МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Затверджено
Вченою радою _____
Економічного факультету
назва фак.-ту, інституту

протокол № __ від _____ 2024 р.

Голова Вченої ради, декан (директор)

_____ __А.В.Череп _____
підпис ініціали, прізвище

МЕТАЕВРІСТИКИ В РОЗВ'ЯЗАННІ ЕКОНОМІЧНИХ ЗАДАЧ

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
підготовки здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
ступеня доктора філософії

зі спеціальності _____
код та найменування спеціальності

освітньо-наукова програма _____
назва освітньо-наукової програми

Укладач:
Козін І.В., професор кафедри економічної кібернетики, доктор фізико-математичних наук, професор

Погоджено:
Гарант освітньо-наукової програми _____ _____
підпис ініціали, прізвище

Запоріжжя 2024

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, рівень вищої освіти</td><td>Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>Денна, вечірня, заочна форми навчання</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Кількість кредитів – 3</td><td rowspan="2">Галузь знань
<u>05 Соціальні та поведінкові науки</u></td><td>вибіркова</td></tr>
<tr><td>Цикл професійної підготовки</td></tr>
<tr><td>Змістових модулів – 4</td><td rowspan="3">Спеціальність
<u>051 Економіка</u></td><td>Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 90</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">Освітньо-наукова програма
<u>Економіка</u></td><td>Лекції
12 год.</td></tr>
<tr><td>Лабораторні роботи
12 год.</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">Рівень вищої освіти:
третій (доктор філософії)</td><td>Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>66 год.</td></tr>
<tr><td>Вид підсумкового контролю:
залік</td></tr>
</table>

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<u>Метою</u> викладання навчальної дисципліни є: набуття фундаментальних теоретичних знань і практичних навичок з питань постановки та розв’язування задач, щодо створення та застосування математичних моделей та інформаційних систем на рівні управління виробництвом. Підготувати кваліфікованих спеціалістів у сфері управління фінансами та керування сучасними економічними системами.

Основними **<u>завданнями</u>** вивчення дисципліни «Метаеврістики в розв'язанні економічних задач»: ознайомлення з основними поняттями, сучасними концепціями та математичними методами теорії метаевристик, ознайомиться з низкою складних економічних задач, для пошуку розв'язків яких доцільно використовувати метаеврістики.

ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми аспіранти повинні досягти таких програмних **<u>компетентностей</u>** і **<u>програмних результатів навчання</u>**:

Програмні компетентності	
для здобувачів 2022 року вступу за ОНП 2022 р.	
Загальні компетентності	
ЗК1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
ЗК2	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел
ЗК5	Здатність до критичного мислення
ЗК10	Здатність розв'язувати комплексні проблеми економіки на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності
Спеціальні (фахові, предметні) компетентності	
СК1	Здатність до розуміння основних концепцій, історичних витоків, сучасного стану та тенденції розвитку економіки; оволодіння термінологією з досліджуваного наукового напряму
СК2	Здатність здійснювати планування та виконання оригінальних досліджень, досягати наукових результатів, які створюють нові знання як в предметній області, так і в міждисциплінарних напрямах, і можуть бути опубліковані у провідних вітчизняних та міжнародних наукових виданнях з галузі соціальні та поведінкові науки та суміжних галузей
СК6	Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти, в тому числі міждисциплінарні, з урахуванням соціальних, економічних, екологічних, міжкультурних та правових аспектів; демонструвати лідерство та відповідальність під час їх реалізації.
СК8	Здатність обґрунтовувати та готувати економічні рішення на основі розуміння закономірностей розвитку соціально-економічних систем і процесів, питань європейської та євроатлантичної інтеграції; із застосуванням математичних методів та моделей з врахуванням економічних ризиків та можливих соціально-економічних наслідків
Програмні результати навчання	
для здобувачів 2022 року вступу за ОНП 2022 р.	
ПРН2	Глибоко розуміти загальні принципи, методи, методології наукових досліджень, застосовувати їх у власних дослідженнях у сфері економіки та у викладацькій практиці

ПРН3	Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи
ПРН4	Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, емпіричних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані
ПРН7	Критично аналізувати та узагальнювати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті всього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної наукової проблеми
ПРН11	Розробляти та досліджувати фундаментальні та прикладні моделі соціально-економічних процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у економіці та дотичних міждисциплінарних напрямах з метою досягнення економічного та соціального розвитку в умовах глобалізації

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Дискретні задачі управління.

