

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



Проректор з навчально-методичної роботи

Каріна НЕМАШКАЛО

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ТА МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ
робоча програма навчальної дисципліни

Галузь знань *12 "Інформаційні технології"*
Спеціальність *126 "Інформаційні системи та технології"*
Освітній рівень *перший (бакалаврський)*
Освітня програма *Інформаційні системи та технології*

Статус дисципліни *обов'язкова*
Мова викладання, навчання та оцінювання *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 оптимізації” 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
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	5
Форма підсумкового контролю	Екзамен

Структурно-логічна схема вивчення дисципліни

Пререквізити	Постреквізити
Вища математика	Системний аналіз об'єктів і процесів комп'ютеризації
Основи алгоритмізації	Проектування інформаційних систем
Програмування	Теорія прийняття рішень

Компетентності та результати навчання за дисципліною

Компетентності	Результати навчання
КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. КЗ 3. Здатність до розуміння предметної області та професійної діяльності. КС 1. Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його	ПР 1. Знати лінійну та векторну алгебру, диференціальне та інтегральне числення, теорію функцій багатьох змінних, теорію рядів, диференціальні рівняння для функції однієї та багатьох змінних, операційне числення, теорію ймовірностей та математичну статистику в обсязі, необхідному для розробки та використання інформаційних

Компетентності	Результати навчання
<p>предметну область.</p> <p>КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів.</p> <p>КС 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень</p>	<p>систем, технологій та інфокомунікацій, сервісів та інфраструктури організації.</p>
<p>КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу</p> <p>КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів.</p> <p>КС 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень</p>	<p>ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.</p>
<p>КС 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень</p>	<p>ПР 3. Використовувати базові знання інформатики й сучасних інформаційних систем та технологій, навички програмування, технології безпечної роботи в комп'ютерних мережах, методи створення баз даних та інтернетресурсів, технології розроблення алгоритмів і комп'ютерних програм мовами високого рівня із застосуванням об'єктно-орієнтованого програмування для розв'язання задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.</p>
<p>КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів.</p>	<p>ПР 4. Проводити системний аналіз об'єктів проектування та обґрунтовувати вибір структури, алгоритмів та способів передачі інформації в інформаційних системах та технологіях.</p>
<p>КС 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень</p>	<p>ПР 5. Аргументувати вибір програмних та технічних засобів для створення інформаційних систем та технологій на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи і експлуатаційних умов; мати навички налагодження та тестування програмних і технічних засобів інформаційних систем та технологій.</p>
<p>КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу</p> <p>КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p>	<p>ПР 6. Демонструвати знання сучасного рівня технологій інформаційних систем, практичні навички програмування та використання прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем та середовищ з метою їх запровадження у професійній діяльності</p>
<p>КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу</p>	<p>ПР 7. Обґрунтовувати вибір технічної структури та розробляти відповідне програмне</p>

Компетентності	Результати навчання
КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	забезпечення, що входить до складу інформаційних систем та технологій.
КС 11. Здатність до аналізу, синтезу і оптимізації інформаційних систем та технологій з використанням математичних моделей і методів. КС 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень	ПР 8. Застосовувати правила оформлення проектних матеріалів інформаційних систем та технологій, знати склад та послідовність виконання проектних робіт з урахуванням вимог відповідних нормативно-правових документів для запровадження у професійній діяльності.
КС 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень	ПР 9. Здійснювати системний аналіз архітектури підприємства та його ІТ інфраструктури, проводити розроблення та вдосконалення її елементної бази і структури.
КС 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень	ПР 11. Демонструвати вміння розробляти техніко-економічне обґрунтування розроблення інформаційних систем та технологій та вміння оцінювати економічну ефективність їх впровадження
КС 1. Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область. КС 15. Здатність виявляти, моделювати, аналізувати та проектувати бізнес-процеси у соціально-економічних системах.	ПР 12. Виявляти, аналізувати та проектувати бізнес-процеси, проводити моделювання процесів соціально-економічних систем на різних стадіях життєвого циклу.
КС 16. Здатність створювати та використовувати моделі штучних нейронних мереж для розв'язання прикладних задач обробки даних	ПР 13. Застосовувати нейромережеву обробку даних для розв'язання задач прогнозування, кластеризації та класифікації, здійснювати інтерпретацію результатів роботи побудованої моделі, виконувати аналіз якості, вдосконалювати модель.

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.

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 змінної

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

12.2. *Чисельні методи знаходження екстремуму функції однієї змінної.* 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-ньютонівські 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 порядок 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 тектор 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 142). 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 (максимальна сума – 60 балів; мінімальна сума, що дозволяє студенту отримати залік – 35 балів);

підсумковий/семестровий контроль, що здійснюється 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. Загальна кількість балів складає 8 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 семестру передбачено 4 контрольні роботи (4 бали за кожне заняття). Перша контрольна робота включає теми 2 – 10, друга – теми 11 – 16, третя – теми 17 – 24, а четверта – всі теми (2 – 24). Загальна кількість балів складає 16 балів.

