозподілених обчислень» належить до переліку дисциплін вільного вибору аспіранта. Вона забезпечує аспірантів сучаснимінструментаріємдляпроведеннядослідженьзаспеціальністю «Прикладна математика». Задача курсу навчитися самостійно розробляти, та використовувати методи паралельних обчислень для математичного моделювання процесів та явищ різної природи на сучасних комп'ютерних системах, включаючи одновузлві системи зі спільною пам'яттю, розподілені обчислювальні системи, системи гібридної архітектури та технології грід та хмарних обчислень, в тому числі для суперкомп'ютерних комплексів.

4. **Завдання (навчальні цілі):** набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у області розробки паралельних алгоритмів та високопродуктивних технологій на основі паралельних обчислень,науково-освітньої кваліфікації «Доктор філософії». Зокрема, розвивати: здатність розробляти, аналізувати та застосовувати нові конкурентоздатні підходи вгалузі паралельних обчислень для новітніх архітектур комп'ютерів, здатність критично переосмислювати наявні архітектурні рішеннята відстежувати тенденції розвитку алгоритмічного та програмного інструментарію для суперкомп'ютерів.

5. Результатинавчанняза дисципліною:

Результатнавчання(РН) (1.знати;2.вміти;3.комунікація;4.автономністьтавідповідальність)		**Форми(та/або методи і технології) викладанняі навчання**	**Методиоцінювання та пороговий критерій оцінювання(за необхідності)**	**Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни**
Код	**Результатнавчання**			
РН1.1	Знатиосновніпідходидопаралелізаціїалгоритмів врізнихпредметнихобластях	*Лекція, практичне заняття*	*Екзамен,активна робота на лекції, усні відпові*	*20%*
РН1.2	Знати основні підходи до дослідження паралельних, розподіленихтагібридних алгоритмівтаїх застосування.			

©ХімічО.М.2025 рік

РН1.3	Знати методологічні принципи та методи зовнішньоготавнутрішньогопаралелізму.			*20%*
РН1.4	Знатипроцедуривстановленнянауковоїцінностіта ефективності методів паралельних обчислень.			
РН2.1	Вмітизновихдослідницькихпозиційформулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження, усвідомлювати його актуальність, мету і значення для високопродуктивнихобчислень.	*Лекція, практичне заняття, самостійна робота*	*Екзамен, захист проекту, виконаннязавдань, винесених на самостійну роботу*	*20%*
РН2.2	Вміти застосовувати методи паралельних обчисленьдляматематичногомоделюванняв широкому спектрі галузей науки і інженерії.			*20%*
РН2.3	Вміти використовуватиалгоритмічні інструменти декомпозиції даних для різних архітектур комп'ютерівщодоефективноїпаралельної обробки.	*Практичне заняття, самостійна робота*	*Захистпроекту*	*5%*
РН3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань проектування та розробкипаралельнихалгоритмівтатехнологій, складатиписьмовізвіти.			*5%*
РН4.1	Демонстрація авторитетності, інноваційність, високий ступінь самостійності, академічна та професійна доброчесність, послідовна відданість розвиткуновихідейабопроцесівупередових контекстахпрофесійноїтанауковоїдіяльності.			*5%*
РН4.2	Відповідальноставитисядовиконуванихробіт, нестивідповідальністьзаїхякість.			*5%*

1. Співвідношеннярезультатівнавчаннядисципліниізпрограмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни / **Програмнірезультати навчання**	**РН 1.1**	**РН 1.2**	**РН 1.3**	**РН 1.4**	**РН 2.1**	**РН 2.2**	**РН 2.3**	**РН 3.1**	**РН 4.1**	**РН 4.2**
(зописуосвітньоїпрограми)										
ПРН-2. Знати та аналізувати сучасні передові концептуальні та методологічні розробки в галузі науково-дослідницькоїдіяльностіінамежі предметнихгалузейзнань.	+	+	+							+
ПРН-7. Вміти з нових дослідницьких позицій формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження, усвідомлювати його актуальність,метуізначеннядлярозвиткуінших галузейнаукиітехніки.			+	+	+	+	+	+	+	
ПРН-8.Уміти ініціювати, організовувати та проводитикомплекснідослідженнявгалузінауково-дослідницькоїтаінноваційноїдіяльності,які приводять до отримання нових знань			+	+	+			+	+	+