Тема 1. Складні оптимізаційні задачі в економіці.

Приклади складних оптимізаційних задач у різних галузях економіки. Методи пошуку оптимальних розв'язків. Історія створення генетичних алгоритмів і інших евристик. Евристики та природні алгоритми. Приклади евристичних методів. Розвиток методів природного моделювання, алгоритм мурашиної колонії, ройові алгоритми. Складність задач. Поняття метаеврістики. Двійкоава система числення. Кодування Грея

Змістовий модуль 2. Бінарний простір і генетичний алгоритм.

Тема 2. Простий генетичний алгоритм і його узагальнення. Еволюційні алгоритми.

Поняття хромосоми, генотипу та фенотипу. Кросовер та мутація у бінарному просторі. Еволюційна модель задачі оптимізації. Етапи роботи генетичного алгоритму. Збіжність генетичного алгоритму. Поняття шими.

Теорема шим. Модіфікації класичного генетичного алгоритму. Види базових просторів. Узагальнені оператори кросоверу та мутації. Проблема перевірки умов допустимості.

Змістовий модуль 3. Метричні простори. Простори з структурою опуклості.

Тема 3. Опуклість в різних метриках. Фрагментарні структури.

Означення фрагментарної структури. Приклади фрагментарних структур. Зважені фрагментарні структури та прикладні задачі, що мають фрагментарну структуру. Фрагментарна модель, її властивості та переваги. Механізми збігання метаеврістик. Принципи побудови метаеврістик. Алгоритми випадкового та локального пошуку для економічних задач Алгоритм мурашиної колонії. Приклади задач. Ройові алгоритми. Імунні метаеврістики.

Змістовий модуль 4. Прикладні задачі економічного управління.

Тема 4. Задачі транспортної логістики, пакування, розміщення та теорії розкладів.

Задача комівояжера та інші задачі маршрутизації. Задача доставки вантажів. Задача погашення взаємозаборгованостей. Транспортні задачі. Задача складання розкладів. Задача багатьох станків. Задача розміщення виробництва. Задача розкрою. Задача загрузки вантажівок.

4. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин			
	сього	у тому числі		
		.	аб.	с ам. роб.
1				5
Змістовий модуль 1. Дискретні задачі управління				
Тема 1. Складні оптимізаційні задачі в економіці.	0			1 6
Разом за змістовим модулем 1				1

	0			6
Змістовий модуль 2. Бінарний простір і генетичний алгоритм				
Тема 2. Простий генетичний алгоритм і його узагальнення. Еволюційні алгоритми	26			18
Разом за змістовим модулем 2	26			18
Змістовий модуль 3. Метрічні простори. Простори з структурою опуклості				
Тема 3. Опуклість в різних метриках. Фрагментарні структури.	8			14
Разом за змістовим модулем 3	8			14
Змістовий модуль 4. Прикладні задачі економічного управління				
Тема 4. Задачі транспортної логістики, пакування, розміщення та теорії розкладів	26			18
Разом за змістовим модулем 4	26			18
Усього годин	90	2	2	66

5. ТЕМИ ЛЕКЦІЙНИХ ЗАНЯТЬ

№ теми	Назва теми	Кіл-ть годин
Змістовий модуль 1 Дискретні задачі управління		
1	Тема 1. Складні оптимізаційні задачі в економіці	2
	Разом за змістовним модулем 1	2
Змістовий модуль 2 Бінарний простір і генетичний алгоритм		
2	Тема 2. Простий генетичний алгоритм і його узагальнення. Еволюційні алгоритми.	4
	Разом за змістовним модулем 2	4
Змістовий модуль 3 Метрічні простори. Простори з структурою опуклості		
3	Тема 3. Опуклість в різних метриках. Фрагментарні структури	2
	Разом за змістовним модулем 3	2
Змістовий модуль 4. Прикладні задачі економічного управління		
4	Тема 4. Задачі транспортної логістики, пакування, розміщення та теорії розкладів	4
	Разом за змістовним модулем 4	4
Усього годин		12

6. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ теми	Назва теми	Кіл-ть годин
Змістовий модуль 1 Дискретні задачі управління		
1	Тема 1. Двійкові представлення	2
	Разом за змістовним модулем 1	2
Змістовий модуль 2 Бінарний простір і генетичний алгоритм		
2	Тема 2. Побудова еволюційної моделі.	4
	Разом за змістовним модулем 2	4
Змістовий модуль 3 Метрічні простори. Простори з структурою опуклості		
3	Тема 3. Фрагментарні моделі для пошуку субоптимальних розв'язків оптимізаційних задач	2
	Разом за змістовним модулем 3	2
Змістовий модуль 4. Прикладні задачі економічного управління		
4	Тема 4. Метаеврістики для задачі доставки вантажів	4
	Разом за змістовним модулем 4	4
Усього годин		12

7. САМОСТІЙНА РОБОТА

№ теми	Назва теми	Кіл-ть годин
Змістовий модуль 1. Дискретні задачі управління		
1	Тема 1. Складні оптимізаційні задачі в економіці.	16
	Разом за змістовним модулем 1	16
Змістовий модуль 2. Бінарний простір і генетичний алгоритм		
2	Тема 2. Простий генетичний алгоритм і його узагальнення. Еволюційні алгоритми	18
	Разом за змістовним модулем 2	18
Змістовий модуль 3. Метричні простори. Простори з структурою опуклості.		
3	Тема 3. Опуклість в різних метриках. Фрагментарні структури	14
	Разом за змістовним модулем 3	14
Змістовий модуль 4. Прикладні задачі економічного управління		
4	Тема 4. Задачі транспортної логістики, пакування, розміщення та теорії розкладів	18
	Разом за змістовним модулем 4	18
Усього годин		66

8. ВИДИ КОНТРОЛЮ І СИСТЕМА НАКОПИЧЕННЯ БАЛІВ

№ змістового модуля	Вид контролю	Зміст контрольного заходу	Кількість балів
ПОТОЧНИЙ			
1	Лабораторна робота №1	Відповіді на завдання Оформлення у вигляді файлу	10
2	Лабораторна робота №2	Відповіді на завдання Оформлення у вигляді файлу	10
2	Тестування	У системі Moodle	10
3	Лабораторна робота №3	Відповіді на завдання Оформлення у вигляді файлу	10
4	Лабораторна робота №4	Відповіді на завдання Оформлення у вигляді файлу	10
4	Тестування	У системі Moodle	10
		Разом:	60
ПІДСУМКОВИЙ			
	Залік, у т.ч.		40
	Тестування у системі Moodle		20
	Підготовка опису однієї із складних задач (за вибором) в комп'ютерній системі «Фрагментарні структури» і бази тестових прикладів для		20
		Разом:	40
		Усього	100

Шкала оцінювання: національна та ECTS

За шкалою *ECTS*	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		

FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Основна:

1. Optimization Methods and Applications : In Honor of Ivan V. Sergienko's 80th Birthday / eds. S. Butenko, P. M. Pardalos, V. Shylo. New York : Springer, 2017. 639 p. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi66/0048529.pdf.
2. Applied Metaheuristic Computing / ed. by P.-Y. Yin, R. Chang, Y. Gheraibia [et al]. Basel : MDPI, 2022. 684 p. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0052038.pdf.
3. Genetic Algorithms / ed. by S. Ventura, J. M. Luna, J. M. Moyano. London : IntechOpen, 2022. 164 p. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0052032.pdf.
4. Kozin V., Maksyshko N. K., Perepelitsa V. A. Fragmentary Structures in Discrete Optimization Problems. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2017. Vol. 53, Issue 6. P. 931–936. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s10559-017-9995-6.
5. The Application of Ant Colony Optimization / ed. by A. Soofastaei. London : IntechOpen, 2022. 87 p. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0052033.pdf.
6. Kozin I. V., Batovskyi S. E. Fragmentary Structures in a Two-Dimensional Strip Packing Problem. *Cybernetics and Systems Analysis*. 2019. Vol. 55. P. 943–948. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s10559-019-00204-w.
7. Kozin I. V., Maksyshko N. K., Selyutin E. K. The Usage of Evolutionary Algorithms for Searching Optimal Classifications. *Bulletin Zaporizhzhya national university. Economic sciences*. 2019. № 2 (42). P. 73-78.
8. Козін І. В. Еволюційні моделі в дискретній оптимізації: монографія. Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2019. 204 с.
9. Козін І. В., Максишко Н. К. Метаеврістики в розв'язанні економічних задач: методичні рекомендації до лабораторних занять для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (ступеня доктора філософії) спеціальності 051 Економіка освітньо-наукової програми «Економіка». Запоріжжя: Запорізький національний університет, 2022. 32 с.

