



# ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАЦІЙ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>12 Інформаційні технології</i>
Спеціальність	<i>122 Комп'ютерні науки та інформаційні технології</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютерний моніторинг та геометричне моделювання процесів і систем</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/очна /дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/ атестації</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доц., Кузьмініх Валерій Олександрович, <a href="mailto:vakuz0202@gmail.com">vakuz0202@gmail.com</a> Лабораторні: к.т.н., доц., Кузьмініх Валерій Олександрович, <a href="mailto:vakuz0202@gmail.com">vakuz0202@gmail.com</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=214869">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=214869</a></i>

### 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 використанням 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'ютерні 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, 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. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
2. Здатність працювати в команді.

3. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

#### **Фахові компетентності (ФК):**

1. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.
2. Здатність реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер, включаючи бази даних, знань і сховища даних, виконувати розподілену обробку великих наборів даних на кластерах стандартних серверів для забезпечення обчислювальних потреб користувачів, у тому числі на хмарних сервісах.
3. Здатність здійснювати організацію робочих місць, їх технічне оснащення, розміщення комп'ютерного устаткування, використання організаційних, технічних, алгоритмічних та інших методів організаційно-управлінської діяльності.
4. Здатність проводити обчислювальні експерименти, зіставляти результати експериментальних даних і отриманих рішень та оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів, статей і доповідей на науковотехнічних конференціях
5. Здатність формувати нові конкурентоспроможні ідеї та реалізовувати їх у проектах (стартапах).

#### **Програмні результати навчання.**

1. Розуміти принципи моделювання організаційно-технічних систем і операцій; використовувати методи дослідження операцій, розв'язання одно– та багатокритеріальних оптимізаційних задач лінійного, цілочисельного, нелінійного, стохастичного програмування.
2. Володіти навичками управління життєвим циклом програмного забезпечення, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог і обмежень замовника, вміти розробляти проектну документацію (техніко-економічне обґрунтування, технічне завдання, бізнес-план, угоду, договір, контракт).
3. Вміти проводити розрахунок економічної ефективності програмних систем.
4. Вміння демонструвати процеси та результати професійної діяльності, розробляючи презентації, звіти.
5. Мати навички участі у командній розробці, погодженні, оформленні і випуску всіх видів програмної документації.

#### **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 “Основи програмування та алгоритмічні мови”, “Чисельні методи в інформатиці”, “Дискретна математика”, та набули певного досвіду в програмуванні і можуть виконати складні лабораторні роботи. Викладений матеріал може бути використаний при вивченні дисциплін “Моделювання систем”, “Методи та системи штучного інтелекту”, 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. 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

##### Базові

1. Кузьмініх В.О., Молодід О. К., Тараненко Р. А. Методи дослідження операцій // Навч. посіб.– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 77с.
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. Гочаров В.А. Методы оптимизации/В.А. Гончаров – М.: Высшее образование, 2016. -191с.
5. Таха Х.А. Введение в исследование операций / Хемди А. Таха. — 7-е изд. — М.: Издательство Диалектика, 2017. — 1056 с.
6. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс / Б. Банди. — М.: Радио и связь, 1988. — 128 с.

