Національна академія наук України

Інститут енергетичних машин і систем ім. А. М. Підгорного

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Заступник директора

“____” _____ 2025 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Методи підтримки прийняття рішень

(назва навчальної дисципліни)

Підготовки докторів філософії

зі спеціальності 113 Прикладна математика

2024 / 2025 навчальний рік

Робочу програму навчальної дисципліни «Методи підтримки прийняття рішень» складено відповідно до освітньо-наукової програми «Математичне моделювання та оптимізація теплових, механічних процесів і складних геометричних структур» підготовки здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти за спеціальністю 113 Прикладна математика.

Розробники: (вказати авторів, їхні наукові ступені, вчені звання та посади)

Яськов Георгій Миколайович, д-р техн. наук, доцент,
старший науковий співробітник
Романова Тетяна Євгеніївна, д-р техн. наук, професор,
провідний науковий співробітник

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою інституту 23 квітня 2025 року, протокол № 5

Програму схвалено на розширеному засіданні відділу нелінійної механіки та математичного моделювання

Протокол № 1 від 21.04.2025 р.

Завідувач відділу

_____ Аврамов К. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково-технічною проблемною радою «Математичне моделювання. Механіка деформованого твердого тіла. Динаміка і міцність машин. Магнетизм технічних об'єктів».

Протокол № 7 від 22.04.2025 р.

Заступник голови НТПР _____

_____ Максименко-Шейко К. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Мета викладання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни є оволодіння методами чисельного розв'язання прямих і обернених задач математичної фізики, формування практичних умінь і навичок щодо постановки задач моделювання, ідентифікації і оптимізації фізичних процесів, розробки математично-комп'ютерного інструментарію для їх розв'язання та його використання при розв'язанні певних практичних задач.

Перелік компетентностей та програмних результатів навчання, що забезпечує дисципліна

Компетентності

ЗК8 Здатність виявляти, ставити і вирішувати проблеми.

ЗК10 Знання і розуміння предметної області та розуміння професії.

ЗК11 Здатність до абстрактного та аналітичного мислення й генерування ідей.

ФК1 Здатність виявляти актуальні прикладні математичні проблеми і застосовувати поглиблені знання з прикладної математики.

ФК2 Здатність розробляти математичні моделі, що адекватно описують геометрію досліджуваних об'єктів і систем та фізичні явища, що відбуваються в них.

ФК3 Здатність застосовувати сучасні методи математичного моделювання і оптимізації для розв'язання задач прикладної математики.

ФК4 Здатність розробляти і вдосконалювати методи моделювання теплових та механічних процесів і оптимального геометричного проєктування.

ФК5 Здатність на основі сучасних методів моделювання і оптимізації розробляти алгоритми розрахунку.

ФК6 Здатність використовувати сучасні програмні засоби для розв'язання задач прикладної математики.

ФК7 Здатність проводити обчислювальні експерименти з обробкою розрахункових даних і їх аналізом.

ФК8 Здатність аналізувати та інтерпретувати результати розв'язання задач прикладної математики.

Програмні результати навчання

ПРН1 Знати та критично оцінювати теорії, положення та концептуальні підходи до вирішення комплексних наукових і практичних завдань в галузі прикладної математики.

ПРН4 Знати сучасні методи моделювання і оптимального геометричного проєктування і уміти вдосконалювати їх.

ПРН5 Вміти розробляти і вдосконалювати алгоритми моделювання фізичних процесів і оптимального геометричного проєктування, реалізовувати їх за допомогою відповідного програмного забезпечення.

ПРН6 Вміти використовувати сучасне програмне забезпечення для розв'язання задач прикладної математики з розподіленими параметрами.

ПРН7 Вміти проводити розрахункові дослідження та аналізувати отримані чисельні результати.

