



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



Кафедра інженерії
програмного забезпечення
в енергетиці (ІПЗЕ)

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	121 Інженерія програмного забезпечення
Освітня програма	Інженерія програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем в енергетиці
Статус дисципліни	За вибором
Форма навчання	заочна
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити, 120 годин, з яких 12 години аудиторних 8 год. лекцій, 4 год. лабораторні
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/ модульна контрольна робота
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц., Кузьмініх Валерій Олександрович, vakuz0202@gmail.com Лабораторні: к.т.н., доц., Кузьмініх Валерій Олександрович, vakuz0202@gmail.com
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua/

Програма навчальної дисципліни

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

Даний курс знайомить студентів із сучасними методами та поглядами на вирішення різноманітних задач, що пов'язані з пошуком екстремальних рішень для багатьох галузей науки та техніки, та особливостями використання для їх вирішення програмних засобів.

Метою освоєння дисципліни є ґрунтовне ознайомлення студентів з основними типами задач та методів дослідження операцій та навчання методам їх вирішення із застосування програмних засобів; знайомство з тенденціями в застосуванні сучасних інформаційних систем для вирішення оптимізаційних завдань; забезпечення теоретичних знань та практичних навичок використання комп'ютерної технології при реалізації методів дослідження операцій і методів оптимізації (в тому числі, вміти користуватися спеціалізованими математичними пакетами і графічно представляти результати розрахунків).

Предметом дисципліни основні сучасні методології і методи пошуку оптимальних рішень, що використовуються при побудові інформаційних програмно-технічних систем призначених для пошуку оптимальних рішень для різноманітних (технічних, економічних, аналітичних 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.

Загальні компетентності (ЗК):

1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1).
2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 2).

Фахові компетентності (ФК):

1. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення (ФК 8).
2. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення(ФК 14).
3. Здатність реалізовувати застосунки з використанням концепцій штучного інтелекту, інженерії даних та машинного навчання, зокрема для кібер-фізичних та енергетичних систем(ФК 18).
4. Здатність моделювати процеси в кібер-фізичних та енергетичних системах(ФК-22).

Програмні результати навчання(ПРН).

1. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення(ПРН 5).
2. Знати і вміти використовувати фундаментальний математичний інструментарій при побудові алгоритмів та розробленні сучасного програмного забезпечення (ПРН 25).
3. Вміти моделювати процеси в кібер-фізичних та енергетичних системах. (ПРН-35).

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

У схемі навчання зазначена дисципліна розміщена на 3 курсі, коли студенти вже прослухали базові математичні курси, а також “Комп'ютерна дискретна математика”, “Математичний аналіз. Частина 1. Диференціальне числення”, “Математичний аналіз. Частина 2. Інтегральне числення”, “Лінійна алгебра та аналітична геометрія”, “Теорія ймовірностей” та набули певного досвіду в програмуванні і можуть виконати складні лабораторні роботи. Викладений матеріал може бути використаний при вивченні дисциплін “Методологія розробки інтелектуальних комп'ютерних програм”, “Побудова масштабованих систем обробки даних у реальному часі”, які подаються в наступних семестрах. Матеріал курсу є основою для виконання курсових робіт з дисциплін, де необхідно одержувати оптимальні параметри розроблюваних об'єктів та процесів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Базові одномірні методи та їх використання у інших методах.

Тема 2. Методи нульового порядку.

Тема 3. Методи першого порядку та другого порядку.

Тема 4. Методи стохастичної оптимізації.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові

1. Кузьмініх В.О., Молодід О. К., Тараненко Р. А. Методи дослідження операцій // Навч. посіб.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 77с.
https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/37844/1/Metod_doslid_oper.pdf
2. Молодід О.К. Математичні методи оптимізації: навч. посіб. / О.К. Молодід. — К.: НТУУ «КПІ», 2012. — 204 с.
3. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. – Київ: ЗАТ “Віпол”, 2006. – 816 с.
4. Лавров Є. А. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрик та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 212 с. ISBN 978-966-657-730-9 8.
5. Григорків В.С. Оптимізаційні методи та моделі : підручник / В.С. Григорків, М.В. Григорків. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2016. – 400 с.