Додаткова:

1. Kozin I. V., Selyutin E. K., Polyuga S. I. Jumping frog method for optimal classifications. *International Academy Journal*. 2021. Vol. 2(52). URL: https://rsglobal.pl/index.php/wos/article/view/1891.
2. Козін І. В., Землянський О. О. Фрагментарна модель для задачі редагування кластеру. Міжнародний науковий симпозіум «Інтелектуальні рішення-С» Обчислювальний інтелект (результати, проблеми, перспективи). Теорія прийняття рішень: праці X Міжнар. школи-семінару (Ужгород, 29 верес. 2021 р.). Ужгород, Ужгородський національний університет, 2021. С. 50-51.
3. Козін І., Максишко Н., Терешко Я. Метод імітації відпалу для задачі рівноважного розміщення. *Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології*. Львів, 2021. Вип. 32. С. 152-158.
4. Козин И.В., Борю С.Ю., Кривцун Е.В. Математическая модель комбинированной задачи транспортной логистики. *Вісник Запорізького національного університету. Економічні науки*. 2018. № 1. С. 44-51.
5. Kozin I., Selyutin Y. The metaheuristic application in classification problems. Інформаційні технології: теорія і практика: матеріали III Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. здобувачів вищої освіти і молодих учених (Харків, 2020 р.). Харків : ХНУМГ імені О. М. Бекетова, 2020. С. 22-23. URL: https://knit.kname.edu.ua/images/new/web2020/theses_2020.pdf.
6. Advances and Novel Approaches in Discrete Optimization / ed. F. Werner. Basel : MDPI, 2020. 354 p. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi66/0048566.pdf.
7. Application of Optimization in Production, Logistics, Inventory, Supply Chain Management and Block Chain / eds. B. Sarkar, M. Sarkar. Basel : MDPI, 2020. 618 p. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi66/0048721.pdf.
8. Applied (Meta)-Heuristic in Intelligent Systems / ed. by P.-Y. Yin. Basel : MDPI, 2022. 184 p. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0052043.pdf.
9. Cognitive Big Data Intelligence with a Metaheuristic Approach / ed. by S. Mishra [et al.]. London : Academic Press, 2022. 356 p. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi70/0051084/.
10. Cottle R. W., Thapa M. N. Linear and Nonlinear Optimization. New York : Springer, 2017. 614 p. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi66/0048527.pdf.
11. Gilli M., Maringer D., Schumann E. Numerical Methods and Optimization in Finance. Cambridge : Elsevier, 2019. 614 p. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi64/0047491.zip.
12. Multi-Objective Combinatorial Optimization Problems and Solution Methods / ed. by M. Toloo, S. Talatahari, I. Rahimi. London : Academic Press, 2022. 290 p. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0052034/.
13. Nayak S. Fundamentals of Optimization Techniques with Algorithms. London : Academic Press, 2021. 305 p. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi70/0050984/.

14. Ng X. W. Concise Guide to Optimization Models and Methods : A Problem-Based Test Prep for Students. Cham : Springer, 2022. 122 p. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi68/0050242.pdf.
15. Numerical and Evolutionary Optimization 2020 / eds. M. Quiroz, O. Schutze, J. G. Ruiz, L. G. de la Fraga. Basel : MDPI, 2021. 364 p. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi66/0048722.pdf.
16. Romeo G. Elements of Numerical Mathematical Economics with Excel : Static and Dynamic Optimization. Cambridge : Elsevier, 2020. 816 p. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/ScienceDirect/0046123.zip.
17. Sustainable Transportation and Smart Logistics: Decision-Making Models and Solutions / ed. by J. Faulin. Amsterdam : Elsevier, 2019. 507 p. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi68/0050260/.
18. Uncertain Multi-Criteria Optimization Problems / ed. D. Pamucar. Basel : MDPI, 2021. 86 p. URL: http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi66/0048553.pdf.
19. Yang X. Nature-Inspired Optimization Algorithms. 2nd ed. London : Academic Press, 2021. 292 p. URL: http://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0052047/.

Інформаційні ресурси:

1. Аналитичні технології. URL: http://www.neuroproject.ua/what.php.
2. Kasahara Lab Waseda University Optimal Schedules for Prototype Standard Task Graph Set. URL: www.kasahara.elec.waseda.ac.jp/schedule/index.html.
3. Sean Luke Essentials of Metaheuristics. Lulu. URL: http://cs.gmu.edu/~sean/book/metaheuristics/.