



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Кафедра обчислювальної
техніки

Основи натхнених природою обчислень

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>F(12) Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>F2(121) Інженерія програмного забезпечення F6(126) Інформаційні системи та технології F7(123) Комп'ютерна інженерія</i>
Освітня програма	<i>Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем інженерія програмного забезпечення інформаційних систем Інженерія квантового програмного забезпечення Інформаційні системи та технології Інтегровані інформаційні системи Інформаційні управляючі системи та технології Інформаційне забезпечення робототехнічних систем Інформаційні системи та технології Комп'ютерні системи та мережі</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>120 годин / 4 кредити ЄКТС (Лекцій 32 годин, Лабораторних занять 14 годин, Самостійна робота студентів 74 години)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/МКР</i>
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: д.ф.-м.н, с.н.с, Гордієнко Юрій Григорович, gord@comsys.kpi.ua Лабораторні: Гордієнко Нікіта Юрійович, nikita.gordiienko@comsys.kpi.ua</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/NzkyOTM1MTkxNzQ4?cjc=7vzftkrb</i>

1.Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна “Основи натхненних природою обчислень” спрямована на вивчення підходів, методів і механізмів функціонування та використання еволюційних обчислень. Необхідність в використанні нових підходів обумовлена тим, що сучасні підходи до вирішення складних завдань, які потребують обробки надзвичайно великого обсягу даних, потребують використання великої кількості обчислювальних ресурсів.

Вивчення даної дисципліни майбутніми науковцями дозволить їм набути важливих компетенцій в плані розвитку існуючих і використанню нових підходів проектування, розробки та використання еволюційних обчислень, а також засвоїти методи їх підготовки для практичного застосування.

Метою вивчення дисципліни “Основи натхненних природою обчислень” є підготовка фахівців, здатних розв’язувати комплексні проблеми в галузі науково-дослідної діяльності у сфері розробки та використання еволюційних обчислень, організацію рішень на основі окремих компонентів глибинного навчання, їх способи налаштування та тестування в практичних умовах.

Предметом дисципліни є:

- підходи і методи побудови компонентів еволюційних обчислень;
- методи та механізми налаштування окремих компонентів ефективних систем на основі еволюційних обчислень,
- методи інтеграції окремих компонентів еволюційних обчислень,
- методи налаштування та моніторингу компонентів еволюційних обчислень у нових ефективних комп’ютерних системах.

Вивчення даної дисципліни дозволить сформувати та підсилити компетентності відповідно до Освітньо-наукових програм (ОНП) магістерського рівня підготовки за спеціальностями F2, F6 та F7.

Згідно з вимогами ОНП здобувачі після засвоєння дисципліни “Основи натхненних природою обчислень” мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- Прогнозувати вплив і ефект застосовуваних методів, технічних методів і технологій комп’ютерної інженерії.
- Розв’язувати складні задачі і проблеми, що виникають у професійній діяльності.
- Демонструвати знання концептуальних і методологічних засад розв’язання наукових проблем в комп’ютерній інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямках.
- Самостійно обирати та безпечно застосовувати відповідні технічні та програмні засоби для використання в комп’ютерній інженерії.
- Здійснювати дослідження та проектування технічних та програмних складових хмарних систем на підставі знання тенденцій розвитку сучасних комп’ютерних систем.

Програмні результати навчання (ПРН):

За результатами вивчення навчальної дисципліни “Основи натхненних природою обчислень” мають бути отримані такі знання.

1. Мати передові концептуальні та методологічні знання у сфері проектування та побудови ефективних систем на основі еволюційних обчислень.
2. Мати методологічні знання в плані розробки основних компонентів комп’ютерних систем на основі еволюційних обчислень;
3. Мати концептуальні та методологічні знання у сфері інтеграції компонентів на основі еволюційних обчислень для побудови комп’ютерних систем.

Уміння, які мають бути отримані у рамках вивчення навчальної дисципліни “Основи натхненних природою обчислень”

1. Вміти ефективно здійснювати пошук та критичний аналіз еволюційних обчислень.

