

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ



"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Проректор з навчально-методичної роботи

Карпа Н. МАШКАЛО

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЙ
робоча програма навчальної дисципліни

Галузь знань *12 "Інформаційні технології"*
Спеціальність *122 "Комп'ютерні науки"*
Освітній рівень *перший (бакалаврський)*
Освітня програма *Комп'ютерні науки*

Статус дисципліни

Мова викладання, навчання та оцінювання

обов'язкова

українська

Завідувач кафедри
інформаційних систем

Ірина УШАКОВА

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри *Інформаційних систем*

Протокол № 1 від 27.08.2021 р.

Розробник:

Задачин Віктор Михайлович., к.ф.-м.н., доц. кафедри інформаційних систем

**Лист оновлення та перезатвердження
робочої програми навчальної дисципліни**

Навчальний рік	Дата засідання кафедри – розробника РПНД	Номер протоколу	Підпис завідувача кафедри

Анотація навчальної дисципліни

Сучасний розвиток науки і обчислювальної техніки характеризується все більш зростаючим рівнем використання комп'ютерних моделей як для дослідження поведінки явищ і процесів, що оточують людину, так і для розв'язання практичних задач, пов'язаних з управлінням та прогнозуванням. Методи комп'ютерного моделювання широко застосовуються в усіх сферах людської діяльності – від конструювання моделей технічних, технологічних та організаційних систем до вирішення проблем розвитку людства та всесвіту.

Вивчення дисципліни “Моделювання систем та методи оптимізацій” передбачає набуття теоретичних знань та опанування практичними навичками стосовно основних підходів і принципів побудови моделей. Дисципліна спрямована на формування у студентів загальних основ застосування загальновідомих методологій та сучасних технологій моделювання складних систем; оволодіння практичними навичками роботи в середовищі спеціалізованих пакетів моделювання.

У процесі навчання студенти отримують необхідні знання під час проведення аудиторних занять: лекційних та лабораторних. Також велике значення в процесі вивчення та закріплення знань має самостійна робота студентів.

Мета навчальної дисципліни: Метою викладання даної навчальної дисципліни є формування знань і навичок стосовно основних підходів і принципів побудови моделей та надбання навичок їх застосування для розв'язання задач моделювання систем та методів їх оптимізації. При цьому велика увага приділяється практичній роботі студентів на персональних комп'ютерах із застосуванням математичних пакетів.

Об'єктом вивчення дисципліни є різні (технічні, фізичні та ін.) системи (явища, процеси, об'єкти), з якими пов'язана людська діяльність. Предметом вивчення дисципліни є загальновідомі методології і сучасні технології моделювання складних систем та методи їх оптимізації.

Характеристика навчальної дисципліни

Курс	2, 3
Семестр	4, 5
Кількість кредитів ECTS	9
Форма підсумкового контролю	Залік, Екзамен

Структурно-логічна схема вивчення дисципліни

Пререквізити	Постреквізити
Вища математика	
Основи алгоритмізації	
Програмування	Курсовий проект: проектування
Теорія ймовірностей та математична статистика	Системи штучного інтелекту
Системний аналіз	Дипломний проект

Компетентності та результати навчання за дисципліною

Компетентності	Результати навчання
ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.	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.

Компетентності	Результати навчання
<p>СК2. Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.</p> <p>СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.</p> <p>СК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.</p> <p>СК5. Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціальноекономічних 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.</p> <p>СК6. Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризику.</p> <p>СК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.</p>	
<p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу</p>	<p>ПР2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів</p>

Компетентності	Результати навчання
<p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу</p> <p>ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.</p> <p>ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</p> <p>ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним.</p> <p>ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p>ЗК13. Здатність діяти на основі етичних міркувань.</p> <p>СК2. Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.</p>	<p>інформатизації.</p> <p>ПР4. Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв'язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об'єктів керування тощо.</p>
<p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу</p> <p>ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним.</p> <p>СК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування</p> <p>СК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.</p>	<p>ПР6. Використовувати методи чисельного диференціювання та інтегрування функцій, розв'язання звичайних диференціальних та інтегральних рівнянь, особливостей чисельних методів та можливостей їх адаптації до інженерних задач, мати навички програмної реалізації чисельних методів.</p>
<p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу</p> <p>ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.</p> <p>ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК10. Здатність бути критичним і</p>	<p>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.</p>