Добавлено примечание ([VK1]):

6. Василенко, Д. О. Математичні методи оптимізації. Практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інформаційна та комунікаційна радіоінженерія» за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» / Д. О. Василенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 977,2 КБ). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 38 с. – Назва з екрана. - Доступ: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/57062>
7. Оптимізаційні методи та моделі : метод. реком. з вивч. дисципліни та виконання контрол. робіт здобувачами вищ. освіти / О. В. Шибаніна та ін. Миколаїв : МНАУ, 2017. 107 с.

Додаткова

1. Катренко А. В. Дослідження операцій : підруч. Львів : Магнолія Плюс, 2015. 352 с.
2. Воронков О. О. Оптимізаційні методи і моделі : конспект лекцій з курсу. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. 110 с.
3. Дослідження операцій в економіці : підруч. / О. І. Черняк та ін. ; ред. О. І. Черняка. Миколаїв : МНАУ, 2020. 398 с

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
	Тема 1. Базові одномірні методи та їх використання у інших методах.
1	Лекція 1. Методи одновимірної оптимізації: шагові методи, золотого ділення, дихотомії. Класифікація методів одновимірної оптимізації. Методи одновимірної оптимізації: метод Фібоначі, метод парабол. Порівняння методів одновимірної оптимізації.
	Тема 2. Методи нульового порядку.
2	Лекція 2. Прямі пошукові методи нульового порядку. Використання одномірних методів у багатомірних задачах. Методи покоординатного спуску. Метод Хука-Дживса. Метод Нелдера-Міда. Метод Пауела. Метод Розенброка. Метод Пауела. Метод Розенброка.
	Тема 3. Методи першого та другого порядку
3	Лекція 3. Градієнтні методи з постійним та змінним кроком. Особливості вибору кроку у методі. Метод по координатного спуску. Метод найшвидшого спуску. Тестові функції для градієнтних методів. Градієнтні методи другого порядку. Метод Гауса-Зейделя. Методи спряжених градієнтів. Модифікації методів Ньютона.
	Тема 4. Методи стохастичної оптимізації
4	Лекція 4. Методи одновимірної стохастичної оптимізації. Використання нормального розподілу у пошукових стохастичних методах. Генерація псевдо ймовірних величин. Генерація величин з довільної функцією щільності ймовірності. СРС. Адаптація у методах стохастичної оптимізації. Вирішення задач глобальної багатомірної оптимізації стохастичними методами. Адаптивні стохастичні методи багатомірної оптимізації. Стохастичні методи багатокритеріальної оптимізації.

Практичні заняття

№	Назва теми заняття та перелік основних питань
1	Одномірна оптимізація. <u>Основні питання:</u> Методи одновимірної оптимізації: шагові методи, золотого ділення, дихотомії. Класифікація методів одновимірної оптимізації. Методи одновимірної

	оптимізації: метод золотого перетину, метод дихотомії, метод Фібоначі, метод парабол. Порівняння методів одновимірної оптимізації .
2	Методи безумовної мінімізації функції багатьох змінних. <u>Основні питання:</u> Теоретичні основи методу циклічного покоординатного спуску, побудова блок-схеми алгоритму методу, особливості його програмної реалізації, області застосування методу та його ефективність. Метод Хука -Дживса. Метод Розенброка. Градієнтні методи багатомірної оптимізації. Теоретичні основи градієнтного методу, різновиди градієнтних методів. Порядок методів.

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання
1	Класифікація методів пошукової оптимізації.
2	Особливості використання методів пошукової оптимізації.
3	Класифікація методів одновимірної оптимізації .
4	Порівняння методів одновимірної оптимізації .
5	Залежність використання методів від кількості параметрів..
6	Геометрична інтерпретація Метод Нелдера-Міда .
7	Метод Гауса-Зейделя .
8	Метод Ньютона.
	<i>Питання, що виносяться на самостійне опрацювання студентів, контролюються шляхом їх включення до переліку питань модульних контрольних робіт.</i>

№ з/п	Назва лабораторної роботи
1	Одновірна оптимізація. Методи перебору та послідовного уточнення. Методи дихотомії та золотого перерізу. Мета роботи – практично оволодіти основними підходами та навичками у розробці алгоритмів і програмних застосунків для одновірних методів .
2	Методи безумовної мінімізації функції багатьох змінних. Метод циклічного покоординатного спуску. Метод Хука -Дживса. Методом Розенброка. Мета роботи – практично оволодіти основними підходами та навичками у розробці алгоритмів і програмних застосунків для методів безумовної мінімізації функції багатьох змінних: циклічного покоординатного спуску, метода Хука -Дживса та метода Розенброка, провести аналіз ефективності цих методів.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Обов'язкове відвідування лабораторних занять, тому що на них проводяться контрольні заходи з оцінок за якими формується рейтингова оцінка.

