

	СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Аналіз та методи оптимізації складних систем» Рівень вищої освіти: Другий (магістерський) Спеціальність: <u>F3 Комп'ютерні науки</u> Рік навчання: <u>1-й, семестр 1-й</u> Кількість кредитів ECTS: <u>6 кредитів</u> Назва кафедри: <u>Комп'ютерних наук та цифрової економіки</u> Мова викладання: <u>українська</u>
Лектор курсу	к.т.н., доц. Бойко Олексій Романович
Контактна інформація	boyko.aleksey@gmail.com

Опис навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Аналіз та методи оптимізації складних систем» є обов'язковою компонентою ОПП.

Загальний обсяг дисципліни 180 год.: лекції – 32 год.; практичні заняття – 28 год., самостійна робота – 120 год.

Формат проведення: лекції, практичні заняття, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

При вивченні даної дисципліни використовуються знання, отримані з таких дисциплін: «Вища математика», «Дискретна математика», «Теорія ймовірностей та математична статистика», «Дослідження операцій», «Системний аналіз», «Алгоритми та структури даних», «Об'єктно-орієнтоване програмування».

Основні положення навчальної дисципліни можуть застосовуватися при вивченні дисциплін: «Теорія масового обслуговування», «Моделі та методи прийняття рішень у проектуванні інформаційних систем», «Інтелектуальні методи та моделі в Big Data», а також при підготовці та захисті кваліфікаційної роботи.

Призначення навчальної дисципліни

Освітня компонента «Аналіз та методи оптимізації складних систем» спрямована на формування у здобувачів системного мислення та практичних навичок аналізу, моделювання і оптимізації складних систем різної природи (технічних, інформаційних, організаційних) із застосуванням класичних і сучасних методів математичного програмування, метаевристичних та еволюційних алгоритмів.

Особливу увагу приділено методам системного аналізу складних об'єктів, побудові математичних моделей оптимізації, застосуванню детермінованих і стохастичних методів пошуку оптимальних рішень, а також використанню імітаційного моделювання для дослідження поведінки складних систем в умовах невизначеності. Дисципліна орієнтована на формування у здобувачів здатності

обирати й обґрунтовувати вибір методів оптимізації для розв'язання прикладних задач проєктування та супроводу інформаційних і комп'ютерних систем.

Мета вивчення навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Аналіз та методи оптимізації складних систем» є формування у здобувачів вищої освіти системи теоретичних знань і практичних навичок аналізу складних систем, побудови їх математичних моделей та застосування сучасних методів оптимізації для розв'язання задач дослідницького та прикладного характеру у сфері комп'ютерних наук.

Дисципліна спрямована на формування здатності здійснювати системний аналіз об'єкта дослідження, формалізувати задачу оптимізації, обирати адекватний метод її розв'язання (аналітичний, чисельний, метаевристичний), оцінювати ефективність і межі застосування отриманих рішень, а також використовувати сучасні програмні засоби для розв'язання оптимізаційних задач.

Завдання вивчення дисципліни

Завданням навчальної дисципліни є набуття здобувачами теоретичних знань і практичних навичок щодо: розуміння складних систем як об'єкта дослідження, їх класифікації та властивостей (емерджентність, ієрархічність, невизначеність); застосування методів системного аналізу для формалізації предметної області та побудови концептуальних і математичних моделей складних систем; розв'язання задач лінійного та нелінійного програмування; застосування методів динамічного програмування та багатокритеріальної оптимізації для розв'язання прикладних задач; використання метаевристичних та еволюційних методів оптимізації (генетичні алгоритми, рій частинок, мурашині алгоритми) для розв'язання складних, погано формалізованих задач; застосування методів оптимізації на графах і мережах, елементів теорії розкладів; побудови та застосування імітаційних моделей складних систем для аналізу їх поведінки в умовах невизначеності; оцінювання та оптимізації архітектурних рішень інформаційних і комп'ютерних систем; використання сучасного програмного забезпечення для розв'язання прикладних оптимізаційних задач; розвитку системного та критичного мислення, здатності обґрунтовувати вибір методів оптимізації, оцінювати ефективність отриманих рішень та застосовувати їх на практиці.

ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ, ЯКИХ НАБУВАЄ ЗДОБУВАЧ ПРИ ВИВЧЕННІ ДИСЦИПЛІНИ ВІДПОВІДНО ДО ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен сформувати такі програмні компетентності:

Інтегральну компетентність (ІК):

Здатність розв'язувати задачі дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері комп'ютерних наук.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК01 Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук.