©ХімічО.М.2025 рік

ПРН-11. Уміти аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибирати необхідні для рішення професійних науковихзадачнауково-технічніресурсиіджерела знань з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.			+	+	+	+	+	+	+	+
ПРН-13.Умітивикористовуватитаудосконалювати методи прикладної математики на основі впровадженняінтелектуальнихінформаційних технологій.			+	+	+	+	+	+		
ПРН-15. Уміти кваліфіковано та професійно описувати результати наукових досліджень у наукових статтях, опублікованих як у фахових вітчизнянихвиданнях,такіувиданнях,яківходять доміжнароднихнаукометричнихбаз				+	+	+	+	+		
ПРН-18. Уміти ініціювати інноваційні комплексні проекти, лідерство та повна автономність під час їх реалізації.							+	+	+	+

2. Схемаформуванняоцінки.

1. Формиоцінюванняздобувачівосвітньо-науковогоступеня:

1. оцінюваннявпродовжнавчальногоперіоду:

1. *Активнароботаналекції,уснівідповіді:*РН1.1,РН1.2,РН1.3,РН1.4–10балів/6балів;
2. *Виконаннязавдань,винесенихнасамостійну роботу:*РН2.1,РН2.2 –20балів/12балів;
3. *Захистпроєкту:*РН2.1,РН2.2,РН3.1,РН4.1, РН4.2–30балів/18 балів;

2. **підсумковеоцінювання:**екзамен.

1. *максимальнакількістьбалівякіможутьбутиотримані:*40балів;
2. *результатинавчанняякібудутьоцінюватись:*РН1.1,РН1.2,РН1.3,РН1.4;
3. *формапроведенняівидизавдань:*письмова робота.

Для здобувачів освітньо-наукового ступеня, які набрали сумарно меншу кількість балів ніж *критично-розрахунковиймінімум–20балів*дляодержанняіспитузарішеннямкафедринедопустити доскладанняіспитуізрекомендацієюзахиститипроєктдоповторногоскладанняіспиту.

Рекомендованиймінімум–36балів.

1. Організація оцінювання:

Обов’язковимєвиконаннязавдань,винесенихнасамостійнуроботу,тапроєктузаграфіком робочоїпрограми.

Участину1входятьтеми1-3,участину2–теми4–6участину3–теми7–9.Обов’язковим дляекзаменуєвиконанняпроектудовказаноївикладачемдати,передпочаткомекзаменаційноїсесії, згіднонавчальногоплану.

Терміни проведенняформоцінювання:

1. *Активнароботаналекції,уснівідповіді:*протягомнавчального періоду;
2. *Виконаннязавдань,винесенихнасамостійнуроботу:*протягомнавчальногоперіоду;
3. *Захистпроєкту:до9тижнянавчального періоду.*

Увипадкувідсутностізповажнихпричинвідпрацюваннятаперездачапроектуздійснюються у відповідності до „Положення про організацію освітнього процесуу Інституті кібернетики імені В.М. Глушкова НАНУ

©ХімічО.М.2025 рік

1. Шкалавідповідностіоцінок

Відмінно/Excellent	90-100
Добре/ Good	75-89
Задовільно/ Satisfactory	60-74
Незадовільно/Fail	0-59

