



ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 – Інформаційні технології
Спеціальність	122 – Комп'ютерні науки
Освітня програма	Цифрові технології в енергетиці
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	2 курс весняний семестр
Обсяг дисципліни	На засвоєння дисципліни передбачено 135 годин / 4,5 кредити ЄКТС, 36 лекц., 18 лаб., 81 сам.роб.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР, РГР
Розклад занять	https://schedule.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.ф.-м.н., доцент, Донець Андрій Георгійович, donets.andrii@lll.kpi.ua, тел. 0965523931 Лабораторні: к.ф.-м.н., доцент, Донець Андрій Георгійович, donets.andrii@lll.kpi.ua, тел. 0965523931
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/ https://ecampus.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна «Дослідження операцій» викладається у другому навчальному семестрі другого курсу та є важливою складовою у підготовці студентів спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки». Даний курс знайомить студентів із сучасними методами та поглядами на вирішення різноманітних задач оптимізації, що пов'язані з пошуком екстремальних рішень для багатьох галузей науки та техніки, та особливостями використанням для їх вирішення програмних засобів. В результаті вивчення курсу студент повинен опанувати засоби проектування та отримати навички, необхідні для самостійного проектування та застосування сучасних інформаційних систем для вирішення оптимізаційних завдань. Оволодіння студентами теоретичних знань та практичних навичок використання комп'ютерних технологій при реалізації методів дослідження операцій та методів оптимізації для розв'язання задач енергетики, економіки, управління різноманітними галузями є системною вимогою часу до формування професіонального фахівця з комп'ютерних наук.

Метою дисципліни є формування у студентів **компетентностей** у відповідності до ОПП:

ЗК1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу
ЗК2	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях
ЗК3	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
ЗК6	Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями
ЗК13	Здатність діяти на основі етичних міркувань
ФК5	Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії

Предмет дисципліни – вивчення основних сучасних методологій та методів, що використовуються при побудові інформаційних програмно-технічних систем призначених для пошуку оптимальних рішень для різноманітних (технічних, економічних, соціальних та інших) за своєю природою та призначенням об'єктів управління, а також при ідентифікації моделей об'єктів та вирішення задач параметричного синтезу в задачах автоматизації проектування.

В результаті засвоєння кредитного модуля студенти мають продемонструвати такі **програмні результати навчання**:

ПР1	Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.
ПР7	Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно- та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни в результаті вивчення дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

Знання:

- математичних основ дослідження операцій;
- методів класифікації моделей задач дослідження операцій;
- теоретичних основ алгоритмізації, проектування та тестування програм;
- тенденцій застосування сучасних інформаційних технологій для вирішення оптимізаційних завдань;
- алгоритмів розв'язування типових задач;
- основних структур даних, способів та методів навчання;
- методів самоосвіти.

Вміння:

- вміти користуватися спеціалізованими математичними пакетами;
- вміти графічно представляти результати розрахунків;
- проводити розрахунок економічної ефективності програмних систем;
- демонструвати процеси та результати професійної діяльності, розроблюючи презентації, звіти.

- працювати в команді.

Досвід:

- розробки оптимальних алгоритмів для широкого кола задач;
- формування нових конкурентоспроможних ідей та їх реалізації у проектах (стартапах);
- прийняття обґрунтованих рішень.

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

Пререквізити дисципліни. У структурно-логічній схемі навчання зазначена дисципліна викладається у 4-му семестрі.

Постреквізити дисципліни. Отримані знання при вивченні дисципліни «Дослідження операцій» формують базові знання для вивчення наступних дисциплін: «Моделювання систем в енергетиці», «Технологія розробки програмного забезпечення», які викладаються в наступних семестрах.

3. Зміст навчальної дисципліни

- Тема 1. Задачі пошукової оптимізації та методи їх вирішення
- Тема 2. Базові одномірні методи та їх використання у інших методах.
- Тема 3. Методи нульового порядку.
- Тема 4. Методи першого порядку
- Тема 5. Методи спряжених градієнтів
- Тема 6. Методи умовної оптимізації.
- Тема 7. Методи оптимізації в задачах великої розмірності
- Тема 8. Методи стохастичної оптимізації

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Кузьмініх В.О., Молодід О. К., Тараненко Р. А. Методи дослідження операцій: Навчальний посібник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 77с.
2. Молодід О.К. Математичні методи оптимізації: Навчальний посібник. К.: НТУУ «КПІ», 2012. 204 с.
3. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. Київ: ЗАТ «Віпол», 2016. – 754 с.

Допоміжна література

4. Зайченко О.Ю., Зайченко Ю. П. Дослідження операцій. Збірник задач. К.: Видавничий Дім «Слово», 2017.-472 с.
5. Ларіонов Ю.І., Левикін В.М., Хажмурадов М.А. Дослідження операцій в інформаційних системах. Харків.: Компанія СМІТ, 2018. 364 с.
6. Калюжний О.Я. Моделювання систем передачі сигналів в обчислювальному середовищі MATLAB-Simulink: Навчальний Посібник. К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2014. 136 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Тема 1. Задачі пошукової оптимізації та методи їх вирішення.