Компетентності	Результати навчання
<p>самокритичним.</p> <p>СК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування</p> <p>СК5. 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.</p>	
<p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу</p> <p>ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності.</p> <p>ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК9. Здатність працювати в команді.</p> <p>ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним.</p> <p>ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт</p> <p>СК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.</p>	<p>ПР9. Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.</p>
<p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу</p> <p>ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.</p> <p>ЗК5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.</p> <p>ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</p> <p>ЗК9. Здатність працювати в команді.</p> <p>ЗК13. Здатність діяти на основі етичних міркувань.</p> <p>СК1. Здатність до математичного</p>	<p>ПР16. Розуміти концепцію інформаційної безпеки, принципи безпечного проектування програмного забезпечення, забезпечувати безпеку комп'ютерних мереж в умовах неповноти та невизначеності вихідних даних.</p>

Компетентності	Результати навчання
формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування СК14. Здатність застосовувати методи та засоби забезпечення інформаційної безпеки, розробляти й експлуатувати спеціальне програмне забезпечення захисту інформаційних ресурсів об'єктів критичної інформаційної інфраструктури.	

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Чисельні методи

Тема 1. Вступ. Предмет дисципліни, її зміст та задачі

1.1. *Вступ. Предмет дисципліни, її зміст та задачі.*

Тема 2. Сутність чисельних методів. Загальні поняття.

2.1. *Сутність чисельних методів. Загальні поняття.* Сутність чисельних методів. Загальні поняття.

2.2. *Характеристики чисельних методів.* Характеристики чисельних методів. Похибка рішення.

2.3. *Арифметика з плаваючою точкою.* Похибка округлення при розрахунках на комп'ютері з плаваючою комою.

Тема 3. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь

3.1. *Постановка задачі.* Постановка задачі. Прямі та ітераційні методи, їх відмінність.

3.2. *Прямі методи розв'язання систем алгебраїчних лінійних рівнянь.* Метод виключення Гауса. Метод Гауса с вибором головного елемента.

3.3. *Ітераційні методи розв'язання систем алгебраїчних лінійних рівнянь.* Метод простої ітерації, умови його збіжності.

3.4. *Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь великої розмірності.* Види розріджених матриць. Методи розв'язання систем лінійних рівнянь великої розмірності з розрідженими матрицями.

Тема 4. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь

4.1. *Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь з одним невідомим.* Постановка задачі. Метод дихотомії.

4.2. *Чисельні методи розв'язання систем нелінійних рівнянь.* Постановка задачі. Метод Ньютона, метод простої ітерації. Метод найменших квадратів.

Тема 5. Чисельні методи наближення функцій. Апроксимація, інтерполяція та екстраполяція

5.1. *Постановка задач наближення функцій.* Постановка задач наближення функцій, їх відмінність.

5.2. *Апроксимація функцій.* Метод найменших квадратів для апроксимації функцій.

5.3. *Інтерполяція функцій.* Інтерполяція лінійна та квадратична. Інтерполяційний

полином Лагранжа. Інтерполяційний полином Ньютона. Сплайн-інтерполяція.

Тема 6. Чисельне диференціювання функцій

6.1. *Постановка задачі. Формули чисельного диференціювання функцій.*

Тема 7. Чисельне інтегрування функцій

7.1. *Постановка задачі. Формула трапецій. Формула Сімпсона.*

Тема 8. Чисельне інтегрування звичайних диференціальних рівнянь. Задача Коши

8.1. *Постановка задачі Коши.* Постановка задачі Коші для диференціального рівняння n -го порядку та системи диференціальних рівнянь.

8.2. *Однокрокові методи розв'язання задачі Коши.* Метод Ейлера, метод Рунге-Кута, їх порівняння.

8.3. *Багатокрокові методи розв'язання задачі Коши.* Метод Адамса-Бошфорда, метод прогнозу та корекції, їх порівняння.

8.4. *Неявні методи розв'язання жорстких задач.* Поняття жорсткої задачі Коши. Неявні методи Ейлера і Рунге-Кута.