СК03 Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.

СК04 Здатність збирати і аналізувати дані (включно з великими) для забезпечення якості прийняття проєктних рішень.

СК05 Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.

СК10 Здатність оцінювати та забезпечувати якість ІТ-проєктів, інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення, застосовувати міжнародні стандарти оцінки якості програмного забезпечення інформаційних та комп'ютерних систем, моделі оцінки зрілості процесів розробки інформаційних та комп'ютерних систем.

ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ВІДПОВІДНО ДО ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

РН2 Мати спеціалізовані уміння/навички розв'язання проблем комп'ютерних наук, необхідні для проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності з метою розвитку нових знань та процедур.

РН6 Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи.

РН7 Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей.

РН9 Розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення для аналізу даних (включно з великими).

РН13 Оцінювати та забезпечувати якість інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.

Вивчення даної дисципліни формує у здобувачів освіти соціальні навички (soft skills): аналітичне та системне мислення (реалізується через аналіз складних об'єктів, побудову їх математичних моделей та обґрунтування вибору методів оптимізації); критичне мислення (формується шляхом оцінювання ефективності та обмежень різних методів оптимізації, порівняльного аналізу отриманих рішень); креативність (розвивається під час пошуку нестандартних підходів до розв'язання погано формалізованих оптимізаційних задач із застосуванням метаевристичних методів); навички командної роботи (формуються під час виконання групових практичних завдань і проєктів з оптимізації складних систем); цифрова грамотність (розвивається шляхом використання сучасного програмного забезпечення для чисельного розв'язання оптимізаційних задач та візуалізації результатів); наполегливість і самоорганізація (формуються під час виконання обчислювально складних індивідуальних завдань з оптимізації).

ПЛАН ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

№	Назви тем	Форми організації навчання та кількість годин		Самостійна робота, кількість годин
		лекційні заняття	практичні заняття	
1	Тема 1. Складні системи як об'єкт аналізу: поняття, класифікація, властивості (емерджентність, ієрархічність, невизначеність)	4	2	14
2	Тема 2. Методи системного аналізу та моделювання складних систем	4	4	16
3	Тема 3. Класичні методи оптимізації: лінійне та нелінійне програмування	4	4	14
4	Тема 4. Динамічне програмування та багатокритеріальна оптимізація	4	4	14
5	Тема 5. Метаевристичні та еволюційні методи оптимізації (генетичні алгоритми, рій частинок, мурашині алгоритми)	6	4	18
6	Тема 6. Оптимізація на графах та мережах. Елементи теорії розкладів	4	4	14
7	Тема 7. Імітаційне моделювання складних систем	4	4	16
8	Тема 8. Оптимізація архітектурних рішень інформаційних та комп'ютерних систем	2	2	14
Разом		32	28	120

Самостійна робота здобувача вищої освіти

Самостійна робота здобувача організовується шляхом видачі індивідуального переліку питань і практичних завдань з кожної теми, які не виносяться на аудиторне опрацювання, та виконання індивідуального творчого завдання.

Самостійна робота здобувача є одним із способів активного, цілеспрямованого набуття нових для нього знань та умінь. Вона є основою його підготовки як фахівця, забезпечує набуття ним прийомів пізнавальної діяльності, інтерес до творчої роботи, здатність вирішувати наукові та практичні завдання. Виконання здобувачем самостійної роботи передбачає, за необхідності, отримання консультацій або допомоги відповідного фахівця. Навчальний матеріал навчальної дисципліни, передбачений робочою програмою для засвоєння здобувачем у процесі самостійної роботи, виноситься на поточний і підсумковий контроль поряд з навчальним матеріалом, який опрацьовувався під час аудиторних занять.

Індивідуальні завдання здобувач виконує самостійно під керівництвом викладача згідно з індивідуальним навчальним планом. У випадку реалізації індивідуальної освітньої траєкторії здобувача заняття можуть проводитись за індивідуальним графіком.