Лекція 1. Загальна постановка задачі. Типи задач та методи їх вирішення. Математичні методи вирішення.

Лекція 2. Умови наявності екстремуму. Загальні основи пошукових методів оптимізації.

Тема 2. Базові одномірні методи та їх використання у інших методах.

Лекція 3. Методи одновимірної оптимізації: шагові методи, золотого ділення, дихотомії.

Лекція 4. Методи одновимірної оптимізації: метод Фібоначі, метод парабол.

Тема 3. Методи нульового порядку.

Лекція 5. Прямі пошукові методи нульового порядку. Використання одномірних методів у багатомірних задачах. Методи покоординатного спуску.

Лекція 6. Метод Хука-Дживса. Метод симплекса. Метод Нелдера-Міда.

Лекція 7. Метод Пауела. Метод Розенброка.

Тема 4. Методи першого та другого порядку.

Лекція 8. Градієнтні методи з постійним та змінним кроком.

Лекція 9. Метод по координатного спуску. Метод найшвидшого спуску.

Лекція 10. Градієнтні методи другого порядку.

Тема 5. Методи спряжених градієнтів.

Лекція 11. Методи сполучених градієнтів. Метод Флетчера-Рівса та модифікація.

Лекція 12. Метод Ньютона та модифікації, метод Ньютона-Рафсону.

Тема 6. Методи умовної оптимізації.

Лекція 13. Врахування умов в методах безумовної оптимізації. Методи врахування граничних умов.

Лекція 14. Метод множників Лагранжа для знаходження умовного екстремуму.

Тема 7. Методи оптимізації в задачах великої розмірності.

Лекція 15. Методи оптимізації в задачах великої розмірності та методи багатокритеріальної оптимізації. Метод декомпозиції Данціга-Вульфа. Декомпозиція Корнаї-Ліптака.

Тема 8. Методи стохастичної оптимізації.

Лекція 16. Методи одновимірної стохастичної оптимізації. Використання нормального розподілу у пошукових стохастичних методах.

Лекція 17. Генерація псевдо ймовірних величин. Генерація величин з довільної функцією щільності ймовірності.

Лекція 18. Вирішення задач глобальної багатомірної оптимізації стохастичними методами. Адаптивні стохастичні методи багатомірної оптимізації.

Розрахунково-графічна робота (РГР).

Розрахунок задач та інтерпретація результатів застосування методів умовної та безумовної оптимізації.

6. Самостійна робота студента

Тема 1. Задачі пошукової оптимізації та методи їх вирішення.

Оволодіти поняттями: методи пошуку, точки екстремуму, оптимальне рішення. [1, с. 5-11], [2, с. 6-14], [3, с. 7-29], [4, с. 8-35]

Тема 2. Базові одномірні методи та їх використання у інших методах.

Розкрити зміст задачі одновимірної неперервної оптимізації, провести класифікацію методів одновимірної оптимізації. [1, с. 12-19], [2, с. 15-33], [3, с. 31-64], [4, с. 37-56]

Тема 3. Методи нульового порядку

Ознайомитись з алгоритмами нульового порядку в методах оптимізації, навчитися давати графічну інтерпретацію пошуку методами нульового порядку [1, с. 32-45], [2, с. 37-49], [3, с. 61-97], [6, с. 27--42]

Порівняти ефективність методів нульового порядку Пауела та Розенброка. [2, с. 39-49]

Тема 4. Методи першого та другого порядку.

Ознайомитися з методами градієнтного спуску різних порядків. Навчитися графічної інтерпретації методів по координатного спуску. [1, с. 36-48], [3, с. 158-183], [4, с. 75-108]

Тема 5. Методи спряжених градієнтів.

Навчитися розрізняти класи методів спряжених градієнтів та розуміти зміст ітерацій в методі найшвидшого спуску. [1, с. 49-56], [2, с. 84-103], [3, с. 201-265]

Тема 6. Методи умовної оптимізації.

Ознайомитись з особливостями врахування обмежень та умов в методах умовної оптимізації. [1, с. 57-64], [2, с. 104-130], [3, с. 330-385], [4, с. 132-160]

Тема 7. Методи оптимізації в задачах великої розмірності.

Ознайомитись з поняттям задач великої розмірності та критеріями пошуку в таких задачах [1, с. 65-75], [2, с. 133-151], [4, с. 161-182], [5, с. 125-159]

Тема 8. Методи стохастичної оптимізації.

Ознайомитись з адаптивними методами стохастичної оптимізації та навчитись інтерпретації результатів розв'язку таких задач. [2, с. 157-201], [3, с. 513-621], [4, с. 271-322], [6, с. 106-127]

Розрахунково-графічна робота (РГР).

[1, с. 68-77], [2, с. 190-198], [6, с. 128-134]

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковим за винятком поважних причин (хвороби, форс-мажорних обставин, повітряної тривоги, знаходження в зоні бойових дій).

В разі пропущення занять з поважних причин викладач надає можливість студенту виконати усі або деякі лабораторні завдання (винятком є виконання деяких завдань у зв'язку із закінченням навчального процесу).