2. СТРУКТУРАНАВЧАЛЬНОЇДИСЦИПЛІНИ.ТЕМАТИЧНИЙПЛАНЛЕКЦІЙ ІПРАКТИЧНИХЗАНЯТЬ

№	Назвалекції	Кількістьгодин		
		Лекції	Практичні	Самостійна робота
Частина1.„Паралельніалгоритмидлябазовихзадачобчислювальної математики”				
1	**Тема 1.**Проблеми математичного моделюваннята методи їх вирішення на основі розробки та використання високопродуктивних обчислень на новітніх обчислювальних системах. Оцінки складності алгоритмів. *Самостійна робота:* На прикладі задач по темі дисертаційної роботи провести аналіз та можливе їх вирішення шляхом розробкитавикористання паралельних обчислень.	2		4
2	**Тема 2.**Методи та комп’ютерні алгоритми паралельної обробки даних для багатоядерних комп’ютерів зі спільною пам’яттю. Виділення основних характеристик ефективності та прискоренняпаралельнихалгоритмів.Основніетапи технологічної схеми їх побудови. *Самостійна робота:* Провести порівняння алгоритмічного підходу до паралелізації обчислень з програмним підходом..	2		4
3	**Тема 3.** Визначення інструментів та стратегії розв’язання проблем математичного моделювання для задач науки і інженерії. Software і Hardware для багатоядерних систем зі спільною пам’яттю. *Самостійна робота:* Апробація алгоритмів паралельних обчислень на комп’ютерах зі спільною пам’яттю.	2		4
Частина2.„Алгоритмирозподіленихобчислень”				
4	**Тема 4.** Великомаштабні розподілені обчислювальні системи. Проблеми реалізації розподілених обчислень. Основні типи та характеристики комунікаційних систем для багато вузлових комп’ютерних архітектур. *Самостійна робота:* Вивчити основні типи новітніх розподілених архітектур такомунікаційних систем.	2		4

©ХімічО.М.2025 рік

5	**Тема 5.** Алгоритми дослідження та розв'язання базових задач обчислювальної математикина основі розподілених обчислень. Принципирозробки алгоритмів, дослідження ефективності та прискорення алгоритмів. *Самостійна робота:* Дослідитипереваги і проблеми розподілених обчислень. Суперкомп'ютерні системи, сучасні рішення і тенденції.	2		4
6	**Тема 6.** Застосування інформаційних технологій на основі розподілених обчислень для задач науки і інженерії. Принципи і інструменти створення паралельних програм на основі розподілених обчислень. *Самостійна робота:* Апробація алгоритмів розподілених обчислень длябагато вузлових обчислювальних архітектур.	2		6
Частина3.„Технологіїгрідтахмарнихобчислень"				
7	**Тема 7.** Методи та інформаційні технології для математичного моделювання на основі грід технологій, як варіант розподілених обчислень. Математичний та програмний інструментарій грід обчислень. *Самостійна робота:* Вивчити та описати основні емоції на обличчі людини.	2		4
8	**Тема 8.** Методи та інформаційні технології для математичного моделювання на основі хмарних технологій, як варіант розподілених обчислень. Математичний та програмний інструментарій хмарних обчислень. *Самостійна робота:* Провести експериментипо розв'язанню задач за допомогою хмарних технологій.	2		4
9	**Тема9.**Застосуваннягрідтахмарнихобчислень дляматематичногомоделюванняфізико-технічних процесів. Математичне та програмне забезпечення. *Самостійна робота:* Реалізуація хмарних технологій, як варіант розподілених обчислень на декількох грід-вузлах. Проєкт з дослідження алгоритмів гібридних обчислень.	2		6
ВСЬОГО		18		40

Загальнийобсяг*60*годин,втомучислі:
Лекцій – **18** *годин*,
Консультації-**2***години,*
Самостійнаробота– **40** *годин***.**

3. Рекомендованіджерела

Основні:

1. Воеводин В.В., Воеводин Вл.В. Параллельныевычисления. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.

©ХімічО.М.2025 рік

2. ХимичА.Н.,МолчановИ.Н.,ПоповА.В.,ЧистяковаТ.В.,ЯковлевМ.Ф.Параллельные алгоритмырешениязадачвычислительнойматематики.–Київ:Наук.думка,2010.–198с.
3. ГергельВ.П.Теорияипрактикапараллельныхвычислений.БИНОМ.Лаболатория знаний, 2007,423 с.
4. Quinn M.J. Parallel Computing. Theory and practice. – New York. – 1994. – 446 p 4. Винцюк Т. К. Анализ, распознавание и интерпретация речевых сигналов. Киев: Наук. думка, 1987.
5. ОртегаД. М. Введение впараллельныеи векторные методы решения линейных систем / Д. М. Ортега. Москва: Мир, 1991. 367 с.
6. http://www.netlib.org/scalapack
7. http://www.top500.org

Додаткові

1. Численное программное обеспечение интеллектуального MIMD-компьютера Инпарком / Химич А.Н., Молчанов И.Н., Мова В.И. и др. – Київ: Наук. думка, 2007. – 216 с.
2. http://www.inparcom.com
3. http://www.lira.com.ua
4. http://www.top500.org
5. http://www.mcs.anl.gov/mpi/mpich

©ХімічО.М.2025 рік