



СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ «М'ЯКИХ ОБЧИСЛЕНЬ»

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Галузь знань	11 Математика і статистика
Спеціальність	113 Прикладна математика
Освітня програма	Прикладна математика
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	Загальна кількість: 180 годин / 6 кредитів Лекційних занять: 10 год Практичних занять: 8 год Самостійна робота аспірантів: 162 год
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: канд. техн. наук Тавров Данило Юрійович e-mail: d.tavrov@kpi.ua Практичні: канд. техн. наук Тавров Данило Юрійович
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна спрямована на ознайомлення аспірантів із сучасними методами м'яких обчислень, у першу чергу еволюційних алгоритмів. Ці методи може бути застосовано для розв'язання складних задач оптимізації в рамках дисертаційних досліджень.

Метою навчальної дисципліни є формування в аспірантів здатності розробляти еволюційні та меметичні алгоритми для розв'язання задач оптимізації, інших задач обчислювального інтелекту.

Предмет навчальної дисципліни — генетичні алгоритми, еволюційні стратегії, меметичні обчислення.

Після засвоєння навчальної дисципліни аспіранти мають продемонструвати такі компетентності та програмні результати навчання за освітньою програмою:

Загальні компетентності

- ЗК1. Здатність проводити критичний аналіз, оцінку та синтез нових та складних ідей.
- ЗК2. Здатність розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики.
- ЗК5. Здатність забезпечувати неперервний власний саморозвиток і самовдосконалення.

Фахові компетентності

- ФК1. Здатність самостійно виконувати науково-дослідну діяльність у галузі прикладної математики з використанням сучасних теорій, методів та технологій, проводити теоретичні та експериментальні дослідження, математичне та комп'ютерне моделювання.
- ФК3. Розуміння сучасних методів прикладної математики.

Програмні результати навчання

- РН2. Орієнтуватися у наукових проблемах професійної галузі, знаходити оптимальні шляхи їх розв'язання, самостійного освоювати нові методи досліджень.
- РН6. Вміти створювати математичні та комп'ютерні моделі для теоретичних та прикладних задач різних галузей, перевіряти їх на релевантність та адекватність, формулювати умови використання та обмеження на параметри.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни

Обов'язковим є опанування основ математичного аналізу, дискретної математики, алгебри та геометрії, теорії ймовірностей та математичної статистики, методів оптимізації.

3. Зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. ВСТУП. ГЕНЕТИЧНІ АЛГОРИТМИ

Тема 1.1. Основні положення еволюційних обчислень, причини появи та основні етапи розвитку. Еволюційний алгоритм

Тема 1.2. Генетичні алгоритми для задач параметричної, умовної та багатокритеріальної оптимізації

РОЗДІЛ 2. ЕВОЛЮЦІЙНІ СТРАТЕГІЇ. МЕМЕТИЧНІ ОБЧИСЛЕННЯ

Тема 2.1. Еволюційні стратегії

Тема 2.2. Меметичні алгоритми

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Куссуль Н. М. Интеллектуальные обчисления: Навчальний посібник / Н. М. Куссуль, А. Ю. Шелестов, А. М. Лавренюк. — К. : Наукова думка, 2006. — 186 с.
2. Eiben A. E. Introduction to Evolutionary Computing / A. E. Eiben, J. E. Smith. — [2nd ed.]. — Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2015. — 287 p. — (Natural Computing Series).
3. Handbook of Memetic Computing : [eds. F. Neri, C. Cotta, P. Moscato]. — Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2012. — 368 p. — (Studies in Computational Intelligence, vol. 379).
4. Beyer H.-G. The Theory of Evolution Strategies / H.-G. Beyer. — Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2001. — 380 p. — (Natural Computing Series).
5. Koza J. R. Genetic Programming. On the Programming of Computers by Means of Natural Selection / J. R. Koza. — Massachusetts Institute of Technology, 1992. — 819 p.