В разі пропущення занять без поважних причин, а також через порушення граничного терміну виконання завдання (deadline) студент може отримати до 80% від максимальної оцінки відповідне завдання.

Протягом семестру студенти:

- виконують та захищають лабораторні роботи у відповідні терміни (на кожен лабораторну роботу відводиться два тижні для здачі),
- пишуть модульну контрольну роботу,
- пишуть розрахунково-графічну роботу,
- повинні позитивно закрити дві атестації (в березні та травні),
- по закінченні навчального процесу складають залік.

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

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1) Лабораторні роботи

Максимальна кількість балів за усі виконані лабораторні роботи дорівнює 80 балів. Розподіл балів серед лабораторних робіт наступний:

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість балів
1	Одномірна оптимізація. Методи перебору, послідовного уточнення	10
2	Одномірна оптимізація. Методи дихотомії та золотого перерізу	10
3	Методи безумовної мінімізації функції багатьох змінних. Метод циклічного покоординатного спуску. Метод Хука – Дживса	10
4	Методи безумовної мінімізації функції багатьох змінних. Метод Розенброка.	10
5	Методи безумовної мінімізації функції багатьох змінних. Градієнтні методи багатомірної оптимізації. Метод найшвидшого спуску.	10
6	Стохастичні методи оптимізації. Методи випадкового пошуку.	10
	<i>Всього:</i>	60

Критерії оцінювання:

Виконання лабораторної роботи:

- виконана своєчасно (протягом двох тижнів з моменту видачі), у повному обсязі – відповідний бал згідно номеру лабораторної роботи;
- виконана із запізненням – знімається 10 – 30% від максимальної кількості балів в залежності від терміну запізнення;
- виконана не самостійно, із запізненням – знімається 50% від максимальної кількості балів;
- невиконана протягом відведеного часу – 0 балів.

2) Розрахунково-графічна робота

Складається з чотирьох прикладів. Проводиться напередодні поточної атестації. Ваговий бал кожного прикладу – 5. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу дорівнює $5 * 4 = 20$ балів.

Якість виконання роботи прикладу:

- розв'язок вірний та повний – 5 балів,

- розв’язок вірний, але неповний – 4 бали,
- розв’язок вірний, але неякісна та неточна інтерпретація – 3 бали,
- процес розв’язку має суттєві неточності, вірним є лише фрагменти чи окремі кроки розв’язання – 2 бали,
- відповідь відсутня – 0 балів.

3) Модульна контрольна робота

Складається з двох частин. Проводиться напередодні поточної атестації. Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу дорівнює $10 * 2 = 20$ балів.

Якість виконання роботи:

- всі відповіді вірні та повні – 10 балів,
- у відповідях допущені несуттєві неточності – 8 балів,
- половина відповідей вірна – 5 балів,
- відповіді містять суттєві неточності, але без критичних помилок – 2 бали,
- менше половини відповідей вірна – 0 балів.

Штрафні та заохочувальні бали на лабораторних заняттях за:

- активність на лабораторних заняттях + 2 бали
- виконання лабораторних робіт з використанням власного алгоритму + 1 бали
- відсутність на лабораторному занятті без поважної причини – 2 бали
- несвоєчасна здача лабораторних робіт (пізніше ніж за тиждень) – 1 бал;

4) Складання заліку

Залікова оцінка є інтегральною оцінкою, що складається з суми всі оцінок за лабораторні та контрольні роботи.

Умови позитивної проміжної атестації.

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації студент повинен мати не менше ніж 24 бали (за умови, що згідно з календарним планом контрольних заходів «ідеальний» студент має отримати за 4 лабораторні роботи $10+10+10+10 = 40$ балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації студент повинен мати не менше ніж 24 бали (за умови, що згідно з календарним планом контрольних заходів «ідеальний» студент має отримати за 2 лабораторні роботи та РГР $10+10+20 = 40$ балів).

Умови допуску до заліку.

Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування усіх лабораторних робіт та виконання 2-х частин модульної контрольної роботи, а також стартовий рейтинг (R_c) не менше 40 балів. Для отримання заліку з кредитного модуля "автоматом" потрібно мати рейтинг не менш ніж 60 балів, а також зараховане виконання всіх завдань лабораторних робіт та модульних контрольних робіт.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру (шкала рейтингу) складає:

$$R = r_{\text{прак}} + r_{\text{мод}} = 80 + 20 = 100 \text{ балів.}$$

Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка R_D переводиться згідно таблиці:

Бали	Оцінка
95 - 100	Відмінно
85 - 94	Дуже добре
75 - 84	Добре
65 - 74	Задовільно
60 - 64	Достатньо
$R \leq 59$	Незадовільно
$R_c < 40$ або не виконані інші умови допуску до заліку	Не допущений

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом, к.ф.-м.н., доц., Донцем Андрієм Георгійовичом

Ухвалено кафедрою ЦТЕ(протокол № 20 від 10.05.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією ННІАТЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 9 від 26.05.2023р.)