



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



Кафедра обчислювальної
техніки

Основи еволюційних обчислень

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти *Другий (магістерський)*

Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальності	121 Інженерія програмного забезпечення, 123 Комп'ютерна інженерія
Освітні програми	Інженерія програмного забезпечення комп'ютерних систем, Комп'ютерні системи та мережі
Статус дисципліни	Вибіркова компонента ОП, циклу професійної/наукової підготовки
Форма навчання	очна/заочна
Рік підготовки, семестр	5 курс, весняний
Обсяг дисципліни	5 кредитів 150 годин
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	Лекційні - 36, лабораторні - 18 http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська/Англійська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.ф.-м.н, с.н.с, Гордієнко Юрій Григорович, gord@comsys.kpi.ua Лабораторні: Кочура Юрій Петрович, kochura@comsys.kpi.ua
Розміщення курсу	https://cloud.comsys.kpi.ua/apps/files/?dir=/KPI_Courses/2021/2021%20-%20%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%20%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B8%D1%85%20%D0%BE%D0%B1%D1%87%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%8C/Lectures&fileid=442038

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна “Основи еволюційних 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 еволюційних 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.

Дисципліна "Основи еволюційних обчислень" забезпечує наступні програмні компетентності і програмні результати освітньо-професійної програми (ОПП): ФК12, ПРН19, ПРН21 (за спеціальністю 121) ФК2, ФК3, ФК5, ФК6, ПРН4, ПРН6, ПРН7, ПРН17, ПРН20 (за спеціальністю 123).

Згідно з вимогами ОПП здобувачі після засвоєння дисципліни «Основи еволюційних 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

За результатами вивчення навчальної дисципліни “Основи еволюційних 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 еволюційних 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.

Відповідно до освітньої програми необхідно попередньо оволодіти знаннями з дисциплін: “Програмування”, “Архітектура комп'ютерних систем”, “Комп'ютерні системи”, “Структури даних та алгоритми”, “Дослідження і проектування комп'ютерних систем”, “Алгоритми та методи обчислень”, “Дискретна математика”.

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. D.E. Goldberg. Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning // Addison-Wesley, 1989 - 432 с.
2. J.H. Holland, Adaption in Natural and Artificial Systems // MIT Press, 1992 - 224с.
3. T. Bäck, Evolutionary Algorithms in Theory and Practice // Oxford University Press, 1996 - 319 с.
4. D.B. Fogel, Evolutionary Computation // IEEE Press, 1995 - 291 с.
5. X.Yao, T.Higuchi, Y. Liu, Genetic and Evolutionary Computation Evolvable Hardware // Springer, 2006 - 224 с.
6. W.M. Spears, Evolutionary Algorithms: The Role of Mutation and Recombination // Springer, 2000 - 220 с.

Додаткова:

7. H.-G. Beyer, The Theory of Evolution Strategies // Springer, 2001 - 381 с.
8. L.J. Fogel, A.J. Owens, M.J. Walsh, Artificial Intelligence Through Simulated Evolution // John Wiley, 1966 - 206 с.
9. J.R. Koza, Genetic Programming // MIT Press, 1992 - 609 с.
10. W. Banzhaf, P. Nordin, R.E. Keller, and F.D. Francone, Genetic Programming: An Introduction. Morgan Kaufmann, 1998 - 490 с.
11. P.L. Lanzi, W. Stolzmann, and S.W. Wilson, Learning Classifier Systems: From Foundations to Applications // Springer-Verlag, 2000 - 344 с.
12. K.V. Price, R.N. Storn, and J.A. Lampinen, Differential Evolution: A Practical Approach to Global Optimization // Springer, 2005 - 543 с.
13. J. Kennedy and R.C. Eberhart, Swarm Intelligence // Morgan Kaufmann, 2001 - 542 с.
14. J.A. Lozano, P. Larranaga, Towards a New Evolutionary Computation: Advances in Estimation of Distribution Algorithms // Springer, 2006 - 305 с.
15. E. Wiersansky, Hands-On Genetic Algorithms with Python // Packt Publishing, 2020 - 309 с.
16. C. Sheppard, Genetic Algorithms with Python // Goodreads.com, 2019 - 297 с.
17. L. Jacobson, B. Kanber, Genetic Algorithms in Java Basics // Apress, 2015 - 172 с.