Тема 9. Крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь

9.1. *Постановка крайової задачі.* Постановка задачі для звичайних диференціальних рівнянь.

9.2. *Чисельні методи розв'язання крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь.* Метод кінцевих різниць.

Тема 10. Методи математичної фізики.

10.1. *Постановка задач математичної фізики.* Постановка задач математичної фізики. Задача Діріхле, задача Неймана.

10.2. *Чисельні методи розв'язання задач математичної фізики.* Метод кінцевих різниць. Метод кінцевих елементів.

Змістовий модуль 2.

Методи оптимізації

Тема 11. Постановка та класифікація задач оптимізації, загальні поняття

11.1. *Загальна постановка задачі оптимізації, загальні поняття.* Загальна постановка задачі оптимізації. Поняття цільової функції та допустимої множини.

11.2. *Класифікація задач оптимізації.* Математичне програмування. Безумовна та умовна оптимізація. Лінійне та нелінійне програмування.

Тема 12. Чисельні методи знаходження екстремуму функцій однієї змінною

12.1. *Постановка задачі знаходження екстремуму функцій однієї змінною.* Постановка задачі.

12.2. *Чисельні методи знаходження екстремуму функції однієї змінною.* Метод діхотомії. Метод золотого січення.

Тема 13. Методи безумовної оптимізації

13.1. *Постановка задачі безумовної оптимізації.* Постановка задачі. Необхідні умови мінімуму 1-го і 2-го порядків функції кількох змінних. Загальна схема чисельних методів рішення задачі безумовної оптимізації.

13.2. *Чисельні методи безумовної оптимізації.* Градієнтні методи. Метод сполучених градієнтів. Метод Ньютона, квазі-ньютоновські методи. Методи випадкового пошуку..

Тема 14. Методи нелінійного програмування

14.1. *Постановка задачі нелінійного програмування.* Постановка задачі.

14.2. *Чисельні методи нелінійного програмування.* Метод штрафних функцій. Метод модифікованої функції Лагранжа.

Тема 15. Методи лінійного програмування

15.1. *Постановка задачі лінійного програмування.* Постановка задачі. Приклади прикладних задач, які зводяться до задачі лінійного програмування.

15.2. *Чисельні методи лінійного програмування.* Симплекс-метод.

Тема 16. Динамічне програмування

16.1. *Постановка задачі динамічного програмування.* Постановка задачі.

Змістовий модуль 3. Моделювання систем

Тема 17. Моделювання. Основні поняття

17.1. *Основні поняття теорії моделювання.* Поняття системи. Поняття моделі. Поняття моделювання.

17.2. *Види моделей, їх класифікація.* Види моделей та їх класифікація за різними критеріями.

17.3. *Вимоги до моделей.* Вимоги до моделей.

Тема 18. Основні види моделювання. Формальні методи побудови моделей

18.1. *Основні види моделювання.* Основні види моделювання (аналітичне, імітаційне, статистичне), їх характеристики та відношення між собою.

18.2. *Формальні методи побудови моделей.* Формальні методи побудови моделей: кібернетичний підхід, системна динаміка, теоретично-множинний підхід.

Тема 19. Ідентифікація параметрів математичної моделі. Адекватність, чутливість, несуперечливість моделі

19.1. *Ідентифікація параметрів математичної моделі.* Постановка задачі ідентифікації, основні етапи її рішення та їх взаємозв'язок.

19.2. *Адекватність, чутливість, несуперечливість моделі.* Поняття адекватності, чутливості та несуперечливості моделі, формальні способи їх перевірки.

Тема 20. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання

20.1. *Принципи побудови моделей.* Основні принципи побудови моделей: інформаційної достатності, доцільності, здійсненності, множинності моделей, агрегації, параметризації, застосування методології ітераційного багаторівневого моделювання.

20.2. *Технологія моделювання.* Технологія моделювання: основні етапи, їх взаємозв'язок та характеристики.

Тема 21. Імовірнісне моделювання. Моделювання випадкових процесів

21.1. *Імовірнісне моделювання.* Поняття імовірнісного моделювання. Метод Монте-Карло.

21.2. *Моделювання випадкових процесів.* Генератори псевдовипадкових чисел. Моделювання випадкових процесів.