Пропущені контрольні заходи

У навантаженні викладачів відсутні години для прийому заборгованостей студентів, але з доброї волі викладача, якщо студенти одержали оцінки з низькими балами при захисті лабораторної роботи або на контрольних роботах вони мають спробу для їх підвищення у кінці семестру. Час і місце проведення додаткових занять визначає викладач.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у 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 студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами

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

Для перевірки засвоєння студентами знань, отриманих при прослуховуванні лекцій, виконанні лабораторних робіт та при самостійній роботі у відповідності до учбового плану проводиться модульна контрольна робота. Завдання модульної контрольної роботи носять переважно теоретичний характер. Модульна контрольна робота проводиться двічі за першим та другим розділом кредитного модуля. Робота проводиться у письмовій формі та складається з теоретичних питань.

Основні цілі контрольних робіт:

- перевірка якості засвоєння поточного навчального матеріалу з лекцій дисципліни та самостійної роботи студентів з рекомендованої літератури;
- виявлення студентів з недостатнім рівнем засвоєння навчального матеріалу, з'ясування причин їх відставання та надання їм необхідної допомоги для підвищення успішності.

Оцінка з дисципліни виставляється за багатобальною системою, з подальшим перерахуванням у традиційну.

Максимальна кількість балів з дисципліни дорівнює 100.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) виконання та захист лабораторних робіт;
- 2) модульну контрольну роботу;
- 3) відповіді на заліку.

Крім того, діє система штрафних та заохочувальних балів за:

- неформальний підхід до виконання лабораторних робіт та застосування оригінальних програмних рішень + 1-3 бали

- несвоєчасна здача лабораторних робіт без поважної причини - 1-3 бали

Нижче у таблицях надано інформацію щодо відсоткового внеску видів контролю у семестровий рейтинг.

Види семестрового контролю	Відсотковий внесок видів контролю у семестровий рейтинг
лаб. робота №1	20
лаб. робота №2	20
модульна контрольна робота 1,2	10+10=20
Залік	40
Разом	100%

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів (лабораторні роботи, реферат, модульна контрольна робота та екзамен) протягом семестру складає:

$$R=20+20+10+10+40=100 \text{ балів}$$

Таким чином, рейтингова шкала з кредитного модуля складає 100 балів.

Необхідною умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, а також стартовий рейтинг не менше 35 балів. Для отримання студентом відповідних оцінок (ECTS та традиційних) його рейтингова оцінка RD переводиться згідно з таблицею:

Бали (RD)	Традиційна оцінка
≥ 95	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
$RD \leq 60$	Незадовільно
$RD < 40$ або не виконані інші умови допуску до екзамену	Не допущений

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Питання семестрового контролю.

1. Класифікація задач оптимізації.
2. Типи задач оптимізації.
3. Математична постановка задачі оптимізації.
7. Порядок алгоритму оптимізації. Приклади методів.
8. Методи одновимірної оптимізації.
9. Шагові методи.
10. Метод золотого перетину,
11. Метод дихотомії.
12. Класифікація методів одновимірної оптимізації.
13. Метод Фібоначі.
14. Достатні умови оптимальності. Необхідні умови оптимальності.
15. Умови зупинки методу.
16. Похідна за напрямком.
21. Метод квадратична апроксимація.
22. Методи на основі пошуку стаціонарної точки критерію оптимальності.
23. Метод хорд (загальна постановка).
24. Метод дотичних (загальна постановка).
25. Метод Хука - Дживса.
26. Метод Розенброка.

30. Симплексний метод Нелдера-Міда.
31. Операції методу Нелдера-Міда.
32. Метод найшвидшого спуску.
33. Метод сполучених градієнтів.
34. Чисельна оцінка похідних.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус): ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ.

Складено доцентом кафедри ПЗЕ, к.т.н., доц. Кузьмініч В.О.

Ухвалено кафедрою ПЗЕ (протокол № 28 від 15.05.2023р)

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