Лабораторних робіт – має на меті перевірку рівня підготовленості студента до виконання конкретної роботи. Оцінювання передбачає захист звітів з 13 лабораторних робіт (2-4 балів за звіт), за умови відповідності рівня знань студента критеріям, що висуваються. Загальна кількість балів складає 36 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. Мінімум можлива кількість балів за поточний і модульний контроль упродовж семестру – 35 та мінімум 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

Теми	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
Тема 1. Вступ. Тема 2. Сутність чисельних методів. Загальні поняття. Тема 3. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь.	<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. Тема 3. Розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод виключення Гауса. Метод Гауса с вибором головного елемента. Метод простої ітерації.	Активна робота на парі	1
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 1. Вступ у систему R.		
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 2. Чисельні методи розв'язання систем лінійних алгебраїчних рівнянь. Метод виключення Гауса. Метод ітерацій (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	2
<i>Самостійна робота</i>				

Теми	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Визначення завдання на лабораторний практикум та знайомство з предметною областю. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування	
Тема 4. Чисельні методи розв'язання нелінійних рівнянь. Тема 5. Чисельні методи наближення функцій. Тема 6. Чисельне диференціювання функцій. Тема 7. Чисельне інтегрування функцій.	Аудиторна робота			
	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. 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	1
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 3. 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	2
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 4. Чисельні методи наближення функцій. Апроксимація функцій. Інтерполяція функцій (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	3
	Самостійна робота			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування	
Тема 8-9. Чисельні методи розв'язання задачі Коши та крайової задачі. Тема 10. Методи математичної фізики.	Аудиторна робота			
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 8. Чисельне інтегрування звичайних диференціальних рівнянь. Задача Коши. Методи Ейлера, Рунге-Кутта. Багатокрокові методи розв'язання диференціальних рівнянь. Неявні методи розв'язання жорстких задач. 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	1
Лабораторне заняття	Лабораторна робота 5. Чисельні методи розв'язання задачі Коші для звичайних диференціальних рівнянь. Методи Ейлера, Рунге-Кутта. Багатокрокові методи(робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	3	

Теми	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 6. Чисельні методи розв'язання крайової задачі для звичайних диференціальних рівнянь. Метод кінцевих різниць (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	3
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування	
Теми 11-13. Методи одномірної та безумовної оптимізації	<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	1
			Письмова контрольна робота 1	4
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 7. 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	3
	<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. Методи нелінійного та лінійного програмування.	<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	1
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 8. Методи нелінійного програмування. Метод штрафних функцій. Метод модифікованої функції Лагранжа (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	3
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 9. Розв'язання задач лінійного програмування (заняття проводиться кейс-методом).		
	<i>Самостійна робота</i>			
Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування		
:Т ем и	<i>Аудиторна робота</i>			

Теми	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал	
	Лекція	Лекція за питаннями: Тема 17. Моделювання. Основні поняття. Види моделей, їх класифікація. Вимоги до моделей. Тема 18. Основні види моделювання. Формальні методи побудови моделей.	Активна робота на парі	1	
			Письмова контрольна робота 2	4	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 10. Система R. Генерація псевдовипадкових чисел. Лабораторна робота 11. Обробка та аналіз даних експерименту. Підбір параметрів розподілу (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи 11	3	
	<i>Самостійна робота</i>				
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування		
Теми 19-21. Ідентифікація параметрів математичної моделі.	<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. Тема 21. Імовірнісне моделювання. Моделювання випадкових процесів.	Активна робота на парі	1	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 12. Моделювання даних експерименту з випадковими помилками. Ідентифікація параметрів моделей МНК. Аналіз результатів моделювання. Лабораторна робота 13. Побудова багатofакторної регресійної моделі (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	4	
	<i>Самостійна робота</i>				
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття	Експрес-опитування		
Теми 22-24. Моделі розрахункових процесів та управління..	<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. Тема 24. Системи масового обслуговування. Середовище імітаційного моделювання GPSS World.	Активна робота на парі	1	
			Письмова контрольна робота 3	4	
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 14. Дослідження імітаційних моделей (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	3	

Теми	Форми та види навчання		Форми оцінювання	Мак бал
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 15. Дослідження моделей, заснованих на D-схемах (робота в малих групах)	Захист звіту з лабораторної роботи	3
			Письмова контрольна робота 4	4
	Лабораторне заняття	Лабораторна робота 16. Середовище імітаційного моделювання GPSS World. Моделювання найпростіших та багатоканальних систем масового обслуговування (робота в малих групах).	Захист звіту з лабораторної роботи	4
	<i>Самостійна робота</i>			
	Питання та завдання до самостійного опрацювання	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторного заняття.	Експрес-опитування	
Екзаменаційна 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.

7. Додаткова

8. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: Практикум. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. – 307 с.
9. Кутнів М. В. Чисельні методи: [навч. посіб.] – Львів: Вид-во «Растр-7», 2010.– 288 с.

10. Чисельні методи. розв'язання задач лінійної алгебри та нелінійних рівнянь: Лабораторний практикум – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 95 с.
11. Butenko S., Pardalos P.M. Numerical Methods and Optimization. An Introduction – Chapman and Hall/CRC, 2014. – 412 p.
12. Mmbaga J. Computational Methods for Engineers: Modeling, Algorithms and Analysis/ Joseph Mmbaga, Robert Hayes, Kumar Nandakumar, Morris Flynn – Trans Canada Press, 2016 - 318 p.
13. Zadachyn V. Calculation of optimal path for parallel car parking / V. Zadachyn, O. Dorokhov // Transport and Telecommunication. – Volume 13. – 2012. – С. 303-309.

14. Інформаційні ресурси в Інтернеті

15. Вітлінський В. В. Економіко-математичні методи та моделі: оптимізація: навч. посібник [Електронний ресурс] / Вітлінський В. В., Терещенко Т. О., Савіна С. С. – Київ: КНЕУ, 2016. — 303 с
16. 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.
17. Quick-R – <http://www.statmethods.net/index.html>
18. Statistics with R – http://zoonek2.free.fr/UNIX/48_R/all.html
19. The Comprehensive R Archive Network – <http://cran.r-project.org>
20. Сайт персональних навчальних систем ХНЕУ ім. С. Кузнеця – <https://pns.hneu.edu.ua/>