Характеристика навчальної дисципліни

Вибіркова освітня компонента	
Кількість кредитів	3
Рік підготовки	2-й
+ Семестр	2-й
Загальна кількість годин	90
Лекції	24 год.
Практичні заняття	6 год.
Індивідуальні заняття	__ год.
Самостійна робота	60 год.
Вид підсумкового контролю	залік

2. Зв'язок з іншими освітніми компонентами

Освітні компоненти, що передують вивченню:

ОК2 Іноземна мова професійного спрямування

ОК5 Сучасні методи обчислювальної математики

ОК6 Математичне моделювання геометричних об’єктів та фізичних полів з використанням R-функцій

Освітні компоненти, які розвивають результати навчання за цією дисципліною:

немає

3. Заплановані результати навчання

Після вивчення курсу аспіранти повинні:

Знати: важливі поняття теорії прийняття рішень; методологічні основи процедури прийняття рішень; моделі та методи вибору компромісних рішень; основні ситуації прийняття рішень залежно від ступеня інформованості про важливість часткових критеріїв.

Вміти: формулювати задачу прийняття рішень, будувати її математичну, використовувати методи підтримки прийняття рішень для розв’язання різних типів задач, проводити розрахунки та аналізувати отримані результати, використовувати отримані знання для розв’язання прикладних задач за спеціальністю.

Розуміти: властивості та можливості методів і алгоритмів прийняття рішень і оптимізації.

4. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Математичні моделі багатокритеріальних задач прийняття рішень

Тема 1. Постановка та властивості задач прийняття рішень

Постановка та класифікація задач прийняття рішень. Аналіз процедури прийняття рішень. Множина допустимих рішень в детермінованих задачах і її властивості.

Тема 2. Методи вибору компромісних рішень

Методи розв’язання задач багатокритеріальної оптимізації. Моделі вибору компромісних рішень.

Розділ 2. Методи розв’язання задач прийняття рішень

Тема 3. Задачі прийняття рішень в умовах невизначеності

Постановка задачі прийняття рішень в умовах стохастичної невизначеності. Поняття ризику. Критерії прийняття рішень в умовах стохастичної невизначеності. Особливості задачі прийняття рішень в умовах пасивної взаємодії ОПР і зовнішнього середовища. Критерії прийняття рішень в умовах невизначеності. Особливості прийняття рішень в умовах конфлікту. Поняття про ігри. Класифікація ігор. Матричні ігри. Некооперативне поводження гравців.

Тема 4. Задачі однокритеріальної оптимізації

Математичні моделі та методи однокритеріальної оптимізації. Методи розв'язання задач безумовної оптимізації. Методи розв'язання задач умовної оптимізації. Методи негладкої оптимізації.

Тема 5. Методи розв'язання задач прийняття рішень в геометричному проєктуванні

Методологія розв'язання задач пакування. Методи локальної оптимізації. Методм глобальної оптимізації.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин						
	усього	у тому числі					
		лекції	практ.	лаб.	сем.	інд.	с.р.
Розділ 1. Математичні моделі багатокритеріальних задач прийняття рішень							
Тема 1. ***Постановка та властивості задач прийняття рішень***	18	6					12
Тема 2. ***Методи вибору компромісних рішень***	12	2	2				8
Разом за розділом 1	30	8	2				20
Розділ 2. Методи розв'язання задач прийняття рішень							
Тема 3. ***Задачі прийняття рішень в умовах невизначеності***	36	12					24
Тема 4. ***Задачі однокритеріальної оптимізації***	12	2	2				8
Тема 5. ***Методи розв'язання задач прийняття рішень в геометричному проєктуванні***	12	2	2				8
Разом за розділом 2	60	16	4				40
Усього годин	90	24	6				60

6. Самостійна робота

Метою самостійної роботи є навчитися користуватися навчально-методичними матеріалами, бібліотечними фондами, базами даних наукової літератури і інформаційними джерелами і іншими інформаційними джерелами, складати конспекти, аналізувати матеріал, порівнювати різні наукові концепції та робити висновки. Види самостійної роботи студента: опрацювання лекційного матеріалу; опрацювання тем курсу, які виносяться на самостійне вивчення; виконання завдань для самостійної роботи, відвідування консультацій; підготовка до підсумкового контролю.

Теми для самостійного вивчення

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Постановка недетермінованих задач прийняття рішень	4
2	Коректність постановки задачі прийняття рішень	4
3	Побудова множин Парето та Слейтера	4
3	Реалізація методів розв'язання задач багатокритеріальної оптимізації	4
4	Реалізація моделей вибору компромісних рішень	4
5	Побудова матриці ризиків	4
6	Задачі прийняття рішень в умовах невизначеності	12
7	Матричні ігри	4

8	Методи безумовної одновимірної оптимізації	4
9	Градієнтні методи безумовної оптимізації	4
10	Графо-аналітичний метод розв’язання задач умовної оптимізації	8
11	Методи розв’язання задач пакування	4
	Разом	60

Завдання для самостійної роботи

1. Приклади недетермінованих задач прийняття рішень.
2. Критерії коректно поставленої задачі прийняття рішень.
3. Побудувати множини Парето та Слейтера для задачі прийняття рішень та виконати графічну ілюстрацію в критерійному просторі.
4. Розробити алгоритм для пошуку компромісного рішення за методом головного критерію, методом послідовної оптимізації, функціонально-вартісним аналізом, методом ідеальної точки.
5. Розробити алгоритм для розв’язання задачі прийняття рішень з урахуванням ступеня інформованості про важливість частинних критеріїв.
6. Розробити алгоритми для реалізації критеріїв прийняття рішень в умовах стохастичної невизначеності: максимального математичного очікування, мінімальної дисперсії, «очікуваного значення-дисперсії, граничного рівня, найімовірнішого результату, мінімуму середнього ризику.
7. Розробити алгоритми для реалізації критеріїв прийняття рішень в умовах невизначеності: недостатньої підстави Лапласа, критерій Вальда, мінімаксного ризику Севіджа, песимізму-оптимізму Гурвиця, Ходжа-Лемана.
8. Розробити алгоритм розв’язання гри в чистих та змішаних стратегіях.
9. Розробити алгоритм пошуку оптимального значення унімодальної функції за методами дихотомії та золотого перерізу.
10. Розробити алгоритми пошуку оптимального значення функції декількох змінних за методами найшвидшого спуску, Ньютона.
11. Розв’язати задачу умовної оптимізації графо-аналітичним методом.
12. Розробити алгоритм пошуку локально оптимального розв’язку задачі пакування, сформульованої як задачі нелінійного програмування за методом внутрішньої точки з використанням розв’язувача IPOPT.

* за бажанням здобувача він може сам скласти перелік завдань для самостійної роботи, адаптувавши їх під своє наукове дослідження, за умови узгодження переліку і змісту завдань з викладачем і науковим керівником

7. Методи навчання

Під час викладання дисципліни застосовуються словесні, наочні та практичні методи навчання. Словесні та наочні методи навчання використовуються під час лекцій, практичних занять, самостійної роботи, консультацій, практичні – під час здійснення студентами самостійної роботи. Під час проведення лекцій та практичних занять використовуються такі словесні методи як розповідь і пояснення. До числа наочних методів, які застосовуються для викладання дисципліни, належать: ілюстрація, демонстрація, робота із програмним комплексом IPOPT.

8. Методи контролю

Поточний контроль теоретичних знань, що отримані здобувачем вищої освіти ступеня доктора філософії, здійснюється тематичним оцінюванням.

Підсумковий контроль відбувається у формі заліку.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота							Екзамен	Сума
Розділ 1		Розділ 2				Разом		
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5		100	–	100
20	20	20	20	20				

Т1, Т2 ... – теми розділів. Бали за оцінювання кожного з 4 індивідуальних завдань входять до загальної кількості балів за поточне тестування за відповідною темою Т1-Т5.

Критерії оцінювання

Бали поточного контролю за кожною темою складаються з оцінювання відповідей під час усного опитування щодо засвоєння лекційного матеріалу (1 – розуміння окремих положень, 2 – розуміння окремих математичних методів, 3 – досконале засвоєння математичних методів, 4 – вміння адаптувати засвоєні методи для розв'язання задач прийняття рішень), оцінювання ступені опрацювання матеріалу тем для самостійного вивчення (1 – часткове розуміння матеріалу, 2 – досконале розуміння матеріалу) та оцінювання виконання завдання для самостійної роботи (1 – вміння вибрати математичний метод для розв'язання поставленої задачі; 2 – розробка методики розв'язання поставленої задачі, 3 – часткове застосування розробленої методики; 4 – повне застосування методики з отриманням частково помилкових результатів, 5 – вирішення поставленої задачі в цілому, 6 – повне вирішення поставленої задачі з творчим аналізом отриманих результатів). Крім того, враховуються бали за виконання індивідуальних завдань. Кожне з них максимально оцінюється в 8 балів за такими критеріями: Відсутність помилок в теоретичній частині – 2 бали; Коректність викладок – 2 бали; Послідовність викладок – 2 бали; Логічність викладок – 2 бали.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка
50 – 100	Зараховано
0–49	Не зараховано

10. Рекомендоване методичне забезпечення

1. Яськов Г. М., Гребеннік І. В., Романова Т. Є., Стецюк П. І., Урняєва І. Елементи теорії прийняття рішень та оптимізації. Навчальний посібник [Електронне видання]. Харків, ХНУРЕ, 2024. 190 с.

2. Методичні вказівки до виконання індивідуальних практичних завдань з дисципліни «Методи підтримки прийняття рішень» для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності 113 Прикладна математика галузі знань 11 Математика та статистика (освітньо-наукова програма «Математичне моделювання та оптимізація теплових, механічних процесів і складних геометричних структур») [Електронне видання] / Упоряд. Г. М. Яськов. Харків: ІЕМС НАН України, 2024. 20 с.

3. Методичні вказівки та перелік завдань для самостійної роботи з дисципліни «Методи підтримки прийняття рішень» для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності 113 Прикладна математика галузі знань 11 Математика та статистика (освітньо-наукова програма «Математичне моделювання та оптимізація теплових, механічних процесів і складних геометричних структур») [Електронне видання] / Упоряд. Г. М. Яськов. Харків: ІЕМС НАН України, 2024. 16 с.

Основна література

1. Романова Т. Є., Стецюк П. І., Яськов Г. М. Методи підтримки прийняття рішень: навчальний посібник. – Харків : Інститут проблем машинобудування НАНУ, 2023. – 190 с.
2. Наконечний О. Г., Гребеннік І. В., Романова Т. Є., Тевяшев А. Д. Методи прийняття рішень: навчальний посібник. – Харків : ХНУРЕ, 2016. – 132 с.
3. Овезгельдиєв А. О., Петров Е. Г., Петров К. Е. Синтез і ідентифікація моделей багатофакторного оцінювання й оптимізації. – К. : Наук. думка, 2002. – 164 с.

Допоміжна література

4. Taha H. A. Operations research: an introduction. – Upper Saddle River, NJ, USA : Pearson/Prentice Hall, 2011. – 425 p.
5. Ackoff R. L., Sasieni M. Fundamentals of operations research. – New York : Wiley, 1968. – 455 p.
6. Wächter A., Biegler L. On the implementation of an interior-point filter line-search algorithm for large-scale nonlinear programming // Math. Program. – 2006. – Vol. 106. – P. 25–57.
7. Волошин О. Ф., Мащенко С. О. Моделі та методи прийняття рішень : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. 2-ге вид., перероб. та допов. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. – 336 с.
8. Стецюк П. І. Методи негладкої оптимізації: теорія та практичне застосування (стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 1 листопада 2023 р.) / П. І. Стецюк // Вісник Національної академії наук України. - 2024. - № 1. - С. 49-55. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2024_1_9.
9. Yuriy Stoyan, Georgiy Yaskov, Tatiana Romanova, Igor Litvinchev, Sergey Yakovlev, José Manuel Velarde Cantú. Optimized packing multidimensional hyperspheres: a unified approach. Mathematical Biosciences and Engineering. – 2020. Vol. 17(6). P. 6601-6630. doi: 10.3934/mbe.2020344.

Інформаційні ресурси

1. Навчально-методичний комплекс навчальної дисципліни на сайті ipmach.kharkov.ua
2. Мережа Internet.
3. Бібліотека ІЕМС НАН України.