2. Вміти розв'язувати задачі розробки та налаштування основних компонентів еволюційних обчислень.
3. Вміти розв'язувати задачі налаштування взаємодії основних компонентів комп'ютерних систем на основі еволюційних обчислень.
4. Вміти застосовувати технології інтеграції основних компонентів комп'ютерних систем на основі еволюційних обчислень.
5. Вміти застосовувати технології налаштування сукупності основних компонентів комп'ютерних систем на основі еволюційних обчислень для надійної роботи з даними.

Здобувачі наукового ступеня також мають бути здатні.

1. Застосовувати прикладні бібліотеки та програмні системи, які використовуються при розробці основних компонентів комп'ютерних систем на основі еволюційних обчислень.
2. Володіти методами та технологіями програмування з використанням прикладних бібліотек та програмних систем, призначених для інтеграції основних компонентів комп'ютерних систем на основі еволюційних обчислень.

Таке поєднання загальних та спеціальних компетентностей, теоретичних та практичних знань, умінь та здатностей сприяє підвищенню науково-практичного рівня здобувачів наукового ступеня магістра задля здійснення ними ефективних наукових досліджень.

2.Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для успішного оволодіння дисципліною необхідні знання:

- основ математичного аналізу, теорії графів, теорії функцій та математичної статистики;
- основ функціонування операційних систем;
- основ паралельного програмування.

Компетентності, знання та вміння, отримані в рамках вивчення даної дисципліни, можуть бути застосовані для отримання обґрунтованих результатів досліджень та підвищення наукового рівня дисертаційних робіт.

3.Зміст навчальної дисципліни

- 1.Введення в курс. Мета і завдання курсу.
- 2.Базові відомості про еволюційні обчислення
- 3.Базові компоненти еволюційних алгоритмів
- 4.Методи представлення інформації, мутація та рекомбінація
- 5.Пристосованість, селекція та взаємодія популяцій
- 6.Огляд популярних еволюційних алгоритмів
- 7.Ніши та поширення інформації
- 8.Інструменти втілення еволюційних алгоритмів
- 9.Оптимізація на основі роя
- 10.Еволюційні стратегії
- 11.Диференціальна еволюція
- 12.Основи еволюційних обчислень
- 13.Еволюційні алгоритми на основі декомпозиції
- 14.Застосування еволюційних алгоритмів для оптимізації
- 15.Методи оцінки еволюційних алгоритмів

- 16.Застосування еволюційних алгоритмів для проєктування систем
- 17.Застосування еволюційних алгоритмів для еволюційної робототехніки
- 18.Огляд гібридних еволюційних алгоритмів (меметичні алгоритми)

4.Навчальні матеріали та ресурси

Базова:

1. Савченко, І. О. Еволюційні методи оптимізації. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освіт. програмою «Системний аналіз і управління» спец. F4 Системний аналіз і наука про дані / І. О. Савченко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 47 с.
2. Кононюк, А. Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми. – Навчальний посібник. – Київ: Корнійчук, 2008. – 470 с.

Додаткова:

3. D.E. Goldberg. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning // Addison-Wesley, 1989 - 432 с.
4. J.H. Holland, Adaption in Natural and Artificial Systems // MIT Press, 1992 - 224 с.
5. T. Bäck, Evolutionary Algorithms in Theory and Practice // Oxford University Press, 1996 - 319 с.
6. D.B. Fogel, Evolutionary Computation // IEEE Press, 1995 - 291 с.
7. X.Yao, T.Higuchi, Y. Liu, Genetic and Evolutionary Computation Evolvable Hardware // Springer, 2006 - 224 с.
8. W.M. Spears, Evolutionary Algorithms: The Role of Mutation and Recombination // Springer, 2000 - 220 с.
9. H.-G. Beyer, The Theory of Evolution Strategies // Springer, 2001 - 381 с.
10. L.J. Fogel, A.J. Owens, M.J. Walsh, Artificial Intelligence Through Simulated Evolution // John Wiley, 1966 - 206 с.
11. J.R. Koza, Genetic Programming // MIT Press, 1992 - 609 с.
12. W. Banzhaf, P. Nordin, R.E. Keller, and F.D. Francone, Genetic Programming: An Introduction. Morgan Kaufmann, 1998 - 490 с.
13. P.L. Lanzi, W. Stolzmann, and S.W. Wilson, Learning Classifier Systems: From Foundations to Applications //Springer-Verlag, 2000 - 344 с.
14. K.V. Price, R.N. Storn, and J.A. Lampinen, Differential Evolution: A Practical Approach to Global Optimization // Springer, 2005 - 543 с.
15. J. Kennedy and R.C. Eberhart, Swarm Intelligence // Morgan Kaufmann, 2001 - 542 с.
16. J.A. Lozano, P. Larranaga, Towards a New Evolutionary Computation: Advances in Estimation of Distribution Algorithms // Springer, 2006 - 305 с.