Інформаційні ресурси

18. OpenAI Gym (<https://github.com/openai/gym>)
19. Kaggle: Your Machine Learning and Data Science Community (<https://www.kaggle.com>)
20. Artificial Intelligence, MIT course (<https://ocw.mit.edu/courses/6-034-artificial-intelligence-fall-2010>)
21. NetworkX Tutorial (<https://networkx.org/documentation/stable/tutorial.html>)
22. DEAP documentation (<https://deap.readthedocs.io/en/master>)
23. 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.		2		2
2.Базові відомості про еволюційні обчислення		2		2
3.Базові компоненти еволюційних алгоритмів		2		4
4.Методи представлення інформації, мутація та рекомбінація		2		4
5.Пристосованість, селекція та взаємодія популяцій		2		6
6.Огляд популярних еволюційних алгоритмів		2		6
7.Ніши та поширення інформації		2		6
8.Інструменти втілення еволюційних алгоритмів		2	4	6
9.Оптимізація на основі роя		2		6
10.Еволюційні стратегії		2		6
11.Диференціальна еволюція		2		6
12.Основи еволюційних обчислень		2		6
13.Еволюційні алгоритми на основі декомпозиції		2		6
14.Застосування еволюційних алгоритмів для оптимізації		2	2	6
15.Методи оцінки еволюційних алгоритмів		2	2	6
16.Застосування еволюційних алгоритмів для проектування систем		2	4	6
17.Застосування еволюційних алгоритмів для еволюційної робототехніки		2	4	6
18.Огляд гібридних еволюційних алгоритмів (меметичні алгоритми)		2	4	6
Всього в семестрі:	150	36	18	96

Лабораторні заняття:

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

- Лабораторна робота №1:
Алгоритми оптимізації глибоких нейронних мереж
- Лабораторна робота №2:
Методи тонкого налаштування глибоких нейронних мереж
- Лабораторна робота №3:
Передавальне навчання
- Лабораторна робота №4:
Дистиляція знань
- Лабораторна робота №5:
Генетичні методи налаштування глибоких нейронних мереж
- Лабораторна робота №6:
Організація потоку робочих процесів (DL-конвеєри, AutoDL, MLOps)

6. Самостійна робота студента

- підготовка до лекцій
- підготовка до практичних занять
- підготовка до екзамену

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)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Учебний	Кількість годин за учебним планом							
Семестр	Усього	Лекції	Практ. заняття	Лаборат. заняття	ДКР	МКР	Самост. робота	Екзамен
2	150	36		18			96	Екзамен
Всього	150	36		18			96	Екзамен

Поточний контроль: опитування за темою заняття

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

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх лабораторних робіт

Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи – лабораторних робіт здійснюється в балах за 100 бальною шкалою. Загальний рейтинг студента з

кредитного модуля складається з середнього балу за всі виконані лабораторні роботи та оцінки за екзамен.

Табл.1 Відповідність рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

RD	Оцінка ECTS	Традиційна оцінка
95...100	Відмінно	Зараховано
85...94	Дуже добре	Зараховано
75...84	Добре	
65...74	Задовільно	Зараховано
60...64	Достатньо	
$R_C < 60$	Незадовільно	Не зараховано
$R_C \leq 50$ або не виконані інші умови допуску до екзамену	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 еволюційних обчислень”.

Умова зарахування додаткових балів.

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

- дистанційних курсів на платформі “Coursera”, за умови попереднього погодження програми даного курсу з викладачем та за умови отримання офіційного сертифікату,
- 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 № 10 від 25.05.2022 р.)

Погоджено: методичною комісією ФІОТ (протокол № 10 від 09.06.2022 р.)