Тема 22. Моделі розрахункових процесів та управління. Динамічні моделі, P, Q, F, A- схеми

22.1. *Загальний вид математичної моделі системи.* Загальний вид математичної моделі системи.

22.2. *Типові математичні схеми моделей.* Неперервно-детерміновані моделі (D-схеми), дискретно-детерміновані моделі (F-схеми), дискретно-стохастичні моделі (P-схеми),

неперервно-стохастичні моделі (Q-схеми), узагальнені моделі (A-схеми).

Тема 23. Сітьові моделі, моделі теорії черг

23.1. *Мережі Петрі*. Мережі Петрі.

23.2. *Ланцюги Маркова*. Ланцюги Маркова.

Тема 24. Системи масового обслуговування. Середовище імітаційного моделювання GPSS World

24.1. *Системи масового обслуговування*. Основні поняття теорії масового обслуговування. Поняття системи масового обслуговування (СМО). Класифікація систем масового обслуговування. Основні характеристики СМО. Якість функціонування СМО. Моделі систем масового обслуговування.

24.2. *Середовище імітаційного моделювання GPSS World*. Загальноцільова система моделювання GPSS World. Поняття модельного часу. Об'єкти в GPSS World. Додаткові елементи GPSS World. Принципи роботи GPSS World. Поняття ланцюгів транзактів. Елементи логіки роботи інтерпретатора. Поняття пристрою, черги, обслуговування.

Перелік лабораторних занять, а також питань та завдань до самостійної роботи наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни".

Методи навчання і викладання

Методи навчання, спрямовані на активізації та стимулювання навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти. При викладанні навчальної дисципліни для активізації навчального процесу передбачено застосування сучасних навчальних технологій, таких, як: проблемні лекції; міні-лекції; робота в малих групах; презентації; ділові та рольові ігри; кейс-метод.

Проблемні лекції спрямовані на розвиток логічного мислення студентів (тема 2.1, 4.1). Коло питань теми лекції обмежується двома-трьома ключовими моментами, увага студентів концентрується на матеріалі, що не знайшов широкого відображення в підручниках, використовується досвід закордонних навчальних закладів з виділенням головних висновків з питань, що розглядаються. Вони передбачають поряд із розглядом основного лекційного матеріалу встановлення та розгляд кола проблемних питань дискусійного характеру, які недостатньо розроблені в науці й мають актуальне значення для теорії та практики. Лекції проблемного характеру відрізняються поглибленою аргументацією матеріалу, що викладається. При викладанні лекційного матеріалу студентам пропонуються питання для самостійного розмірковування. При цьому лектор задає питання, які спонукають студента шукати розв'язання проблемної ситуації. Така система примушує студентів сконцентруватися і почати активно мислити в пошуках правильної відповіді. Проблемні лекції сприяють формуванню у студентів самостійного творчого мислення, прищеплюють їм пізнавальні навички. Студенти стають учасниками наукового пошуку та вирішення проблемних ситуацій.

На початку проведення проблемної лекції потрібно чітко сформулювати проблему, яку необхідно вирішити студентам. При викладанні лекційного матеріалу слід уникати прямої відповіді на поставлені запитання, а висвітлювати лекційний матеріал таким чином, щоб отриману інформацію студент міг використовувати при розв'язанні проблеми.

Міні-лекції передбачають викладення навчального матеріалу за короткий проміжок часу й характеризуються значною ємністю, складністю логічних побудов, образів, доказів та узагальнень (теми 6, 7). Вони проводяться, як правило, як частина заняття-дослідження. На початку проведення міні-лекції за вказаними темами лектор акцентує увагу студентів на необхідності представити викладений лекційний матеріал у так званому структурно-логічному вигляді. На розгляд лекції виносяться питання, які зафіксовані в плані лекції, але викладаються стисло. Лекційне заняття проведене у такий спосіб, пробуджує у студента активність та увагу

при сприйнятті матеріалу, а також спрямовує його на використання системного підходу при відтворенні інформації, яку він отримав від викладача.

Проблемні лекції та міні-лекції доцільно поєднувати з такою формою активізації навчального процесу, як робота в малих групах.

Робота в малих групах дає змогу структурувати лекційні або лабораторні заняття за формою і змістом, створює можливості для участі кожного студента в роботі за темою заняття, забезпечує формування особистісних якостей та досвіду соціального спілкування (тема 2, 8). Після висвітлення проблеми (при використанні проблемних лекцій) або стислого викладання матеріалу (при використанні міні-лекцій) студентам пропонується об'єднуватися у групи по 5-6 осіб та презентувати наприкінці заняття своє бачення та сприйняття матеріалу.

Презентації – виступи перед аудиторією, що використовуються для представлення певних досягнень, результатів роботи групи, звіту про виконання індивідуальних завдань (тема 15). Однією з позитивних рис презентації та її переваг при використанні в навчальному процесі є обмін досвідом, який здобули студенти при роботі у певній малій групі.

Лабораторні заняття (з елементами семінарської дискусії) дозволяють формувати у студентів навички практичної реалізації практичних задач шляхом розробки алгоритмічного забезпечення та побудови на основі останнього відповідного програмного забезпечення з використанням структурного та базових принципів процедурно-орієнтовного програмування, узагальнювати отримані результати, формулювати висновки та думки, вести подальший обмін думками та поглядами з іншими учасниками щодо отриманих результатів досліджень із заданої проблематики, а також розвивають творче мислення, допомагають формувати погляди і переконання, вчать об'єктивно оцінювати результати і пропозиції опонентів, критично підходити до власних результатів та поглядів (тема 2, 3, 5, 8).

Ділові та рольові ігри – форма активізації студентів, за якої вони задіяні в процесі інсценізації певної виробничої ситуації у ролі безпосередніх учасників подій (тема 4). Наприклад, при проведенні лабораторного заняття студенти можуть бути розділені на групи, кожна з яких отримує від викладача певне завдання, реалізація якого повинна бути виконана шляхом використання різних підходів.

Кейс-метод — метод аналізу конкретних ситуацій, який дає змогу наблизити процес навчання до реальної практичної діяльності спеціалістів і передбачає розгляд виробничих, управлінських та інших ситуацій, складних конфліктних випадків, проблемних ситуацій, інцидентів у процесі вивчення навчального матеріалу (тема 24).

Порядок оцінювання результатів навчання

Система оцінювання сформованих компетентностей у студентів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні та лабораторні заняття, а також виконання самостійної роботи. Оцінювання результатів вивчення навчальної дисципліни здійснюється за накопичувальною (100-бальною) системою оцінювання.

Оцінювання здійснюється за такими видами контролю:

поточний контроль, що здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних, лабораторних занять і оцінюється сумою набраних балів (в 4-му семестрі максимальна сума – 100 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту отримати залік – 60 балів; в 5-му семестрі максимальна сума – 60 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту отримати залік, – 35 балів);

підсумковий/семестровий контроль, що здійснюється в 5-му семестрі у формі семестрового екзамену, відповідно до графіку навчального процесу і оцінюється сумою набраних балів (максимальна сума – 40 балів; мінімальна сума – 25 балів).

Порядок проведення поточного оцінювання знань студентів. Поточний контроль включає оцінювання студентів під час:

Лекцій – активна робота на парі (1 бал за кожне заняття) за умови надання студентом при проведенні опитування правильних відповідей на контрольні запитання, участі в

обговоренні результатів вирішення поставленої на початку заняття проблемної ситуації. Максимальна кількість балів складає в 4-му семестрі 30 балів, в 5-му семестрі – 10 балів.

Контрольних робіт – передбачає виявлення опанування студентом матеріалу лекційного модуля та вміння застосовувати його для вирішення практичних ситуацій. Проводиться під час лекційних аудиторних занять тестовим методом. На протязі кожного семестру передбачено 2 контрольні роботи (10 балів за кожне заняття). В 4-му семестрі перша контрольна робота включає теми 2 – 10, друга – теми 11 – 16. В 5-му семестрі перша контрольна робота включає теми 17 – 21, друга – теми 22 – 24. Максимальна кількість балів в кожному семестрі складає 20 балів.

Лабораторних робіт – має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Оцінювання передбачає захист звітів з лабораторних робіт (5 балів за звіт), за умови відповідності рівня знань студента критеріям, що висуваються. Максимальна кількість балів складає в 4-му семестрі 50 балів, в 5-му семестрі – 35 балів.

Самостійна робота здобувача може включати:

- опрацювання теоретичних основ прослуханого лекційного матеріалу;
- вивчення окремих тем або питань, що передбачені для самостійного опрацювання;
- виконання домашніх завдань;
- підготовка до практичних (лабораторних) занять;
- підготовка до контрольних робіт та інших форм поточного контролю;
- підготовка до захисту індивідуальних робіт;
- аналіз конкретної виробничої ситуації;
- пошук (підбір) джерел для підготовки презентацій за заданою тематикою;
- виконання індивідуальних завдань з використанням програмного забезпечення тощо.

Загальними критеріями, за якими здійснюється оцінювання самостійної роботи студентів, є: глибина і міцність знань, рівень мислення, вміння систематизувати знання за окремими темами, вміння робити обґрунтовані висновки, володіння категорійним апаратом, навички і прийоми виконання практичних завдань, вміння знаходити необхідну інформацію, здійснювати її систематизацію та обробку, самореалізація на лекційних та лабораторних заняттях.

Підсумковий контроль знань та компетентностей студентів з навчальної дисципліни здійснюється на підставі проведення семестрового екзамену, завданням якого є перевірка розуміння студентом програмного матеріалу в цілому, логіки та взаємозв'язків між окремими розділами, здатності творчого використання накопичених знань, вміння формулювати своє ставлення до певної проблеми навчальної дисципліни тощо.

Екзаменаційний білет охоплює програму дисципліни і передбачає визначення рівня знань та ступеня опанування студентами компетентностей.

Кожен екзаменаційний білет складається із 3 практичних ситуацій (1 стереотипне, 1 діагностичне та одне евристичне завдання), які передбачають вирішення типових професійних завдань фахівця на робочому місці та дозволяють діагностувати рівень теоретичної підготовки студента і рівень його компетентності з навчальної дисципліни.

Результат семестрового екзамену оцінюється в балах (максимальна кількість – 40 балів, мінімальна кількість, що зараховується, – 25 балів).

Студента слід **вважати атестованим**, якщо сума балів, одержаних за результатами підсумкової/семестрової перевірки успішності, дорівнює або перевищує 60. Мінімумально можлива кількість балів за поточний і модульний контроль упродовж семестру – 35 та мінімумально можлива кількість балів, набраних на екзамені, – 25.

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни розраховується з урахуванням балів, отриманих під час екзамену, та балів, отриманих під час поточного контролю за накопичувальною системою. Сумарний результат у балах за семестр складає: "60 і більше балів – зараховано", "59 і менше балів – не зараховано".

Виставлення підсумкової оцінки здійснюється за шкалою, наведено в таблиці "Шкала оцінювання: національна та ЄКТС".

Форми оцінювання та розподіл балів наведено у таблиці "Рейтинг-план навчальної дисципліни".

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ЄКТС	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	Відмінно	зараховано
82 – 89	B	Добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D		
60 – 63	E	Задовільно	не зараховано
35 – 59	FX	Незадовільно	
1 – 34	F		

Рейтинг-план навчальної дисципліни

4 семестр. Чисельні методи та методи оптимізації

Теми	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
Тема 1-3.	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 1. Вступ. Предмет дисципліни, її зміст та задачі. Тема 2. Сутність чисельних методів. Загальні поняття. Характеристики чисельних методів. Похибка рішення. Похибка округлення при розрахунках на комп'ютері з плаваючою комою.	Активна робота на парі	3
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Вступ у систему R.		
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 3. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод виключення Гауса. Метод Гауса с вибором головного елемента. Метод простої ітерації. Метод Зейделя. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь великої розмірності.	Активна робота на парі	4
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод виключення Гауса. Метод ітерацій (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	5
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Визначення завдання на лабораторний практикум та знайомство з предметною областю. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування	

Теми	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
Тема 4-7	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 4. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь з одним невідомим. Метод дихотомії. Чисельні методи розв'язання систем нелінійних рівнянь. Метод Ньютона, метод простої ітерації. Метод найменших квадратів.	Активна робота на парі	3
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Чисельні методи розв'язання рівнянь та систем нелінійних рівнянь. Метод Ньютона, метод простої ітерації. Метод найменших квадратів (робота в малих групах)	Захист звіту з лабораторної роботи	5
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 5. Чисельні методи наближення функцій. Апроксимація, інтерполяція та екстраполяція. Метод найменших квадратів для апроксимації функцій. Інтерполяція лінійна та квадратична. Інтерполяційний поліном Лагранжа. Інтерполяційний поліном Ньютона. Сплайн-інтерполяція. Тема 6. Чисельне диференціювання функцій. Тема 7. Чисельне інтегрування функцій. Формула трапецій. Формула Сімпсона	Активна робота на парі	4
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Чисельні методи наближення функцій. Апроксимація функцій. Інтерполяція функцій (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	5
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Чисельне диференціювання та чисельне інтегрування функцій.	Захист звіту з лабораторної роботи	5
	<i>Самостійна робота</i>			
Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування		
Тема 8.-10.	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 8. Чисельне інтегрування звичайних диференціальних рівнянь. Задача Коші. Методи Ейлера, Рунге-Кута. Багатокрокові методи розв'язання диференціальних рівнянь. Неявні методи розв'язання жорстких задач.	Активна робота на парі	4
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Чисельні методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Методи Ейлера, Рунге-Кута. Багатокрокові методи(робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	10
Лекція	Лекція за питаннями: Тема 9. Крайові задачі для звичайних диференціальних рівнянь. Метод кінцевих різниць. Тема 10. Методи математичної фізики. Розв'язання диференціальних рівнянь з частинними похідними. Метод кінцевих різниць. Метод кінцевих елементів.	Активна робота на парі	4	

Теми	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Чисельні методи розв'язання крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь. Метод кінцевих різниць (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	5
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування	
Теми 11-13.	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 11. Постановка та класифікація задач оптимізації, загальні поняття. Тема 12. Чисельні методи знаходження екстремуму функцій однієї змінної. Методи діхотомії та золотого січення. Тема 13. Методи безумовної оптимізації. Градієнтні методи. Метод сполучених градієнтів. Метод Ньютона, квазі-ньютонівські методи. Методи випадкового пошуку.	Активна робота на парі	4
			Письмова контрольна робота 1	10
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Чисельні методи знаходження екстремуму функцій однієї змінної. Метод золотого січення. Методи безумовної оптимізації. Градієнтні методи. Метод сполучених градієнтів. Метод Ньютона (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	5
	<i>Самостійна робота</i>			
Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття. Підготовка до контрольної роботи.	Експрес-опитування		
Теми 14-16.	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 14. Методи нелінійного програмування. Метод штрафних функцій. Метод модифікованої функції Лагранжа. Тема 15. Методи лінійного програмування. Симплекс-метод. Тема 16. Динамічне програмування.	Активна робота на парі	4
			Письмова контрольна робота 2	10
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Методи нелінійного програмування. Метод штрафних функцій. Метод модифікованої функції Лагранжа (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	5
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Розв'язання задач лінійного програмування (заняття проводиться кейс-методом).	Захист звіту з лабораторної роботи	5
<i>Самостійна робота</i>				
Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування		

Теми	Форми та види навчання	Форми оцінювання	Мак бал
<i>Загальна максимальна кількість балів по дисципліні</i>			100

5 семестр. Моделювання систем

Підрозділ	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
Теми 17.	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 17. Моделювання. Основні поняття. Види моделей, їх класифікація. Вимоги до моделей.	Активна робота на парі	1
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Система R. Генерація псевдовипадкових чисел.		
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування	
Теми 18.	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 18. Основні види моделювання. Формальні методи побудови моделей.	Активна робота на парі	1
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Обробка та аналіз даних експерименту. Підбір параметрів розподілу (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	5
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування	
Теми 19-20.	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 19. Ідентифікація параметрів математичної моделі. Адекватність, чутливість, несуперечливість моделі. Тема 20. Принципи побудови моделей. Технологія моделювання.	Активна робота на парі	2
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Моделювання даних експерименту з випадковими помилками. Ідентифікація параметрів моделей МНК. Аналіз результатів моделювання. (робота в малих групах)	Захист звіту з лабораторної роботи	3
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Побудова багатофакторної регресійної моделі (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	2
	<i>Самостійна робота</i>			
Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування		

Підрозділ	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
Тема 21.	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 21. Імовірнісне моделювання. Моделювання випадкових процесів.	Активна робота на парі	1
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Дослідження імітаційних моделей (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	5
			Письмова контрольна робота	10
Тема 22-23.	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 22. Моделі розрахункових процесів та управління. Динамічні моделі, P, Q, F, A-схеми. Тема 23. Сітьові моделі, моделі теорії черг. Мережі Петрі. Ланцюги Маркова.	Активна робота на парі	2
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Дослідження моделей, заснованих на D-схемах (робота в малих групах)	Захист звіту з лабораторної роботи	5
			Письмова контрольна робота	10
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття.	Експрес-опитування	
Тема 24.	<i>Аудиторна робота</i>			
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 24. Системи масового обслуговування. Середовище імітаційного моделювання GPSS World.	Активна робота на парі	3
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота. Середовище імітаційного моделювання GPSS World. Моделювання найпростіших та багатоканальних систем масового обслуговування (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	10
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття.	Експрес-опитування	
Сесія	<i>Аудиторна робота</i>			
	Предекзам. консультац.			
	Екзамен			40
	<i>Самостійна робота</i>			
	Підготовка до екзамену			
<i>Загальна максимальна кількість балів по дисципліні</i>				100

Рекомендована література

Основна

1. Задачин В.М., Конюшенко І.Г. Навчальний посібник «Чисельні методи» – Харків: Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2014. – 190 с.
2. Задачин В.М. Моделювання систем та методи оптимізацій: методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів галузі знань 12 "Інформаційні технології" першого (бакалаврського) рівня: [Електронне видання] – Харків: Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 210 с.
3. Попов Ю.Д., Тюття В.І., Шевченко В.І. Методи оптимізації. – Київ: Ел. вид КНУ, 2003. – 215 с.
4. Томашевський В.М. Моделювання систем. – Київ: Видавнича група ВНУ, 2005. – 349 с.
5. Фельдман Л. П. Чисельні методи в інформатиці / Л. П. Фельдман, А. І. Петренко, О. А. Дмитрієва – Київ: Видавнича група ВНУ. – 2006. – 480 с.
6. Моделювання та оптимізація систем: підручник / В. М. Дубовой, Р. Н. Кветний, О. І. Михальов, А. В. Усов – Вінниця: ПП «ТД«Едельвейс», 2017 – 804 с.

Додаткова

7. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: Практикум. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. – 307 с.
8. Кутнів М. В. Чисельні методи: [навч. посіб.] – Львів: Вид-во «Растр-7», 2010.– 288 с.
9. Чисельні методи. розв'язання задач лінійної алгебри та нелінійних рівнянь: Лабораторний практикум – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 95 с.
10. Butenko S., Pardalos P.M. Numerical Methods and Optimization. An Introduction – Chapman and Hall/CRC, 2014. – 412 p.
11. Mmbaga J. Computational Methods for Engineers: Modeling, Algorithms and Analysis/ Joseph Mmbaga, Robert Hayes, Kumar Nandakumar, Morris Flynn – Trans Canada Press, 2016 - 318 p.
12. Zadachyn V. Calculation of optimal path for parallel car parking / V. Zadachyn, O. Dorokhov // Transport and Telecommunication. – Volume 13. – 2012. – С. 303-309.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

13. Вітлінський В. В. Економіко-математичні методи та моделі: оптимізація: навч. посібник [Електронний ресурс] / Вітлінський В. В., Терещенко Т. О., Савіна С. С. — К. : КНЕУ, 2016. — 303 с
14. Стеценко І.В. Моделювання систем: навч. посіб. [Електронний ресурс] / І.В. Стеценко; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с.
15. Quick-R – <http://www.statmethods.net/index.html>
16. Statistics with R – http://zoonek2.free.fr/UNIX/48_R/all.html
17. The Comprehensive R Archive Network – <http://cran.r-project.org>
18. Сайт персональних навчальних систем ХНЕУ ім. С. Кузнеця – <https://pns.hneu.edu.ua/>