Інформаційні ресурси

17. OpenAI Gym (<https://github.com/openai/gym>)
18. Kaggle: Your Machine Learning and Data Science Community (<https://www.kaggle.com>)
19. Artificial Intelligence, MIT course (<https://ocw.mit.edu/courses/6-034-artificial-intelligence-fall-2010>)
20. NetworkX Tutorial (<https://networkx.org/documentation/stable/tutorial.html>)
21. DEAP documentation (<https://deap.readthedocs.io/en/master>)
22. DEAP source code on GitHub (<https://github.com/DEAP/deap>)

Обладнання, що необхідне для проведення занять

Лекційні заняття проводяться в аудиторії, яку обладнано проектором, практичні заняття – в комп'ютерному класі.

Навчальний контент

5.Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Назви розділів, тем	Кількість годин			
	Всього	У тому числі		
		Лекції	Лабораторні роботи	СРС
1.Введення в курс. Мета і завдання курсу.		1		2
2.Базові відомості про еволюційні обчислення		1		2
3.Базові компоненти еволюційних алгоритмів		2		4
4.Методи представлення інформації, мутація та рекомбінація		2		4
5.Пристосованість, селекція та взаємодія популяцій		2		4
6.Огляд популярних еволюційних алгоритмів		1		4
7.Ніши та поширення інформації		1		4
8.Інструменти втілення еволюційних алгоритмів		2	4	4
9.Оптимізація на основі роя		2		4
10.Еволюційні стратегії		2		4
11.Диференціальна еволюція		2		4
12.Основи еволюційних обчислень		2		4
13.Еволюційні алгоритми на основі декомпозиції		2		4
14.Застосування еволюційних алгоритмів для оптимізації		2	2	4
15.Методи оцінки еволюційних алгоритмів		2	2	4
16.Застосування еволюційних алгоритмів для проектування систем		2	4	6
17.Застосування еволюційних алгоритмів для еволюційної робототехніки		2	2	6
18.Огляд гібридних еволюційних алгоритмів (меметичні алгоритми)		2	2	6
Всього в семестрі:	120	32	14	74

Лабораторні заняття:

Метою проведення лабораторних занять є набуття студентами необхідних практичних навичок для побудови хмарних комп'ютерних систем.

1. Лабораторна робота №1:
Застосування еволюційних алгоритмів для підбору ознак
2. Лабораторна робота №2:
Застосування еволюційних алгоритмів для підгонки гіперпараметрів нейронних мереж
3. Лабораторна робота №3:
Застосування еволюційних алгоритмів для оптимізації архітектури нейронних мереж
4. Лабораторна робота №4:
Застосування еволюційних алгоритмів для тонкого налаштування нейронних мереж
5. Лабораторна робота №5:
Застосування еволюційних алгоритмів для навчання із підкріпленням

6.Самостійна робота студента

- підготовка до лекцій
- підготовка до практичних занять
- підготовка до модульної контрольної роботи

Загальний обсяг СРС 74 години. 2

Політика та контроль

7.Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Під час занять з навчальної дисципліни «Основи еволюційних обчислень» студенти повинні дотримуватись певних дисциплінарних правил:

- забороняється запізнюватись на заняття;
- не допускаються сторонні розмови або інший шум, що заважає проведенню занять;
- не допускається користування мобільними телефонами та іншими технічними засобами без дозволу викладача.