##### Додаткова

1. Васильев, О.В. Методы оптимизации в задачах и упражнениях/ О.В. Васильев, А.В. Аргучинцев - М.: Физматлит, 2016. – 576 с.
2. Сухарев А.Г. Курс методов оптимизации: Учебное пособие / А.Г. Сухарев, А.В. Тимохов, В.В. Федоров. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. — 368 с.
3. Растринг Л.А.. Адаптация сложных систем. Рига «Зинатне» 1981.-261с
4. Л. А. Растринг, К. К. Рипа. Автоматная теория случайного поиска — Рига: Зинатне, 1973. — с.344
5. Растринг Л.А. Случайный поиск, — М.: Знание, 1979. — 90 с Галлеев Э.М. Оптимизация: теория, примеры, задачи / Э.М. Галлеев, В.М. Тихомиров. — М: Элиториал УРСС, 2000. — 320 с.
6. Гагарина, Л.Г. Технология разработки программного обеспечения / Л.Г. Гагарина, Е.В. Кокорева, Б.Д. Виснадул. — М.: Форум, 2007 – 362 с.
7. Вендров, А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем: Учебник / А.М. Вендров. — М.: Финансы и статистика, 2006. -352 с.
8. Жиглявский А.А., Жилинскас А.Г. Методы поиска глобального экстремума, М.: Наука, 1991. – 160с.
9. Пантелеев А.В. Метаэвристические алгоритмы поиска глобального экстремума.- М.: Издательство МАИ-ПРИНТ, 2009
10. Абакаров А. Ш., Сушков Ю. А. Адаптация случайного поиска с использованием логистической кривой. — СПб.: СПбГУ. 2005. С. 67–75
11. Чипига А.Ф., Колков Д.А. Анализ методов случайного поиска глобальных экстремумов многомерных функций // Фундаментальные исследования. – 2006. – № 2. – С. 24-26; URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=4706>

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
	Тема 1. Задачі пошукової оптимізації та методи їх вирішення
1	Лекція 1. Загальна постановка задачі. Типи задач та методи їх вирішення. Математичні методи вирішення. СРС. Класифікація методів пошукової оптимізації.
2	Лекція 2. Умови наявності екстремуму. Загальні основи пошукових методів оптимізації. СРС. Особливості використання методів пошукової оптимізації.
	Тема 2. Базові одномірні методи та їх використання у інших методах.
3	Лекція 3. Методи одновимірної оптимізації: шагові методи, золотого ділення, дихотомії. СРС. Класифікація методів одновимірної оптимізації .
4	Лекція 4. Методи одновимірної оптимізації: метод Фібоначі, метод парабол. СРС. Порівняння методів одновимірної оптимізації .
	Тема 3. Методи нульового порядку.
5	Лекція 5. Прямі пошукові методи нульового порядку. Використання одномірних методів у багатомірних задачах. Методи покоординатного спуску. СРС. Залежність використання методів від кількості параметрів..
6	Лекція 6. Метод Хука-Дживса. Метод симплекса. Метод Нелдера-Міда. СРС. Геометрична інтерпретація Метод Нелдера-Міда .
7	Лекція 7. Метод Пауела. Метод Розенброка. Метод Пауела. Метод Розенброка. СРС. Ортогоналізація довільного базису .
	Тема 4. Методи першого та другого порядку
8	Лекція 8. Градієнтні методи з постійним та змінним кроком. СРС. Особливості вибору кроку у методі.
9	Лекція 9. Метод по координатного спуску. Метод найшвидшого спуску. СРС. Тестові функції для градієнтних методів.
10	Лекція 10. Градієнтні методи другого порядку. СРС. Метод Гауса-Зейделя .
	Тема 5. Методи спряжених градієнтів
11	Лекція 11. Методи сполучених градієнтів . Метод Флетчера-Рівса та модифікація. СРС. Модифікації методів Ньютона .
12	Лекція 12. Методи сполучених градієнтів. Метод Ньютона та модифікації, метод Ньютона-Рафсону. СРС. Модифікації методів Ньютона .
	Тема 6. Методи умовної оптимізації.
13	Лекція 13. Врахування умов в методах безумовної оптимізації. Методи врахування граничних умов. СРС. Особливості врахування умов.
14	Лекція 14. Метод множників Лагранжа для знаходження умовного екстремуму.

	СРС. Сідлова точка методу множників Лагранжа .
15	Тема 15. Методи оптимізації в задачах великої розмірності
16	Лекція 16. Методи оптимізації в задачах великої розмірності та методи багатокритеріальної оптимізації . Метод декомпозиції Данціґа-Вульфа. Декомпозиція Корнаї-Ліптака. Декомпозиція на основі розділення змінних .
	Тема 8. Методи стохастичної оптимізації
17	Лекція 17. Методи одномірної 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.
18	Лекція 18. Вирішення задач глобальної багатомірної оптимізації стохастичними методами. Адаптивні стохастичні методи багатомірної оптимізації. СРС. Стохастичні методи багатокритеріальної оптимізації.