Допоміжна література

6. Goldberg D. E. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning / D. E. Goldberg. — Addison-Wesley Professional, 1989. — 432 p.
7. Holland J. H. Adaptation in Natural and Artificial Systems / J. H. Holland. — Ann Arbor, MI : University of Michigan Press, 1975. — 183 p.
8. Evolutionary Computation 1. Basic Algorithms and Operators: [eds. T. Baeck, D. B. Fogel, T. Michalewicz]. — Taylor & Francis Group LLC, 2000. — 339 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Навчання здійснюється на основі аспірантоцентрованого підходу та стратегії взаємодії викладача та аспіранта для засвоєння аспірантами матеріалу та розвитку в них навичок науково-дослідної роботи. Для лекційних занять використовуються пояснювально-ілюстративний метод та метод проблемного виконання, для проведення практичних занять використовується дослідницький метод навчання: викладач ставить перед аспірантами проблему, і ті вирішують її самостійно або під керівництвом викладача.

За дистанційної форми навчання заняття проводять за допомогою платформи для проведення онлайн-зустрічей Zoom. Для виконання завдань на практичних заняттях аспіранти використовують мову програмування Python версії, не нижчої від 3.8.

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1.	Основні положення еволюційних обчислень, причини появи та основні етапи розвитку. Еволюційний алгоритм Основні питання: Основні положення еволюційних обчислень, причини появи та основні етапи розвитку. Складові еволюційних обчислень. Біологічні витоки теорії еволюційних обчислень. Приклади застосування еволюційних обчислень у сучасних промислових та інформаційних системах. Еволюційний алгоритм. Подання даних за допомогою генотипу. Функція пристосованості, відбір індивідів. Оператори варіації. Еволюційні обчислення та глобальна оптимізація. Простий генетичний алгоритм. Види подання даних у простому генетичному алгоритмі. Оператори мутації та рекомбінації в простому генетичному алгоритмі. Модель популяції в простому генетичному алгоритмі.
2.	Генетичні алгоритми для задач параметричної, умовної та багатокритеріальної оптимізації – 1 Альтернативні види подань у генетичних алгоритмах. Спеціальні оператори схрещування та мутації. Альтернативні оператори відбору (ранговий, турнірний). Моделі популяції в генетичних алгоритмах. Підбір параметрів у генетичних алгоритмах. Генетичний алгоритм «без параметрів».
3.	Генетичні алгоритми для задач параметричної, умовної та багатокритеріальної оптимізації – 2 Методи врахування обмежень у генетичних алгоритмах. Генетичні алгоритми для задач мультимодальної оптимізації. Генетичні алгоритми для задач багатокритеріальної оптимізації. Алгоритм NSGA-II.
4.	Еволюційні стратегії Еволюційна стратегія. Подання даних, оператори мутації та рекомбінації.
5.	Меметичні алгоритми Меми, меметика. Локальний пошук, поняття околу, оператор руху. Типи околів

Практичні заняття

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань
1.	Розроблення та програмна реалізація генетичного алгоритму Визначення подань особин, функції пристосованості. Підбір операторів варіації та відбору.
2.	Дослідження генетичного алгоритму Оцінка впливу значень параметрів на ефективність роботи генетичного алгоритму.
3.	Розроблення та програмна реалізація еволюційної стратегії Визначення функціональної та термінальної множин. Підбір сирової та адаптованої функції пристосованості, операторів відбору. Оцінка впливу значень параметрів на ефективність роботи генетичної програми.
4.	Розроблення та програмна реалізація меметичного алгоритму Визначення подання особин, функції пристосованості, підбір операторів варіації та відбору, локального пошуку. Дослідження впливу локального пошуку на ефективність роботи меметичного алгоритму в порівнянні з версією без локального пошуку.

6. Самостійна робота аспіранта

Аспірант повинен завчасно готуватись до лекцій та практичних занять. Перед лекціями потрібно повторити вивчений раніше теоретичний матеріал, підготувати питання щодо нової теми для обговорення на лекції. Перед практичними заняттями потрібно повторити відповідний теоретичний матеріал.