Перевірка результатів лабораторних робіт включає перевірку протоколу, який студент готує особисто.

Роботи, які здаються із порушенням зазначених термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку.

8.Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи – лабораторних робіт та модульної контрольної роботи (МКР) здійснюється окремо в балах за 100 бальною шкалою за кожну лабораторну роботу і МКР.

Підсумкова кількість балів за виконання усіх лабораторних робіт обчислюється як середня кількість балів за всі виконані лабораторні роботи.

Підсумкова кількість балів за виконання усієї навчальної роботи обчислюється як середній бал від суми: підсумкової середньої оцінки за усі виконані лабораторні роботи + оцінки за МКР.

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах:

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів за окремі види навчальної роботи	Максимальна підсумкова кількість балів
Виконання та захист лабораторної роботи 1	100	100 (підсумкова середня кількість балів за всі виконані лабораторні роботи)
Виконання та захист лабораторної роботи 2	100	
Виконання та захист лабораторної роботи 3	100	
Виконання та захист лабораторної роботи 4	100	
Виконання та захист лабораторної роботи 5	100	
Виконання модульної контрольної роботи (МКР)	100	100
Всього балів (середній бал від суми: підсумкової середньої оцінки за всі виконані лабораторні роботи + оцінки за МКР)		100

Критерії оцінювання виконання завдань лабораторних робіт:

- робота виконана та захищена без зауважень – 95-100 балів;
- достатньо повне виконання завдання з деякими похибками – 85-94 балів;
- недостатньо повне виконання завдання або наявність помилок – 75-84 бали;
- неповне виконання завдання або наявність суттєвих помилок – 60-74 бали;
- при виконанні або під час захисту роботи були виявлені суттєві помилки – 0-59 балів.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал. Модульна контрольна робота оцінюється в межах 100 балів.

Критерії оцінювання МКР:

повна відповідь (не менш ніж 95% потрібної інформації) – 95-100 балів;

повна відповідь з незначними помилками або достатньо повна відповідь (не менш ніж на 85% потрібної інформації) – 85-94 балів;

недостатньо повна відповідь (але не менш ніж 75% потрібної інформації) та незначні помилки – 75-84 балів;

неповна відповідь (але не менш ніж 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 60-74 балів;

суттєві помилки – 0-59 балів.

Поточний контроль: опитування за темою заняття

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх лабораторних робіт із підсумковою середньою кількістю балів за всі виконані лабораторні роботи ≥ 60 балів та виконання МКР із оцінкою ≥ 60 балів.

Загальний рейтинг студента з кредитного модуля складається з середній бал від суми: підсумкова кількість балів за виконання усіх навчальної роботи та оцінки за залік.

Табл.1 Відповідність рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість рейтингових балів	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95...100	Відмінно	Зараховано
85...94	Дуже добре	Зараховано
75...84	Добре	
65...74	Задовільно	Зараховано
60...64	Достатньо	
< 60	Незадовільно	Не зараховано
Не виконані умови допуску до заліку	Не допущено	Не допущений

9.Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

теоретичні та практичні питання, що виносяться на семестровий контроль, відповідають переліку основних тем, що входять до програми вивчення дисципліни “Основи натхненних природою обчислень”

Умова зарахування додаткових балів.

В рамках вивчення навчальної дисципліни допускається зарахування балів, одержаних в результаті

- виконання індивідуального науково-дослідного проєкту за темою дисципліни та умови попереднього погодження напряму дослідження з викладачем та подачі статті про результати дослідження на міжнародну наукову конференцію рівне не нижче IEEE/ACM.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: професором кафедри обчислювальної техніки, д.ф.-м.н., с.н.с. Гордієнком Юрієм Григоровичем

Ухвалено: кафедрою обчислювальної техніки (протокол №12 від 23.06.2025р.)

Погоджено: методичною комісією ФІОТ (протокол №11 від 27.06.2025р.)