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання
	Тема 1. Задачі пошукової оптимізації та методи їх вирішення
1	Класифікація методів пошукової оптимізації.
2	Особливості використання методів пошукової оптимізації.
	Тема 2. Базові одномірні методи та їх використання у інших методах.
3	Класифікація методів одновимірної оптимізації .
4	Порівняння методів одновимірної оптимізації .
	Тема 3. Методи нульового порядку.
5	Залежність використання методів від кількості параметрів..
6	Геометрична інтерпретація Метод Нелдера-Міда .
7	Ортогоналізація довільного базису .
	Тема 4. Методи першого та другого порядку
8	Особливості вибору кроку у методі.
9	Тестові функції для градієнтних методів.
10	Метод Гауса-Зейделя .
	Тема 5. Методи спряжених градієнтів
11	Особливості методів Ньютона .
12	Модифікації методів Ньютона .
	Тема 6. Методи умовної оптимізації.
13	Особливості врахування умов.
14	Сідлова точка методу множників Лагранжа .
15	Тема 15. Методи оптимізації в задачах великої розмірності
16	
	Тема 8. Методи стохастичної оптимізації
17	Адаптація у методах стохастичної оптимізації.
18	Стохастичні методи багатокритеріальної оптимізації.

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

## 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) реферат;
- 3) модульну контрольну роботу;
- 4) відповіді на іспиті.

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	10
лаб. робота №2	10
лаб. робота №3	10
лаб. робота №4	10
Реферат	10
модульна контрольна робота 1,2	5+5=10
Іспит	40
Разом	100%

*Розрахунок шкали (R) рейтингу:*

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

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

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≤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. Сідлова точка мінімуму функції (теорема)
3. Типи задач оптимізації.
4. Загальний вигляд задачі оптимізації.
5. Сідлова точка функції Лагранжа.
6. Математична постановка задачі оптимізації.
7. Функція Лагранжа.
8. Точка локального і глобального мінімуму.
9. Порядок алгоритму оптимізації. Приклади методів.
10. Теорема Вейерштрасса.
11. Пасивні та активні алгоритми оптимізації.
12. Види збіжності методів оптимізації.
13. Необхідні умови оптимальності.
14. Достатні умови оптимальності.
15. Умови зупинки методу.
16. Похідна за напрямком.
17. Умови Куна-Такера.
18. Умова Слейтера.
19. Метод квадратичної апроксимації (загальна постановка). Алгоритм методу Хука-Дживса.
20. Метод Паулло. Умова Ліпшиця.
21. Метод квадратична апроксимація.
22. Методи на основі пошуку стаціонарної точки критерію оптимальності.
23. Метод хорд (загальна постановка).
24. Метод дотичних (загальна постановка).
25. Умова Ліпшиця. Звуження інтервалу невизначеності для функцій відповідних умові Ліпшиця.
26. Метод Хука - Дживса. Облік обмежень в методі Хука - Дживса.
27. Метод Розенброка. Двовимірна ортогоналізації.
28. Алгоритм Грама-Шмідта (побудова ортогональної системи)
30. Симплексний метод Нелдера-Міда.
31. Операції методу Нелдера-Міда.
32. Метод найшвидшого спуску
33. Метод сполучених градієнтів
34. Чисельна оцінка похідних
35. Метод штрафних функцій
36. Метод бар'єрних функцій
37. Методи випадкового пошуку
38. Простий випадковий пошук
39. Генерація псевдовипадкових величин.



40. Алгоритм парної проби.
41. Алгоритм найкращою проби
42. Метод статистичного градієнта
43. Алгоритм з напрямним гіперквадратом
44. Алгоритми глобального випадкового пошуку

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** посада, науковий ступінь, вчене звання, ПІБ

**Ухвалено** кафедрою \_\_\_\_\_ (протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_)

**Погоджено** Методичною комісією факультету<sup>1</sup> (протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_)

---

<sup>1</sup> Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.