Види самостійної роботи

№	Вид самостійної роботи	Години	Термін виконання	Форма та метод контролю
1	Підготовка до лекційних та практичних занять	20	щотижнево	Усне та письмове опитування
2	Підготовка самостійних питань з тематики дисципліни	40	щотижнево	Усне та письмове опитування
3	Індивідуальні творчі завдання (розв'язання прикладних оптимізаційних задач, дослідницькі проєкти)	40	4 рази на семестр	Спостереження за виконанням, обговорення, презентація проєкту, усний захист
4	Підготовка до контрольних робіт та тестування	20	2 рази на семестр	Тестування у системі Сократ
	Разом	120		

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Григорків В.С., Григорків М.В., Ярошенко О.І. Оптимізаційні методи та моделі : підручник. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2022. 440 с.
2. Катренко А.В., Пасічник В.В. Системний аналіз : підручник. Львів : Новий Світ – 2000, 2023.
3. Ладієва Л.Р. Методи оптимізації та оптимального керування : навчальний посібник [Електронне мережне видання]. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023.
4. Okwu M.O., Tartibu L.K. Metaheuristic Optimization: Nature-Inspired Algorithms Swarm and Computational Intelligence, Theory and Applications. Studies in Computational Intelligence, vol. 927. Cham : Springer, 2021. 152 p.
5. Corriou J.-P. Numerical Methods and Optimization: Theory and Practice for Engineers. Cham : Springer, 2022.

Додаткова література

1. Уривський Л.О., Мошинська А.В., Осипчук С.О. Імітаційне моделювання систем і процесів у телекомунікаціях : навч. посіб. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 202 с.
2. Бродський Ю.Б. Системний аналіз та теорія прийняття рішень : навч. посіб. у 3 ч. Ч. 1: Системологія. Житомир : Державний університет «Житомирська політехніка», 2022. 92 с.

3. Ma Z., Wu G., Suganthan P.N., Song A., Luo Q. Performance assessment and exhaustive listing of 500+ nature-inspired metaheuristic algorithms. Swarm and Evolutionary Computation. 2023. Vol. 77. Article 101248.

Інтернет ресурси

1. Google OR-Tools – програмний інструментарій для розв'язання задач оптимізації та дослідження операцій. URL: <https://developers.google.com/optimization>
2. Optuna – фреймворк для автоматизованої оптимізації гіперпараметрів. URL: <https://optuna.org>
3. MDPI Topic: Control, Optimization, and Mathematical Modeling of Complex Systems. URL: <https://www.mdpi.com/books/reprint/7506-control-optimization-and-mathematical-modeling-of-complex-systems>

СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ ТА ВИМОГИ ДО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У кінці семестру, здобувач вищої освіти може набрати до 60% підсумкової оцінки за виконання всіх видів робіт, що виконуються протягом семестру, до 10% за показники наукової, інноваційної, навчальної, виховної роботи та студентської активності і до 30% підсумкової оцінки – за результатами підсумкового контролю.

Розподіл балів за видами навчальної діяльності

№	Вид навчальної діяльності	Бали
Атестація 1		
1	Участь у дискусіях на лекційних заняттях	4
2	Участь у роботі на практичних заняттях	14
3	Виконання самостійної роботи	7
4	Виконання контрольних робіт / тестування	5
	Всього за атестацію 1	30
Атестація 2		
1	Участь у дискусіях на лекційних заняттях	3
2	Участь у роботі на практичних заняттях	15
3	Виконання самостійної роботи	7
4	Виконання контрольних робіт, тестування	5
	Всього за атестацію 2	30
	Показники наукової, інноваційної, навчальної, виховної роботи та студентської активності	10
	Підсумкове тестування (екзамен)	30
	Разом	100

Якщо здобувач упродовж семестру за підсумками контрольних заходів набрав менше 35 балів, то він не допускається до екзамену. Крім того, обов'язковим при мінімальній кількості балів за підсумками контрольних заходів є виконання індивідуальної творчої роботи (презентації).

Під час виконання навчальних завдань, а також завдань поточних та підсумкових контрольних заходів не допустимо порушення академічної доброчесності. Презентації та виступи мають бути авторськими та оригінальними, інформація про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності – достовірною; у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей мають бути посилання на джерела інформації з дотриманням норм законодавства про авторське право і суміжні права.

Програма навчальної дисципліни передбачає врахування результатів неформальної та інформальної освіти при наявності підтверджуючих документів як окремі кредити вивчення навчальних дисциплін.

Переведення балів внутрішньої 100-бальної шкали в національну здійснюється у відповідності до шкали.

Відповідність шкал оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
66-74	D	задовільно	
60-65	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни