



КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ

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 і веб-технологій
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (120 год)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	Науково-педагогічний працівник
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., доцент, Шушура Олексій Миколайович, leshu@i.ua , тел. 050-470-15-67 Практичні: д.т.н., доцент, Шушура Олексій Миколайович, leshu@i.ua , тел. 050-470-15-67
Розміщення курсу	Google classroom, Кампус

Програма навчальної дисципліни

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

Сучасне програмне забезпечення стає все більш інтелектуальним, надаючи користувачеві допомогу з аналізу ситуації та прийняття рішень. Комп'ютерні моделі стали звичайним інструментом і застосовуються у різних галузях. Тому високопідготовлені фахівці в галузі інформаційних технологій мають володіти методами комп'ютерного моделювання і оптимізації для розробки програмного забезпечення автоматизованих систем управління та підтримки прийняття рішень.

Метою дисципліни є опанування студентами методів, алгоритмів та програмного забезпечення для розв'язку задач моделювання, управління та підтримки прийняття рішень, в тому числі методології моделювання, чисельного розв'язку обчислювальних задач та задач оптимізації, основ теорії ігор, статистичного моделювання, багатокритеріальної оптимізації.

Завдання. В результаті вивчення дисципліни у студентів повинні сформуватися наступні компетентності:

загальні:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 1),
- здатність діяти соціально відповідально та свідомо (ЗК 10).

фахові:

- Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення (ФК 8),

- здатність накопичувати, обробляти та систематизувати професійні знання щодо створення тестування і супроводження програмного забезпечення та визнання важливості навчання протягом всього життя (ФК 10),
- здатність до алгоритмічного та логічного мислення (ФК 14),
- здатність розробляти програмне забезпечення для вирішення задач комп'ютерного моделювання та оптимізації.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розроблення програмного забезпечення (ПРН 5),
- знати і застосовувати методи розробки алгоритмів, конструювання програмного забезпечення та структур даних і знань (ПРН 13)
- вміти використовувати методи наближеного розв'язання математичних задач
- вміти розробляти алгоритми та програмне забезпечення для розв'язання задач комп'ютерного моделювання та оптимізації
- знати і застосовувати існуюче програмне забезпечення для розв'язання задач комп'ютерного моделювання та оптимізації

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

Пререквізити дисципліни. Знання та вміння, отримані при вивченні дисциплін: «Математичний аналіз», «Лінійна алгебра та аналітична геометрія», «Теорія ймовірностей», «Об'єктно-орієнтований аналіз та конструювання програмних систем», «Основи програмування», «Алгоритми та структури даних».

Постреквізити дисципліни. Отримані знання при вивченні дисципліни «Комп'ютерне моделювання та оптимізація» формує базові знання для вивчення дисциплін, пов'язаних з моделюванням, чисельним розв'язком обчислювальних задач, оптимізації та розробки програмного забезпечення інтелектуальних кібер-фізичних систем та систем підтримки прийняття рішень.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Моделювання нестационарних систем

Тема 1.1. Моделювання нестационарних систем з зосередженими параметрами

Тема 1.2. Моделювання нестационарних систем з розподіленими параметрами

Розділ 2. Методи розв'язання оптимізаційних задач

Тема 2.1. Задачі оптимізації без обмежень

Тема 2.2. Задачі оптимізації з обмеженнями

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література

1. Березин И.С. Методы вычислений Т.1 / И.С.Березин, Н.П.Жидков // М.: ГИФМЛ, 1962. – 464с.
2. Березин И.С. Методы вычислений Т.2 / И.С.Березин, Н.П.Жидков // М.: ГИФМЛ, 1962. – 620с.
3. Калиткин Н.Н. Численные методы / Н.Н.Калиткин // М.: Наука, 1978. – 512с.
4. Лук'яненко С.О. Чисельні методи в інформатиці: навч. Посіб. / С.О.Лук'яненко // К.: Політехніка, 2007. – 140с.
5. Самарский А.А. Введение в численные методы / Самарский А.А. // М.: Наука, 1997. – 272с.

6. Фадеев М.А. Численные методы / М.А.Фадеев, К.А.Марков // Нижний Новгород: ННГУ, 2010. – 158с.
7. Хемминг Р.В. Численные методы / Р.В.Хемминг // М.: Наука, 1972. – 400с.
8. Р. Н. Кветний., І. В. Богач, О. Р. Бойко, О. Ю. Софина, О.М. Шушура. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 1:– Вінниця: ВНТУ, 2013.– 191с.
9. Р. Н. Кветний., І. В. Богач, О. Р. Бойко, О. Ю. Софина, О.М. Шушура. Комп'ютерне моделювання систем та процесів. Методи обчислень. Частина 2:– Вінниця: ВНТУ, 2013.– 235с.
10. Нефьодов, Ю. М. Методи оптимізації в прикладах і задачах [Текст]: навч. посіб. / Ю. М. Нефьодов, Т. Ю. Балицька. – К. : Кондор, 2011. – 324 с.
11. Математичні методи дослідження операцій : підручник / Є. А. Лавров, Л. П. Перхун, В. В. Шендрик та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 212 с.

Додаткова література

12. Буслов В.А. Численные методы 2. Решение уравнений / Буслов В.А., Яковлев С.Л. // С-Пб: СПГУ, 2001. – 44с.
13. Власова Е.А. Приближенные методы математической физики / Е.А.Власова, В.С.Зарубин, Г.Н. Кувыркин // М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001. – 700с.
14. Гавурин М.К. Лекции по методам вычислений / М.К.Гавурин // М.Наука, 1971. – 248с.
15. Демидович Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения / Б.П.Демидович, И.А.Марон, Э.З.Шувалова // М.: Наука, 1967. – 368с.
16. Гладких О.Б. Введение в численные методы / О.Б.Гладких, О.Н.Прокуратова // Елец: ЕГУ им. И.А.Бунина, 2008. – 140с.
17. Корюшин П.Н. Численные методы / П.Н.Клрюшин // Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 2002. – 104с.
18. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике / Л.М.: Наука, 1973. - 832с.
19. Мирошніченко Г.П. Численные методы [Учебное пособие] / Г.П.Мирошніченко, А.Г.Петрашень // СПб: СПГУИТМО, 2007. – 120с.
20. Форсайт Дж. Машинные методы математических вычислений / Дж.Форсайт, М.Малькольм, К.Моулер // М.:Мир, 1980. – 280с.
21. Введение в исследование операций [Текст] : пер. с англ. / Х. А. Таха. - 7-е изд. - М. : Вильямс, 2005. - 912 с
22. Бартіш М.Я. Дослідження операцій. Ч.1. Лінійні моделі : підручник / Бартіш М.Я., Дудзяний І.М. – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. – 168 с..
23. Вітлінський В.В. Економіко-математичні методи та моделі: оптимізація : навч. посібник /Вітлінський В. В., Терещенко Т. О., Савіна С. С. – К.: КНЕУ, 2016.–303 с.
24. Основи теорії і методів оптимізації: /М.І. Жалдак, В.Триус – Черкаси: Брама-Україна, 2005. – 607с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Розділ 1. Розв'язування диференціальних рівнянь

Тема 1.1. Розв'язування задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь та їх систем

Лекція 1. Однокрокові методи розв'язку задачі Коші.

Вступ до курсу лекцій. Постановка задачі Коші для звичайного диференціального рівняння та для їх систем. Особливості чисельного розв'язання задачі Коші. Простий явний метод Ейлера. Метод Рунге-Кутта. Алгоритм і програма. Зведення задачі Коші для диференціального рівняння високого порядку до задачі Коші для системи диференціальних рівнянь першого порядку. Автоматичний вибір кроку при розв'язку задачі Коші.

Лекція 2. Багатокрокові методи розв'язання задачі Коші.

Багатокрокові методи. Методи Адамса-Башфорта. Метод прогнозу та корекції Адамса 4-го порядку точності. Порівняльний аналіз методів розв'язку задачі Коші.

Тема 1.2. Крайова задача для звичайних диференціальних рівнянь

Лекція 3. Крайова задача для звичайних диференціальних рівнянь.

Постановка задачі. Метод стрільби. Різницева схема. Алгоритм і програма.

Тема 1.3. Крайова задача для рівнянь у частинних похідних

Лекція 4. Крайова задача для рівнянь у частинних похідних.

Постановка задачі. Класифікація рівнянь у частинних похідних другого порядку. Рівняння параболічного, еліптичного та гіперболічного типу. Метод сіток.

Розділ 2. Чисельні методи розв'язання оптимізаційних задач

Тема 2.1. Задачі оптимізації без обмежень

Лекція 5. Вступ до методів вирішення оптимізаційних задач.

Основи поняття задач оптимізації, класифікація задач. Формалізація задач оптимізації, зв'язок з задачами управління та прийняття рішень.

Лекція 6. Методи нульового порядку для функцій однієї змінної.

Оптимізація методами виключення інтервалів, випадкового пошуку, поліноміальної апроксимації.

Лекція 7. Методи нульового порядку для функцій багатьох змінних.

Загальна характеристика задач пошуку екстремуму для функцій багатьох аргументів. Характеристика методів послідовних наближень. Методи нульового порядку: метод Хука-Дживса, метод випадкового пошуку. Алгоритм і програма.

Лекція 8. Градієнтні методи.

Властивості градієнта. Метод найшвидшого спуску. Градієнтний метод з діленням кроку навпіл. Метод Ньютона.

Тема 2.2. Задачі оптимізації з обмеженнями

Лекція 9. Характеристика задач оптимізації з обмеженнями

Фізична та формальна постановка задачі оптимізації. Класифікація постановок задач оптимізації з обмеженнями. Задача лінійного програмування. Основні види задач лінійного програмування.

Лекція 10. Лінійне програмування

Форми запису постановки задачі лінійного програмування. Графічний метод розв'язку задачі лінійного програмування. Симплекс-метод розв'язку задачі лінійного програмування.

Лекція 11. Двоїстість у лінійному програмуванні

Постановка двоїстої задачі лінійного програмування. Двоїстий симплекс-метод. Практичне використання двоїстих задач лінійного програмування. Алгоритм і програма.

Лекція 12. Цілочисельне лінійне програмування

Постановка задачі цілочисельного лінійного програмування. Метод Гоморі. Метод гілок та границь.

Лекція 13. Основи теорії ігор

Основні визначення теорії ігор. Постановка задачі прийняття рішень в умовах конфлікту. Класифікація ігор. Матрична гра двох осіб з нульовою сумою, її розв'язок у чистих стратегіях.

Лекція 14. Вирішення задач теорії ігор в змішаних стратегіях.

Поняття матричної гри в змішаних стратегіях. Зведення матричної гри до задачі лінійного програмування. Ігри з природою.

Лекція 15. Нелінійне програмування.

Постановка задачі нелінійного програмування. Метод штрафних функцій, метод бар'єрів, метод проєкції градієнту. Сепарабельне та опукле програмування.

Лекція 16. Стохастичне програмування.

Постановка задачі стохастичного програмування. Прями та непрямі методи розв'язку задач стохастичного програмування. Одноетапні та двоетапні задачі стохастичного програмування.

Лекція 17. Динамічне програмування.

Постановка задачі динамічного програмування. Принцип оптимальності Беллмана. Алгоритм розв'язку задачі динамічного програмування.

Лекція 18. Багатокритеріальна оптимізація

Постановка задачі багатокритеріальної оптимізації. Графічний метод розв'язку. Принцип згортки критеріїв, принцип лексикографічної переваги, принцип оптимальності по Парето.

6. Самостійна робота студента

Розділ 1. Розв'язування диференційних рівнянь

Геометрична інтерпретація методів Ейлера та Рунге-Кутта.

Методи Гіра. Методи контролю точності розв'язання задачі Коші багатокроковими методами.

Метод Галеркіна.

Стійкість методів розв'язку рівнянь у частинних похідних.

Розділ 2. Чисельні методи розв'язання оптимізаційних задач

Умови екстремуму функції.

Метод рівномірного розподілу, метод Фібоначчі, використання похідних

Симплексний метод безумовної багатовимірної оптимізації

Метод спряжених градієнтів

Методи пошуку умовного екстремуму.

Транспортна задача лінійного програмування, методи розв'язку

Застосування пакету Microsoft Excel «Пошук рішень» для розв'язку задач лінійного програмування.

Задача комівояжера.

Алгоритм методу потенціалів для задачі лінійного програмування.

Постоптимальний аналіз задачі лінійного програмування.

Теорема Куна-Таккера

Приклади задач стохастичного програмування

Застосування динамічного програмування в економічних задачах

Квадратичне програмування

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекційних та практичних занять є обов'язковим за винятком поважних причин (хвороби, форс-мажорних обставин).

В разі пропущення занять з поважних причин викладач надає можливість студенту виконати усі або деякі завдання практичних занять (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 зменшену кількість балів від максимальної оцінки за відповідне завдання.

Протягом семестру студенти:

- виконують та захищають завдання практичних занять (комп'ютерні практикуми) у відповідні терміни,

- пишуть модульну контрольну роботу,

- повинні позитивно закрити дві атестації,

- по закінченні навчального процесу складають залік.

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

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

Максимальна кількість балів з кредитного модуля дорівнює 100.

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

- виконання та захист завдань практичних занять (комп'ютерні практикуми),
- модульну контрольну роботу (МКР) тривалістю 1 акад. година.

Виконання завдань практичних занять (комп'ютерні практикуми)

Завдання практичного заняття являє собою індивідуальне виконання робіт, що пов'язані з моделюванням та рішенням на ЕОМ заданої задачі комп'ютерного моделювання та оптимізації.

Вагові бали завдань наведено у таблиці.

<i>Види завдань</i>	<i>Внесок до семестрового рейтингу балів</i>
Завдання №1. Розв'язання задачі Коші	20
Завдання №2. Методи оптимізації нульового порядку для функції однієї змінної	20
Завдання №3. Методи послідовних наближень для оптимізації функції багатьох змінних	20
Завдання №4. Лінійне програмування	20

Максимальна кількість балів за всі завдання дорівнює 80 балів.

Критерії оцінювання

Підготовка до роботи (у відсотках від максимальної кількості балів за відповідну роботу):

- протокол відповідає вимогам, охайний – 20 %;
- протокол відповідає вимогам, але є чисельні виправлення – 10 %;

Виконання завдання:

- робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – 50 %;
- робота виконана пізніше зазначеного терміну – 20 %;

Якість захисту роботи:

- студент вірно і повністю відповів на запитання – 30 %;
- студент при відповіді допустив несуттєві неточності – 20 %;
- студент при відповіді на запитання допустив суттєві неточності, але самостійно виправив їх – 10 %.

2. Модульний контроль

Ваговий бал – 20.

Контрольна робота складається з 20 тестових завдань. За кожну вірну відповідь на запитання надається 1 бал.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 80 + 20 = 100 \text{ балів.}$$

Сума балів переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Бали (RD)	Традиційна оцінка
95..100	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 заліку	Не допущений

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент, д.т.н., доцент, Шушура Олексій Миколайович

Ухвалено кафедрою _____ (протокол № ____ від _____)

Погоджено Методичною комісією факультету¹ (протокол № ____ від _____)

¹ Методичною радою університету – для загальноуніверситетських дисциплін.