№ з/п	Вид самостійної роботи	Кількість годин СРС
1.	Підготовка до практичних занять	65
2.	Підготовка до лекцій	22
3.	Опрацювання лекційного матеріалу	45
4.	Підготовка до екзамену	30
	Загалом	162

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відповідно до Наказу 1-273 від 14.09.2020 р. заборонено оцінювати присутність або відсутність здобувача на аудиторному занятті. Матеріал занять, які були з тих чи тих причин пропущено, потрібно опановувати самостійно. У будь-якому випадку аспірантам рекомендується відвідувати всі види занять, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, потрібні для виконання завдань на практичних заняттях. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність аспіранта, а також виконання завдань, що розвивають практичні уміння та навички.

Правила здобуття балів за роботу на парах

Під час лекцій та практичних занять аспіранти мають змогу відповідати на запитання викладача та діставати бали за правильні відповіді.

Критерії оцінювання відповідей на питання під час практичних занять:

10 балів – відповідь правильна, повна;

9 балів – відповідь майже правильна, можливі незначні вади або термінологічні помилки;

7-8 балів – відповідь правильна частково, має вади;

6 балів – у відповіді є істотні помилки;

0 балів – відповіді немає.

Критерії оцінювання відповідей на питання під час лекцій:

2 бали – відповідь правильна, повна;

1,5 бали – відповідь правильна частково, має вади;

0 балів – відповіді немає.

Пропущені контрольні заходи

Пропущений екзамен не зараховується; у такому випадку аспірант отримує запис у відомості «не з'явився» та повинен скласти екзамен на додатковій сесії.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначено в розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки аспірантів визначено в розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Аспіранти мають можливість поставити будь-яке питання, яке стосується процедури проведення та/або оцінювання контрольних заходів, та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Аспіранти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши, із яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

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

Поточний контроль: вправи на лекційних та практичних заняттях, експрес-опитування.

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Календарний контроль базується на поточній рейтинговій оцінці. Умовою позитивної атестації є значення поточного рейтингу аспіранта, не менше від 50% від максимально можливого на час атестації. Бал, потрібний для отримання позитивного календарного контролю, викладач доносить до аспірантів не пізніше, ніж за 2 тижні до початку календарного контролю.

№ з/п	Контрольний захід	Макс бал	Кількість	Всього
1.	Відповіді на практичних заняттях	10	4	40
2.	Відповідні на лекціях	2	5	10
3.	Екзамен	50	1	50
	Всього			100

Семестровий контроль: екзамен. Неодмінною умовою допуску до екзамену є рейтинг, більший за 25 балів.

Рейтингова оцінка роботи за семестр складається з результатів роботи в семестрі та оцінки відповіді на екзамені.

Екзаменаційний білет складається з 1 теоретичного питання вагою 25 балів та 1 задачі на побудову еволюційного алгоритму вагою 25 балів.

Критерії оцінювання теоретичного питання екзаменаційної роботи вагою 25 балів:

25 балів – відповідь правильна, повна;

23-24 балів – відповідь майже правильна, можливі незначні вади або термінологічні помилки;

20-22 балів – відповідь правильна частково, має вади;

15-19 балів – у відповіді є істотні помилки;

0 балів – відповіді немає.

Критерії оцінювання задачі екзаменаційної роботи вагою 25 балів:

25 балів – алгоритм побудовано коректно, подання особин визначено адекватно поставленій задачі, оператори варіації відповідають поданню особин;

23-24 балів – алгоритм побудовано майже коректно, можливі незначені невідповідності між способом подання особин та операторами варіації;

20-22 балів – алгоритм побудовано з суттєвими помилками, подання особин не відповідає поставленій задачі, хоча оператори варіації відповідають йому;

15-19 балів – алгоритм неправильний, подання особин не відповідає поставленій задачі, а оператори варіації – обраному поданню;

0 балів – розв'язок відсутній.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконано умов допуску	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено старшим викладачем кафедри ПМА, канд. техн. наук Данилом ТАВРОВИМ

Ухвалено кафедрою прикладної математики (протокол №10 від 02.01.2024)

Погоджено Методичною комісією факультету прикладної математики (протокол №6 від 26.01.2024)